

KATHOLIEKE UNIVERSITEIT LEUVEN

**FACULTEIT SOCIALE WETENSCHAPPEN
DEPARTEMENT COMMUNICATIEWETENSCHAP**

EMULATIE VAN VIDEOGAMES

Onderzoek naar het gebruik en de kennis
van emulatie bij de Leuvense studenten

Promotor : Prof. Dr. G. DE MEYER
Verslaggever : Drs. J. MINNEBO

VERHANDELING
aangeboden tot het verkrijgen van
de graad van Licentiaat in de
Communicatiewetenschappen
door
Stefan CREEMERS

academiejaar 2002-2003

KATHOLIEKE UNIVERSITEIT LEUVEN

FACULTEIT SOCIALE WETENSCHAPPEN
DEPARTEMENT COMMUNICATIEWETENSCHAP

EMULATIE VAN VIDEOGAMES

Onderzoek naar het gebruik en de kennis
van emulatie bij de Leuvense studenten

Promotor : Prof. Dr. G. DE MEYER
Verslaggever : Drs. J. MINNEBO

VERHANDELING
aangeboden tot het verkrijgen van
de graad van Licentiaat in de
Communicatiewetenschappen
door
Stefan CREEMERS

academiejaar 2002-2003

Inhoud

Lijst van tabellen	vi
Lijst van figuren	viii
Lijst van afkortingen	x
Voorwoord	xi
Inleiding	1
DEEL 1: Introductie en sociale aspecten van emulatie	3
1. Definities en domeinbepaling	4
1.1. Domein	4
1.2. Werking van emulator en ROM	5
1.3. Werkdefinities	7
1.4. Toepassingsgraad en impact van emulatie	7
1.4.1. Technologische factor: technology push vanwege het Internet	9
1.4.2. De economische factor: het bedrijfsleven	10
1.4.3. De politieke factor: juridische bescherming van videogames	10
1.4.4. Sociaal-culturele factor	11
1.5. Geschiedenis en huidige situatie van het emulatielandschap	12
1.6. Wetenschappelijke literatuur	12
2. Bourdieu in de emu scene	13
2.1. Theoretisch kader	13
2.2. Emu scene als cultuur	19
2.2.1. Kapitaal	19
2.2.2. Klasse	21
2.2.3. Habitus	22
2.2.4. Veld	23
2.2.5. Sociale ruimte	25
3. De emu scene als subcultuur	26
3.1. Theoretisch kader	26
3.2. De emu scene als subcultuur	29
3.2.1. Opkomst van de emu scene	29
3.2.2. De emu scene	30
3.2.3. Noise geproduceerd door de emu scene	32
3.2.4. Two forms of incorporation	33

Conclusies van het sociaal-culturele gedeelte	33
DEEL 2: EMULATIE TECHNOLOGISCH ONTLEED	35
4. Computerarchitectuur	36
4.1. Het concept van de hedendaagse computer	36
4.2. De CPU	37
4.2.1. Transistors	37
4.2.2. Instructieset	38
4.2.3. Opbouw van de CPU	40
4.2.3.1. Clock	41
4.2.3.2. ALU, IR, CU en PC	43
4.2.3.3. Busses	45
4.2.4. De werking van een CPU	46
4.2.5. RISC versus CISC processors	47
4.3. Geheugenhierarchie	47
4.4. Geheugen	50
4.5. I/O systeem	53
4.6. BIOS	54
4.7. Moederbord	55
4.8. Videosysteem	56
4.8.1. Videogeheugen	56
4.8.2. Videoweergave	57
4.8.3. GPU	58
4.8.4. Video BIOS en de verbinding met het computersysteem	59
4.8.5. Vblank & Hblank	59
4.9. Audiosysteem	60
5. Opbouw van een (NES) emulator	63
5.1. Keuze van de programmeertaal	63
5.2. Beschikbaarheid van informatie	64
5.3. Emulatie van de CPU	67
5.3.1. Een voorbeeld van een core emulator	68
5.3.2. Interpreterende en recompilerende emulators	71
5.3.3. Duiding omtrent complexiteit	71
5.4. Emulatie van het geheugen	72
5.5. Emulatie van het audiosysteem	74

5.6.	Emulatie van het videosysteem	76
5.7.	Invoer apparaten en overige instrumenten	77
5.8.	Cyclische taken	77
5.9.	Typologie van emulators	80
6.	ROMs	82
6.1.	Definitie	82
6.2.	Typologie van ROMs	83
6.3.	De praktijk van het ROM dumpen	84
	Conclusies van het technologisch gedeelte	85
	DEEL 3: EEN JURIDISCHE ANALYSE VAN EMULATIE	86
7.	Octrooien	87
7.1.	Omschrijving	88
7.2.	Aanvraag van octrooien	88
7.3.	Rechten en plichten van de octrooihouder	89
7.4.	Octrooi op software	90
8.	Onderscheidingstekens	91
8.1.	Merkenrecht	91
8.2.	Bescherming van de handelsnaam	94
9.	Vormgevingen	95
9.1.	Tekeningen en modellen	95
9.2.	Auteursrecht	95
9.2.1.	Beschrijving	96
9.2.2.	Wat is een auteurswerk	96
9.2.3.	Welke rechten heeft de auteur	97
9.2.4.	Copyright: auteursrechten in de Verenigde Staten	98
9.3.	Auteursrecht en computerprogramma's: de softwarewet	99
9.3.1.	Beschrijving	99
9.3.2.	Geen bescherming van ideeën	101
9.3.3.	Exploitatierechten en gebruikersrechten (fair use)	102
9.4.	Reverse engineering	103
9.4.1.	Reverse engineering van software	104
9.4.1.1.	Omschrijving	104
9.4.1.2.	Restricties van decompilatie	105
9.4.2.	Reverse engineering in hardwarematige domeinen	106

9.4.3.	Situatie in de Verenigde Staten	107
9.5.	Verspreiding van auteursrechterlijk beschermde werken via het Internet	107
10.	Sancties en jurisprudentie	109
10.1.	Sancties	109
10.2.	Overzicht van de belangrijkste jurisprudenties	110
	Conclusies van het juridisch gedeelte	111
	DEEL 4: EMPIRISCH ONDERZOEK NAAR EMULATIE	113
11.	Methodologie	114
11.1.	Probleemstelling	114
11.1.1.	Assumpties voortvloeiende uit voorgaande delen	115
11.1.2.	Conceptueel schema	116
11.2.	Gebruikte methode	117
11.2.1.	Waarnemingsmethode	119
11.2.1.1.	Elektronische survey	120
11.2.1.2.	Realisatie van de vragenlijst	122
11.2.1.3.	Uittesten van de vragenlijst	123
11.2.2.	Selectie van de eenheden	123
12.	Algemene Resultaten	124
12.1.	De dataset	124
12.2.	Bespreking van de demografische gegevens	126
12.2.1.	Geslacht	126
12.2.2.	Leeftijd	126
12.2.3.	Beschikbaarheid van het Internet	127
12.2.4.	Studierichting	129
13.	Resultaten van het exploratief luik: een factoranalyse	130
13.1.	Preliminaire concepten	130
13.2.	De dataset	131
13.2.1.	PAF of PCF	133
13.2.2.	Rotation	133
13.3.	Bewerkstelling	135
13.4.	Resultaten	136
13.5.	Conclusies	140
14.	Resultaten van het toetsend luik	140
14.1.	Hypotheses betreffende de gehele steekproef	141

14.2. Hypotheses betreffende de respondenten vertrouwd met emulatie	154
Conclusies van het empirisch gedeelte	162
Algemeen besluit	164
Referenties	xii
Bijlage 1. Incentief van de vragenlijst	xxiv
Bijlage 2. Codeboek	xxv

Lijst van tabellen

Tabel 1.	Memory map NES	73
Tabel 2.	Cyclische taken	79
Tabel 3.	Aantal respondenten per faculteit (N=901)	129
Tabel 4.	Correlatiematrix als gevolg van de factoranalyse	132
Tabel 5.	Eigenvalues van de verschillende factoren	137
Tabel 6.	Factor Pattern van de originele en geroteerde dataset	138
Tabel 7.	Frequenties en proporties van de verschillende leeftijdsgroepen naargelang K1 (K1=1) (N=854), waarneming bij de gehele steekproef	143
Tabel 8.	Waardes van t-testen (class KEGB, K2B en K1) inzake variabele D6 (N=854), afgenomen bij alle respondenten	146
Tabel 9.	Waardes van t-testen (class KEGB, K2B en K1) inzake de uitspraken omtrent piraterij (N=854), afgenomen bij alle respondenten	147
Tabel 10.	Percentages van respondenten die positief scoorden op variabelen A4, A6, A9, A11, A12 en A13 naargelang K2B, KEGB en K1 (N=854), waarneming bij de gehele steekproef	147
Tabel 11.	Gemiddelde speelduur per week afhankelijk van variabelen K2B, KEGB en K1 (N=854), waarneming bij de gehele steekproef	148
Tabel 12.	Waardes van t-testen (class KEGB, K2B en K1) inzake variabele AA3 (N=854), afgenomen bij alle respondenten	148
Tabel 13.	Gemiddeld aantal uur behaald voor variabele AA1 en percentage van respondenten dat akkoord gaat met variabele A3, naargelang variabelen K2B, KEGB en K1 (N=854), waarneming bij de gehele steekproef	149
Tabel 14.	Waardes van t-testen (class KEGB, K2B en K1) inzake variabelen AA1 en A3 (N=854), afgenomen bij alle respondenten	149
Tabel 15.	Waardes van t-testen (class KEGB, K2B en K1) inzake gebruik van internettoepassingen (N=854), afgenomen bij alle respondenten	150
Tabel 16.	Percentage van respondenten dat aangaf minstens op een dagelijkse basis gebruik te maken van de respectievelijk bevraagde internettoepassingen (Mail, WWW, NTTP, IRC, IM en P2P), naargelang K2B, KEGB en K1 (N=854), waarneming bij de gehele steekproef	151
Tabel 17.	Waardes van t-testen (class KEGB, K2B en K1) inzake het bezit van spelsystemen (N=854), afgenomen bij alle respondenten	152

Tabel 18.	Gemiddeld aantal systemen waarover een respondent beschikt naargelang variabelen K2B, KEGB en K1 (N=854), waarneming bij de gehele steekproef	152
Tabel 19.	Waardes van t-testen (class KEGB, K2B en K1) inzake variabelen A15, A16 en A18 (N=854), afgenomen bij alle respondenten	153
Tabel 20.	Percentage van respondenten die goed scoorden op variabelen K2, KTEST en KEG in functie van hun resultaat op variabele K18 (N=167), waarneming bij respondenten vertrouwd met emulatie	155
Tabel 21.	Percentage van respondenten die goed scoorden op variabelen K2, KTEST en KEG in functie van hun resultaat op variabele DD210 (N=167), waarneming bij respondenten vertrouwd met emulatie	156
Tabel 22.	Waardes van t-testen (class KEGB) inzake variabelen K12, K13 en K17 (N=167), afgenomen bij respondenten vertrouwd met emulatie	159
Tabel 23.	Percentage van respondenten en hun respectievelijke oordeel inzake uitspraken K12, K13 en K17, in functie van hun resultaat op variabele KEGB (N=167), waarneming bij respondenten vertrouwd met emulatie	159
Tabel 24.	Waardes van t-testen (class KEGB) inzake variabelen RED1, RED5, RED9 en A8 (N=167), afgenomen bij respondenten vertrouwd met emulatie	161
Tabel 25.	Percentage van respondenten en hun respectievelijke oordeel inzake uitspraken RED1, RED5, RED9 en A8 in functie van hun resultaat op variabele KEGB (N=167), waarneming bij respondenten vertrouwd met emulatie	161

Lijst van figuren

Figuur 1.	Het opstartscherm van Super Mario 64	6
Figuur 2.	De emulator Project 64 in werking met het spel Super Mario 64	6
Figuur 3.	Populaire Europese systemen en hun emulatiegegevens	8
Figuur 4.	Bourdieu's sociale ruimte	18
Figuur 5.	Sociale ruimte gedefinieerd in termen van de emu scene	25
Figuur 6.	Een voorbeeld van de creatie van tekens door de emu scene	32
Figuur 7.	Een typevoorbeeld van een 16 bits instructie	40
Figuur 8.	De CPU en haar onderdelen	41
Figuur 9.	Het proces van pipelining	43
Figuur 10.	De typerende opbouw van de ALU	44
Figuur 11.	De verschillende geheugensoorten binnen de geheugenhiërarchie	48
Figuur 12.	High endian en low endian gegevensopslag	51
Figuur 13.	Werking van Hblank en Vblank	60
Figuur 14.	De verschillende lagen van operatie binnen de computer	81
Figuur 15.	De merknaam "Nintendo"	93
Figuur 16.	Het beschermde kwaliteitszegel van Nintendo videogames	93
Figuur 17.	Het opstartscherm van het spel "Sonic the Hedgehog"	93
Figuur 18.	Het beroemde logo van Nintendo's "Mario Brothers"	93
Figuur 19.	Het conceptueel schema	116
Figuur 20.	Operationalisering van de eigenschap "piraterij"	119
Figuur 21.	Leeftijd en geslacht van de respondenten (N=901)	126
Figuur 22.	Mate van beschikbaarheid van een internettoegang (D4, D5 en D6) naargelang geslacht (N=901)	127
Figuur 23.	De factoranalyse van Spearman	131
Figuur 24.	Rotations geëxpliciteerd	134
Figuur 25.	Screeplot van de behaalde eigenvalues bij de factoranalyse	136
Figuur 26.	Relaties tussen kennis en gebruik van emulatie en variabelen K2, KTEST, KE, KEG, KS, K9, DD210 en AA3	139
Figuur 27.	Resultaten van de gegeven definiëring aan emulatie (K2) naargelang geslacht (D2) (N=854)	142
Figuur 28.	Percentage van het aantal respondenten die deelnamen aan het tweede gedeelte van de vragenlijst naargelang leeftijd	144

Figuur 29.	De mate waarin respondenten gebruik maken van de verschillende bevroagde internettoepassingen	150
Figuur 30.	Bezit van verschillende computersystemen naargelang geslacht	152
Figuur 31.	Beoordeling van uitspraken betreffende nostalgie (K26, K10 en RED13) als reden tot emuleren	154
Figuur 32.	Frequentie van het emuleren van bepaalde spelsystemen	157
Figuur 33.	Kennis van emulators bij de respondenten vertrouwd met emulatie	158

Lijst van afkortingen

ALU: Arithmetic & Logic Unit
APU: Audio Processing Unit
BSA: Business Software Alliance
CLEAR: Campaign to Leave Emulation Alone
CMC: Computer Mediated Communication
CPU: Central Processing Unit
DAC: Digital to Analog Convertor
DMCA: Digital Millennium Copyright Act
GPU: Graphic Processing Unit
IDSA: Interactive Digital Software Association
IFPI: International Federation of the Phonographic Industry
MIDI: Musical Instrument Digital Interface
PSG: Programmable Sound Generator
OS: Operating System
RAM: Random Access Memory
ROM: Read Only Memory
SPU: Sound Processing Unit
UCC: Universal Copyright Convention
WIPO: World Intellectual Property Organisation

Voorwoord

Een eerste dankbetuiging gaat natuurlijk uit naar mijn ouders, mijn vriendin en mijn broer. Hun nooit aflatende steun en hulp hebben deze thesis dan ook finaal mogelijk gemaakt. Mijn erkentelijkheid gaat ook uit naar vrienden en familie die me doorheen de jaren hebben kunnen inspireren en motiveren. Meer dan wie ook, besef ik, dat zonder de hulp van bovenstaande personen, het voor mij onmogelijk was om te staan op de plaats waar ik me vandaag de dag bevind.

Verder zou ik ook graag mijn promotor, professor Dr. G. De Meyer, willen bedanken enerzijds om zijn hulp en anderzijds omwille van de vrijheid die hij me heeft gelaten bij de verwezenlijking van dit eindwerk.

Strikt genomen was het schrijven van deze verhandeling onmogelijk geweest zonder het bestaan van een emu scene. Bij deze zou ik dan ook graag mijn waardering willen uiten voor de leden van de emu scene die zichzelf geheel onbaatzuchtig inzetten voor de creatie en de verspreiding van de middelen die miljoenen nostalgische mensen in staat stellen hun favoriete oude videogames opnieuw te spelen.

Tot slot lijkt het me gepast om alle mensen te bedanken die mijn Leuvense studententijd tot de fantastische periode hebben gemaakt die ik mijn hele verdere leven zal blijven koesteren.

Inleiding

The introduction of emulators created to play illegally copied Nintendo software represents the greatest threat to date to the intellectual property rights of video game developers. Such emulators have the potential to significantly damage a worldwide entertainment software industry which generates over \$15 billion annually, and tens of thousands of jobs (Nintendo, 2000).

Zoals Nintendo, één van de grote spelers binnen de videogame-industrie stelt, heeft emulatie te maken met het illegaal spelen van auteursrechterlijk beschermde videospellen. Er is echter meer aan de hand dan Nintendo (ook wel de Big N genoemd) laat uitschijnen; emulatie overstijgt namelijk het label van softwarepiraterij op verschillende vlakken. Welke aspecten het emulatiegebeuren allemaal beslaat, staan beschreven in onderstaande tekst.

In simpele bewoordingen gesteld, laat emulatie toe videogames te spelen op platformen waarvoor deze spellen oorspronkelijk niet bedoeld waren. Het is bijvoorbeeld mogelijk door emulatie Super Nintendo videogames af te spelen op de hardware van een ordinaire personal computer. In de praktijk is alles wat men hiervoor nodig heeft een emulator (het softwareprogramma dat de gewenste spelcomputer nabootst, emuleert) en de beeldbestanden van de originele spelmedia, ROMs genaamd (de typische pc is immers niet in staat om bijvoorbeeld Game Boy cartridges uit te lezen). Deze software wordt vrijelijk beschikbaar gesteld en uitgewisseld via het Internet. Het wereldwijde web krioelt namelijk van de sites gewijd aan emulatie en ROMs. De bezoekers van deze sites, de webmasters, de romdumpers (de personen die de originele cartridges omzetten in digitale beeldbestanden, bruikbaar door een pc), de auteurs van de emulators etc. vormen samen de “emu scene”.

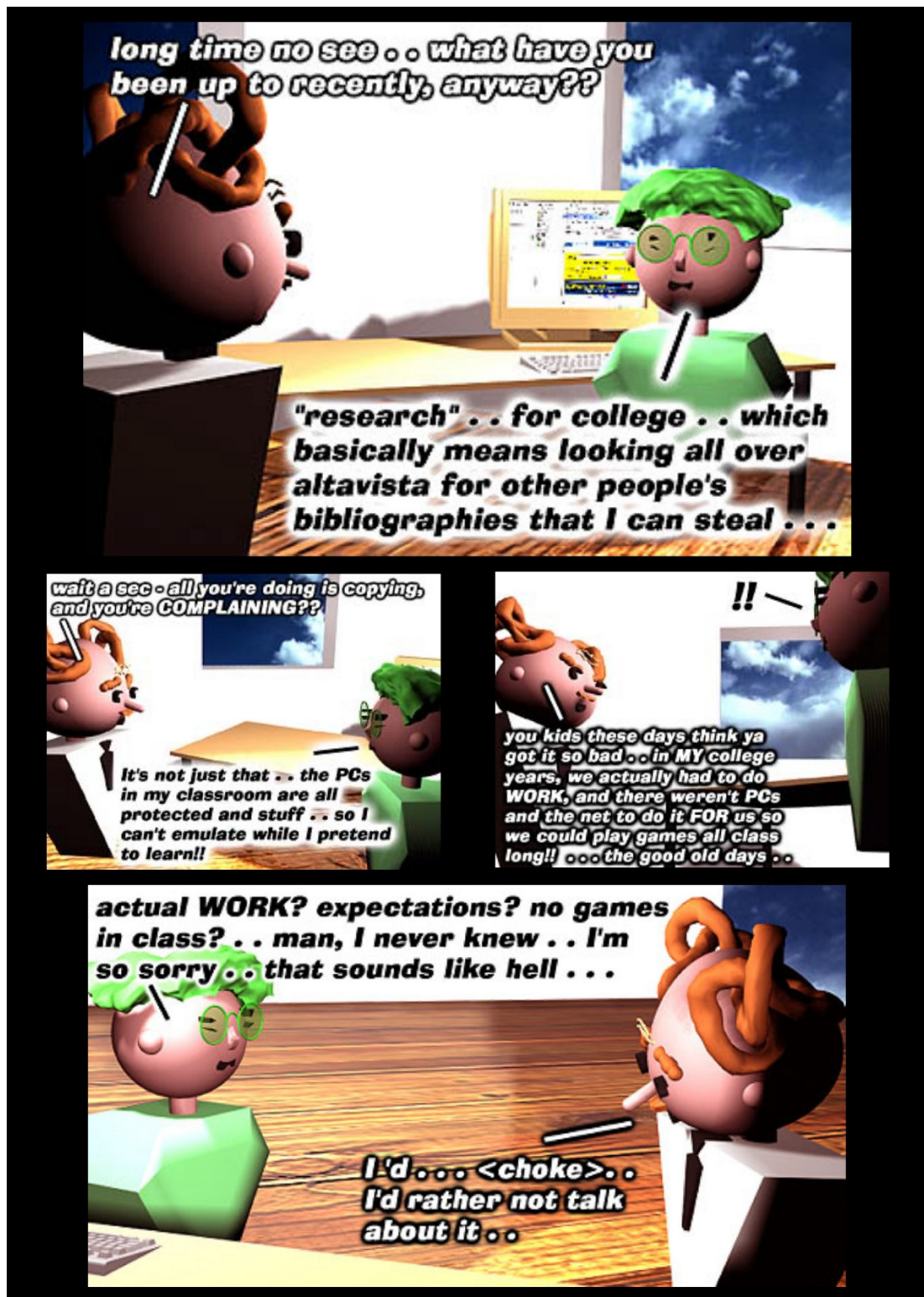
Het eerste deel van deze thesis heeft dan ook tot doel deze emu scene sociaal en cultureel door te lichten. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de culturele opvattingen van Bourdieu en de inzichten van Hebdige en andere influentialia inzake subculturen.

In het tweede technologisch deel wordt de exacte werking van een emulator toegelicht. Verder wordt er enige uitleg verschaft over de ROMs die gebruikt worden in het emulatieproces. Zo kan men verklaren dat een “simpele” pc in staat is videogames van allerhande platformen af te spelen.

Totnogtoe zijn er slechts weinig overeenkomsten te vinden tussen de omschrijving van emulatie gegeven door Nintendo en de aspecten van emulatie hierboven behandeld. Het derde deel van dit eindwerk gaat dan ook iets dieper in op de juridische zijde van het emulatiegebeuren. Spelcomputers en hun software zijn namelijk vaak beschermd door het octrooi-, merken- en auteursrecht. Is het tout court wel legaal een computer te emuleren? Welke rechten heeft men als gebruiker? Is het bezit en de verspreiding van ROMs strafbaar? Deze vragen zijn slechts een greep uit de materies die worden besproken in het juridisch kapittel. Sequentieel worden de verschillende wetgevingen ter zake aangestipt. Hierbij wordt de nadruk gelegd op de Belgische legislatuur, maar ook de Europese en Amerikaanse reglementering komen aan bod. Als afsluiter van deze sectie wordt kort één van de meest ophefmakende rechtszaken inzake emulatie besproken.

Finaal kan men zich afvragen of de hele polemiek omtrent emulatie geen storm in een glas water is. Is emulatie werkelijk wijdverspreid of gaat het slechts om een beperkt clubje computernerds die in hun kleine zolderkamertje dag en nacht achter het scherm zitten gekluisterd? Het vierde en laatste deel van dit eindwerk bevat derhalve een casestudy bij de Leuvense studenten. Dit onderzoek zal de mate van het gebruik en de kennis van emulatie onder deze populatie aantonen.

DEEL 1: Introductie en sociale aspecten van emulatie



1. Definities en domeinbepaling

1.1. Domein

De Grooff (2001) omschrijft emulatie als volgt:

Het nabootsen (simuleren) van een computersysteem door een ander computersysteem. (etc.) Zo kan bijvoorbeeld de werking van een cd-romprogramma op de harde schijf van een computer worden geëmuleerd alvorens het programma daadwerkelijk op de optische schijf wordt gezet. De computer (emulator) gedraagt zich dan als een cd-romspeler (De Grooff, 2001, p. 125).

Het is evenwel evident dat emulatie, zoals beschreven in de bovenstaande definitie, een uiterst omvangrijk domein beslaat, een domein waarvan de studie onmogelijk binnen de specificaties van een eindverhandeling valt. Het object van deze thesis beperkt zich dan ook tot de studie van softwarematige emulators van videogamesystemen opererend op een x86¹ computersysteem met een Win9x/DOS besturingssysteem².

Logischerwijze wordt ook een sluitende omschrijving vereist van wat bedoeld wordt met videogamesystemen. Vermits dit werk deels tot doel heeft om dienst te doen als een zo breed mogelijke basis voor verder onderzoek, wordt een zo ruim mogelijke notie van videogamesystemen gehanteerd. Dit impliceert de integrale verwerking van alle totnogtoe geëmuleerde systemen (hieronder vallen consoles, handhelds, arcades en volledige computersystemen³).

¹ De term “x86” slaat op een bepaalde processorfamilie die men terugvindt in de zogenaamde IBM compatibele computers (de zogenaamde Personal Computers). Het gaat hier om processoren die voornamelijk worden geproduceerd door Intel en AMD. Hiernaast bestaan ook nog andere processorfamilies zoals de 68k van Motorola (Tolleneer, Truyen, 29.12.2000). Ondanks het bestaan van talloze emulators die opereren op een wijde variëteit van platformen, kan in deze thesis (wegens het beperkt bestek) hieromtrent geen gewag worden gemaakt.

² Hiermee wordt bedoeld op de verschillende beschikbare DOS en Windows versies (DOS 5.X, DOS 6.X, Windows 95, Windows 98, Windows 98SE, Windows NT, Windows ME, Windows 2000 en Windows XP).

³ Consoles zijn spelsystemen bedoeld voor vaststaand thuisgebruik (bijvoorbeeld Playstation, XBOX of GameCube). Handhelds daarentegen zijn bedoeld voor de mobiele gebruiker (bijvoorbeeld Game Boy, Lynx). Arcades zijn de systemen die men vindt in de lunaparken en de hogere segmenten van de markt (bijvoorbeeld Neo Geo, Sega Naomi). Computersystemen tot slot zijn machines die niet louter bedoeld zijn voor het spelen van videogames en die dus ook voor andere doeleinden kunnen worden aangewend (bijvoorbeeld Amiga, MSX) (Sorensen, 24.04.2001). De limitaties van dit eindwerk bieden niet de ruimte om in te gaan op al deze verschillende spelcomputersystemen; hiervoor wordt dan ook verwezen naar werken van Nijsmans (1998), Claes (1995), Vanswijgenhoven (2000), De Meyer (z.d.).

Teneinde verwarring te vermijden dienen verdere vermeldingen van begrippen gerelateerd aan emulatie dan ook te worden begrepen als zijnde termen met betrekking op de emulatie van videogamesystemen.

1.2. Werking van emulator en ROM

Een emulator is een softwareprogramma dat men kan uitvoeren op een IBM compatibele computer (of pc). Deze emulator zorgt ervoor dat de pc de hardware van een videospelsysteem nabootst (emuleert). Hierdoor wordt het mogelijk om op deze emulerende pc software (videogames) van de oorspronkelijke spelcomputer af te spelen. Het is bijvoorbeeld mogelijk om het spel “Super Mario 64” (oorspronkelijk bedoeld voor de console Nintendo 64) op een pc te spelen door middel van de emulator “Project 64”⁴. Aan de hand van een stappenplan wordt dit proces verder toegelicht.

Eerst en vooral moet men natuurlijk een emulator van het Internet betrekken. Hiervoor surft men naar één van de vele emulatiegerelateerde sites⁵ en maakt men zijn keuze tussen de verschillende emulators. Eens men zijn keuze heeft gemaakt, kan men het gewenste programma downloaden en installeren op de pc. Nu dient men enkel het spel zelf nog terug te vinden. Het originele spelformaat van het videogame Super Mario 64 is echter een cartridge en wordt als dusdanig niet ondersteund door een standaard pc. Om de spelgegevens die zich op de cartridge bevinden te kunnen raadplegen, heeft de pc nood aan een digitaal beeldbestand (de zogenaamde ROM) van de informatie aanwezig op de cartridge. Deze digitale beeldbestanden of ROMs⁶ zijn relatief makkelijk te bekomen na wat speurwerk op het Internet⁷. Indien men zowel de ROM als de emulator heeft bemachtigd, is het afspelen van het spel zo simpel als het beluisteren van een MP3 bestand⁸. Men hoeft enkel de emulator nog

⁴ Voor meer informatie betreffende deze emulator kan men zich wenden tot <http://www.pj64.net>.

⁵ <http://www.zophar.net>, <http://www.playagain.net>, <http://www.ngemu.com> en <http://www.vg-network.com/> om er enkele te noemen.

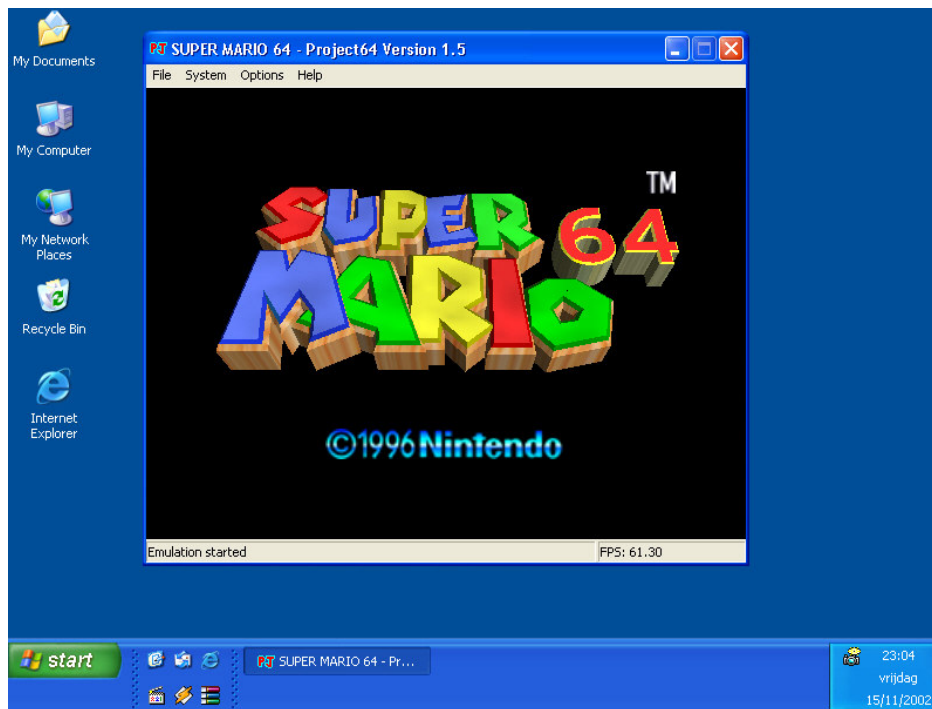
⁶ Naar ROMs wordt in het jargon ook wel verwezen als ROMz.

⁷ Voor het volledige gamma van GBA (Game Boy Advance) videospellen kan men zich bijvoorbeeld begeben naar <http://www.newwise.com>.

⁸ Er wordt dan ook wel eens een analogie opgevoerd tussen emulatie en MP3 gebruik. MP3's zijn net zoals ROMs beeldbestanden van informatie die zich bevinden op één of ander origineel medium (een muziekcd, een cassette, een spelcartridge etc.). Tenslotte heeft men net zoals voor MP3's en voor ROMs een speciaal programma nodig om het desbetreffende bestand af te spelen (de MP3 speler of de emulator).

op te starten en de desbetreffende ROM te laden en men is klaar om Super Mario 64 te spelen op een platform (pc) waarvoor het oorspronkelijk niet werd ontworpen. Voorgaand proces resulteert in volgende figuren:

Figuur 1. Het opstartscherm van Super Mario 64



Figuur 2. De emulator Project 64 in werking met het spel Super Mario 64



1.3. Werkdefinities

Binnen deze eindverhandeling wordt veelvuldig gebruik gemaakt van de termen “emulatie”, “emulator” en “ROMs”. Vandaar dat in de volgende paragrafen wordt voorzien in hun respectievelijke omschrijvingen, geldend binnen de context van deze eindverhandeling.

Emulatie is het softwarematig nabootsen (emuleren) van de hardware van een videogamesysteem op een ander computersysteem, waardoor het mogelijk wordt om software van dit videogamesysteem uit te voeren op deze computer. Het doel van emulatie is het zo exact mogelijk benaderen van de originele spelervaring. Hierbij kan emulatie gebruik maken van de capaciteiten van het emulerende systeem om de originele spelervaring uit te breiden⁹.

Een emulator is een softwarematig programma dat de hardwarefuncties van een videogamesysteem imiteert (emuleert). Hierdoor wordt het mogelijk om de software van het videogamesysteem uit te voeren op een ander computersysteem.

ROMs worden aangemaakt met speciale toestellen (dumping machines) die het mogelijk maken software te onttrekken aan de media of aan de geheugens van een videogamesysteem. ROMs zijn als dusdanig de digitale beeldbestanden van de gegevens die zich in de desbetreffende media en geheugens bevinden en kunnen door andere computersystemen worden geraadpleegd en verspreid.

1.4. Toepassingsgraad en impact van emulatie

Nagenoeg ieder spelsysteem dat ooit werd ontworpen en geproduceerd is reeds geëmuleerd (of men is momenteel in de weer met de ontwikkeling van een emulator voor dit systeem). De exhaustieve bespreking van de verschillende systemen en hun respectievelijke emulators zou ons te ver leiden. Om de lezer evenwel een idee te verschaffen van de impact van emulatie wordt een volgende tabel verschaft, waarin

⁹ Zo wordt het aan de hand van hedendaagse grafische systemen bijvoorbeeld mogelijk de beeldweergave van oude systemen grafisch aantrekkelijker te maken door middel van technieken als anti-aliasing, anisotropic filtering etc.

de emulatiegegevens van de meest bekende (in Europa gecommmercialiseerde) consoles worden weergegeven¹⁰:

Figuur 3. Populaire Europese systemen en hun emulatiegegevens

	17 Emulators		18 Emulators		9 Emulators	
NES	Master System	Megadrive	SNES	Atari Jaguar	Neo Geo	Playstation
60 Emulators		17 Emulators		3 Emulators in ontwikkeling		12 Emulators
	11 Emulators in ontwikkeling		3 Emulators in ontwikkeling		Emulator nog niet beschikbaar	
Sega CD	Sega Saturn	Nintendo 64	Dreamcast	Playstation 2	Game Cube	XBOX
3 Emulators		23 Emulators		2 Emulators in ontwikkeling		Emulator nog niet beschikbaar
By Stefan Creemers						

Men kan hieruit postuleren dat emulatie qua spelsystemen een zeer ruim toepassingsbereik heeft. Naast dit groot aanbod van emulators bestaat een zelfs nog groter aanbod aan ROMs. Nagenoeg alle speltitels die zijn uitgebracht zijn gedumpt¹¹ en beschikbaar gemaakt¹².

Nu men de basisconcepten aangaande emulatie onder de knie heeft, is het tijd om een kijkje te nemen naar de impact die het emulatiegebeuren teweegbrengt. Naar klassieke mediatheoretische praktijk wordt onderscheid gemaakt tussen

¹⁰ Informatie met betrekking tot de emulators werd onttrokken aan de websites: <http://www.zophar.net>, <http://www.ngemu.com>, <http://www.classicgaming.com>, <http://www.emuhq.com>.

¹¹ Hiermee wordt bedoeld op het omzetten van de gegevens die zich bevinden op het originele videospelmedium naar een binair beeldbestand, dat men net zoals een MP3 bestand kan verspreiden.

¹² Van oudere consoles werd nagenoeg het ganze assortiment aan videogames gedigitaliseerd. Bewijs hiervan wordt geleverd door de verschillende "Good Tools" die voor vele spelsystemen worden samengesteld. GoodN64 (huidige versie 0.999.9a) bijvoorbeeld, is een programma dat 2.477 Nintendo 64 ROMs herkent (versienummer 1.0 betekent dat de volledige softwarebibliotheek voorhanden is) (MrV2k, 2002). Bovendien worden niet enkel de titels van oudere consoles ter beschikking gesteld, ook titels van commerciële systemen zoals Microsofts XBOX, Sony's Playstation 2 en Nintendo's Gameboy Advance worden in circulatie gebracht. Hiervoor wordt verwezen naar de website <http://www.nforce.nl/nfos/index.php>, waar men informatie over de laatste nieuwe beschikbare spellen kan raadplegen. De these van de grote verspreidingsgraad van ROMs wordt bovendien gestaafd door de website <http://www.newwise.com>, waar men de laatste (illegale) Game Boy Advance ROMs kan downloaden.

technologische, economische, politieke en sociaal-culturele factoren¹³. Deze factoren worden in sequentieel aflopende volgorde doorlopen.

1.4.1. Technologische factor: technology push vanwege het Internet

Om de verspreidingsgraad van de media waarmee emulators opereren (namelijk ROMs of ROMz) na te gaan werd de zoekmachine Google voorzien van de zoekopdracht naar “ROMs” of “ROMz”. Ook werd er een zoekopdracht verricht naar de term “MP3”. Ondanks de geringe methodologische waarde van zulk een test werd het aantal resultaten dat deze twee afzonderlijke zoekbewerkingen behaalden met elkaar vergeleken. Dit om toch een vaag idee te kunnen vormen van de impact van emulatie. Uit deze proef blijkt de term MP3, met 30.400.000 succesvolle vondsten, het 9,53 keer beter te doen dan zijn tegenhanger met betrekking tot emulatie¹⁴. Niettegenstaande men uit dit kleinschalig experiment absoluut geen concrete conclusies kan trekken, mag men toch in beschouwing nemen dat emulatie enige relevantie heeft.

Deze stelling wordt bevestigd door het aanzienlijk aantal drukbezochte websites die zich louter toeleggen op het brengen van emulatiegerichte informatie¹⁵. Naast deze sites is de emulatiegemeenschap ook druk vertegenwoordigd op nieuwsgroepen, FTP en babbelboxen¹⁶.

¹³ Videogames (en aldus ook de emulatie hiervan) behoren immers ook tot de media en ICT.

¹⁴ De zoekopdracht naar ROMs en ROMz leverde “slechts” 3.200.000 unieke vondsten op.

¹⁵ Zophar's Domain (<http://www.zophar.net>), één van de vaste waarden binnen de emulatiegemeenschap werd opgericht op 9 november 1996 en telt bij het schrijven van dit werk reeds meer dan 28 miljoen bezoekers. Cherryroms (<http://www.cherryroms.com>) doet het nog beter en heeft thans meer dan 92 miljoen bezoekers mogen begroeten.

¹⁶ Op alle grote servers (Efnet, Dalnet, Undernet etc.) bestaan tientallen kanalen die zich exclusief wijden aan emulatie. Hiernaast biedt de K.U.Leuven zelf toegang tot een vijftigtal nieuwsgroepen die betrekking hebben op emulatie.

1.4.2. De economische factor: het bedrijfsleven

In de videogame-industrie wordt emulatie in hoofdzaak beschouwd als een bedreiging¹⁷. Het merendeel van de industrie, vertegenwoordigd door de IDSA (Interactive Digital Software Association), beschouwt emulatie als zijnde softwarepiraterij waartegen streng dient opgetreden te worden. De IDSA voert dan ook een bikkelhard beleid en beschouwt het als haar plicht zoveel mogelijk sites, die auteursrechtelijk beschermde werken (ROMs) distribueren, af te sluiten¹⁸ (IDSA, 1999; Pettus, 16.03.2000).

Binnen het bedrijfsleven zijn er daarentegen ook partijen die in het emulatiegebeuren een economisch potentieel zien. Bekendste voorbeeld hiervan is de onderneming Bleem LLC, die in 1999 met zijn eigen Playstation emulator de commerciële markt betrad (Goldman, 21.02.2000). Na hevige juridische debacles met Sony moest het bedrijf uiteindelijk toch de boeken sluiten.

Ondanks de negatieve houding ten aanzien van het hele emulatiegebeuren maakt de videogame-industrie zelf ook gebruik van emulatie. Hierbij wordt bijvoorbeeld gedacht aan het gebruik van emulators door Sega voor de uitgave van de reeks videogames “Smash Packs”, waarin oudere speltitels door middel van emulatie terug ten tonele worden gevoerd (CLEAR, 21.02.1999).

1.4.3. De politieke factor: juridische bescherming van videogames

Als men Marx en andere kritische auteurs mag geloven, zal de politiek veelal de grillen van de economische machthebbers opvolgen¹⁹. De politiek zal dus trachten het illegaal softwaregebruik aan banden te leggen door middel van rechtsregels en het toezicht op de naleving hiervan.

¹⁷ Zoals men al kon lezen bij de aanvang van dit werk beschouwt Nintendo emulatie zelfs als het grootste gevaar voor de bescherming van intellectuele rechten van videogames (Nintendo, 2000).

¹⁸ Als men de cijfers van de IDSA en de BSA (Business Software Alliance) mag geloven is deze houding niet verwonderlijk. De BSA beweert dat in 2001, softwarepiraterij een verlies van 5.706.124.606 \$ tot gevolg had (enkel in de Verenigde Staten). Bovendien gingen in hetzelfde grondgebied 70.586 jobs verloren ten koste van de softwarepiraterij (BSA, 10.2001).

¹⁹ Marx gelooft dat de economische onderbouw bepalend is voor de bovenbouw, waartoe de politiek behoort (Van de Putte, pp. 132-140, 1999).

1.4.4. Sociaal-culturele factor

Naast al deze attentie op het Internet en vanuit de financiële en politieke sector, geniet emulatie (vooral de laatste jaren) ook enige aandacht in de media. Een artikel in Time Magazine²⁰ (Taylor, 15.03.1999), tal van andere publicaties²¹ en de plaatsing van een vaste rubriek in het toonaangevend Engelstalige videogamemagazine “PCZone”²² demonstreren dat het emulatiegebeuren niet ongemerkt voorbijgaat. Provisorisch kan men aldus poneren dat emulatie beschikt over de nodige middelen (de emulators) en het nodige publiek (dat interesse vertoont voor emulatie).

Naast de obstructies vanwege de videogame-industrie, kent emulatie ook fervente verdedigers (Levan, Lim, Mayer, Van, 03.1999). De emulatiegemeenschap (of emu scene) vormt een ware subcultuur die zich afzet tegen het mainstream-gebeuren (zie infra). De emu scene als zijnde een cybercultuur²³ beantwoordt aan een volgende definitie:

De virtuele of cybercultuur is dan het geheel van opvattingen –het ethos-, dat ontstaat door het stellen van sociale handelingen in een virtuele ruimte; en dat gedeeld en overgeleverd wordt in virtuele en niet-virtuele groeperingen (Dobbelaere, in Hulsman, 1999, p. 9).

Men dient ook op te merken dat de warez scene (een andere cybercultuur) steeds meer interesse in emulatie²⁴ vertoont en zijn greep op de emu scene steeds meer versterkt. Dit heeft natuurlijk als gevolg dat de gehele emulatiegemeenschap in een

²⁰ Dit artikel kan men jammer genoeg niet meer volledig raadplegen gezien Time Magazine een financiële retributie vraagt voor het online lezen van haar artikels.

²¹ Bijvoorbeeld in het magazine “Salon” (Wen, 23.06.1998) of in de Standaard (Van Outryve, 28.04.1999).

²² Sinds september 2001 voorziet “PCZone” in een vaste rubriek betreffende de laatste ontwikkelingen in het emulatielandschap (PCZone, 2001, pp. 128-135). Vanuit de industrie en de lezersgemeenschap kwamen tonnen kritiek op dit initiatief. Desalniettemin hield “PCZone” voet bij stuk en publiceert nog steeds zijn “Emulation Zone”. Uit persoonlijke correspondentie met de hoofdredacteur van “PC Gameplay” (het gezaghebbend magazine in België en Nederland) blijkt dat het desbetreffende blad voorlopig geen intenties heeft om een gelijkaardig project te lanceren. Dit omwille van de ambigue legale sfeer waarin emulatie vertoeft.

²³ Cyberculturen zijn de residenten van cyberspace. Hamelink bespreekt cyberspace als “een wereldwijde, niet-fysieke ruimte, waarin – onafhankelijk van tijd, afstand en locatie – transacties plaats vinden tussen mensen onderling, tussen computers onderling en tussen mensen en computers” (Hamelink, 1999, p. 23).

²⁴ De warez scene verzorgt de vervaardiging van illegale kopieën (de zogenaamde rips) en de distributie hiervan. De warez scene bestrijkt thans volgende domeinen: pc-games, PSX (Playstation), PS2 (Playstation 2), XBOX, Dreamcast ISO, GBA (Game Boy Advance), DVD, VCD, TV, BOOK, MP3, PDA (Palmtop warez), N64 etc. (Creemers, 2001; Defacto 2, 2003).

slecht daglicht wordt geplaatst (zie infra) (Pettus, 16.03.2000). Bovendien zit de internetpiraterij (en dus ook emulatie) sterk in de lift²⁵ (BSA, z.d.)

De emu scene zal in volgende hoofdstukken worden besproken aan de hand van de cultuurvisie van Bourdieu en de theorie met betrekking tot subculturen²⁶.

1.5. Geschiedenis en huidige situatie van het emulatielandschap

Het gegeven dat de uitgebreidheid van het onderzoeksobject en de beperkingen van deze eindverhandeling onverzoenbaar zijn, noopt ertoe deze paragraaf tot het absolute minimum te herleiden. Voor een uitgebreid historisch overzicht van emulatie wordt verwezen naar Pettus²⁷ (16.04.2000). Ook de huidige stand van zaken op emulatievlak kan niet worden behandeld. Hiervoor wordt verwezen naar de verschillende nieuwsgereleerde sites aangaande emulatie²⁸.

1.6. Wetenschappelijke literatuur

Ongeacht de vaststelling dat emulatie van videogames een aanzienlijk verspreide praktijk is, bestaan er omtrent de materie verrassend weinig wetenschappelijke werkstukken. Libis Net presenteert een mager aanbod van 15 afzonderlijke boekdelen die in de ruime zin te maken hebben met de emulatie van computerhardware²⁹. Geen van deze werken heeft evenwel betrekking op de emulatie van spelsystemen. Bovendien zijn ze inhoudelijk beperkt tot de zuiver

²⁵ De BSA haalt hiervoor drie redenen aan. Ten eerste de exponentiële groei van het aantal internetverbindingen. Ten tweede de vergemakkelijkte en goedkopere toegang tot het Internet. Tenslotte wordt gesteld dat de effectieve pakkans (de probaliteit dat men als individu werkelijk zal worden aangepakt voor zijn illegale handelingen) zeer klein is (BSA, z.d.).

²⁶ De expliciete bespreking van cybercultuur of computercultuur komt in dit werk niet tot uiting, gezien deze materie buiten de grenzen van het onderzoeksobject valt. Voor uitgebreide informatie inzake computercultuur en cyberspace wordt verwezen naar het boekwerk "Digitaal fatsoen" door Hamelink (1999). Hiernaast biedt het werk van Kitchin (1998) eveneens een goede leidraad.

²⁷ Het derde hoofdstuk van dit deel handelt over subculturen en voorziet een beknopte beschrijving van de geschiedenis van de emulatiegemeenschap.

²⁸ Hier kan men immers makkelijk nagaan welke systemen worden geëmuleerd, welke emulators in ontwikkeling zijn, wat de laatste evoluties op gebied van emulatie zijn etc.

²⁹ Hiernaast bestaan er nog tal van andere werkstukken aangaande emulatie. Emulatie heeft in andere woordbetekenissen immers ook betrekking op kunststromingen (Franse salonschilderwerken), architectuur, literatuur etc.

technologische verwezenlijkingen van emulatie en zijn als dusdanig weinig waardevol binnen het kader van deze thesis.

Inzake de emulatie van videogames mag men dus gerust besluiten dat de beschikbaarheid van geschreven wetenschappelijke bronnen uiterst gering is³⁰. Binnen deze eindverhandeling worden dan ook voornamelijk academische internetbronnen geraadpleegd.

2. Bourdieu in de emu scene

Vallen de karakteristieken van de emu scene te vatten binnen de traditionele culturele paradigma's? Om deze vraag te beantwoorden dienen de cultuuropvattingen eerst zelf besproken te worden. In een eerste punt wordt dan ook de cultuurvisie van Bourdieu aangesneden. Wanneer de notie van cultuur in voldoende mate is ontleed, worden Bourdieu's concepten (in een tweede en laatste punt) toegepast op de emu scene.

2.1. Theoretisch kader

Het vraagstuk wat cultuur precies is, heeft tal van wetenschappers reeds honderden jaren intensief bezig gehouden. Een éénduidige definitie aangaande cultuur bestaat er dan ook niet (De Meyer, 1995, pp. 9-21; Hebdige, 1979, pp. 5-8; Hamelink, 2002). Binnen het oogmerk van deze thesis werd geopteerd hieromtrent gebruik te maken van de cultuuropvattingen van Bourdieu.

Bourdieu is een gewaardeerd Frans auteur die naast tal van theoretische socio-culturele werken eveneens behoorlijk wat onderzoek heeft verricht om zijn theorieën kracht bij te zetten³¹ (De Meyer, 1995, pp. 41-45). Onderstaande compilatie van zijn werk moet dan ook worden gezien als het resultaat van ettelijke jaren studie en

³⁰ De weinige wetenschappelijke werken die men kan terugvinden hebben bovendien allen te maken met technologische of computerdeskundige studies. Enig onderzoek naar de sociale aspecten van het emulatiegebeuren bestaat tot op heden niet.

³¹ Bourdieu voert aan: "Je pourrais, paraphrasant Kant, dire que la recherche sans théorie est aveugle et que la théorie sans recherche est vide" (Bourdieu & Wacquant, 1992, p. 137).

onderzoek en heeft geenszins de pretentie het oeuvre van Bourdieu in zijn totaliteit te dekken.

Bourdieu's optiek inzake cultuur wijkt enigszins af van de traditionele antropologische cultuuropvattingen³². Bourdieu duidt cultuur dan ook aan als:

the best that has been thought and said, regarded as the summits of achieved civilization (Sulkunen, in Lawley, 04.1994)³³.

Bourdieu's maatschappijbeeld is enigermate analoog met dat van Marx. Beide influentia behandelen de maatschappelijke klassenstrijd en de daarvan aan de basis liggende vormen van kapitaal. Bourdieu definieert kapitaal als:

Une énergie sociale qui n'existe et ne produit ses effets que dans le champ où elle se produit et reproduit, chacune des propriétés attachées à la classe reçoit sa valeur et son efficacité des lois spécifiques de chaque champ (Bourdieu, 1979, p. 127).

Bourdieu maakt onderscheid tussen verschillende vormen van kapitaal³⁴ (De Meyer, 1995, pp. 39-46; Moody, 2001; Lawley, 04.1994; Roe & De Meyer, 1999b, pp. 12-15; Bourdieu, Passeron, Nice, & Bottomore, 1990, pp 4-12). Binnen de sociale ruimte onderscheidt Bourdieu volgende hoofdmodaliteiten van kapitaal:

- Economisch kapitaal: de beschikbaarheid van geldelijke middelen, gelijkaardig aan Marx' visie van kapitaal.
- Cultureel kapitaal: de mate van culturele bagage die men voorhanden heeft. Cultureel kapitaal omvat drie verschijningsvormen (belichaamde staat, geobjectiveerde staat en geïnstitutionaliseerde staat). Onder het cultureel kapitaal vallen onder andere het informatiekapitaal (capital scolaire)³⁵, het

³² Waarin cultuur voornamelijk wordt gezien als het geheel van betekenisvolle praktijken die vorm geven aan iemands existentie.

³³ Sulkunen gaat zelfs nog verder en stelt dat cultuur datgene is wat als cultuur wordt beschouwd door de dominante klasse (Sulkunen, in Lawley, 04.1994).

³⁴ Bourdieu onderscheidt in tegenstelling tot Marx (die zich beperkt tot het economische kapitaal als enige maatschappijconstituerende factor) meerdere kapitaalsmodaliteiten (Palmer, 15.06.1998).

³⁵ Vooral in zijn latere werken benadrukt Bourdieu het belang van onderwijs in de reproductie van het gevestigde systeem. Capital scolaire wijst op de mate waarin men zich in het onderwijs distingeert (Bourdieu, 1979, p. 12). Bourdieu poneert in zijn reproductietheorie dat de reproductie van cultureel en sociaal kapitaal nauw samenhangt met het onderwijs. Het onderwijssysteem fungeert hierbij als een (onopgemerkte) geïnstitutionaliseerde agent van cultuuroverdracht (Roe e.a., 1999a, pp. 12-15; Bourdieu e.a., 1990, pp. 4-12, 47, 54, 199, 210).

linguïstisch kapitaal³⁶, het literair kapitaal, het wetenschappelijk kapitaal etc. (Bourdieu, 1979, p. 89).

- Sociaal kapitaal: sociale banden en relaties die men kan benutten ter verwezenlijking van zijn doeleinden³⁷. Hieronder ressorteert bijvoorbeeld “le capital d’honorabilité” (Bourdieu, 1979, p. 133).
- Hiernaast bestaat ook nog het symbolisch kapitaal. Het symbolisch kapitaal is de vorm die wordt aangenomen door de andere soorten kapitaal wanneer deze worden geïnterpreteerd als zijnde legitiem³⁸. Symbolisch kapitaal doelt met andere woorden op de macht, het vermogen om andere vormen van kapitaal in te zetten om werkelijk zaken te realiseren (Bourdieu, 1979, pp. 331-334; Lawley, 04.1994; Moody, 2001; Palmer, 15.06.1998).

Klassen trachten door de verwerving van kapitaal (economisch, cultureel, sociaal, informatie) en het gebruik hiervan door middel van het symbolisch kapitaal (door gebruik van symbolisch geweld), zichzelf te legitimeren³⁹ (Moody, 2001; Lawley, 04.1994). Vooraleer van start wordt gegaan met de bespreking van de sociale ruimte en de plaatsing van klassen hierin, dienen de concepten klasse, veld en habitus te worden verduidelijkt.

Het begrip klasse wordt door Bourdieu als volgt samengevat:

sets of agents who occupy similar positions and who, being placed in similar conditions and submitted to similar types of conditioning, have every chance of having dispositions and interests, and thus of producing similar practices and adopting similar stances (Palmer, 15.06.1998).

³⁶ Linguïstisch kapitaal wordt besproken in het werk “Reproduction in Education, Society and Culture” (Bourdieu e.a., 1990, pp. 73-85).

³⁷ Bourdieu stelt bovendien dat economisch kapitaal beperkt converteerbaar is in sociaal en cultureel kapitaal. Men kan aldus financiële middelen omzetten in culturele kennis of sociale relaties (Lawley, 04.1994; De Meyer, 1995, pp.41-44; Bourdieu, 1979, pp. 137-138), bijvoorbeeld een culturele uitstap naar Barcelona.

³⁸ Symbolisch kapitaal slaat bijvoorbeeld op het vermogen van de videogame-industrie om emulatiegerelateerde websites af te sluiten.

³⁹ Symbolisch kapitaal vindt men bijvoorbeeld ook terug in benoeringen; een befaamd acteur en een toneelspeler van een lokaal gezelschap zullen bijvoorbeeld vaak hetzelfde werk verrichten. Desondanks heeft de eerstgenoemde een hoger gehalte aan symbolisch kapitaal. Symbolische macht kan verschillen inzake intensiviteit en beslaat dan ook een ruim spectrum van middelen om de symbolische orde te constitueren (gaande van het uiten van beledigingen tot de legitieme mogelijkheid van het officieel benoemen van machtsbekleders) (Moody, 2001).

In Bourdieu's werk worden drie verschillende klassen opgemerkt⁴⁰ (De Meyer, 1995, pp. 41-46). Ten eerste heeft men de dominante klasse die voldoende kapitaal heeft om zich te verheffen boven de loutere bekommernissen van de functionaliteit en daarom streeft naar een toegenomen esthetisering⁴¹ (Bourdieu, 1979, pp. 45-52). Vervolgens bemerkt men de middenklasse die zich tracht te distantiëren van de lagere arbeidersklasse. De middenklasse vertoont een niet aflatende bewondering voor de dominante klasse en is diens gevolg gedoemd tot voortdurende imitatie van deze superieure klasse⁴². Tenslotte is er de arbeidersklasse die wordt gekenmerkt door een chronisch tekort aan kapitaal. De arbeidersklasse beschikt hierdoor dan ook over een levensstijl die beperkt blijft tot het louter functionele niveau⁴³. Tot welke klasse men behoort, wordt in sterke mate bepaald door de sociale oorsprong (capital hérité) en het schoolkapitaal (Bourdieu, 1979, pp. 12, 83).

Deze verschillende klassen vindt men terug in de verschillende velden die de sociale ruimte opdelen. Bourdieu definieert een veld als volgt:

Le champ des classes sociales, sont le lieu et dans lesquelles les agents engagent des forces et obtiennent des profits proportionnés à la maîtrise qu'ils ont de ce capital objectivé, donc à la mesure de leur capital incorporé (Bourdieu, 1979, p. 252).

Een veld is aldus de ruimte waarin sociale relaties zich afspelen ten behoeve van het nastreven van zoveel mogelijk kapitaal. Binnen het sociale samenleven kan men volgens Bourdieu tal van velden onderscheiden (ontspanning, familie, consumptie, journalistiek etc.) (Lawley, 04.1994). De strijd om het legitimiteitsmonopolie (en de daaruit resulterende dominantie) vindt plaats in ieder van deze velden (Bourdieu, Dick & Rokus, 1989, pp. 62-66; Bourdieu, 1979, pp. 10-11, 271-287).

Naast velden spreekt Bourdieu ook van de habitus. Ieder individu beschikt over een habitus die Bourdieu als volgt omschrijft:

⁴⁰ Ieder van deze klassen wordt gekenmerkt door een eigen smaak en levensstijl. De dominante klasse beschikt over "le goût légitime", de middenklasse over "le goût moyen" en de lagere klasse over "le goût populaire" (Bourdieu, 1979, pp. 14-16).

⁴¹ Er bestaan in de dominante klasse drie verschillende facties: de intellectuele (professors etc.), de economische (grootkapitalisten etc.) en de intermediaire (dokters, ingenieurs etc.) factie.

⁴² Ook de middenklasse telt drie afzonderlijke facties: de dalende kleinburgerij (ambachtslieden etc.), de kleinburgerij (middenkader, bedienden) en de nieuwe kleinburgerij (PR, reclame, en andere "zachte" sectoren) (Bourdieu, 1979, pp. 62-63).

⁴³ Bourdieu stelt: "le pouvoir économique est d'abord un pouvoir de mettre la nécessité économique à distance" (Bourdieu, 1979, p. 58).

system of acquired dispositions functioning on the practical level as categories of perception and assessment or as classificatory principles as well as being the organizing principles of action (Bourdieu e.a., 1989, p. 64).

De habitus van een individu is aldus de unieke set van verwachtingen en inzichten (dispositions) in het functioneren van de samenleving die op een objectieve wijze het handelen van die persoon constitueert. De habitus wordt subjectief gevormd door het collectief van individuele ervaringen (uit opvoeding, socialisatie etc.) maar geeft objectief vorm aan het handelen⁴⁴ (Lawley, 04.1994). De habitus bepaalt het handelen en creëert also een levensstijl (Bourdieu, 1979, p. 230). Het labels of namen geven is eveneens een belangrijk aspect van de habitus. Hierdoor kan men immers de positie van zichzelf en anderen binnen de sociale ruimte vatten (Lawley, 04.1994; De Meyer, 1995, p. 40; Bourdieu e.a., 1989, pp.62-66). De habitus is als het ware de internalisatie van de externaliteit (het waarnemen van de objectieve, externe werkelijkheid) en de externalisatie van het interne (de uitdrukking van de subjectieve, interne disposities)⁴⁵ (Bourdieu e.a., 1990, p. 205).

Iemands positie in de sociale ruimte is afhankelijk van de beschikbare hoeveelheden kapitaal, hoe dit kapitaal is samengesteld en tot slot de opwaartse en neerwaartse mobiliteit van de voorgaande factoren⁴⁶ (De Meyer, 1995, p.41). Afhankelijk van de levensstijl die iemand erop nahoudt, kan men een persoon exact lokaliseren binnen de sociale ruimte en de verschillende velden. Levensstijlen zijn praktische, sociale representatietechnieken die weergeven tot welke klasse men behoort, over welke disposities men beschikt (Lawley, 04.1994; Moody, 2001). Bourdieu stelt zelfs dat men menselijk handelen steeds kan begrijpen als zijnde een middel om zich te onderscheiden⁴⁷ (Bourdieu, 1979, p. 204).

De sociale ruimte tot slot kan volgens Bourdieu worden gezien als een geheel van assenstelsels waarbij de assen de verschillende velden en hun corresponderende

⁴⁴ Met deze gedachtegang slaat Bourdieu dan ook de brug tussen het objectieve en het subjectieve (Moody, 2001).

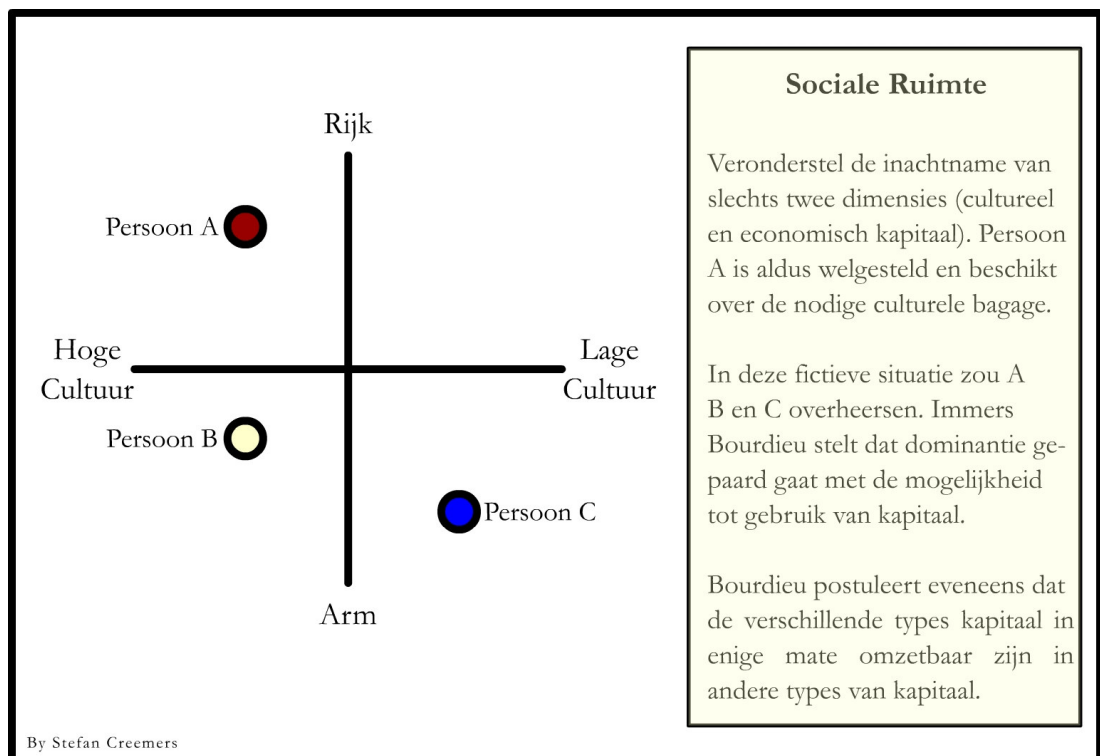
⁴⁵ Deze gedachte vindt men ook terug in andere mediatheoretische modellen; zoals dat van Berger en Luckman (die slechts onderscheid maken tussen de objectieve en subjectieve sociale realiteit), Adoni en Mane (die stellen dat er naast de objectieve en subjectieve realiteit ook interactie is met een symbolische realiteit) (Van den Bulck, 2000, p. 50).

