

Afstudeerverslag

Elektronische leeromgeving met gebarentaalherkenning

Grafische user interface oplossingen voor ambiguïteitproblemen
van een gebarentaalherkenner voor een elektronische leeromgeving
voor dove en slechthorende kleuters

Auteur:

R.B.P. Ambrosius

Begeleiders:

Dr. E.M.A.G. van Dijk

Prof. dr. ir. A. Nijholt

Dr. G.W.G. Spaai

Datum: 6 augustus 2007

Contactgegevens

Auteur: Rob Ambrosius

Studentnummer: 0001937

Adres: Dennenweg 135a, 7545 WD Enschede

E-mail: r.b.p.ambrosius@student.utwente.nl

Opleiding: Technische Informatica

Opleidingsinstituut: Universiteit Twente

Opdrachtgever: NSDSK

Omschrijving: Afstudeeropdracht, 5 september 2006 t/m 6 augustus 2007

Voorwoord

Dit is het afstudeerverslag van Rob Ambrosius, student technische informatica aan de Universiteit Twente. In dit verslag staan de onderzoeken beschreven die gedaan zijn in opdracht van de NSDSK. Het doel is geweest om uit te zoeken hoe een gebarentaalherkenner, die nog niet betrouwbaar is, toch gebruikt kan worden in een elektronische leeromgeving voor dove en slechthorende kinderen tussen de drie en de vijf jaar.

De afgelopen zeven maanden heb ik aan dit verslag gewerkt en ik wil graag mijn begeleiders Gerard Spaai, Betsy van Dijk en Anton Nijholt bedanken. Daarnaast wil ik Elmer Weners en Jeroen Lichtenauer bedanken voor hun uitleg bij de codes van respectievelijk Elo en de gebarentaalherkenner, evenals de rest van de Elo werkgroep. Naast deze mensen hebben mijn mede-afstudeerders het afstuderen een stuk aangenamer gemaakt. Daarnaast wil ik nog mijn ouders Greet en Piet, mijn broer Frank en zijn vriendin Vanessa bedanken voor hun steun en adviezen.

Rob Ambrosius,
Enschede, 6 augustus 2007

Samenvatting

In dit afstudeerverslag staat een onderzoek beschreven naar het toepassen van technologieën die niet altijd een betrouwbaar resultaat opleveren binnen reële omgevingen. De technologie is in dit geval een gebarentaalherkenner (GTH) die nog in ontwikkeling is. De omgeving bestaat uit een elektronische leeromgeving voor dove en slechthorende kinderen tussen de drie en de vijf jaar, genaamd Elo. Elo leert deze kinderen oppervlakkig nieuwe gebaren kennen om zo hun vocabulaire uit te breiden. Het betrouwbaarheidsprobleem van de GTH uit zich in de beperkte betrouwbaarheid van een beoordeling van een gebaar dat de gebruiker gemaakt heeft. De GTH geeft goed of fout terug, maar het is onbekend of dit correct is. Om deze GTH toch te kunnen gebruiken, moet voorkomen worden dat de onbetrouwbare beoordelingen er toe leiden dat de gebruiker er niks van leert. Hiervoor is eerst geconstateerd dat de GTH wel betrouwbaar genoeg is om mee te kunnen werken. Als tweede kwam al snel aan het licht dat de betrouwbaarheid van een beoordeling bekend moet zijn om iets van invloed uit te kunnen oefenen op de manier waarop er feedback gegeven wordt en Elo de beoordeling verwerkt. De betrouwbaarheid is niet absoluut weer te geven, maar er is wel een methode gevonden om de betrouwbaarheid onder te verdelen in betrouwbaar, enigszins betrouwbaar en onbetrouwbaar. Aan de hand hiervan kan de verwerking van een beoordeling worden aangepast aan de betrouwbaarheid van een beoordeling en gebaren die vaak slecht herkend worden, kunnen uit de oefening weggelaten worden. De laatste methode is het gemotiveerd houden van de gebruiker, zodat het gebrek van een betrouwbare GTH er niet toe leidt dat de gebruiker stopt met het gebruiken van de applicatie.

Verklarende woordenlijst

NSDSK: Nederlandse Stichting voor het Dove en Slechthorende Kind

TU Delft: Technische Universiteit Delft

GTH: Gebarentaalherkenner

HMM: Hidden Markov Model

DTW: Dynamic Time Warping

Positive Calibration: Methode om waarmee de GTH getraind kan worden om een gewenst percentage goede gebaren goed te keuren.

Negative Calibration: Methode om waarmee de GTH getraind kan worden om een gewenst percentage foute gebaren fout te keuren.

CI: Cochleair Implantaat

Elo: De naam van het project waarbinnen de elektronische leeromgeving voor dove en slechthorende kinderen tussen de drie en de vijf jaar ontwikkeld wordt.

ELO: Elektronische leeromgeving

CAI: Computer Assisted Instruction

GUI: Graphical User Interface, het duidelijkst omschreven als het onderdeel van een applicatie, dat de persoon daadwerkelijk op het beeldscherm ziet.

NGT: Nederlandse Gebaren Taal

ARCS: Attention Relevance Confidence Satisfaction, de vier uitgangspunten van het ARCS model of motivation van John M. Keller.

Handvorm: De vorm van de hand bij het maken van een gebaar.

Vertelplaat: Een oefening, waarbij er in een afbeelding telkens een ander klikbaar item geel omlijnd wordt. De bedoeling is dat de gebruikers op deze afbeelding telkens het geel omlijnde item aanklikken, waarna ze een video te zien krijgen van het bijbehorende gebaar. Dit gaat zo door totdat alle items geweest zijn. Door deze oefening maakt de gebruiker oppervlakkig kennis met nieuwe gebaren en wat deze betekenen.

Begripsoefening: Dit is een oefening waarbij de gebruiker een video van een gebaar te zien krijgt en vervolgens uit drie plaatjes, het juiste plaatje moet kiezen.

Productieoefening: Bij deze oefening wordt er een plaatje getoond en aan de gebruiker gevraagd of deze het bijbehorende gebaar wil maken.