⁴⁶ Sociale mobiliteit wijst op de verandering in sociale positie die men na verloop van tijd doormaakt. De sociale mobiliteit is groot indien er een sterk verschil is tussen de huidige sociale positie en de geanticipeerde sociale positie (Roe, 1994, pp. 187-189).

⁴⁷ Meer specifiek stelt Bourdieu dat alle menselijke handelingen (of ze nu de intentie hebben gezien te worden of niet) een onderscheidend vermogen hebben. Het dragen van bepaalde kleding, de manier van praten etc. hebben allen hun invloed op de perceptie van anderen en de perceptie van zichzelf. Stijl moet altijd in rekening worden gebracht (Bourdieu e.a., 1990, p. 73).

kapitaalsmodaliteiten weergeven. Ieder individu beschikt over een eigen set van verwachtingen en disposities (een habitus) die hem differentieert (distinction) van andere personen en die zijn exacte lokalisatie binnen de multidimensionale sociale ruimte, op de verschillende assen bepaalt⁴⁸ (Moody, 2001; Lawley, 04.1994; Palmer, 15.06.1998). Een volgende voorstelling van de sociale ruimte kan deze theorie nader toelichten:

Figuur 4. Bourdieu's sociale ruimte



Uit zijn these van de sociale ruimte extraheert Bourdieu dat iemands perceptie van de werkelijkheid ondergeschikt is aan de positie binnen de sociale ruimte van die desbetreffende persoon⁴⁹.

⁴⁸ Ieder individu neemt binnen de sociale ruimte op de verschillende assen (consumptie, familie etc.) een bepaalde positie in. Deze positie is afhankelijk van de levensstijl, de habitus die men zich als individu aanmeet (taal, kledij etc.). Deze habitus, levensstijl wordt dan weer op zijn beurt aangegeven door de mate waarin men over kapitaal beschikt. De positie die men inneemt binnen de sociale ruimte bepaalt eveneens tot welke klasse men behoort.

⁴⁹ Bourdieu maakt onderscheid tussen het objectieve (de positie van een individu in de sociale ruimte bepaalt diens kijk op de sociale realiteit) en het subjectieve (de stijl die men hanteert is gebonden aan de plaats die men inneemt binnen de sociale ruimte). Subculturen die steeds beschikken over hun specifieke kenmerken danken hun eigen kijk op de wereld en hun eigen stijl aan hun lokalisering binnen de sociale ruimte (Moody, 2001; Lawley, 04.1994).

Afhankelijk van het beschikbare symbolische kapitaal is men in staat macht⁵⁰ uit te oefenen (Bourdieu, 1979, pp. 559-561). Bourdieu redeneert echter dat individuen die veel symbolisch kapitaal in de strijd kunnen werpen, het minst geneigd zullen zijn dit te doen (Moody, 2001). Hij stelt:

It is the most visible agents, from the point of view of the prevailing categories of perception, who are the best placed to change the vision by changing the categories of perceptions. But they are also, with a few exceptions, the least inclined to do so.

Degenen aan de macht zullen logischerwijze er alles aan doen om de situatie waarin zij aan de macht zijn te behouden en zelfs te versterken. Dit betekent geenszins dat de sociale ruimte een statisch gegeven is⁵¹. Voor Bourdieu betekent symbolisch kapitaal macht, groepen (individen met een zelfde plaatsing binnen de sociale ruimte) streven dan ook steeds zoveel mogelijk macht, symbolisch kapitaal na. Bovendien poneert Bourdieu dat groepen kunnen samenwerken met andere groepen om de bestaande machtsverhouding te wijzigen (Moody, 2001).

2.2. Emu scene als cultuur

2.2.1. Kapitaal

In deze en de volgende paragrafen worden Bourdieu's cultuuropvattingen geprojecteerd op de emu scene. Allereerst worden de verschillende kapitaalsmodaliteiten die Bourdieu onderscheidt besproken.

Van start wordt gegaan met de behandeling van economisch kapitaal. Dit kapitaal verschilt qua connotatie niet van Bourdieu's inzichten. Economisch kapitaal speelt binnen de emu scene slechts een zeer beperkte rol. De sociale hiërarchie binnen de emu scene zal vooral worden bepaald door de hoeveelheid cultureel kapitaal waarover men beschikt. Economisch kapitaal kan evenwel niet volledig buiten

⁵⁰ Macht in de Weberiaanse zin van het woord: "Macht Bedeutet jede Chance, innerhalb einer sozialen Beziehung den eigenen Willen auch gegen Widerstreben durchzusetzen, gleichviel worauf diese Chance beruht" (Weber, in Dewachter, 1999, p. 120).

⁵¹ Het sociale weefsel verandert voortdurend. Hoewel mensen eerder de tendentie hebben zich neer te leggen bij de situatie voorhanden betekent dit niet dat sociale verandering uitgesloten is, aldus Bourdieu.

beschouwing worden gelaten, gezien deze zelfde kapitaalsmodaliteit ook een drijfveer kan zijn voor de aanwezigheid in de emu scene⁵².

Cultureel kapitaal wordt binnen de emu scene voornamelijk verworven door middel van zijn curriculum. Afhankelijk van wat men reeds heeft gepresteerd binnen de emulatiegemeenschap (en naargelang de expertise die men aan de dag legt) verkrijgt men in diezelfde gemeenschap status en macht⁵³. Auteurs van emulators staan aldus hoger aangeschreven dan newbies of rombeggars⁵⁴. Hieruit volgt dan ook dat de emu scene veel overeenkomsten vertoont met meer traditionele culturen waarin status eveneens wordt gevormd door de accumulatie van cultureel kapitaal⁵⁵.

Sociaal kapitaal wordt weergegeven door de relaties die men heeft binnen de emu scene. Als buitenstaander of als newbie heeft men bijvoorbeeld veel minder sociaal kapitaal en zal men niet zo makkelijk iets kunnen verwezenlijken. Sociaal kapitaal kan ook te maken hebben met connecties binnen de minder legale computerculturen (warez scene, hackers cultuur etc.) hetgeen binnen de emu scene zelf niet op prijs wordt gesteld⁵⁶.

Symbolisch kapitaal: indien men over voldoende sociaal en cultureel kapitaal beschikt, is het voor leden van de emu scene mogelijk zich bepaalde handelingen te permitteren. Zo verkrijgen de auteurs van emulators, romdumpers⁵⁷ en andere vooraanstaande leden van de scene toegang tot zeer snelle distro's en private kanalen waar men het laatste materiaal van de emu scene en andere scenes kan betrekken⁵⁸.

⁵² Men constateert bijvoorbeeld de aanwezigheid van Bleem! een commerciële Playstation emulator. Naast Bleem! bestaan er tal van andere commerciële emulators (of emulators die worden geprogrammeerd met het oog op een marktlancering).

⁵³ Uit talloze interviews met auteurs van emulators, romdumpers, webmasters (allen terug te vinden op emulatiegerelateerde websites zoals: <http://www.geoshock.com/interviews/> en <http://www.eidolons-inn.de/features/ii/all.html>) kan men de bevoorrechte status van deze betrokkenen afleiden.

⁵⁴ Newbies zijn de nieuwkomers tot de scene. Rombeggars zijn individuen die slechts weinig belangstelling vertonen voor de scene zelf en die zich louter interesseren om zoveel mogelijk ROMs in handen te krijgen.

⁵⁵ In zulke culturen worden de interactiepatronen bewaakt door traditie en worden titels (en dus macht) overgedragen tussen de senioren van de gemeenschap. Het feit dat cultureel kapitaal wordt opgesteld aan de hand van de gehanteerde expertise, heeft het gevolg dat nieuwelingen omwille van hun onkunde nogal eens worden gehoond. Onwetendheid wordt dan ook streng bekritiseerd.

⁵⁶ De doelstellingen van emu scene en warez scene zijn betrekkelijk verschillend. De warez scene tracht om zo snel en om zo veel mogelijk de meest recente "releases" (videogames, films etc.) te verspreiden (Creemers, 2001). De doelstellingen van de emu scene daarentegen liggen veeleer bij het preserveren van videogames en het spelen van oudere games omwille van nostalgie.

⁵⁷ Degenen die de gegevens van het originele medium (cartridge, cd etc.) omzetten naar een digitaal beeldbestand dat kan worden verspreid via het Internet (Pettus, 16.03.2000).

⁵⁸ Distro's zijn ultrasnelle servers (met een minimum snelheid van enkele honderden megabits per seconde) waarvan de elite (zie infra) van de verschillende scenes gebruik maakt voor de verspreiding (distributie) van de door hun "gekraakte" (illegale) software (ROMs, MP3, pc-games, DivX etc.) (Creemers, 2001; Defacto 2, 2003).

Ook zal het voor de beheerders van gerespecteerde nieuwssites mogelijk zijn premature versies van emulators (de zogenaamde bètaversies) te testen, weken vooraleer de emulator publiekelijk zal worden uitgegeven.

2.2.2. Klasse

De emu scene kent veel verschillende klassen die worden gedetermineerd aan de hand van hun tentoongespreide expertise en hun verwantschap aan de verschillende velden van de emu scene⁵⁹. Autoriteit en legitimiteit binnen deze verschillende klassen en velden worden gewaarborgd door de reeds geleverde wapenfeiten. Bovendien hangt de hoeveelheid autoriteit ook nauw samen met de affiniteit die men heeft met een bepaald systeem. Verschillende systemen staan immers anders gerangschikt op de ladder van de statushiërarchie. Sterk gepositioneerde systemen (gevestigde systemen zoals bijvoorbeeld Megadrive, SNES etc.) kennen een groter potentieel tot verschaffing van legitimiteit dan systemen die worden beschouwd als zijnde inferieur (niet waardig tot emulatie⁶⁰). Binnen ieder van deze systemen kan men wederom klasedistincties waarnemen (vaak gebaseerd op cultureel kapitaal)⁶¹. Binnen de emu scene onderscheiden we naar analogie met Bourdieu drie klassen:

- De elite: tot de elite worden gerekend de auteurs van uitstekende emulators, romdumpers, webmasters en enig ander individu die een buitengewone bijdrage heeft geleverd aan de emu scene⁶². Naar de elite wordt ook wel verwezen als Emu-Celebs⁶³.

⁵⁹ Men kan bijvoorbeeld louter betrokken zijn bij de emulatie van Sega computersystemen (www.eidolons-inn.de stelt enkel informatie aangaande Sega systemen ter beschikking) of men kan bijvoorbeeld zich specialiseren in de verspreiding en het bekomen van ROMs.

⁶⁰ Dit kan bijvoorbeeld voorkomen omwille van juridische factoren; de emulatie van een systeem dat nog steeds commercieel wordt verkocht zal minder respect verwerven dan de emulatie van populaire systemen die hun waarde reeds lang hebben bewezen (en die niet meer worden gecommercialiseerd) (Pettus, 16.03.2000).

⁶¹ De waarde van een emulator zoals ZSNES die reeds jaren een vaste waarde is binnen de emulatie van de SNES is bijvoorbeeld zeer hoog. Gloednieuwe emulators moeten een eerste vuurproef nog doorstaan.

⁶² Voorbeelden hiervan zijn Sam Pettus (die omwille van zijn diepgaande analyses van de ontwikkelingen in de emu scene een eigen plaats heeft verdiend) en David Lloyd. Laatstgenoemde maakte veel furore met zijn stripverhalen toegewijd aan de emu scene. De 145 episodes van de avonturen van Professor Pretzel and Green zijn terug te vinden op zijn website <http://www.overclocked.org/>.

⁶³ De site <http://www.emu-celebs.consollecollection.com/> is opgericht ter ere van de verschillende individuen en groepen (de elite) die de emu scene vorm en inhoud hebben geschonken.

- De users: hiertoe behoren de hobbyisten en de gewone gebruikers die reeds voldoende kennis ter zake hebben maar wiens prestaties binnen de scene op een relatief laag niveau liggen.
- De lamers: newbies, lurkers, leechers en rombeggars worden beschouwd als lamers⁶⁴, in die zin dat ze geen constructieve bijdrage leveren aan de scene.

De emu scene als zijnde een computergerelateerde cultuur heeft natuurlijk parallellen met andere computerculturen zoals bijvoorbeeld de retrogame community, de warez scene, de hacker scene, de demo scene etc.⁶⁵.

2.2.3. Habitus

Het concept habitus is zeer moeilijk te operationaliseren binnen de context van de emu scene; dit omdat het merendeel van de communicatie binnen de scene zuivere CMC⁶⁶ (Computer Mediated Communication) bedraagt. Van objectief waarneembare externaliteiten is (behalve wat zich op het computerscherm afspeelt) dan ook geen sprake. De emu scene is een louter tekstgedreven cultuur⁶⁷. De habitus van de emu scene zal dus in veel mindere mate betrekking hebben op klederdracht, muziek en andere traditionele stijlkenmerken. Daarentegen wordt het gros van de levensstijl overgedragen door middel van tekstuele computerinhouden. Het geschreven woord speelt dus een grote rol bij de externalisatie van de internaliteiten en de internalisatie van externaliteiten. Hierbij is het belangrijk op te merken dat computerculturen over een geheel eigen lexicon beschikken. Dit is ook het geval bij de emu scene⁶⁸ (denken

⁶⁴ Voor de respectievelijke betekenis van de termen lamer, leecher en lurker wordt verwezen naar het "Hackers Dictionary" terug te vinden op volgend adres: http://www.jargon.8hz.com/jargon_toc.html.

⁶⁵ Waarover net zoals de emu scene alsnog geen (of zeer weinig) wetenschappelijke literatuur neergeschreven is.

⁶⁶ Omtrent de discussie of CMC al dan niet in staat is betekenisinhouden in gelijke mate over te brengen dan interpersoonlijke communicatie (face-to-face) is thans nog steeds geen consensus bereikt. Verschillende theoretici stellen dat CMC minder mogelijkheden biedt aangaande het opbouwen van sociale relaties (De Grooff, 2002) terwijl andere academici van mening zijn dat (in bepaalde omstandigheden) het potentieel van CMC dat van interpersoonlijke communicatie zelfs overstijgt (Jones, 1995, p. 32; De Grooff, 2002).

⁶⁷ Mits uitzondering van enig audiovisueel materiaal zoals bijvoorbeeld de stripverhalen van David Lloyd of de websites <http://pcenginefx.com/main/> (pcenginefx TV) en <http://www.litespeedcomputers.com/sx/> (SegaXtreme) die voorzien in videobestanden. Hiernaast bestaan er tal van websites die zich bezighouden met de verspreiding, het compileren en mixen van muziek van oudere videogames (bijvoorbeeld <http://remix.overclocked.org>).

⁶⁸ Er wordt weliswaar ook gebruik gemaakt van de terminologie die de emu scene deelt met andere computerculturen (het gaat hier om termen als CPU, HD, MOBO etc.).

we hierbij aan woorden zoals ROMz, emus, rombeggars, dump, hoax, dumpers etc.). Uitgebreide toelichtingen met betrekking tot dit jargon zijn makkelijk terug te vinden op de meeste emulatiegerelateerde websites⁶⁹.

Enerzijds wijzen deze linguïstische conventies op de complexiteit en de verschillen tussen de bestaande systemen. Anderzijds benadrukt het frequent voorkomen van termen om ongepast gedrag aan te geven (flamer, lamer, rombeggar, lurker etc.) het feit dat de emu scene beschikt over een strikte gedragsnormering, alsook impliceert dit de gewichtigheid van de habitus in de emu scene. Immers Bourdieu stelt dat de habitus een individueel verwezenlijkte maar collectief effectieve methode is voor regulatie van gedrag binnen het veld.

2.2.4. Veld

De velden waarbinnen zich de strijd om het kapitaal (en de daaruit volgende dominantie) afspeelt zijn volgens Bourdieu allen autopoëtische, sociale systemen. Onder de begrenzings van deze omschrijving kunnen we in de emu scene volgende belangrijke velden gewaarworden:

- De journalistieke rol wordt opgenomen door de eigen nieuwsbedeling van de emu scene, namelijk de nieuwswebsites. De agenten die binnen dit veld opereren zijn de webmasters, de nieuwsposters, de nieuwsvergaarders (deze vervullen de rol van gatekeeper) en de lezers. Generale nieuwsvoorzieningen en nieuws aangaande gewaardeerde systemen worden hoger aangeschreven dan nieuwsbedeling inzake materies die (officieel) niet door de emulatiegemeenschap worden ondersteund (warez etc.). De nieuwsbedeling vormt een cruciaal onderdeel van de emu scene voor de reproductie van kapitaal. De nieuwssites, de fora en de verschillende chatkanalen zijn het bindingsmiddel dat de hele emu scene samenhoudt⁷⁰.

⁶⁹ Zoals wordt aangetoond door de vele verschillende FAQs (Frequent Asked Questions) op de verschillende websites (bijvoorbeeld de "newbie guide" van <http://www.classicgaming.com>). Alsook via andere protocollen (FTP, IRC, NTTP etc.) zijn handleidingen verkrijgbaar (het M.I.T. verschaft (op volgend adres: <ftp://rtfm.mit.edu/pub/usenet/news.answers/emulators-faq/>) toegang tot de emulation FAQ van de nieuwsgroep comp.emulators.misc).

⁷⁰ Communicatie tussen leden van de emu scene gebeurt immers altijd door middel van CMC. Zonder een ruimte waarin deze CMC kan plaatsvinden, kan er geen emu scene bestaan.

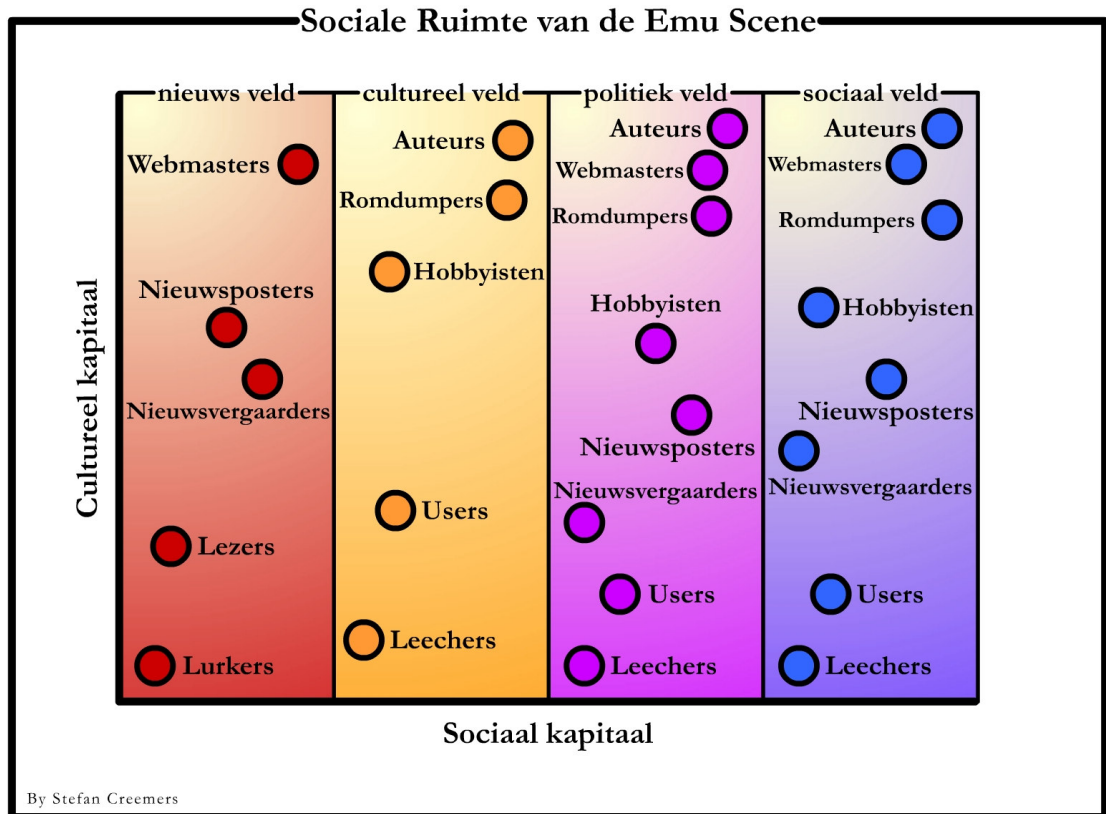
- Het culturele veld verzorgt de aanmaak en verspreiding van emulators en ROMs. De spelers van dit veld zijn dan ook de auteurs van de emulators, de romdumpers, de hobbyisten en de gebruikers.
- Het politieke veld is uitermate verdeeld, in die zin dat er geen centraal bestuursorgaan bestaat binnen de emu scene⁷¹. Binnen de emulatiegemeenschap geldt dat politieke macht wordt bepaald door de hoeveelheid cultureel en sociaal kapitaal. Actoren kunnen gaan van auteurs tot newbies.
- Het sociale veld geeft iemands betrokkenheid tot de scene weer. Een auteur van een emulator zal bijvoorbeeld vaak banden hebben met webmasters van bepaalde nieuwssites, andere auteurs, romdumpers etc. Afhankelijk van zijn banden met al dan niet gerespecteerde systemen, zal men binnen het sociale veld invloed kunnen uitoefenen (de auteur van de emulator ZSNES verdient bijvoorbeeld veel meer respect dan een gewone bezoeker van een emulatieforum).
- Symbolisch kapitaal manifesteert zich in de emu scene op allerlei wijzen. Symbolisch kapitaal slaat op het vermogen zichzelf te kwalificeren tot de legitieme aanwending van symbolisch geweld (symbolisch kapitaal kan bijvoorbeeld betrekking hebben op de macht om iemand de toegang tot een forum te ontfemen, op de potentie om andere leden publiekelijk te vernederen (flamen) etc.).

⁷¹ De emu scene is in tegenstelling tot andere scenes minder hiërarchisch gestructureerd. De warez scene beschikt bijvoorbeeld over zeer strikte afspraken; zo hebben de drie belangrijkste groeperingen (Myth, Class, Divine) zich in 2000 verenigd tot “The Faction” en een hele set afspraken opgesteld waaraan iedere groepering binnen de warez scene moet voldoen (Creemers, 2001; Defacto 2, 2003).

2.2.5. Sociale ruimte

Concluderend ziet de sociale ruimte binnen de emu scene er als volgt uit:

Figuur 5. Sociale ruimte gedefinieerd in termen van de emu scene



Bovenstaande figuur geeft de verschillende velden binnen de sociale ruimte van de emu scene weer. Binnen deze velden worden de posities van de agenten in de emu scene weergegeven⁷². Vermits deze de meest vitale kapitaalsmodaliteiten zijn, werden enkel cultureel en sociaal kapitaal in acht genomen. Bovendien moet opgemerkt worden dat posities in de rechterbovenhoek van het veld overeenkomen met een lidmaatschap tot de elite van de emu scene, terwijl posities linksonder in het veld dan weer wijzen op het behoren tot de lagere klassen.

⁷² Hierbij dient men natuurlijk rekening te houden met het feit dat de figuur een extrapolatie is van de werkelijke situatie en dat het bijvoorbeeld goed mogelijk is dat een webmaster van een emulatiegerelateerde website slechts zeer weinig sociale relaties (en dus sociaal kapitaal) heeft.

3. De emu scene als subcultuur

Het derde hoofdstuk binnen dit deel heeft betrekking op subculturen. Vooreerst wordt de theorie omtrent subcultuur uit de doeken gedaan. Hiervoor worden de werken van influentialia ter zake gebruikt (Hebdige, Cohen, Roe etc.). Tenslotte worden deze bevindingen in een volgende passage toegepast op de emu scene.

3.1. Theoretisch kader

Welbeschouwd zijn subculturen louter kleinere delen van een groter cultureel geheel. De oorsprong van de studie naar subcultuur ligt in de criminologie, waar subculturen werden onderzocht als zijnde groepen van personen met waarden tegengesteld aan deze van de dominante cultuur⁷³ (louter delinquente subculturen). Het domein werd niet lang erna uitgebreid tot de sociale wetenschappen die subculturen niet enkel meer onderzochten op criminologische variabelen. Dit heeft geleid tot de studie van jeugdcultuur⁷⁴. Studies omtrent jeugdcultuur schoten de daaropvolgende jaren als paddestoelen uit de grond⁷⁵ (Roe, 2002).

Één van de meer toonaangevende auteurs ter zake is Dick Hebdige⁷⁶. Hebdige stelt dat in complexe samenlevingen zoals de onze, er steeds sprake is van dominerende ideologieën (die ten dienste staan van de overeenkomstige klassen) die prevaleren over de minder dominante klassen (Hebdige, 1979, pp. 14-15). Hebdige (1979) spreekt van de hegemonie van deze dominante groeperingen over ondergeschikte groeperingen binnen de maatschappij. Deze hegemonie vindt plaats op zulk een wijze dat de ondergeschikte groeperingen hun onderdrukte situatie als natuurlijk beschouwen. De heerschappij ligt evenwel niet zomaar voor het grijpen, er zal dan ook voor moeten worden gestreden.

⁷³ Cohen verwijst hiernaar als de controlecultuur.

⁷⁴ Voor 1950 was er zo goed als geen onderzoek verricht naar jeugd als subcultuur.

⁷⁵ Hierbij wordt gedacht aan de auteurs Cohen, Bennet, Muncie, Willis, Howitt, Cumberlach, Thompson, Hebdige, Barker, Springhall etc. die werken schreven over de subculturen van Teddy Boys, Mods, Rockers, Skinheads etc. Een uitgebreid verslag van deze verschillende auteurs en de respectievelijke beschrijvingen van subculturen die ze hebben bestudeerd, is niet zinvol gezien de reeds extensief bestaande literatuur ter zake en de beperkte ruimte binnen dit eindwerk.

⁷⁶ Hebdige schreef het werk "Subculture: the meaning of style" (1979, gereviseerd in 1988) dat handelde over jeugdsbultuur in het Verenigd Koninkrijk. Alhoewel hij niet de eerste was die een academische interesse vertoonde voor subculturen (Hebdige, 1979, p. 75), wordt zijn bijdrage toch als uitermate gewichtig beschouwd (During, 1999).

Deze schijnbaar harmonische situatie (waarin de ondergeschikte klassen hun inferieure positie als natuurlijk beschouwen) wordt doorbroken door subculturen. Subculturen provoceren de hegemonie door middel van stijl. Door middel van het illegitiem gebruik van objecten, bekomen deze objecten (tekens) een geheime betekenis die dienst doet als verzet tegen de gevestigde hegemonie⁷⁷ (Hebdige, 1979, p. 18; Eckert & Rickford, 2001, pp. 22-25). Subculturen construeren aldus, aan de hand van “bricolage” van elementen uit de dominante moedercultuur, een geheel eigen stijl (a revolting style) waarbij ze zich trachten te distantiëren van de dominante cultuur⁷⁸ (Hebdige, 1979, pp. 102-103; Damhorst, 26.02.2002).

Hebdige drukt het mooi uit wanneer hij stelt dat subculturen “noise” produceren dat interfereert met het harmonieuze muziekspel van de dominante cultuur (Hebdige, 1979, p. 90). De subcultuur zal door zijn deviant gedrag trachten het sociaal systeem te ontwrichten. Hij stelt in deze context dat men zulke deviaties niet mag onderschatten:

Violations of the authorized codes through which the social world is organized and experienced have considerable power to provoke and disturb (Hebdige, 1979, p. 91).

De dominante cultuur heeft twee onderscheiden opties om het probleem van subculturen aan te pakken. Aan de ene kant kan ze trachten de subculturele tekens op te nemen in de massacultuur⁷⁹. Aan de andere kant kan ze zelf haar disposities omtrent de definitie van deviant gedrag aanpassen⁸⁰ (Hebdige, 1979, pp. 92-94).

⁷⁷ Subculturen zullen deze objecten uit hun respectievelijke context rukken en er een nieuwe betekenis aan geven. Aan de hand van deze nieuw verworven symbolen zal de subcultuur zijn eigen stijl ontwikkelen (Hebdige, 1979, p.18; Bennet, Muncie & Middleton, 1982, p. 42). Hierbij wordt bijvoorbeeld gedacht aan het gebruik van de swastika door skinheads. Inzake subculturen bemerkt Cohen de paradox dat enerzijds subculturen zich willen afzetten van de moedercultuur en anderzijds dat subculturen zich nog steeds moeten kunnen identificeren met diezelfde moedercultuur (Cohen, in Hebdige, 1979, p. 77).

⁷⁸ Dit is evenzo van toepassing voor computersubculturen (en dus de emu scene). Immers “subculturen engageren zich in de inherente politieke strijd die de technologie tracht te recupereren van de wetenschappers en de CEO’s, de beleids- en de opiniemakers die steeds de laatste zeg kregen over de toepassing, beschikbaarheid en evolutie van apparaten die onze levens steeds meer zijn gaan bepalen” (Dery, in Hulsman, 1999, p. 21).

⁷⁹ De dominante cultuur, in de vorm van de videogame-industrie, kan bijvoorbeeld zelf emulators uitbrengen. In geval van de verspreiding van illegale ROMs geldt evenwel hetzelfde probleem als de onmogelijkheid tot het opnemen van andere illegale tekens binnen de dominante cultuur drugs, vandalisme etc.). Als voorbeeld wordt hier de onwezenlijkheid tot het overnemen van het drugsgebruik van de Rasta’s aangehaald.

⁸⁰ De videogame-industrie zou bijvoorbeeld kunnen beslissen de emulatie van niet meer gecommercialiseerde systemen toe te laten en zelfs te ondersteunen.

Roe bouwt verder op de inzichten van Hebdige inzake subcultuur en postuleert dat een subcultuur beschikt over volgende kenmerken (Roe, 2002):

- Sociale structuur: subculturen kan men terugvinden in die sociale klassen waarbinnen men dezelfde, gedeelde ervaringen heeft in termen van achtergrond, klasse, opleiding en buurt.
- Tijd: subculturen vindt men voornamelijk bij personen die zich aan het einde van hun studies aan de secundaire school bevinden en wiens onderwijsloopbaan zinloos lijkt in termen van werkvooruitzichten. Deze periode houdt vaak aan tot het huwelijk of samenwonen (gemiddeld rond 25 jaar).
- Stijl: inzake stijl wordt een onderscheid gemaakt tussen drie belangrijke elementen. Men bemerkt imago (het voorkomen, kledij, kapsel, mediagebruik etc.), lichaamstaal (postuur, loopwijze etc.) en jargon (slang of eigen woordgebruik).

Roe definieert subcultuur dan ook als volgt:

Subculturen bestaan dus buiten de heersende, dominante kern van normen en waarden en situeren zich in de periferie van de samenleving, waarbij ze een soort van tegenreactie zijn voor bepaalde elementen die vernield zijn in hun oudercultuur. Veelal omvatten subculturen jongeren. (etc.) in een periode net voor het einde van de schoolcarrière, wanneer het onderwijs zinloos lijkt in termen van werkvooruitzichten en duurt tot het huwelijk” (Roe, 2002)

Subculturen trachten een oplossing te bieden aan bepaalde structurele problemen die collectief worden ervaren. Ze voorzien hiervoor dan ook in een eigen cultuur met een eigen levensstijl, ideologie, waarden, normen etc. Subculturen handelen dan ook allen om identiteit. Men wil zijn eigen identiteit creëren (door middel van bricolage), los van deze van de samenleving met dewelke men zich niet kan verzoenen. Op deze wijze wordt een alternatieve sociale realiteit ervaren⁸¹.

Bovendien is volgens Roe (2002) identiteit (hetgeen de subcultuur tracht te ontwerpen) niet loskoppelbaar van het mediagebruik. Een belangrijke bron van identificatie met een moderne subcultuur wordt dan ook verschaft door de media⁸².

⁸¹ Deze stelling in navolging van Bourdieu. Bourdieu poneert dat men de realiteit percipieert afhankelijk van de positie die men in de samenleving inneemt.

⁸² Deze visie wordt eveneens bevestigd door Stuart Hall (de leermeester van Hebdige). Bovendien stelt Roe dat voornamelijk muzieksmaak een sterke indicator is voor het al dan niet behoren tot een subcultuur (Roe e.a., 1999a, p. 11).

3.2. De emu scene als subcultuur

De emu scene, in de hoedanigheid van een computercultuur, kan worden opgevat als een subcultuur. In verdere paragrafen worden de aspecten kenmerkend aan de emu scene toegepast op de theorie betreffende subculturen.

3.2.1. Opkomst van de emu scene

De opkomst van emulatie situeert zich in de jaren '80 wanneer er een multiplicatie in de hoeveelheid beschikbare computersystemen plaatsvindt⁸³. Binnen deze pluraliteit van computermachines duiken de eerste echte emulators op⁸⁴. In 1991 wordt een emulator voor de NES spelcomputer ontwikkeld door Yuji Naka (die eveneens instond voor de ontwikkeling van het spel "Sonic the Hedgehog") (Pettus, 16.03.2000). In 1992 uiteindelijk komt er een tweede emulator op de markt, de GameBoy 68000. Deze emulator maakte duidelijk dat emulatie van videogamesystemen wel degelijk mogelijk was en bood dan ook een inspiratiebron aan veel van de grondleggers van de emu scene⁸⁵ (Pettus, 16.03.2000). In 1994 wordt voor het eerst een functionerende emulator (MegaDrive, een emulator voor de Megadrive spelconsole) onder een ruim publiek gebracht. De capaciteiten van deze emulator zijn uitermate beperkt gezien het programma enkel in staat is het spel "Sonic the Hedgehog" af te spelen (Pettus, 16.03.2000). Iets later wordt VSMC gelanceerd, de allereerste SNES (Super Nintendo Entertainment System) emulator (Pettus, 16.03.2000).

In 1995 worden de eerste websites opgericht, louter gericht op emulatie⁸⁶. Deze tendens zet zich door in 1996, wanneer websites letterlijk als paddestoelen uit de

⁸³ Apple II (1977), Atari 2600 (1977), IBM PC (1981), Commodore 64 (1982), Compaq (1982), Lisa (1983), DEC Rainbow PC (1983), Famicom (1983), Atari 5200 (1983), Apple Macintosh (1984), Commodore Amiga (1984), NES (1984), Commodore 128 (1985), Atari ST (1985) etc. (Pettus, 24.10.1999; Dubois, 2002; De Meyer, z.d.).

⁸⁴ Hiervoor werden reeds firmware en system emulators ontwikkeld (zie infra), doch een echte softwarematige emulator voor een videogamesysteem kwam er pas in 1991.

⁸⁵ Onder andere Marat Fayzullin werd in deze zin beïnvloed. Fayzullin is thans verantwoordelijk voor menig befaamd emulator (iNES, MasterGear, Virtual GameBoy Advance etc.). De Amiga scene zou hem voorzien van de nodige documentatie met betrekking tot de technische gegevens van de Game Boy, waardoor hij in staat was om in 1995 zijn allereerste Game Boy emulator (Virtual GameBoy) op de markt los te laten (Fayzullin, z.d.; Pettus, 16.03.2000).

⁸⁶ <http://www.zophar.net>, één van de meest befaamde en oudste websites stamt van november 1996.

grond schieten (Pettus, 16.03.2000). Sindsdien zit de emulatie van videogames in een stroomversnelling en tal van nieuwe (thans klassieke) emulators zien het daglicht⁸⁷. Tot 1998 worden de activiteiten van de emulatiegemeenschap oogluikend toegelaten. Op 22 maart 1998 echter zet de videogame-industrie, vertegenwoordigd door de IDSA, de aanval in en moeten tal van sites de deuren sluiten (Pettus, 16.03.2000). De initiële naïviteit van de emu scene was sindsdien dan ook verdwenen en thans opereert de emu scene (net zoals andere scenes) zo veel mogelijk ondergronds⁸⁸.

3.2.2. De emu scene

De emu scene is de collectiviteit van individuen die zich actief bezighoudt met het emulatiegebeuren. Haar leden beschikken over volgende kenmerken⁸⁹:

- Ze zijn van het mannelijk geslacht⁹⁰.
- Ze hebben een gemiddelde leeftijd van 20 jaar⁹¹.
- Ze zijn hoger opgeleid of nog steeds in opleiding.
- Ze zijn ongebonden aan geografische of economische condities⁹².
- Ze maken vaak gebruik van emulatie uit een gevoel van nostalgie⁹³.

⁸⁷ Emu (door Neil Bradley), Sparcade (door David Spicer), Massage, Snes9x, de oprichting van het M.A.M.E (Multiple Arcade Machine Emulator) project etc. (Pettus, 16.03.2000).

⁸⁸ Het vinden van websites die ROMs verspreiden op Europese of Amerikaanse servers is thans een moeilijke opgave. Steeds meer wordt uitgeweken naar internetprotocollen die nog niet zijn betreden door de grote massa's (in plaats van HTTP, werkt de scene steeds meer via IRC, private forums, nieuwsgroepen etc.).

⁸⁹ Ondanks het ontbreken van uitvoerige wetenschappelijke literatuur hieromtrent kan men deze kenmerken afleiden aan de hand van de gegevens die worden verschaft op de reeds besproken websites betreffende emulatie. Alsook kan men informatie hieromtrent betrekken vanwege forums, surveys (polls) en de verschillende interviews afgenomen bij leden van de emu scene.

⁹⁰ Uit onderzoek naar computergebruikers en videogames blijkt dat individuen van het mannelijk geslacht significant meer videogames spelen dan respondenten van de vrouwelijke sekse (Roe, 1998, pp. 10-20). Kaiser (2000) vond in zijn survey naar Commodore 8-bit gebruikers dat 96,7% van de respondenten van het mannelijk geslacht waren. De these dat mannen meer gebruik maken van computers wordt bevestigd door de studie van Dens (2001).

⁹¹ Deze assumptie vloeit onder andere voort uit enerzijds de cijfers beschikbaar via de website van de emu celebrities en anderzijds vanwege de gegevens verschaft door een survey verricht door de MSX Resource Center Foundation (z.d.).

⁹² Dit wordt aangetoond door het groot aantal verschillende landstalen die door sommige emulators worden ondersteund. De emulator "Project 64" ondersteunt bijvoorbeeld 15 afzonderlijke talen. Alsook wordt de stelling gestaafd door een survey (poll) afgenomen door EmuHelp (z.d.) waaruit blijkt dat de meerderheid van emulatiegebruikers afkomstig is uit Noord Amerika (44%), Europa (36%), Zuid Amerika (8%) en Azië (7%).

⁹³ Consollection beaamt deze gedachte zoals blijkt uit haar afgenomen survey (Consollection, z.d.).

- Er is vooral interesse naar emulatie van gevestigde systemen⁹⁴ (gevestigde systemen zijn systemen die een ruime verspreidingsgraad kennen binnen de emu scene SNES, Playstation etc.⁹⁵).
- Ze zijn gepassioneerd door videogames en spenderen dan ook relatief veel tijd aan bezigheden geassocieerd met deze videogames.
- Ze communiceren (binnen de scene) voornamelijk door middel van CMC en gebruiken Engels als voertaal⁹⁶. Bovendien maken de leden van de emu scene altijd gebruik van een schuilnaam of nickname⁹⁷.
- Ze beschikken over een meer dan gewone kennis met betrekking tot computers (uitgebreide internetvaardigheden en veelal noties van programmeren) en besteden veel tijd aan computergerelateerde activiteiten.
- Leden van de emu scene zijn meestal innovators of early adopters⁹⁸.
- Ze zijn ook actief in computeractiviteiten die niet gelieerd zijn aan emulatie.
- Ze hebben banden met andere computerculturen⁹⁹ (bijvoorbeeld de warez scene).

De emu scene maakt louter gebruik van gecomputeriseerde media. Binnen deze gecomputeriseerde media wordt evenwel het gehele spectrum aan communicatiemogelijkheden¹⁰⁰ beslagen.

⁹⁴ Deze these wordt onderbouwd door surveys van EmuHelp (z.d.), Potato Emulation (z.d.), EmulatorWorld (z.d.) en Swedisch Emulation News (z.d.).

⁹⁵ Tot de niet-gevestigde systemen behoren bijvoorbeeld de Vectrex, de Turbografx etc.

⁹⁶ Het overgrote merendeel van de websites aangaande emulatie wordt primair weergegeven in de Engelse taal.

⁹⁷ Net zoals ander cyberculturen worden leden gekenmerkt door de afwezigheid van het fysieke lichaam (disembodied) en dientengevolge een veel geringere bandbreedte om identiteit te communiceren (Kitchin 1998, pp. 79-81). Deze niet-lichamelijke toestand stelt het individu in staat zijn eigen identiteit te creëren, Kitchin stelt: "Users literally become authors of their lives" (Kitchin, 1998, pp. 80-81). Binnen cyberspace heeft men aldus zelf de keuze of men al dan niet anoniem blijft.

⁹⁸ Innovators (2,5% van de bevolking indien deze normaal is verdeeld) zijn degenen die zich het snelst aanpassen aan een nieuwe technologie. Early adopters (13,5% van de bevolking onder dezelfde voorwaarden als hierboven besproken) zijn degenen die de nieuwe technologie zeer snel overnemen. Naast Innovators en early adopters bestaan er ook nog de early majority, de late majority en de laggards. Deze begrippen en gedachtegang kaderen binnen de diffusietheorie waarin wordt onderzocht in welke mate een nieuwe technologie "diffundieerd" (verspreid) over de leden van een welbepaald systeem (Dens, 2000, pp. 16-24).

⁹⁹ Zoals duidelijk wordt aangetoond door de steeds grotere greep die de warez scene uitoefent op de emu scene. Thans beslaat de warez scene tal van domeinen die vroeger tot het exclusief territorium van de emu scene behoorden (bijvoorbeeld de aanmaak en verspreiding van ROMs). Het normenpatroon van warez en emu scene zijn evenwel verschillend; de warez scene zal er bijvoorbeeld niet van terugschrikken de laatst gecommercialiseerde systemen aan te pakken (Pettus, 16.03.2000).

¹⁰⁰ Hierbij wordt gewezen op de verschillende toepassingsgebieden van het Internet (HTTP, FTP, IRC, NTTP, GOPHER).

Zoals reeds vermeld (zie supra) wordt de emu scene verdeeld in drie gescheiden klassen. Binnen deze context werden eveneens de verschillende typologieën van de leden aangehaald (van lamer tot auteur). Het spreekt voor zich dat leden van de elite meer compatibel zijn met bovengenoemde kenmerken dan leden uit de lagere klassen.

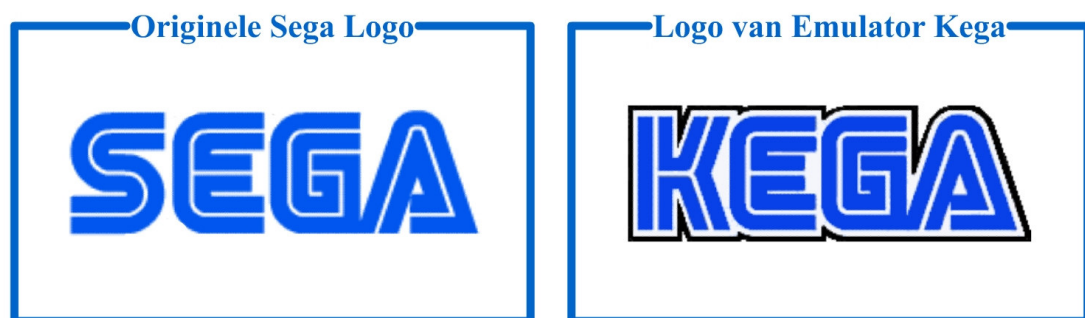
3.2.3. Noise geproduceerd door de emu scene

Het offensief van 22 maart 1998 tegen de emu scene (zie supra) toont aan dat de dominante cultuur het deviante gedrag wel degelijk wou rechtekken. Bovendien wordt deze these gestaafd door verdere uitspraken van Nintendo¹⁰¹ en andere leden van de industrie (en dus de dominante cultuur) alsook door de vele juridische gedingen aangespannen ten aanzien van de emulatiegemeenschap (zie infra) (Pettus, 16.03.2000).

De emu scene tracht hiernaast naar buiten te komen met haar ideeëngoed dat de emulatie van videogames (tenminste deze van niet langer gecommmercialiseerde systemen) vrij moet zijn. Dit doet ze door middel van het opzetten van acties tegen het IDSA en voor het behoud van emulatie¹⁰².

Voorbeelden van tekens die uit hun respectievelijke context worden gerukt zijn legio, onderstaande figuur geeft omtrent deze praktijk een illustratie:

Figuur 6. Een voorbeeld van de creatie van tekens door de emu scene



¹⁰¹ Hiermee wordt nogmaals verwezen naar de uitspraak van Nintendo dat emulatie een groot gevaar representeert voor de videogame-industrie (Nintendo, 2000).

¹⁰² Hierbij wordt het C.L.E.A.R (Campaign to Leave Emulation Alone) project en de IDSA boycott webpagina (thans niet meer raadpleegbaar) in aanmerking genomen (CLEAR, 21.02.1999; Cole, 03.02.1999).

3.2.4. Two forms of incorporation

Zoals Hebdige poneerde rest de dominante cultuur twee opties om het probleem van subculturen aan te pakken (Hebdige, 1979, pp. 92-94). Voorbeelden van beide vormen van incorporatie zijn terug te vinden in de realiteit.

Sommige leden van de dominante cultuur zullen bijvoorbeeld hun rechten (op hardware en videogames) opgeven ten behoeve van het Public Domain (zie infra). Met deze handelwijze past de dominante cultuur dan ook enigszins haar visie op deviant gedrag aan. Anderzijds bestaan er echter ook leden van de dominante cultuur die zulk een assimilatie niet zien zitten en die aldus vasthouden aan éénzelfde definiëring van onaangepast gedrag (bijvoorbeeld Nintendo, Microsoft etc. die blijven volharden in hun strijd tegen de piraterij).

Verder worden eveneens tekens, gebruikt in de emu scene, overgenomen door de industrie. Een uitstekend voorbeeld hiervan is de populaire (door de emu scene ontwikkelde) Megadrive emulator KGen waarop Sega (de rechthouder van de Megadrive console) a posteriori een licentie nam om deze emulator zelf te mogen aanwenden in hun software (Pettus, 16.03.2000; CLEAR, 21.02.1999). Een ander zeer recent voorbeeld is de overname van de emulator “Giri Giri Project” door Sega (Eidolons-inn, 14.04.2003; SSF Tribute, 10.04.2003). Sega Japan verkoopt sinds kort zelf een aangepaste versie van deze emulator (voor de Sega Saturn console) via het Internet¹⁰³.

Ondanks deze evoluties is men nog lang niet aanbeland op het punt dat de emu scene vanzelf verdwijnt of opgaat in folklore.

Conclusies van het sociaal-culturele gedeelte

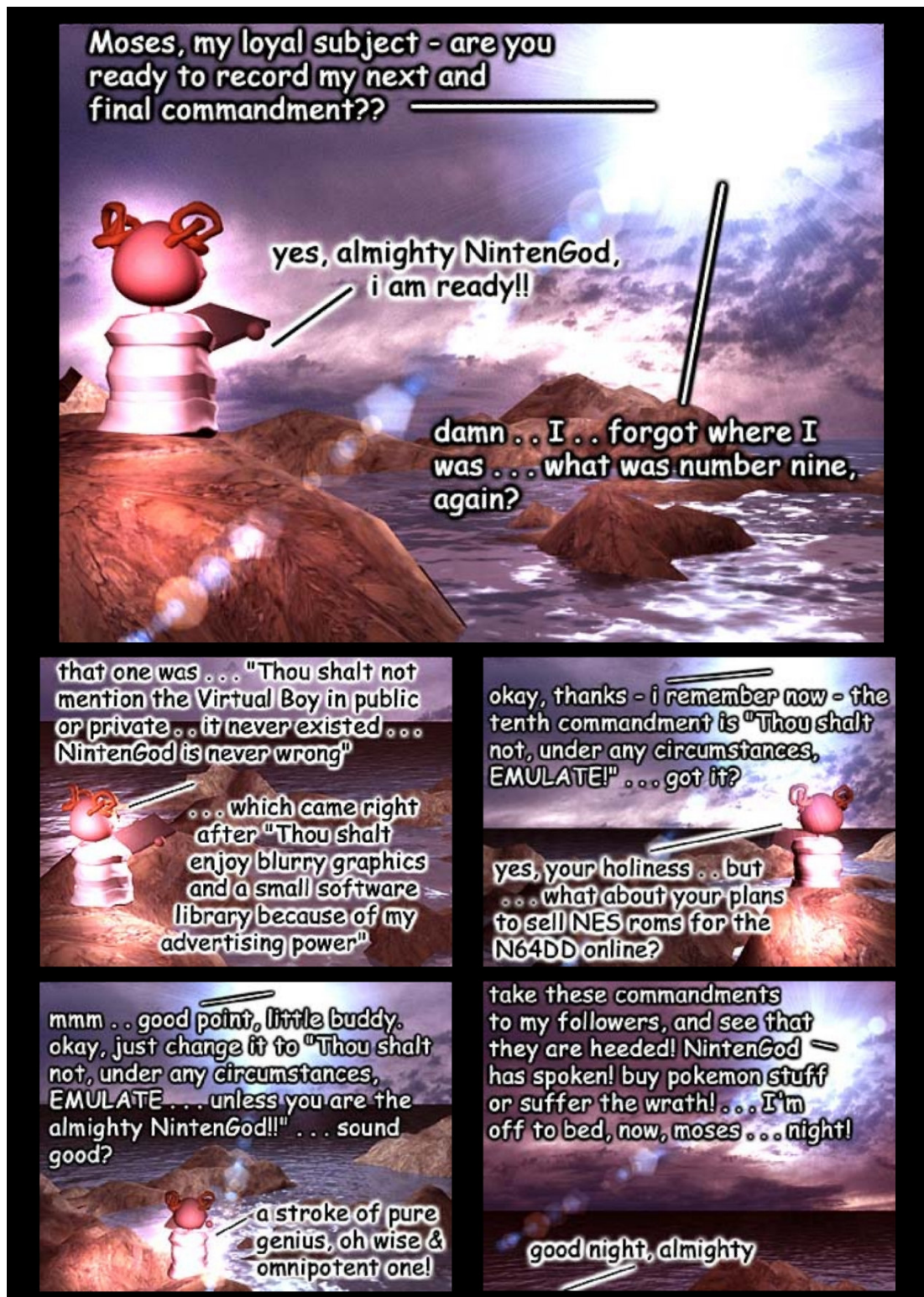
Met behulp van dit eerste deel werd enige verheldering gebracht inzake de emulatiematerie. Hiernaast werden enkele theoretische visies inzake cultuur en subcultuur toegepast op de emu scene. De aanwending van Bourdieu’s visie leert ons dat de emu scene voornamelijk wordt geconstitueerd door cultureel en sociaal kapitaal. De positionering binnen de sociale ruimte en het vermogen tot het gebruik

¹⁰³ Voor meer informatie hieromtrent kan men het forum van de website SegaXtreme raadplegen (topic: “sega has emulated the sega saturn but won’t share”) (SegaXtreme, 28.03.2003).

van symbolisch kapitaal worden bepaald aan de hand van geleverde wapenfeiten (traditie) binnen de scene.

Hebdige en andere auteurs maken ons duidelijk dat de emu scene een subcultuur is die zich afzet tegen de dominante cultuur, vormgegeven door de videogame-industrie. Hiervoor zal de emu scene zijn eigen stijl ontwikkelen door middel van bricolage; waardoor tekens uit de moedercultuur contextueel worden verkracht en aangewend ter verzet tegen de dominante cultuur. Men bezit thans over de nodige kennis om over te gaan tot de technologische dissectie van het emulatiegebeuren.

DEEL 2: EMULATIE TECHNOLOGISCH ONTLEED



4. Computerarchitectuur

In dit deel wordt eerst de precieze architectuur van een typisch computersysteem besproken. Zonder al te zeer in detail te treden worden afzonderlijk de verschillende onderdelen van een computersysteem behandeld. Dit eerste hoofdstuk heeft geenszins de intentie de gehele structuur van een computersysteem exhaustief te analyseren. Er wordt daarentegen getracht een zekere basiskennis te verschaffen in de werking van een computer om alzo de komende hoofdstukken (de werking van een emulator en ROMs) binnen het juiste referentiekader te kunnen positioneren.

4.1. Het concept van de hedendaagse computer

Aan de basis van het merendeel van de hedendaagse computerarchitectuur ligt John Von Neumann (Lee, 09.02.2002). Hij was verantwoordelijk voor de ontwikkeling van de IAS (Institute for Advanced Studies) computer, die dienst deed als prototype voor de “Neumann Architectuur”. Revolutionair was zijn “stored program” concept, hetgeen toelaat instructies in volgorde op te slaan en ze in deze volgorde uit te voeren (Puers, 2003, p. 2). Deze ontwikkeling maakte het met andere woorden mogelijk dat er, terwijl de computer bezig is een instructie uit te voeren, meerdere nieuwe instructies uitgevaardigd kunnen worden. Deze kunnen dan op hun beurt door de computer (in volgorde van uitvaardiging) worden uitgevoerd eenmaal de respectievelijk voorgaande instructie is afgehandeld. We spreken van een Von Neumann systeem als (Meng, 12.06.2000; Puers, 2003, p. 2):

- Het beschikt over een CPU (Central Processing Unit), een centraal geheugen en een I/O systeem (Input/Output systeem of Invoer/Uitvoer systeem).
- Het beschikt over een instructie teller (IC) of program counter (PC) die instaat voor de realisatie van het stored program concept.
- Het instructies in volgorde uitvoert (dit wil zeggen dat de oudste, eerst uitgevaardigde instructies eerst worden afgehandeld).
- Er een verbinding bestaat tussen de control unit (CU, zie infra) en het centrale geheugen.

Ondanks zijn ouderdom is de Von Neumann architectuur nog steeds de grondnorm voor de huidige computersystemen, doch het concept begint steeds meer aan kracht te verliezen. Het grote nadeel van de Von Neumann machine is immers dat er slechts één instructie tegelijkertijd kan worden verricht¹⁰⁴. Voor dit probleem heeft men evenwel al enkele rectificaties kunnen uitdokteren; zoals bijvoorbeeld het proces van “pipelining” en de invoer van het cache geheugen (zie infra) (Puers, 2003, p.4).

4.2. De CPU

In een notedop samengevat staat de CPU (Central Processing Unit) in voor het gros van de berekeningen die worden verricht binnen de computer (Puers, 2003, p. 2; Boris, 17.10.1999). De CPU is thans één van de meest geavanceerde stukjes technologie. Daar waar vroeger processoren volledige circuitplaten besloegen is men er sinds het midden van de jaren zeventig in geslaagd alle functies van de processor te implementeren in één enkele chip; deze chip wordt dan ook de microprocessor genoemd (Puers, 2003, p. 5). Sinds de jaren negentig worden microprocessors in tal van toestellen gebruikt, gaande van stofzuigers tot spaceshuttles. Ook binnen de computer zelf bevinden zich vaak meerdere processoren; één voor de geluidsproductie, één voor de videoweergave etc. Binnen de computer blijft de CPU evenwel de meest gewichtige rol spelen. In volgende tekst wordt dan ook de structuur van de CPU behandeld.

4.2.1. Transistors

Transistors zijn de fysieke bouwstenen van een microprocessor. Het zijn miniatuurschakelaars die slechts twee waarden kunnen aannemen (binair: 0 of 1, aan of uit). Deze eenvoudige binaire functionaliteit van transistors is de grondslag van de huidige, digitale werking van computers¹⁰⁵. Communicatie tussen de verschillende

¹⁰⁴ Het stored program principe staat er immers voor in dat instructies stuk voor stuk in volgorde worden afgehandeld.

¹⁰⁵ De Grooff (2001) beschrijft digitale signalen als signalen die slechts twee waarden kunnen aannemen. Lijnrecht hiertegenover staan de analoge signalen die een oneindig aantal waarden kunnen aannemen binnen een bepaald continuüm.

onderdelen binnen een computer verloopt door middel van elektrische signalen, de aanwezigheid van zulk een signaal wordt binair weergegeven door de waarde 1, de afwezigheid van enige elektrische stroom wordt weergegeven door de waarde 0 (Puers, 2003, pp. 8-9; Dedene & Herroelen, 2003, pp. 9-11). Transistors, als zijnde schakelaars, zijn nu juist die onderdelen die instaan voor het doorgeven of het niet doorgeven van een signaal (en dus informatie). Transistors produceren reeksen van nullen (het ontbreken van een elektrisch signaal) en enen (de aanwezigheid van een elektrisch signaal). Tekens, kleuren, grafische data etc. bestaan allen uit specifieke sequenties van zulke nullen en enen¹⁰⁶.

Hieruit volgt dan ook dat de hoeveelheid transistors nauw samenhangt met de informatieverwerkende capaciteit van de computer. Aanvankelijk telden de CPU's van computers slechts een beperkt aantal transistoren¹⁰⁷. Ondanks de gigantische toename aan transistors in hedendaagse processoren, is de relatieve grootte van de processor zelf nagenoeg ongewijzigd gebleven. Dit was mogelijk door een verdoorgedreven miniaturisering¹⁰⁸.

4.2.2. Instructieset

Voor men van start kan gaan met de bespreking van de afzonderlijke onderdelen van een processor moet men weten dat iedere processor beschikt over zijn eigen instructieset of ISA (Instruction Set Architecture). Instructies bestaan steeds uit twee elementen, de operatie (hetgeen dat er moet gebeuren) en de operand (welke gegevens worden benut bij de uitvoering van de operatie) (Puers, 2003, pp. 6-8; Dedene e.a., 2003, pp. 21-23). Over het algemeen kunnen vijf types van instructies worden onderscheiden (Meng, 12.06.2000; Puers, 2003, pp. 6-8):

¹⁰⁶ Deze nullen of enen worden ook wel binary digits of bits genoemd Letters (en andere karakters) bestaan bijvoorbeeld uit een opeenvolging van acht bits; zo wordt de letter L binair weergegeven door de bits 0100 1100 (Intel, 2003).

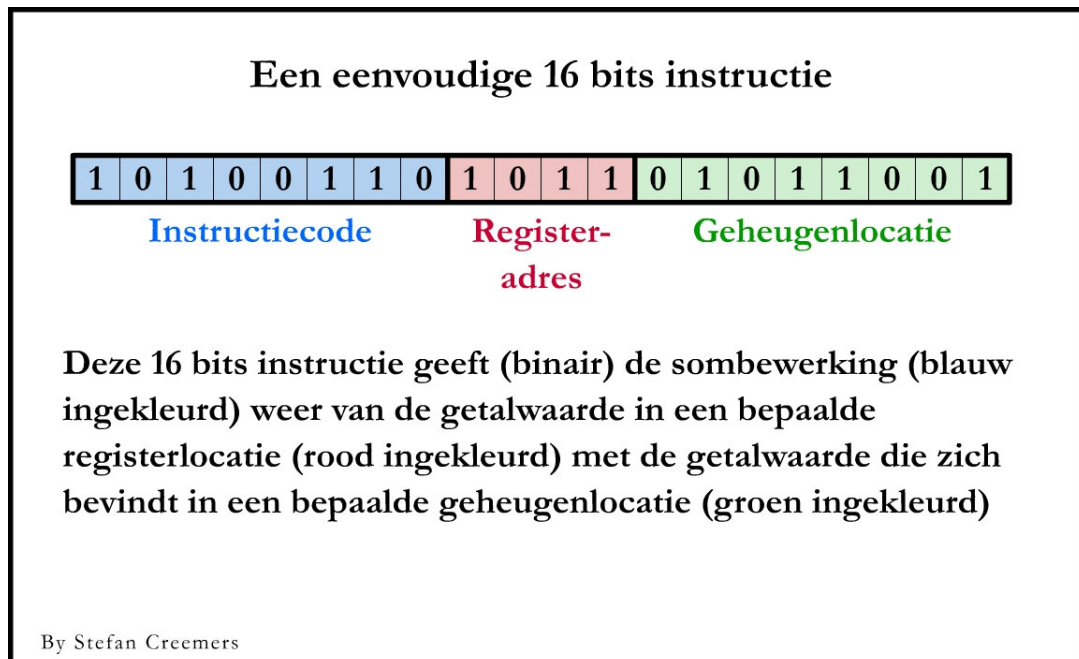
¹⁰⁷ zo had de CPU van de eerste home computer (1974), de 8080, slechts 6.000 transistors ter beschikking (Brain, 2003). Thans wordt de processormarkt beheerst door twee grote fabrikanten, Intel die met haar paradepaardje 42 miljoen transistors voorziet en AMD die zijn laatste Barton-core uitrust met 54,3 miljoen transistors. Processors in grafische kaarten doen het nog beter en staan in voor nagenoeg het dubbel van het aantal transistors dat men terugvindt op "normale" CPU's (Völkel & Töpelt, 17.02.2003).

¹⁰⁸ Tussen de transistors van de 8080-processor werd steeds een ruimte van zes microns gelaten, thans werkt men in de grafische industrie met het microscopische 0,13 micron procédé om de grote hoeveelheden transistors op een zo klein mogelijke oppervlakte te persen (Völkel e.a., 10.02.2003).

- Operators. Hieronder vallen onder andere de impliciete, expliciete, arithmetic, logic, shift en “no operation” instructies. Arithmetic instructies zijn steeds wiskundige bewerkingen; zo heeft de instructie ADD een sombewerking tot gevolg, de instructie DIV een deling etc. De booleaanse operatoren (AND, NOT, OR, XOR) zijn de logic of logische instructies en shift instructies worden gebruikt in de uitvoering van arithmetic bewerkingen (bijvoorbeeld voor het verschuiven van getallen).
- Geheugeninstructies: voor het laden en wegschrijven van gegevens in het geheugen of de registers; de commando's LOAD (om gegevens uit het geheugen te laden) en STORE (om gegevens naar het geheugen te schrijven) zijn hier voorbeelden van.
- Interproces communicatie instructies: deze zijn vereist voor synchronisatieprocessen tussen verschillende programma's. Bepaalde bronnen kunnen bijvoorbeeld worden gereserveerd voor een programma zodat andere programma's deze niet kunnen aanspreken, teneinde conflicten te vermijden.
- Controle instructies die onder andere instaan voor loopbewerkingen.
- Geprivilegieerde instructies zijn instructies die als ze worden uitgevaardigd voorrang verkrijgen op “normale” instructies (zie infra).

Zoals reeds aan de orde werd gesteld, gebeurt communicatie binnen het computersysteem binair, digitaal. Instructies worden dan ook overgebracht in binaire vorm. Een typische instructie zou er dus als volgt kunnen uitzien:

Figuur 7. Een typevoorbeeld van een 16 bits instructie



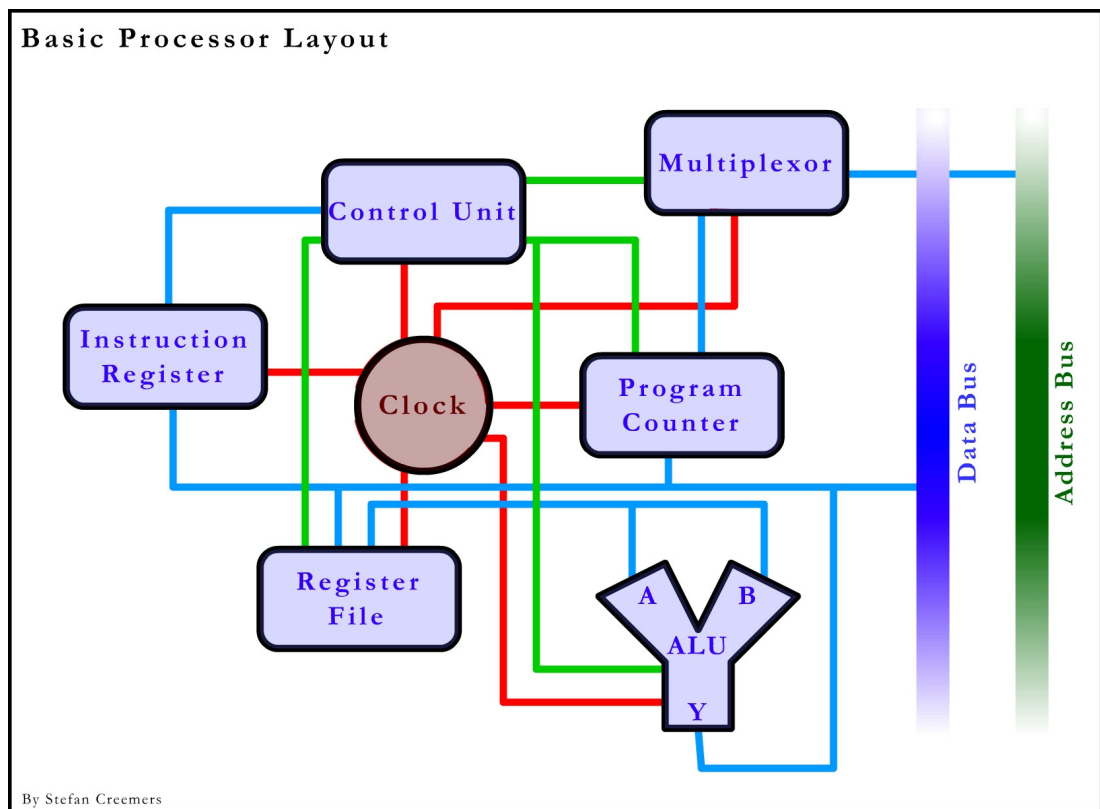
In deze figuur wordt de 8 bits lange operatie voorgesteld door de instructiecode. De operands daarentegen zijn respectievelijk 4 en 8 bits groot en representeren enerzijds een adres in het register en anderzijds een geheugenlocatie¹⁰⁹. Stel nu bijvoorbeeld dat zich op de desbetreffende locaties de getallen drie en vijf bevonden, dan zou het resultaat van deze instructie de getalwaarde acht zijn.

4.2.3. Opbouw van de CPU

De verschillende onderdelen en de werking van de CPU zullen aan de hand van onderstaand schema worden behandeld. Het schema presenteert een erg vereenvoudigde schets van de basisonderdelen van de CPU en de verbindingen tussen deze onderdelen.

¹⁰⁹ Register en geheugen worden in onderstaande tekst uitgebreid behandeld. Binnen deze context volstaat het te verklaren dat registers instaan voor de tijdelijke opslag van resultaten van berekeningen uitgevoerd door de CPU. Verder dient men te weten dat registers en geheugen ingedeeld zijn in adressen zodat men gegevens makkelijk kan terugvinden.

Figuur 8. De CPU en haar onderdelen



4.2.3.1. Clock

Op een zeer kleine minderheid van computersystemen na (voornamelijk experimentele modellen) opereren computers synchroon; meer specifiek worden alle onderdelen van de CPU gecontroleerd door éénzelfde klok (clock). Op deze manier wordt per klokomwenteling één handeling afgewerkt. Alle activiteiten binnen de CPU gebeuren dus op basis van een bepaald tempo (en in een bepaalde volgorde, verzorgd door het store program concept). Dit tempo wordt aangegeven door de klokpulsgenerator die op bepaalde tijdstippen een stroomstoot doorheen het systeem zendt (Puers, 2003, p. 4; Dedene e.a., 2003, p. 28). Een CPU met een kloksnelheid van 30 Mhz¹¹⁰ bijvoorbeeld, zal 30 miljoen stroompulsen per seconde te verwerken

¹¹⁰ Eenheid van frequentie die weergeeft hoeveel miljoen trillingen per seconde plaatsvinden (De Grooff, 2001, p. 158). Een andere term die wordt gehanteerd om de rekenkracht van een processor aan te geven is MIPS (Millions of Instructions Per Second) (De Grooff, 2001, p. 216). De waarde van de term is evenwel zeer gering, immers verschillende processoren beschikken over verschillende instructiesets. Bovendien kan men zich afvragen welke instructies dan nog precies worden gebruikt om de MIPS te berekenen. Een vergelijking van twee processoren op basis van hun MIPS is dan ook niet erg zinvol (Meng, 12.06.2000).

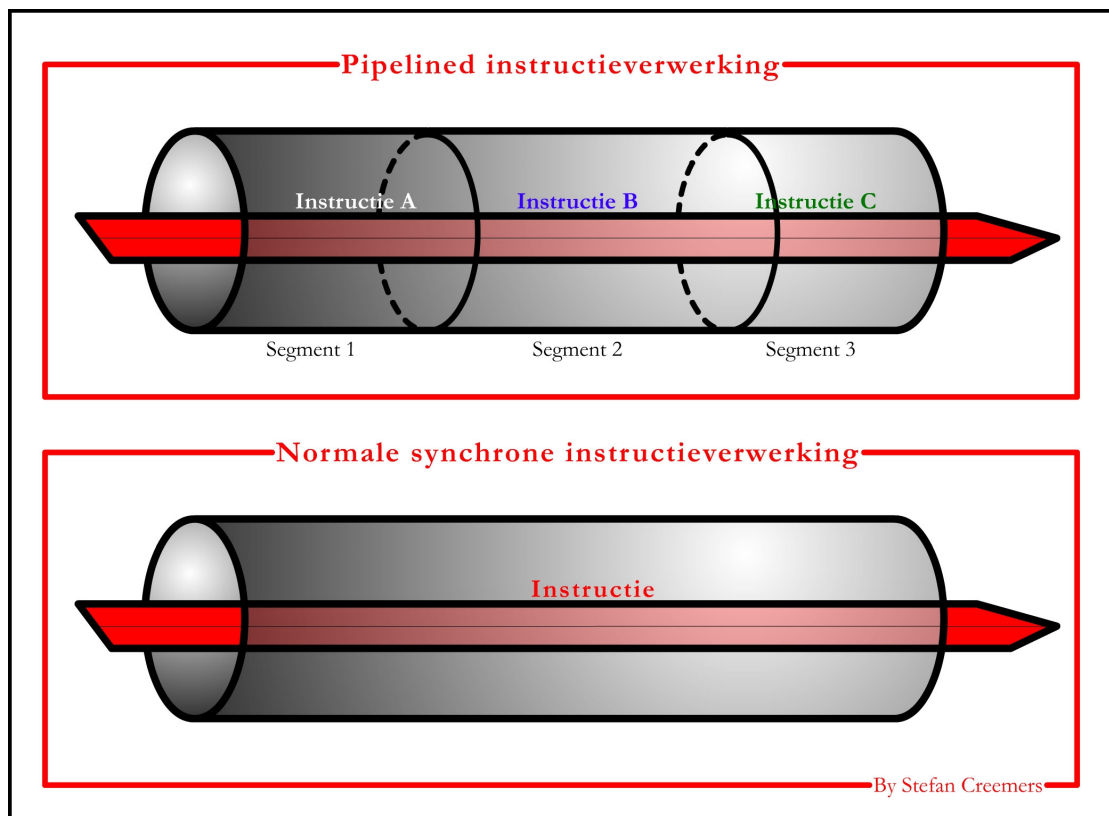
krijgen. Dit tempo wordt meer bepaald aangegeven door een kristaloscillator¹¹¹. In de Von Neumann machine worden instructies steeds via een bepaalde cyclus afgehandeld; deze cyclus wordt ook wel de Von Neumann instructiecyclus genoemd (Puers, 2003, pp. 7-8). Deze cyclus gaat als volgt te werk:

- De instructie wordt opgehaald in het geheugen
- De instructie wordt gedecodeerd
- De instructie wordt uitgevoerd

Steeds wanneer er een cyclus wordt voltooid, wordt automatisch een nieuwe cyclus geïnitieerd (Dedene e.a., 2003, pp. 30-31). Dit proces zal zich blijven herhalen tot de processor wordt stopgezet of totdat er een interrupt optreedt (zie infra). Alzo worden de instructies sequentieel afgehandeld. Zoals reeds werd geponeerd is de afhandeling van één instructie per klokomwenteling (of CPU cycle) niet langer de meest performante methode. In meer recente CPU's (en andere microprocessoren) wordt dan ook gebruik gemaakt van "pipelining". Dit is een techniek waarbij nog voordat de eerste instructie volledig werd verwerkt reeds een tweede instructie in de "pipeline" wordt gelanceerd. Hierdoor kunnen simultaan meerdere instructies worden afgehandeld waardoor grote prestatiewinsten worden geboekt. Ook wordt de impact van het probleem van de Von Neumann machines ingeperkt (Puers, 2003, pp. 21-24). Dit is mogelijk doordat de pipeline is onderverdeeld in verschillende segmenten die (per klokomwenteling) ieder afzonderlijk één instructie verwerken. Nadat een segment een instructie heeft verwerkt wordt het resultaat van deze bewerking verder doorgegeven aan het volgende segment in de pipeline (De Grooff, 2001, p. 256; Puers, 2003, pp. 21-24; Morris, 1999). Hoeveel instructies er tegelijk in een pipeline kunnen worden verwerkt, hangt af van processor tot processor. Onderstaande figuur kan dit proces verder toelichten.

¹¹¹ Door het trillen van het kristal wordt op vaste tijdstippen een puls doorheen het systeem gestuurd.

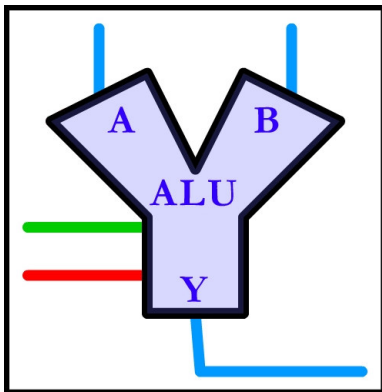
Figuur 9. Het proces van pipelining



4.2.3.2. ALU, IR, CU en PC

Een essentieel onderdeel van de CPU is de ALU of de Arithmetic & Logic Unit. Als hart van de processor voert hij alle berekeningen uit. Hij staat in voor de reeds besproken arithmetic, logic en shift bewerkingen (Puers, 2003, pp. 10-12; Dedene e.a., 2003, pp. 28-29; Meng, 12.06.2000). In zijn meest eenvoudige vorm ziet de ALU er als volgt uit:

Figuur 10. De typerende opbouw van de ALU



In deze vorm beschikt de ALU over twee inputs (A en B) en één output voor het resultaat (Y) (Intel, 2003). Afhankelijk van de vereisten zal een ALU complex of minder complex zijn. Processoren die beschikken over een eenvoudige ALU zullen enkel in staat zijn om de meest eenvoudige berekeningen uit te voeren¹¹² (bijvoorbeeld een zakrekenmachine) (Puers, 2003, pp. 10-12; Morris, 1999).

De Register File omvat de verschillende registers die worden benut als temporele opslag voor resultaten van bewerkingen van de processor (Puers, 2003, pp. 8-10; Boris, 17.10.1999). Registers verschillen sterk van processor tot processor. Aanvankelijk hadden processoren slechts één register, thans hebben de meeste processoren minstens 32 registers (Morris, 1999). Één van deze registers is het IR of Instruction Register. Deze bewaart de instructies die op het moment worden uitgevoerd (Puers, 2003, p. 10). Moderne processoren beschikken over meerdere Instruction Registers.

De CU (Control Unit) verzorgt de ophaling en decodering van instructies in het register. De hieruit voortkomende code noemt men ook wel operation code of OpCode. De CU zal deze OpCode dan doorsturen naar het specifieke processoronderdeel waar deze respectievelijke OpCode voor bedoeld is (Meng, 12.06.2000; Puers, 2003, p. 12)¹¹³.

¹¹² De ALU van een eenvoudige processor zou bijvoorbeeld een simpele sombewerking kunnen verrichten (waarbij bijvoorbeeld A=7, B=1 en na de verrichting van de instructie ADD is Y=8). Voor zulke bewerkingen heeft het computersysteem dan ook geen nood aan een uitgebreide instructieset. De ALU van een meer geavanceerde microprocessor, zoals bijvoorbeeld die van een recente spelcomputer, zal daarentegen vaak wel nood hebben aan een extensieve instructieset (waarbij de ALU in staat is om logaritmes, functies etc. te berekenen) en een complexe processorarchitectuur voorzien van pipelines om de prestaties op te drijven.

¹¹³ De CU zal bijvoorbeeld de instructie ADD (sombewerking) ophalen, deze decoderen in binaire vorm en deze doorsturen naar de ALU die instaat voor de uitvoering van de sombewerking. De CU

De PC (Program Counter) wordt ook wel Instruction Counter (IC) genoemd. De PC geeft de volgorde van de instructies aan, hiervoor slaat hij het adres van de volgende instructie op (de PC is aldus een register dat het precieze adres, de geheugenlocatie van de instructies bewaart) (Puers, 2003, p. 10; Meng, 12.06.2000; Boris, 17.10.1999).

4.2.3.3. Busses

Een bus is als het ware een kanaal tussen de verschillende onderdelen van een computer waardoor communicatie tussen deze onderdelen mogelijk wordt (De Grooff, 2001, p. 47). De address bus speelt de rol van een bus master in die zin dat ze de adressen beheert. De address bus staat met andere woorden in voor de gegevensoverdracht van adressen binnen de computer (Puers, 2003, p. 3; Dedene e.a., 2003, pp. 33-34; Morris, 1999).

Zoals de naam laat uitschijnen staat de data bus in voor de verzending van data over het systeem¹¹⁴ (Puers, 2003, p. 3; Dedene e.a., 2003, pp. 33-34; Morris, 1999).

De control bus of besturingsbus staat in voor het correcte verloop van de gegevensoverdracht binnen de data bus en address bus. De control bus gaat na of de data juist werd verstuurd en of dit in volgorde gebeurde (Puers, 2003, pp. 3-4; Dedene e.a., 2003, pp. 33-34; Boris, 17.10.1999).

De Multiplexor of multiplexed bus verzendt zowel data als adresgegevens. Sommige systemen beschikken slechts over één bus, dit is dan ook altijd een multiplexed bus (Morris, 1999)¹¹⁵. Control bus, address bus, data bus (en multiplexed bus), als zijnde transportkanalen, zijn natuurlijk niet enkel intern aan de CPU, de verschillende busses zijn ook extern op het moederbord aanwezig en staan in voor hun respectievelijke bindingen met de overige systeemapparatuur. We onderscheiden dan ook interne busses (binnen de CPU) en externe busses (buiten de CPU) (Puers, 2003, pp. 3-4).

staat er dus voor in om de Von Neumann instructiecyclus in juiste volgorde af te handelen (Puers, 2003, pp. 8-12; Morris, 1999).

¹¹⁴ De databus wordt bijvoorbeeld gebruikt om getalwaarden van de registers naar de ALU te transporteren.

¹¹⁵ In meer performante systemen worden control bus, address bus en data bus echter gescheiden gehouden omdat dit betere prestaties oplevert (Morris, 1999).

4.2.4. De werking van een CPU

Hoe een instructie nu precies wordt opgehaald en uitgevoerd met behulp van de hierboven besproken onderdelen wordt in volgende tekst besproken. Zoals reeds gesteld kan de Von Neumann instructiecyclus worden opgedeeld in drie delen (Puers, 2003, pp. 5-8):

- In een eerste deel dient de instructie te worden opgehaald (ook wel instruction fetching genoemd): allereerst plaatst de CU (Control Unit) de inhoud van de PC (Program Counter) in de address bus. De exacte geheugenlocatie van de uit te voeren instructie wordt met andere woorden beschikbaar gemaakt voor verdere behandeling. Vervolgens wordt de instructie (met behulp van het adres dat zich in de address bus bevindt) via de data bus uit het geheugen verplaatst naar het instruction register (hetgeen de uit te voeren instructie bijhoudt). Uiteindelijk wordt ook nog de PC aangepast, waarbij de juist opgehaalde instructie wordt vervangen door de daaropvolgende instructie.
- Vervolgens moet de instructie worden gedecodeerd. Er wordt bepaald welke instructie precies moet worden uitgevoerd (dit is de operatie) en welke gegevens men daarvoor nodig heeft (dit zijn de operands).
- Vervolgens moet de instructie worden uitgevoerd. Afhankelijk van welk soort instructie het gaat wordt een bepaald onderdeel van de CPU aangesproken. Voor de arithmetic, logic en shift operaties wordt de instructie bijvoorbeeld doorgestuurd naar de ALU. Bovendien wordt in deze fase ook de nodige gegevens, vereist voor de uitvoer van de instructie, opgehaald (dit is “operand fetching”).

Bij de werking van een CPU wordt bovendien veelvuldig gebruik gemaakt van “flags”. Flags zijn vooraf afgesproken bitpatronen waarvan gebruik wordt gemaakt om het begin en het einde van een gegevensstroom aan te duiden (De Grooff, 2001, p. 135). Flags worden binnen de CPU aangewend om de status van een operatie weer te geven; de ALU beschikt bijvoorbeeld vaak over een “zero flag” die hij activeert indien de uitkomst, van de bewerking die hij heeft uitgevoerd, nul bedraagt. Een ander voorbeeld is de “carry flag” waarmee wordt kenbaar gemaakt dat de gegevens berekend zijn en klaar zijn om te worden opgehaald (Boris, 17.10.1999; Walker, 29.04.2000; Adcock, 08.02.1997) .

4.2.5. RISC versus CISC processors

Voor 1974 waren alle computers CISC (Complex Instruction Set Computer) systemen, ze beschikten allen over zeer uitgebreide en ingewikkelde instructiesets. Het grote probleem van CISC was dat het merendeel van deze instructies nooit werd gebruikt, nochtans is de kost om zo een uitgebreide instructieset te voorzien aanzienlijk. In 1974 vindt John Cocke een oplossing voor dit probleem en hij presenteert het RISC (Reduced Instruction Set Computer) systeem (IBM, 17.07.2002; Joy, 1997). RISC systemen voorzien veel minder instructies en zijn aldus goedkoper om te produceren, bovendien zijn RISC systemen sneller en verwerken ze data efficiënter (De Grooff, 2001, p. 279)¹¹⁶.

4.3. Geheugenhiërarchie

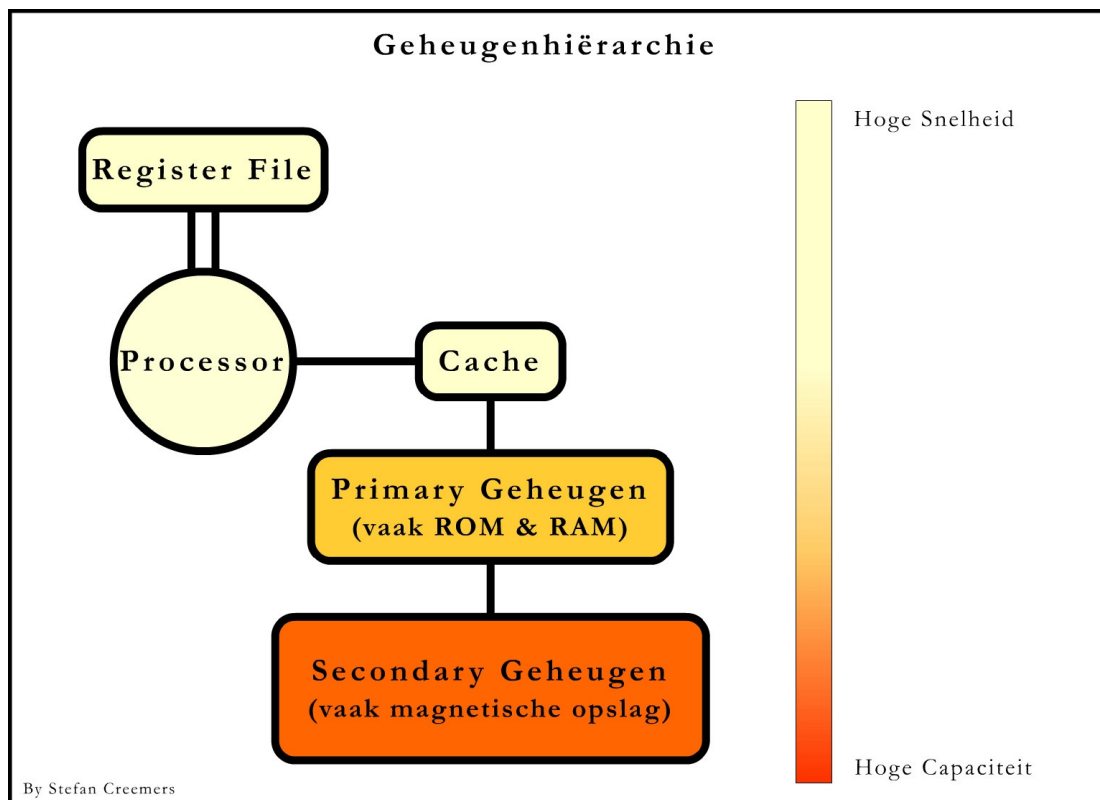
Geheugen komt in verschillende vormen en maten. Binnen de geheugenhiërarchie onderscheiden we registers, cache, ROM, RAM, optisch en magnetisch geheugen¹¹⁷. Binnen de verschillende geheugens kunnen we een onderscheid maken tussen het primaire, interne geheugen en het secundaire, externe geheugen (Dedene e.a., 2003, pp. 24-26; Puers, 2003, pp. 13-27). Het externe geheugen bestaat uit het optische en magnetische geheugen en wordt daadwerkelijk gebruikt voor permanente geheugenopslag ("storage"). Het interne geheugen wordt dan weer gevormd door het centrale geheugen enerzijds en door ROM en RAM anderzijds (Dedene e.a., 2003, pp. 24-25). Het centrale geheugen bestaat uit de cache en de registers. Deze laatstgenoemde geheugens zijn bevat binnen de architectuur van de CPU en zijn aldus het nauwst verbonden met de werking van de CPU (Puers, 2003, pp. 13-27). Een volgende figuur geeft de verdeling van de geheugenhiërarchie¹¹⁸ weer:

¹¹⁶ Deze verhoogde prestaties worden bereikt door instructies van steeds dezelfde lengte te gebruiken. De instructies van CISC computers kunnen variëren in lengte (en zijn hierom dan ook moeilijker om te emuleren). De laatste jaren wordt software echter steeds ingewikkelder waardoor de nood aan complexe instructies steeds groter wordt. Hierdoor komt de grote populariteit van de RISC chipset in gevaar. Hiernaast zijn projecten in ontwikkeling die een alternatief zouden moeten bieden voor RISC en CISC systemen.

¹¹⁷ Bemerk dat de vier laatst vernoemde types van geheugen niet tot de interne structuur van de processor behoren.

¹¹⁸ De werking van het geheugen is thans zo complex dat er vaak een aparte MMU (Memory Management Unit) in het systeem wordt geïncorporeerd.

Figuur 11. De verschillende geheugensoorten binnen de geheugenhiërarchie



Vervolgens wordt een typologie van de verschillende soorten geheugen voorgelegd.

De register file omvat de registers van de CPU. Registers worden gekenmerkt door ultrahoge snelheden en zeer kleine data-opslagmogelijkheden (Meng, 12.06.2000; Morris, 1999). Registers worden bijvoorbeeld door de ALU gebruikt om de resultaten (die door de ALU werden berekend) weg te schrijven¹¹⁹.

Het cache geheugen laat de CPU toe sneller te opereren, het cache geheugen bekleedt na de registers de hoogste plaats binnen de hiërarchie van geheugens (Dedene e.a., 2003, p. 26). Wanneer de processor zoekt naar gegevens zal de cache het eerst worden aangesproken (Guidry & Strayer, 2003). Cache geheugen is zeer snel maar heeft een beperkte grootte¹²⁰. De cache bevat deeltjes van informatie uit het geheugen; indien de CPU informatie uit het geheugen nodig heeft, zal hij eerst

¹¹⁹ Voorbeelden van registers zijn: het IR (Instructie Register, waarin de instructies tijdelijk worden opgeslagen), de SP (Stack Pointer) en het MAR (Memory Address Register, dat de adressen, de precieze plaatsbepaling in het geheugen, van de volgende operatie bijhoudt) (Grimer, 10.2002; Puers, 2003, p. 10).

¹²⁰ Hedendaagse computers hebben om en bij de 256 Kbyte cache geheugen. Doch recent is er een trend waarneembaar waarbij men processors met steeds grotere hoeveelheden (kostelijk) cache geheugen equipert. De laatste AMD modellen hebben bijvoorbeeld 512 Kbyte cache geheugen, terwijl Intel al enkele jaren CPU's verkoopt (voor de professionele markt weliswaar) uitgerust met enkele Megabytes cache (Völkel e.a., 10.02.2003).

het snellere cache geheugen raadplegen (Puers, 2003, pp. 24-25). Indien de gezochte informatie in cache aanwezig is, dan spreken we van een cache hit¹²¹, als daarentegen de CPU informatie nodig heeft die zich niet in het cache geheugen bevindt (cache miss), zal hij eerst het primary en dan het secondary geheugen bevragen. Cache geheugen wordt dus gebruikt als een snelle buffer voor veelgebruikte gegevens en instructies (Zilmar, 27.05.2000; Puers, 2003, pp. 8-10; Dedene e.a., 2003, pp 24-26; Morris, 1999).

ROM en onderstaande verschijningsvormen van geheugen zijn meestal niet intern aanwezig in de structuur van de microprocessor maar zijn wel (zoals alle onderdelen binnen een computersysteem) nauw verbonden met de CPU (Puers, 2003, pp. 16-19). Inzake ROM chips¹²² wordt een onderscheid gemaakt tussen vijf verschillende soorten, de gewone ROMs (Read Only Memory) (zoals bijvoorbeeld de cd-rom of cartridges), de MROMs (Mask programmed Read Only Memory), de PROMs (Programmable Read Only Memory), de EPROMs (Erasable Programmable Read Only Memory) en de EEPROMs (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory)¹²³. Bij PROMs wordt de data ingebrand en kan daarna nooit meer worden gewijzigd. Bij EPROMs en EEPROMs kan de data wel degelijk gewijzigd worden; de meeste BIOS chips bijvoorbeeld zijn EPROMs of EEPROMs (Indiana University, 19.02.1999; Puers, 2003, pp. 18-19).

RAM geheugen of Random Access Memory is snel geheugen dat makkelijk kan worden beschreven en dienst doet als tijdelijke opslag. RAM geheugen is in tegenstelling tot ROM geheugen (dat voortdurend door een batterij onder stroomspanning wordt gehouden) volatiel of vluchtig geheugen en verliest dan ook zijn geheugeninhoud bij het uitschakelen van de stroom (De Grooff, 2001, p. 272). RAM wordt Random Access geheugen genoemd omdat men ieder adres (iedere plaats, iedere locatie) in het geheugen op eender welk moment kan raadplegen (Puers, 2003, p. 17; Dedene e.a., 2003, pp. 24-25). Ook in RAM kan men vele opdelingen maken, SRAM (Static RAM), DRAM (Dynamic RAM), SDRAM (Synchronous Dynamic Random Access Memory), DDR RAM (Double Data Rate Synchronous Dynamic RAM) etc. Inzake RAM of werkgeheugen wordt er vaak

¹²¹ Voor de Playstation spelcomputer was het niet uitzonderlijk een gemiddelde cache hit ratio te behalen van 80 % (Walker 29.04.2000). Contemporaine processors halen zelfs ratio's tot 99 %.

¹²² Naar ROM chips wordt ook wel eens verwezen als firmware.

¹²³ Deze bieden eenzelfde functionaliteit als het RAM geheugen maar zijn in vergelijking met RAM enorm traag en aldus niet bruikbaar voor extensief gebruik (Puers, 2003, p.19).

gebruik gemaakt van virtueel geheugen¹²⁴ (Puers, 2003, pp. 17-18; Dedene e.a., 2003, pp. 24-25; Morris, 1999; Meng, 12.06.2000).

Magnetisch geheugen. Het typevoorbeeld van magnetisch geheugen is natuurlijk de harde schijf, hiernaast bestaan echter nog tal van andere vormen van magnetisch geheugen (cassette, VHS etc.). Magnetisch geheugen beschikt weliswaar vaak over grote capaciteiten maar is in vergelijking met bovenstaande geheugenvormen zeer traag (De Grooff, 2001, pp. 336-337; Morris, 1999).

Naast magnetisch geheugen bestaat er ook optisch geheugen. Het meest bekende voorbeeld van een optisch geheugen is de cd-rom (De Grooff, 2001, pp. 59-61).

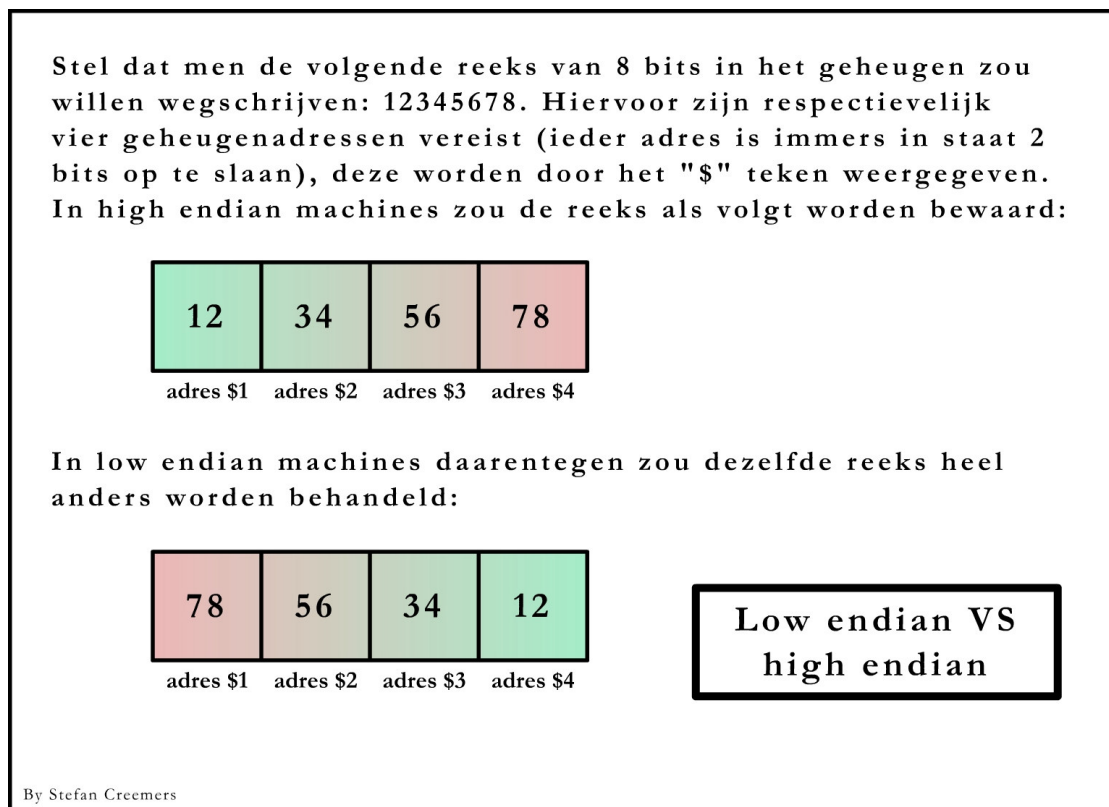
4.4. Geheugen

In deze paragraaf wordt behandeld hoe gegevens nu precies worden bewaard in het geheugen en hoe de geheugenadressering in zijn werk gaat.

Inzake geheugenopslag kunnen we twee types van machines onderscheiden, enerzijds bestaan er de low endian toestellen en anderzijds de high endian toestellen (Fayzullin, 2000). In high endian computers worden de meest significante gegevens (de bits) eerst door de CPU weggeschreven. In low endian computers gebeurt dit net andersom (Adcock, 08.02.1997; Boris, 17.10.1999). Om dit proces te verduidelijken wordt volgende figuur aangegeven:

¹²⁴ Bij deze techniek worden de minst gebruikte gegevens in het RAM weggeschreven naar bijvoorbeeld het magnetisch geheugen om alzo werkgeheugen beschikbaar te maken. Hierdoor wordt de hoeveelheid RAM veel efficiënter benut en bekomt men een aanzienlijke snelheidswinst. Het Windows operating system maakt in deze optiek bijvoorbeeld een swapbestand aan waarin de gegevens van het werkgeheugen worden bewaard.

Figuur 12. High endian en low endian gegevensopslag



Het behoeft natuurlijk geen verder betoog dat het, voor het programmeren van een emulator, cruciaal is om te weten of je een low endian systeem of een high endian systeem emuleert.

Concluderend om de werking van het geheugen te verhelderen worden alle aspecten op een rij gezet:

- Het geheugen wordt thans vaak in de vorm van een elektrische lading bewaard¹²⁵ (Puers, 2003, pp. 17-20). Bij magnetische en optische geheugens is bovenstaande these niet van toepassing en kunnen gegevens dan ook voor langere termijn zonder stroomspanning worden bewaard¹²⁶.

¹²⁵ Zoals reeds werd gepostuleerd geven transistors afhankelijk van het feit of ze al dan niet onder spanning staan de waarden 1 of 0 aan. Als de stroomspanning wegvalt zullen alle transistors echter de waarde 0 weergeven en is alle informatie dan ook verloren. Dit heeft dan ook tot gevolg dat bij het uitvallen van de stroom alle gegevens verloren gaan, tenzij het geheugen onder spanning wordt gehouden door middel van bijvoorbeeld een batterij (dit is het geval bij vele ROM chips).

¹²⁶ Voor een gedetailleerde uitleg over de werking van optische en magnetische geheugens wordt verwezen naar de werken van Puers (2002) en De Grooff (2001).

- De gegevens die worden opgeslagen in het geheugen worden bewaard in binaire vorm (dit is in reeksen van de waarden 0 en 1). We spreken hier van bits, een reeks van 8 bits vormt 1 byte¹²⁷.
- De grootte van het geheugen wordt uitgedrukt in Kilobytes, Megabytes of Gigabytes. Een Kilobyte staat gelijk met een opslagcapaciteit van 1024 (2^{10}) bytes. Megabytes zijn dan weer gelijk aan 1024 Kilobytes en één Gigabyte representeert 1024 Megabyte (Dedene e.a., 2003, pp. 10-12; Puers, 2003, p. 14).
- Het geheugen is steeds lineair opgedeeld in kleine ruimtes waarin gegevens (steeds in binaire vorm) kunnen worden opgeslagen. Iedere ruimte binnen het geheugen heeft zijn eigen specifiek en uniek adres (weergegeven door een aantal bits) waardoor de computer steeds weet waar bepaalde gegevens zich bevinden (Puers, 2003, pp. 14-15)¹²⁸.
- Bovendien beschikt iedere processor over zijn eigen reeks instructies om dit geheugen te raadplegen en om gegevens naar het geheugen weg te schrijven (Meng, 12.07.2000). De meest eenvoudige voorbeelden van zulke instructies zijn de reeds besproken STORE en LOAD instructies¹²⁹.
- Tot slot bekomt ieder systeem zo zijn eigen “memory map” die het gehele geheugenlandschap in kaart brengt. De memory map geeft met andere woorden exact weer op welke adressen zich welke gegevens bevinden¹³⁰.

¹²⁷ Één byte kan 256 (2^8) mogelijke bitcombinaties opleveren. Deze bytes kunnen op hun beurt dan weer worden gegroepeerd tot 16 bits woorden (2^{16} mogelijke combinaties van bits) of 32 bits woorden (2^{32} mogelijke combinaties) (Puers, 2003, pp. 14-15). In meer recente systemen wordt soms gewerkt met 64 bits woorden tot zelfs combinaties van 128 bits. Om gegevens aan te spreken wordt ofwel gebruik gemaakt van byte adressering (iedere byte krijgt een uniek adres) ofwel van woord adressering (ieder woord van 16, 32, 64 of 128 bits krijgt een afzonderlijke adrestoewijzing). Woord adressering vereist logischerwijze dan ook minder adressen (Dedene e.a., 2003, pp. 10-12; Puers, 2003, pp. 14-15).

¹²⁸ De gegevens met betrekking tot deze plaatsbepaling, de zogenaamde adressen, worden beheerd door de address bus (Meng, 12.07.2000; Morris, 1999).

¹²⁹ Deze instructies (de operaties) zullen dan ook gepaard gaan met bepaalde adressen waarvan gegevens kunnen worden gelezen of waarnaar gegevens kunnen worden geschreven (de operands) (Puers, 2003, pp. 6-8). De gegevens kunnen high endian of low endian worden weggeschreven (Fayzullin, 2000; Adcock, 08.02.1997).

¹³⁰ Zo zullen de eerste adressen van het geheugen bijvoorbeeld vaak gereserveerd zijn voor het I/O systeem (Fayzullin, 09.03.2002; Walker, 29.04.2000). Voor de programmeur van een emulator is het essentieel een volledige memory map op te maken. Voor een voorbeeld van een memory map wordt verwezen naar het tweede hoofdstuk van het technologische deel, waar de emulatie van het geheugen wordt besproken.

4.5. I/O systeem

Communicatie (gegevensoverdracht) tussen microprocessor en andere apparaten in de computer moet plaatsvinden in een bepaalde ruimte, hiervoor is het I/O systeem (input/output systeem) verantwoordelijk (De Grooff, 2001, p. 165; Boris, 17.10.1999). Ieder apparaat (een cd-speler, een grafische kaart etc.) krijgt één of meerdere I/O adressen (of I/O poorten) toegewezen, hierdoor kan de CPU dit apparaat terugvinden¹³¹. De input en output van de verschillende randapparaten wordt gecontroleerd en beheerd door de invoer- en uitvoer eenheden, deze eenheden worden ook wel controllers genoemd (Puers, 2003, p. 3; Boris, 17.10.1999). Iedere I/O controller staat in voor één of meerdere I/O apparaten (bijvoorbeeld het toetsenbord) en verzekeren also de foutloze communicatie tussen de verschillende onderdelen van het systeem en de CPU van dat systeem. Deze communicatie tussen de verschillende onderdelen van het systeem verloopt via de I/O busses of kanalen (Dedene e.a., 2003, pp. 33-37). Ook DMA (Direct Memory Access) moeten we in dit opzicht even bijlichten; DMA is de technologie die apparaten toelaat om het geheugen rechtstreeks te raadplegen, zonder tussenkomst van de CPU (Dedene e.a., 2003, pp. 34-36; Tyson, 2003b). Hierdoor bespaart men de processor tijd en dus ook rekenkracht (Meng, 12.06.2000).

Er zijn twee manieren waarop de CPU een verbinding kan leggen met I/O apparaten (Boris, 17.10.1999):

- Memory mapped: de I/O apparaten (bijvoorbeeld de cd-speler) wordt op dezelfde manier aangesproken als het geheugen (Fayzullin, 2000; Meng, 12.06.2000). Hoe het geheugen wordt aangesproken werd reeds in bovenstaande tekst behandeld¹³².
- Port mapped: hier beschikt de CPU over speciale instructies om de apparaten aan te spreken. De CPU maakt met andere woorden gebruik van verschillende instructies bij bewerkingen aangaande geheugen en I/O apparaten (Fayzullin, 2000).

¹³¹ De seriële poort (COM1) van een IBM computer zal bijvoorbeeld een volgend I/O adres hebben 0x3F8 - 0x3FF (Mohr, 17.11.2002). Hierdoor weet de microprocessor exact tot welke locatie hij zich moet wenden, wil hij communiceren met de seriële (COM1) poort.

¹³² De CPU van het NES videogamesysteem maakt (net als de meeste videogamesystemen) bijvoorbeeld gebruik van de memory mapped I/O access methode. Deze methode is het makkelijkst te emuleren gezien men geen rekening moet houden met specifieke commando's voor het aanspreken van systeemapparatuur.

Wanneer de I/O controllers van de respectievelijke hardware waarmee ze verbonden zijn, een signaal ontvangen (bijvoorbeeld een ingedrukte toets), dan zal er een interrupt (ook wel IRQ of interrupt request genoemd) optreden (Dedene e.a., 2003, pp. 34-37). Zo'n interruptsignaal roept de operaties binnen de CPU een halt toe en vraagt de nodige processortijd (Mohr, 17.11.2002; Tyson, 2003b). Wanneer de interrupt is afgehandeld¹³³, dan wordt de "normale gang van zaken" binnen de CPU weer opgepakt (Boris, 17.10.1999). Het is niet ongewoon dat de processor op deze manier meerdere keren per seconden wordt onderbroken¹³⁴. Naast deze hardware interrupts, vinden er ook CPU exceptions plaats. Deze voltrekken zich als binnen de CPU wordt getracht een foutieve, illegale operatie te verwezenlijken (bijvoorbeeld een deling door het getal nul).

4.6. BIOS

Het concept van BIOS (Basic Input/Output System) ligt in het verlengde van dat van het I/O systeem. de BIOS is immers (onder andere) het geheugen waar de informatie van het I/O systeem (de I/O adressen van de verschillende apparaten) wordt opgeslagen. De microcode¹³⁵ van de BIOS wordt bij de fabricage van het computersysteem opgeslagen op een ROM chip¹³⁶ (Puers, 2003, p. 12). De BIOS heeft verschillende taken (Mohr, 17.11.2002; Tyson, 2003a):

- POST (Power On Self Test) die alle hardware test op haar functionaliteit.
- Activering van de andere BIOS chips aanwezig in het systeem (video-, audio- en andere systemen hebben vaak hun eigen BIOS, waarover hieronder meer).
- De BIOS voorziet een laag van Low Level software (basis instructies) waardoor de High Level software (het besturingssysteem) kan functioneren.

¹³³ Bijvoorbeeld: het indrukken van een toets heeft een bepaald effect teweeggebracht op de beeldschermweergave.

¹³⁴ Als men echter weet dat huidige processors verscheidene miljoenen instructies per seconde kunnen afhandelen, begrijpt men dat deze onderbrekingen niet noodzakelijk een zware hypotheek leggen op de prestaties van de CPU

¹³⁵ De informatie die wordt opgeslagen in een BIOS chip wordt ook wel eens microcode genoemd (Puers, 2003, p. 12). Het is deze microcode die later van groot belang zal blijken te zijn in de opbouw van een emulator.

¹³⁶ Zoals we reeds hebben gezien is de BIOS ROM vaak een EPROM of een EEPROM, deze zijn in tegenstelling tot traditioneel ROM (Read Only Memory) meerdere malen beschrijfbaar

Meer specifiek maakt het besturingssysteem gebruik van deze instructies om de verschillende apparaten, aangesloten op het systeem, aan te spreken.

- Tal van kleinere taken: beheer van een eventuele klok, instellingen voor tal van apparaten etc.

De BIOS is aldus vooral van belang bij het opstarten van het systeem (Mohr, 17.11.2002).

4.7. Moederbord

Het moederbord is de siliconenkaart waarop in verschillende lagen koperen circuits werden aangebracht om de communicatie tussen de verschillende onderdelen van het computersysteem te verzekeren. Het moederbord verbindt aldus alle onderdelen van het systeem¹³⁷ (Dedene e.a., 2003, pp. 33-37). De vele moederbordarchitecturen verschillen sterk van systeem tot systeem, afhankelijk van welke onderdelen of apparaten door het respectievelijke systeem worden ondersteund. Een moederbord van een modern IBM systeem zal bijvoorbeeld veel meer apparaten met elkaar in verbinding brengen dan bijvoorbeeld het moederbord van de oude NES spelcomputer.

Data bus, address bus, I/O bus en control bus worden hier nog even bijgelicht. De mate waarin een bus informatie kan verzenden wordt uitgedrukt in bits. Een data bus met een breedte van 8 bit kan dus simultaan 8 bits verzenden. Hier geldt, hoe breder de bus, hoe meer data er doorheen de bus kan worden verstuurd. Dit principe is ook van toepassing bij de address bus; hoe breder de bus, hoe meer en hoeveel te sneller men adressen kan versturen. Systemen met grote geheugens (en dus vele en langere adressen) hebben dan ook nood aan een brede address bus. De breedte van de bus is aldus zeer belangrijk voor de capaciteit van de computer om gegevens te verzenden (Puers, 2003, pp. 3-4; Boris, 17.10.1999). Naast busbreedte worden busses ook gekenmerkt door bussnelheid. Deze snelheid wordt uitgedrukt in MHz (Tyson,

¹³⁷ Een moederbord wordt opgebouwd uit verschillende lagen omdat men zo makkelijk een scheiding kan maken tussen onder andere stroomvoorziening en dataverzending (die gebeurt via de data bus) (Brown, 2003); zo zal iedere laag verantwoordelijk zijn voor één specifieke functie (bijvoorbeeld het verzenden van data).

2003c). In nagenoeg alle computersystemen is de snelheid van de busses lager dan deze van de CPU¹³⁸ (Dedene e.a., 2003, p. 35).

4.8. Videosysteem

Voor computers die beelden genereren geldt dat een processor vereist is om de nodige bewerkingen te verrichten. Dit kan gaan om één onafhankelijke GPU (Graphic Processing Unit)¹³⁹ of er kan gebruik worden gemaakt van een deel van de rekencapaciteit van de CPU (enkel bij minder krachtige systemen). De werking van een GPU verschilt niet wezenlijk van die van een CPU noch van die van een SPU (Sound Processing Unit) (NVIDIA, 2003a; Tyson, 2003c; Adcock, 08.02.1997).

4.8.1. Videogeheugen

Ieder beeld is opgebouwd uit een aantal pixels, hoe hoger dit aantal pixels, hoe groter de resolutie en hoe scherper het beeld (De Grooff, 2001, p. 277; NVIDIA, 2003b)¹⁴⁰. Bovendien kunnen deze pixels verschillende kleurwaardes aannemen (Dedene e.a., 2003, pp. 48-49); aanvankelijk konden ze slechts de waarden wit of zwart aannemen maar thans zijn tot 16,7 miljoen kleuren mogelijk (De Grooff, 2001, p. 326). De GPU staat in voor de berekening van iedere afzonderlijke pixel die op het beeldscherm wordt vertoond. Het videogeheugen (of VRAM) houdt dan alle informatie met betrekking tot de pixels bij. Afhankelijk van hoeveel kleuren de grafische kaart ondersteunt is er nood aan veel of weinig geheugen (Dedene e.a., 2003, pp. 48-49;

¹³⁸ Het is immers niet zinvol de busses sneller te maken dan de CPU. De CPU zou de volledige snelheid van de bus nooit kunnen benutten vermits de CPU niet sneller dan zijn eigen relatieve snelheid gegevens kan produceren en verzenden.

¹³⁹ Het videosysteem van spelcomputers maakt (omwille van de grafisch intense toepassingen) zelfs dikwijls gebruik van meerdere GPU's ter berekening van de grafische bewerkingen. Over het algemeen mag men aannemen dat de meeste videogame systemen van de voorbije twaalf jaar allen over een afzonderlijk videosysteem beschikken.

¹⁴⁰ Naast systemen waarbij het beeldscherm wordt opgebouwd uit pixels bestaan ook systemen die andere methoden proponeren (zoals bijvoorbeeld Vectrex dat gebruik maakt van een oscillator). Het is onhaalbaar om al deze (overigens minder courante) toestellen binnen het bestek van deze eindverhandeling te behandelen.

Walker, 29.04.2000)¹⁴¹. Voor monochrome weergave is per pixel slechts 1 bit vereist, die dan de waarde zwart (0) of wit (1) representeert. Voor de weergave van 1 monochroom beeldscherm met een resolutie van 640 pixels op 480 pixels zou een geheugen vereist zijn van 38,4 KByte¹⁴². Voor de weergave van 256 kleuren wordt iedere pixel vertegenwoordigd door 8 bits (immers 2^8 geeft 256 mogelijkheden) hetgeen de vereiste geheugencapaciteit dan ook met 8 vermenigvuldigt (Dedene e.a., 2003, pp. 48-49; Adcock, 08.02.1997). 16 bits kleuren (hoge kleuren), 24 bits kleuren en 32 bits kleuren (ware kleuren) vereisen respectievelijk steeds grotere geheugencapaciteiten.

4.8.2. Videoweergave

Eén van de meest essentiële taken van de videokaart is natuurlijk het omzetten van het digitale (binaire) signaal naar een analoog signaal dat kan worden weergegeven op een analoog beeldscherm (een CRT beeldscherm). CRT (Cathode Ray Tube) beeldbuizen hebben hun eigen specifieke eigenschappen en beperkingen (Dedene e.a., 2003, pp. 48-49; De Grooff, 2001, p. 188). Belangrijkste eigenschappen zijn dat het beeld lijn per lijn wordt opgebouwd en dat het beeld over een bepaalde refresh rate beschikt (het beeld wordt dan per seconde een aantal keer vernieuwd) (De Grooff, 2001, p. 276; Shur, 16.04.1998; Snyder, Dagtekin & Ramanath, 07.11.1999). Gevolg hiervan is dat het videogeheugen (dat minimum steeds de gegevens over de pixels van één beeldscherm bevat) per seconde bijvoorbeeld 60 maal (bij een refresh rate van 60 Hertz) moet worden ingelezen en via een analoog signaal moet worden verstuurd. Bovendien moet men rekening houden met beeldsynchronisatie, de gehanteerde standaard van het beeldscherm (NTSC, PAL etc.) enzovoort (De Grooff, 2001, p. 233-310; Tyson, 2003c). Voor het inlezen van het digitale signaal uit het geheugen en de omzetting naar een analoog signaal is de DAC (Digital to Analog

¹⁴¹ Vanaf het moment dat systemen grafisch krachtig genoeg werden om veel kleuren simultaan op het scherm te vertonen, werd gebruik gemaakt van kleurenpaletten. Het kleurenpalet bewaart de informatie die vereist is om de binaire data (van één pixel) te verbinden met één bepaalde kleur. De meeste van deze kleurenpaletten worden samengesteld aan de hand van RGB (Red Green Blue) waarden.

¹⁴² 640*480 pixels geeft 307.200 pixels per beeldscherm. Ieder pixel kost één bit aan geheugen, één beeldscherm neemt dus 307.200 bits geheugenruimte in. 307.200 Bits staan gelijk met 38,4 KByte (er gaan immers 8 bits in één byte).

Convertor) verantwoordelijk¹⁴³ (De Grooff, 2001, p. 85; Snyder e.a., 07.11.1999). De DAC wordt ook vaak RAMDAC genoemd omdat hij rechtstreeks vanuit het videogeheugen (de RAM of VRAM) de beeldgegevens inleest en deze analoog vertaalt (NVIDIA, 2003b).

4.8.3. GPU

Allereerst moet het videosysteem in staat zijn 2D beelden te genereren. Videogamesystemen maken hiervoor gebruik van drie procedures. 2D graphics kunnen bitmap-, sprite- of vector gedreven zijn. Het leeuwendeel van de videogametoestellen maakt gebruik van sprites¹⁴⁴ voor de 2D afbeeldingen.

De weergave van 3D (drie dimensionale) modellen vereist enorme hoeveelheden rekenkracht. Voor 3D graphics wordt (bij het merendeel van de videogame systemen) sinds een tiental jaren dan ook gebruik gemaakt van een afzonderlijke coprocessor (NVIDIA, 2003c). Deze coprocessor of GPU staat voornamelijk in voor de berekening van de polygonen¹⁴⁵. De resultaten van de berekeningen verricht door de GPU worden vervolgens weggeschreven naar het videogeheugen. Deze gegevens worden dan op hun beurt ingelezen vanuit het videogeheugen en worden weergegeven op het scherm (Dedene e.a., 2003, pp. 48-49; Walker, 29.04.2000; Fayzullin, 09.03.2002). Door het steeds toenemend realisme en detail in videospellen

¹⁴³ Voor weergave in meerdere kleuren zijn respectievelijk drie DAC eenheden vereist. De verschillende kleuren in beeldschermen worden allen opgebouwd uit dezelfde drie basiskleuren (RGB; rood, groen, blauw) (De Grooff, 2001, p. 278). Voor ieder van deze kleuren is een afzonderlijke DAC eenheid vereist (Lockwood, 1997).

¹⁴⁴ 3D modellen worden vaak opgebouwd uit polygonen, voor 2D grafische weergaven worden daarentegen meestal sprites gebruikt. Sprites zijn steeds rechthoekig en zijn veel makkelijker te berekenen dan polygonen (Walker, 29.04.2000). Sprites kunnen voorkomen in verschillende groottes; ze kunnen zoals bij de NES bijvoorbeeld 8 pixels breed en 8 pixels lang zijn (Fayzullin, 09.03.2002).

¹⁴⁵ NVIDIA (2003b) beschrijft polygonen als de bouwstenen van alle 3D objecten. Ze vormen dus als het ware de basis van ieder 3D model. In eenvoudige systemen worden deze polygonen gewoon ingekleurd, dit geeft als resultaat dat het gehele 3D object slechts uit een beperkt aantal kleuren bestaat (bijvoorbeeld een rode kubus). Meer recent is de techniek om 3D objecten te “behangen” met “textures”. Deze textures kan men nog het best vergelijken met een foto of een afbeelding. Door middel van deze textures worden veel realistischere weergaven van 3D objecten gerealiseerd (bijvoorbeeld een kubus met een “behang” van deuren, ramen en een baksteenpatroon) (Walker, 29.04.2000). Nog meer geavanceerd zijn tal van realtime belichtingseffecten en schaduwwerkingen (Tyson, 2003c).

is een videogamesysteem zonder een geavanceerd videosysteem en complexe GPU nagenoeg ondenkbaar¹⁴⁶.

4.8.4. Video BIOS en de verbinding met het computersysteem

Net als de CPU heeft iedere GPU (met eigen processorarchitectuur, ISA etc.) ook nood aan een eigen BIOS. Functioneel is er geen verschil tussen de video BIOS en de systeem BIOS (Tyson, 2003c).

Logischerwijze moet het videosysteem worden verbonden met de andere onderdelen van het systeem. Het videosysteem wordt dan ook aangesloten op het moederbord¹⁴⁷ waardoor het in verbinding wordt gebracht met de verschillende busses (De Grooff, 2001, p. 47). Ook wordt er bij videosystemen vaak gebruik gemaakt van DMA, hetgeen het videosysteem directe toegang tot het geheugen verschaft waardoor betere prestaties kunnen worden bereikt (Kalbarczyk, 10.05.1999; Tyson, 2003c).

4.8.5. Vblank & Hblank

CRT beeldschermen beschikken over een elektronenkanon dat het beeldscherm lijn per lijn opbouwt (De Grooff, 2001, p. 188; Dedene e.a., 2003, pp. 48-49). Deze lijnen worden van links naar rechts opgebouwd. Als het elektronenkanon zich op het einde van een lijn bevindt (rechts), moet het zich terug richten op het begin van een nieuwe lijn. Hiervoor zal het elektronenkanon zijn elektronenstraal één lijn lager volledig terug aan de linkerkant van het beeld (het begin van een nieuwe lijn) richten. Deze operatie wordt ook wel Hblank genoemd.

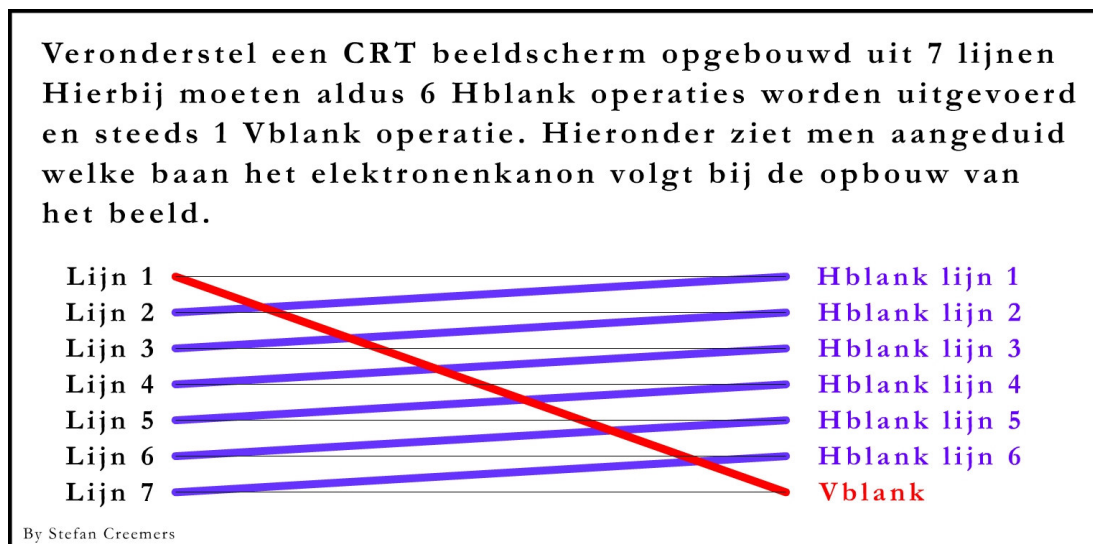
Wanneer één volledig beeldscherm is afgewerkt moet de elektronenstraal van de rechteronderkant van het scherm (het einde van een beeldscherm) worden verplaatst

¹⁴⁶ Het is thans zelfs de evolutie dat de GPU vaak meer geavanceerd is dan de CPU. Bovendien heeft iedere GPU (net als iedere andere processor) een eigen set van instructies, die vaak is geoptimaliseerd voor grafische toepassingen (Henciak, Werger & Breneman, 04.11.2002; Tyson, 2003c).

¹⁴⁷ Op personal computer systemen gebeurt dit via ISA, PCI of AGP poorten (Tyson, 2003c; NVIDIA, 2003b; De Grooff, 2001, pp. 15-251). Aangaande videogamesystemen is er veeleer sprake van geïntegreerde chipsets met vaak eigen, unieke oplossingen voor het verbinden van de verschillende onderdelen.

naar de linkerbovenkant van het scherm (het begin van een beeldscherm). Deze operatie waarbij de elektronenstraal diagonaal van rechtsonder naar linksboven beweegt wordt Vblank genoemd (Snyder e.a., 07.11.1999). Onderstaande figuur kan bovenstaande noties verder duiden:

Figuur 13. Werking van Hblank en Vblank



Men moet hierbij wel rekening houden dat de meeste computersystemen honderden lijnen weergeven en dit vaak met hoge refresh rates¹⁴⁸ (Shur, 16.04.1998; De Grooff, 2001, p. 276).

4.9. Audiosysteem

Audiosystemen verschillen sterk naargelang het computersysteem; nieuwere systemen beschikken in dit verband over zeer geavanceerde hardware terwijl oudere systemen het moeten stellen met zeer eenvoudige geluidsvoorzieningen of zelfs helemaal geen geluidsondersteuning (Dedene e.a., 2003, pp. 51-52; Brown, 2003). Inzake geluid maken we onderscheid tussen enerzijds geluidseffecten en anderzijds muziek.

¹⁴⁸ Dit wil zeggen dat het elektronenkanon voor een scherm van 250 lijnen met een refresh rate van 50Hz 12.500 lijnen per seconde moet weergeven. Voor hogere resoluties (meer pixels en dus ook meer lijnen) zijn de vereisten nog groter.

De werking van het audiosysteem is relatief gelijkaardig aan dat van het videosysteem¹⁴⁹. In onderstaande tekst worden beknopt het audio geheugen, de audio weergave, de audio BIOS en de verbinding van het audiosysteem met de computer behandeld.

Het audio geheugen¹⁵⁰ vervult voor het auditief systeem éénzelfde taak als het videogeheugen doet voor het videosysteem. Het audio geheugen (indien aanwezig) zal dus worden gebruikt voor de opslag van de audio gegevens (Adcock, 08.02.1997; Brown, 2003). Ook hier hangt de vereiste geheugencapaciteit samen met de kwaliteit van de weergave.

De weergave van de audio wordt verzekert door de Digital to Analog Convertor (DAC). De DAC verzorgt de vertaling van het digitale signaal naar een analoog signaal dat kan worden afgespeeld op analoge luidsprekers (De Grooff, 2001, pp. 204-205).

De Audio BIOS vervult eenzelfde functie als de Video BIOS en de systeem BIOS (Brown, 2003).

De verbinding met de overige onderdelen van het systeem wordt verzekerd door het moederbord. Net zoals videosystemen kunnen ook audio apparaten gebruik maken van DMA (Plavcan, 1997b).

Voorts wordt de SPU (Sound Processing Unit) besproken. Naar SPU wordt ook wel eens verwezen als DSP (Digital Signal Processor) of APU (Audio Processing Unit) (Plavcan, 1997a; NVIDIA, 2003b). Afhankelijk van het geluidssysteem zal de auditieve kwaliteit en de manier waarop de audio wordt geproduceerd verschillen. De SPU overziet het gehele proces van de geluidsproductie (De Grooff, 2001, p. 111; Brown, 2003). De SPU zal de gegevens nodig voor de geluidsproductie (bijvoorbeeld geluidssamples) ophalen in het geheugen (bijvoorbeeld een cd). Hierna zal de SPU deze gegevens decoderen, er de nodige bewerkingen¹⁵¹ op verrichten en doorsturen naar de DAC. Geluidsgegevens kunnen worden bewaard in het geheugen. Aangezien het teveel geheugenruimte zou kosten alle geluidsgegevens op te slaan, wordt audio

¹⁴⁹ Ook hier staat de processor (al dan niet onafhankelijk) in voor de berekening van de nodige gegevens en worden deze weggeschreven naar het geheugen. Deze gegevens zullen in het geheugen worden opgehaald door de DAC die het geluidssignaal zal omzetten naar een bruikbaar, analoog signaal (Adcock, 08.02.1997; Brown, 2003).

¹⁵⁰ Indien aanwezig. Zoniet wordt gebruik gemaakt van het RAM geheugen van het systeem.

¹⁵¹ Bijvoorbeeld het invoegen van een echo of reverb effect (Plavcan, 1997a).

ook vaak geproduceerd aan de hand van enkele chipsets¹⁵² (Plavcan, 1997a; NVIDIA, 2003a). Technieken die het meest worden gebruikt voor de aanmaak van deze klanken zijn:

- PSG (Programmable Sound Generator). Werd vooral gebruikt in 8 bits videogamesystemen.
- FM synthesis. De meeste van de oudere audio chipsets (16 bits computers) produceerden FM synthesis geluid¹⁵³. FM synthesis is de techniek waarbij verschillende tonen uit verschillende frequenties worden genomen om zo een specifiek geluid na te bootsen (Adcock, 08.02.1997; Plavcan, 1997a; Brown, 2003).
- Wave table. Meer recent en geraffineerd zijn de chips die gebruik maken van de wave table synthesis technologie. Hierbij worden kleine samples van echte instrumenten opgenomen, die dan gecombineerd kunnen worden om tot een geluidsstroom te komen die de FM synthesis kwaliteit ver overstijgt (De Grooff, 2001, p. 351; Adcock, 08.02.1997; Brown, 2003). Hiernaast wordt er soms ook gebruik gemaakt van de kwalitatief hoogstaande MIDI (Musical Instrument Digital Interface) standaard (De Grooff, 2001, p. 214).
- Thans zijn recente audiosystemen uitgerust met nieuwe standaarden zoals EAX, EAX2, Dolby en Dolby Surround (De Grooff, 2001, p. 106; NVIDIA, 2003a).