Inhoudsopgave

Contactgegevens	i
Voorwoord	iii
Samenvatting	v
Verklarende woordenlijst	vii
1 Inleiding	1
1.1 Opdrachtgevers	2
1.1.1 NSDSK	2
1.1.2 TU Delft	3
1.2 Opdracht	3
1.2.1 Achtergrond van het Elo project	4
1.2.2 Het belang van deze opdracht	9
1.3 Plan van aanpak	10
1.3.1 Onderzoeksvraag	10
1.3.2 De onderzoeksmethode	11
1.3.3 Opzet literatuurstudie	12
1.3.4 Opzet analyse en onderzoeken	14
2 Globale studie naar de onderzoeksvelden	15
2.1 Elektronische leeromgevingen	15
2.1.1 Wat is een ELO?	15
2.1.2 Wat voor ELO wordt er ontwikkeld in het Elo project?	16
2.1.3 ELO's voor kleuters	17
2.1.4 Conclusie	18
2.2 Gebarentaal	18
2.2.1 De geschiedenis van de gebarentaal	18
2.2.2 De eigenschappen van een gebaar	19
2.2.3 De waarde van gebarentaal voor doven	21
2.2.4 De uitdaging bij het herkennen van gebarentaal	22
2.2.5 Conclusie	23
2.3 Pedagogiek	23
2.3.1 Ontwikkeling van een kind op driejarige leeftijd	23
2.3.2 Hoe leren kleuters?	26
2.3.3 Kinderen en computers	28

2.3.4	Kinderen en taalonderwijs	29
2.3.5	Conclusie	29
2.4	Graphical User Interface ontwerp voor kleuters	29
2.4.1	Onderzoek naar GUI's voor kleuters	30
2.4.2	Evaluatietechnieken voor kleuters	31
2.4.3	Conclusie	34
3	De werking van de gebarentaalherkenner	35
3.1	Hoe werkt de gebarentaalherkenner?	35
3.2	Wat kan de gebarentaalherkenner nog niet?	39
3.3	Wat zijn de verwachte ontwikkelingen?	40
3.4	Vergelijking met andere gebarenherkenners	41
3.5	Gevolg problemen gebarentaalherkenner voor Elo	42
4	Motivatietheorieën	43
4.1	Wat is motivatie?	43
4.2	Keller's ARCS model of motivation	44
4.3	Malone's motivation theory	45
4.4	Toepassing van Keller's theorie in de praktijk	46
4.5	Toepassing van Malone's theorie in de praktijk	51
4.6	Toepassing van de motivatietheorieën op Elo	54
4.7	Conclusie	56
5	Het betrouwbaarheidsprobleem van de GTH	57
5.1	Betrouwbaarheidsprobleem maskeren voor de gebruiker	58
5.2	De herkenbaarheid van gebaren	60
5.3	Resultaten van de analyse	61
6	De betrouwbaarheid van een beoordeling	63
6.1	De middelen om de betrouwbaarheid vast te stellen	63
6.2	Toepassing van de middelen	65
6.3	Prognose van de werking	67
7	Het vasthouden van de aandacht in Elo	69
7.1	Waarom de aandacht vasthouden zo belangrijk is voor Elo	69
7.2	Vasthouden van de aandacht in Elo	70
7.3	Evaluatie a.d.h.v. Keller's motivatietheorie	70
7.3.1	Attention	70
7.3.2	Relevance	72
7.3.3	Confidence	74
7.3.4	Satisfaction	75
7.4	Evaluatie a.d.h.v. Malone's motivatietheorie	76
7.4.1	Challenge	76
7.4.2	Curiosity	77
7.4.3	Control	77
7.4.4	Fantasy	78
7.5	Motiveren door gebruik van automatische overgangen	79

7.6	Gevolg van evaluaties voor de oefeningen	80
7.6.1	Vertelplaat	81
7.6.2	Begripsoefening	81
7.6.3	Productieoefening	81
8	Discussie	83
8.1	Het betrouwbaarheidsprobleem van de GTH	83
8.2	De betrouwbaarheid van een beoordeling	84
8.3	Het vasthouden van de aandacht in Elo	85
8.4	Generaliseerbaarheid van het onderzoek	86
9	Conclusies en aanbevelingen	89
9.1	Het betrouwbaarheidsprobleem van de GTH	89
9.2	De betrouwbaarheid van een beoordeling	90
9.3	Het vasthouden van de aandacht in Elo	91
9.4	Beantwoording onderzoeksvraag	92
9.5	Toekomstig onderzoek	92
A	De vragenlijst uit het boek van Vockell (2000)	95
	Bibliografie	97

Hoofdstuk 1

Inleiding

Kinderen die doof of slechthorend geboren zijn, of die dit op vroege leeftijd worden, lopen al vrij snel tegen het probleem aan dat de meest gangbare taal niet afgestemd is op hun capaciteiten. In de loop der jaren is er een taal tot stand gekomen die wel inspeelt op de capaciteiten van deze kinderen en dat is de gebarentaal. Deze taal is visueel en daardoor is deze taal wel volledig toegankelijk voor het dove of slechthorende kind. Het probleem is echter dat niet alle dove en slechthorende kinderen opgroeien in een omgeving waar gebarentaal gebruikt wordt en daardoor wordt het incidenteel leren beperkt. Om dit op te vangen krijgen kleuters apart les om de gebarentaal zo goed mogelijk te leren om op die manier te kunnen communiceren met de wereld om hen heen. De Nederlandse Stichting voor het Dove en Slechthorende Kind (NSDSK) houdt zich al jaren bezig met deze problematiek en is in 2004 begonnen met een nieuw project onder de naam Elo. In dit project wordt een elektronische leeromgeving ontworpen, waarbinnen kinderen tussen de 3 en de 5 jaar gebaren leren, die niet in het huidige curriculum zijn opgenomen. Het kind wordt hierbij aan de hand genomen door Elo zodat het autonoom met Elo kan werken. De leeromgeving is ontworpen als een toevoeging op het huidige curriculum en heeft als doel om de gebarenschat van het kind te vergroten, daarom leert het kind alleen gebaren die niet al in het huidige curriculum zijn opgenomen.