¹⁵² Het is veel voordeliger om de gegevens van bijvoorbeeld een achtergrondmelodie te laten produceren door zo'n chipset, dan een grote kwantiteit aan geheugen te reserveren om dezelfde achtergrondmelodie in zijn geheel te bewaren. Deze procedure is evenwel niet mogelijk voor alle geluidsfragmenten; onder andere stemgeluiden en geluidseffecten worden nog steeds opgeslagen in het geheugen.

¹⁵³ Het gaat hier om de Yamaha OPL FM Synthesis Chip die in veel geluidssystemen werd gemonteerd.

5. Opbouw van een (NES) emulator

Gegeven de grondkennis van de computerarchitectuur zoals ze hierboven staat beschreven, is men in staat het programmeren van een emulator binnen het juiste raamwerk te plaatsen. Immers al de bovenstaand beschreven apparatuur (en meer) moet haarfijn worden nagebootst, geëmuleerd¹⁵⁴. Het opzet van dit hoofdstuk is het verschaffen van een overzicht van hoe een emulator is opgebouwd. Hierbij worden, stap voor stap, de te ondernemen fases bijgelicht. In dit hoofdstuk werd geopteerd voor de analyse van een NES (Nintendo Entertainment System) emulator. Alhoewel de NES spelcomputer in zijn tijd een zeer vernieuwend systeem was, wordt hij in dit hoofdstuk benut omwille van zijn relatief eenvoudige structuur.

5.1. Keuze van de programmeertaal

De meeste emulators worden geschreven in een mix van C en Assembly. Emulators in andere programmeertalen (Visual Basic, Java etc.) bestaan maar komen slechts zelden voor. Gezien emulators tot de meest complexe programma's behoren is een grondige kennis van de gekozen programmeertaal een absolute vereiste¹⁵⁵. Over het algemeen mag men echter aannemen dat meer dan 90% van de emulators geschreven is in een mengvorm van C en Assembly (Adcock, 08.02.1997; Fayzullin, 2000; Boris, 17.10.1999). Thans volgt een beschrijvende synthese van deze beide programmeertalen (Fayzullin, 2000) :

- C en C++ zijn beide high level programmeertalen, dit wil zeggen dat ze opereren onafhankelijk van de (onderliggende, low level) hardware. Dit leidt er dan ook toe dat programma's geschreven in C (in principe) makkelijk over te brengen zijn naar andere platformen of systemen (ze zijn met andere woorden makkelijk te “porteren”, “portable”) (Indiana University, 01.11.2002).

¹⁵⁴ Een bijkomend probleem hierbij is dat de hardware van het te emuleren systeem steeds parallel functioneert. Dit wil zeggen dat (in het reële systeem) geluidsgegevens, videogegevens etc. allen op hetzelfde moment en vaak door verschillende processoren en hardware-onderdelen simultaan worden verwerkt. In een emulator moet heel dit proces serieel worden nagebootst door slechts één processor, de CPU, van de emulerende computer (één processor kan bijvoorbeeld niet tegelijk videogegevens en audiogegevens berekenen).

¹⁵⁵ In het kader van deze thesis wordt slechts beperkt ingegaan op dit element. De nauwkeurige analyse van de verschillende programmeertalen is immers volstrekt niet prioritair binnen het bestek van deze eindverhandeling

Een C programma zou dus even makkelijk onder Linux moeten opereren als binnen een Windows omgeving¹⁵⁶.

- Assembly is daarentegen een low level programmeertaal en hangt dus nauw samen met de hardware van de machine waarop ze opereert¹⁵⁷. Het is in de meeste gevallen dan ook zeer moeilijk om Assembly code over te brengen naar een andere machine met een verschillende architectuur (Indiana University, 21.07.2002). In zo'n geval zal de code moeten worden gedesassembleerd. Alhoewel Assembly het nadeel heeft weinig portable te zijn, biedt de taal dan weer het voordeel veel sneller te zijn dan C (gezien ze niet onderhevig is aan de beperkingen van C, die als high level programmeertaal moet kunnen opereren op veel verschillende systemen).

5.2. Beschikbaarheid van informatie

Voor het programmeren van een emulator heeft men nood aan zo gedetailleerd mogelijke informatie over het te emuleren systeem. Men moet per slot van rekening de exacte werking van het systeem kunnen nabootsen. Voor de emulatie van de CPU komt het er bijvoorbeeld op neer dat je op de hoogte bent van (Adcock, 08.02.1997; Fayzullin, 09.03.2002; Boris, 17.10.1999):

- De gehele (of tenminste zo compleet mogelijke) instructieset van de processor¹⁵⁸. Hierbij moet men er rekening mee houden dat CPU's vaak over "undocumented features" beschikken en dat deze vaak ook moeten geëmuleerd worden.
- Informatie over de clock en haar respectievelijke snelheid en de hoeveelheid klokomwentelingen die voorkomen per instructiecyclus (zie infra).

¹⁵⁶ In de praktijk draait dit vaak anders uit omdat er vaak gebruik wordt gemaakt van OS (Operating System, bijvoorbeeld Windows) specifieke commando's om de snelheid te kunnen opdrijven. Dit zorgt er natuurlijk voor dat het programma niet meer portable is naar andere systemen met een ander OS.

¹⁵⁷ Assembly programmeertaal is werkelijk systeemafhankelijk. Assembly programmeertaal van het ene systeem zal dan ook wezenlijk verschillen van de Assembly programmeertaal van het andere systeem.

¹⁵⁸ Indien het gaat om een RISC processor heeft men het voordeel dat men minder instructies moet implementeren.

- Werking van de ALU: welke registers worden gebruikt om gegevens naar weg te schrijven, welke om gegevens op te halen (inclusief accurate informatie over de adressering van deze registers).
- Hierbij aansluitend moeten alle data omtrent de registers zelf gekend zijn (hoeveelheid, respectievelijke geheugengrootte etc.). Men moet ook op de hoogte zijn van het functioneren van de cache, en hoe deze wordt aangesproken.
- Naast de informatie over cache en registers is er ook nood aan gegevens over de overige geheugens; hoe en op welke adressen ze geraadpleegd kunnen worden. Er moet met andere woorden een exhaustieve memory map worden opgesteld. Bovendien moet men weten hoe de gegevens worden weggeschreven in het geheugen (low of high endian).
- Diepgaande informatie over interrupts, hoe ze kunnen worden opgeroepen (door welke I/O apparaten) en welke operaties er moeten worden verwezenlijkt in geval van een interrupt.

Natuurlijk is precieze en gedetailleerde informatie slechts zelden beschikbaar; deze wordt immers vaak angstvallig geheim gehouden om het de concurrentie en andere partijen te bemoeilijken technologische informatie over te nemen. Hiernaast gaat het steeds om gerechtelijk beschermde werken (zie infra) (Pettus, 16.03.2000; Dumortier, 2002). Men bekomt informatie over gebruikte technologieën in de videogame industrie door (Pettus, 16.03.2000; Adcock, 08.02.1997; Fayzullin, 2000):

- Langdurige studie waarbij men reeds een zeer grondige kennis omtrent computerarchitectuur bezit. Men kan op basis van trial en error de vermoedens die men heeft in verband met de werking van het systeem nagaan.
- Aan de hand van gespecialiseerde apparatuur de broncodes van het videogamesysteem en de afzonderlijke spellen “dumpen”. Men zal met andere woorden de microcode die is opgeslagen in bijvoorbeeld de BIOS chip, de game cartridges etc. kopiëren naar een binair beeldbestand dat men bewaart op de harde schijf van de computer¹⁵⁹. Deze beeldbestanden kan men dan weer minutieus gaan ontleden om hieruit informatie te onttrekken.

¹⁵⁹ Dit gebeurt aan de hand van speciale ROM geheugenlezers (zie infra).

- Technische documenten van de videogameproducent zelf, die ter beschikking worden gesteld van ontwikkelaars¹⁶⁰. Via de producent van de processor kan men vaak zulke informatie betrekken¹⁶¹.
- Informatie vanuit de videogame-industrie zelf. Vaak verstrekt de industrie gegevens met betrekking tot kloksnelheid, geheugen, enzovoort om klanten te ronselen.
- Videogame producenten die zelf beslissen informatie naar buiten te brengen. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren omdat het desbetreffende systeem commercieel insignificant is geworden. Hier voorzien de producenten de gemeenschap zelf van alle nodige informatie¹⁶².
- Het Internet biedt vele bronnen voor de zoektocht naar technische informatie. Er bestaan tal van gespecialiseerde nieuwsgroepen en sites waar men terecht kan voor informatie over allerhande systemen.
- Tenslotte kan men ook reeds bestaande emulators bestuderen om een idee te krijgen van de werking van een systeem.

In het merendeel van de gevallen maakt de programmeur gebruik van meerdere van bovenstaande mogelijkheden om de benodigde informatie te bekomen.

¹⁶⁰ Bijvoorbeeld “third party” softwarebedrijven, zodat deze in staat zouden zijn software voor het systeem te ontwikkelen. Deze documenten maakten vaak deel uit van kostelijke ontwikkelingssets.

¹⁶¹ Dit is slechts zelden de producent van het videogamesysteem zelf. In verschillende videogamesystemen worden dan ook vaak dezelfde processoren en chipsets gebruikt. Doch, vaak werken videogamesystemen met licht gemodificeerde chipsets waardoor er toch verschillen kunnen bestaan (Adcock, 08.02.1997).

¹⁶² In 1999 heeft Hasbro bijvoorbeeld al haar rechten op de Atari Jaguar console opgegeven, waardoor de technologie van de console, haar perifere apparaten en de door Atari ontwikkelde spellen daadwerkelijk tot het publiek domein behoren (Clayton, 16.06.2002). In juni 2002 volgde Empire dit voorbeeld en deed eveneens afstand van de rechten voor hun oudere machines (Empire gaat zelfs zover dat ze de emulatiegemeenschap actief wil assisteren) (Campbell, 2002, p. 21).

5.3. Emulatie van de CPU

De emulatie van de CPU is veruit het belangrijkste proces. Jammer genoeg is het vaak ook een zeer complex proces. Veel CPU's zijn evenwel reeds geëmuleerd en vaak worden deze emulatieprogramma's dan ook overgenomen door de programmeurs van een emulator¹⁶³ (Adcock, 08.02.1997; Boris, 17.10.1999; Fayzullin, 2000).

In deze paragraaf zullen we de NES CPU bespreken. Voor de NES CPU zijn verschillende emulators beschikbaar¹⁶⁴. Vooraleer van start wordt gegaan met de precieze uiteenzetting van hoe een core emulator werkt, wordt eerst de CPU zelf kort behandeld. De NES maakt gebruik van een licht gemodificeerde 6502 microprocessor geproduceerd door Ricoh (Y0Shi, z.d.; Fayzullin, 09.03.2002). De 6502 processor heeft een kloksnelheid van 1.7897725 MHz voor de NTSC versie en 1.773447 MHz voor de PAL versie.

¹⁶³ Het heeft immers weinig zin zelf een geheel nieuwe CPU emulator (of core emulator) te ontwikkelen indien er voldoende en degelijke core emulators beschikbaar zijn.

¹⁶⁴ zoals bijvoorbeeld deze van Neil Bradley (die onder andere wordt gebruikt in de emulator Nesticle) of die van Marat Fayzullin (onder meer aangewend in iNES, FreeNES, Mame etc.) (Fayzullin, 2000).

5.3.1. Een voorbeeld van een core emulator

Marat Fayzullin (2000) voorziet ons van een volgende vereenvoudigde weergave van een core emulator:

```
Counter=InterruptPeriod;
PC=InitialPC;
for(;;)
{
    OpCode=Memory[PC++];
    Counter-=Cycles[OpCode];

    switch(OpCode)
    {
        case OpCode1:
        case OpCode2:
        ...
    }

    if(Counter<=0)
    {
        /* Check for interrupts and do other emulation */
        /* cyclic tasks here */
        ...
        Counter+=InterruptPeriod;
        if(ExitRequired) break;
    }
}
```

Zonder al te diep in te gaan op de technische kant van het programmeren van een core emulator zullen we bovenstaand programma beknopt ontleden. Allereerst kan men onderscheiden dat er een teller (“counter”) wordt geïnitieerd:

```
Counter=InterruptPeriod;
```

Deze counter houdt bij hoeveel klokomwentelingen (hoeveel CPU cycles) er nog zullen plaatsvinden voordat men verwacht dat er een interrupt zal optreden¹⁶⁵. Verder in het programma zal, als deze counter de waarde 0 of lager bereikt, worden

¹⁶⁵ Wanneer men beschikt over een CPU met de mogelijkheid tot pipelining wordt dit proces aanzienlijk meer complex. Men moet in dit geval immers over de kennis beschikken welke instructies zich nog in de pijpleiding bevinden wanneer de teller verloopt. Omwille van fysieke verschillen (tussen emulerende en geëmulerde CPU) wordt vaak geopteerd pipelining niet te emuleren. Dit wil evenwel niet zeggen dat men helemaal geen rekening moet houden met pipelining tijdens de emulatie (Zilmar, 27.05.2000).

nagegaan of er een interrupt optreedt of niet (zie infra). Naast deze teller wordt er ook een PC (Program Counter) opgestart:

PC=InitialPC;

Deze PC (die de basis uitmaakt van de Von Neumann machine) zal instaan voor het in volgorde bewaren van de instructies (ook wel OpCodes genoemd). Nadat deze twee tellers zijn ingericht, begint men met de loopbewerking. Deze loopbewerking zal steeds worden herhaald totdat de voorwaarden zijn voldaan om deze loop te onderbreken, in dit geval is deze voorwaarde:

if(Counter<=0)

De loop zal dus (zoals reeds kort aangehaald) worden onderbroken als de counter de waarde 0 (of een negatieve waarde) bereikt. Binnen deze loopbewerking wordt natuurlijk eerst de OpCode, de uit te voeren instructie, uit het geheugen opgehaald¹⁶⁶:

for(;;)
{
 OpCode=Memory[PC++];

Eveneens zal de PC worden aangepast. Immers net zoals bij de werkelijke CPU moet de PC van de core emulator de volgende instructie in de rij naar voren brengen¹⁶⁷. Het grote verschil tussen de PC van een echte CPU en die van een geëmuleerde CPU is dat de PC in het eerste geval een reëel stuk hardware is. In het tweede geval gaat het daarentegen om een eenvoudige, geprogrammeerde en zuiver softwarematige teller. Naast de bijsturing van de PC moet ook het aantal klokomwentelingen (en dus de variabele counter) worden aangepast:

Counter-=Cycles[OpCode];

Iedere instructie neemt bij de reële CPU immers een bepaald aantal klokomwentelingen in beslag. Dit aantal moet overeenkomen met het aantal

¹⁶⁶ In het Engelse jargon van programmeurs hanteert men hier het werkwoord “fetch”.

¹⁶⁷ In een Von Neumann machine worden de instructies tenslotte altijd sequentieel afgehandeld.

klokomwentelingen of CPU cycles dat moet worden afgetrokken van de counter bij de geëmuleerde CPU bij eenzelfde instructie¹⁶⁸.

Vervolgens wordt de opgehaalde OpCode geïnterpreteerd, hiervoor is het switch commando verantwoordelijk:

```
switch(OpCode)
{
    case OpCode1:
    case OpCode2:
    ...
}
```

Het switch commando zal alle afzonderlijke “cases” afdraaien¹⁶⁹. Indien er sprake is van een overeenstemming zal de core emulator de aan de case verbonden opdracht uitvoeren¹⁷⁰. Tenslotte wordt zoals reeds vermeld nagegaan of de counter verlopen is (zoniet dan zal de loopbewerking herhaald worden):

```
if(Counter<=0)
{
    /* Check for interrupts and do other emulation */
    /* cyclic tasks here */
    ...
    Counter+=InterruptPeriod;
    if(ExitRequired) break;
}
}
```

Als de counter verlopen is wordt er gecontroleerd op interrupts. Hiernaast wordt ook in deze fase de overige emulatie (geluid, video etc.) verricht, dit zijn de zogenaamde cyclische taken. Een voorbeeld van zo’n cyclische taak wordt verder in dit hoofdstuk behandeld.

¹⁶⁸ Een voorbeeld kan deze materie enigszins verhelderen: stel dat een sombewerking de reële CPU 3 klokomwentelingen kost, dan moet de counter van de geëmuleerde CPU met 3 worden verminderd bij de verrichting van éénzelfde sombewerking.

¹⁶⁹ En dit volgens het “If ... Else” principe. Dit wil zeggen dat als (if) de OpCode niet overeenstemt met de eerste case men zal overgaan naar de tweede case (else), enzovoort.

¹⁷⁰ De instructie STORE (van bepaalde gegevens naar een bepaald geheugenadres) zal bijvoorbeeld overeenkomen met case x die op zijn beurt dan leidt tot de opslag van de desbetreffende gegevens naar een bepaalde geheugenlocatie op het emulerende systeem. Hieruit blijkt nogmaals het belang om te beschikken over accurate informatie met betrekking tot de instructieset.

5.3.2. Interpreterende en recompilerende emulators

Bovenstaand programma is een voorbeeld van een interpretatieve emulator. Een interpretatieve emulator zal de OpCode ophalen, deze interpreteren (dit is toewijzen aan een specifieke case via het If ... Else principe) en tenslotte zal de emulator de desbetreffende interpretatie (de specifieke case waaraan de opgehaalde OpCode beantwoordt) uitvoeren. Interpretatieve emulators hebben het nadeel relatief traag te zijn (ze moeten immers alle cases successievelijk nagaan) (Fayzullin, 2000).

Naast interpreterende emulators bestaan er dan ook snellere, doch complexere, recompilerende emulators. Een recompilerende emulator zal trachten de Assembly code van het te emuleren systeem rechtstreeks en in realtime¹⁷¹ om te zetten naar de Assembly code van het emulerende systeem (Levan e.a., 03.1999; Fayzullin, 2000). Dit proces heeft naast het voordeel sneller te zijn ook enkele nadelen¹⁷² (ARDI, 2002; Fayzullin, 2000).

5.3.3. Duiding omtrent complexiteit

Deze paragraaf besluit de bespreking van de eigenlijke organisatie van een core emulator. Vooraleer het volgende punt wordt aangebroken dient het aspect complexiteit toch nog even te worden geaccentueerd. Men moet immers bij het, door ons ontlede, programma in acht nemen dat het hier gaat om een sterke simplificering van een authentieke, gecompliceerde core emulator. Men zou immers abusievelijk de indruk kunnen krijgen dat het emuleren van de CPU een relatief simpel proces is van ophalen, decoderen en uitvoeren (Levan e.a., 03.1999; Adcock, 08.02.1997; Fayzullin, 2000). Het programmeren van een core emulator voor het NES

¹⁷¹ In dit geval spreken we van dynamic recompilation. Naast dynamic recompilation bestaat er ook nog static recompilation. Hierbij wordt de code niet rechtstreeks en in realtime omgevormd, maar wordt de code eerst ingelezen, vertaald en dan pas uitgevoerd (éénmaal het volledige programma werd omgezet). Deze methode is evenwel slechts zelden mogelijk gezien computersystemen vaak gebruik maken van zichzelf modificerende code. Zulke modificaties kan men op voorhand niet incalculeren en moeten dan ook worden aangepakt (gerecompileerd) wanneer ze zich voordoen. Voor zulke code is dan ook dynamic recompilation vereist (ARDI, 2002; Fayzullin, 2000).

¹⁷² Ten eerste moet men een grondige kennis hebben van de Assembly programmeertaal van zowel het emulerende systeem als het geëmuleerde systeem. Hiernaast zal het resulterende programma, gezien Assembly een machinegebonden programmeertaal is, slechts beperkt portable zijn. En tenslotte vergt dynamic recompilation zeer uitgebreide programmeervaardigheden.

videogamesysteem (of enig ander computersysteem) is een zeer gecompliceerde materie en vereist dan ook de nodige kunde.

5.4. Emulatie van het geheugen

Eenmaal men een goede core emulator tot zijn dispositie heeft, kan men van start gaan met de emulatie van het geheugen. Aangaande deze materie heeft de programmeertaal Assembly het voordeel rechtstreeks gebruik te kunnen maken van de registers van de CPU die het emulatieprogramma uitvoert¹⁷³ (Fayzullin, 2000). Zodoende hoeft men de registers van de te emuleren machine bijvoorbeeld niet emuleren¹⁷⁴. Er is slechts één grote problematiek die moet worden behandeld bij de emulatie van het geheugen. Eerder werd reeds gesproken over de geheugenadressering en het feit dat iedere locatie in het geheugen een uniek adres heeft. Het probleem waarop men stuit, is dat deze verwijzingen naar geheugenadressen in het oorspronkelijke systeem moeten overeenstemmen met de adressering in het emulerende systeem. Als de emulerende CPU met andere woorden de opdracht geeft om op geheugenadres x gegevens op te halen dan moet de emulator weten waar in het geheugen van de emulerende computer deze gegevens ergens opgeslagen zijn¹⁷⁵ (Fayzullin, 2000; Boris, 17.10.1999; Adcock, 08.02.1997). Net als bij de emulatie van de CPU verloopt dit proces zuiver softwarematig. Fayzullin (2000) suggereert volgende code:

¹⁷³ Assembly is een low level programmeertaal die het toelaat nauw samen te werken met de specifieke (low level) apparatuur van het systeem. C en andere high level programmeertalen staan los van de hardwarematige samenstelling van het systeem en kunnen dan ook slechts een beperkter gebruik van die hardware nastreven.

¹⁷⁴ Men maakt immers gebruik van de registers die reeds aanwezig zijn in de emulerende CPU. Dit gaat natuurlijk enkel in het geval dat de emulerende CPU minstens over gelijkaardige registers beschikt dan de oorspronkelijke, geëmuleerde CPU. Achterwaartse compatibiliteit is echter een belangrijk aspect bij de productie van een nieuwe CPU, waardoor de kans groot is dat een nieuwere CPU over de benodigde registers beschikt (Puers, 2003, p. 9).

¹⁷⁵ Een voorbeeld kan dit procédé verder toelichten: onderstel dat de core emulator een berekening heeft verricht en hij wil zijn resultaat wegschrijven naar het register. Normaliter zou de core emulator, omdat deze de oorspronkelijke CPU perfect zou moeten nabootsen, het resultaat moeten wegschrijven naar dezelfde plaats (geheugenlocatie) als de oorspronkelijke CPU dit gedaan zou hebben. Dit is echter vaak onmogelijk, het is dan ook hier dat de emulatie van het geheugen inspringt (Adcock, 08.02.1997). In plaats van het resultaat weg te schrijven naar de bedoelde locatie zal de emulator zelf een bepaalde locatie kiezen om de gegevens te bewaren.

```
Data=Memory[Address1]; /* Read from Address1 */  
Memory[Address2]=Data; /* Write to Address2 */
```

Voor alle leesopdrachten die men ontvangt van de core emulator zal de emulator op zoek gaan naar de data die overeenstemmen met het desbetreffende, gevraagde adres. Bij schrijfoopdrachten geldt hetzelfde principe en wordt voor ieder adres waarnaar geschreven moet worden een bepaalde locatie in het echte (emulerende) geheugen gereserveerd. Wederom gaat het hier om een sterke simplificatie van het werkelijk emuleren van het geheugen. In bovenstaande regels programmatuur wordt geen rekening gehouden met veelvuldig toegepaste praktijken zoals virtueel geheugen, spiegeling van geheugen etc. (Fayzullin, 2000). Hieruit kan men concluderen dat een alomvattende memory map onontbeerlijk is, op basis van deze map zal men immers een nieuwe geëmuleerde memory map kunnen aanmaken waarmee men zal werken op het emulerende systeem.

Om de complexiteit verder toe te lichten wordt summier het NES geheugen besproken. Hiervoor wordt een vereenvoudigde memory map van de NES¹⁷⁶ weergegeven (Y0SHi, z.d.; Fayzullin, 09.03.2002):

Tabel 1. Memory map NES

Geheugenadres	Geheugengrootte	Functie
\$0000	\$1000	Pattern Table 0
\$1000	\$1000	Pattern Table 1
\$2000	\$800	Name Tables
\$3F00	\$20	Palettes

Ter verduidelijking worden de in deze tabel gehanteerde termen kort uit de doeken gedaan (Y0SHi, z.d.; Fayzullin, 09.03.2002):

- Name Tables: de beelden die de NES genereert hebben een resolutie van 256 op 240 pixels. Ieder beeld is opgedeeld in 960 gelijke tegels (“tiles”), het rasterwerk waarin deze tegels worden geplaatst, met een grootte van 256 op 240 pixels, noemt men een Name Table¹⁷⁷.

¹⁷⁶ Hierbij moet men rekening houden dat de NES naar huidige standaarden een volstrekt voorbijgestreefd systeem is. De memory map van een hedendaags systeem is dan ook vele malen complexer. Bovendien wordt in deze weergave van de memory map geen rekening gehouden met de capaciteiten van de NES tot memory banking en geheugenspiegeling.

¹⁷⁷ Het geheugen van de NES biedt slechts ruimte voor twee Name Tables (2 volledige schermen dus) maar kan door mirroring tot vier Name Tables ondersteunen.

- Pattern Tables: deze worden gebruikt om de afzonderlijke tegels (tiles) te bewaren. Deze tegels zijn acht op acht pixels groot en kunnen maximaal vier kleuren weergeven.
- Palettes: de NES heeft een kleurenpalet van 16 verschillende kleuren die eveneens tegelijk op het scherm kunnen worden weergegeven.

5.5. Emulatie van het audiosysteem

Emulatie van het audiosysteem is dikwijls de moeizaamste taak. Het is dan ook vaak de geluidsapparatuur die het sterkst verschilt tussen de verschillende computersystemen. Zoals reeds gezegd werken de meeste audiosystemen met FM synthesis en wave tables. De meer recente modellen van geluidssystemen werken thans met EAX, EAX2, Dolby en Dolby surround standaarden hetgeen de kwaliteit sterk verbetert (NVIDIA, 2003a). Toch kunnen er nog grote verschillen bestaan tussen de geluidssystemen van de emulerende computer en het geëmuleerde systeem, waardoor tal van afwijkingen moeten worden gecompenseerd¹⁷⁸ (Gavalas, z.d.; Adcock, 08.02.1997).

Inzake de emulatie van het geluid heeft men twee opties (Adcock, 08.02.1997). Enerzijds kan men het geluid puur, volledig emuleren waardoor wel eens verschillen kunnen optreden met de geluidsproductie van het oorspronkelijke, geëmuleerde systeem. De klanken zijn met andere woorden verschillend, dit is mogelijk omdat dezelfde signalen door verschillende audio apparatuur verschillend wordt weergegeven¹⁷⁹. Anderzijds kan men werken met samples waardoor men kleine stukjes van de originele geluidsstukken overneemt en deze (uit het geheugen) na elkaar afspeelt waardoor men de originele muziekstroom veel beter benadert. Het

¹⁷⁸ Een FM synthesis systeem zal bijvoorbeeld nooit adequaat een Dolby systeem kunnen emuleren, dit zal sowieso gepaard gaan met kwaliteitsverlies en sommige functies zullen zelfs helemaal niet geëmuleerd kunnen worden (Dolby systemen beschikken immers over veel uitgebreidere mogelijkheden dan FM synthesis systemen).

¹⁷⁹ Aangaande de videoweergave kan hetzelfde probleem optreden. Huidige grafische systemen zijn alles welbeschouwd vaak volledig verschillend van de grafische systemen die ze trachten te emuleren. Bovendien kunnen er ook verschillen zijn in de weergavetoestellen: vele videogames werden oorspronkelijk gespeeld op een televisiescherm opgebouwd uit een relatief laag aantal lijnen. Personal computer monitors beschikken over veel hogere resoluties dan televisietoestellen (en dus ook over meer lijnen) (De Grooff, 2001, p. 220). Om het effect van het oorspronkelijke “gelijnd” videobeeld te recreëren worden in emulators vaak opties voorzien om zogenaamde “scanlines” toe te voegen aan het beeld.

nadeel van deze methode is dat er veel werk kruipt in het opnemen van zulke samples¹⁸⁰. Bovendien kunnen deze geluidssamples in sommige gevallen genieten van auteursrechterlijke bescherming (Adcock, 08.02.1997).

Thans worden geluid en beeld steeds meer geëmuleerd met behulp van DirectX. DirectX is hedendaags een onmisbaar instrument voor het ontwikkelen van audiovisuele software op Windows platformen. DirectX voorziet tal van commando's die kunnen worden geïntiliseerd binnen de C programmeertaal (Microsoft Corporation, 2003). DirectX bestaat uit Direct3D, DirectDraw, DirectVideo, DirectPlay, DirectSound en DirectInput (NVIDIA, 2003b). Voor weergave van geluid en beeld alsook voor de equipage van invoerapparaten wordt steeds meer een beroep gedaan op DirectX. DirectX wordt immers steeds meer gemeengoed, ook bij het programmeren van emulators¹⁸¹ (Gavalas, z.d.).

Hoe gaat de emulatie van het geluid nu in zijn werk? Core emulators voorzien na een aantal klokomwentelingen steeds in een periode waarin cyclische taken kunnen worden verricht. Tot deze cyclische taken horen ook de emulatie van geluid, beeld, invoerapparatuur (bijvoorbeeld joysticks) etc. (Fayzullin, 2000; Adcock, 08.02.1997; Boris, 17.10.1999). De emulatie van het geluid moet dus ook plaatsvinden binnen deze cyclische taken (zie infra) (Fayzullin, 2000). Emulatie van het geluid houdt verschillende stappen in (Gavalas, z.d.; Boris, 17.10.1999; Adcock, 08.02.1997):

- De berekeningen met betrekking tot de audioproductie. Deze worden ofwel verricht door de CPU ofwel door de SPU. In het eerste geval verzorgt de core emulator de berekeningen, in het tweede geval is er nood aan een extra core emulator die de werking van de SPU emuleert¹⁸².
- Het schrijven van de audiogegevens naar het (geëmuleerde) geheugen¹⁸³.
- Via de DAC (van de geluidskaart van de emulerende computer) tenslotte wordt deze data omgezet naar een gebruiksklaar analoog signaal.

¹⁸⁰ Merk op dat met deze methode men de oorspronkelijke auditieve hardware niet emuleert en er dus strikt genomen geen sprake is van emulatie. Enkel de opgenomen samples, afkomstig van het originele systeem, worden uit het geheugen afgespeeld.

¹⁸¹ Ter illustratie hiervan verwijzen we naar de legio voorbeelden van emulators die gebruik maken van DirectX.

¹⁸² Deze SPU emulator zal dan opereren gedurende de periode dat de core emulator cyclische taken verricht. Er is dan ook sprake van een core emulator die opereert tijdens de uitvoering van een andere core operator. Voor de emulatie van een systeem met meerdere processoren is het dan ook niet zeldzaam dat verschillende core operators opereren binnen de CPU core operator.

¹⁸³ Op éénzelfde wijze als werd besproken in de behandeling van het audiosysteem.

Samengevat worden de geluidsgegevens eerst opgehaald door de core emulator (die van de CPU of die van de SPU). Deze gegevens worden vervolgens door de core emulator gedecodeerd en doorgestuurd naar de DAC (via het geheugen) die op zijn beurt de auditieve, digitale data omzet in een analoog signaal dat kan worden afgespeeld door de luidsprekers. Dit kan gebeuren met behulp van DirectX¹⁸⁴.

5.6. Emulatie van het videosysteem

Net zoals audiosystemen kunnen ook videosystemen sterk verschillen en kan het, uit de emulator, resulterende beeld verschillen van dat van de originele machine. De grafische emulatie is veruit het belangrijkste onderdeel bij de ontwikkeling van een emulator¹⁸⁵.

De exacte functionering van de emulatie van een videosysteem is gelijkaardig aan dat van een audiosysteem en bestaat uit volgende stappen (Adcock, 08.02.1997; Boris, 17.10.1999):

- De core emulator (of een extra core emulator voor de GPU) is verantwoordelijk voor de nodige grafische berekeningen.
- De resultaten van deze berekeningen worden opgeslagen in het geëmuleerde geheugen. Deze gegevens bestaan uit alle informatie (kleur, plaatsing etc.) van iedere pixel van tenminste één volledig beeldscherm (Dedene e.a., 2003, pp. 48-49; Walker, 29.04.2000; Fayzullin, 09.03.2002).
- Het geheugen wordt ingelezen en afgebeeld op het beeldscherm (zie supra).

¹⁸⁴ De precieze werking van DirectX en de geluidswaergave zijn te uitgebreid en gecompliceerd om binnen het bestek van deze eindverhandeling te behandelen. Bovendien is de emulatie van geluid geen absolute vereiste voor een emulator. Veel emulators ondersteunen dan ook geen (of slechts beperkte) auditieve faciliteiten.

¹⁸⁵ De connotatieve bandbreedte van het beeldscherm is inzake videogames dan ook groter dan de communicatieve capaciteit van andere aspecten (geluid, force feedback etc.) die betrekking hebben tot videospellen. De emulatie van het grafische systeem neemt dan ook al gauw meer dan 50% van het totale vermogen van de emulator in.

5.7. Invoer apparaten en overige instrumenten

Er bestaan tal van invoerapparaten¹⁸⁶ en allen vereisen ze een specifieke aanpak. Het is dan ook onbegonnen werk deze op exhaustieve wijze te bespreken. Voor al deze apparaten echter geldt dat ze werken met I/O adressen (Boris, 17.10.1999). Zoals we reeds hebben gezien kunnen I/O adressen op twee manieren worden aangesproken. In het geval dat I/O apparaten memory mapped worden aangesproken, bestaan er relatief weinig problemen¹⁸⁷ (Fayzullin, 2000; Meng, 12.06.2000). Port mapped systemen maken gebruik van verschillende instructies voor geheugen enerzijds en I/O apparaten anderzijds. Het komt erop neer dat deze instructies extra zullen moeten worden ondersteund in de emulator (Boris, 17.10.1999). Contact met de I/O apparaten gebeurt (gelijkaardig als met het geheugen) via adressen. Net als bij het geheugen is er hier dan ook nood aan een zekere “vertaling” van adressen door de emulator.

Verschillende onderdelen van het oorspronkelijke systeem moeten niet geëmuleerd worden omdat het emulerende systeem compatibele apparatuur voorhanden heeft¹⁸⁸. Andere toestellen of onderdelen zoals de BIOS, de cartridges, de videogames zelf; kortom de software van het videogamesysteem is nog niet behandeld in dit kapittel. De software wordt dan ook besproken in het volgende hoofdstuk.

5.8. Cyclische taken

Zoals reeds werd behandeld in bovenstaande tekst weet men dat beeldschermen lijn per lijn worden opgebouwd aan de hand van Hblanks en Vblanks (Snyder e.a., 07.11.1999). Ook bij de NES is dit systeem van toepassing. Inzake emulatie heeft men de keuze om het beeld lijn per lijn op te bouwen of dat men het gehele beeld

¹⁸⁶ Er bestaan honderden joysticks, toetsenborden, zappers (lichtgeweren), 3D apparatuur (Virtual Boy etc.) etc. Ook cartridgelezers, cd-rom en andere gegevensimporterende instrumenten behoren tot deze categorie (Walker, 29.04.2000; YOSH, z.d.).

¹⁸⁷ Men maakt dan immers gebruik van dezelfde commando's als deze om het geheugen aan te spreken hetgeen de programmeur van de emulator heel wat moeite bespaart. Men kan bij deze systemen gebruik maken van een zelfde programma als het programma dat werd gebruikt ter emulatie van het geheugen.

¹⁸⁸ Bijvoorbeeld de verschillende busses.

ineens berekent. De eerst vernoemde optie is veruit de meest accurate¹⁸⁹ maar is ook trager (Fayzullin, 2000; Gavalas, z.d.). Als men er nu voor opteert het beeld lijn per lijn op te bouwen, dan moet men zich afvragen per hoeveel klokomwentelingen men een lijn moet tekenen (dit is wegschrijven naar het geheugen). Nemen we aan dat de core emulator opereert met een kloksnelheid van 2,56 MHz¹⁹⁰ of 2,56 miljoen klokomwentelingen per seconde. Verder weten we dat de NES een resolutie heeft van 256 op 240 pixels, er moeten dus 256 lijnen worden getekend. Bovendien moeten deze lijnen (aan een standaard refresh rate van 50 Hz) 50 maal per seconde worden afgebeeld. Men kan nu de eenvoudige berekening maken waarbij men het aantal klokomwentelingen deelt door de refresh rate en het aantal lijnen dat moet worden getekend. De uitkomst van deze bewerking (200) geeft weer om de hoeveel klokomwentelingen er een Hblank moet optreden. Vblanks daarentegen komen veel minder voor, eenzelfde berekening¹⁹¹ geeft aan dat er om de 51.200 klokomwentelingen een Vblank moet optreden. Als men er nu van uitgaat dat er behalve de weergave van het beeld geen andere cyclische taken zouden bestaan en zich geen interrupts zouden voordoen, dan zou de core emulator worden aangevuld¹⁹² met de code vereist om iedere 200 klokomwentelingen een Hblank uit te voeren en iedere 51.200 klokomwentelingen een Vblank te realiseren.

Indien er meerdere cyclische taken zijn die moeten worden verricht (onder andere als gevolg van het geluidssysteem, of invoerapparaten) dan moet men alle respectievelijke vereiste klokomwentelingen op een rijtje zetten en van deze getallenreeks de grootste gemene deler onttrekken (Fayzullin, 2000). Deze geeft aan om de hoeveel klokomwentelingen de core emulator toelaat cyclische taken uit te voeren. Stel bijvoorbeeld dat men voor audio en voor de invoer (joysticks) respectievelijk om de 160 en 300 klokomwentelingen een cyclische taak moet verrichten. De grootste gemene deler van de gehele reeks (51.200, 300, 200 en 160

¹⁸⁹ De accuraatheid van het beeld kan men afleiden aan de hand van de hoeveelheid “garbage” die men aantreft in de beeldweergave. Wanneer men het beeld lijn per lijn opbouwt zullen er met andere woorden minder onvolmaaktheden en onzuiverheden worden afgebeeld.

¹⁹⁰ De eigenlijke NES spelcomputer heeft een geringere kloksnelheid (zie supra). Met core emulators is het echter mogelijk om hogere snelheden te bereiken naargelang het systeem waarop men emuleert (YOSH, z.d.; Fayzullin, 09.03.2002).

¹⁹¹ Aantal klokomwentelingen (2.560.000) delen door de refresh rate (50) delen door het aantal Vblanks per scherm (1).

¹⁹² Meer bepaald zou de counter die het verwachte aantal klokomwentelingen tot de volgende interrupt bijhoudt, gelijk worden gesteld aan 200 waardoor iedere 200 klokomwentelingen de core emulator de cyclische taken zal volbrengen. Iedere cyclus van 200 klokomwentelingen wordt er aldus een Hblank verricht. Na 256 van zulke cycli wordt er logischerwijze geen Hblank maar een Vblank gerealiseerd, waarna het hele proces zich herhaalt.

klokomwentelingen) is 20, waardoor er om de 20 klokomwentelingen een cyclische taak kan worden verricht. Volgende tabel geeft dan de orde van cyclische taken voor bovenstaand beschreven emulator weer:

Tabel 2. Cyclische taken

Klokomwenteling	Cyclische taak A
20	Geen taak
40	Geen taak
60	Geen taak
80	Geen taak
100	Geen taak
120	Geen taak
140	Geen taak
160	Audiosysteem
180	Geen taak
200	Hblank
220	Geen taak
240	Geen taak
260	Geen taak
280	Geen taak
300	Invoer apparaten
320	Geen taak
...	...

Indien er geen cyclische taken dienen te worden verricht wordt de loopbewerking van de core emulator natuurlijk opnieuw geïnitieerd.

Bij de afstemming van de verschillende apparaten op elkaar kunnen synchronisatieproblemen optreden. Zoals reeds beknopt werd vermeld werken videogamesystemen parallel en dienen ze synchroon te worden geëmuleerd (er is slechts één CPU om alle bewerkingen te verrichten) (Boris, 17.10.1999; Adcock, 08.02.1997). Als de core emulator en de emulatie van het videogeheugen bijvoorbeeld niet exact synchroon zijn afgestemd kunnen euvels in de beeldschermweergave voorkomen¹⁹³.

¹⁹³ Stel bijvoorbeeld dat het grafische geheugen te snel wordt geëmuleerd. In dit geval zullen, wanneer de core emulator de gegevens van het eerste scherm wil ophalen, de gegevens in dit geheugen met betrekking tot het eerste scherm reeds (gedeeltelijk) overschreven zijn door gegevens van het tweede scherm (het videogeheugen werkt immers te snel voor de core emulator).

5.9. Typologie van emulators

Totnogtoe heeft deze tekst zich beperkt tot zuiver softwarematige emulators. Er bestaan evenwel ook nog andere videogame emulators die de incorporatie van hardware elementen omvatten. Strikt genomen vallen deze emulators niet binnen het domein van deze eindverhandeling. Desalniettemin worden ze in onderstaande tekst summier behandeld.

Naast de softwarematige emulators (waarnaar ook wordt verwezen als “ware emulators”) bestaan nog twee andere vormen van emulators (Pettus, 16.03.2000):

- Combo emulators: deze vereisen voor hun emulerende taken zowel een softwareprogramma als één of meerdere hardwarematige componenten¹⁹⁴.
- Firmware emulators: opperen emulatie zuiver en alleen door middel van hardware. Firmware emulators worden voortdurend gebruikt in de (videogame-) industrie (Wu, Gulati, Abali & Panda, z.d.). De achterwaartse compatibiliteit van een spelsysteem met zijn voorganger (bijvoorbeeld de Playstation 2 met zijn predecessor)¹⁹⁵ is ook een vorm van een firmware emulator (Puers, 2003, p. 9; Pettus, 16.03.2000).

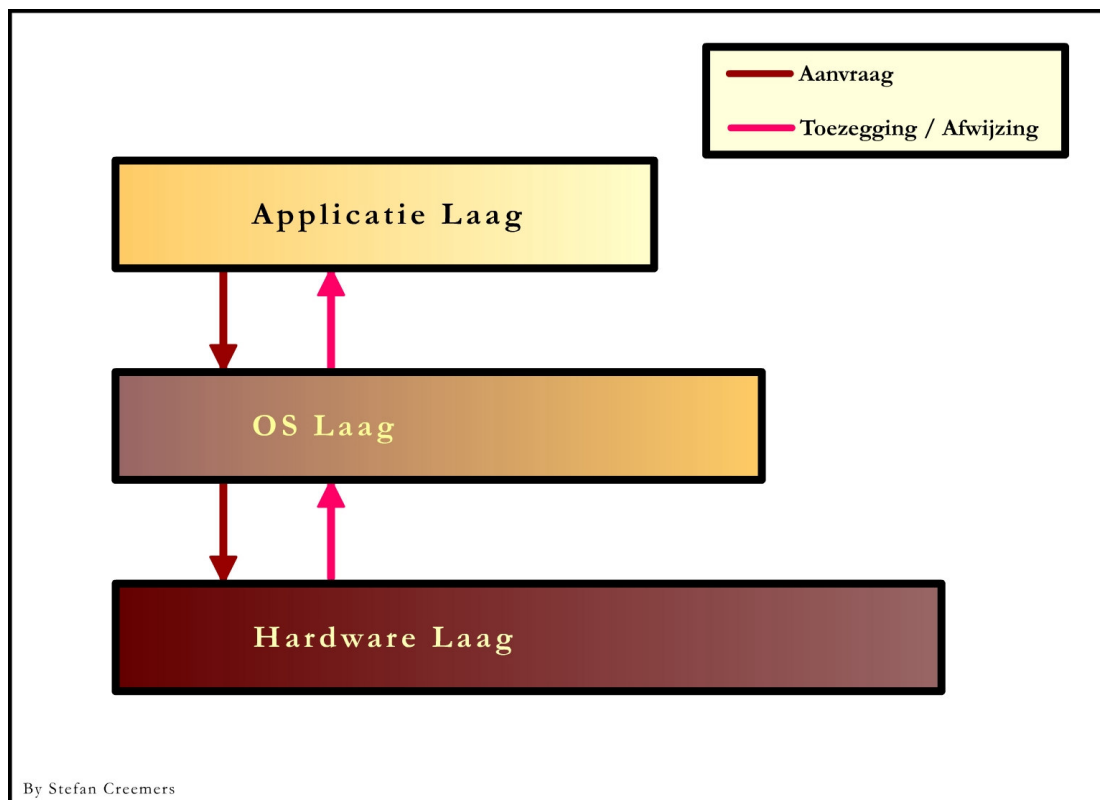
Hiernaast kan men ook een nuancering maken naar High Level of Low Level Emulation. Tot nu toe werd louter Low Level Emulation (LLE) behandeld, met name de emulatie van de pure hardware. Een andere en meer recente aanpak is High Level Emulation (HLE). Hiermee wordt getracht het OS (Operating System) van het te emuleren systeem rechtstreeks na te bootsen. Om dit proces nader toe te lichten wordt volgende figuur verschaft¹⁹⁶:

¹⁹⁴ Pettus (16.04.2000) haalt hier het voorbeeld van de A-Max aan. A-Max stelde het Amiga computersysteem in staat een Mac computer te emuleren, tenminste als men de nodige Mac BIOS ROM chips en een Mac boot disk tot zijn beschikking had. Het softwareprogramma A-Max, in coöperatie met de nodige hardware (de ROM chips en de boot diskette), stelde iemand met andere woorden in staat om het Mac systeem te emuleren.

¹⁹⁵ Alhoewel in dit geval sprake is van onvolmaakte emulatie. De Playstation 2 is niet in staat het volledige gamma van Playstation 1 spellen te ondersteunen. Naast de Playstation computers bieden verscheidene andere spelsystemen een achterwaartse compatibiliteit met hun voorgaande systemen (Sega Megadrive, Game Boy Color, Game Boy Advance, SNES etc.).

¹⁹⁶ In werkelijkheid bestaan er nog meerdere lagen waartussen onderscheid wordt gemaakt. Om qua inhoud en transparantie binnen de perken te blijven werd echter geopteerd voor deze vereenvoudigde weergave.

Figuur 14. De verschillende lagen van operatie binnen de computer



Binnen de meeste computersystemen wordt onderscheid gemaakt tussen een aantal lagen die met elkaar in interactie staan. De hardware laag van het systeem ligt aan de basis en beheert alle resources. Hierin bevinden zich al de onderdelen vervat die we in het eerste hoofdstuk van dit deel hebben besproken. De daar bovenliggende laag, het OS, verzorgt de softwarematige werking van het systeem. Het OS zal verzoeken bepaalde resources van de hardware te mogen benutten, bijvoorbeeld geheugenruimte. De hardware zal dit verzoek behandelen en al dan niet geheugenruimte toekennen. Een andere belangrijke functie van het OS, is de bufferrol die ze speelt tussen de applicaties, de software (bijvoorbeeld een videospel) en de hardware. Aanvragen voor hardwareresources vanuit applicaties worden dus via het OS gesteld (Kuo, 2002; University of Victoria, 04.04.2003; Milo, 12.04.2002).

LLE zal trachten de basis, de onderste laag zo perfect mogelijk na te bootsen. HLE zal daarentegen meteen het besturingssysteem emuleren¹⁹⁷. HLE is enkel

¹⁹⁷ Hiervoor zal de HLE emulator alle aanvragen van het OS aan de hardware moeten omzetten in legale aanvragen verstaanbaar voor de hardware van de emulerende computer. Andersom zullen de toewijzingen en afwijzingen vanaf de hardware ook weer door de HLE emulator worden geïnterpreteerd ("UltraHLE Architecture", 29.01.1999; Zilmar, 27.05.2000).

mogelijk als er voldoende overeenkomsten zijn met het OS van het emulerende systeem en het OS van het geëmuleerde systeem¹⁹⁸.

6. ROMs

Ondanks dat in bovenstaande twee hoofdstukken nauwkeurig wordt beschreven hoe een emulator nu precies is opgebouwd en functioneert, is er slechts zeer weinig gezegd over de software waarmee deze emulators (en geëmuleerde systemen) werken. Het hele concept van emulatie is er nochtans op gericht de software (bijvoorbeeld de videogames, maar ook bijvoorbeeld classificatieprogramma's van bibliotheken) van de te emuleren machine weer te geven op de emulerende machine.

6.1. Definitie

Een foutloze emulator (LLE) die aldus de hardware perfect emuleert zou probleemloos in staat moeten zijn de bovenliggende lagen (OS, software etc.) te operationaliseren. Deze software (het OS, de videogames) wordt echter vaak bewaard op archiveringsmedia die niet kunnen worden geraadpleegd door hedendaagse computersystemen (een IBM computer heeft bijvoorbeeld geen cartridgelezer voor NES spellen). Opdat het emulerende systeem deze software zou kunnen lezen moet deze dan ook worden omgezet naar een voor dit systeem raadpleegbaar formaat. Meer specifiek zal deze software worden omgezet naar één of meerdere ROM bestanden (of ROMs) die geraadpleegd kunnen worden door de emulerende machine. In het beknopte bewoordingen zijn ROMs niet meer dan de beeldbestanden van de data die zich bevinden op archiveringsmedia die niet (langer¹⁹⁹) worden ondersteund door hedendaagse IBM compatibele computers. Uit deze bondige definitie blijkt dan ook dat ROMs zich niet louter lenen tot emulatiedoeleinden. Het ROM concept wordt behalve voor emulatie dan ook voor tal van andere praktijken aangewend. Initieel werden ROMs zelfs aangemaakt

¹⁹⁸ De HLE emulator (die zelf ook onder een besturingssysteem opereert) moet immers in staat zijn de opdrachten van het te emuleren OS om te zetten in verstaanbare instructies voor het OS waarop de HLE emulator zelf functioneert (Zilmar, 27.05.2000).

¹⁹⁹ Hierbij wordt gedacht aan de floppy disk en andere obsoleete perifere apparatuur.

(gedumpt) om het ontwikkelaars makkelijker te maken de door hun geschreven code te ontleden en aan te passen²⁰⁰. Pettus (16.03.2000) omschrijft een ROM dan ook als volgt:

a "ROM" is a piece of computer software stored within a unique archival format not found in everyday personal computer usage that is intended to work with special program development tools, or some form of an emulator, or both.

De benaming ROM is enigszins ongelukkig gekozen aangezien deze bestanden helemaal geen Read Only Memories zijn. De term slaat dan ook veeleer op de afkomst van de bestanden²⁰¹. De bestanden hebben immers vaak (maar lang niet altijd) een ROM archiveringsmedium als origine.

6.2. Typologie van ROMs

ROMs kan men op basis van verschillende elementen indelen. In volgende paragrafen worden de meest prominente categorieën²⁰² opeenvolgend behandeld.

Allereerst wordt er een onderscheid gemaakt tussen ROMs als zijnde binaire beeldbestand of als zijnde een disk image. Men spreekt van binaire beeldbestanden als het gaat om gegevens die werden opgeslagen op reële ROM archiveringsmedia (zoals bijvoorbeeld een cartridge) (Nintendo, 2000; Classic Gaming, 2003)²⁰³. Binaire beeldbestanden zijn exacte kopieën van de gegevens die zich op het ROM medium bevinden. Disk images zijn dan weer beeldbestanden van een geheel (niet-ROM) medium (bijvoorbeeld van een floppy of van een diskette)²⁰⁴. Voor deze beide begrippen wordt (ondanks de verschillen) in het jargon gewoon verwezen naar de koepelterm "ROM".

²⁰⁰ Ontwikkelaars van videogames ontwerpen hun spel vaak op een IBM compatibele computer. Om de programmacode van het spel over te brengen van bijvoorbeeld een cartridge naar de pc (en omgekeerd) wordt gebruik gemaakt van ROM dumping machines (zie infra). Bovendien stellen deze ROM dumping toestellen de ontwikkelaars ook in staat code van concurrerende spellen te ontleden om zo ideeën op te doen (Pettus, 16.03.2000).

²⁰¹ namelijk de cartridges, de cd's, de diskettes etc.

²⁰² Men kan ROMs op talloze wijzen categoriseren (op basis van grootte, compressie, encryptie, legaliteit etc.), doch deze uitgebreide typologische benadering is niet te verzoenen met de beperkte omvang van deze verhandeling.

²⁰³ De term ROM vindt zijn oorsprong hier dan ook terug (Pettus, 16.03.2000).

²⁰⁴ Disk images worden voornamelijk aangewend voor archiveringsmethoden die in onbruik zijn geraakt. Deze verouderde methoden worden immers niet meer ondersteund door nieuwere machines. Disk images bieden voor dit probleem een oplossing (Pettus, 16.03.2000).

Vervolgens wordt onderscheid gemaakt tussen systeem en game ROMs. ROMs kunnen de gegevens bevatten van spelmedia enerzijds en systeem ROMs anderzijds. In het eerste geval bevat het ROM geheugen alle data (graphics, audio etc.) met betrekking tot het videogame dat wordt bewaard in het betrokken geheugen. Het beeldbestand (de ROM) dat deze gegevens vasthoudt zal door de emulator worden ingelezen en worden benut voor het afspelen van het spel dat in het desbetreffende beeldbestand wordt bewaard (Nitro, z.d.). Systeem ROMs daarentegen bevatten informatie²⁰⁵ cruciaal voor de werking van het systeem. Onder de systeem ROMs vallen onder andere het EPROM geheugen van de BIOS chip, kernel ROMs²⁰⁶ etc. Deze ROMs kunnen vereist zijn voor de werking van de emulator²⁰⁷ (Pettus, 16.03.2000).

Tot slot bemerkt men ook nog de ROMs die behoren tot het publieke domein (Public Domain ROMs). ROMs die niet (langer) onderhevig zijn aan enige rechten, worden gerekend tot het publieke domein. De ROMs uit het publieke domein mogen vrijelijk worden verspreid en gedupliceerd (hun aantal is evenwel nog zeer beperkt) (Pettus, 16.03.2000; Classic Gaming, 2003).

6.3. De praktijk van het ROM dumpen

Het maken van een binair beeldbestand van een bepaald ROM medium (bijvoorbeeld de cartridge, de BIOS ROM etc.) incorporeert het uitlezen van alle code aanwezig in het desbetreffende ROM geheugen. Deze gegevens worden dan opgeslagen in een binair beeldbestand ("Rom Information", z.d.; Nintendo, 2000). In veel gevallen bestaat hiervoor gespecialiseerde apparatuur die vaak wordt voorzien door de ontwikkelaars van het videogamesysteem zelf. In een heleboel andere gevallen zijn zulke gespecialiseerde machines niet voorhanden en dient degene die het ROM geheugen wenst te dumpen dat met eigen (vaak zeer kostelijk) materiaal te doen (Pettus, 16.03.2000; Guru, 07.04.2003)²⁰⁸.

²⁰⁵ De informatie bewaard in systeem ROMs wordt ook wel firmware code genoemd.

²⁰⁶ Deze staan in voor de opslag van het besturingssysteem.

²⁰⁷ In dit geval maakt de emulator gebruik van copyrighted code en is het gebruik ervan dus illegaal (indien er geen licentie hiertoe werd verleend) (Dumortier, 2002).

²⁰⁸ Een uitgebreide handleiding over het dumpen van ROMs kan worden gevonden op volgende website: <http://www.angelfire.com/gundam/shinnokata/toc.html>. Inzake het dumpen van ROMs moet men realiseren dat er tienduizenden verschillende soorten fysieke ROM geheugens bestaan. Voor de

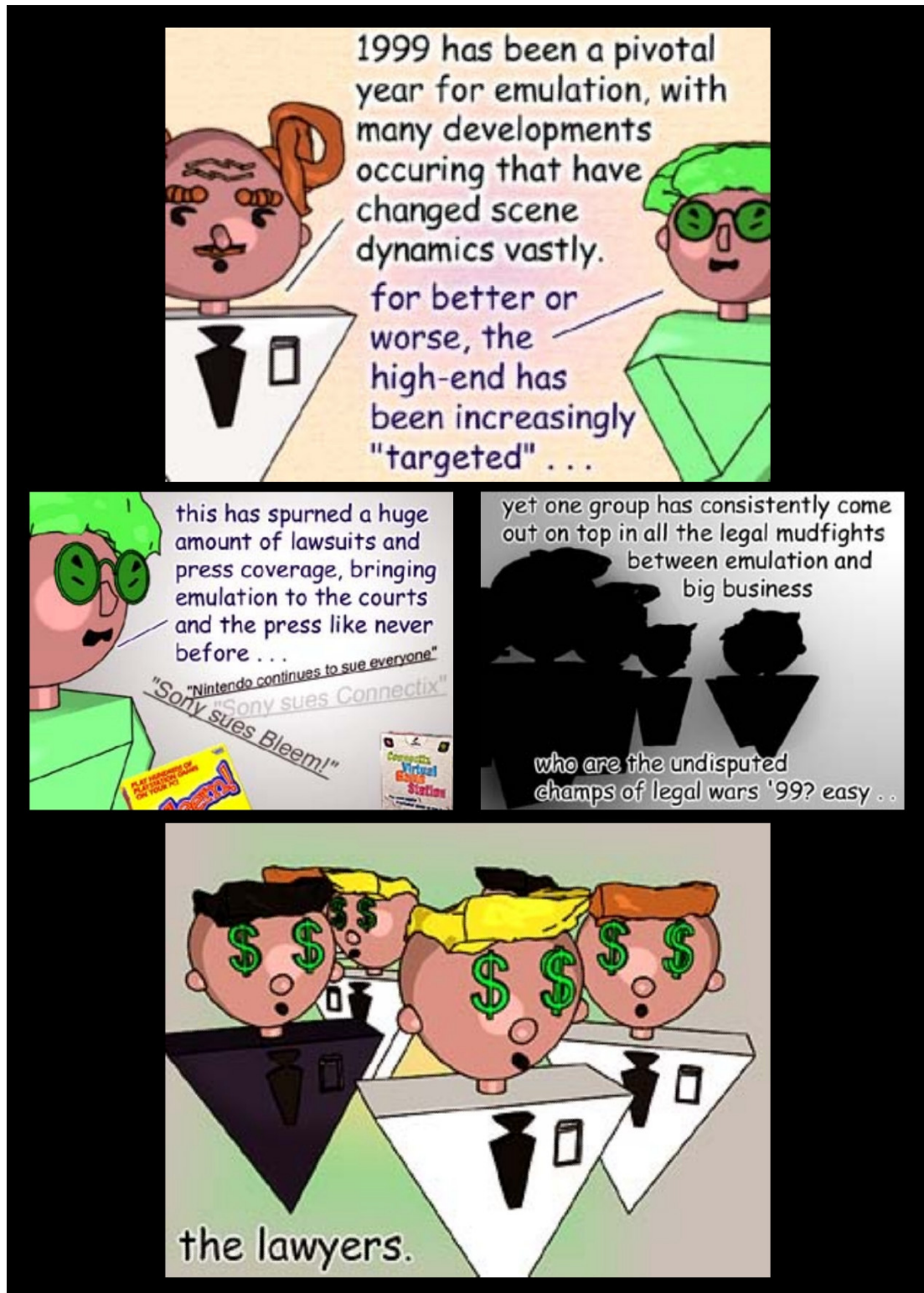
Conclusies van het technologisch gedeelte

Uit het technologisch onderdeel blijkt de complexiteit van het emulatieproces. Emulators zijn geavanceerde software die in staat zijn om geavanceerde spelsystemen na te bootsen. Het programmeren van zulk een emulator is dan ook een ware Sisylusarbeid (dit verklaart waarom emulatie auteurs zo hoog aangeschreven staan op de statushiërarchieke ladder binnen de emu scene).

Naast emulators is er ook nood aan ROMs. Deze worden door de ROM dumpers, al dan niet met behulp van professionele apparatuur, aangemaakt en initieel verspreid. Inzake ROMs kunnen tal van opdelingen worden gemaakt; ondermeer het feit of ze tot het Public Domain behoren. Public Domain ROMs worden niet langer auteursrechtelijk beschermd en kunnen vrijelijk worden verspreid. Veel ROMs zijn echter beeldbestanden van software die juridisch nog steeds wordt beschermd. Welke beschermingsmodaliteiten voorhanden zijn en hoe ze het emulatiegebeuren beïnvloeden wordt besproken in het derde deel.

meest gangbare ROMs bestaan professionele dumping machines (bijvoorbeeld voor de meeste videogame ROM archiveringsmedia). Voor het gros van de ROM geheugens is men evenwel toegewezen op het eigen vernuft om een manier te verzinnen om de geheugeninhoud van de desbetreffende ROM in binaire vorm om te zetten (Guru, 07.04.2003).

DEEL 3: EEN JURIDISCHE ANALYSE VAN EMULATIE



7. Octrooien

Zoals voorgaande delen hebben aangetoond, kan men emulatie niet eenvoudigweg onder één noemer plaatsen. Het emulatiegebeuren bestaat uit een veelheid van aspecten, waarvan sommige zich op het scherp van de snede van de legaliteit bevinden. De elementen wiens rechtsgeldigheid vooral in vraag worden gesteld zijn de ROMs; meer bepaald de aanmaak en de verspreiding ervan. Verder worden ook de emulators zelf gevisieerd, in die zin dat ze de oorspronkelijke gepatenteerde hardware trachten te kopiëren (Pettus, 16.03.2000). Emulatie kan dan ook in conflict komen met de wetgeving aangaande de bescherming van de intellectuele rechten. Binnen deze rechten bemerken we drie categorieën (Dumortier, 2002; Pettus, 16.03.2000)²⁰⁹:

- Octrooiwetgeving die instaat voor de bescherming van technische creaties. Naar de term octrooi wordt ook wel verwezen als patent of brevet (Van Overwalle & Saelen, 08.08.2002).
- Rechtsregels betreffende onderscheidingstekens. Hier gaat het om gedeponeerde merken en handelsnamen (in de Angelsaksische wereld worden deze trademarks genoemd) die niet zonder toestemming mogen worden gebruikt door derden.
- Bescherming van vormgevingen. Hieronder vallen tekeningen, modellen en de bescherming van kunst- en letterkundige werken. Software ressorteert ook onder deze bescherming. Hierbinnen onderscheiden we het Angelsaksische systeem (copyrights) en het Franse systeem (auteursrechten).

In dit deel wordt dieper ingegaan op de repercussies van bovenstaande wetgevingen op het gehele emulatiegebeuren in een bepaalde regio²¹⁰. In dit eerste hoofdstuk wordt het octrooirecht uit de doeken gedaan. De volgende hoofdstukken hebben dan weer betrekking op de bescherming van onderscheidingstekens en vormgevingen. Tot slot worden kort één van de belangrijkste jurisprudenties aangaande de emulatie van videogames aangehaald.

²⁰⁹ Pettus (16.03.2000) hanteert weliswaar de Engelstalige termen “patent”, “trademarks” en “copyrights”.

²¹⁰ Deze thesis zal vooral de nadruk leggen op de situatie in België. De omstandigheden in Europa en in de Verenigde Staten wordt evenwel ook toegelicht.

7.1. Omschrijving

In België wordt de materie aangaande octrooien geregeld door de wet van 28 maart 1984 op de uitvindingsoctrooien²¹¹ (deze wet werd laatst herzien op 4 april 1997) (Dumortier, 2002; Belgisch Staatsblad, 07.10.1997).

In volgende paragrafen wordt eerst besproken welke modaliteiten van kracht zijn bij de aanvraag van een octrooi. Verder worden de rechten en plichten van de octrooihouder op een rijtje gezet. Tot slot wordt de mogelijkheid tot het nemen van een octrooi op software besproken.

7.2. Aanvraag van octrooien

Volgens de wet op de uitvindingsoctrooien moet een creatie aan een aantal voorwaarden voldoen wil ze in aanmerking komen voor een octrooibescherming (Dumortier, 2002; Van Overwalle e.a., 08.08.2002; Pettus, 16.03.2000; Billiet Lawyers, z.d.). Allereerst bestaan er de materiële vereisten:

- Het moet gaan om een uitvinding, een technische creatie (een nieuw product, machine of procédé), die een oplossing biedt voor een bepaald probleem. De uitvinding moet met andere woorden het abstracte niveau van een ontdekking (bijvoorbeeld de ontdekking van de zwaartekracht) overstijgen.
- De uitvinding moet innoverend zijn. Dit wil zeggen dat de uitvinding niet tot de stand van de techniek²¹² mag behoren.
- Er moet sprake zijn van een uitvinderswerkzaamheid. De uitvinding mag niet op logische, evidente wijze voortvloeien uit de stand van techniek. Er moet aldus sprake zijn van enige intellectuele inspanning.
- De uitvinding moet onmiddellijk toepasbaar zijn in de nijverheid²¹³.
- De uitvinding mag niet in strijd zijn met de openbare orde, noch met de goede zeden.

²¹¹ Deze rechtsregel is in overeenstemming met het Europees Octrooiverdrag van 5 oktober 1973 (Dumortier, 2002). De voorwaarden besproken in de tekst worden bovendien internationaal erkend en gelden aldus in de meeste landen (Van Overwalle e.a., 08.08. 2002).

²¹² Alle technische kennis die op een bepaald moment (waar ook ter wereld) openbaar bekend is (Van Overwalle e.a., 08.08. 2002; Dumortier, 2002).

²¹³ Een octrooi op een technologie die (omwille van fysieke redenen bijvoorbeeld) pas binnen 10 jaar in productie kan treden is dus niet patenteerbaar.

Hiernaast bestaan er ook nog de formele vereisten waaraan een octrooiaanvraag moet voldoen.

Octrooien hebben steeds betrekking op een bepaald actieradius (België, Europa etc.) waarin ze geldig zijn²¹⁴. Inzake videogamesystemen wordt altijd gebruik gemaakt van internationale octrooien (Pettus, 16.03.2000). Ze beschikken hiernaast ook over een bepaalde geldigheidsduur. Voor Belgische octrooien bedraagt deze beschermingsperiode principieel²¹⁵ zes jaar (zonder onderzoek naar het innoverende aspect van de uitvinding) of 20 jaar (mits onderzoek naar de nieuwigheid van de technische creatie kan een verlenging tot 20 jaar worden toegestaan). De internationale aanvraag en de Europese verlening van een octrooi gebeuren steeds na zulk een nieuwigheidsonderzoek en gelden (in principe) 20 jaar (Dumortier, 2002).

7.3. Rechten en plichten van de octrooihouder

Vooreerst heeft de houder van een octrooi een tweetal plichten. Ten eerste dient hij de instandhoudingstaksen van het octrooi in te lossen. Ten tweede is hij verplicht zijn uitvinding binnen bepaalde termijn te exploiteren²¹⁶ (Van Overwalle e.a., 08.08. 2002; Dumortier, 2002; Billiet Lawyers, z.d.). Verder heeft de octrooihouder het alleenrecht op exploitatie van zijn uitvinding. Bovendien mag de houder van het octrooi verbrekers van ditzelfde octrooi gerechtelijk vervolgen. Tenslotte beschikt men ook over het recht om zijn octrooi te verkopen of om licenties²¹⁷ te verlenen (Van Overwalle e.a., 08.08. 2002; Dumortier, 2002; Billiet Lawyers, z.d.).

In principe is het dus mogelijk dat een producent van videogamesystemen een licentie verleent waardoor het gebruik van dezelfde technische creaties (chips, invoerapparatuur etc.) mogelijk wordt. Deze hardware kan dan legaal worden gebruikt door een licentiehoudende emulator. Daar waar octrooien vroeger enkel werden afgesloten voor hardware is het thans ook mogelijk om software te

²¹⁴ Hierbij geldt hoe groter de regio waarin het octrooi geldt, hoe groter de vereiste financiële retributie.

²¹⁵ Aangezien het nieuwigheidsonderzoek niet ten gronde gebeurt kan de octrooiaanvraag steeds gerechtelijk worden betwist (Van Overwalle e.a., 08.08. 2002; Dumortier, 2002).

²¹⁶ Men moet zijn uitvinding ook daadwerkelijk exploiteren, zoniet vervalt het octrooi binnen de termijn van 4 jaar (Van Overwalle e.a., 08.08. 2002).

²¹⁷ Hierbij geeft men de licentiehouder het recht om de uitvinding te exploiteren gedurende een bepaalde tijd en in een bepaald grondgebied (Van Overwalle e.a., 08.08. 2002).

patenteren (Pettus, 16.03.2000; Dumortier, 2002; Billiet Lawyers, z.d.). In een volgende paragraaf wordt behandeld welke condities zich stellen bij de aanvraag voor een software-octrooi.

7.4. Octrooi op software

In de oorspronkelijke Europese richtlijn (en dus ook in de Belgische wet van 1984) met betrekking tot octrooien wordt uitdrukkelijk notie gemaakt dat software geen uitvinding is. Tot 1985 heeft men zich strikt aan deze norm gehouden en werden er dan ook geen octrooien verleend voor software (Dumortier, 2002). Men ging zelfs zover dat men weigerde technische creaties die software incorporeerden een octrooi te verschaffen (ook al beantwoordde de technische creatie in haar geheel aan de vereisten). In 1985 bracht een vernieuwde Europese richtlijn hier verandering in. Vanaf dat moment konden uitvindingen die aan de criteria voldeden, ongeacht het feit of ze software aan boord hadden of niet, succesvol een octrooi bemachtigen. Sinds 1985 beoordeelt men software aan de hand van hun relatief technisch karakter. Indien de software de rol van een technisch middel vervult om het functioneren van de uitvinding mogelijk te maken, dan is de aanvraag van een octrooi mogelijk (Pettus, 16.03.2000; Seyen, 07.12.2000; Dumortier, z.d.). Recentelijk is het bovendien steeds meer de tendens om minder streng op te treden naar de beoordeling van software toe (Dumortier, 2002; Pettus, 16.03.2000; Commissie van de Europese Gemeenschappen, 10.04.2000). Dumortier (2002) stelt dat thans de norm in die mate is verlaagd dat software octrooibaar is, indien er een technisch effect wordt bereikt. Verder merkt bovengenoemde auteur op dat de situatie in Japan en de Verenigde Staten nog veel minder rigoreus is dan in de Europese Unie.

Dit wil zeggen dat spelsystemen, geproduceerd na 1985, steeds meer over gepatenteerde software beschikken. Hierbij wordt bijvoorbeeld gedacht aan de microcode die wordt bewaard in de BIOS ROMs chips, die vaak een technische vereiste zijn voor het functioneren van het systeem (Pettus, 16.03.2000), hetgeen de verspreiding en het bezit van zulke software volstrekt illegaal maakt (tenzij men licentiehouders is)²¹⁸. Desondanks bestaan er vele emulators die het gebruik van een

²¹⁸ In geval van reverse engineering is deze praktijk in sommige aangelegenheden wel toegelaten. De praktijk van reverse engineering wordt verder in de tekst behandeld.

(illegaal²¹⁹) binair beeldbestand van systeemsoftware vereisen²²⁰. Alhoewel deze illegale bestanden nooit samen met de emulator zelf worden verspreid, is het niet moeilijk om deze software te bekomen.

Omwille van de krachtige bescherming die een octrooi biedt, tracht de videogame-industrie steeds zo veel mogelijk octrooien in handen te krijgen. Bovendien zal de videogame-industrie, om een zo volledig mogelijke bescherming voor hun systeem te verzekeren, zich niet beperken tot louter octrooien (Pettus, 16.03.2000). De volgende stap binnen de hiërarchie van potentiële defensiemiddelen zijn de onderscheidingstekens of trademarks.

8. Onderscheidingstekens

Binnen de onderscheidingstekens bemerken we twee classificaties. Enerzijds bestaan er de merken en anderzijds zijn er de handelsnamen en benamingen van oorsprong (Dumortier, 2002).

8.1. Merkenrecht

De Benelux kent reeds een merkenwet sinds 19 maart 1962. Op 2 december 1992 werd deze merkenwet aangepast aan de Europese richtlijn²²¹ betreffende de aanpassing van het merkenrecht der lidstaten (Dumortier, 2002; Billiet Lawyers, z.d.).

Een deponeerbaar merk is een teken²²² dat de waren van de onderneming onderscheidt. De gedachte hierachter is dat consumenten in staat moeten zijn de waren van verschillende organisaties te herkennen (Dumortier, 2002; Janssens & Coolsaet, 27.04.2000; Pettus, 16.03.2000). De bepalingen van deze wet gelden enkel voor de producten van de organisaties, handelsnamen (de naamgeving etc. van het

²¹⁹ Ook al is de software niet patenteerbaar, dan nog is deze beschermd door het auteursrecht.

²²⁰ EpsxE, Ages, Xega, AdriPSX, GiriGiri Project, SSF, Gens etc. zijn allen emulators die gebruik maken van de originele systeem code van de spelcomputer die ze emuleren.

²²¹ Richtlijn van 21 december 1988.

²²² Hieronder vallen tekeningen, letter- en woordcombinaties, stempels, afdrukken, vormen van verpakking of waren en alle andere tekens die in staat zijn de onderneming te onderscheiden (Dumortier, 2002).

bedrijf zelf) komen dus niet in aanmerking voor het merkenrecht. Merken zijn niet deponeerbaar als ze (Dumortier, 2002; Janssens e.a., 27.04.2000; Billiet Lawyers, z.d.):

- Geen onderscheidend vermogen bezitten²²³.
- Niet nieuw zijn (met andere woorden reeds in gebruik zijn)²²⁴.
- In strijd zijn met de openbare orde en goede zeden.

Net zoals octrooien hebben merken een actieradius waarbinnen ze gelden. Natuurlijk kan men zijn merk deponeren in de Benelux. Ondanks de verschillen binnen het merkenrecht in de onderling verschillende landen, is het echter ook mogelijk om merken te deponeren op Europees en internationaal niveau. Verschillende landen (waaronder de Verenigde Staten en Japan) hebben het internationaal akkoord²²⁵ hieromtrent niet ondertekend²²⁶. Voor een merkenbescherming in deze landen gelden dan ook andere aanvraagprocedures²²⁷ (Dumortier, 2002; Janssens e.a., 27.04.2000; Billiet Lawyers, z.d.).

Het grote voordeel van merken en trademarks is dat ze de langste geldigheidsduur hebben van alle intellectuele beschermingsmodaliteiten (Pettus, 16.03.2000; Janssens e.a., 27.04.2000). In de Benelux geldt een merk steeds voor een periode van 10 jaar. Men kan deze periode onbeperkt verlengen. Europese en internationale merken hebben een levensduur van 20 jaar en kunnen eveneens onbeperkt worden verlengd (Janssens e.a., 27.04.2000). Trademarks hebben een zelfde regeling als binnen de Benelux. Trademarks kunnen in de Verenigde Staten dan ook worden gedeponeerd voor een periode van 10 jaar. Deze periode kan onbeperkt worden verlengd (Billiet Lawyers, z.d.; Tysver, 2000c).

²²³ Generisch geproduceerde tekens (woorden, cijfers, beelden etc.) en formules kunnen als dusdanig niet worden gedeponeerd (Pettus, 16.03.2000). Vandaar dat Intel zijn processoren niet langer enkel en alleen met een getalwaarde benoemd (bijvoorbeeld de 286, 386, 486), deze zijn immers niet beschermbaar via het merkenrecht. Thans krijgen Intel CPU's dan ook het label "Pentium" opgeplakt (Pettus, 16.03.2000).

²²⁴ Bovendien is sinds 1996 in de Benelux vereist dat men enige afstand bewaard met concurrerende merken inzake onderscheidende vermogens (Dumortier, 2002; Janssens e.a., 27.04.2000).

²²⁵ Deze internationale overeenkomst werd bereikt in Madrid op 14 juli 1967. In België vond de inwerkingtreding van dit akkoord plaats op 12 februari 1975 (Dumortier, 2002; Janssens e.a., 27.04.2000).

²²⁶ Het internationaal merkendepot wordt beheerd door de WIPO (World Intellectual Property Organization) (Dumortier, 2002).

²²⁷ Trademark law verschilt wezenlijk niet zoveel van het merkenrecht. Er is bijvoorbeeld een sterke overeenkomst tussen de voorwaarden tot het deponeren van een trademark en die voor het deponeren van een merk (Tysver, 2000a). Bemerkt hierbij wel dat het deponeren van trademarks in de Verenigde Staten niet verplicht is om enige bescherming te verkrijgen (Tysver, 2000b).

Binnen de videogame-industrie zijn nagenoeg alle spelsystemen internationaal op verscheidene wijzen beschermd door het merkenrecht. Hiernaast is vrijwel het gehele spectrum van softwaretitels (en vaak ook de inhoudelijke aspecten van deze spellen) beschermd. Enkele voorbeelden (Benelux-Merkenbureau, z.d.):

- “NINTENDO WORLD CUP”, “NINTENDO GAMECUBE”, “WORLD OF NINTENDO ROADSHOW”, “SONIC ADVENTURE”, “SONIC 3D FLICKIES’ ISLAND”, “SUPER MARIO BROS.” etc.
- Volgende figuren werden in de Benelux gedeponneerd:

Figuur 15. De merknaam “Nintendo”

Nintendo

Figuur 16. Het beschermde kwaliteitszegel van Nintendo videogames



Figuur 17. Het opstartscherm van het spel “Sonic the Hedgehog”



Figuur 18. Het beroemde logo van Nintendo’s “Mario Brothers”

MARIO BROS.

Bovenstaande termen en figuren mogen dan ook niet zonder toestemming van de respectievelijke eigenaar worden gebruikt, laat staan worden verspreid.

Als merkhouders heeft men naast rechten ook enkele plichten. In volgende tekst wordt deze materie nader toegelicht. Als merkhouders is men verplicht de initiële

deponeerkost in te lossen. Bovendien dienen in sommige landen aan instandhoudingskosten te worden voldaan (Janssens e.a., 27.04.2000; Tysver, 2000c; Billiet Lawyers, z.d.). De enige andere verplichting die de merkhouders kent is de bevestiging van de geldigheid van zijn aanvraag na verloop van een bepaalde periode (meestal vijf of zes jaar). Men moet het merk of trademark dus ook daadwerkelijk exploiteren (Janssens e.a., 27.04.2000; Pettus, 16.03.2000; Tysver, 2000c; Billiet Lawyers, z.d.). Hiernaast voorziet het merkenrecht en de trademark law het recht om partijen, die inbreuk maken op het merkenrecht, te vervolgen (Janssens e.a., 27.04.2000; Pettus, 16.03.2000; Tysver, 2000c; Dumortier, 2002; Billiet Lawyers, z.d.). Voorts heeft de eigenaar van het recht (en de eventuele concessionaris aan wie hij een licentie heeft verschaft²²⁸) het alleenrecht op het gebruik van het door hem gedeponeerde merk of trademark (mits uitzondering van enkele speciale gevallen) (Pettus, 16.03.2000; Janssens e.a., 27.04.2000; Billiet Lawyers, z.d.).

8.2. Bescherming van de handelsnaam

De handelsnaam (tekens die in plaats van de waren, de onderneming zelf aanduiden) wordt in België niet door het merkenrecht behoed. De handelsnaam geniet binnen de Europese Unie evenwel de bescherming van het unieverdrag van Parijs van 14 juli 1967. Bovendien kan men in België beroep doen op de wet van 14 juli 1991 betreffende de handelspraktijken (Dumortier, 2002).

²²⁸ Hierbij wordt bijvoorbeeld gedacht aan het tijdperk dat Nintendo en Philips samen in de weer waren een nieuwe spelconsole te ontwikkelen. Nintendo had (in het kader van een diepgaande toekomstige samenwerking) zijn partner licenties verschaft voor het gebruik van beroemde Nintendo personages. Ondanks het feit dat hun gezamenlijke inspanning nooit heeft geleid tot de uitgave van een spelsysteem, heeft Philips wel gebruik gemaakt van deze licentie om de nodige spellen te ontwikkelen met in de hoofdrol (aan Nintendo verbonden) karakters (bijvoorbeeld “Link: The Faces of Evil”) (Schneider, 07.12.2001).

9. Vormgevingen

Binnen de vormgevingen ontwaren we twee klassen die ieder hun afzonderlijke rechterlijke bepalingen ter dispositie hebben. Men onderscheidt enerzijds tekeningen en modellen en anderzijds het auteursrecht (copyright in de Angelsaksische landen).

9.1. Tekeningen en modellen

De bescherming van tekeningen en modellen wordt in België geregeld door de Beneluxwet inzake tekeningen en modellen van 1 januari 1975 (Billiet Lawyers, z.d.; Dumortier, 2002). Op grond van deze wet worden tekeningen geïnterpreteerd als 2D weergaven en modellen als 3D vormgevingen²²⁹. Men dient op te merken dat de wettelijke bescherming niet voor de tekeningen zelf geldt, maar voor de gebruiksvoorwerpen die ze afbeelden (Benelux-Bureau voor Tekeningen of Modellen, z.d.; Dumortier, 2002; Billiet Lawyers, z.d.). Deze bescherming slaat dan ook louter op 2D of 3D vormgevingen en is bovendien slechts vijf jaar van kracht (prolongeerbaar tot maximum 15 jaar).

Vanuit het oogpunt van emulatie is de regelgeving met betrekking tot tekeningen en modellen evenwel niet zo relevant²³⁰. Meer aandacht wordt dan ook geschonken aan volgende paragraaf waarin de auteursrechten aan bod komen.

9.2. Auteursrecht

Volgende paragrafen expliceren de verschillende aspecten die voorkomen in het auteursrecht. Allereerst wordt een beschrijving gegeven van wat het auteursrecht precies inhoudt. Verder wordt behandeld wat een auteurswerk is en welke rechten de auteur heeft. Tenslotte wordt de situatie in de Verenigde Staten summier aangestipt.

²²⁹ De regulering over tekeningen en modellen is verschillend van die van octrooien in die zin dat octrooien dienst doen ter bescherming van technische creaties, ongeacht de vormgeving. Tekeningen en modellen beschikken evenwel niet over deze technische vereiste, voor hen geldt dan ook enkel de bescherming van de specifieke vormgeving die ze naar voor brengen (Benelux-Bureau voor Tekeningen of Modellen, z.d.).

²³⁰ Voor een volledige beschrijving van de wetgeving (nationaal en internationaal) aangaande de bescherming van tekeningen en modellen wordt verwezen naar Billiet Lawyers die op volgend adres een grondige uitleg verschaffen: http://www.billiet-co.be/ned/pdf/intel_eigendomrecht_hfdst8.pdf.

9.2.1. Beschrijving

Er wordt vanuit gegaan dat de lezer van dit werk over de nodige basiskennis beschikt inzake het auteursrecht²³¹. In onderstaande tekst wordt dan ook niet dieper ingegaan op de verschillende anomalieën maar worden louter de hoofdpunten beknopt besproken.

In België wordt deze materie geregeld door de wet van 30 juni 1994 betreffende het auteursrecht en de naburige rechten (de auteurswet) (laatst gewijzigd 11 november 1998) (Billiet Lawyers, z.d.) en de wet van 30 juni 1994 betreffende de bescherming van computerprogramma's (de softwarewet) (Van Eecke, z.d.; Dumortier, 2002). Verder heeft België volgende internationale verdragen geratificeerd: auteursconventie van Bern²³² (laatste wijziging op 24 juli 1971), de TRIPS overeenkomst ter oprichting van de Wereldhandelsorganisatie²³³ (WTO: World Trade Organization) en het verdrag van de WIPO (World Intellectual Property Organisation) aangaande de auteursrechten (20 december 1996) (Dumortier, 2002; Gotzen e.a., 15.09.2000; de Corte, 08.01.2003; ICRI, 25.01.2002).

9.2.2. Wat is een auteurswerk

Een auteurswerk is een werk van letterkunde of kunst dat aan een zekere originaliteitseis voldoet. Een auteurswerk is aldus niet noodzakelijk een artistieke creatie, noch is het noodzakelijk om enig bewijs van nieuwheid te voorzien (Gotzen e.a., 15.09.2000; Billiet Lawyers, z.d.; Dumortier, 2002; Dumortier, z.d.; Neels e.a., 2000, pp. 420-478). De definitie van een auteurswerk is onmiskenbaar ruim en onder haar bescherming ressorteren dan ook software²³⁴, gebruiksvoorwerpen, speeches,

²³¹ Zoniet, dan kan verwezen worden naar één van volgende werken: Medialex (Neels, Voorhoof, Maertens & Castille, 2000), ICT en intellectuele rechten (Dumortier, 2002), F.A.Q. Auteursrecht (Gotzen & Dekeyser, 15.09.2000), Intellectuele eigendomsrechten (Billiet Lawyers, z.d.).

²³² De Verenigde Staten (die initieel niet deelnamen aan de conventie van Bern) werden in 1952, bij de inauguratie van de UCC (Universal Copyright Convention), opgenomen binnen de gemeenschap van landen die voorzagen in een internationale auteursrechtenbescherming (Library of Congress, 12.2000).

²³³ Deze vereist van zijn leden dat ze zich aansluiten bij de Bern Conventie (Gotzen e.a., 15.09.2000).

²³⁴ Programma's worden wel degelijk als intellectueel eigendom beschouwd. Software wordt beschermd door de softwarewet van 30 juni 1994 (zie infra). De programmacode (de tekst) opereert weliswaar verborgen voor de gewone gebruiker maar is desalniettemin geschreven en kan als dusdanig worden opgevat als een creatie (en is dus auteursrechterlijk beschermd) (Dumortier, 2002).

boeken, films, videogames, databanken etc. De conventie van Bern bepaalt bovendien dat geen enkele formaliteit dient te worden vervuld vooraleer een werk (indien het aan de eis van originaliteit beantwoordt) auteursrechterlijk beschermd is (Dumortier, 2002; Gotzen e.a., 15.09.2000; Billiet Lawyers, z.d.). Hetgeen impliceert dat alle videogames verschenen op de Europese markt hoe dan ook auteursrechterlijk zijn beschermd.

Er dient hierbij te worden opgemerkt dat louter ideeën of beginselen niet auteursrechterlijk kunnen worden beschermd²³⁵ (Dumortier, 2002).

9.2.3. Welke rechten heeft de auteur

De auteur²³⁶ beschikt enerzijds over de vermogensrechten en anderzijds over de morele rechten. Vermogensrechten of exploitatierechten zijn (Gotzen e.a., 15.09.2000; Billiet Lawyers, z.d.; Dumortier, 2002; Neels e.a., 2000, pp. 420-478; Dumortier, z.d.):

- Reproductierechten: het exclusief recht op reproductie van zijn werk, op welke wijze dan ook²³⁷. Een ROM is dan ook vaak een ongeoorloofde kopie van de software van een videogame en is dus in overtreding met de reproductierechten van de auteur (of de rechthebbende).
- Openbaar mededingingsrecht: betreft het exclusief recht op publieke mededeling van zijn werk.

Naast de vermogensrechten bestaan ook de morele rechten, die in tegenstelling tot de vermogensrechten niet vervreemdbaar zijn (Gotzen e.a., 15.09.2000; Billiet Lawyers, z.d.; Dumortier, 2002; Neels e.a., 2000, pp. 420-478). De belangrijkste morele rechten zijn: het recht op vaderschap, het recht tot bekendmaking (divulgiatierecht) en het recht op integriteit.

²³⁵ Men kan dus bijvoorbeeld geen spelgenre in haar totaliteit (platformspelen, sportspelen, actiegames etc.) beschermen.

²³⁶ In België is dit steeds een natuurlijk persoon. Een organisatie kan dus nooit auteur zijn. Desalniettemin kan een organisatie wel de vermogensrechten van een auteurswerk verwerven (Gotzen e.a., 15.09.2000; Dumortier, z.d.).

²³⁷ De reproductierechten omvatten de distributierechten, verhuurrechten, uitleenrechten, adaptatierechten, vertalingsrechten en tot slot rechten op vastlegging, verveelvoudiging en verspreiding.

Auteursrechten zijn van kracht tot 70 jaar na de dood van de auteur en zijn geldig in alle landen die de Berner Conventie hebben ondertekend. In de videogame-industrie zijn (net zoals in de muziekindustrie) de vermogensrechten van geproduceerde auteurswerken hoofdzakelijk in handen van de grote uitgevers en spelfabrikanten²³⁸ (Pettus, 16.03.2000).

Verder zijn er ook nog de naburige rechten en de reprorechten. De naburige rechten hebben betrekking tot de uitvoering van auteurswerken (zoals bijvoorbeeld muziekstukken, films etc.) en zijn als dusdanig niet gerelateerd aan emulatie (Gotzen e.a., 15.09.2000; Billiet Lawyers, z.d.; Dumortier, 2002; Neels e.a., 2000, pp. 420-478). Reprorechten zijn niet van toepassing op muziekcd's, computer-programma's, werken op cd-rom etc. (Janssens & Granata, 16.04.2002). Emulatie is dus net als bij de naburige rechten, niet betrokken bij de reprografische rechten.

9.2.4. Copyright: auteursrechten in de Verenigde Staten

De Verenigde Staten zijn uiterlijk op 1 maart 1989 toegetreden tot de Berner Conventie (Library of Congress, 12.2000). Hiernaast hebben ze deelgenomen aan het verdrag van de WIPO op 20 december 1996 (WIPO, 20.12.1996)²³⁹ en zijn ze sinds 1 januari 1995 toegetreden tot de WTO²⁴⁰ (WTO, z.d.a). De copyright act stemt dan ook in grote lijnen overeen met de wetgeving omtrent auteursrechten in Europa. Binnen de copyrights wordt onderscheid gemaakt tussen de implied copyrights en de statutory copyrights. De implied copyrights verkrijgt men net zoals de auteursrechten bij de creatie van zijn werk. De statutory copyrights worden verschaft door het copyright office en bieden het voordeel dat ze makkelijker te beschermen en te bewijzen zijn (Pettus, 16.03.2000; Library of Congress, 12.2000). Voor creaties geproduceerd na 1978 (hieronder vallen dus ook alle emuleerbare

²³⁸ Bovendien geldt in geval van software of computerprogramma's dat de vermogensrechten (tenzij anders werd bepaald) de facto behoren aan de werkgever (Dumortier, 2002). Aangezien de meeste videogames thans worden geproduceerd in dienstverband heeft dit tot gevolg dat de vermogensrechten van deze respectievelijke spellen nagenoeg altijd in handen zijn van de werkgevers (de videogame-industrie).

²³⁹ Het WIPO verdrag werd opgenomen in de copyright act sinds 1998 bij de inwerkingtreding van de DMCA (Digital Millennium Copyright Act) (U.S. Copyright Office, 12.1998).

²⁴⁰ Waardoor ze dan ook onderhevig zijn aan de TRIPS overeenkomst met betrekking tot de bescherming van intellectuele rechten. De TRIPS overeenkomst is minder strikt dan de Bern Conventie, in die zin dat ze niet voorziet in morele rechten (WTO, z.d.b).

videogamesystemen) is dezelfde geldigheidsduur van kracht als in Europa (70 jaar na de dood van de auteur) (Tysver, 2000d; Library of Congress, 12.2000). De grootste verschillen tussen het systeem van copyrights en het systeem van auteursrechten, situeren zich bij de rechten die men als auteur geniet. Meer bepaald worden in de Verenigde Staten de morele rechten van de auteur in mindere mate ondersteund (Library of Congress, 12.2000; Gotzen e.a., 15.09.2000; Hamelink, 2002; Dumortier, 2002; Neels e.a., 2000, pp. 420-478). Deze verschillen zullen met betrekking tot het emulatiegebeuren evenwel niet zo'n grote impact hebben²⁴¹. In de Verenigde Staten zijn derhalve, net zoals in Europa, videogames en andere software door de wet (hetzij door copyrights, hetzij door auteursrechten) beschermd.

9.3. Auteursrecht en computerprogramma's: de softwarewet

Net zoals letterkundige werken worden sinds een tiental jaren computerprogramma's ook auteursrechterlijk beschermd. Aangezien computerprogramma's aanzienlijk verschillen van traditionele letterkundige werken, dienen enkele bijzonderheden in acht genomen te worden. In onderstaande tekst worden deze elementen aangepakt.

9.3.1. Beschrijving

Naar aanleiding van de Europese richtlijn van 14 mei 1991 inzake de bescherming van computerprogramma's, werd in België de softwarewet (de wet van 30 juni 1994 betreffende de bescherming van computerprogramma's) ontworpen. Deze softwarewet loopt in grote mate analoog met de auteurswet en kan dan ook best worden beschouwd als een extensie van het auteursrecht naar computerprogramma's toe (Dumortier, 2002; Billiet Lawyers, z.d.; Commissie van de Europese Gemeenschappen, 10.04.2000; Naeyaert, 1995). De softwarewet zelf bevat geen definitie van wat er precies bedoeld wordt met een computerprogramma. Er wordt

²⁴¹ Vaak werken software-ontwikkelaars in loondienst van een softwarehuis, waardoor (tenzij contractueel anders werd bepaald) deze organisaties de vermogensrechten van het auteurswerk verwerven (Dumortier, 2002). Het zijn dan ook de grote softwarehuizen en uitgevers die worden getroffen door de emulatie van het door hun uitgegeven spelsysteem of videogame.

dan ook gebruik gemaakt van de definitie voorzien door de WIPO. Deze organisatie definieert een computer-programma als volgt (WIPO, 30.08.1996; Dumortier, 2002):

A computer program is a set of programming instructions that may cause a computer to perform certain functions or achieve certain results. A computer program can include collections of data or other materials that are not part of the set of instructions that form the operative core of the computer program. According to the proposed Treaty, such databases incorporated in computer programs are protected in the same way as any other databases.

Uit deze definitie blijkt duidelijk dat alle programma's onder de softwarewet ressorteren, en dit ongeacht de gebruikte computertaal (machinetaal, Assembly, hogere programmeertaal etc.). Programma's zijn immers teksten (in welke computertaal dan ook) die de computer aanzetten tot bepaalde handelingen en zijn in deze hoedanigheid auteursrechterlijk beschermd (Dumortier, 2002; Billiet Lawyers, z.d.; Commissie van de Europese Gemeenschappen, 10.04.2000). De softwarewet verzekert dat computerprogramma's dezelfde bescherming kunnen genieten als letterkundige werken binnen de conventie van Bern. Dit houdt in dat computerprogramma's net als andere letterkundige werken in België, zonder enige eis van formaliteit, auteursrechterlijk worden beschermd (mits ze aan de originaliteitseis voldoen²⁴²). Inzake videogames en consoles zijn dan ook auteursrechterlijk beschermd (Pettus, 16.03.2000):

- Alle systeemcode (BIOS microcode, OS code en andere code aanwezig in systeemapparaten).
- videogames in hun totaliteit (graphics, spelmuziek, personages etc.).

Computerprogramma's genieten aldus eenzelfde bescherming als deze die aan letterkundige werken wordt verschaft door de conventie van Bern.

²⁴² Hierbij komt het erop neer dat men kan aantonen dat het niet gaat om een gekopieerd werk. Er worden geen verdere esthetische of kwalitatieve testen gevegd. Bovendien moet worden opgemerkt dat er geen vereiste voor nieuwheid is; als twee individuen volledig onafhankelijk van elkaar eenzelfde programma schrijven, dan zijn beide auteursrechterlijk beschermd (Dumortier, 2002).

9.3.2. Geen bescherming van ideeën

Net zoals men de ideeën, de beginsels achter een letterkundig auteurswerk niet kan beschermen, kan men eveneens het achterliggende concept van een computerprogramma niet veilig stellen. Enkel de uitdrukkingsvorm wordt aldus beschermd. Belangrijk inzake de softwarewet is dat de uitdrukkingswijze onder elke vorm wordt beschermd (structuur, sequentie en organisatie van het programma) (Dumortier, 2002; Billiet Lawyers, z.d.; Naeyaert, 1995). Daarenboven wordt het programma beschermd binnen alle lagen van de computer (zowel wat er in hoge programmeertaal als in machinetaal wordt uitgedrukt²⁴³).

De onmogelijkheid van bescherming van ideeën en beginsels, leidt er eveneens toe dat interfaces zelf niet auteursrechterlijk kunnen worden beschermd. Met interfaces wordt bedoeld op de raakvlakken tussen verschillende softwarematige of hardwarematige onderdelen, maar ook de verbinding tussen de gebruiker en het computerprogramma (de zogenaamde user interface) (Dumortier, 2002; Billiet Lawyers, z.d.; Commissie van de Europese Gemeenschappen, 10.04.2000). Een blijvend hangijzer is evenwel de discussie of het al dan niet gaat om een idee dat men tracht te beschermen, of om een uitdrukkingswijze²⁴⁴.

²⁴³ Een programma geschreven in een hoge programmeertaal (bijvoorbeeld een tekstverwerker) zal om in verbinding te komen met de hardware via het OS aanvragen doen op de hardware (bijvoorbeeld voor het weergeven van een tekst op het scherm). Hiervoor wordt de nodige machinecode gegenereerd. Auteursrechten beschermen niet enkel het programma geschreven in de hoge programmeertaal, maar ook de omzetting van deze code naar machinetaal nodig voor de werking van het computerprogramma (Dumortier 2002c; Naeyaert, 1995).

²⁴⁴ Dumortier (2002) verwijst inzake deze materie naar het proces tussen Microsoft en Apple, waarin Microsoft door Apple werd beschuldigd omwille van de onrechtmatige namaak van haar gebruikersinterface (met vensters, iconen en rolbalken). Het Amerikaans Gerechtshof verwierp de aanklacht aangezien de interface van Apple was gebaseerd op een typisch gestandaardiseerd bureaublad en dus een louter functioneel doel vervulde. De gebruikte symbolen waren bovendien zo nauw verwant met hun functionaliteit in realiteit (te wissen documenten versleept men letterlijk naar de prullenmand etc.) dat deze (ideeën en beginselen) niet auteursrechterlijk te beschermen zijn.

9.3.3. Exploitatierechten en gebruikersrechten (fair use)

Zoals gesteld beschikt de auteur over het exclusieve reproductierecht over zijn werken. De utilisatie van een computerprogramma brengt evenwel altijd reproductie met zich mee²⁴⁵. Logischerwijze is het niet mogelijk om voor ieder van deze kopieën een verzoek in te dienen. Daarom zijn reproducties dan ook toegelaten zolang ze nodig zijn voor het gebruik van het computerprogramma door een rechtmatige verkrijger, in overeenstemming met het door het programma beoogde doel (Dumortier, 2002; Billiet Lawyers, z.d.).

Vertalingen inzake computerprogramma's ("ports") kunnen ook gebeuren tussen verschillende computertalen (machinecode, Assembly, C++ etc.). Voor zulke overzettingen moet steeds toestemming worden gevraagd aan de rechthebbende (Dumortier, 2002; Billiet Lawyers, z.d.).

Het distributierecht aangaande software bepaalt dat als software éénmaal commercieel werd uitgegeven binnen de grenzen van de Europese Unie, men verdere rechten op controle van deze distributie verliest²⁴⁶ (Dumortier, 2002; Billiet Lawyers, z.d.).

Hiernaast heeft ook de gebruiker de nodige rechten. Wanneer men als consument een computerprogramma aanschaft, verkrijgt men eigenlijk een licentie om gebruik te mogen maken van de gekochte software (men bezit dus nooit de software zelf, enkel de licentie om ervan gebruik te maken). De voorwaarden van deze licentie worden voorzien door de EULA (End User License Agreement) waarbij men zich akkoord verklaart bij aankoop of installatie van het programma (Pettus, 16.03.2000; Dumortier, 2002). Als men de restricties die worden opgelegd door de EULA buiten beschouwing laat, heeft men als rechtmatige gebruiker²⁴⁷ van een softwareprogramma volgende rechten (dit zijn de zogenaamde fair use rechten) (Dumortier, 2002; Pettus, 16.03.2000; Naeyaert, 1995; Commissie van de Europese Gemeenschappen, 10.04.2000):

- Het recht om de software aan te passen en te reproduceren indien noodzakelijk voor het gebruik voor het beoogde doel. In de videogame-

²⁴⁵ Bijvoorbeeld het weergeven van een logo op het scherm, het kopiëren van programmabestanden van de installatiediskette naar de harde schijf etc.

²⁴⁶ Het bestemmingsrecht van de auteur van een softwareprogramma is dientengevolge zeer gelimiteerd.

²⁴⁷ Hieronder vallen ook familieleden, collega's etc. tenzij anders vermeld in de gebruikersovereenkomst (Dumortier, 2002).

industrie wordt in deze materie (meer bepaald aangaande de definitie van het beoogde doel) echter slechts heel weinig ruimte gelaten²⁴⁸.

- Het maken van één veiligheidskopie (of archiveringskopie), indien deze noodzakelijk is voor het gebruik, kan niet worden verhinderd door de EULA. Bovendien mag deze kopie enkel als doel hebben de veiligheid te bevorderen²⁴⁹.
- Het recht om de software te decompileren binnen het kader van reverse engineering (zie infra). Dit recht kan niet worden weerhouden door de gebruiksovereenkomst.
- Men mag de (resulterende) software afspelen door middel van een emulator²⁵⁰ (tenzij de emulator of de software onwettig zijn). Wederom kan men deze aanspraak niet tegenhouden door middel van de EULA.

9.4. Reverse engineering

Inzake reverse engineering moet een distinctie worden gemaakt tussen de reverse engineering van computerprogramma's en hardwarecomponenten (chips). Beide procedures hebben evenwel éénzelfde achterliggende gedachte.

Reverse engineering is het proces waarbij men tracht de werking van een computerprogramma of een chip te doorgronden. Men zal bij reverse engineering nagaan welke handelingen het programma of de chip verricht om tot een bepaald effect te komen en dan trachten dit effect te reproduceren op een andere wijze (zoniet dan spraken we van duplicatie) met zijn eigen middelen (Dumortier, 2002; Pettus, 16.03.2000). Het idee, het beginsel dat achter de werking van het programma of de chip ligt, is immers niet juridisch beschermd. Men moet de mogelijkheid hebben om kennis te nemen van hoe dit idee wordt verwezenlijkt²⁵¹ (Commissie van de

²⁴⁸ Enkel toegelaten in geval van dat het resulterende programma niet commercieel wordt benut (of in geval van ontwikkelaarsdoeleinden) (Pettus, 16.03.2000).

²⁴⁹ Dit incorporeert dat men deze veiligheidskopie niet commercieel mag exploiteren, noch mag men deze verspreiden (Pettus, 16.03.2000).

²⁵⁰ Zoals werd bevonden uit de procedures besproken door Pettus (16.03.2000).

²⁵¹ Reverse engineering wordt ook wel de "clean room" techniek genoemd aangezien men van de grond terug een heel programma of zelfs computersysteem moet ontwikkelen dat dezelfde effecten heeft als het programma of systeem waarop men zich viseert (Pettus, 16.03.2000). Men tracht bijvoorbeeld de werking van een computerspel te doorgronden om zelf een spel te ontwikkelen met een gelijkaardig spelconcept. Dit is toegelaten wanneer men zich beroept op reverse engineering.

Europese Gemeenschappen, 10.04.2000; Dumortier, 2002). Reverse engineering is een onmisbaar en veelgebruikt werktuig binnen de industrie voor de ontwikkeling van nieuwe soft- en hardware. Ook bij de ontwikkeling van een emulator wordt vaak gebruik gemaakt van deze techniek (Pettus, 16.03.2000).

9.4.1. Reverse engineering van software

9.4.1.1. Omschrijving

De materie aangaande reverse engineering van software valt in België onder de softwarewet van 30 juni 1994 (Dumortier, 2002). Deze is in overeenstemming met de Europese richtlijn met betrekking tot de rechtsbescherming van computerprogramma's van 14 mei 1991 (Commissie van de Europese Gemeenschappen, 10.04.2000; Dumortier, 2002). In verkoopklare vorm bestaat software (videogames) uit gecompileerde en versleutelde code. Deze code heeft bepaalde effecten tot gevolg (bijvoorbeeld het opereren van een statistisch programma) (Dumortier, 2002). Om deze effecten te imiteren zouden concurrenten de desbetreffende code gewoon kunnen kopiëren of gedeeltelijk kunnen overnemen. Indien het gaat om beschermde code is zulk een procedure echter illegaal. Om monopolievorming te vermijden en de vrije mededinging te vrijwaren moet het voor concurrenten evenwel mogelijk zijn gelijkaardige software (gebaseerd op éénzelfde idee, beginsel) te creëren. Zij kunnen dit doen door middel van reverse engineering (Dumortier, 2002). Reverse engineering van software gebeurt door de analyse van de uitvoer, de transmissie, de opslag, het rechtmatig laden of het in beeld brengen van het programma (Dumortier, 2002). Aan de hand van de informatie die men hieruit verkrijgt, is men in staat zijn eigen gelijkaardig programma samen te stellen. Men zal dus pogen op grond van observatie van de operaties verricht door het programma, een eigen programma te ontwikkelen dat eenzelfde resultaat bekomt als het reverse engineered computerprogramma (Dumortier, 2002; Pettus, 16.03.2000).

Naast reverse engineering onderscheiden we ook decompilatie²⁵². Decompilatie gaat verder dan reverse engineering in de zuivere betekenis van het woord. En dit in

²⁵² Ondanks de onderlinge verschillen wordt reverse engineering vaak gebruikt als overkoepelende term voor zowel het proces van reverse engineering als decompilatie.

die zin dat men zich niet beperkt tot het observeren van het programma, maar dat men het programma ook daadwerkelijk zal ontleden (Dumortier, 2002; Commissie van de Europese Gemeenschappen, 10.04.2000). Decompilatie is de reproductie van de originele code en het vertalen ervan tot begrijpbare computertaal. Zoals vermeld worden afgewerkte programma's gecompileerd en versleuteld. Vaak is zuivere reverse engineering onvoldoende om het programma in voldoende mate te kunnen doorgronden. Hier is dan ook nood aan decompilatie (Dumortier, 2002). Decompilatie brengt volgens de Belgische softwarewet van 30 juni 1994 echter enkele voorwaarden met zich mee.

9.4.1.2. Restricties van decompilatie

Decompilatie kent in België de nodige beperkingen. Het procédé wordt enkel toegelaten indien vereist om de compatibiliteit met andere programma's te garanderen²⁵³. De analyse van computerprogramma's is dan ook onderworpen aan volgende voorschriften (Dumortier, 2002; Commissie van de Europese Gemeenschappen, 10.04.2000):

- De decompilatie wordt bewerkstelligd door de rechtmatige licentiehouders van het programma.
- De compatibiliteitsgegevens die men wenst te onttrekken via decompilatie mogen niet makkelijk raadpleegbaar zijn.
- De decompilatie strikt gelimiteerd blijft tot het verwezenlijken van de gewenste compatibiliteit.

Alhoewel deze normen nogal rigoreus lijken, stelt Dumortier (2002) dat er desondanks toch nog ruimte is voor interpretatie. Hiernaast mag de uit decompilatie verkregen informatie niet worden gebruikt (Dumortier, 2002):

- Voor factoren anders dan die de compatibiliteit van het programma realiseren.
- Voor mededeling aan derden, tenzij dit vereist is om de noodzakelijke compatibiliteit te verwezenlijken.

²⁵³ Bijvoorbeeld de compatibiliteit van verschillende programma's onder het Windows platform.

- Voor het commercialiseren van een programma dat inzake uitdrukkingwijze in grote wijze overeenstemt met het gedecompileerde programma. Noch mag de informatie worden gebruikt ten behoeve van andere inbreuken op de auteurswet.

Reverse engineering en decompilatie van software worden binnen de ontwikkeling van een emulator vooral gebruikt om de originele werking van een computersysteem bloot te leggen. Zo zal men bijvoorbeeld de informatie die zich bevindt op een spelcartridge minutieus ontleden om er bijvoorbeeld achter te komen, van welke hardware het desbetreffende videogame gebruik maakt, en hoe deze componenten worden aangesproken²⁵⁴ (Pettus, 16.03.2000).

9.4.2. Reverse engineering in hardwarematige domeinen

Reverse engineering is niet enkel toegelaten om de werking van een softwareprogramma te achterhalen. De wet van 10 januari 1990 betreffende rechtsbescherming van topografieën van halfgeleiderproducten (de chipswet), verleent de mogelijkheid om de chips te analyseren²⁵⁵ (Dumortier, 2002). Doch deze praktijk is enkel toegelaten in het kader van de analyse, het onderwijs of de evaluatie van de concepten, processen, systemen of technieken die worden geïncorporeerd door de desbetreffende chip (Dumortier, 2002). Deze wet werd gebaseerd op een Europese richtlijn en ook in de Verenigde Staten bestaat een analoge legislatuur²⁵⁶. Reverse engineering van chips volgt dezelfde principes als de reverse engineering van computerprogramma's. Net zoals bij computerprogramma's kan men het achterliggende idee, beginsel bij chips niet juridisch beschermen (Dumortier, 2002). Het moet dan ook mogelijk zijn de werking ervan te achterhalen door middel van reverse engineering²⁵⁷.

²⁵⁴ Het is hierbij van belang dat men kan aantonen dat men steeds gebruik heeft gemaakt van reverse engineering, zoals zal blijken uit de bespreking van het geding "Sony versus Bleem LLC" in onderstaande tekst.

²⁵⁵ Aangezien deze wettelijke regeling van geen belang is voor het emulatiegebeuren dat deze thesis wenst te onderzoeken (er worden fysiek immers geen chips gereproduceerd), wordt deze juridische materie hier niet verder behandeld. Voor meer informatie hieromtrent wordt verwezen naar "ICT en intellectuele rechten" (Dumortier, 2002).

²⁵⁶ Het gaat hier om de Chip Protection Act van 8 november 1984 (Dumortier, 2002).

²⁵⁷ Deze informatie is cruciaal bij de ontwikkeling van een emulator. Reverse engineering is in deze materie dan ook een veel toegepaste praktijk (Adcock, 08.02.1997; Pettus, 16.03.2000).

9.4.3. Situatie in de Verenigde Staten

In de Verenigde Staten wordt reverse engineering geregeld door de DMCA (U.S. Copyright Office, 12.1998; Pettus, 16.03.2000). De voor deze thesis meest wichtige adaptatie was de invoering van het verbod op de omzeiling van technologische kopieerbeschermingen²⁵⁸. De DMCA stelt dat de verkoop van toestellen verboden is als deze (U.S. Copyright Office, 12.1998):

- In de eerste plaats worden geproduceerd om beveiligingen te omzeilen.
- Ze slechts beperkte commerciële waarde hebben behalve hun omzeilingscapaciteiten.
- Ze worden verkocht als zijnde toestellen om beveiligingen te ontlopen.

Het gevolg hiervan is dat machines om videogames te dumpen (de zogenaamde cart dumpers) niet langer mogen worden verkocht²⁵⁹ (Pettus, 16.03.2000). Dit maakt het voor de standaard gebruiker onmogelijk om van zijn videogame zelf een kopie te maken.

Het is uitzonderlijk wel toegelaten deze beveiligingen te omzeilen. Onder andere in het oog van reverse engineering is het toegelaten beveiligingen te omzeilen om de programmacode te analyseren. Doch, dit is enkel acceptabel wanneer dit gebeurt in het kader van compatibiliteitsverwezenlijking (U.S. Copyright Office, 12.1998).

9.5. Verspreiding van auteursrechterlijk beschermde werken via het Internet

Auteurswerken genieten dezelfde bescherming op het Internet als daarbuiten. Desalniettemin beseft men dat de internetomgeving zeer specifieke kenmerken bezit en dat er nood is aan enkele maatregelen (Dumortier, z.d.). Dit heeft geleid tot de Europese richtlijn van 9 april 2001 betreffende de harmonisatie van bepaalde aspecten van het auteursrecht en de naburige rechten in de informatiemaatschappij

²⁵⁸ Nintendo beschouwt de Nintendo 64 emulator “UltraHLE” bijvoorbeeld als onwettig omdat deze wordt geacht het hardwarematige beveiligingssysteem (dat dient om piraterij tegen te gaan) te omzeilen. De programmeurs achter de emulator stellen dan weer dat ze zich niet schuldig maken aan het ontlopen van het beveiligingssysteem aangezien ze dit beveiligingssysteem helemaal niet emuleren (waardoor ze het dan ook helemaal niet kunnen omzeilen) (Pettus, 16.03.2000).

²⁵⁹ De eigenaars van de website “Lik Sang” (wereldwijd bekend om zijn ruim aanbod van MOD chips en backup devices) werden op 16 september 2002 door Sony, Nintendo en Microsoft aangeklaagd en verplicht om de verkoop van de onwettige toestellen onmiddellijk te staken (Lik Sang, 15.10.2002).

(Dumortier, 2002; Europese Unie, 17.07.2001). Deze richtlijn heeft te maken met aangelegenheden als caching en de publicatie van auteurswerken op het Internet. Bovendien spoort deze richtlijn aan om strenger op te treden tegen de verspreiding van illegale omzeilingstechnieken van beschermde software (Europese Unie, 17.07.2001). Deze richtlijn is de Europese tegenhanger van de Amerikaanse DMCA, zij het minder krachtig (Dumortier, 2002; Hamelink, 2002).

Het aanbieden van illegale software (en dus bijvoorbeeld ook ROMs van beschermde videogames) via het Internet is dus onwettig. Het is zelfs niet toegestaan een webpagina te voorzien die door middel van hyperlinks verwijst naar illegale software. Op zulk een wijze wordt immers rechtstreeks doorverwezen naar de onwettelijke werken en wordt het auteursrecht volledig genegeerd²⁶⁰ (Dumortier, 2002).

Tot slot is het aldus niet toegestaan illegale software te downloaden, zelfs niet als men beschikt over het originele computerprogramma²⁶¹. De wet voorziet weliswaar dat men één eigen kopie mag maken, maar dit incorporeert niet dat men illegale software mag betrekken van het Internet (IDSA, 1999). Als men hierbij in rekening neemt dat de machines om kopieën te maken van de videogames (de cart dumpers) niet meer mogen worden verkocht, komt men tot de conclusie dat het voor de conventionele gebruiker niet langer mogelijk is om (legaal) een reservekopie van hun videospel (voor veiligheidsdoeleinden) te bekomen²⁶² (Pettus, 16.03.2000).

²⁶⁰ Deze these berust op de uitspraak van het Antwerpse Hof waarbij een student (die werd vervolgd door de IFPI) werd veroordeeld voor het online beschikbaar stellen van duizenden MP3's via hyperlinks (Dumortier, 2002).

²⁶¹ Als men bijvoorbeeld beschikt over de cartridge "Sonic 2", geeft dit nog niet het recht om een illegale versie (de ROM) van hetzelfde spel te downloaden omwille van archiveringsdoeleinden (IDSA, 1999).

²⁶² Dit geldt natuurlijk enkel voor de formaten die niet kunnen worden geraadpleegd door standaard computer apparatuur (zoals bijvoorbeeld cartridges, cassettes etc.).

10. Sancties en jurisprudentie

10.1. Sancties

Wegens het beperkte bestek van dit eindwerk kan niet uitgebreid worden ingegaan op het arsenaal van legale middelen die ter beschikking staan van de verschillende partijen. Voor een uitgebreid verslag van de rechtsmiddelen wordt verwezen naar “ICT en intellectuele rechten” (Dumortier, 2002). De videogame-industrie laat zich in haar strijd tegen emulatie bijstaan door enkele overkoepelende organisaties²⁶³ (Pettus, 16.03.2000). Deze worden in volgende alinea’s beknopt behandeld.

De BaF (Belgian Anti-Piracy Foundation) is een v.z.w. die zich sinds 1984 ophoudt met het bestrijden van de audiovisuele piraterij. De BaF beschikt niet over een eigen website en wordt in het algemeen slechts weinig in de schijnwerpers geplaatst. Desalniettemin voert deze belangengroepering door tal van acties, conferenties, tentoonstellingen etc. een strikt beleid gekant tegen de piraterij (BSA, 2003b; Meeuwissen, 1999, pp. 30-32).

De BSA (Business Software Alliance) bestaat sinds 1988 en is gevestigd in 65 landen (BSA, 2003). De BSA is evenwel van minder belang dan de IDSA (Interactive Digital Software Association) gezien de meeste ondernemingen binnen de videogame-industrie zijn aangesloten bij deze laatst genoemde.

De IDSA werd opgericht in 1994 en mag volgende concerns tot zijn leden rekenen: Nintendo, Sega, Sony etc. De IDSA is specifiek gericht op de representatie van ondernemingen uit de videogame-industrie (IDSA, 1999). Meer bepaald viseert de IDSA zich voornamelijk op de juridische strijd tegen het gehele emulatiegebeuren, de warez scene etc. (IDSA, 1999; Pettus, 16.03.2000). De IDSA staat dan ook hoofdzakelijk in voor de opsporing en verwijdering van enige software die inbreuk pleegt op de intellectuele eigendomsrechten van de ondernemingen die zij vertegenwoordigen (IDSA, 1999). Bovendien kan de IDSA ook overgaan tot de vervolging²⁶⁴ van de auteurs van emulators, de verspreiders van ROMs etc.

²⁶³ Deze vervullen een taak gelijkaardig aan die het IFPI, SABAM etc. verrichten voor de muziekindustrie.

²⁶⁴ De IDSA is dan ook verantwoordelijk voor tal van rechtszaken, tegen tal van personen. Hiernaast heeft het optreden van de IDSA reeds geleid tot menig opdoeking van websites die auteursrechterlijk materiaal verspreidden.

10.2. Overzicht van de belangrijkste jurisprudenties

Een exhaustieve benadering van de gehele jurisprudentie betreffende emulatie is onmogelijk te situeren binnen het opzet van louter één eindverhandeling. Deze thesis limiteert zich dan ook tot de bespreking van het meest opzienbarend proces binnen de emulatiegeschiedenis²⁶⁵, met name het proces Sony versus Bleem LLC.

Bleem LLC bracht enkele jaren geleden de Playstation emulator Bleem! op de commerciële markt. In maart 1999 werden de eerste bestellingen afgenomen. Enkele dagen later werd Bleem LLC in California voor de rechtbank gedaagd wegens de schending van copyrights en de inbreuk op het bedrijfsgeheim²⁶⁶ (Goldman, 21.02.2000; Yi, 13.04.2001). Nochtans had Bleem LLC voor de publieke lancering van hun emulator voorgesteld dat Sony zelf de marketing van de emulator mocht verzorgen. Sony achtte Bleem! echter te traag en ging niet op het aanbod in²⁶⁷ (Pettus, 16.03.2000). Sony plaatste twee belangrijke klachten ten aanzien van Bleem LLC (Yi, 13.04.2001; U.S. 9th Circuit Court of Appeals, 10.07.2000). Ten eerste werd Bleem LLC ervan beschuldigd copyrights en bedrijfsgeheimen te hebben geschonden bij de ontwikkeling van de emulator. Ten tweede werd Bleem LLC ten laste gelegd dat ze auteursrechterlijk beschermde beelden had gebruikt in de promotie van haar emulator.

Inzake de eerste aanklacht luidde de uitspraak van het Hof (U.S. 9th Circuit Court of Appeals, 10.07.2000):

The legality of the emulator is not at issue in this lawsuit.

Aangezien Bleem LLC kon aantonen dat de emulator volledig werd ontwikkeld als gevolg van reverse engineering (en er dus geen originele code werd hergebruikt) werd de eerste aanklacht verworpen (Pettus, 16.03.2000; Yi, 13.04.2001; Goldman, 21.02.2000).

²⁶⁵ Een volledige dekking van de gerechtelijke kronieken aangaande emulatie vindt men in appendix B van Pettus' (16.04.2000) werk.

²⁶⁶ Sony had daarvoor al de ontwikkelaars van een andere Playstation emulator aangeklaagd, met name VGS (Virtual Game Station) van Connectix. Net als bij Bleem! oordeelde het Hof dat de emulator was ontwikkeld op grond van reverse engineering en dat VGS aldus volstrekt legaal was. Om verdere problemen te vermijden heeft Sony Connectix (en al haar eigendommen) opgekocht. Sony besliste logischerwijze tot de onmiddellijke stopzetting van verkoop en ondersteuning van de emulator (Pettus, 16.03.2000; Leung, 2002).

²⁶⁷ Bleem! had in zijn initiële opstartfase inderdaad slechts beperkte capaciteiten en was slechts in staat enkele honderden spellen succesvol af te spelen.

De tweede aanklacht was evenwel meer gegrond. Bleem LLC had immers voor de publiciteit van haar emulator gebruik gemaakt van beelden van videogames die werden gespeeld met de Bleem! emulator. Deze spellen waren evenwel auteursrechterlijk beschermd (Yi, 13.04.2001; Goldman, 21.02.2000; Leung, 2002). Bleem LLC wist deze aanklacht te weerleggen door aanbreng van het fair use argument.

Ondanks het feit dat Bleem LLC het geding volkomen succesvol had afgehandeld hebben volgende aspecten mede bijgedragen tot de uiteindelijke ondergang van Bleem LLC²⁶⁸ (Pettus, 16.03.2000; Yi, 13.04.2001; Goldman, 21.02.2000; Leung, 2002):

- Hoge juridische kosten (1.300.000 \$).
- Boycot van Sony die uitgevers en winkelketens zwaar onder druk zette Bleem! niet te verspreiden.
- Gebrek aan compatibiliteit en de opkomst van steeds betere alternatieve (freeware) emulators.

Conclusies van het juridisch gedeelte

In bovenstaande tekst werd aangetoond dat nagenoeg alle softwarecode (microcode, gamecode etc.) alsook hardware door middel van intellectuele eigendomsrechten worden beschermd. Het onrechtmatig gebruik van zulke code (en hardware) in emulatie is dan ook strikt illegaal. Inzake de verspreiding van ROMs van beschermde videogames kan men manifest stellen dat deze praktijk onwettig is (de aanmaak ervan met eigen middelen is daarentegen, zoals boven beschreven, éénmalig toegelaten voor veiligheidsdoeleinden). Emulators op hun beurt maken (in plaats van door reverse engineering ontwikkelde, eigen code) soms gebruik van originele systeemcode (BIOS microcode of andere firmware code). Het is immers veel makkelijker rechtstreeks gebruik te maken van de originele (volledig functionerende)

²⁶⁸ Naast dit voorbeeld van extreme obstructie, bestaan er ook gevallen waarbij emulatie en softwarebedrijven op collegiale wijze met elkaar kunnen coöpereren. Hierbij wordt gedacht aan de emulator KGen voor de Sega Megadrive. Deze emulator was eveneens het gevolg van een reverse engineering procédé en bleek zulk een goed werk te leveren dat Sega zelf een licentie op desbetreffende emulator nam om deze te gebruiken in zijn zogenaamde “Smash Packs”. Hierin werden oude klassiekers van vroegere consoles opnieuw ten tonele gevoerd op de nieuwere systemen (Pettus, 16.03.2000).

code, dan zelf doorheen het moeizame proces van reverse engineering met een eigen (misschien minder compatibele code) op de proppen te komen. Deze emulators worden weliswaar nooit verspreid samen met de originele (en illegale) systeemcode. Niettemin is het gebruik van zulk een emulator met de gepaste systeem ROMs volstrekt ongeoorloofd (tenzij men over de nodige licenties beschikt).

Het overgrote deel van de emulatie van videogames die plaatsvindt, gebeurt evenwel zonder licenties en vaak met behulp van auteursrechterlijk beschermde software (hetzij ROMs van videogames, hetzij ROMs van de systeemcode bewaard in de hardwarecomponenten)²⁶⁹.

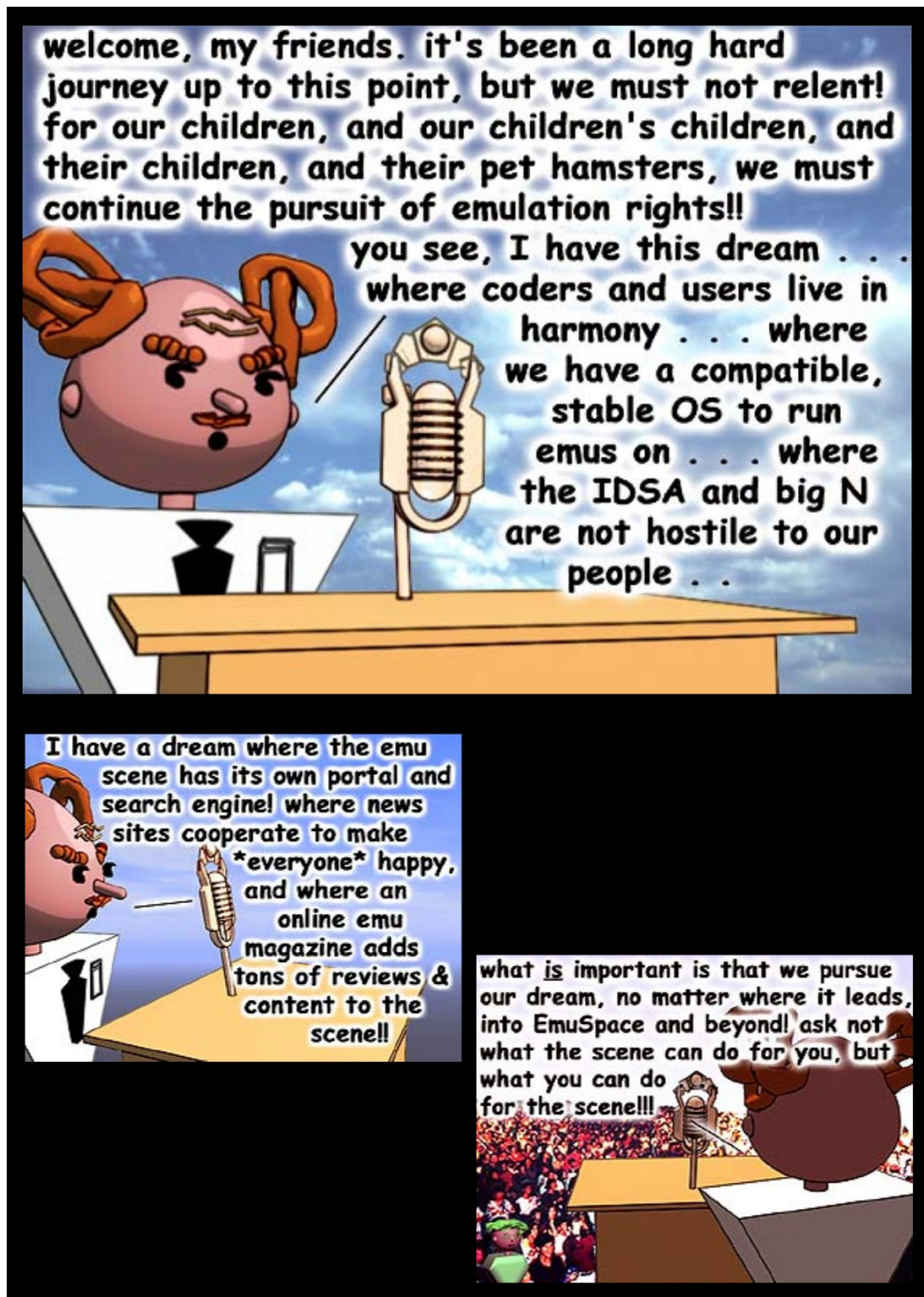
Emulatie van videogames kan (wanneer we de praktijk van licenties buiten beschouwing laten) enkel en alleen legaal worden benut wanneer:

- De volledige code (zowel deze van programma's als deze vervat in hardware-componenten) via reverse engineering van de grond af weer werd opgebouwd. Er mag met andere woorden geen greintje van de originele beschermde code worden hergebruikt.
- Er door de emulator geen gebruik wordt gemaakt van gedeponeerde trademarks, merken of andere auteursrechterlijk beschermde werken.
- De spellen die worden gespeeld door middel van de emulator op geen enkele wijze auteursrechterlijk worden beschermd.