Om de gebaren te kunnen oefenen met Elo, is er een gebarentaalherkenner (GTH) aan toegevoegd, die ontwikkeld wordt op de Technische Universiteit van Delft (TU Delft). Alleen is deze nog niet in staat om de door de kinderen gemaakte gebaren altijd goed te beoordelen. De GTH is ook nog volop in ontwikkeling, maar ondanks dat er hard aan gewerkt wordt, is het niet de verwachting dat deze in staat zal zijn om alle gebaren goed te herkennen, voordat het Elo systeem opgeleverd moet worden in de zomer van 2007. De NSDSK wil de GTH wel graag gebruiken in Elo, omdat hiermee gebaren die de kinderen maken door Elo zelf beoordeeld kunnen worden. Zo ontstond de vraag: *Hoe kun je ervoor zorgen dat de aan de TU Delft ontwikkelde gebarentaalherkenner toegepast kan worden in het Elo project, ondanks dat deze niet altijd betrouwbare resultaten oplevert?* Deze vraag is ook direct de onderzoeksvraag.

Voordat deze vraag beantwoord wordt, zal in dit hoofdstuk eerst beschreven worden wie de opdrachtgevers zijn en wat deze zelf doen. De opdracht zal hierna verder uitgediept worden en de problematiek van de GTH zal verder toegelicht worden. Dan komt het gevolgde plan

van aanpak aan bod dat ook meteen een introductie vormt voor de rest van het verslag. Het eerste hoofdstuk hierna is de globale literatuurstudie naar de vakgebieden die te maken hebben met deze opdracht, deze staat in hoofdstuk 2. De twee hierop volgende hoofdstukken bevatten uitgebreide studies naar respectievelijk de werking van de GTH, hoofdstuk 3 en de motivatie theorieën van Keller en Malone, hoofdstuk 4. Deze worden gevolgd door drie hoofdstukken waarin de onderzoeken beschreven staan die gedaan zijn om een antwoord te geven op de onderzoeksvraag. In hoofdstuk 5 staat de analyse van de mogelijkheden om het betrouwbaarheidsprobleem van de GTH te maskeren. Dit onderzoek is beperkt tot de analyse fase, waarbij met behulp van deskundigen op dit gebied is vastgesteld wat de mogelijkheden zijn. Dit is gedaan, omdat het niet mogelijk was om de voorstellen te testen met de doelgroep. De doelgroep is relatief klein, maar wel erg interessant voor onderzoek, daarom wordt de doelgroep in bescherming genomen en de toegang tot de kinderen beperkt. In het tweede onderzoek wordt uitgezocht of het mogelijk is om de betrouwbaarheid van een beoordeling te achterhalen. Dit onderzoek staat beschreven in hoofdstuk 6. Deze betrouwbaarheid is nodig om een aantal voorstellen uit hoofdstuk 5 uit te kunnen voeren. Hoe de aandacht het best vastgehouden kan worden staat beschreven in het laatste onderzoek in hoofdstuk 7. Gezien het probleem dat de GTH niet altijd correct werkt, is het belangrijk dat de gebruiker hierdoor niet meteen de aandacht voor Elo verliest. In dit onderzoek is gekozen om het kind gemotiveerd te houden, zodat het zelf de aandacht op Elo gericht wil houden. Het belang van dit onderzoek komt voort uit het feit dat er voor gekozen is om geluid niet te gebruiken bij Elo, ook niet om kinderen te bereiken met een Cochleair Implantaat (CI). Een cochleair implantaat is een elektronische prothese die het buiten-, midden- en binnenoor overbrugt. Het zet geluid om in elektrische pulsen die de gehoorzenuw stimuleren. Met een CI kunnen personen die doof of ernstig slechthorend zijn opnieuw klanken, geluiden en spraak waarnemen. In sommige gevallen kan de spraak ook volledig ontwikkeld worden, maar dit is lang niet altijd het geval. Door geluid niet te gebruiken, is het veel lastiger om de aandacht weer op het beeldscherm gericht te krijgen als de gebruiker wegstijgt. Geluid bereikt de gebruiker namelijk ook als deze niet naar het beeldscherm kijkt en eenvoudige alternatieven hiervoor zijn er niet. Hierdoor is het belangrijk om de gebruiker goed gemotiveerd te houden, zodat hij of zij vanuit zichzelf weer verder wil gaan met de applicatie. In hoofdstuk 8 wordt de discussie geopend over de verrichte onderzoeken en de resultaten daarvan en over wat dit onderzoek zegt over technologieën die niet altijd betrouwbaar zijn in het algemeen. De conclusies en aanbevelingen staan in hoofdstuk 9. In dit hoofdstuk wordt ook een aanzet gegeven voor toekomstig onderzoek.

1.1 Opdrachtgevers

De NSDSK is de directe opdrachtgever bij deze afstudeeropdracht. De opdracht is echter tot stand gekomen in samenwerking met de TU Delft, omdat de opdracht een probleem van beide partijen aanpakt. Om deze reden staan beide partijen in deze sectie beschreven.

1.1.1 NSDSK

Op de website van de NSDSK (2006) geeft men het volgende antwoord op de vraag: "Wat is de NSDSK?"

In 1953 is de Nederlandse Stichting voor het Dove en Slechthorende Kind (NSDSK) te Amsterdam opgericht. In de doelstelling staat dat deze stichting werd opgericht vanwege: 'het geven van steun en voorlichting met betrekking tot jeugdige personen, wier gehoor geheel of gedeeltelijk is gestoord en het verrichten van alle handelingen, welke daarmee in verband staan of daaraan bevorderlijk kunnen zijn, een en ander in de ruimste zin genomen'.

Praktisch betekende het dat na de oprichting van de stichting een audiologisch centrum werd opgericht waar diagnostiek en behandeling plaatsvond bij jonge kinderen met een auditieve handicap. In de loop der jaren zijn de activiteiten van de stichting uitgebreid. Zo is de noodzaak ontstaan voor zaken als: begeleiding van gezinnen met een jong doof kind, stimulering van gebruik gebarentaal, vroegtijdige opsporing van gehoorstoornissen door middel van een landelijke gehoorscreening, vroegtijdige onderkenning van taalstoornissen door middel van taalscreening op het consultatiebureau, begeleiding van ouders van jonge kinderen met taal-/spraakproblemen, onderzoek naar taalproblemen bij jonge allochtone kinderen, onderzoek naar de ontwikkeling van kinderen met een cochleaire implant.