Als conclusie kan men dus stellen dat het bij het leeuwendeel van de ROMs in circulatie, handelt om illegale software. Bovendien bestaan tal van emulators die niet door middel van reverse engineering werden geconstrueerd en die dus het illegaal gebruik van systeemcode propageren.

²⁶⁹ Het spelen van bijvoorbeeld de ROM "Mario 64" op de Nintendo 64 emulator "Project 64" is dus volkomen onwettig tenzij men de originele cartridge van het spel in zijn bezit heeft en men zelf een kopie van deze cartridge heeft gemaakt.

DEEL 4: EMPIRISCH ONDERZOEK NAAR EMULATIE



11. Methodologie

Binnen dit hoofdstuk worden opeenvolgend de probleemstelling (en de daarmee gepaard gaande hypothesen en conceptueel schema) en het onderzoeksontwerp in al haar stappen behandeld.

11.1. Probleemstelling

Billiet beschouwt de doelstelling van sociaal-wetenschappelijk onderzoek als volgt:

Komen tot empirisch ondersteunde en beargumenteerde uitspraken over de sociale realiteit, d.w.z. uitspraken die niet steunen op vooroordelen, normen of wensen, maar op feiten. De onderzoeksmethoden zijn de instrumenten om tot zulke uitspraken te komen (Billiet, 1996, p.1).

Traditioneel gaat men bij aanvang van een onderzoek steeds van start met de bespreking van de reeds bestaande literatuur ter zake en de reeds geboekte onderzoeksresultaten (Hüttner, Renckstorf & Wester, 1995, p. 19). Gezien het gebrek aan wetenschappelijke literatuur en onderzoek omtrent het hier besproken domein, is het echter niet mogelijk verder te bouwen op voorgaand studiemateriaal. Er is met andere woorden niets geweten met betrekking tot het gebruik en kennis van emulatie in een bepaalde populatie. Het onderzoek dat door deze licentiaatsverhandeling wordt beschreven, beslaat dan ook voornamelijk een exploratieve functie²⁷⁰. De meest prominente doelstelling van deze studie was dan ook om (voor het eerst) na te gaan in welke mate de kennis en het gebruik van emulatie verspreid zijn binnen de Leuvense studentengemeenschap. Ondanks het ontbreken van voorafgaand onderzoek kan men uit de theorie besproken in het eerste deel toch wel enkele hypothesen extraheren. Naast een exploratieve functie behelst dit onderzoek dus ook een toetsend luik waarin onderstaande perspectieven worden getest.

²⁷⁰ Exploratief onderzoek wordt begrepen als zijnde de studie van welke eigenschappen van de eenheden precies van belang zijn (Billiet, 1996, p. 30).

11.1.1. Assumpties voortvloeiende uit voorgaande delen

De notie van subcultuur toegepast op de emu scene doet volgende theses vermoeden:

Hypothese 1: Respondenten van het mannelijke geslacht bezitten een grotere kennis van emulatie en zullen vaker gebruik maken van emulatie dan respondenten van het vrouwelijke geslacht.

Hypothese 2: Oudere respondenten bezitten een grotere kennis van emulatie en zullen vaker gebruik maken van emulatie.

Hypothese 3: De beschikbaarheid van een internetverbinding is een vereiste voor het gebruik en de kennis van emulatie.

Hypothese 4: Nostalgie is een belangrijke drijfveer voor het gebruik van emulatie.

Hypothese 5: Het gebruik en de kennis van emulatie correleert positief met een lakse houding ten aanzien van piraterij.

Hypothese 6: De kennis en het gebruik van emulatie hangt positief samen met het spelen van videogames.

Hypothese 7: Kennis en gebruik van emulatie incorporeren een hogere mate van gebruik van personal computers.

Hypothese 8: Kennis en gebruik van emulatie gaan samen met een verhoogd gebruik van verschillende internettoepassingen.

Hypothese 9: Gebruikers van emulatie hebben een grotere kans een console- of handheld systeem te bezitten.

De aanwending van Bourdieu's cultuurvisie op de emu scene levert volgende hypothesen op:

Hypothese 10: Het bezoeken van emulatiegerelateerde sites (cultureel kapitaal) gaat gepaard met een grotere kennis en gebruik van emulatie.

Hypothese 11: Het aantal vrienden dat zich bezighoudt met emulatie (sociaal kapitaal) is positief verbonden met eigen kennis en gebruik van emulatie.

Hypothese 12: Respondenten zullen vooral gebruik maken van gerespecteerde, erkende emulators voor de meer bekende systemen (cultureel kapitaal).

Verwachtingen die voortvloeien uit beide theoretische kaders zijn:

Hypothese 13: Respondenten die gebruik maken van emulatie en die beschikken over voldoende kennis van emulatie, zullen ook actief zijn in domeinen die worden gedekt door scenes gelieerd aan de emu scene, met name warez, films en MP3's.

Hypothese 14: Gebruikers en kennishouders van emulatie communiceren vaker door middel van CMC.

Hypothese 15: Gebruik van emulatie leidt tot dalende aankopen van videogames op console en andere geëmuleerde platformen.

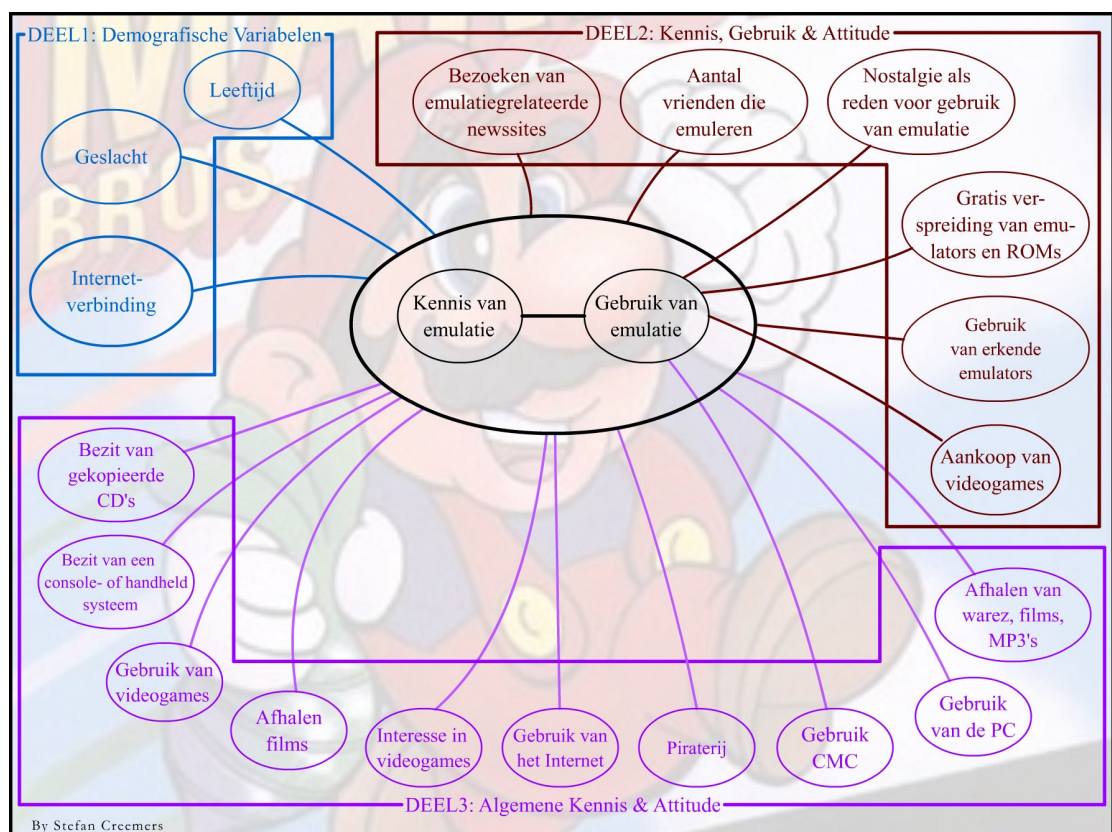
Hypothese 16: Het feit dat emulators en ROMs binnen de emu scene gratis worden verspreid is een belangrijke beweegreden tot emulatie.

Hypothese 17: Het gebruik van emulatie correleert nauw met de kennis van emulatie.

11.1.2. Conceptueel schema

Wanneer bovenstaande hypothesen worden gebundeld bekomt men onderstaand conceptueel schema²⁷¹:

Figuur 19. Het conceptueel schema



²⁷¹ Hierbij dient men op te merken dat louter de verbanden beschreven in bovenstaande hypothesen verwerkt werden in deze figuur. Het conceptueel model zoals hierboven gegeven, heeft dan ook geenszins de pretentie het gehele onderzoeksdomein exhaustief te bedekken.

Het conceptueel model vervult een drietal belangrijke functies (Billiet, 1996, p. 22). In de eerste plaats is bovenstaand schema een leidraad voor de verdere bespreking van het onderzoek. Ten tweede doet het conceptueel model dienst bij het opstellen van het meetinstrument (zie infra). Tot slot kunnen de aangetroffen resultaten worden teruggekoppeld op dit model.

11.2. Gebruikte methode

Het onderzoeksontwerp is opgebouwd uit de bepaling van de populatie, het gehanteerde onderzoekstype, de te onderzoeken eigenschappen, de gekozen waarnemingsmethode en tot slot, de selectie van de eenheden. Vooreerst worden de populatie, het onderzoekstype en de te onderzoeken eigenschappen doorgenomen. In een volgende paragraaf wordt dan de waarnemingsmethode gedetailleerd uiteen gezet.

De theoretische populatie²⁷² waarover het onderzoek zich tracht uit te spreken is de studentengemeenschap van de K.U.Leuven. De operationele populatie²⁷³ bestaat dan weer uit alle individuen die de e-Nieuwsbrief vanwege de Dienst Communicatie (van de K.U.Leuven) ontvangen²⁷⁴. Logischerwijze werd de steekproef, getrokken uit de operationele populatie, gefilterd zodat deze zou overeenstemmen met de omschrijving van de theoretische populatie. Dit wil zeggen dat enkel studenten van de K.U.Leuven die het onderzoek hadden afgenomen werden weerhouden voor verdere analyse (N=854, zie infra).

Zoals reeds werd aangehaald zal het onderzoek zich wegens het ontbreken van voorgaande studie voornamelijk richten op de exploratie van het onderzoeksdomein. De dataset zal met andere woorden volledig worden doorgelicht op relevante, significante verbanden tussen de verschillende variabelen. Naast de belangrijkste, verkennende functie, dient het onderzoek eveneens toetsende doeleinden²⁷⁵. Binnen

²⁷² De theoretische populatie is de verzameling van eenheden waarover men uitspraken wil doen. Deze kan men afleiden uit de probleemstelling (Hüttner e.a., 1995, p. 99).

²⁷³ De operationele populatie is de populatie waaruit de steekproef wordt getrokken (Hüttner e.a., 1995, p. 99).

²⁷⁴ Dit omwille van de eenvoudige reden dat de aanvraag tot het invullen van de elektronische vragenlijst via deze nieuwsbrief werd geproclameerd.

²⁷⁵ Vandaar dat de representativiteit van de steekproef wordt nagestreefd, alhoewel dat deze getrouwe afspiegeling van de populatie voor een louter exploratief onderzoek niet vereist is (Billiet, 1996, p. 118).

het toetsend luik worden de voornaamste resultaten en conclusies aangehaald, dit met de intentie de gegeven hypothesen te verwerpen of te weerhouden. Bovendien dient te worden bemerkt dat het desbetreffende onderzoek niet dynamisch doch statisch wordt opgevat²⁷⁶.

Een exhaustieve behandeling van het geheel van eigenschappen is binnen de specificaties van deze eindverhandeling uitgesloten. Als voorbeeld zal dan ook enkel de operationalisatie van de eigenschap “houding ten aanzien van piraterij” worden besproken. “Houding t.a.v. piraterij” als zijnde de theoretische eigenschap kan worden opgesplitst in een aantal verschillende dimensies:

- Intensiteit: de veelvuldigheid van het voorkomen van piraterij (bij de respondent) en de intensiteit waarmee deze piraterij aan de dag wordt gelegd.
- Oordeel: de mening die de respondent erop nahoudt inzake piraterij.

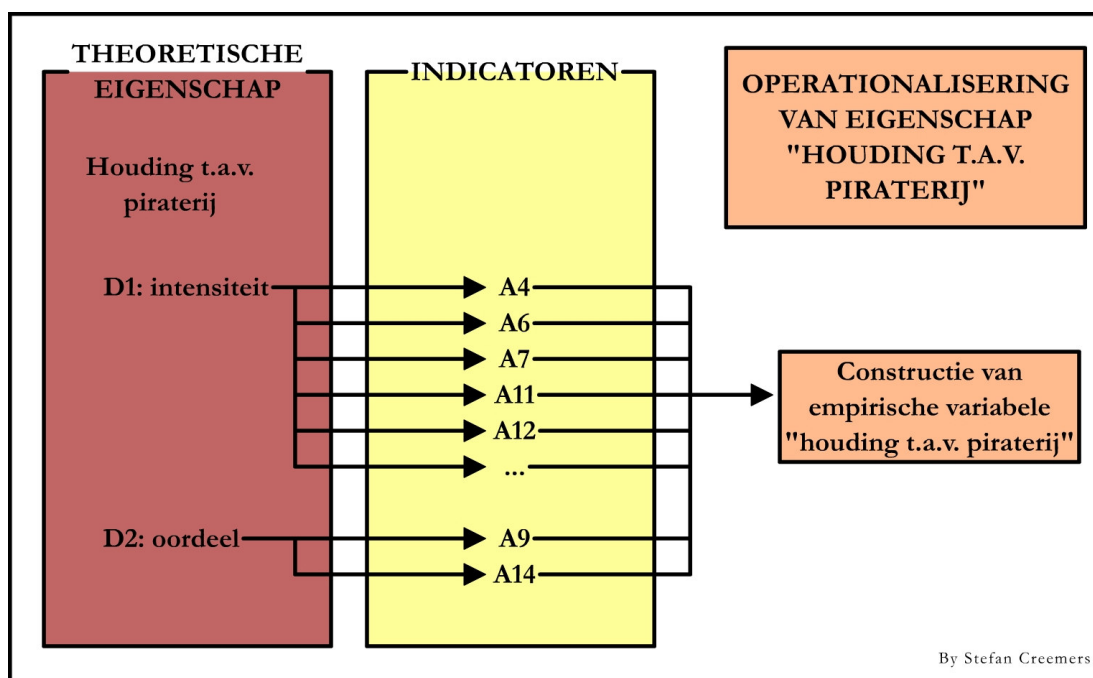
Ieder van deze dimensies werd geïndiceerd aan de hand van een aantal operationele, empirische variabelen die werden bevraagd:

- Frequentie: bestaande uit variabelen A4 (de mate waarin men MP3's download), A6 (de mate waarin men al eens een muziekcd kopieert), A7 (in hoeverre krijgt men gekopieerde cd's), A11 (mate van downloaden van warez), A12 (hoeveelheid illegale software die men bezit) etc.
- Oordeel: A9 (het oordeel van de respondent met betrekking tot de illegaliteit van het kopiëren van cd's) en A14 (de mate waarin men piraterij onaanvaardbaar vindt).

Concluderend verkrijgt men voor de eigenschap “houding t.a.v. piraterij” een volgende operationalisering:

²⁷⁶ Het ligt niet in het oogmerk van het onderzoek sociale processen over verschillende waarnemingsmomenten te bestuderen.

Figuur 20. Operationalisering van de eigenschap “piraterij”



11.2.1. Waarnemingsmethode

Als waarnemingsmethode werd geopteerd voor de elektronische survey. Hüttner (1995) citeert Albinski wanneer hij stelt dat men spreekt van een survey als:

Wij met een empirisch onderzoek te maken hebben, dat betrekking heeft op een veelheid van objecten en wanneer de gegevens hiervan in werkelijke situaties verzameld en statistisch verwerkt worden (Albinski, in Hüttner e.a., 1995, p. 95).

Verder wordt geponeerd dat een survey het meest adequaat wordt aangewend als:

Men geïnformeerd wil zijn over een populatie of over verschijnselen die in een populatie kunnen worden waargenomen (Albinski, in Hüttner e.a., 1995, p. 95).

Deze toepassingsdefiniëring wordt nog verder uitgediept wanneer Swanborn zegt dat surveys uitermate geschikt zijn voor het meten van opinies, houdingen, motieven, aspiraties, toekomstplannen en niet observeerbaar gedrag (Swanborn, in Hüttner e.a., 1995, p. 95).

Het door deze thesis geïmplementeerd onderzoeksdomein past foutloos binnen het raamwerk van bovenstaande doctrine. Hiernaast moet men bemerken dat de survey

een veel gehanteerd instrument is in sociaal-wetenschappelijk onderzoek (Billiet, 1996, p. 9; Hüttner e.a., 1995, pp. 95-98).

11.2.1.1. Elektronische survey

Het gebruik van surveys via het Internet kent de laatste jaren een steile vlucht. Verschillende auteurs²⁷⁷ geven dan ook tal van voordelen aan voor deze relatief nieuwe vorm van survey-onderzoek (Coomber, 30.06.1997, pp. 1-14; Dillman & Bowker, z.d.; Dillman, Tortora & Bowker, 03.05.1999; Dillman, 05.2002):

- Grote groepen personen zijn ongeacht geografische barrières makkelijk en goedkoop te bereiken.
- Moeilijk bereikbare populaties zoals bijvoorbeeld subculturen die zich hullen in de sfeer van de illegaliteit (drugsverslaafden, hackers, warez scene, emu scene etc.) kunnen beter worden bereikt.
- Extra voorzieningen maken het mogelijk de respons te verhogen²⁷⁸.

Een elektronische survey kent evenwel ook haar beperkingen. De belangrijkste elementen waarbij men als onderzoeker rekening moet houden bij het opstellen van de vragenlijst en de interpretatie van de resultaten zijn (Coomber, 30.06.1997, pp. 1-14; Dillman, 2000, pp. 353-402; Dillman e.a., z.d.; Dillman e.a., 03.05.1999; Dillman, 05.2002):

- Vele van de restricties eigen aan de klassieke surveys gelden ook voor de online enquête (bijvoorbeeld het probleem van sociaal wenselijke antwoorden etc.). De regulaties aangaande deze methodologische aspecten dienen nog steeds in acht te worden genomen bij de uitvoer van een elektronische survey.
- Logischerwijze vereist de elektronische enquête één of andere vorm van toegang tot het Internet. Populaties die niet beschikken over zulk een toegang kunnen niet worden bevraagd, noch kan men hierover veralgemenende uitspraken doen. Deze problematiek is inzake het hier besproken onderzoek niet van toepassing, gezien alle studenten vanuit de K.U.Leuven zelf worden

²⁷⁷ Hierbij wordt gedacht aan Priest, Dillman, Coomber en Delroy.

²⁷⁸ Inzake structuurkenmerken van webpagina's, zoals bijvoorbeeld hyperlinks, menu's etc., die niet voorhanden zijn in traditionele surveys. Bovendien maakt aldus Dillman (2000) de elektronische enquête het mogelijk de lay-out van de webpagina (en dus de vragenlijst) op maat aan te passen om alzo de respons te maximaliseren.

voorzien van een e-mailadres en de faciliteiten, vereist voor de toegang tot het Internet.

- Een meer prangend probleem wordt gevormd door de kwestie van zelfselectie. Respondenten kiezen immers zelf of ze al dan niet de vragenlijst invullen. Het is derhalve niet onmogelijk dat bepaalde groepen mensen systematisch weigeren mee te werken aan het onderzoek.
- De effecten van het onderzoeksinstrument (de elektronische vragenlijst) zelf moeten worden geïncorporeerd. Dillman (z.d.) stelt dat web surveys, veel meer dan klassieke surveys, verschillen in perceptie van de vragenlijst mogelijk maken. Het gebruik van verschillende browsers of e-mail applicaties, kan de weergave van éénzelfde vragenlijst aanzienlijk veranderen. Om deze problemen tot een absoluut minimum te beperken werd bij het opstellen van de vragenlijst dan ook geopteerd gebruik te maken van het programma “Notepad” om een zo groot mogelijke controle te bewaren over hetgeen dat wordt weergegeven op het scherm van de respondent²⁷⁹. De weergave van de on line vragenlijst werd dan ook op verschillende besturingssystemen en browsers getest.
- Uit onderzoek blijkt dat inzake elektronische surveys het van groot belang is te beschikken over een degelijk incentief of begeleidende brief, wil men de respons verhogen. Deze stelling wordt bevestigd door Billiet²⁸⁰ (Billiet, 1996, pp. 168-169).

Dillman (2000) onderscheidt twee soorten elektronische surveys:

- De e-mail survey waarbij de vragenlijst rechtstreeks in een e-mail wordt verwerkt.

²⁷⁹ In tegenstelling tot geheelpakketten zoals bijvoorbeeld Frontpage en Dreamweaver (die het beheer van tal van aspecten (lay-out, etc.) exclusief voor hun rekening nemen en deze alsoo verborgen houden voor de gebruiker), laat Notepad toe om in zuivere HTML de volledige controle over wat wordt afgebeeld op het scherm vast te houden (zonder in te boeten aan enige andere capaciteiten die Frontpage of Dreamweaver mogelijk zouden kunnen bieden). Het gebruik van Notepad maakt het mogelijk enkel de HTML commando's te gebruiken die het maximum van compatibiliteit bieden over de verschillende browsers en computersystemen. Bovendien werd de vragenlijst zo opgemaakt dat deze raadpleegbaar blijft, ongeacht de gehanteerde resolutie (dit is mogelijk door gebruik te maken van percentages in plaats van vaste waarden bij de bepalingen van de omvang van de verschillende tabellen; een tabel neemt bijvoorbeeld 75% van de breedte van het scherm in, ongeacht de resolutie van het beeldscherm waarop de vragenlijst wordt afgebeeld).

²⁸⁰ Billiet stelt dat in de inleiding volgende elementen vervat dienen te zijn: de instelling die het onderzoek uitvoert, de doelstellingen van het onderzoek, de verwachtingen aan het adres van de respondent, de benadrukking van de anonimiteit van de respondent etc. (Billiet, 1996, pp. 168-169). Het incentief toegepast in het hier besproken onderzoek beantwoordt ook aan deze condities.

- De web survey die wordt gegoten in één of meerdere webpagina's.

Voor dit onderzoek werd gekozen voor een web survey gezien de praktische voordelen hiervan.

11.2.1.2. Realisatie van de vragenlijst

Bij de constructie van de webpagina die de vragenlijst zou bevatten werd een maximum aan “respondent-friendly design” betracht²⁸¹. In navolging van de principes van Dillman (03.05.1999) en Billiet (1996) wordt de respondent verwelkomd door een incentive (zie bijlage 1) dat beantwoordt aan de obligate vereisten²⁸² (zie supra). Om het gebruiksgemak van de respondent te vergroten werden bovendien verschillende termen (die niet voor iedereen even duidelijk zijn; warez, IRC etc.) voorzien van de nodige uitleg die men kon raadplegen door middel van een “pop up” venster dat verschijnt wanneer de respondent de desbetreffende term aanklikt²⁸³. Ondanks het feit dat de vragenlijst niet voorziet in expliciete instructies omtrent de werkwijze van het invullen van een online vragenlijst²⁸⁴, beantwoordt de enquête aan de elf geboden besproken in “Principles for Constructing Web Surveys” (Dillman e.a., 03.05.1999). Bovendien werd de vragenlijst opgedeeld in drie afzonderlijke delen: het gedeelte waar de demografische variabelen werden bevraagd, een tweede deel bestaande uit de vragen aangaande emulatie²⁸⁵ en tenslotte een derde onderdeel waarin algemene vragen werden gesteld omtrent het gebruik van computer, het Internet en videogames.

Zoals vermeld werd de vragenlijst opgesteld met behulp van het programma Notepad. De vragenlijst werd beschikbaar gesteld op de persoonlijke webruimte van de auteur van deze eindverhandeling; met name op volgende URL

²⁸¹ Er werd specifiek gelet op eenvoud en het gebruik van niet afschrikkende kleuren. Uit studies van Dillman e.a. blijkt immers dat het gebruik van verfraaiingen in elektronische web surveys de respons niet ten goede komt (Dillman e.a., 03.05.1999).

²⁸² Naast het incentive werd de vragenlijst ook uitgerust met een dankboodschap die werd afgebeeld na het verzenden van de vragenlijst.

²⁸³ Natuurlijk stond de mogelijkheid hiertoe uitgebreid geëxpliceerd in het incentive dat de eigenlijke vragenlijst voorafging.

²⁸⁴ De respondenten, als zijnde studenten aan de K.U.Leuven, worden verondersteld over voldoende ervaring, kennis en intelligentie te beschikken om het invullen van de vragenlijst tot een goed eind te volbrengen.

²⁸⁵ Dit gedeelte was niet obligatoir, in die zin dat enkel degenen die wisten wat emulatie inhield deze sectie af moesten nemen. De overige respondenten werden rechtstreeks doorverwezen naar het derde deel van de vragenlijst.

<http://www.student.kuleuven.ac.be/~m9822664/>. Door middel van het CGI-script “cgiemail”²⁸⁶. Door middel van het script was het mogelijk gegevens zo te structureren dat deze makkelijk door SAS (Statistical Analysis System) konden worden ingelezen voor verdere analyse. Na hercodering²⁸⁷ en foutencorrectie²⁸⁸ was de dataset klaar voor meer gevorderde bestudering.

11.2.1.3. Uittesten van de vragenlijst

De toetsing van de vragenlijst nam plaats bij een gevarieerde populatie van respondenten die zich op gebied van verschillende assen (geslacht, kennis van emulatie, gebruik van emulatie, leeftijd, interesse in videogames etc.) op zeer verscheiden posities bevonden. Geen van deze ondervraagden indiceerde enige onduidelijkheden aangaande de vragenlijst.

Het invullen van de vragenlijst duurde gemiddeld slechts een vijftal minuutjes hetgeen door de testpersonen positief werd onthaald.

11.2.2. Selectie van de eenheden

Ondanks extensieve pogingen om gebruik te mogen maken van de infrastructuur beschikbaar gesteld door LUDIT, werd door verantwoordelijke Herman Van Uytven geen toestemming verleend de LISTSERV-mailinglijsten (die de adressen bevatten van de studenten ingeschreven aan de K.U.Leuven) te benutten. Daarentegen werd verwezen naar de heer Ronny Vandenbroele, verantwoordelijke voor de K.U.Leuven e-Nieuwsbrief. Deze was zo vriendelijk de aanvraag tot gebruik van de nieuwsbrief ter bekendmaking van het besproken onderzoek goed te keuren. Dit heeft geleid tot

²⁸⁶ De K.U.Leuven geeft studenten niet de mogelijkheid een eigen CGI-bin te opereren, desalniettemin voorziet ze enkele standaard scripts (zoals cgiemail) die kunnen worden gebruikt door studenten.

²⁸⁷ Variabele K2 (definiëring van emulatie door respondenten) moest worden omgezet naar een metrische waarde om bruikbaar te zijn in verdere verwerking. Hiervoor werden de afzonderlijke definities manueel gecontroleerd op de aanwezigheid van bepaalde sleutelwoorden (nabootsen, imiteren, emuleren, console etc.) en door middel van gezond verstand geanalyseerd op consistentie en soliditeit. Hiernaast waren nog enkele andere “open vragen” aanwezig (bijvoorbeeld het bezit van een videogamesysteem dat niet was opgenomen in de lijst van systemen voorzien in de vragenlijst) die eveneens dienden te worden gehercodeerd.

²⁸⁸ De werking van duplicate en onvolledig ingevulde vragenlijsten.

twee publicaties in de e-Nieuwsbrief: een eerste oproep in week 46 (verstuurd op 7.11.2002) en een herhaling in week 49 (verstuurd op 28.11.2002)²⁸⁹. De e-Nieuwsbrief bereikt (in principe) de hele Leuvense studenten- en academische populatie²⁹⁰.

12. Algemene Resultaten

Dit kapittel bespreekt de generale demografische resultaten en de structuur van de dataset.

12.1. De dataset

De dataset telt 901 unieke observaties (373 respondenten in de initiële ronde en 528 respondenten in de herhalingsronde) die ieder beschikken over 193 afzonderlijke variabelen. Daar het onmogelijk is deze variabelen volledig in detail te behandelen wordt verwezen naar het codeboek dat men kan terugvinden in bijlage (zie bijlage 2). Niettemin worden de belangrijkste variabelen kort aangehaald:

- D1: geboortjaar.
- D2: geslacht.
- D3: de faculteit waartoe men behoort.
- K1: deze variabele peilt naar het feit of de respondent al dan niet een notie heeft van wat emulatie van videogames inhoudt.
- K2: zoals reeds vermeld omvat K2 de score behaald door de respondent op basis van zijn definitie gegeven aan emulatie.
- K2B: deze variabele werd afgeleid van K2 en heeft een nominaal karakter²⁹¹.
- KTEST: de variabele die werd samengesteld uit variabelen K3 tot en met K7. Deze subvariabelen bevatten testvragen met betrekking tot de kennis van

²⁸⁹ Voor de desbetreffende nieuwsbrieven wordt verwezen naar het archief van de K.U.Leuven nieuwsbrieven, terug te vinden op volgend adres: <http://www.kuleuven.ac.be/nieuwsbrief/archief>.

²⁹⁰ Tenzij men zich expliciet heeft uitgeschreven van deze nieuwsbrief.

²⁹¹ Ofwel heeft de respondent een definitie gegeven die tenminste wordt geclassificeerd als zijnde vaag (K2B>1), ofwel gaf de respondent geen, of een inadequate definitie (K2B=0).

emulatie. KTEST is de geaggregeerde score die de respondent behaalde op deze kennistest.

- KE: de samengestelde variabele die werd geconstitueerd uit variabelen KE1 tot en met KE33. KE geeft de “kennis van emulators” weer die een respondent bezit. Immers de variabelen KE1 tot en met KE33 informeren steeds naar de vertrouwdheid met één specifieke emulator.
- K9: het aantal uur per week dat men spendeert aan emulatie.
- KS: de samengestelde variabele die de eigenschap “emulatie van systemen” representeert. Deze werd opgebouwd uit variabelen KS1 tot en met KS18 die betrekking hebben op de emulatie van de afzonderlijke systemen, bevraagd in de survey.
- KEG: werd samengesteld uit variabelen KEG1 tot en met KEG33 en symboliseert het “gebruik van emulators”. KEG1 tot en met KEG33 vertegenwoordigen ieder de emulatie van één afzonderlijk systeem.
- KEGB: net zoals variabele K2B stamt deze variabele van zijn respectievelijke moedervariabele (hetzij K2, hetzij, KEG) met als doel de herleiding van de metrische moedervariabele tot een nominaal meetniveau²⁹² (met slechts twee mogelijke waarden) zodat deze onder andere kan worden gebruikt in t-testen.
- AA1: het aantal uren per dag (exclusief werkuren) dat de respondent gebruik maakt van zijn pc.
- AA3: het aantal uren per week dat de respondent spendeert aan het spelen van videogames.
- DD210: geeft aan hoeveel vrienden of kennissen van de respondent zich bezighouden met emulatie.

Het merendeel van de antwoordformulieren kwam binnen gedurende de eerste dagen na het versturen van de oproep (hetzij 7.11.2002, hetzij 28.11.2002). De piekdag was 28 november 2002 met een respons van 308 enquêtes. Het proces van gegevensvergaring werd afgesloten op 5 december 2002.

Aangezien er geen betrouwbaar cijfermateriaal bestaat omtrent de lezersaantallen van de e-Nieuwsbrief is het onmogelijk zinvolle uitspraken te doen omtrent het

²⁹² De respondent maakt gebruik van emulators (KEGB=1) of maakt geen gebruik van emulators (KEGB=0).

responsgehalte. Bovenstaande beperking heeft eveneens tot gevolg dat men zich niet kan uitspreken over de steekproeffractie²⁹³.

12.2. Bespreking van de demografische gegevens

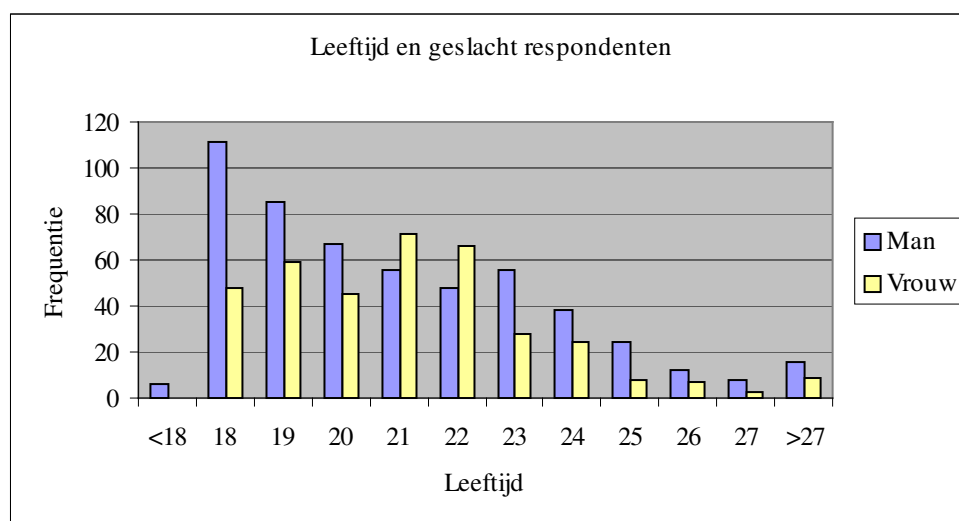
12.2.1. Geslacht

Uit een initiële tracering blijkt 58.88 % van de respondenten van het mannelijke geslacht te zijn en 41.12 % van het vrouwelijke geslacht.

12.2.2. Leeftijd

De verdeling van de leeftijd kan men nog best weergeven door middel van volgende grafiek:

Figuur 21. Leeftijd en geslacht van de respondenten (N=901)



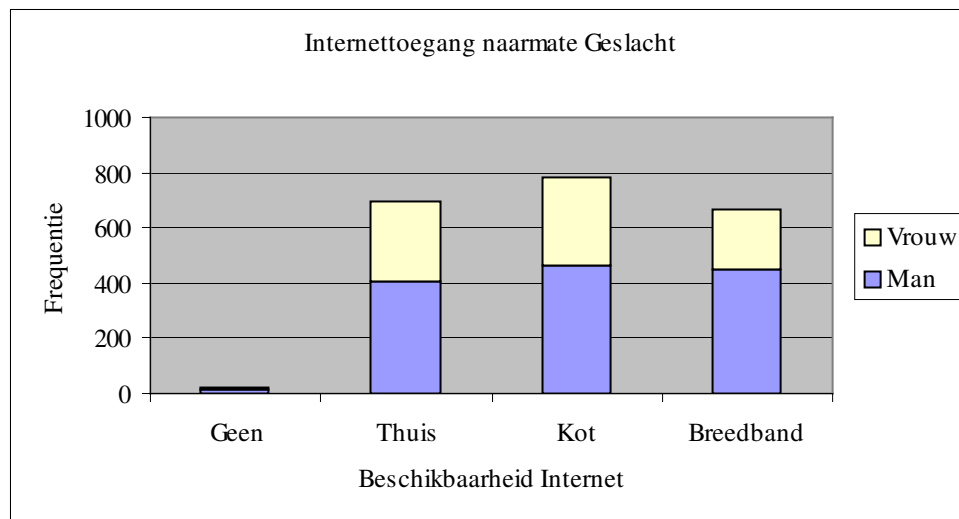
Zoals de grafiek aantoont wordt de grootste groep respondenten gevormd door de 18-jarigen (159 respondenten). De gemiddelde leeftijd bedraagt 21.79 jaar (sd=2.65). De mediaan bevindt zich op de leeftijd van 21 jaar. Slechts zes bevraagden zijn jonger

²⁹³ Deze geeft de kwantitatieve verhouding weer tussen de steekproefomvang en de omvang van de populatie (Billiet, 1996, p. 121).

dan 18 jaar en 18 respondenten zijn ouder dan 27 jaar²⁹⁴. Inzake de verdeling van geslacht over leeftijd valt op dat vooral de jeugdiger groepen van respondenten ondervertegenwoordigd zijn inzake vrouwelijke aanwezigheid, terwijl leeftijdscategorieën van 21 en 22 jaar dan weer een aanzienlijke oververtegenwoordiging kennen.

12.2.3. Beschikbaarheid van het Internet

Figuur 22. Mate van beschikbaarheid van een internettoegang (D4, D5 en D6) naargelang geslacht (N=901)



Zoals overduidelijk blijkt heeft het leeuwendeel van de onderzochte populatie toegang tot het Internet. Slechts 20 respondenten hadden noch toegang thuis, noch op kot. Bovendien heeft het merendeel van de respondenten (676 individuen of 75.03 %) een breedbandverbinding. Op kot en thuis heeft respectievelijk 87.26 % en 77.58 % van de bevolking een internetverbinding beschikbaar.

Afgaande op de figuur kan men poneren dat de mate waarin jongens of meisjes beschikken over een internetverbinding thuis of op kot niet betekenisvol zal verschillen. Een onafhankelijke t-test voorziet ons van volgende output:

²⁹⁴ De jongste en oudste respondent zijn respectievelijk 17 en 52 jaar oud.

T-Tests					
Variable	Method	Variances	DF	t Value	Pr > t
D4	Pooled	Equal	842	0.51	0.6129
D4	Satterthwaite	Unequal	764	0.51	0.6116
D5	Pooled	Equal	841	-1.03	0.3011
D5	Satterthwaite	Unequal	738	-1.03	0.3040

De nulhypothese van gelijke populatiegemiddelden kan niet worden verworpen op basis van deze testen: hieruit volgt dat men niet kan stellen dat er een significant verschil bestaat tussen mannen en vrouwen inzake de beschikbaarheid van het Internet thuis (D5) ($p=0.30$) of op kot (D4) ($p=0.61$).

In hoeverre men beschikt over een breedbandverbinding (D6) lijkt dan weer wel significant verschillend te zijn tussen jongens en meisjes. Een onafhankelijke t-test geeft volgende output:

T-Tests					
Variable	Method	Variances	DF	t Value	Pr > t
D6	Pooled	Equal	843	-8.92	<.0001
D6	Satterthwaite	Unequal	551	-8.31	<.0001

Hieruit volgt onmiskenbaar dat er een significant verschil wordt waargenomen ($p<0.0001$) waardoor kan worden gesteld dat jongens meer beschikken over een breedbandverbinding dan meisjes.

12.2.4. Studierichting

Tabel 3. Aantal respondenten per faculteit (N=901)

Domein	Faculteit	Frequentie	Percentage
Humane Wetenschappen	Godgeleerdheid	8	0.89%
	Wijsbegeerte	7	0.78%
	Kerkelijk Recht	0	0.00%
	Rechtsgeleerdheid	59	6.55%
	E.T.E.W.	101	11.21%
	Sociale Wet.	123	13.65%
	Letteren	110	12.21%
	Psychologie en Pedagogische Wet.	89	10.42%
	Totaal	497	55.16%
Exacte Wetenschappen	Wetenschappen	91	10.10%
	Toegepaste Wet.	131	14.54%
	Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wet.	47	5.22%
	Totaal	269	29.86%
Biomedische Wetenschappen	Geneeskunde	56	6.22%
	Farmaceutische Wet.	5	0.55%
	L.O. en Kinesitherapie	27	3.00%
	Totaal	88	9.77%
Subtotaal		854	94.78%
Geen Student aan de K.U.Leuven		47	5.22%
Totaal		901	100.00%

Uit bovenstaande tabel wordt geconcludeerd dat het merendeel van de respondenten tot de studiegroep Humane Wetenschappen behoort (55.16 %). Binnen de Humane Wetenschappen zijn E.T.E.W. (11.21 %), Sociale Wetenschappen (13.65 %) en Letteren (12.21 %) het sterkst vertegenwoordigd.

De Exacte Wetenschappen zijn goed voor 29,86 % van de respondenten met als voornaamste aandeelhouders in dit percentage de faculteiten Wetenschappen (10.10 %) en Toegepaste Wetenschappen (14.54 %)

Verder staan de Biomedische Wetenschappen in voor 9.77 % van de ondervraagden.

Tot slot resteert nog de categorie van respondenten die aangaven geen student te zijn aan de K.U.Leuven. Deze categorie wordt waarschijnlijk gevormd door overige lezers van de e-Nieuwsbrief (bijvoorbeeld het personeel van de K.U.Leuven). Desalniettemin moeten deze observaties voor verdere analyse uit de dataset worden geweerd. Hun aanwezigheid verhindert immers de extrapolatie van gegevens naar de

gehele studentengemeenschap toe. Hierdoor resteren aldus nog 854 observaties voor verder onderzoek, besproken in de volgende hoofdstukken.

13. Resultaten van het exploratief luik: een factoranalyse

Door middel van een exploratieve factoranalyse²⁹⁵ wordt gezocht naar onderliggende, verborgen factoren (of slechts één factor) die een mogelijke verklaring kunnen bieden voor de resultaten aangaande enkele variabelen in de dataset. Factoranalyse is een zeer geschikt instrument voor het meten van onderliggende, latente factoren (zoals bijvoorbeeld intelligentie, agressiviteit, kennis aangaande een bepaald onderwerp etc.) die niet direct waarneembaar zijn of die in de praktijk moeilijk meetbaar zijn.

Initieel wordt het basisconcept van een factoranalyse beknopt uit de doeken gedaan, vervolgens wordt de dataset zelf enigerwijze toegelicht. Tenslotte worden de verschillende opties inzake factoranalyse, het programma en het resulterende cijfermateriaal becommentarieerd.

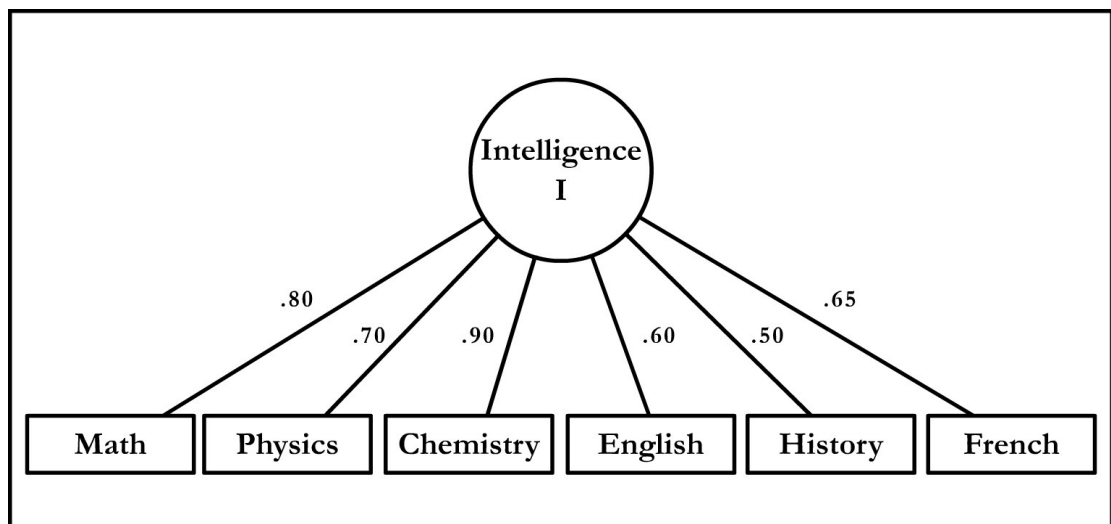
13.1. Preliminaire concepten

Factoranalyse is een veelgebruikte doch complexe statistische procedure die dienst doet als detectiemiddel voor latente, complexe, niet rechtstreeks waarneembare of meetbare variabelen. Sharma (1996) verduidelijkt deze analytische methode aan de hand van het voorbeeld waarin de procedure voor het eerst werd toegepast (Sharma, 1996, pp. 90-93). Factoranalyse werd voor het eerst aangewend door Spearman (1904) wanneer deze trachtte te onderzoeken in hoeverre de op verschillende vakken behaalde punten, de intelligentie van een respondent konden verklaren. Spearman stelde vast dat de behaalde scores intercorreleerden (hoge wiskundescores waren bijvoorbeeld nauw verbonden aan hoge puntenaantallen op andere vakken zoals

²⁹⁵ Deze vorm van factoranalyse wordt gehanteerd wanneer de onderzoeker niet zeker is hoeveel en welke factoren men precies wil meten. Confirmatory Factor Analysis daarentegen (zoals bijvoorbeeld LISREL voor SPSS en CALIS voor SAS) vereist tenminste een hypothetisch, uitgewerkt factormodel, (gebaseerd op een achterliggend theoretisch kader) (Vandebroek, z.d.; Sharma, 1996, p. 144). Gezien in het hier besproken onderzoek geen assumpties worden gemaakt naar het aantal factoren toe is het aangewezen een exploratieve factoranalyse te benutten.

chemie, fysica etc.). Spearman vermoedde dat de mogelijke verklaring hierachter het intelligentiepeil van de respondent was. Hij poneerde dat de puntenscores niet enkel met elkaar correleerden, maar ook met de latente, verborgen factor “intelligentie”. Een volgende figuur kan deze gedachtegang verhelderen:

Figuur 23. De factoranalyse van Spearman



De figuur toont de verschillende vakken en hun respectievelijke correlatie (de zogenaamde “loading”, of “ λ ”) met de latente factor (of variabele) intelligentie die niet rechtstreeks werd gemeten. Binnen het kader van het door deze verhandeling besproken onderzoek is zulk een verkenning van de dataset om enige latente factoren, die de resultaten van de respondenten kunnen verduidelijken, zeker wenselijk. In onderstaande paragrafen wordt de dataset dan ook aan een factoranalyse onderworpen.

13.2. De dataset

De te bestuderen dataset bestaat uit de reeds vernoemde 854 observaties en acht te berde te brengen variabelen. Het gaat steeds om metrische²⁹⁶ variabelen (zie ook supra):

- KS: emulatie van systemen.

²⁹⁶ Factoranalyse vereist immers metrische variabelen (Sharma, 1996, p. 11).

- KEG: gebruik van emulators.
- KE: kennis van emulators.
- KTEST: kennistest inzake emulatie.
- K2: definitie van emulatie.
- K9: aantal uren per week dat men spendeert aan emulatie.
- DD210: hoeveel vrienden of kennissen zich bezighouden met emulatie.
- AA1: aantal uren per week dat men videogames speelt.

In veel analytische methoden is een standaardisatie²⁹⁷ van de dataset vereist, maar gezien een factoranalyse bij de bewerkingen louter gebruik maakt van de correlatiematrix is zulk een standaardisatie hier niet obligatoir²⁹⁸. Wel verplicht is de onderwerping van de dataset aan enkele testen om na te gaan of deze wel geschikt is om er een factoranalyse op uit te voeren. Voor deze testen heeft men nood aan onderstaande correlatiematrix:

Tabel 4. Correlatiematrix als gevolg van de factoranalyse

The FACTOR Procedure				
Correlations				
	KE	KEG	KTEST	K2
KE	1.00000	0.81818	0.67147	0.58230
KEG	0.81818	1.00000	0.49084	0.41422
KTEST	0.67147	0.49084	1.00000	0.76726
K2	0.58230	0.41422	0.76726	1.00000
K9	0.58807	0.68722	0.34524	0.28144
DD210	0.37954	0.29263	0.42682	0.47035
KS	0.76971	0.73696	0.57798	0.55677
AA3	0.30646	0.20934	0.35849	0.37933
Correlations				
	K9	DD210	KS	AA3
KE	0.58807	0.37954	0.76971	0.30646
KEG	0.68722	0.29263	0.73696	0.20934
KTEST	0.34524	0.42682	0.57798	0.35849
K2	0.28144	0.47035	0.55677	0.37933
K9	1.00000	0.25243	0.52072	0.22684
DD210	0.25243	1.00000	0.27793	0.25535
KS	0.52072	0.27793	1.00000	0.24366
AA3	0.22684	0.25535	0.24366	1.00000

²⁹⁷ Door middel van de PROC STANDARD procedure is het mogelijk een dataset te construeren die bestaat uit data, die gecorrigeerd zijn met betrekking tot gemiddeldes en standaardafwijkingen. Hierbij worden in de procedure volgende functies in acht genomen: MEAN=0 en STD=1 (indien men een gemiddelde van 0 en een standaardafwijking van 1 wil bekomen over de variabelen van de dataset).

²⁹⁸ Of men corrigeert voor gemiddeldes en standaardafwijkingen of niet, de correlaties tussen de variabelen onderling blijven hetzelfde.

Een eerste introspectie van de correlatiematrix maakt duidelijk dat er een voldoende aantal hoge correlaties voorhanden zijn om te groeperen tot metavariabelen (de factoren)²⁹⁹. Naast deze nogal subjectieve maatstaf wordt een meer objectieve norm geleverd door de MSA-peiling (Kaiser's measure of overall sampling adequacy)³⁰⁰, die de homogeniteit van de variabelen meet. Binnen de besproken dataset bedraagt de MSA waarde 0.85156252. Deze waarde (>.80) wordt door Sharma bestempeld als “verdienstelijk” (meritorious) en impliceert dat de dataset gekwalificeerd is voor factoring (Sharma, 1996, p. 116).

Op deze goedbevonden gegevensset kan een factoranalyse worden toegepast. Inzake deze factoranalyse moeten vooreerst enkele keuzes worden gemaakt

13.2.1. PAF of PCF

In de meeste gevallen verschillen de resultaten weinig bij het gebruik van PAF (Principal Axis Factoring) of PCF (Principal Component Factoring) in een factoranalyse. In het opzicht van het hier besproken onderzoek wordt evenwel voor de PAF methode geopteerd. PCF gaat ervan uit dat slechts enkele variabelen (of één variabele) instaan voor het merendeel van de variantie (Sharma, 1996, p. 108). Binnen de geviseerde dataset is dit evenwel niet het geval en wordt dan ook gebruik gemaakt van het meer geschikte PAF.

13.2.2. Rotation

Rotatie is een techniek die wordt toegepast op het “Factor Pattern”³⁰¹ dat men initieel bekomt na de factoranalyse. Rotatie ziet erop toe dat men een makkelijker te interpreteren beeld bekomt (Sharma, 1996, p. 119) In eerste instantie moet men selecteren welk soort rotatie men wil verrichten. Hierbij heeft men de keuze tussen

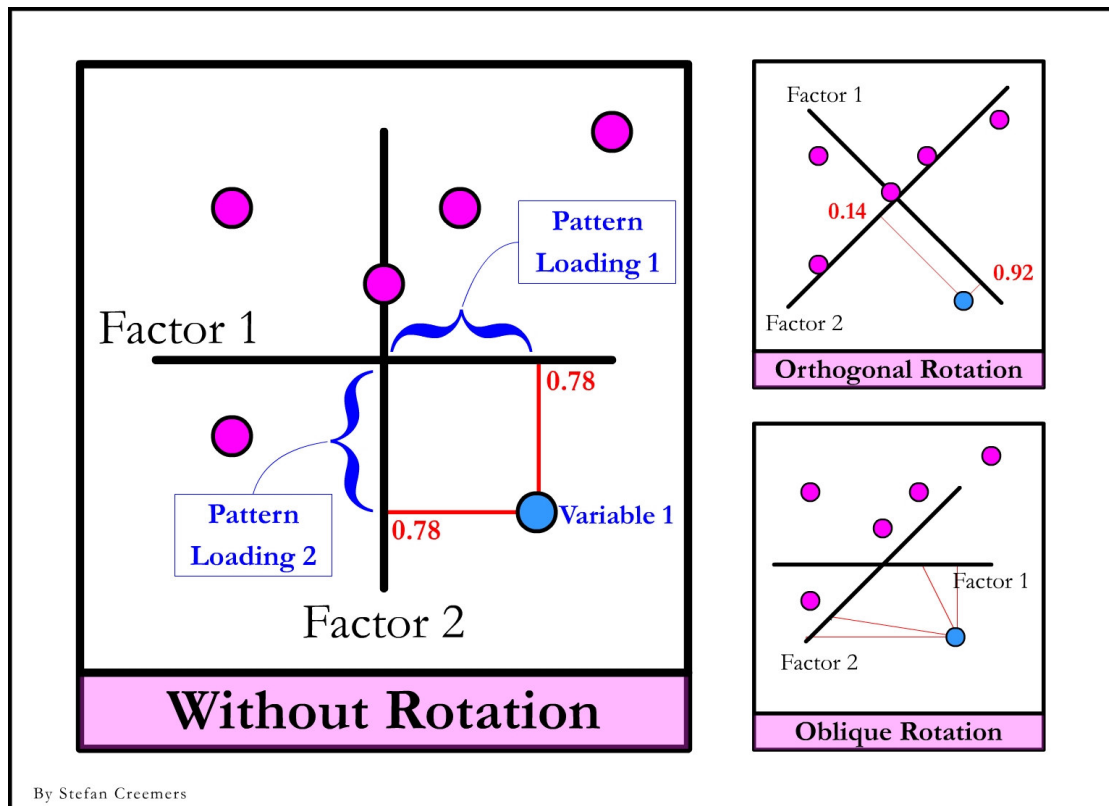
²⁹⁹ Er is een sufficiënte homogeniteit van de basisvariabelen om te komen tot goede factoren. Mochten alle basisvariabelen uitermate heterogeen zijn, zou het niet mogelijk zijn om een sterke gemeenschappelijke factor af te leiden (Vandebroek, z.d.).

³⁰⁰ Hiernaar wordt ook verwezen als de KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) measure (Sharma, 1996, p. 116).

³⁰¹ Dit initieel factorpatroon geeft aan in welke mate de variabelen helpen aan de onderbouwing van de factoren. Het patroon is evenwel nog niet-geroteerd en aldus niet geoptimaliseerd voor interpretatie.

orthogonal en oblique rotations. Het concept van rotatie kan best worden toegelicht aan de hand van een figuur:

Figuur 24. Rotations geëxpliciteerd



In de figuur zien we dat in een factormodel zonder rotatie, variabele 1 voor zowel factor 1 als voor factor 2 relatief hoge absolute waarden aanneemt. Stel nu dat factor 1 de verborgen variabele intelligentie suggereert en dat variabele 1 de resultaten van een respondent op een wiskundetest voorstelt. Men zou dan kunnen afleiden dat, met een loading van 0.78 ($\lambda=0.78$), iemands score op de wiskundetest in sterke mate kan worden verklaard aan de hand van de intelligentie van het desbetreffende individu. Het blijft echter moeilijk om de tweede factor zinvol te interpreteren³⁰². Bijgevolg wordt er dan ook gebruik gemaakt van rotatie zodat de verschillende variabelen binnen het factormodel steeds zo hoog mogelijke waarden op ten minste één factor scoren³⁰³. Hierdoor wordt de interpretatie van de resulterende factoren aanzienlijk vergemakkelijkt (Sharma, 1996, pp. 119-123). Na een orthogonal rotation bemerkt men bijvoorbeeld dat dezelfde variabele “score op wiskundetest” thans voor de eerste

³⁰² Andere variabelen in het model verschaffen mits het gegeven, niet-geroteerde, factormodel bovendien ook niet altijd zo’n duidelijke interpretatie.

³⁰³ Het statistisch programma zal automatisch de optimale rotatie (degene waarbij de meest duidelijke factoren worden weerhouden) berekenen.

factor een veel hogere loading ($\lambda=0.92$) bezit, waardoor iemands respectievelijke intelligentie (de verborgen, latente variabele) nog beter in staat is de score (van datzelfde individu) op een wiskundetest (de meetbare variabele) te verklaren. Uit de figuur blijkt eveneens dat oblique rotations niet makkelijk interpreteerbaar zijn³⁰⁴. Bovendien worden oblique rotations niet veel gebruikt in de gedrags- en sociale wetenschappen (Sharma, 1996, p. 141). Hierom werd dan ook geopteerd voor een orthogonal rotation.

Binnen deze orthogonal rotation heeft men wederom een keuzemogelijkheid tussen een Varimax Rotation en een Quartimax Rotation. Quartimax Rotations gaan uit van het bestaan van slechts één verborgen algemene factor³⁰⁵. De gegeven dataset en variabelen laten evenwel ruimte voor meerdere potentiële, verborgen variabelen. De voorkeur ging in dit onderzoek dan ook uit naar een Varimax Rotation.

13.3. Bewerkstelling

Hierboven staan alle essentiële componenten, vereist voor de factoranalyse, beschreven. Thans dienen deze te worden samengevoegd tot het SAS programma dat dan op zijn beurt zal voorzien in de nodige output van resultaten. Het SAS programma ziet er als volgt uit:

```
LIBNAME emu 'd:\Thesis\SAS\';
data emu.emufinb;
set emu.emufin;
proc factor method=prin306 rotate=v307 CORR MSA SCREE RESIDUALS
HEYWOOD308;
var KE KEG KTEST K2 K9 DD210 KS AA3;
run;
```

³⁰⁴ Interpretatie wordt bemoeilijkt omdat de factoren niet loodrecht (orthogonaal) op elkaar staan geplaatst, waardoor verschillende loadings per variabele mogelijk worden (Sharma, 1996, pp.140-141). Dit komt expliciet tot uiting in een twee-dimensionale figuur, waar conventioneel gewerkt wordt met twee loodrechte assen.

³⁰⁵ Veronderstel bijvoorbeeld dat men tracht de achterliggende factoren van het mediagebruik van respondenten te achterhalen. Als men vertrekt vanuit de idee dat “ontspanning” de enige, verborgen factor is die verantwoordelijk is voor het mediagebruik, dan moet men gebruik maken van een Quartimax Rotation. Als men daarentegen vermoedt dat de achterliggende variabelen niet louter beperkt blijven tot ontspanning (maar bijvoorbeeld ook “kunnen meepraten met collega’s op het werk”), dan kan men beter gebruik maken van een Varimax Rotation.

³⁰⁶ Slaat op de PAF methode (Sharma, 1996, p. 109).

³⁰⁷ Wijst erop dat Varimax Rotation wordt toegepast (Sharma, 1996, pp. 109-110).

³⁰⁸ Dit zijn de respectievelijke opties vereist om de nodige resultaten (correlatiematrix, MSA score etc.) te bekomen. Voor meer informatie aangaande deze uitbreidingen wordt verwezen naar Sharma (1996).

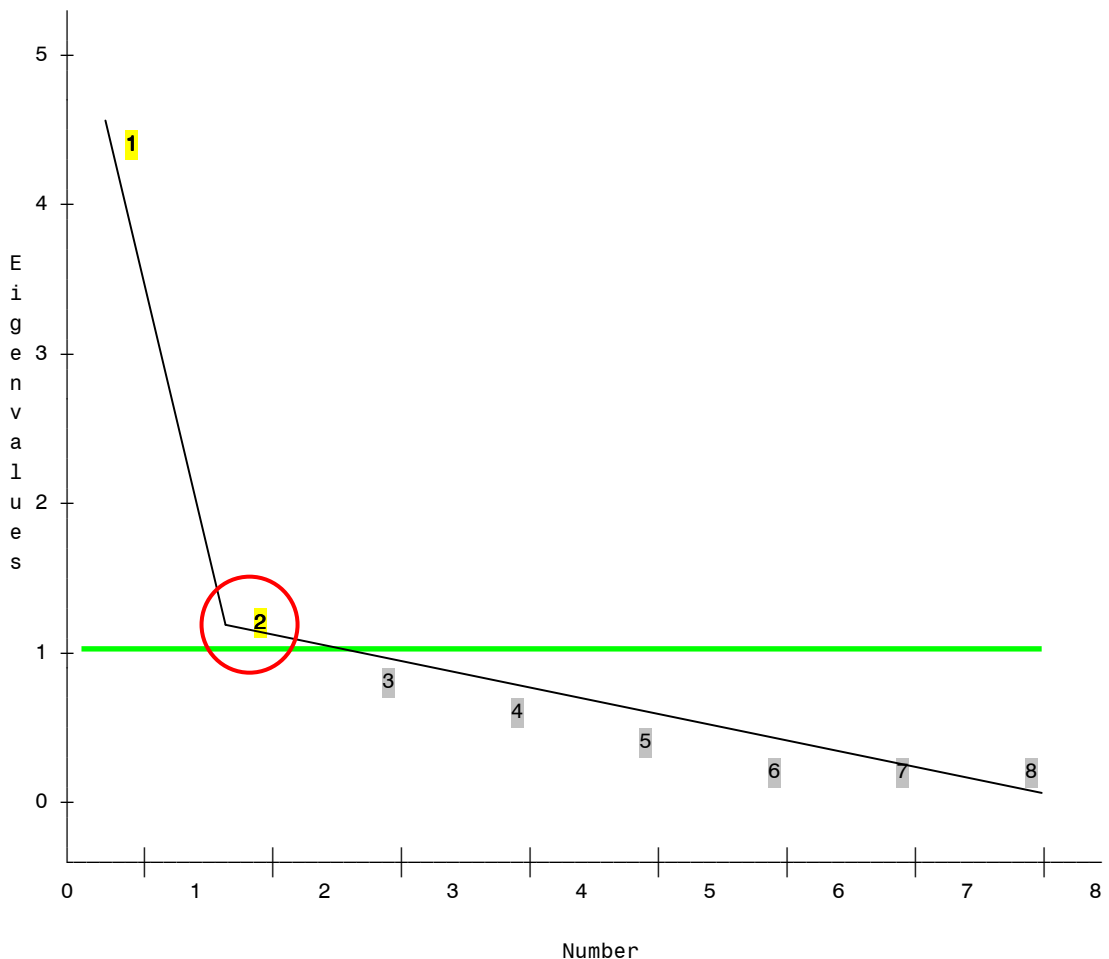
In de volgende paragrafen worden de resultaten van bovenstaande programmatuur besproken.

13.4. Resultaten

De reeds kortelings aangehaalde SCREE optie (zie supra) voorziet ons van volgende figuur:

Figuur 25. Screeplot van de behaalde eigenvalues bij de factoranalyse

Scree Plot of Eigenvalues



Gezien er acht variabelen werden verwerkt door de factoranalyse, dienen zich acht potentiële factoren op. Ieder van deze factoren is in staat zijn deel van de variantie van de acht initiële variabelen te verklaren. Uit bovenstaande figuur maken we

evenwel op dat slechts twee factoren dit op een significante wijze doen. Van de acht mogelijke factoren worden er aldus twee weerhouden. Dit omwille van volgende heuristische regels:

- Slechts twee factoren beschikken over een eigenvalue groter dan 1 (MINEIGEN criterion³⁰⁹).
- De knik in de rechte, ter hoogte van 2, geeft aan dat twee factoren weerhouden dienen te worden.

Beide van bovenstaande testen zijn onvoldoende om op zichzelf enige zekerheid te scheppen over de eventuele selectie van factoren. Maar indien ze zoals in de figuur hierboven elkaar bevestigen, dan kan men met voldoende zekerheid stellen dat de desbetreffende factoren geschikt zijn voor verdere bestudering (Vandebroek, z.d.).

Deze stelling wordt nogmaals gestaafd door onderstaande tabel die de eigenvalues van de factoren en hun respectievelijk aandeel in de variantie weergeeft:

Tabel 5. Eigenvalues van de verschillende factoren

	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
1	4.36243533	3.18401308	0.5453	0.5453
2	1.17842224	0.40598312	0.1473	0.6926
3	0.77243912	0.07933259	0.0966	0.7892
4	0.69310653	0.30924318	0.0866	0.8758
5	0.38386335	0.11566680	0.0480	0.9238
6	0.26819654	0.06619756	0.0335	0.9573
7	0.20199899	0.06246109	0.0252	0.9826
8	0.13953789		0.0174	1.0000

2 factors will be retained by the MINEIGEN criterion.

Uit deze tabel blijkt bovendien dat deze twee factoren in staat zijn 69.26% van de gehele variantie in de dataset te verklaren³¹⁰. Men kan aldus twee afzonderlijke factoren onderscheiden. De Factor Patterns³¹¹ (of loadings) van deze twee factoren worden in volgende tabellen gepresenteerd:

³⁰⁹ Dit criterium wordt standaard door SAS en SPSS gehanteerd (Sharma, 1996, p. 117)

³¹⁰ Indien men enkel deze twee factoren ter beschikking had, zou men nog steeds 69,26 % van de totale variantie (van de acht variabelen) kunnen verklaren.

³¹¹ Deze geven de correlaties weer waarin de afzonderlijke variabelen (K2, KTEST, KE, KS, KEG, DD210, AA3, K9) bijdragen tot de opbouw van (correleren met) de factor (de achterliggende, verborgen variabele).

Tabel 6. Factor Pattern van de originele en geroteerde dataset

	Factor Pattern (Original)	
	Factor1	Factor2
KE	0.90169	-0.14743
KEG	0.84461	-0.46325
KTEST	0.77994	0.35495
K2	0.75479	0.50892
K9	0.61536	-0.32289
DD210	0.45917	0.22314
KS	0.79846	-0.14279
AA3	0.37766	0.19458

	Rotated Factor Pattern (Varimax)	
	Factor1	Factor2
KE	0.76563	0.49860
KEG	0.93624	0.22676
KTEST	0.33717	0.78779
K2	0.21485	0.88461
K9	0.67227	0.17602
DD210	0.18895	0.47426
KS	0.68622	0.43247
AA3	0.14797	0.39824

Zonder rotatie zien we dat de eerste factor hoge, positieve waarden weergeeft voor bijna al de variabelen (een soort van algemene factor “vertrouwdheid met EMU”), terwijl de tweede factor niet-significante positieve en negatieve verbanden vertoont, wat een zinvolle interpretatie quasi onmogelijk maakt. Dankzij de rotatie zien we twee factoren met allemaal positieve ladingen, waarbij enkele ladingen zeer significant zijn. Dit houdt in dat een hogere waarde voor de variabele een hogere waarde voor de latente factor tot gevolg heeft, ceteris paribus.

Wanneer deze cijfers worden geïnterpreteerd, kan men concluderen dat:

- Factor 1 kan worden beschouwd als de variabele “emugebruik” (GEMU). Immers de variabelen die deze factor het meest³¹² constitueren zijn KE ($\lambda=0.77$) (kennis van emulators), KEG ($\lambda=0.94$) (gebruik van emulators), K9 ($\lambda=0.67$) (aantal uren gespendeerd aan emulatie per week) en KS ($\lambda=0.69$) (emulatie van systemen).

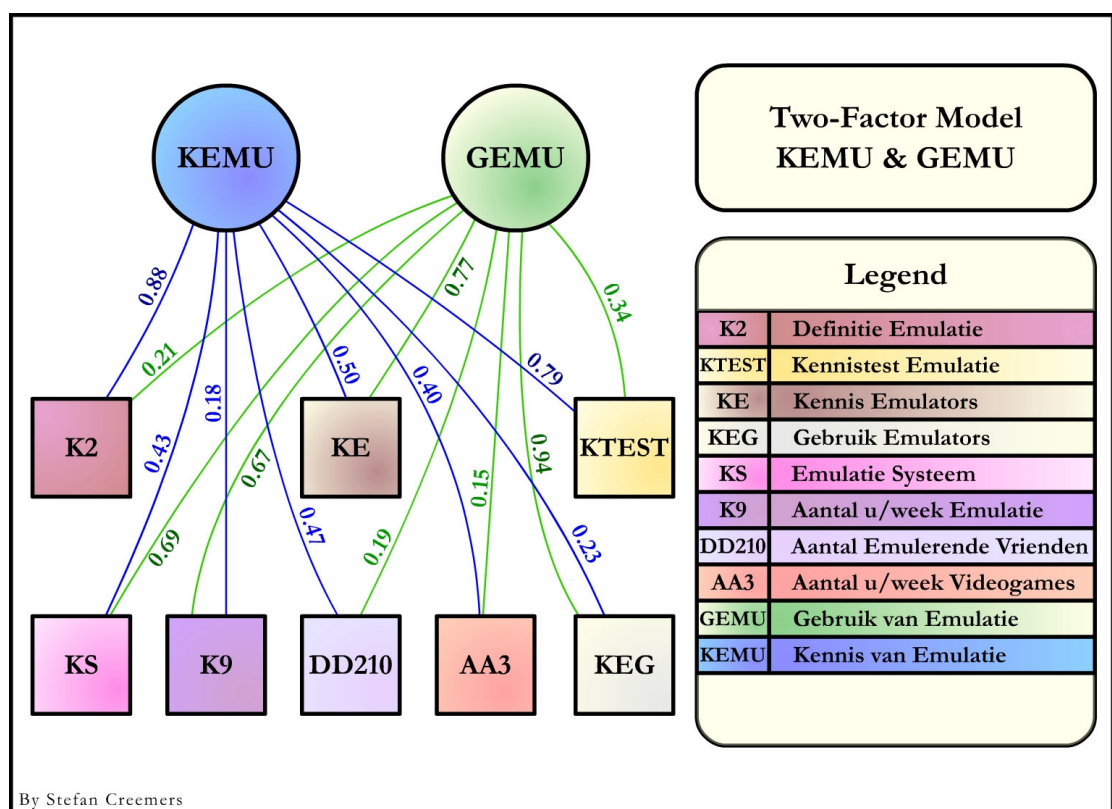
³¹² Vanaf een waarde van 0.7 mag men spreken van een “high loading”, oftewel een grote impact op de gevormde factor (Vandebroek, z.d.).

- Factor 2 de variabele “emukennis” (KEMU) representeert. Deze wordt het meest bepaald door KTEST ($\lambda=0.79$) (kennistest van emulatie) en K2 ($\lambda=0.88$) (definiëring van emulatie).

Daarnaast bedraagt de RMSR (Root Mean Square of diagonal Residuals)³¹³ waarde 0,02377021. Dit leidt tot het besluit dat de gehanteerde methodologie gepast was.

Wanneer we deze factoren operationaliseren naar een conceptueel model, bekomen we de volgende figuur:

Figuur 26. Relaties tussen kennis en gebruik van emulatie en variabelen K2, KTEST, KE, KEG, KS, K9, DD210 en AA3



Uit deze figuur kan men opmaken in welke mate de latente factoren KEMU en GEMU in staat zijn de scores van een respondent op de bestudeerde variabelen te verklaren

³¹³ Deze waarde vertegenwoordigt de mate waarin de gevormde factoren kunnen instaan voor de verklaring van de correlaties tussen de indicatoren (de variabelen K2, KTEST etc.). Voor RMSR geldt dat hoe dichter de waarde het nulpunt benadert, hoe beter de factoren de correlaties kunnen verklaren. De residuals geven als het ware de restwaarde weer, die niet kan worden verklaard door de weerhouden factoren.

13.5. Conclusies

Tot slot worden nog enkele belangrijke bevindingen bij deze factoranalyse overlopen. Een respondent met één van volgende eigenschappen zal met grote waarschijnlijkheid een hoge waarde voor de onderliggende factor KEMU bezitten:

- Een goede score op de kennistest aangaande emulatie (KTEST) ($\lambda=0.79$).
- Een adequate definiëring van emulatie (K2) ($\lambda=0.88$).
- Één of meerdere systemen hebben geëmuleerd (KS) ($\lambda=0.43$).
- Één of meerdere vrienden hebben die zich occuperen met emulatie (DD210) ($\lambda=0.47$).
- Een verhoogde kennis bezitten van welke emulators er op de markt zijn (KE) ($\lambda=0.50$).
- Meer videogames spelen dan de gemiddelde respondent (AA3) ($\lambda=0.40$).

De volgende kenmerken leiden in principe tot een hoge waarde voor de factor GEMU:

- Veel gebruik maken van verschillende emulators (KEG) ($\lambda=0.94$).
- Een grote kennis bezitten over het bestaan van verschillende emulators (KE) ($\lambda=0.77$).
- Verschillende systemen reeds hebben geëmuleerd (KS) ($\lambda=0.69$).
- Veel tijd spenderen aan emulatie (K9) ($\lambda=0.67$).
- Meer dan gemiddeld scoren op de kennistest aangaande emulatie (KTEST) ($\lambda=0.34$).

14. Resultaten van het toetsend luik

In dit hoofdstuk worden de verschillende hypothesen, besproken in het eerste hoofdstuk van dit deel, sequentieel behandeld. In deze assumpties wordt vaak gebruik gemaakt van de concepten kennis (KEMU) en gebruik (GEMU) van emulatie. Zoals werd aangetoond in het vorige hoofdstuk met betrekking tot het exploratief onderzoek, worden deze concepten het sterkst opgebouwd uit de

variabelen K2 en KEG³¹⁴. We zullen gebruik maken van de variabelen K2 (heeft een correlatie van 0.88 met KEMU) en KEG (heeft een correlatie van 0.94 met GEMU), die we beschouwen als benaderingen voor de (onmeetbare) onderliggende factoren KEMU en GEMU³¹⁵. We werken hoofdzakelijk met deze twee variabelen omwille van hun sterke samenhang met de respectievelijke onderliggende factoren en omwille van de overzichtelijkheid voor de lezer (de toegevoegde waarde van een analyse met 8 of zelfs meer variabelen voor de resultaten en conclusies is in dit onderzoek zeer beperkt).

Eerst worden de hypothesen met betrekking tot de hele steekproef afgehandeld. Vervolgens komen de hypothesen aan bod die louter betrekking hebben op de respondenten die hebben deelgenomen aan het tweede, emulatiegerelateerde deel van de vragenlijst.

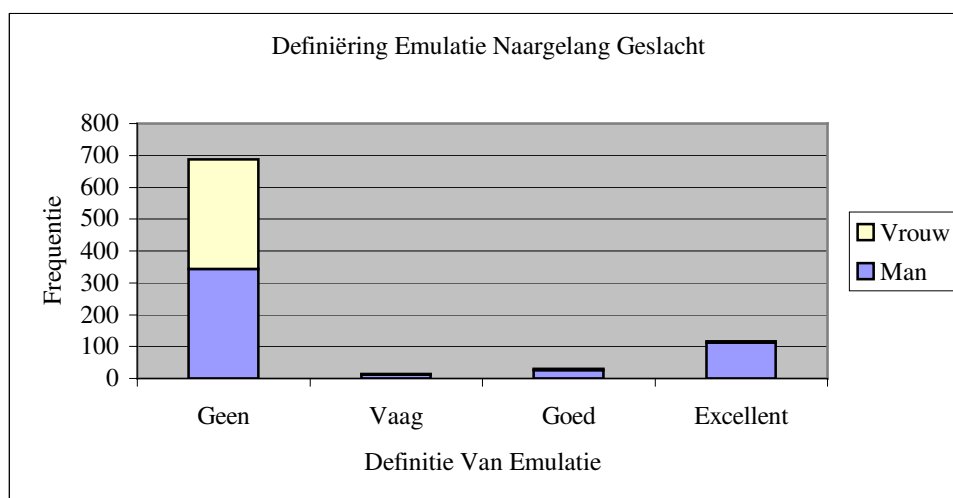
14.1. Hypothesen betreffende de gehele steekproef

Hypothese 1: Respondenten van het mannelijke geslacht bezitten een grotere kennis van emulatie en zullen vaker gebruik maken van emulatie dan respondenten van het vrouwelijke geslacht.

³¹⁴ Het doel van exploratief onderzoek is immers detecteren welke variabelen van belang zijn voor verdere analyse (Billiet, 1996, p. 30).

³¹⁵ Ondanks de vaststelling dat de variabelen K2 en KEG geen volmaakte operationalisaties zijn van de factoren KEMU en GEMU, zijn ze toch in staat met een voldoende groot betrouwbaarheidsinterval de betreffende factoren te verklaren

Figuur 27. Resultaten van de gegeven definiëring aan emulatie (K2) naargelang geslacht (D2) (N=854)



Slechts negen vrouwelijke respondenten waren in staat ten minste een vage definitie van emulatie te verschaffen³¹⁶ (op een totaal van 167 definities). Dit gebrek aan vrouwelijke respondenten vinden we ook terug bij de andere variabelen bevraagd in het emulatiegerelateerde deel van de vragenlijst³¹⁷. Men kan dus vooropstellen dat de vrouwelijke aanwezigheid, binnen de populatie van degenen die het gedeelte van de vragenlijst met betrekking tot emulatie hebben opgelost, verwaarloosbaar is. Een t-test tussen het geslacht van de respondent en de variabele K1 bevestigt deze bevindingen ($p < 0.0001$)³¹⁸.

T-Tests					
Variable	Method	Variances	DF	t Value	Pr > t
K1	Pooled	Equal	724	-12.19	<.0001
K1	Satterthwaite	Unequal	564	-14.01	<.0001

³¹⁶ Deze zelfde negen vrouwelijke respondenten gaven te kennen notie te hebben van wat emulatie precies inhoudt (gemeten door variabele K1). De overige vrouwen namen niet deel aan het gedeelte van de vragenlijst handelend over emulatie.

³¹⁷ Variabelen K2 tot en met K29, KE1 tot en met KE33, KS1 tot en met KS18, RED1 tot en met RED13, KEG1 tot en met KEG35 en DD210.

³¹⁸ Door het laag aantal vrouwelijke respondenten is het niet relevant deze (te) geringe populatie zelf te onderwerpen aan enige test. Het is hier enkel zinvol variabelen te testen die werden gemeten binnen de hele populatie (zijnde K1) (het is bijvoorbeeld niet nuttig een t-test uit te voeren gebruik makende van variabele KTEST, gezien er slechts negen vrouwen potentieel een score konden behalen op deze variabele).

Vrouwen namen dus significant minder deel aan het emulatiegerelateerde deel van de vragenlijst. Omwille van de besproken kenmerken van de populatie³¹⁹ ligt het dan ook niet voor de hand concrete besluiten te trekken in verband met de vooropgestelde hypothese. Nochtans lijkt het op basis van de gegevens (cfr. grafiek) meer dan aannemelijk dat de nulhypothese niet verworpen kan worden. Besloten wordt dat de eerste hypothese onder voorbehoud wordt bekrachtigd.

Hypothese 2: Oudere respondenten bezitten een grotere kennis van emulatie en zullen vaker gebruik maken van emulatie.

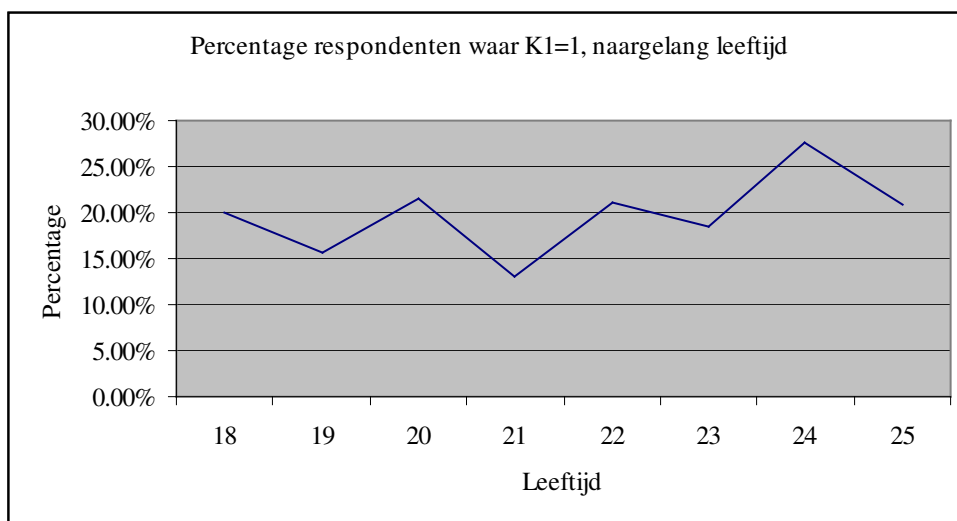
Tabel 7. Frequenties en proporties van de verschillende leeftijdsgroepen naargelang K1 (K1=1) (N=854), waarneming bij de gehele steekproef

Leeftijd	Aantal respondenten waar K1=1	Totaal aantal respondenten	Percentage K1 op totaal aantal respondenten	Percentage K1 op totaal (N=854)
<18	3	5	60.00%	1.88%
18	32	160	20.00%	22.70%
19	22	141	15.60%	19.64%
20	24	112	21.43%	18.46%
21	17	130	13.08%	15.60%
22	23	109	21.10%	28.40%
23	15	81	18.52%	25.86%
24	16	58	27.59%	66.67%
25	5	24	20.83%	35.71%
26	2	14	14.29%	25.00%
27	4	8	50.00%	33.33%
>27	4	12	33.33%	0.47%
Totaal	167	854	19.56%	19.56%

De tabel geeft de verdeling weer van de hoeveelheid respondenten (die verklaarden dat ze beschikten over een notie van wat emulatie is) per leeftijdsgroep. Als men de niet representatieve groepen buiten beschouwing laat, krijgt men een volgende figuur:

³¹⁹ Het te geringe aantal vrouwelijke respondenten dat deelnam aan het tweede gedeelte van de vragenlijst.

Figuur 28. Percentage van het aantal respondenten die deelnamen aan het tweede gedeelte van de vragenlijst naargelang leeftijd



Uit tabel 7 en figuur 30 kan men opmaken dat er geen uitgesproken verband bestaat tussen leeftijd en het al dan niet deelnemen aan het gedeelte van de vragenlijst aangaande emulatie. Verdere analyse met variabelen KEG (de belangrijkste constituanten van factor GEMU) en K2 (het hoofdbestanddeel van factor KEMU) leveren eveneens geen significante data op³²⁰.

Hypothese 2 dient dus (binnen de gegeven populatie) te worden verworpen. Hierbij dient men op te merken dat enkel een studentenpopulatie werd bevraagd waarbij de relevante leeftijdsrange zeer beperkt is (een effectieve range van zeven jaar). In andere populaties kunnen grotere leeftijdsverschillen worden waargenomen (waardoor misschien andere resultaten, als deze hierboven besproken, aan het licht komen).

Hypothese 3: De beschikbaarheid van een internetverbinding is een vereiste voor het gebruik en de kennis van emulatie.

De gegevens binnen de dataset leiden tot de conclusie dat de beschikbaarheid van een internetverbinding een absolute vereiste is voor het gebruik en de kennis van emulatie; iedere respondent die ten minste een vage definitie van emulatie heeft

³²⁰ Een t-test waarbij de observaties worden ingedeeld in zij die minstens een vage definitie geven (K2B=1) en zij die geen adequate definitie verschaffen (K2B=0) maakt duidelijk dat leeftijd niet significant verschilt tussen beide groepen ($t=0.78$, $df=852$, $p=0.44$). Eenzelfde t-test over variabele KEGB levert gelijkaardige resultaten ($t=-0.05$, $df=852$, $p=0.96$).

geproduceerd, beschikt over een internetverbinding. Bovendien beschikt 93.87 % (op een totaal van 167) van deze groep over een breedbandverbinding.

Deze resultaten zijn significant hoger dan deze behaald door de respondenten die geen gepaste definitie konden voorleggen (waar slechts 70.49 % van de respondenten kon beschikken over een breedbandverbinding en 15 respondenten, of 2.19 %, niet kon disponeren over een internetverbinding thuis of op kot). Analyse met variabele KEG2B resulteert in gelijkaardige resultaten: iedere respondent die gebruik maakt van emulators beschikt over een internetconnectie thuis of op kot. Verder beschikt 92.22 % van deze groep ondervraagden over een breedbandverbinding.

Verder wordt de bevinding, dat respondenten vertrouwd met emulatie eerder over een breedbandverbinding beschikken, bevestigd door enkele onafhankelijke t-testen. Binnen een t-test wordt de populatie opgedeeld in twee afzonderlijke groepen, naargelang de gewenste variabele. In het opzicht van deze hypothese dienen drie zulke variabelen (K1, K2B, KEGB) te worden benut om de populatie te verdelen. Men bekomt drie verschillende opdelingen:

- Wanneer men de variabele K1 gebruikt om de populatie te splitsen krijgt men enerzijds de groep die heeft deelgenomen aan het gedeelte van de vragenlijst aangaande emulatie (K1=1) en anderzijds de respondenten die dit bepaalde gedeelte niet hebben ingevuld (K1=2).
- Variabele K2B deelt de populatie in de groep van ondervraagden die ten minste een vage definitie van emulatie konden geven (K2B=1) en de groep van respondenten die niet in staat was een definitie te geven (of die een inadequate definitie gaf) (K2B=0).
- Variabele KEGB verdeelt de populatie aan de ene kant in respondenten die gebruik maken van emulators (KEGB=1). Aan de andere kant bevinden zich de individuen die geen gebruik maken van emulators (KEGB=0).

Vervolgens wordt gecontroleerd of de toegangsmogelijkheid tot het Internet via breedband (variabele D6) verschilt binnen deze groepen.

De gegevens die werden betrokken uit de hierboven besproken t-testen, worden beknopt samengevat in onderstaande tabellen:

Tabel 8. Waardes van t-testen (class KEGB, K2B en K1) inzake variabele D6 (N=854), afgenomen bij alle respondenten

	KEGB			K2B			K1		
	t	df	p	t	df	p	t	df	p
D6	4.03	849	<.0001	6.32	849	<.0001	-6.34	727	<.0001

Men kan dus stellen dat het gebruik en de kennis van emulatie vereist dat men beschikt over een toegangsvorm tot het Internet. Hypothese 3 wordt aldus behouden.

Hypothese 5: Het gebruik en de kennis van emulatie correleert positief met een lakse houding ten aanzien van piraterij.

De houding ten aanzien van piraterij wordt gecontroleerd aan de hand van een aantal uitspraken ter vorsing van de intensiviteit en enkele maatstaven om het niveau van activiteit aangaande piraterij te meten (zie supra). De respondenten (de gehele steekproef) werden voorzien van volgende uitspraken:

- A4: Ik download wel eens MP3's.
- A6: Ik kopieer wel eens een muziekcd.
- A7: Ik krijg soms gekopieerde cd's.
- A9: Ik vind het kopiëren van cd's illegaal.
- A11: Ik download wel eens Warez.
- A12: Ik bezit veel illegale software.
- A13: Ik download af en toe wel eens een film.
- A14: Ik vind piraterij onaanvaardbaar.
- A19: Ik koop soms gekopieerde cd's.

Allereerst wordt een t-test geïnitieerd waarbij groepen worden gevormd op basis van de variabelen K1, K2B en KEGB. Hieruit blijkt dat enkel variabelen A4, A6, A9, A11, A12 en A13 significant verschillen. De gegevens omtrent de t-testen vindt men in onderstaande tabel:

Tabel 9. Waardes van t-testen (class KEGB, K2B en K1) inzake de uitspraken omtrent piraterij (N=854), afgenomen bij alle respondenten

	KEGB			K2B			K1		
	t	df	p	t	df	p	t	df	p
A4	4.83	846	<.0001	4.78	846	<.0001	-4.74	723	<.0001
A6	2.39	844	0.0169	2.52	844	0.012	-2.39	722	0.0169
A9	3.38	845	0.0008	2.28	845	0.0229	-2.96	722	0.0031
A11	6.74	844	<.0001	9.9	844	<.0001	-10.02	721	<.0001
A12	5.39	847	<.0001	5.69	847	<.0001	-6.23	724	<.0001
A13	6.37	846	<.0001	7.9	846	<.0001	-8.81	724	<.0001

Er zijn met andere woorden geen betekenisvolle verschillen terug te vinden inzake het kopen van gekopieerde cd's, de mate waarin men piraterij onaanvaardbaar vindt en het krijgen van gekopieerde cd's ($p > .05$).

Geweten is thans dat er veelbetekenende verschillen bestaan inzake bovenstaande variabelen. Dit betekent evenwel nog niet dat de respondenten vertrouwd met emulatie, ook daadwerkelijk meer gebruik maken van piraterij (ze kunnen er immers net zo goed significant minder gebruik van maken). Een volgende tabel licht deze materie nader toe:

Tabel 10. Percentages van respondenten die positief scoorden op variabelen A4, A6, A9, A11, A12 en A13 naargelang K2B, KEGB en K1 (N=854), waarneming bij de gehele steekproef

	K2B=1	Overige populatie (K2B=0)	KEGB=1	Overige populatie (KEGB=0)	K1=1	Overige populatie (K1=2)
A4	84.57%	64.87%	92.13%	65.88%	83.52%	63.57%
A6	77.02%	67.15%	80.68%	67.68%	77.14%	66.85%
A9	45.34%	32.22%	50.56%	32.85%	46.29%	31.51%
A11	64.60%	23.36%	66.29%	27.08%	64.57%	22.81%
A12	46.91%	19.94%	51.69%	21.97%	47.73%	19.27%
A13	61.11%	27.99%	66.29%	30.57%	62.50%	26.36%

Uit de tabel komt scherp naar voor dat de gebruikers van emulatie, alsook degenen die kennis hebben van emulatie, aanzienlijk meer piraterij bedrijven.

Men kan aldus besluiten dat de activiteiten die gepaard gaan met piraterij³²¹ meer worden beoefend door de respondenten die worden gekenmerkt door de kennis en

³²¹ Bevraagd door variabelen A4, A6, A9, A11, A12 en A13.

het gebruik van emulatie, maar dat het oordeel omtrent piraterij³²² niet significant verschilt tussen de twee groepen³²³. Het is dus moeilijk éénduidige besluiten te trekken in verband met de vijfde hypothese³²⁴.

Hypothese 6: De kennis en het gebruik van emulatie hangt positief samen met het spelen van videogames.

De respondenten werden (door middel van variabele AA3) gevraagd hoeveel uur per week ze gemiddeld spendeerden aan het spelen van videogames. De verdeling van de gegevens die werd bekomen uit deze bevraging, werd vergeleken in functie van de variabelen K1, K2B en KEGB. Het cijfermateriaal dat hieruit voortvloeide vindt men in onderstaande tabellen:

Tabel 11. Gemiddelde speelduur per week afhankelijk van variabelen K2B, KEGB en K1 (N=854), waarneming bij de gehele steekproef

	K2B=1	Overige populatie (K2B=0)	KEGB=1	Overige populatie (KEGB=0)	K1=1	Overige populatie (K1=2)
AA3	7.12 uur	1.83 uur	8.69 uur	2.15 uur	6.90 uur	1.71 uur

Tabel 12. Waardes van t-testen (class KEGB, K2B en K1) inzake variabele AA3 (N=854), afgenomen bij alle respondenten

	KEGB			K2B			K1		
	t	df	p	t	df	p	t	df	p
AA3	-11.51	852	<.0001	-12.02	852	<.0001	11.48	729	<.0001

Respondenten met kennis van emulatie en die gebruik maken van emulatie spelen dus significant meer videogames dan respondenten die minder bekend zijn met de emulatiegerelateerde materie. Concluderend moet hypothese 6 worden geratificeerd.

³²² Bevraagd door variabelen A9 en A14.

³²³ Het is zelfs zo dat respondenten vertrouwd met de materie aangaande emulatie meer geneigd zijn te stellen dat het kopiëren van cd's een illegaal karakter draagt (A9). Dit kan mogelijk worden verklaard doordat de betreffende respondenten beter in staat zijn de illegale natuur van bepaalde procedures (het kopiëren van een cd etc.) te herkennen dan respondenten die slechts weinig ervaring hebben op dit vlak en aldus niet adequaat zijn geïnformeerd over de juridische materie ter zake.

³²⁴ Enkel de dimensie "oordeel" wordt door bovenstaande resultaten niet ondersteund. De dimensie "frequentie" daarentegen blijft behouden (zie supra).

Hypothese 7: Kennis en gebruik van emulatie incorporeren een hogere mate van gebruik van personal computers.

Het gebruik van personal computers werd gemeten door de variabelen AA1 en A3³²⁵. De nodige t-testen en univariaatsanalyses leverden volgende data op:

Tabel 13. Gemiddeld aantal uur behaald voor variabele AA1 en percentage van respondenten dat akkoord gaat met variabele A3, naargelang variabelen K2B, KEGB en K1 (N=854), waarneming bij de gehele steekproef

	K2B=1	Overige populatie (K2B=0)	KEGB=1	Overige populatie (KEGB=0)	K1=1	Overige populatie (K1=2)
Gemiddeld aantal uren per dag gespendeerd achter de pc (exclusief werkuren)						
AA1	4.21 uur	2.47 uur	4.96 uur	2.55 uur	4.04 uur	2.57 uur
Percentage van respondenten dat akkoord gaat met uitspraak "Ik ben veel bezig met computers"						
A3	93.17%	54.09%	93.26%	57.80%	90.86%	53.01%

Tabel 14. Waardes van t-testen (class KEGB, K2B en K1) inzake variabelen AA1 en A3 (N=854), afgenomen bij alle respondenten

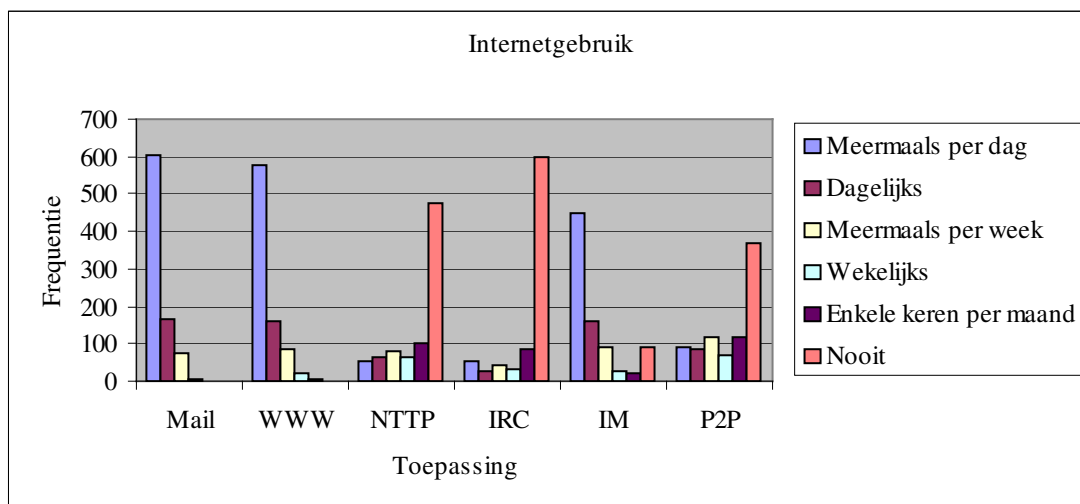
	KEGB			K2B			K1		
	t	df	p	t	df	p	t	df	p
AA1	-5.47	852	<.0001	-5.06	852	<.0001	4.03	729	<.0001
A3	6.22	843	<.0001	9.12	843	<.0001	-9.08	722	<.0001

Hypothese 7 wordt door bovenstaande gegevens bevestigd en kan dus niet worden verworpen. Respondenten vertrouwd met emulators houden zich dan ook betekenisvol meer met personal computers bezig dan respondenten die zich buiten het emulatiegebeuren bevinden.

³²⁵ Variabele A3 werd in de vragenlijst geoperationaliseerd als de (te beoordelen) uitspraak "Ik ben veel bezig met computers".

Hypothese 8: Kennis en gebruik van emulatie gaan samen met een verhoogd gebruik van verschillende internettoepassingen.

Figuur 29. De mate waarin respondenten gebruik maken van de verschillende bevraagde internettoepassingen



In de grafiek³²⁶ kan men waarnemen dat vooral mail, surfen en instant messaging populair zijn onder de Leuvense studentengemeenschap. Nieuwsgroepen, babbelboxen en peer 2 peer worden daarentegen veel minder frequent gebruikt. Als men deze variabelen onderwerpt aan de gebruikelijke t-testen, verkrijgt men de resultaten die werden opgenomen in onderstaande tabel:

Tabel 15. Waardes van t-testen (class KEGB, K2B en K1) inzake gebruik van internettoepassingen (N=854), afgenomen bij alle respondenten

	KEGB			K2B			K1		
	t	df	p	t	df	p	t	df	p
Mail	1.36	849	0.1748	1.61	849	0.1082	-1.18	726	0.2385
WWW	4.17	848	<.0001	5.64	848	<.0001	-5.15	726	<.0001
NTTP	5.59	835	<.0001	8.39	835	<.0001	-7.51	714	<.0001
IRC	8.48	835	<.0001	9.8	835	<.0001	-9.22	716	<.0001
IM	2.46	845	0.0139	1.53	845	0.1275	-1.03	723	0.3055
P2P	5.56	847	<.0001	4.31	847	<.0001	-4.19	725	<.0001

³²⁶ Mail, WWW, NTTP, IRC, IM en P2P staan respectievelijk voor de mate van gebruik van e-mail, surfen, nieuwsgroepen, babbelboxen, instant messaging en peer to peer.

Enkel inzake het gebruik van e-mail en instant messaging kan geen veelbetekend onderscheid worden gevormd tussen de verschillende groepen³²⁷. De aanwending van overige toepassingen verschilt significant tussen de twee groepen. Bovendien blijkt dat respondenten, bekend met de praktijk van emulatie, vaker gebruik maken van deze internettoepassingen dan andere respondenten:

Tabel 16. Percentage van respondenten dat aangaf minstens op een dagelijkse basis gebruik te maken van de respectievelijk bevraagde internettoepassingen (Mail, WWW, NTTP, IRC, IM en P2P), naargelang K2B, KEGB en K1 (N=854), waarneming bij de gehele steekproef

	K2B=1	Overige populatie (K2B=0)	KEGB=1	Overige populatie (KEGB=0)	K1=1	Overige populatie (K1=2)
Mail	95.09%	83.39%	96.63%	89.76%	95.48%	90.20%
WWW	98.77%	84.13%	100.00%	85.41%	98.87%	84.03%
NTTP	31.90%	9.94%	31.46%	12.17%	29.55%	10.37%
IRC	25.79%	5.16%	31.40%	6.52%	24.86%	5.32%
IM	75.93%	70.80%	80.68%	70.75%	76.70%	71.95%
P2P	31.29%	18.66%	41.57%	18.68%	29.94%	18.91%

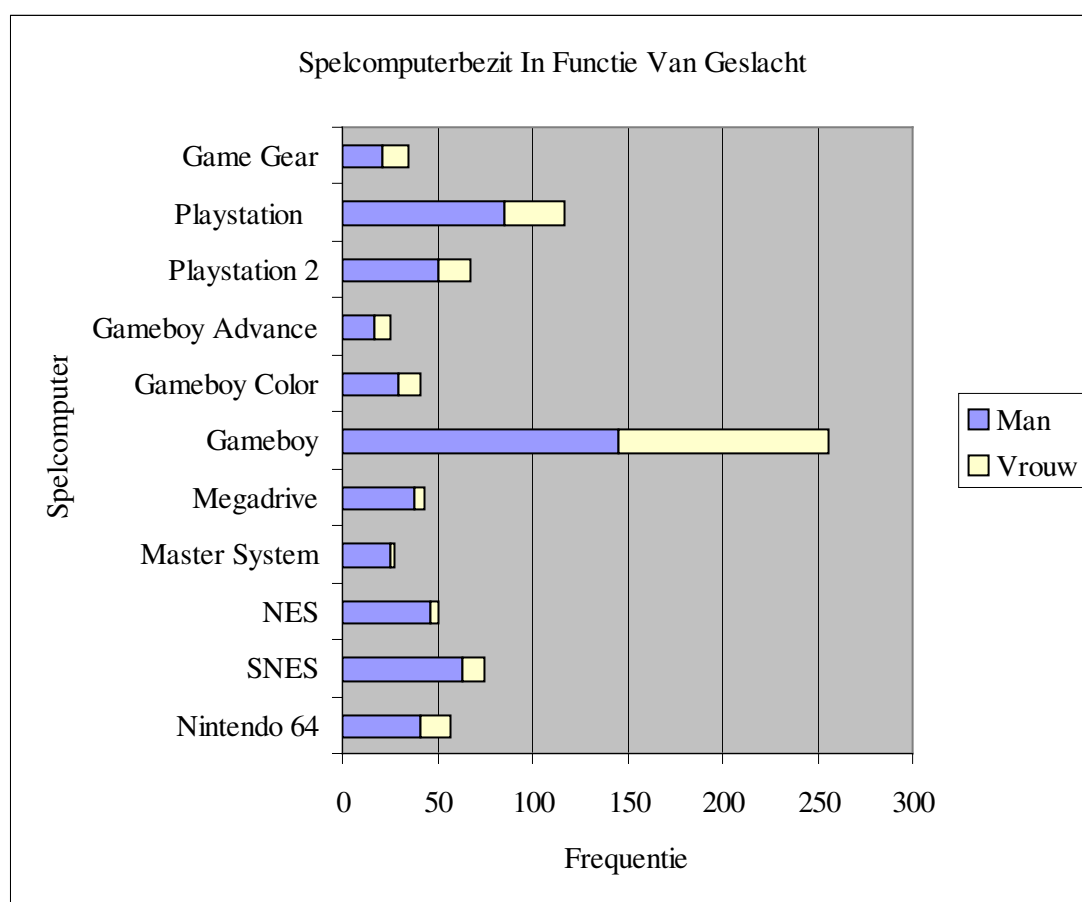
Hypothese 8 wordt aldus grotendeels bevestigd. Hoewel er geen betekenisvolle verschillen bestaan inzake e-mail en instant messaging, bemerken we significante contrasten op vlak van surfen, nieuwsgroepen, babbelboxen en peer to peer toepassingen.

Hypothese 9: Gebruikers van emulatie hebben een grotere kans een console- of handheld systeem te bezitten.

De variabelen AAS1 tot en met AAS17 peilen bij de respondenten naar het bezit van een videogamesysteem. Deze variabelen werden samengenomen tot één metavariabele AAS. Uit een algemene figuur blijkt dat vooral Game Boy en Playstation populaire spelcomputers zijn:

³²⁷ Dit resultaat kon worden verwacht gezien de aanwending van mail en IM volledig ingeburgerd zijn in een hedendaagse studentenbevolking, als wordt aangetoond door de studie van Dens (2001).

Figuur 30. Bezit van verschillende computersystemen naargelang geslacht



Wanneer het eigendom van een spelsysteem wordt geassocieerd met de variabelen K1, K2B en KEGB, worden volgende resultaten waargenomen:

Tabel 17. Waardes van t-testen (class KEGB, K2B en K1) inzake het bezit van spelsystemen (N=854), afgenomen bij alle respondenten

	KEGB			K2B			K1		
	t	df	p	t	df	p	t	df	p
AAS	-9.21	852	<.0001	-8.12	852	<.0001	7.04	729	<.0001

Tabel 18. Gemiddeld aantal systemen waarover een respondent beschikt naargelang variabelen K2B, KEGB en K1 (N=854), waarneming bij de gehele steekproef

	K2B=1	Overige populatie (K2B=0)	KEGB=1	Overige populatie (KEGB=0)	K1=1	Overige populatie (K1=2)
AAS	2.76	1.83	3.21	1.87	2.65	1.82

Hypothese 9 wordt bekrachtigd door bovenstaande resultaten. Ondervraagden gelieerd aan de praktijk en de kennis aangaande emulatie, bezitten significant meer spelsystemen dan degenen die zich niet occuperen met emulatie of die personen die niet in het bezit zijn van enige kennis omtrent emulatie.

Hypothese 14: Gebruikers en kennishouders van emulatie communiceren vaker door middel van CMC.

Deze hypothese wordt getest aan de hand van variabelen A15, A16 en A18 die worden bevraagd in de vorm van volgende uitspraken:

- A15: Ik ben actief op nieuwsgroepen en/of IRC.
- A16: Ik chat veel.
- A18: Ik verstuur veel mails.

Een reeks t-testen geeft volgende uitslag:

Tabel 19. Waardes van t-testen (class KEGB, K2B en K1) inzake variabelen A15, A16 en A18 (N=854), afgenomen bij alle respondenten

	KEGB			K2B			K1		
	t	df	p	t	df	p	t	df	p
A15	5.71	847	<.0001	7.06	847	<.0001	-6.38	726	<.0001
A16	0.59	843	0.5534	-1.05	843	0.2917	0.74	726	0.4599
A18	-3	845	0.0028	-4.45	845	<.0001	4.27	714	<.0001

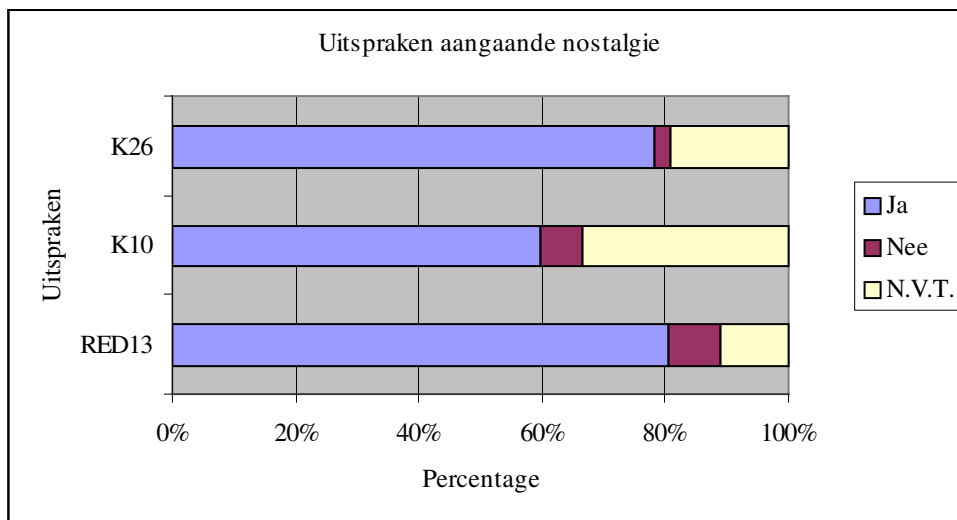
Wanneer deze resultaten worden aangevuld met de resultaten besproken in hypothese 8, komt men tot de conclusie dat de respondenten die worden gekarakteriseerd door de kennis en het gebruik van emulatie, significant meer gebruik maken van babbelboxen en nieuwsgroepen. Ook zijn er aanwijzingen om aan te nemen dat de desbetreffende respondenten meer gebruik maken van e-mail (doch, gegeven bovenstaand besproken hypothese kan men niet stellen dat er werkelijk betekenisvol meer gebruik van wordt gemaakt). Wel bestaan er geen betekenisvolle verschillen aangaande het gebruik van IM en chatten. Hierdoor is het niet mogelijk de hypothese in haar geheel te bevestigen. Desalniettemin bestaan er voldoende indicaties om het vermoeden te bevestigen dat gebruikers van emulatie vaker (dan reguliere respondenten) communiceren via CMC. Verder onderzoek aangaande deze materie is evenwel vereist wil men tot solide uitspraken komen.

14.2. Hypotheses betreffende de respondenten vertrouwd met emulatie

Hypothese 4: Nostalgie is een belangrijke drijfveer voor het gebruik van emulatie.

Deze hypothese werd getest door een drietal uitspraken die met hun respectievelijke resultaten hieronder worden weergegeven:

Figuur 31. Beoordeling van uitspraken betreffende nostalgie (K26, K10 en RED13) als reden tot emuleren



De uitspraken voorgesteld door de variabelen K26, K10, RED13 hebben volgende operationalisatie:

- K26: Emulatie geeft me de kans mijn favoriete oude games opnieuw te spelen.
- K10: Ik gebruik emulatie om nostalgische redenen.
- RED13: Omdat ik graag oudere spellen speel.

Uit de grafiek komt manifest naar voren dat nostalgie mag beschouwd worden als een belangrijke drijfveer tot emulatie. Hypothese 4 kan niet worden verworpen.

Hypothese 10: Het bezoeken van emulatiegerelateerde sites (cultureel kapitaal) gaat gepaard met een grotere kennis en gebruik van emulatie.

De uitspraak “Ik bezoek vaak emulatiegerelateerde websites” (K18) werd gemeten afhankelijk van de scores die men behaalde op de variabelen K2, KTEST en KEG. Hieronder ziet men de percentages die werden behaald voor variabele K18³²⁸ indien men een perfecte definiëring gaf van emulatie, men tenminste drie van de vijf vragen in de kennistest correct beantwoordde en men gebruik maakt van tenminste één emulator:

Tabel 20. Percentage van respondenten die goed scoorden op variabelen K2, KTEST en KEG in functie van hun resultaat op variabele K18 (N=167), waarneming bij respondenten vertrouwd met emulatie

	K18=1	K18=2	K18=3	K18=4
K2	86.67%	67.57%	69.89%	44.44%
KTEST	53.33%	32.43%	33.35%	22.22%
KEG	93.33%	75.68%	50.54%	0.00%

De tabel verklaart bijvoorbeeld dat 86,67 % van de respondenten die poneerden vaak emulatiegerelateerde nieuwssites te bezoeken, een goede definiëring van emulatie voorzag. Bovendien blijkt uit een correlatietest dat K18 sterk samenhangt met KEG (-0.47) en minder sterk met K2 (-0.19) en KTEST (-0.26)³²⁹. Respondenten die vaak sites verbonden aan emulatie bezoeken, zullen een grotere kennis van emulatie bezitten en er ook meer gebruik van maken, aldus bovenstaande tabel. Samenvattend wordt dan ook geponeerd dat hypothese 10 wordt gestaafd.

Hypothese 11: Het aantal vrienden dat zich bezighoudt met emulatie (sociaal kapitaal) is positief verbonden met eigen kennis en gebruik van emulatie.

Bij de toetsing van deze bepaalde hypothese wordt dezelfde procedure gehanteerd als deze hierboven besproken. De variabele DD210 wordt initieel opgedeeld in drie

³²⁸ Waarbij 1 = akkoord, 2 = noch akkoord, noch niet akkoord, 3 = niet akkoord en 4 = N.V.T.

³²⁹ Degenen die hoog scoren op variabele K18 zullen lager scoren op variabelen KEG, K2 en KTEST. Gezien men op variabele K18 een score van 1 haalt wanneer men akkoord gaat met de uitspraak dat men vaak emulatiegerelateerde websites opzoekt, is bovenstaand resultaat relatief vanzelfsprekend.

groepen: zij die geen vrienden hebben die emuleren, zij die één of twee vrienden³³⁰ hebben en tot slot zij die meer dan twee vrienden hebben die bekend zijn met het emulatiegebeuren.

Tabel 21. Percentage van respondenten die goed scoorden op variabelen K2, KTEST en KEG in functie van hun resultaat op variabele DD210 (N=167), waarneming bij respondenten vertrouwd met emulatie

	geen vrienden	1 of 2 vrienden	meer dan 2 vrienden
K2	70.42%	65.15%	60.98%
KTEST	22.54%	33.34%	34.15%
KEG	39.44%	54.55%	60.98%

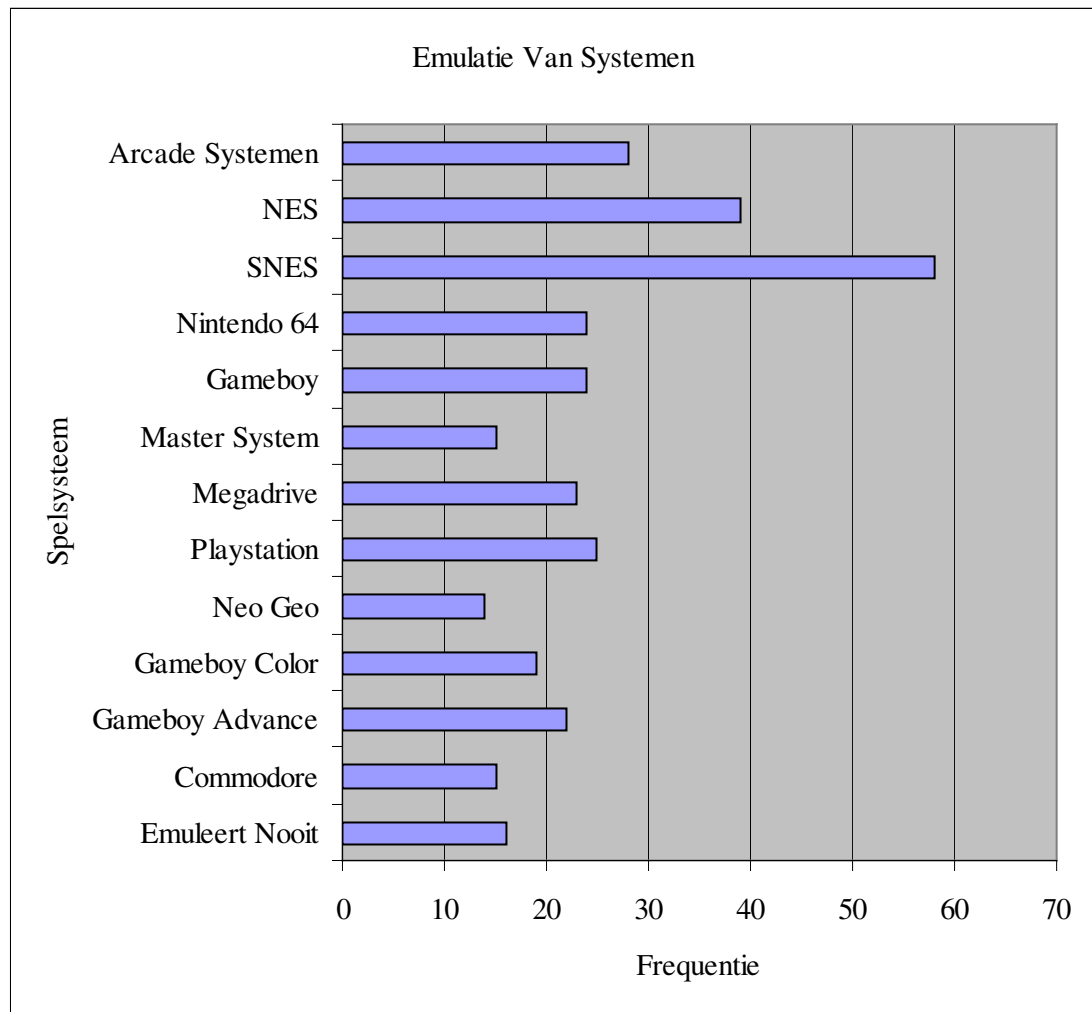
Uit de tabel wordt opgemaakt dat inzake de kennis van emulatie geen steun wordt geboden aan de hier onderzochte hypothese. Hypothese 11 kan evenwel niet geheel verworpen worden, daar inzake het gebruik van emulatie toch een positief verband aanwezig is met de hoeveelheid vrienden die emuleren.

Hypothese 12: Respondenten zullen vooral gebruik maken van gerespecteerde, erkende emulators voor de meer bekende systemen (cultureel kapitaal).

Een volgende figuur geeft aan in welke mate de populairste systemen worden geëmulleerd:

³³⁰ Deze waarde is gebaseerd op het gemiddelde van variabele DD210 dat 1.93 bedraagt. Bij de berekening van dit gemiddelde werden enkel die respondenten opgenomen die deelnamen aan het gedeelte van de vragenlijst betreffende emulatie.

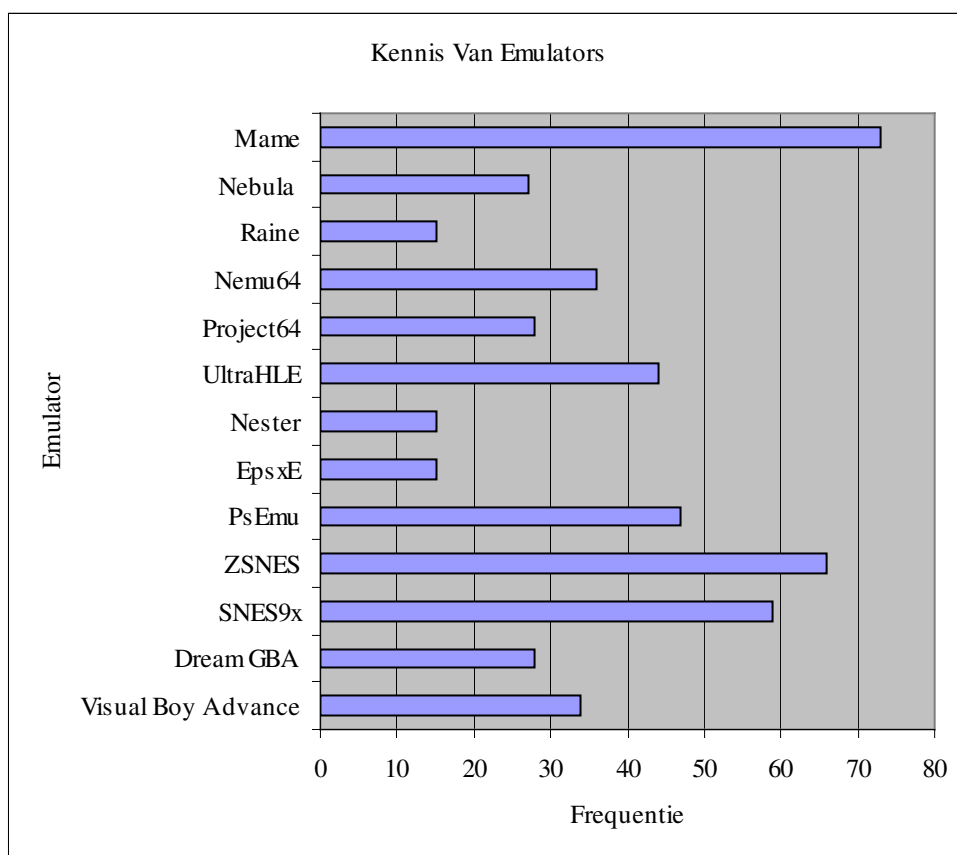
Figuur 32. Frequentie van het emuleren van bepaalde spelsystemen



Combineer deze figuur met de figuur die weergeeft welke emulators³³¹ het meest gekend zijn en men verkrijgt een duidelijk beeld van welke systemen en emulators gegeerd zijn door de emulerende gemeenschap van de Leuvense studenten.

³³¹ Mame, Nebula en Raine zijn emulators van arcadesystemen. Nemu 64, Project 64 en UltraHLE emuleren allen de Nintendo 64. Nester is een emulator voor de NES. De Playstation wordt geëmuleerd door de EpsxE en PsEmu. De SNES heeft als meest bekende emulators ZSNES en SNES9X. Dream GBA en Visual Boy Advance tot slot emuleren de Game Boy Advance.

Figuur 33. Kennis van emulators bij de respondenten vertrouwd met emulatie



Alle bovenstaand vermelde emulators en systemen staan hoog aangeschreven in de emu scene³³². De respondenten emuleren dus voornamelijk arcade systemen, de Nintendo 64, de NES, de Playstation, de SNES en de Game Boy Advance. Minder bekende systemen³³³ komen nauwelijks aan bod.

Besloten wordt dat hypothese 12 wordt bevestigd en aldus vooral gebruik wordt gemaakt van erkende en gerespecteerde emulators die bovendien voornamelijk de meer bekende systemen emuleren.

³³² Ter illustratie hiervan wordt gewezen op de beschrijvende teksten omtrent deze emulators die men kan vinden op de emulatiegerelateerde nieuwssites (bijvoorbeeld <http://www.zophar.net> en <http://www.ngemu.com>).

³³³ Hierbij wordt bedoeld op spelcomputers zoals bijvoorbeeld de Sega Saturn, de Turbografx, de Vectrex etc.

Hypothese 13: Respondenten die gebruik maken van emulatie en die beschikken over een voldoende kennis van emulatie, zullen ook actief zijn in domeinen die worden gedekt door scenes gelieerd aan de emu scene, met name warez, films en MP3's.

Deze hypothese werd reeds bevestigd binnen de bespreking van de vijfde hypothese waaruit blijkt dat respondenten vertrouwd met emulatie, significant meer MP3's, warez en films downloaden. Hypothese 13 wordt als zodanig in stand gehouden.

Hypothese 15: Gebruik van emulatie leidt tot dalende aankopen van videogames op console en andere geëmuleerde platformen.

Binnen het kader van deze assumptie werden de respondenten voorzien van drie afzonderlijke uitspraken (allen behorende tot het tweede deel van de vragenlijst):

- K12: Sinds ik heb kennis gemaakt met emulatie koop ik veel minder console- of handheld games.
- K13: Vaak zal ik, vooraleer ik een spel in het echt aankoop, het (indien mogelijk) eerst eens uitproberen door middel van emulatie.
- K17: Ik koop soms games die ik eerst via emulatie heb uitgetrueerd.

Tabel 22. Waardes van t-testen (class KEGB) inzake variabelen K12, K13 en K17 (N=167), afgenomen bij respondenten vertrouwd met emulatie

	KEGB		
	t	df	p
K12	5.77	164	<.0001
K13	4.54	164	<.0001
K17	5.92	166	<.0001

Tabel 23. Percentage van respondenten en hun respectievelijke oordeel inzake uitspraken K12, K13 en K17, in functie van hun resultaat op variabele KEGB (N=167), waarneming bij respondenten vertrouwd met emulatie

	Akkoord		Noch, noch		Niet akkoord		N.V.T.	
	KEGB=1	KEGB=0	KEGB=1	KEGB=0	KEGB=1	KEGB=0	KEGB=1	KEGB=0
K12	4.49%	2.38%	14.61%	3.57%	61.80%	28.75%	19.10%	65.48%
K13	17.78%	5.95%	10.00%	9.52%	55.56%	28.75%	16.67%	55.95%
K17	13.33%	1.19%	12.22%	5.95%	60.00%	38.75%	14.44%	53.57%

Respondenten die gebruik maken van emulators kopen niet minder console- of handheld games sinds hun kennismaking met emulatie. Hiernaast zijn deze zelfde groep ondervraagden niet geneigd spellen aan te kopen die ze eerst hebben uitgetest via emulatie (of omgekeerd). Bovendien verschillen de hierboven behandelde bevindingen significant van de uitslagen die werden behaald door respondenten die geen gebruik maken van emulators³³⁴. Gebruikers van emulators zullen meer geneigd zijn dan niet-gebruikers (die wel beschikken over kennis van emulatie) om vaker spellen uit te proberen alvorens de definitieve aanschaf ervan en eveneens om spellen aan te kopen die ze eerst hebben uitgeprobeerd door middel van emulatie.

Uit de gegevens hierboven besproken, kan niet worden opgemaakt dat emulatie een significant negatieve invloed zou uitoefenen op de aankoop van videogames. Men moet hierbij wel in rekening nemen dat in dit onderzoek effectief aankoopgedrag en aankoopcijfers niet worden bestudeerd. Louter de opinies van de respondenten worden in deze materie bevraagd. Gebaseerd op de verkregen data kan men hypothese 15 dan ook niet bevestigen.

Hypothese 16: Het feit dat emulators en ROMs binnen de emu scene gratis worden verspreid is een belangrijke beweegreden tot emulatie.

Om te verifiëren of de ondervraagde individuen videogames nogal prijzig vinden en of ze het gratis karakter van emulatie aangrijpen als drijfveer tot emulatie werd bevraagd in volgende motivaties tot emulatie:

- RED1: Omdat console- of handheld systemen te duur zijn.
- RED5: Omdat het gratis is.
- RED9: Omdat games te duur zijn.
- A8: Console- of handheld games en systemen zijn te duur.

De gebruikelijke batterij t-testen en frequentietabellen leveren volgende resultaten:

³³⁴ Respondenten die niet hebben deelgenomen aan het gedeelte van de vragenlijst omtrent emulatie werden geweerd.

Tabel 24. Waardes van t-testen (class KEGB) inzake variabelen RED1, RED5, RED9 en A8 (N=167), afgenomen bij respondenten vertrouwd met emulatie

	KEGB		
	t	df	p
RED1	4.74	112	<.0001
RED5	6.03	111	<.0001
RED9	5.01	111	<.0001
A8	3.49	842	0.0005

Tabel 25. Percentage van respondenten en hun respectievelijke oordeel inzake uitspraken RED1, RED5, RED9 en A8 in functie van hun resultaat op variabele KEGB (N=167), waarneming bij respondenten vertrouwd met emulatie

	Akkoord		Noch Noch		Niet Akkoord		N.V.T	
	KEGB=1	KEGB=0	KEGB=1	KEGB=0	KEGB=1	KEGB=0	KEGB=1	KEGB=0
RED1	37.78%	20.83%	21.11%	8.33%	26.67%	8.34%	14.44%	62.50%
RED5	76.40%	37.50%	14.61%	4.17%	6.74%	12.50%	2.25%	45.83%
RED9	49.44%	29.17%	24.72%	4.17%	19.10%	16.66%	6.74%	50.00%
A8	80.90%	66.09%	6.74%	24.50%	12.36%	9.41%	0.00%	0.00%

Hypothese 16 wordt geratificeerd gezien ondervraagden die gebruik maken van emulators (significant meer dan niet-gebruikers) geloven dat games en spelsystemen te duur zijn. Bovendien beschouwt 76.40 % van de respondenten (waar KEGB=1) het feit dat emulatie gratis is, een belangrijke beweegreden tot het gebruik van emulatie.

Hypothese 17: Het gebruik van emulatie correleert nauw met de kennis van emulatie

Het waarheidsgehalte van deze hypothese werd reeds bewezen binnen het vorige hoofdstuk waaruit duidelijk bleek dat de variabelen die factor KEMU constitueren, sterke correlaties vertonen met de variabelen die factor GEMU onderbouwen. Hier wordt verder verwezen naar de correlatiematrix die in het hierover betreffende hoofdstuk werd behandeld (zie supra).

Conclusies van het empirisch gedeelte

De resultaten, op het eerste zicht zeer verassend tot zelfs verbluffend, dienen toch met de obligatoire korrel zout te worden geïnterpreteerd. Zoals werd aangehaald door Dillman, Billiet en andere methodologische auteurs, mag men immers nooit het effect van de waarnemingsmethode zelf buiten beschouwing laten. Het is inzake bovenstaand onderzoek niet onredelijk aan te nemen dat er een zekere mate van zelfselectie heeft plaatsgevonden. Het is immers waarschijnlijk dat voornamelijk respondenten die zelf reeds geïnteresseerd zijn in videogames de elektronische vragenlijst hebben ingevuld.

Ondanks het fenomeen van zelfselectie, kan worden gesteld dat het onderzoek markante resultaten heeft opgeleverd. Een exploratieve factoranalyse op de dataset verschaftte initieel de variabelen die van belang waren voor verder onderzoek. Aan de hand van deze variabelen werden de verschillende hypotheses getoetst. Wanneer men de getoetste gegevens extrapoleert kan men poneren dat Leuvense vrouwelijke studentes slechts zeer weinig kans hebben om gebruik te maken van emulatie of om enige kennis ter zake te bezitten. Mannelijke studenten hebben daarentegen een kans van 13,47 % om een excellente definitie van emulatie ($K^2=3$) voor te leggen ($N=854$). Inzake leeftijd heeft het onderzoek geen significante verschillen blootgelegd en er kan dan ook niet worden gesteld dat oudere studenten meer emuleren dan hun jongere collega's. Wel werd vastgesteld dat de mogelijkheid van toegang tot het Internet een absolute vereiste is voor de kennis en het gebruik van emulatie. Bovendien beschikken studenten die gelieerd zijn aan het emulatiegebeuren significant meer over een breedbandverbinding dan studenten die emulatie niet benutten of er geen kennis van beschikken (93.87% versus 70.49%).