Momenteel biedt de NSDSK zorg en ondersteuning aan kinderen met een auditieve en/of communicatieve beperking in de leeftijd van 0-16 jaar en hun ouders, met een accent op de leeftijdsgroep van 0-5 jaar. Ook doet de NSDSK toegepast wetenschappelijk onderzoek rond deze activiteiten. Volwassenen met een auditieve en/of communicatieve beperking behoren eveneens tot de doelgroep, voorzover het de activiteiten van het Audiologisch Centrum Holland Noord en Onderzoek en Ontwikkeling betreft.

De NSDSK had op 31 december 2005 57 medewerkers in dienst, verdeeld over vier deelstichtingen:

- Stichting Audiologisch Centrum Holland Noord (ACHN) Stichting
- Vroegtijdige Onderkenning van kinderen met Gehoorstoornissen (VOG)
- Stichting Gezinsbegeleiding Amsterdam (SGA)
- Stichting Onderzoek en Ontwikkeling (O&O)

De opdracht komt van de stichting Onderzoek en Ontwikkeling (O&O).

1.1.2 TU Delft

De TU Delft is een van de drie technische universiteiten in Nederland. Op deze universiteit wordt de gebarentaalherkenner ontwikkeld en wel door de Information and Communication Theory Group welke behoort tot de afdeling Mediamatics van de faculteit Electrical Engineering, Mathematics, and Computer Science. De mensen die werken aan de ontwikkeling van de GTH zijn allemaal ook betrokken bij het Elo project. De GTH wordt op dit moment dan ook speciaal afgestemd om zo goed mogelijk te functioneren binnen Elo. Verder is ook de faculteit Industrial Design Engineering betrokken bij het Elo project.

1.2 Opdracht

De afstudeeropdracht valt in zijn geheel binnen het Elo project. Deze sectie zorgt eerst voor het geven van voldoende achtergrondinformatie, zodat wordt duidelijk waarover geschreven

wordt in de rest van dit verslag. Het belang van de opdracht wordt hierna beschreven. De GTH is ook een essentieel onderdeel van deze opdracht. Deze wordt echter niet in deze sectie behandeld, maar in hoofdstuk 3. In dat hoofdstuk staan alle details van de GTH beschreven die belangrijk zijn voor deze opdracht, evenals de gevolgen van de tekortkomingen voor Elo.

1.2.1 Achtergrond van het Elo project

Het Elo project is een project waarbij een elektronische leeromgeving voor het leren van gebarenschat door ernstig auditief beperkte kinderen wordt ontwikkeld door de NSDSK in samenwerking met de TU Delft en de koninklijke Auris groep.

Bij het Elo project wordt een elektronische leeromgeving ontwikkeld waarmee ernstig auditief beperkte kinderen hun gebarenschat kunnen uitbreiden. Aan dit project werken de NSDSK, TU Delft en de Koninklijke Auris Groep mee. De NSDSK en de TU Delft staan in sectie 1.1 al beschreven. De Koninklijke Auris Groep biedt onderwijs, begeleiding en zorg aan kinderen, jongeren en volwassenen met gehoor-, spraak- en taalmoeilijkheden. De organisatie bestaat uit scholen voor speciaal en voortgezet speciaal onderwijs, centra voor onderzoek en advies en specifieke dienstverlening: ambulante dienstverlening, gezinsbegeleiding en arbeidstoeleiding. Het werkgebied omvat Midden- en Zuidwest Nederland. Door de bundeling van expertise is de Koninklijke Auris Groep in staat de kwaliteit van onderwijs en zorg voortdurend te ontwikkelen en individueel maatwerk te garanderen. Via één onderzoeks- en adviescentrum per regio biedt de organisatie haar cliënten toegang tot alle producten en diensten. De taak van de Koninklijke Auris Groep is met name het aandragen van testpersonen, iets wat bij de doelgroep van ernstig auditief beperkte kinderen tussen de 3 en de 5 jaar een lastige aangelegenheid is.

Het project is opgestart in september 2004 en dient afgerond te worden in september 2007. De financiering geschiedt door het VSB-fonds, de Technische Universiteit Delft en de NSDSK.

Door de auditieve handicap van dove en slechthorende kinderen is de gebarentaal de meest toegankelijke taal. In deze taal zullen zij zich volledig kunnen uitdrukken, iets wat slechts een enkeling ooit zal lukken in de gesproken taal. Om deze reden leren kinderen met een ernstige auditieve beperkingen in eerste instantie de Nederlandse GebarenTaal (NGT); daarnaast worden ze ook onderwezen in de gesproken taal. Het leren van NGT is een zeer lastige taak voor de meeste kinderen. Dit komt doordat de mogelijkheden tot incidenteel leren voor veel kinderen nihil zijn. Er is dan ook veel intensieve en persoonlijke begeleiding nodig om NGT te leren. In Spaai et al. (2005) (pag. 11) staat dat er uit het onderzoek 'Leerplan Tweektalig Onderwijs' (Wallien et al., 2001) is gekomen, dat het huidige lesmateriaal vaak te theoretisch is en er behoefte is aan videomateriaal en interactief lesmateriaal. Het stuk vervolgt met:

Gebruikmakend van nieuwe technologieën is het mogelijk een elektronische leeromgeving te ontwikkelen waarmee jonge kinderen met ernstige auditieve beperkingen aspecten van de NGT kunnen oefenen (Volterra et al., 1995). Door de elektronische leeromgeving het karakter te geven van een multimediaomgeving waarin geluid, spraak, pictogrammen, video, animaties, tekst en gebaren gecombineerd worden en leerroutes, oefenvormen, feedback en sturing van het leerproces afgemeten aan de leerdoelen, leervermogens en het leertempo van het kind aangeboden kunnen worden (Alessi & Trollip, 2001), is differentiatie goed

te waarborgen. Een elo kan het kind daarnaast de gelegenheid bieden om op een speelse, motiverende en activerende manier bepaalde taalaspecten te oefenen door deze herhaald en in diverse contexten aan te bieden.

Elo is een invulling van de elektronische leeromgeving die hier beschreven staat. Het voldoet echter niet volledig aan de bovenstaande omschrijving, zo wordt er in Elo geen gebruik gemaakt van geluid en tekst wordt alleen gebruikt om de naam van de gebruiker op het scherm weer te geven. Geluid wordt niet ingezet, ondanks dat sommige gebruikers een CI hebben of nog steeds een beetje horen. De reden hiervoor is dat niet de hele doelgroep met geluid bereikt kan worden, dus is de tijd die anders hieraan besteed zou zijn nu aan andere onderdelen van Elo besteed, die wel de gehele doelgroep bereiken. Tekst is zo min mogelijk ingezet, omdat de geschreven taal gebaseerd is op de gesproken taal en niet op gebarentaal. Het eigen maken van de schrijftaal is hierdoor moeilijker voor dove en slechthorende mensen, omdat ze de klanken die de letters vormen veelal niet herkennen.

Het doel van Elo is het ontwikkelen van een elektronische leeromgeving (ELO) voor het oefenen van een oppervlakkige actieve en passieve gebarenschat. Hiermee wordt bedoeld dat gebaren met de bijbehorende begrippen niet helemaal uitgediept worden, kenmerken van begrippen zullen dan ook niet aanbod komen. Bijvoorbeeld bij het gebaar van boom is er slechts één plaatje van een boom aanwezig in Elo en niet plaatjes van bomen in alle soorten en maten, het kind leert dus niet wat allemaal onder het begrip boom valt. Elo is bedoeld voor kinderen in de leeftijd van 3-5 jaar met ernstige auditieve beperkingen. Centraal staan de vragen (NSDSK, 2005):

- is Elo bruikbaar bij het leren van een actieve en passieve gebarenschat aan zeer jonge kinderen met ernstige auditieve beperkingen?
- hoe moet Elo ingericht worden, zodat oefening sorteert in een zo groot mogelijk leereffect?

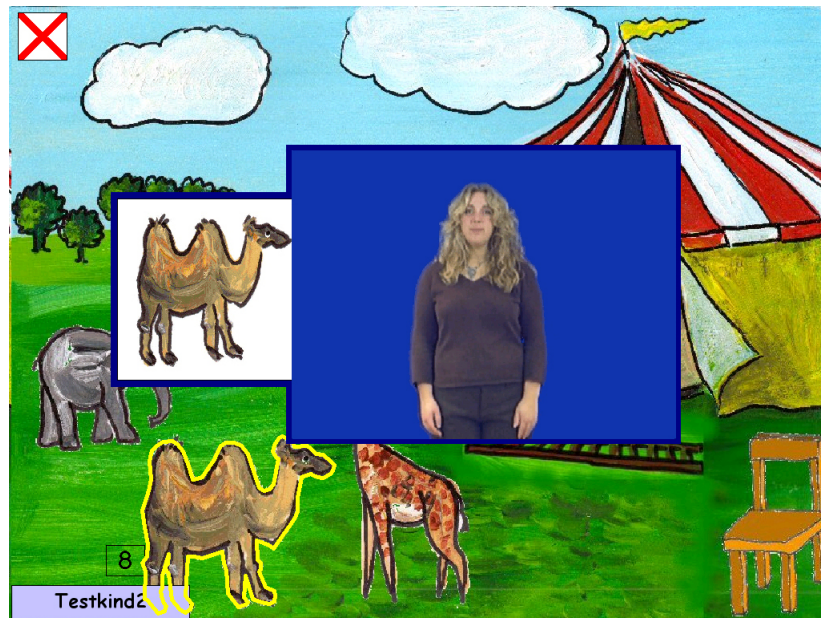
De in het Elo project gebruikte methode is rapid prototyping, waarbij Elo op een incrementele wijze wordt ontwikkeld, dat wil zeggen prototypes worden ontwikkeld, getest in de praktijk, bijgesteld, opnieuw getest in de praktijk etc.

Elo bevat momenteel drie oefeningen voor het leren van gebarentaal:

1. een vertelplaat, waarbij er telkens een ander klikbaar item geel omlijnd wordt. De bedoeling is dat de gebruikers op deze afbeelding telkens het geel omlijnde item aanklikken, waarna ze een video te zien krijgen van het bijbehorende gebaar. Dit gaat zo door totdat alle items geweest zijn. Door deze oefening maakt de gebruiker oppervlakkig kennis met nieuwe gebaren en wat deze betekenen. Een voorbeeld van hoe deze oefening er uit ziet, is te vinden in de figuren 1.1 en 1.2;
2. de begripsoefening, waarbij de gebruiker een video van een gebaar te zien krijgt en de gebruiker uit drie varianten het bijbehorende plaatje moet kiezen. Bij deze oefening wordt de passieve gebarenschat getest, doordat de gebruiker gebaren moet herkennen. Een voorbeeld hiervan is te vinden in figuur 1.3;
3. de productieoefening, waarbij de kinderen een plaatje te zien krijgen en vervolgens het bijbehorende gebaar moeten maken. Daarbij wordt de gebruiker geholpen door video's



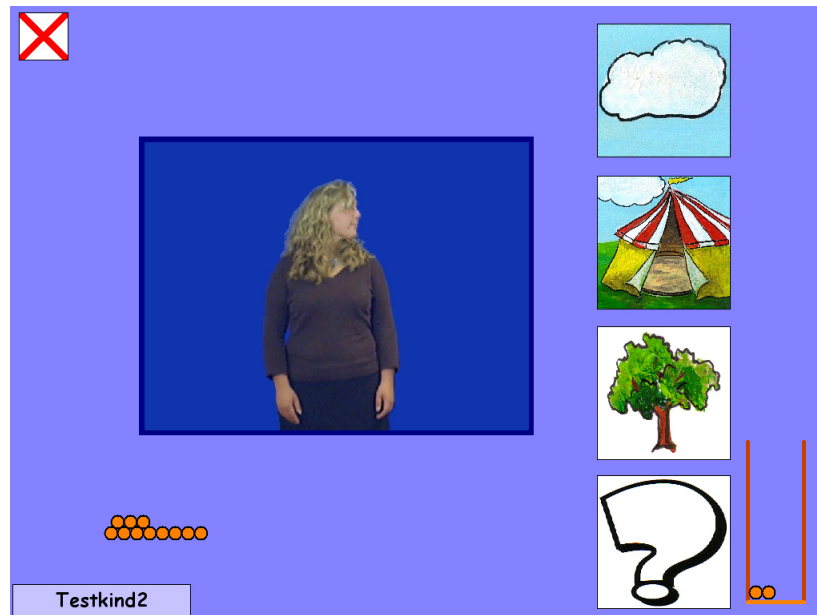
Figuur 1.1: Een voorbeeld van de vertelplaat.