Andere belangwekkende conclusies zijn de vaststelling dat studenten die gebruik maken van emulatie en een verhoogde kennis hieromtrent beschikken, significant meer:

- Stellen dat ze MP3's downloaden.
- Stellen dat ze muziekcd's kopiëren.
- Stellen dat ze het kopiëren van een cd illegaal vinden.
- Stellen dat ze wel eens warez downloaden.
- Stellen dat ze veel illegale software bezitten.

- Stellen dat ze wel eens een film van het Internet afhalen.
- Stellen dat ze veel met computers bezig zijn.
- Gemiddeld meer videogames spelen.
- Gemiddeld meer tijd achter de pc spenderen.
- Surfen en gebruik maken van nieuwsgroepen, babbelboxen en peer to peer toepassingen.
- Mails versturen.
- Actief zijn op nieuwsgroepen en babbelboxen.
- Videogamesystemen bezitten.

Wanneer men kijkt naar hypothesen louter gericht op de respondenten die deelnamen aan het emulatiegerelateerde gedeelte van de vragenlijst, komt men tot de conclusie dat studenten die reeds over enige notie van emulatie beschikken:

- Nostalgie een belangrijke drijfveer achten voor hun gebruik van emulatie.
- Gebruik maken van emulatie omwille van het feit dat emulatie gratis is.
- Over een nog grotere kennis en gebruik van emulatie beschikken indien ze regelmatig de nieuwssites betreffende emulatie bezoeken.
- Meer emulatie zullen benutten indien ze meer vrienden hebben die ook emuleren.
- Vooral erkende emulators voor gewaardeerde systemen zullen aanwenden.
- Stellen dat ze niet noodzakelijk minder videogames zullen aankopen sinds hun kennismaking met emulatie. Daarentegen wordt beweerd dat emulatie wordt gebruikt om spellen uit te testen voor de effectieve aankoop van het desbetreffende spel.

Concluderend werd het merendeel van de 17 hypothesen bevestigd. Tal van mogelijkheden werden in dit onderzoek echter onbenut gelaten (bijvoorbeeld inzake economische en sociale factoren, effectenstudies, mediatheoretische analyses etc.). Verder onderzoek aangaande deze specifieke materie is dan ook aangewezen.

Algemeen besluit

First they ignore you, then they laugh at you, then they fight you, then you win (Mahatma Gandhi).

Sinds enkele jaren zijn we aanbeland in het derde stadium van het hierboven door Ghandi beschreven proces. Of het citaat de toekomst van de emu scene onthult, kan echter onmogelijk worden voorspeld. Wat evenwel vaststaat, is dat de emulatie van videogames niet meer kan worden gestopt. De videogame-industrie ziet zich thans geplaatst tegen een zelfde dilemma als de muziek- en filmindustrie; ze kunnen buigen of breken. Het is immers een voldongen feit dat de bestrijding van piraterij (laat staan de uitroeiing ervan), in het tijdperk van het wereldwijde web (werelds grootste kopieermachine), een ware Sisyfusarbeid vormt. Piraterij is heden ten dage één van de grootste kopzorgen van de audiovisuele bedrijfstak. Er werden dan ook reeds verschillende onderzoeken verricht naar de impact en de gevolgen van piraterij (hoeveel miljoenen dollars schade de industrie jaarlijks oploopt, de diffusie van kopieergedrag etc.). De oorzaken ervan zijn daarentegen minder belicht; studies over de warez scene, de emu scene etc. zijn schaarser bedeed dan het aantal studenten die *suma cum laude* afstuderen aan een gemiddelde faculteit.

Een eerste deel van deze thesis was dan ook gewijd aan de bestudering van de emu scene. De toepassing van Bourdieu's inzichten maakte duidelijk dat de emu scene, als zijnde een cultuur, voornamelijk geconstitueerd wordt door sociaal en cultureel kapitaal. Deze kapitaalsmodaliteiten verkrijgt men door wapenfeiten (traditie) geleverd binnen de scene. Iemands positionering binnen de sociale ruimte (en de hiermee overeenkomstige beschikbaarheid van symbolisch kapitaal) wordt dus bepaald door hetgeen men reeds heeft gepresteerd binnen het kader van de emu scene. Verder bemerken we ook dat de leden van de emu scene er een geheel eigen levensstijl op na houden. Deze visie omtrent stijl vinden we ook terug bij auteurs zoals Hebdige, Cohen en Roe die cumulatief verscheidene boekwerken hebben gewijd aan de bestudering van subculturen. De emu scene, in haar hoedanigheid van een computercultuur, is een typische subcultuur die zich afzet tegen de dominerende moedercultuur (die in deze materie wordt gepersonifieerd door de videogame-industrie). Ter wille van hun verzet zal de emu scene gebruik maken van tal van

tekens uit deze moedercultuur, die ze door middel van bricolage aan hun oorspronkelijke context ontrukkt en alzo van een nieuwe symboliek voorziet.

Het tweede technologische gedeelte voorzag in een verheldering van de generale opbouw van een computersysteem. Gewapend met deze fundamentele kennis konden de precieze werking van een emulator uit de doeken doen. We besluiten hieromtrent dat een emulator een gesofisticeerd softwarematig programma is, in staat om de meest uiteenlopende computersystemen na te bootsen. Verder heeft deze tweede sectie bijgebracht dat ROMs de digitale beeldbestanden zijn van de oorspronkelijke media gehanteerd door het te emuleren videogamesysteem.

Juridische onderzoeken in het derde deel leverden dan weer gegevens op met betrekking tot de legaliteit van emulatie. Nagenoeg alle software (systeemcode alsook spelcode) wordt ten minste auteursrechterlijk beschermd. Andere beschermingsmodaliteiten die emulatie dreigt te overtreden zijn de octrooi- en merkenwetgeving. Bovendien ressorteert deze software niet enkel onder de Belgische legislatuur, maar ook onder Europese en Amerikaanse reguleringen. Emulatie is desalniettemin volstrekt legaal indien de emulator volledig werd ontwikkeld met behulp van reverse engineering en de gebruikte ROMs niet de beeldbestanden bevatten van videospellen waarop intellectuele eigendomsrechten gelden. In de praktijk is het echter manifest waarneembaar dat tegen beide van bovenstaande condities wel eens wordt gezondigd.

Het in het vierde deel besproken onderzoek bezorgde verrassende resultaten die in staat waren het merendeel van de geponeerde hypothesen, gebaseerd op de voorgaande delen, te bevestigen. Een exploratieve factoranalyse hielp ons, in het raamwerk van een verkennend onderzoeksgedeelte, aan de nodige betekenisvolle variabelen die verder konden worden gehanteerd ter toetsing van de assumpties. De meest markante resultaten die dit onderzoek opleverden waren het feit dat er nauwelijks vrouwelijke respondenten waren die zelfs maar een definitie van emulatie konden voorleggen. Mannelijke respondenten hadden dan weer een kans van 13,47 % om een volmaakte definitie van emulatie te verschaffen (N=854).

Wanneer we de onderzoeksgegevens extrapoleren naar de theoretische populatie kan gesteld worden dat Leuvense studenten die bekend zijn met emulatie, significant meer over een breedbandverbinding beschikken, meer illegale softwarepiraterij aan de dag leggen, meer videogames spelen, meer tijd spenderen achter hun computer en meer gebruik maken van verschillende internettoepassingen. Daarnaast blijkt dat

iemands vertrouwde met emulatie positief correleert met het aantal emulerende vrienden, de mate waarin men emulatiegerelateerde nieuwssites bezoekt en het aantal videogamesystemen dat men bezit. Tegen de verwachtingen in kan niet worden geponeerd dat gebruikers van emulatie minder videogames zullen aankopen; het is zelfs zo dat men aangaf emulatie te gebruiken om spellen te testen vooraleer over te gaan tot de effectieve aanschaf. Tenslotte wordt bemerkt dat nostalgie en het feit dat emulatie gratis is, belangrijke drijfveren zijn voor het gebruik van emulatie.

Samenvattend kan men stellen dat het zonde zou zijn de mogelijkheden van emulatie niet te benutten. Dit op tweeërlei wijze: enerzijds kan men het potentieel van emulatie om een wijde populatie aan te spreken niet negeren; de videogame-industrie zou dan ook beter werk maken van een integrerende aanpak. De haalbaarheid van zulk een werkwijze werd reeds aangetoond door het gebruik van KGen en Giri Giri Project door Sega (zie supra). Anderzijds toont bovenstaande eindverhandeling aan dat emulatie een volwaardig onderzoeksdomein vormt. De elektronische survey uitgevoerd in het kader van dit werk, biedt evenwel nog veel ruimte voor verdere studie. Hierbij wordt gedacht aan effectenstudies, de incorporatie van economische en sociale factoren etc. Inzake de studie aangaande emulatie is nog een lange weg te gaan, maar zoals Aristoteles reeds zei:

The roots of education are bitter, but the fruit is sweet.

Referenties

- Adcock, M. (08.02.1997). *The Arcade Emulation HowTo* [WWW]. Atari Gaming Headquarters: <http://www.atarihq.com/danb/files/aehowto.zip> [06.11.2002].
- ARDI (2002). *ARDI's dynamically compiling 68LC040 emulator* [WWW]. ARDI: <http://www.ardi.com/synpaper.php> [12.11.2002].
- Belgisch Staatsblad (07.10.1997). *10 SEPTEMBER 1996. instemming met Akte van herziening van het Europees Octrooi-overdrag van 5 oktober 1973* [WWW]. FOD Justitie: http://www.just.fgov.be/cgi/article_body.pl?numac=1997015035&caller=list&article_lang=N&row_id=1&numero=10&pub_date=1997-07-10&language=nl [06.03.2003].
- Benelux-Bureau voor Tekeningen of Modellen (z.d.). *FAQs* [WWW]. BBTM: <http://www.bbtm-bbdm.org/nl/pages/index.htm> [08.03.2003].
- Benelux-Merkenbureau (z.d.). *Benelux-Merkenbureau* [WWW]. Benelux-Merkenbureau: <http://www.bmb-bbm.org/nl/pages/index.htm> [08.03.2003].
- Bennett, T., Muncie, J. & Middleton, R. (1982). *Popular culture and hegemony in post-war Britain. Pop culture, pop music and post-war youth: subcultures. Pop culture, pop music and post-war youth: countercultures*. Milton Keynes: Open University press.
- Billiet Lawyers (z.d.). *Teksten* [WWW]. Billiet Lawyers: <http://www.billiet-co.be/ned/teksten.htm> [10.03.2003].
- Billiet, J. B. (1996). *Methoden van sociaal-wetenschappelijk onderzoek: ontwerp en dataverzameling*. Leuven: Acco.
- Boris, D. (17.10.1999). *How Do I Write an Emulator?* [WWW]. Atari Gaming Headquarters: http://www.atarihq.com/danb/files/emu_vol1.txt [08.11.2002].
- Bourdieu, P. (1979). *La distinction, critique sociale du jugement*. Paris: Les éditions de minuit.
- Bourdieu, P., Dick, P. & Rokus, H. (1989). *Opstellen over smaak, habitus en het veldbegrip*. Amsterdam: Van Gennep.
- Bourdieu, P., Passeron, J., Nice, R. & Bottomore, T. B. (1990). *Reproduction in education, society and culture*. London: Sage London.
- Bourdieu, P. & Wacquant, L. J. D. (1992). *Réponses: pour une anthropologie réflexive*. Paris: Seuil Paris.

- Brain, M. (2003). *How Microprocessors Work* [WWW]. Howstuffworks: <http://computer.howstuffworks.com/microprocessor.htm> [04.11.2002].
- Brown, G. (2003). *How Motherboards Work* [WWW]. Howstuffworks: <http://computer.howstuffworks.com/motherboard.htm> [04.11.2002].
- BSA (z.d.). *Internet Software Piracy Fact Sheet* [WWW]. BSA: http://www.bsa.org/usa/policyres/admin/Internet_Piracy_Fact_Sheet.pdf [02.03.2003].
- BSA (10.2002). *U.S. State Software Piracy Study* [WWW]. BSA: http://www.bsa.org/piracystudy/press/State_Piracy_Study_2001.pdf [02.03.2003].
- BSA (2003). *About BSA* [WWW]. BSA: <http://www.bsa.org/usa/about/> [10.02.2003].
- BSA (2003b). *Vernietiging van in beslag genomen illegaal materiaal* [WWW]. BSA: <http://www.bsa.org/belgium-dutch/events/> [22.03.2003].
- Campbell, S. (2002). Emulation Zone. *PCZone*, 116, p. 21.
- Claes, L. (1995). *Van Packman tot Wing Commander III: videogames, computerspelletjes en hun spelers* [Licentiaatsthesis]. Leuven: K.U.Leuven.
- Classic Gaming (2003). *ClassicGaming Newbie Guide* [WWW]. Classic Gaming: <http://www.classicgaming.com/cgng/> [20.04.2002].
- Clayton, M. L. (16.06.2002). *Atari History* [WWW]. Heartbone: <http://www.heartbone.com/comphist/Atari.htm> [08.11.2002].
- CLEAR (21.02.1999). *CLEAR News* [WWW]. Dialspace: <http://ds.dial.pipex.com/town/estate/dh69/clear/news.html> [03.04.2002].
- Cole, B. A. (03.02.1999). *Emulation Piracy* [WWW]. University of Utah: <http://www.cc.utah.edu/~bac2/piracy/emulation.html> [23.03.2003].
- Commissie van de Europese Gemeenschappen (10.04.2000). *Richtlijn 91/250/EEG betreffende de rechtsbescherming van computerprogramma's* [WWW]. Europese Unie: http://europa.eu.int/comm/internal_market/en/intprop/docs/reportnl.pdf [12.03.2003].
- Consollection (z.d.). *Consollection - Sondages : Journal d'information sur l'emulation, les ROMs et les Consoles* [WWW]. Consollection: <http://www.consollection.com/index.php?rub=sondages> [16.03.2003].
- Coomber, R. (1997). Using the Internet for Survey Research. *Sociological Research Online*, 2 (2), pp. 1-14.
- Creemers, S. (2001). *Populaire Cultuur: de warez-cultuur* [onuitgegeven werkstuk].

- Damhorst, M. L. (26.02.2002). *Subcultures* [WWW]. Iowa State University:
http://www.fcs.iastate.edu/classweb/Fall2002/TC165/lessons_Spr02/subcultstyle.pdf [06.03.2003].
- De Corte, R. (08.01.2003). *Recht & informatica* [WWW]. R.U.Gent:
<http://allserv.rug.ac.be/~rdecorte/> [03.03.2003].
- De Grooff, D. (2001). *Het Grote Woordenboek van de Nieuwe Media*. Leuven: Davidsfonds.
- De Grooff, D. (2002). *Communicatietechnologie: Sociale Aspecten* [lesnota's].
- De Meyer, G. (1995). *Populaire Cultuur*. Leuven: Garant.
- De Meyer, G. (z.d.). *The History of Videogames* [WWW]. K.U.Leuven:
<http://perswww.kuleuven.ac.be/~u0008708/histor.htm> [28.03.2002].
- Dedene G. & Herroelen, W. (2003). *Inleiding tot de informatica*. L. Wouters: Leuven.
- Defacto 2 (2003). *Defacto 2: The Scene Portal and The Scene Archives* [WWW].
 Defacto 2: <http://www.defacto2.net/monolog.cfm> [03.10.2001].
- Dens, E. (2001). *De Kotnetter. Een profiel op basis van een empirisch onderzoek naar het gebruik van KotNet* [Licentiaatsthesis]. Leuven: K.U.Leuven.
- Dewachter, W. (1999). *Politologie*. Leuven: Acco.
- Dillman, D. A. (2000). *Mail and Internet Surveys: The Tailored Design Method*. New York: Wiley.
- Dillman, D. A. (05.2002). *Navigating the Rapids of Change: Some Observations on Survey Methodology in the Early 21st Century* [WWW]. Washington State University:
<http://survey.sesrc.wsu.edu/dillman/papers/AAPOR%20Presidential%20Address.pdf> [02.10.2002].
- Dillman, D. A. & Bowker D. K. (z.d.). *The Web Questionnaire Challenge to Survey Methodologists* [WWW]. Washington State University:
http://survey.sesrc.wsu.edu/dillman/zuma_paper_dillman_bowker.pdf [02.10.2002].
- Dillman, D. A., Tortora, R. D. & Bowker D. K. (03.05.1999). *Principles for Constructing Web Surveys* [WWW]. Washington State University:
<http://survey.sesrc.wsu.edu/dillman/papers/websurveyppr.pdf> [02.10.2002].
- Dubois, P. (2002). *Musée d'Histoire Informatique* [WWW]. MO5:
<http://mo5.com/MHI/visite.php?lang=1> [13.03.2003].

- Dumortier, J. (z.d.). *Informaticabeveiliging: juridische aspecten* [WWW]. K.U.Leuven: <http://www.law.kuleuven.ac.be/icri/documents/32mvm.ppt> [05.12.2003].
- Dumortier, J. (2002). *ICT en Intellectuele Rechten*. Leuven: Acco.
- During, S. (1999). *The Function of Subculture* [WWW]. Syracuse University: <http://web.syr.edu/~tjconnel/145/Hebdige-Subculture.html> [06.03.2003].
- Eckert, P. & Rickford, J. R. (2001). *Style and Sociolinguistic Variation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Eidolons-inn, (14.04.2003). *Sega GiriGiri Cracked - The facts, readme if you need help etc.* [WWW]. Eidolons-inn: <http://www.eidolons-inn.de/tavern/messages/17770.html> [16.04.2003].
- EmuHelp (z.d.). *Past Surveys* [WWW]. EmuHelp: <http://www.emuhelp.com/pollBooth.php> [25.03.2003].
- EmulatorWorld (z.d.). *Past Surveys* [WWW]. EmulatorWorld: <http://www.emulatorworld.com/modules.php?name=Surveys> [25.03.2003].
- Europese Unie (17.07.2001). *Auteursrecht en naburige rechten in de informatiemaatschappij: harmonisatie van bepaalde aspecten* [WWW]. Europese Unie: <http://europa.eu.int/scadplus/leg/nl/lvb/l26053.htm> [14.10.2002].
- Fayzullin, M. (z.d.). *Marat Fayzullin (FMS)* [WWW]. FMS: <http://fms.komkon.org/> [18.04.2002].
- Fayzullin, M. (2000). *How To Write a Computer Emulator* [WWW]. FMS: <http://fms.komkon.org/EMUL8/HOWTO.html> [18.04.2002].
- Fayzullin, M. (09.03.2002). *Nintendo Entertainment System Architecture* [WWW]. FMS: <http://fms.komkon.org/EMUL8/NES.html> [12.11.2002].
- Gavalas, N. (z.d.). *How to write an emulator* [WWW]. California State University: <http://www.cecs.csulb.edu/~hill/cecs497/nestreme/howto.html> [10.11.2002].
- Goldman, L. (21.02.2000). *Doomed* [WWW]. Forbes: <http://www.forbes.com/global/2000/0221/0304078a.html> [23.11.2002].
- Gotzen, F. & Dekeyser, C. (15.09.2000). *F.A.Q. Auteursrecht* [WWW]. K.U.Leuven: <http://www.law.kuleuven.ac.be/cir/faq-auteursrecht.html> [07.03.2003].
- Grimer, T. (10.2002). *CP2075. Lecture Notes* [WWW]. University of Wolverhampton: <http://www.scit.wlv.ac.uk/~cm1918/cp2075/cp2075.html> [08.11.2002].

- Guidry, M. & Strayer, M. (z.d.). *A Course in Computational Science for the Physical and Life Sciences* [WWW]. Computational Science Education Project: <http://csep1.phy.ornl.gov/guidry/phys594/lectures/lectures.html> [10.03.2002].
- Guru (7.04.2003). *The Guru's ROM Dump News* [WWW]. EmuUnlim: <http://unemulated.emuunlim.com/> [08.03.2002].
- Hamelink, C. (2002). *Mediabeleid* [lesnota's].
- Hayes, E. (z.d.). *"The Forms of Capital"* [WWW]. University of Pennsylvania: <http://www.english.upenn.edu/~jenglish/Courses/hayes-pap.html> [04.03.2003].
- Hebdige, D. (1979). *Subculture: the meaning of style*. London: Methuen London
- Henciak, E., Werger, K. & Breneman, A. (4.11.2002). Graphics Processing Unit Hardware Design Specification [WWW]. University of Pittsburgh: http://coe.pitt.edu/courses/2195/levitan/IntroToSoC/Graphics_Processor_v0.5.doc [10.03.2002].
- Hulsman, U. (2000). *Cybercultuur, de cultuur van het nieuwe millennium? Een proeve tot omschrijving en contextualisering* [Licentiaatsthesis]. Leuven: K.U.Leuven.
- Hüttner, H., Renckstorf, K. & Wester, F. (1995). *Onderzoekstypen in de communicatiewetenschap*. Houten: Bohn Stafleu Van Loghum.
- IBM (17.07.2002). *IBM Fellow John Cocke passed away on July 16th 2002* [WWW]. IBM: <http://www.research.ibm.com/resources/news/archive/july2002.shtml> [02.12.2002].
- ICRI (25.01.2002). *Crime 2000* [WWW]. K.U.Leuven: <http://www.law.kuleuven.ac.be/icri/documents/23CRIME2000.ppt> [05.12.2003]
- IDSA (1999). *Anti-Piracy Information* [WWW]. IDSA: <http://www.idsa.com/piracy.html> [10.02.2003].
- Indiana University (19.02.1999). *Glossary* [WWW]. Indiana University: <http://www.iupui.edu/~y2k/year2000/glossary.htm> [23.10.2002].
- Indiana University (21.07.2002). *What are assembly languages?* [WWW]. Indiana University: <http://kb.indiana.edu/data/aewk.html> [23.10.2002].
- Indiana University (01.11.2002). *What are the C and C++ programming languages?* [WWW]. Indiana University: <http://kb.indiana.edu/data/aewf.html> [23.10.2002].
- Intel (2003). *How Microprocessors Work* [WWW]. Intel: <http://www.intel.com/education/mpworks/index.htm> [21.11.2002].

- Janssens, M. & Granata, S. (16.04.2002). *F.A.Q. De reprografieregeling* [WWW]. K.U.Leuven: <http://www.law.kuleuven.ac.be/cir/faq-reprografie.html> [07.03.2003].
- Janssens, M. & Coolsaet, S. (27.04.2000). *F.A.Q. Merkenrecht* [WWW]. K.U.Leuven: <http://www.law.kuleuven.ac.be/cir/faq-merkenrecht.html> [07.03.2003].
- Jones, S.G. (1995). *Cybersociety: Computer-mediated communication and community*. California: Sage Thousand Oaks.
- Joy, N. (1997). *Reduced Instruction Set Computers (RISC): Academic/Industrial Interplay Drives Computer Performance Forward* [WWW]. University of Washington: <http://www.cs.washington.edu/homes/lazowska/cra/risc.html> [04.11.2002].
- Kaiser, C. (2000). *2000 Commodore 8-bit Users Survey Results* [WWW]. The Armory: <http://www.armory.com/~spectre/cwi/survey.html> [27.03.2003].
- Kalbarczyk, Z. (10.05.1999). *ECE291 Computer Engineering II Lecture 12* [WWW]. University of Illinois: http://courses.ece.uiuc.edu/ece291/archive/archive-f99/lecture/112_slides/ [18.11.2002].
- Kitchin, R. (1998). *Cyberspace: the world in the wires*. Chichester: Wiley and Sons.
- Kuo, T. (2002). *Operating-System Structures* [WWW]. National Taiwan University: <http://www.csie.ntu.edu.tw/~ktw/uos/uos-ch3.pdf> [09.03.2002].
- Lawley, E. L. (04.1994). *The Sociology of Culture in Computer-Mediated Communication: An Initial Exploration* [WWW]. The University of Sydney: <http://www.usyd.edu.au/su/social/papers/lawley1.htm> [06.03.2003].
- Lee, J. (09.02.2002). *John Louis von Neumann* [WWW]. NSF: <http://ei.cs.vt.edu/~history/VonNeumann.html> [08.11.2002].
- Leung, L. (2002). *Video Game Emulation and the Law* [WWW]. UCLA School of Law: http://www.lawtechjournal.com/notes/2002/12_020819_leung.php [19.03.2003].
- Levan, T., Lim, H. C., Mayer, M. & Van, A. R. (03.1999). *Do We Shoot the Messenger?* [WWW]. Stanford University: <http://www-cse.stanford.edu/classes/cs201/projects-98-99/copyright-infringement/introduction.html> [13.04.2002].
- Library of Congress (12.2000). *Copyright Basics* [WWW]. Library of Congress: <http://www.copyright.gov/circs/circ1.html> [11.03.2003].

- Lik Sang (15.10.2002). *Sony, Nintendo and Microsoft vs. Lik Sang* [WWW]. Lik Sang: <http://www.lik-sang.com/news.php?artc=2707> [03.04.2003].
- Lockwood, J. (1997). *Computer Engineering II* [WWW]. University of Illinois: <http://courses.ece.uiuc.edu/ece291/archive/archive-f99/lecture/l12.html> [04.11.2002].
- Meeuwissen, S. (1999). *Piraterij van videogames. Onderzoek naar het kopieergedrag bij schoolgaande jeugd* [Licentiaatsthesis]. Leuven: K.U.Leuven.
- Meng, X. (12.06.2000). *A Classification of Computer Architectures* [WWW]. University of Texas: <http://www.cs.panam.edu/~meng/Course/CS4335/Notes/master/node6.html> [16.11.2002].
- Microsoft Corporation (2003). *DirectSound C/C++ Reference* [WWW]. Microsoft Corporation: http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/dx8_c/directx_cpp/htm/_dx_idirectsound8_compact_dxaudio.asp [10.03.2003].
- Milo (12.04.2002). *Operating System Technical Comparison* [WWW]. Osddata: <http://www.osdata.com/> [07.03.2003].
- Mohr, J. (17.11.2002). *Basic Input-Output Services and the System Bus* [WWW]. Linux Tutorial: <http://www.linux-tutorial.info/cgi-bin/display.pl?107&0&0&0&3> [18.02.2003].
- Moody, J. (2001). *Sociology 488 – Introduction to Sociological Theory* [WWW]. The Ohio State University: http://www.sociology.ohio-state.edu/classes/Soc488/Moody/s488_notes.htm [05.03.2003].
- Morris, J. (1999). *Computer Architecture. The Anatomy of Modern Processors* [WWW]. The University of Western Australia: <http://odin.ee.uwa.edu.au/~morris/CA406/> [22.03.2003].
- MrV2k (2002). *Cowering's Good Utils Guide* [WWW]. MameWorld: <http://www.mameworld.net/easyemu/gtguide.htm> [12.10.2002].
- MSX Resource Center Foundation (z.d.). *Past polls* [WWW]. MSX: <http://www.msx.org/modules.php?op=modload&name=NS-Polls&file=index> [24.03.2003].
- Naeyaert, A. (1995). *De broncode en het faillissement van de softwareleverancier* [WWW]. K.U.Leuven: <http://www.law.kuleuven.ac.be/jura/32n4/naeyaert.htm> [13.03.2003].

- Neels, L., Voorhoof, D., Maertens, H. & Castille, V. (2000). *Medialex*. Diegem: Kluwer.
- Nijsmans, T. (1998). *Arcade-videogames: Historiek, structuur en werking van de markt* [Licentiaatsthesis]. Leuven: K.U.Leuven.
- Nintendo (2000). *Nintendo: Company FAQs* [WWW]. Nintendo: <http://www.nintendo.com/corp/faqs/legal.html> [03.04.2002].
- Nitro (z.d.). *Zophar's Domain FAQ* [WWW]. Zophar's Domain: <http://www.zophar.net/faq/nitrofaq/> [10.03.2003].
- NVIDIA (2003a). *Technical Brief. NVIDIA nForce Platform. Audio Processing Unit* [WWW]. NVIDIA: http://www.nvidia.com/docs/lo/2027/SUPP/APU_TechBrief_71502.pdf [26.11.2002].
- NVIDIA (2003b). *3D Glossary* [WWW]. NVIDIA: <http://www.nvidia.com/glossary.asp> [26.11.2002].
- NVIDIA (2003c). *Graphics Processing Unit (GPU)* [WWW]. NVIDIA: <http://www.nvidia.com/view.asp?IO=gpu> [26.11.2002].
- Palmer, K. (15.06.1998). *Notes on "Social Space and the Genesis of 'Classes'"* [WWW]. The University of North Carolina: <http://www.unc.edu/~lpalmer/notes/june15.html> [05.03.2003].
- PCZone (2001). Back from the Dead. *PCZone*, 106, pp. 128-135.
- Pettus, S. (24.10.1999). *The History of Emulation and its relationship to computer and videogame history* [WWW]. Zophar's Domain: http://www.zophar.net/articles/art_14-2.html [11.04.2002].
- Pettus, S. (16.03.2000). *Emulation: Right or Wrong? aka "The EmuFAQ"* [WWW]. OverClocked: http://www.overclocked.org/emufaq/EmuFAQ_index.htm [03.10.2001].
- Plavcan, M. (1997a). *PC Sound card, DSP Programming, FM Synthesis, Mixer Control* [WWW]. University of Illinois: <http://courses.ece.uiuc.edu/ece291/archive/archive-f99/lecture/l22x.html> [04.11.2002].
- Plavcan, M. (1997b). *Direct Memory Access. DMA interface to audio hardware* [WWW]. University of Illinois: <http://courses.ece.uiuc.edu/ece291/archive/archive-f99/lecture/l22z.html> [04.11.2002].

- Potato Emulation (z.d.). *Potato Emulation* [WWW]. Potato Emulation: <http://potato.emu-france.com/sys/pollBooth.php> [25.03.2003].
- Puers R. (2003). *Elektronica, automatisering en informatietechnologie*. Leuven: Acco.
- Roe, K. (1994). *Media use and social mobility* [onuitgegeven cursustekst communicatiesociologie].
- Roe, K. (1998). '*Boys will be Boys and Girls will be Girls*': *Changes in Children's Media Use* [onuitgegeven cursustekst communicatiesociologie].
- Roe, K. (2002). *Communicatiesociologie* [lesnota's].
- Roe, K. & De Meyer, G. (1999a). *Verschillende lotsbestemmingen – verschillende melodieën: schoolprestaties, verwachte status en muzieksmaken bij adolescenten* [onuitgegeven cursustekst communicatiesociologie].
- Roe, K. & De Meyer, G. (1999b). *Het zijn maar liedjes: Handboek populaire muziekstudies*. Leuven: Garant.
- ROM information (z.d.). *ROM information* [WWW]. N64 emulation Support Centre: <http://www.smiff.clara.net/beginner/roms.htm> [14.03.2003].
- Schneider, P. (07.12.2001). *The Zelda game Nintendo doesn't want you to know about* [WWW]. IGN: <http://insider.ign.com/articles/316625p1.html> [11.10.2002].
- SegaXtreme (28.03.2003). *Sega has emulated the sega saturn but won't share* [WWW]. SegaXtreme: <http://www.litespeedcomputers.com/sx/forums/index.php?act=ST&f=1&t=8420&s=67d663a0714802b5198dab8aa3000fe4> [16.04.2003].
- Seyen, K. (7.12.2000). *Octrooibescherming voor software* [WWW]. R.U.Gent: http://allserv.rug.ac.be/~rdecorte/slides/ri_Seyen_octrooi.ppt [03.03.2003].
- Sharma, S. (1996). *Applied Multivariate Techniques*. Chichester: Wiley and Sons.
- Shur, M. (16.04.1998). *Displays* [WWW]. Rensselaer Polytechnic Institute: <http://nina.ecse.rpi.edu/shur/advanced/Notes/Noteshtm/Displays33/Index.htm> [29.11.2002].
- Snyder, W., Dagtekin, M. & Ramanath, R. (07.11.1999). *A High Speed Video Display System* [WWW]. North Carolina State University: www.ece.ncsu.edu/imaging/Archives/VideoCard/Report/Final_Report.pdf [04.12.2002].

- Sorensen, K. (24.04.2001). *The Preservation of Video Games: A Hobbyist's Burden?* [WWW]. University of Texas: <http://www.gslis.utexas.edu/~kristyk/vidpaper.htm> [11.10.2002].
- SSF Tribute (10.04.2003). *SSF Tribute* [WWW]. SSF Tribute: <http://ssftribute.emuunlim.com/> [16.04.2003].
- Swedish Emulation News (z.d.). *Poll* [WWW]. Zophar's Domain: <http://sen.zophar.net/poll.html?mode=results&num=1047> [25.03.2003].
- Taylor, C. (15.03.1999). *Video Games Get Trashed* [WWW]. Time: http://www.time.com/time/archive/preview/from_search/0,10987,1101990315-21056,00.html [10.10.2002].
- Tolleneer, J. & Truyen, F. (29.12.2000). *Historische Informatiekunde. De Personal Computer* [WWW]. K.U.Leuven: <http://fuzzy.arts.kuleuven.ac.be/F207/pc.htm> [19.03.2003].
- Tyson, J. (2003a). *How BIOS Works* [WWW]. Howstuffworks: <http://computer.howstuffworks.com/bios.htm> [04.11.2002].
- Tyson, J. (2003b). *How PCI Works* [WWW]. Howstuffworks: <http://computer.howstuffworks.com/pci.htm> [04.11.2002].
- Tyson, J. (2003c). *How Graphics Cards Work* [WWW]. Howstuffworks: <http://computer.howstuffworks.com/graphics-card.htm> [04.11.2002].
- Tysver, D. A. (2000a). *Example Trademark Devices* [WWW]. BitLaw: <http://www.bitlaw.com/trademark/devices.html> [21.03.2003].
- Tysver, D. A. (2000b). *Common Law Trademark Rights* [WWW]. BitLaw: <http://www.bitlaw.com/trademark/common.html> [07.03.2003].
- Tysver, D. A. (2000c). *Trademark Applications and Registration* [WWW]. BitLaw: <http://www.bitlaw.com/trademark/federal.html> [07.03.2003].
- Tysver, D. A. (2000d). *Duration of Copyrights* [WWW]. BitLaw: <http://www.bitlaw.com/copyright/duration.html> [21.03.2003].
- U.S. 9th Circuit Court of Appeals (10.07.2000). *U.S. 9th Circuit Court of Appeals. SONY v BLEEM 9917137v2* [WWW]. FindLaw: <http://laws.lp.findlaw.com/getcase/9th/case/9917137v2&exact=1> [24.11.2002].
- U.S. Copyright Office (12.1998). *The Digital Millennium Copyright Act of 1998* [WWW]. U.S. Copyright Office: <http://www.loc.gov/copyright/legislation/dmca.pdf> [12.03.2003].

- UltraHLE Architecture (29.01.1999). *UltraHLE Architecture* [WWW]. EmuUnlim: <http://www.emuunlim.com/UltraHLE/old/techinfo.htm> [05.11.2002].
- University of Victoria (04.04.2003). *CSC360: Introduction to Operating Systems* [WWW]. University of Victoria: <http://www.csc.uvic.ca/~csc360/pdf/ch03.pdf> [25.04.2003].
- Van de Putte, A. (1999). *Sociale Wijsbegeerte*. Leuven: Acco.
- Van den Bulck, J. (2000). *Algemene communicatietheorie*. Leuven: Acco.
- Van Eecke, P. (z.d.). *Criminaliteit in Cyberspace* [WWW]. K.U.Leuven: <http://www.law.kuleuven.ac.be/icri/documents/22computercrimeJan2000.ppt> [05.12.2003].
- Van Outryve, F. (28.04.1999). *SiteSeeing: spelen of spieken* [WWW]. Standaard: <http://www.standaard.be/Archief/Zoeken/DetailNew.asp?full=0&articleID=dss9904280004&trefwoord=spelen+of+spieken> [03.03.2003].
- Van Overwalle, G. & Saelen, P. (08.08.2002). *F.A.Q.'s Octrooien* [WWW]. K.U.Leuven: <http://www.law.kuleuven.ac.be/cir/faq-octrooien.html> [07.03.2003].
- Vandebroek, M. (z.d.). *Multivariate Statistics in Business and Industry* [onuitgegeven cursustekst].
- Vanswijgenhoven, J. (2000). *De business van de videogames. Een vergelijking met de muziekindustrie* [Licentiaatsthesis]. Leuven: K.U.Leuven.
- Völkel, F. & Töpelt, B. (10.02.2003). *Barton's Here: Athlon XP 3000+ vs. P4 3.06 GHz* [WWW]. Tomshardware: <http://www.tomshardware.com/cpu/20030210/index.html> [14.03.2003].
- Völkel, F. & Töpelt, B. (17.02.2003). *Benchmark Marathon: 65 CPUs from 100 MHz to 3066 MHz* [WWW]. Tomshardware: <http://www6.tomshardware.com/cpu/20030217/index.html> [14.03.2003].
- Walker, J. (29.04.2000). *Everything You Have Always Wanted to Know about the Playstation But Were Afraid to Ask* [WWW]. Zophar's Domain: <http://www.zophar.net/tech/psx.html> [16.11.2002].
- Wen, H. (23.06.1998). *New Life for Old Games* [WWW]. Salon: <http://archive.salon.com/21st/feature/1998/06/23feature.html> [10.10.2002].
- WIPO (30.08.1996). *Diplomatic conference on certain copyright and neighbouring rights questions* [WWW]. WIPO: http://www.wipo.org/eng/diplconf/6dc_a01.htm [16.03.2003]

- WIPO (20.12.1996). *Conférence diplomatique sur certaines questions de droit d'auteur et de droits voisins list of participants* [WWW]. WIPO: <http://www.wipo.org/eng/diplconf/distrib/msword/inf2.doc> [16.03.2003].
- WTO (z.d.a). *United States of America and the WTO* [WWW]. WTO: http://www.wto.org/english/thewto_e/countries_e/usa_e.htm [15.03.2003].
- WTO (z.d.b). *Frequently asked questions about TRIPS* [WWW]. WTO: http://www.wto.org/english/tratop_e/trips_e/tripfq_e.htm [16.03.2003].
- Wu, J., Gulati, A., Abali, B. & Panda, D. K. (z.d.). *Design of An InfiniBand Emulator over Myrinet: Challenges, Implementation, and Performance Evaluation* [WWW]. Northwestern University: <http://www.ece.northwestern.edu/~schiu/sd/tr03-01-ib-emulator.pdf> [12.03.2003].
- YOSHHi (z.d.). *YOSHHi's NES Documentation* [WWW]. Zophar's Domain: <http://www.zophar.net/tech/files/ndox200.zip> [09.11.2002].
- Yi, J. (13.04.2001). *Gameover Sony: Ninth Circuits Green Light for emulators Could Mean More to Sony Than Meets the Eye* [WWW]. The University of Iowa: <http://www.uiowa.edu/~cyberlaw/cls01/yi3.html> [03.04.2003].
- Zilmar (27.05.2000). *EMUBook* [WWW]. Project64: <http://www.pj64.net/emubook/> [04.12.2002].

Bijlage 1. Incentief van de vragenlijst

Inleiding

De dapperen onder jullie die reeds aan dit onderzoek hebben meegewerkt, hoeven deze helse enquête niet nogmaals te doorlopen ;-)

Beste medestudent(e),

Speel je wel eens videogames en wil je meewerken aan een kort onderzoek erover? Of vind je videogames maar een achterlijk tijdverdrijf? Grijp dan nu je kans om je mening kenbaar te maken en deze te vereeuwigen in de annalen van de academische onderzoeksgeschiedenis!

Voor degenen die nu nog steeds aan het lezen zijn stel ik me graag even voor: Ik ben Stefan Creemers en ben net zoals jullie student aan de KUL. Ik slijt mijn laatste jaar hier aan de faculteit sociale wetenschappen (departement communicatiewetenschappen) en doe een onderzoek naar videogames (naar emulatie van videogames om iets meer specifiek te zijn). Om het jullie gemakkelijk te maken heb ik ervoor gekozen om een vragenlijst online te zetten.

Waarom zouden jullie nu überhaupt die vragenlijst wel willen invullen???

welnu:

- *Het is gratis en voor niks
- *Naar goede Christelijke gewoonte helpt u er een medemens mee (het is nog altijd een 'Katholieke' universiteit nietwaar)
- *Het is volstrekt en volledig anoniem (Echelon en soortgenoten niet meegerekend)
- *Indien gewenst kan je achteraf de resultaten van het onderzoek raadplegen
- *Er is absoluut geen voorkennis van videogames of computers vereist om mee te werken aan het onderzoek
- *het duurt slechts 10 minuutjes
- *en last but not least, je hoeft alleen maar te klikken!

Voor vragen of opmerkingen kan u steeds terecht bij

Stefan.Creemers@student.kuleuven.ac.be

Verder is het, bij het invullen van de vragenlijst, handig te weten dat u een aantal termen (die vaak niet voor iedereen even duidelijk zijn) kan aanklikken waardoor u de nodige uitleg verkrijgt.

Alvast bedankt,
vriendelijke groeten,
Stefan Creemers

Bijlage 2. Codeboek

CODE	OMSCHRIJVING	Regelnr.	WAARDEN
OBS	Observatienummer	0	1 - respondent 1 2 - respondent 2 etc. 9999 - maximale waarde
D2	Geslacht Vraag 1.2	2	1 - man 2 - vrouw
DCY1	Cyclus van de studierichting Vraag 1.3b	3	1 - 1ste cyclus 2 - 2de cyclus 3 - niet van toepassing
D4	Beschikbaarheid internet op kot Vraag 1.4	4	1 - ja 2 - neen 3 - niet van toepassing
D5	Beschikbaarheid internet thuis Vraag 1.5	5	1 - ja 2 - neen 3 - niet van toepassing
D6	Beschikbaarheid breedbandverbinding Vraag 1.6	6	1 - ja 2 - neen 3 - weet niet
K1	Heeft men een notie van wat emulatie is? Vraag 2.1	7	1 - ja 2 - neen
K3	Kennistest 1 (correct antwoord: onwaar) Vraag 2.3.1	8	1 - waar 2 - onwaar 3 - weet niet
K4	Kennistest 2 (correct antwoord: waar) Vraag 2.3.2	9	1 - waar 2 - onwaar 3 - weet niet
K5	Kennistest 3 (correct antwoord: onwaar) Vraag 2.3.3	10	1 - waar 2 - onwaar 3 - weet niet
K6	Kennistest 4 (correct antwoord: onwaar) Vraag 2.3.4	11	1 - waar 2 - onwaar 3 - weet niet
K7	Kennistest 5 (correct antwoord: waar) Vraag 2.3.5	12	1 - waar 2 - onwaar 3 - weet niet
KE1	Kennis: Finalburn Vraag 2.4	13	1 - ja
KE2	Kennis: Mame Vraag 2.4	14	1 - ja
KE3	Kennis: Callus Vraag 2.4	15	1 - ja
KE4	Kennis: Impact Vraag 2.4	16	1 - ja
KE5	Kennis: Kawaks Vraag 2.4	17	1 - ja

KE6	Kennis: Nebula Vraag 2.4	18	1 - ja
KE7	Kennis: Raine Vraag 2.4	19	1 - ja
KE8	Kennis: Ages Vraag 2.4	20	1 - ja
KE9	Kennis: Gens Vraag 2.4	21	1 - ja
KE10	Kennis: Kega Vraag 2.4	22	1 - ja
KE11	Kennis: Megasis Vraag 2.4	23	1 - ja
KE12	Kennis: Kgen Vraag 2.4	24	1 - ja
KE13	Kennis: Dgen Vraag 2.4	25	1 - ja
KE14	Kennis: MEKA Vraag 2.4	26	1 - ja
KE15	Kennis: Massage Vraag 2.4	27	1 - ja
KE16	Kennis: 1964 Vraag 2.4	28	1 - ja
KE17	Kennis: Daedalus Vraag 2.4	29	1 - ja
KE18	Kennis: Nemu64 Vraag 2.4	30	1 - ja
KE19	Kennis: Project64 Vraag 2.4	31	1 - ja
KE20	Kennis: UltraHLE Vraag 2.4	32	1 - ja
KE21	Kennis: AdriPSX Vraag 2.4	33	1 - ja
KE22	Kennis: EpsxE Vraag 2.4	34	1 - ja
KE23	Kennis: Satourne Vraag 2.4	35	1 - ja
KE24	Kennis: PsEmu Vraag 2.4	36	1 - ja
KE25	Kennis: VGS Vraag 2.4	37	1 - ja
KE26	Kennis: Zsnes Vraag 2.4	38	1 - ja
KE27	Kennis: Nester Vraag 2.4	39	1 - ja
KE28	Kennis: NeoRageX Vraag 2.4	40	1 - ja

KE29	Kennis: Snes9x Vraag 2.4	41	1 - ja
KE30	Kennis: Rocknes Vraag 2.4	42	1 - ja
KE31	Kennis: DreamGBA Vraag 2.4	43	1 - ja
KE32	Kennis: Boycott Vraag 2.4	44	1 - ja
KE33	Kennis: Visual Boy Advance Vraag 2.4	45	1 - ja
K8	Mate van tijdsbesteding in emulatie Vraag 2.5	46	1 - zeer veel 2 - veel 3 - af en toe 4 - zelden 5 - nooit
KS1	Emulatie systeem: Arcade Systemen Vraag 2.6	47	1 - ja
KS2	Emulatie systeem: NES Vraag 2.6	48	1 - ja
KS3	Emulatie systeem: SNES Vraag 2.6	49	1 - ja
KS4	Emulatie systeem: Nintendo 64 Vraag 2.6	50	1 - ja
KS5	Emulatie systeem: Gameboy Vraag 2.6	51	1 - ja
KS6	Emulatie systeem: Master System Vraag 2.6	52	1 - ja
KS7	Emulatie systeem: Megadrive Vraag 2.6	53	1 - ja
KS8	Emulatie systeem: Game Gear Vraag 2.6	54	1 - ja
KS9	Emulatie systeem: Atari Systemen Vraag 2.6	55	1 - ja
KS10	Emulatie systeem: Playstation Vraag 2.6	56	1 - ja
KS11	Emulatie systeem: Neo Geo Vraag 2.6	57	1 - ja
KS12	Emulatie systeem: Gameboy Color Vraag 2.6	58	1 - ja
KS13	Emulatie systeem: Gameboy Advance Vraag 2.6	59	1 - ja
KS14	Emulatie systeem: Sega Saturn Vraag 2.6	60	1 - ja
KS15	Emulatie systeem: Commodore Vraag 2.6	61	1 - ja

KS16	Emulatie systeem: Ander Systeem Vraag 2.6	62	1 - ja
KS18	Emulatie systeem: Men emuleert nooit Vraag 2.6	63	1 - ja
RED1	Reden Emulatie:C/H-systeem te duur Vraag 2.8.1	64	1 - helemaal waar 2 - waar 3 - noch waar, noch onwaar 4 - onwaar 5 - volstrekt onwaar 7 - niet van toepassing
RED2	Reden Emulatie:Leuk Vraag 2.8.2	65	1 - helemaal waar 2 - waar 3 - noch waar, noch onwaar 4 - onwaar 5 - volstrekt onwaar 7 - niet van toepassing
RED3	Reden Emulatie:Test technische capac. Vraag 2.8.3	66	1 - helemaal waar 2 - waar 3 - noch waar, noch onwaar 4 - onwaar 5 - volstrekt onwaar 7 - niet van toepassing
RED4	Reden Emulatie: Graag spelen oude games Vraag 2.8.4	67	1 - helemaal waar 2 - waar 3 - noch waar, noch onwaar 4 - onwaar 5 - volstrekt onwaar 7 - niet van toepassing
RED5	Reden Emulatie: Gratis Vraag 2.8.5	68	1 - helemaal waar 2 - waar 3 - noch waar, noch onwaar 4 - onwaar 5 - volstrekt onwaar 7 - niet van toepassing
RED6	Reden Emulatie:Geen bezit C/H-systeem Vraag 2.8.6	69	1 - helemaal waar 2 - waar 3 - noch waar, noch onwaar 4 - onwaar 5 - volstrekt onwaar 7 - niet van toepassing
RED7	Reden Emulatie: Beste games op C/H-syst. Vraag 2.8.7	70	1 - helemaal waar 2 - waar 3 - noch waar, noch onwaar 4 - onwaar 5 - volstrekt onwaar 7 - niet van toepassing

RED8	Reden Emulatie: Collectie van Roms Vraag 2.8.8	71	1 - helemaal waar 2 - waar 3 - noch waar, noch onwaar 4 - onwaar 5 - volstrekt onwaar 7 - niet van toepassing
RED9	Reden Emulatie: Games te duur Vraag 2.8.9	72	1 - helemaal waar 2 - waar 3 - noch waar, noch onwaar 4 - onwaar 5 - volstrekt onwaar 7 - niet van toepassing
RED10	Reden Emulatie: Bewondering complexiteit Vraag 2.8.10	73	1 - helemaal waar 2 - waar 3 - noch waar, noch onwaar 4 - onwaar 5 - volstrekt onwaar 7 - niet van toepassing
RED11	Reden Emulatie: gebruiksgemak emulatie Vraag 2.8.11	74	1 - helemaal waar 2 - waar 3 - noch waar, noch onwaar 4 - onwaar 5 - volstrekt onwaar 7 - niet van toepassing
RED12	Reden Emulatie: Laatste games hebben Vraag 2.8.12	75	1 - helemaal waar 2 - waar 3 - noch waar, noch onwaar 4 - onwaar 5 - volstrekt onwaar 7 - niet van toepassing
RED13	Reden Emulatie: Grote hits C/H spelen Vraag 2.8.13	76	1 - helemaal waar 2 - waar 3 - noch waar, noch onwaar 4 - onwaar 5 - volstrekt onwaar 7 - niet van toepassing
KEG1	Gebruik: Finalburn Vraag 2.9	77	1 - ja
KEG2	Gebruik: Mame Vraag 2.9	78	1 - ja
KEG3	Gebruik: Callus Vraag 2.9	79	1 - ja
KEG4	Gebruik: Impact Vraag 2.9	80	1 - ja
KEG5	Gebruik: Kawaks Vraag 2.9	81	1 - ja
KEG6	Gebruik: Nebula Vraag 2.9	82	1 - ja

KEG7	Gebruik: Raine Vraag 2.9	83	1 - ja
KEG8	Gebruik: Ages Vraag 2.9	84	1 - ja
KEG9	Gebruik: Gens Vraag 2.9	85	1 - ja
KEG10	Gebruik: Kega Vraag 2.9	86	1 - ja
KEG11	Gebruik: Megasis Vraag 2.9	87	1 - ja
KEG12	Gebruik: Kgen Vraag 2.9	88	1 - ja
KEG13	Gebruik: Dgen Vraag 2.9	89	1 - ja
KEG14	Gebruik: MEKA Vraag 2.9	90	1 - ja
KEG15	Gebruik: Massage Vraag 2.9	91	1 - ja
KEG16	Gebruik: 1964 Vraag 2.9	92	1 - ja
KEG17	Gebruik: Daedalus Vraag 2.9	93	1 - ja
KEG18	Gebruik: Nemu64 Vraag 2.9	94	1 - ja
KEG19	Gebruik: Project64 Vraag 2.9	95	1 - ja
KEG20	Gebruik: UltraHLE Vraag 2.9	96	1 - ja
KEG21	Gebruik: AdriPSX Vraag 2.9	97	1 - ja
KEG22	Gebruik: EpsxE Vraag 2.9	98	1 - ja
KEG23	Gebruik: Satourne Vraag 2.9	99	1 - ja
KEG24	Gebruik: PSEmu Vraag 2.9	100	1 - ja
KEG25	Gebruik: VGS Vraag 2.9	101	1 - ja
KEG26	Gebruik: Zsnes Vraag 2.9	102	1 - ja
KEG27	Gebruik: Nester Vraag 2.9	103	1 - ja
KEG28	Gebruik: NeoRageX Vraag 2.9	104	1 - ja
KEG29	Gebruik: Snes9x Vraag 2.9	105	1 - ja

KEG30	Gebruik: Rocknes Vraag 2.9	106	1 - ja
KEG31	Gebruik: DreamGBA Vraag 2.9	107	1 - ja
KEG32	Gebruik: Boycott Vraag 2.9	108	1 - ja
KEG33	Gebruik: VisualBoy Advance Vraag 2.9	109	1 - ja
KEG34	Gebruik: Ander Systeem Vraag 2.9	110	1 - ja
K10	Oordeel: reden nostalgie Vraag 2.10.1	111	1 - akkoord 2 - noch noch 3 - niet akkoord 4 - niet van toepassing
K11	Oordeel: Voorkeur C/H-games boven PC-g. Vraag 2.10.2	112	1 - akkoord 2 - noch noch 3 - niet akkoord 4 - niet van toepassing
K12	Oordeel: Sinds kennis emu, aankoop C/H Vraag 2.10.3	113	1 - akkoord 2 - noch noch 3 - niet akkoord 4 - niet van toepassing
K13	Oordeel: Voor aankoop, test door emu Vraag 2.10.4	114	1 - akkoord 2 - noch noch 3 - niet akkoord 4 - niet van toepassing
K14	Oordeel: Emu = piraterij Vraag 2.10.5	115	1 - akkoord 2 - noch noch 3 - niet akkoord 4 - niet van toepassing
K15	Oordeel: Reden C/H-games uitproberen Vraag 2.10.6	116	1 - akkoord 2 - noch noch 3 - niet akkoord 4 - niet van toepassing
K16	Oordeel: Intensief bezig met emu Vraag 2.10.7	117	1 - akkoord 2 - noch noch 3 - niet akkoord 4 - niet van toepassing
K17	Oordeel: Aankoop uitgete probeerde games Vraag 2.10.8	118	1 - akkoord 2 - noch noch 3 - niet akkoord 4 - niet van toepassing
K18	Oordeel: Bezoek emu-websites Vraag 2.10.9	119	1 - akkoord 2 - noch noch 3 - niet akkoord 4 - niet van toepassing

K19	Oordeel: Emulerende vrienden Vraag 2.10.10	120	1 - akkoord 2 - noch noch 3 - niet akkoord 4 - niet van toepassing
K20	Oordeel: Vooral spelen van oudere games Vraag 2.10.11	121	1 - akkoord 2 - noch noch 3 - niet akkoord 4 - niet van toepassing
K21	Oordeel: Emu makkelijker/leuker echt syst. Vraag 2.10.12	122	1 - akkoord 2 - noch noch 3 - niet akkoord 4 - niet van toepassing
K22	Oordeel: Bezit games die men emuleert Vraag 2.10.13	123	1 - akkoord 2 - noch noch 3 - niet akkoord 4 - niet van toepassing
K23	Oordeel: Mate van downloaden Roms Vraag 2.10.14	124	1 - akkoord 2 - noch noch 3 - niet akkoord 4 - niet van toepassing
K24	Oordeel: Vooral spelen nieuwe games Vraag 2.10.15	125	1 - akkoord 2 - noch noch 3 - niet akkoord 4 - niet van toepassing
K25	Oordeel: Emu oncommerciële s. toestaan Vraag 2.10.16	126	1 - akkoord 2 - noch noch 3 - niet akkoord 4 - niet van toepassing
K26	Oordeel: Emu = kans oude games opnieuw Vraag 2.10.17	127	1 - akkoord 2 - noch noch 3 - niet akkoord 4 - niet van toepassing
K27	Oordeel: Bezit games die men emuleert Vraag 2.10.18	128	1 - akkoord 2 - noch noch 3 - niet akkoord 4 - niet van toepassing
K28	Oordeel: Mate van spelen ged/l Roms Vraag 2.10.19	129	1 - akkoord 2 - noch noch 3 - niet akkoord 4 - niet van toepassing
K29	Oordeel: Door emu meer spelen van games Vraag 2.10.20	130	1 - akkoord 2 - noch noch 3 - niet akkoord 4 - niet van toepassing
AA2	Bezit C/H-systeem Vraag 3.2	131	1 - ja 2 - neen
AAS1	Bezit: Nintendo 64 Vraag 3.2.1	132	1 - ja

AAS2	Bezit: SNES Vraag 3.2.1	133	1 - ja
AAS3	Bezit: NES Vraag 3.2.1	134	1 - ja
AAS4	Bezit: Master System Vraag 3.2.1	135	1 - ja
AAS5	Bezit: Nintendo Gamecube Vraag 3.2.1	136	1 - ja
AAS6	Bezit: Megadrive Vraag 3.2.1	137	1 - ja
AAS7	Bezit: Dreamcast Vraag 3.2.1	138	1 - ja
AAS8	Bezit: Gameboy Vraag 3.2.1	139	1 - ja
AAS9	Bezit: Gameboy Color Vraag 3.2.1	140	1 - ja
AAS10	Bezit: Gameboy Advance Vraag 3.2.1	141	1 - ja
AAS11	Bezit: Playstation 2 Vraag 3.2.1	142	1 - ja
AAS12	Bezit: Playstation Vraag 3.2.1	143	1 - ja
AAS13	Bezit: Game Gear Vraag 3.2.1	144	1 - ja
AAS14	Bezit: Xbox Vraag 3.2.1	145	1 - ja
AAS15	Bezit: Atari Systemen Vraag 3.2.1	146	1 - ja
AAS16	Bezit: Ander Systeem Vraag 3.2.1	147	1 - ja
A1	Oordeel: interesse videogames Vraag 3.3.1	148	1 - ja 2 - neen 3 - geen mening
A2	Oordeel: mate tijd online Vraag 3.3.2	149	1 - ja 2 - neen 3 - geen mening
A3	Oordeel: bezig zijn met computer Vraag 3.3.3	150	1 - ja 2 - neen 3 - geen mening
A4	Oordeel: downloaden MP3 Vraag 3.3.4	151	1 - ja 2 - neen 3 - geen mening
A5	Oordeel: spelen van videogames (graag) Vraag 3.3.5	152	1 - ja 2 - neen 3 - geen mening

A6	Oordeel: kopiëren van muziekcd Vraag 3.3.6	153	1 - ja 2 - neen 3 - geen mening
A7	Oordeel: krijgen van gekopieerde cd Vraag 3.3.7	154	1 - ja 2 - neen 3 - geen mening
A8	Oordeel: C/H games & -systemen te duur Vraag 3.3.8	155	1 - ja 2 - neen 3 - geen mening
A9	Oordeel: kopiëren cd is illegaal Vraag 3.3.9	156	1 - ja 2 - neen 3 - geen mening
A10	Oordeel: spelen van videogames (veel) Vraag 3.3.10	157	1 - ja 2 - neen 3 - geen mening
A11	Oordeel: downloaden warez Vraag 3.3.11	158	1 - ja 2 - neen 3 - geen mening
A12	Oordeel: bezit illegale software Vraag 3.3.12	159	1 - ja 2 - neen 3 - geen mening
A13	Oordeel: downloaden film Vraag 3.3.13	160	1 - ja 2 - neen 3 - geen mening
A14	Oordeel: piraterij is onaanvaardbaar Vraag 3.3.14	161	1 - ja 2 - neen 3 - geen mening
A15	Oordeel: actief op NTTP/IRC Vraag 3.3.15	162	1 - ja 2 - neen 3 - geen mening
A16	Oordeel: mate van chatten Vraag 3.3.16	163	1 - ja 2 - neen 3 - geen mening
A17	Oordeel: gebruik van FTP voor grote files Vraag 3.3.17	164	1 - ja 2 - neen 3 - geen mening
A18	Oordeel: versturen van mails Vraag 3.3.18	165	1 - ja 2 - neen 3 - geen mening
A19	Oordeel: kopen van gekopieerde cd Vraag 3.3.19	166	1 - ja 2 - neen 3 - geen mening

INETGEB1	Gebruik email Vraag 3.5.1	167	1 - meerdere keren per dag 2 - dagelijks 3 - meerder keren per week 4 - één keer per week 5 - enkele keren per maand 6 - nooit of bijna nooit
INETGEB2	Gebruik WWW Vraag 3.5.2	168	1 - meerdere keren per dag 2 - dagelijks 3 - meerder keren per week 4 - één keer per week 5 - enkele keren per maand 6 - nooit of bijna nooit
INETGEB3	Gebruik nieuwsgroepen (NTTP) Vraag 3.5.3	169	1 - meerdere keren per dag 2 - dagelijks 3 - meerder keren per week 4 - één keer per week 5 - enkele keren per maand 6 - nooit of bijna nooit
INETGEB4	Gebruik IRC Vraag 3.5.4	170	1 - meerdere keren per dag 2 - dagelijks 3 - meerder keren per week 4 - één keer per week 5 - enkele keren per maand 6 - nooit of bijna nooit
INETGEB5	Gebruik instant messaging Vraag 3.5.5	171	1 - meerdere keren per dag 2 - dagelijks 3 - meerder keren per week 4 - één keer per week 5 - enkele keren per maand 6 - nooit of bijna nooit
INETGEB6	Gebruik peer 2 peer Vraag 3.5.6	172	1 - meerdere keren per dag 2 - dagelijks 3 - meerder keren per week 4 - één keer per week 5 - enkele keren per maand 6 - nooit of bijna nooit
RESULT	Interesse in onderzoeksresultaten Vraag 3.6	173	1 - ja 2 - neen
NONKUL1	Tijdstip afname onderzoek Niet bevraagd	174	. - 1ste ronde 1 - herhalingsronde
NONKUL2	Onbenut	175	
D1	Geboortejaar Vraag 1.1	177	1900 1901 etc. 1999 - maximale waarde

D3	Studierichting Vraag 1.3a	178	1 - godgeleerdheid 2 - wijsbegeerte 3 - kerkelijk recht 4 - rechtsgeleerdheid 5 - EW en TEW 6 - sociale wetenschappen 7 - letteren 8 - psychologie & peda. 9 - wetenschappen 10 - toegepaste wetensch. 11 - landbouw & biologisch. 12 - geneeskunde 13 - Farmaceutische wet. 14 - L.O. & kinesithérapie 15 - geen student aan KUL 99 - maak hier uw keuze
K9	Uur per week besteedt aan emulatie Vraag 2.7	179	99 - maximale waarde
AA1	Uur per dag besteedt aan pc (werkuren ex.) Vraag 3.1	180	24 - maximale waarde
AA3	Uur per week besteedt aan videogames Vraag 3.4	181	99 - maximale waarde
DD210	Aantal vrienden bezig met emulatie Vraag 2.11	182	99 - maximale waarde
K17	Emulatie andere systemen Vraag 2.6.2	184	1 - amiga 2 - MSX 3 - windows 4 - intel x86 5 - playstation 2 6 - TI837 7 - commodore 64
AAS17	Bezit andere systemen Vraag 3.2.2	186	1 - amiga 2 - MSX2 3 - CPC464 4 - commodore 64 5 - neo geo pocket 6 - ZX spectrum 7 - game and watch 8 - sega saturn

KEG35	Gebruik andere emulators Vraag 2.9.2	188	1 - Bleem! 2 - UAE 3 - MacTrueReality 4 - Sixty Force 5 - VSWC 6 - Project Tempest 7 - CCS64 8 - Sega Modeler 9 - FCEU 10 - Nesticle 11 - ZX spectrum 12 - TI837 13 - DreamSnes 14 - SMYGB 15 - Frodo 16 - Dega 17 - Tempest 18 - FMSX 19 - Virtual PC 20 - WinVICE 21 - SMSplus
K2	Definitie emulatie Vraag 2.2	190	0 - volledig incorrect 1 - vaag 2 - correct 3 - volledig begrip van emu.