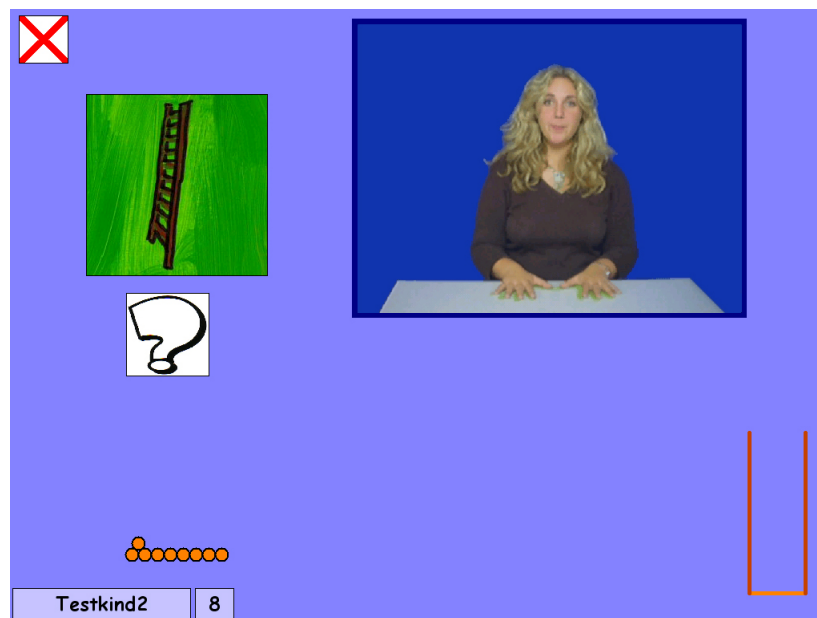
Figuur 1.2: Een voorbeeld van de vertelplaat waarin de video van een gebaar getoond wordt.

waarin Elo aangeeft dat het kind moet gaan gebaren en Elo het gebaar voordoet als het kind een fout heeft gemaakt. Bij deze oefening wordt de actieve gebarenschat getest, door de gebruiker zelf te laten gebaren. Een voorbeeld hiervan is te vinden in figuur 1.4. In dit figuur is links het plaatje van het gebaar te zien dat de gebruiker moet maken, rechts is de instructrice te zien die de gebruiker duidelijk maakt wat er van hem of haar verwacht wordt en ook de feedback geeft op de antwoorden van de gebruiker. Het

vraagteken kan de gebruiker aanklikken op het moment dat de gebruiker het gebaar niet weet.



Figuur 1.3: Een voorbeeld van de begripsoefening.



Figuur 1.4: Een voorbeeld van de productieoefening.

Naast deze drie oefeningen wordt er nog nagedacht over een vierde oefening. Een van de ideeën hiervoor is het spel memory, waarbij de kinderen de video van het gebaar en het bijbehorende plaatje moeten combineren.

Het idee achter de oefeningen is dat de gebruiker in oefening 1 de gebaren te zien krijgt, zodat deze kan leren welk gebaar bij welk plaatje hoort. Dit is de oriëntatie fase. Vervolgens in oefening twee wordt de passieve gebarenschat getest door de gebruiker de betekenis van het gebaar aan te geven door het juiste plaatje te kiezen. In oefening 3 wordt de actieve gebarenschat aangesproken, doordat de gebruiker nu zelf het gebaar bij het plaatje moet maken. Op de plaatjes is te zien dat het kind altijd op het vraagteken kan klikken, als hij of zij het antwoord niet weet, dit zorgt ervoor dat het kind niet gedwongen wordt om een antwoord te geven en het geeft aan dat het niet erg als het kind het antwoord niet weet.

De productieoefening is de oefening waar deze opdracht op van toepassing is. Dit is namelijk de enige oefening is waarbij de GTH gebruikt wordt. De oefening zit als volgt in elkaar:

1. de gebruiker krijgt uitleg d.m.v. een video waarin Elo uitlegt wat de gebruiker bij deze oefening moet doen;
2. de instructrice blijft de gehele oefening in beeld en geeft aan wat de gebruiker moet doen en ze geeft ook feedback op de antwoorden van de gebruiker. Na de instructie komt er naast de instructrice een plaatje in beeld en geeft Elo aan dat de gebruiker geacht wordt om hier een gebaar bij te maken;
3. de gebruiker kan nu kiezen om of het gevraagde gebaar te proberen te maken, of om d.m.v. een knop op het scherm in te drukken aan te geven dat hij of zij het gebaar niet weet;
4. als de gebruiker aan heeft gegeven dat deze het gebaar niet weet doet Elo het een keer voor. Als de gebruiker wel een gebaar heeft gemaakt controleert de GTH of het gebaar goed of fout is en geeft de beoordeling door aan Elo. Elo vertelt de gebruiker vervolgens of het gemaakte gebaar goed of fout beoordeeld is. Als de gebruiker niet reageert, is er een time-out na 20 seconden. Hierna doet Elo het gebaar voor en gaat de oefening door naar de volgende oefening.
5. de gebruiker krijgt nu het volgende plaatje te zien en de punten 3 t/m 5 blijven zich herhalen totdat de gebruiker alle gebaren drie maal achter elkaar goed gemaakt heeft;
6. als de oefening klaar is krijgt de gebruiker nog een video te zien waarin de gebruiker verteld wordt dat hij of zij de oefening met goed gevolg doorlopen heeft.

De plaatjes die bij punt 2 getoond worden komen uit een database en er wordt in principe nooit twee keer hetzelfde plaatje achter elkaar getoond. Dus de voorwaarde dat ieder kind elk gebaar drie maal achter elkaar goed moet maken, betekent niet dat dit direct achter elkaar moet gebeuren, zonder dat er een ander gebaar tussen zit.

Bij de andere twee oefeningen krijgt de gebruiker ook telkens instructie voordat de oefening begint en achteraf een video waarin wordt verteld dat de oefening klaar is.

Zoals te zien is in figuur 1.3 en 1.4, ligt er linksonder in beeld een stapel balletjes. Deze balletjes geven aan hoe vaak de gebruiker een goed antwoord moet geven voordat de oefening afgelopen is. Als de gebruiker een juist antwoord geeft komt er een aapje, zie figuur 1.5

tevoorschijn, die de balletjes gooit in de ton rechtsonder in beeld. In figuur 1.3 valt aan de twee balletjes in de ton te zien dat er al twee goede antwoorden gegeven zijn. Het nut van de balletjes is dat de gebruiker op deze manier kan zien hoeveel goede antwoorden hij of zij nog moet geven, voordat de oefening afgelopen is. Daarnaast kan het gooien van een balletje in de ton door het aapje gezien worden als een beloning.



Figuur 1.5: Het aapje.

De figuren die gebruikt zijn in deze sectie zijn screenshots van een vorige versie van Elo. De oefeningen zien er in de grote lijn nog hetzelfde uit, maar er zijn wel een paar kleine veranderingen. Het vraagteken is bijvoorbeeld veranderd in een foto van de instructrice die 'ik weet het niet' gebaart en bij de productieoefening komt het beeld dat gefilmd wordt van de gebruiker in beeld als deze moet gebaren.

1.2.2 Het belang van deze opdracht

In deze opdracht wordt het probleem van de ambiguïteit aangepakt. De GTH moet een keuze maken tussen het goed of fout keuren van een gemaakt gebaar, maar is vaak niet in het bezit van voldoende informatie om deze beslissing correct te kunnen nemen. Het probleem van de ambiguïteit komt ook bij de spraakherkenning voor, ondanks dat hier al wel meer over bekend is. Het probleem zit hem dan ook met name in de natuur van de taal die het moet herkennen. Deze is zowel bij gebarentaalherkenning als bij spraakherkenning natuurlijk ontstaan en heeft als doel communicatie tussen mensen mogelijk te maken. Om de computer dit te laten begrijpen zal deze eerst moeten uitvinden waar in de verkregen informatie de daadwerkelijke spraak of gebaren zitten, om vervolgens de feiten uit deze informatie te halen en als laatste moet het conclusies kunnen trekken uit deze feiten om er achter te komen wat er nu daadwerkelijk verteld is (Jurafsky & Martin, 2000). De kleinste in tijd afgrensbare klankvormelijke eenheid heet een 'foneem'. Kort samengevat is een foneem de verzameling van alle mogelijke verschillende manieren om een bepaalde klank uit te spreken (Rietveld & van Heuven, 2001). Zowel bij de spraakherkenning als bij de gebarentaalherkenning is hier al veel onderzoek naar gedaan, maar ondanks dat de atomaire eenheden van een gebaar bekend zijn is het nog steeds niet eenvoudig om hiermee het gehele gebaar te herkennen. Een van de belangrijkste redenen hiervoor is dat niet iedereen elk gebaar exact hetzelfde maakt (ten Holt et al., 2006). Zelfs een persoon maakt een gebaar nooit twee keer exact hetzelfde (Crasborn, 2006). Deze variatie zorgt ervoor dat het lastig is voor de GTH om duidelijke grenzen op te stellen om twee gebaren van elkaar te onderscheiden. Dit probleem, dat de GTH moeite heeft om een gebaar zo te definiëren, dat wel alle kleine variaties worden goed gekeurd, maar niet een ander gebaar wat er wel op lijkt, zorgt ervoor dat er ambiguïteitsproblemen optreden. Zoals al aangegeven bestaat het ambiguïteitsprobleem ook nog bij spraakherkenning, dus het belang van deze opdracht zit met name in het feit dat dit probleem zeker niet binnen korte tijd opgelost gaat worden. De vraag is zelfs of dit probleem wel volledig opgelost kan worden.

Om toch de GTH in te kunnen zetten in de huidige vorm moet er een oplossing voor de ambiguïteit gevonden worden. Dit soort onderzoek is al gedaan bij spraakherkenning (Mankoff et al., 2000), bij de in dat artikel aangeboden oplossing mag de gebruiker uit een lijst kiezen welk woord hij of zij precies bedoelde. Deze oplossing is alleen bruikbaar als de herkenner niet weet welk woord nu precies bedoeld wordt. Bij de productieoefening is deze methode niet bruikbaar, omdat de GTH al weet welk gebaar gemaakt zou moeten worden en alleen maar hoeft te kiezen tussen goed of fout, waardoor een lijst weergeven en de gebruiker laten kiezen overbodig wordt. Voor gebarentaalherkenning is hier nog geen onderzoek naar gedaan en er zijn ook nog geen soortgelijke applicaties bekend waarbij dit probleem aangepakt wordt. In dit onderzoek gaat dat wel gebeuren.

In de huidige vorm is de GTH al wel bruikbaar, maar er zijn nog veel problemen die overwonnen moeten worden op het gebied van gebarentaalherkenning. Deze opdracht dient er voor om op zoek te gaan naar mogelijkheden, waardoor de betrouwbaarheid van de GTH toeneemt, of de onbetrouwbare beoordelingen minder invloed hebben op de gebruiker. Hiermee wordt bedoeld dat in deze opdracht gepoogd wordt om de feedback van de GTH te verbeteren door de manier waarop Elo omgaat met de feedback van de GTH aan te passen en er wordt gepoogd om de gebruiker minder hinder te laten ondervinden van het betrouwbaarheidsprobleem van de GTH. Dit laatste kan bijvoorbeeld door oplossingen te zoeken waardoor onbetrouwbare beoordelingen minder zwaar wegen, dan betrouwbare beoordelingen.

1.3 Plan van aanpak

In de vorige sectie is de achtergrond en de problematiek van de opdracht beschreven. In deze sectie wordt hierop voortgebouwd door de onderzoeksvraag weer te geven en de manier te beschrijven waarop deze beantwoord wordt. De opzet van de literatuurstudie en de aanpak van de onderzoeken worden in de laatste twee delen beschreven.

1.3.1 Onderzoeksvraag

Aan de hand van de in sectie 1.2 en 3.5 beschreven problematiek, is de volgende onderzoeksvraag opgesteld:

Hoe kun je ervoor zorgen dat de aan de TU Delft ontwikkelde gebarentaalherkenner toegepast kan worden in het Elo project, ondanks dat deze niet altijd betrouwbare resultaten oplevert?

Deze vraag wordt in dit onderzoek alleen theoretisch beantwoord. De reden hiervoor is dat de GTH nog erg weinig informatie geeft over wat er intern gebeurt en tijdens het vooronderzoek bleek informatie over de betrouwbaarheid van de beoordeling al noodzakelijk om het probleem aan te kunnen pakken. Door het gebrek aan deze informatie was het niet haalbaar om zelf de oplossingen te gaan implementeren. Wel wordt er nagedacht over hoe het geïmplementeerd zou kunnen worden en dit wordt ook meegenomen in de overwegingen.

1.3.2 De onderzoeksmethode

Om een antwoord te kunnen formuleren op de onderzoeksvraag is er eerst gekeken naar alle gebieden die met deze opdracht te maken hebben. Deze gebieden zijn de volgende:

- elektronische leeromgevingen, aangezien Elo zelf een elektronische leeromgeving is;
- gebarentaal, omdat dit hetgeen is dat de gebruiker dient te leren van Elo;
- pedagogiek, om er achter te komen hoe ver een kind van drie al ontwikkeld is;
- Graphical User Interface (GUI) ontwerp voor kleuters;
- de gebarentaalherkenner, die in Elo gebruikt wordt;
- motivatietheorieën binnen het instructieonderwijs, die als uitgangspunt kunnen dienen voor het vasthouden van de aandacht van de gebruikers.

Naar de gebarentaalherkenner en de motivatietheorieën is er een literatuurstudie gedaan. Op de andere gebieden is er een globale oriëntatie gedaan om meer inzicht te krijgen in die gebieden, omdat een literatuurstudie naar alle gebieden te veel tijd zou vergen. In hoofdstuk 2 zijn de oriëntaties terug te vinden en in de twee daarop volgende hoofdstukken de studies naar respectievelijk de GTH en de motivatietheorieën. Wat er precies van deze gebieden onderzocht is, staat beschreven in sectie 1.3.3

De kennis die is opgedaan tijdens de literatuurstudie, is gebruikt om de in de hoofdstukken 5, 6 en 7 weergegeven onderzoeken uit te kunnen voeren. In deze onderzoeken staat de gebruiker centraal. Er is gekeken naar wat de gebruiker verwacht van de applicatie en op welke manier daar het best op ingespeeld kan worden. De methode die hier het meest mee overeenkomt is human-centered design (Metzker & Offergeld, 2001). Het is alleen erg lastig om erachter te komen hoe de informatie voor deze doelgroep het beste aangeboden kan worden, omdat veel evaluatiemethoden die bij volwassenen wel werken bij kleuters nog niet bruikbaar zijn (Barendregt & Bekker, 2005b). Achteraf vragen aan een kleuter of hij het leuk vond om met de applicatie te werken levert bijvoorbeeld vaak een verkeerd antwoord op, omdat kleuters de neiging hebben om volwassenen een plezier te doen en dus in de meeste gevallen zullen zeggen dat ze het leuk vinden (Hanna et al., 1997). Hierover is meer informatie te vinden in de secties 2.3 en 2.4. Gebruik maken van andere onderzoeken is ook lastig, omdat er nog weinig mensen zijn die deze doelgroep onderzocht hebben. In het algemeen is er weinig bekend over applicaties voor kleuters en de groep dove en slechthorende kleuters is hier nog een subgroep van en dit laat slechts een paar specifieke onderzoeken over. Doordat het lastig is om zelf de doelgroep te onderzoeken en er weinig andere onderzoeken beschikbaar zijn, is ervoor gekozen om ook gebruik te maken van de kennis van deskundigen op dit gebied. Met name de medewerkers bij de NSDSK hebben veel ervaring met deze doelgroep en veel van de gebruikte informatie komt rechtstreeks bij de mensen van de NSDSK vandaan. De GTH is nog in ontwikkeling en hierover is ook nog niet veel gepubliceerd. De mensen die eraan werken hebben de nodige informatie persoonlijk verschaft en deze informatie is dan ook terug te vinden in dit verslag. Achteraf hebben ze de weergegeven informatie en de voorstellen ook gecontroleerd.

Het onderzoek is uiteindelijk opgedeeld in drie delen. Allereerst is er in hoofdstuk 5 gekeken

naar het betrouwbaarheidsprobleem zelf en hoe dit het beste opgelost kan worden. Deze analyse is verricht door eerst naar alle mogelijkheden te kijken om dit probleem aan te pakken en deze vervolgens tot in detail uit te werken. In dit geval zijn er drie methodes gevonden, waarvan er een al door de TU Delft toegepast wordt. De overige twee zijn volledig uitgewerkt. In dit onderzoek is aangenomen dat de betrouwbaarheid van een beoordeling bekend is. Aangezien dit nog niet het geval was heeft dit tot het tweede onderzoek geleid, waarbij er in overleg met de TU Delft gezocht is naar een oplossing. Dit onderzoek staat beschreven in hoofdstuk 6. Hier wordt er eerst gekeken naar de middelen die er zijn om de betrouwbaarheid te detecteren. Vervolgens wordt gekeken hoe deze middelen gebruikt kunnen worden om de betrouwbaarheid weer te geven. Na het afronden van dit onderzoek was er nog tijd over voor een andere aanpak van het probleem, namelijk het hoog houden van de motivatie. Als de gebruikers gemotiveerd zijn om met Elo te werken, zal een verkeerde beoordeling of een late reactie van Elo, doordat de GTH het gebaar niet heeft waargenomen, er niet toe leiden dat de gebruiker stopt met Elo. Hiervoor zijn twee motivatietheorieën uitgekozen die allebei in de praktijk toegepast worden in het onderwijs. De aanwezigheid van strategieën om deze theorieën te implementeren en de populariteit van deze theorieën hebben ervoor gezorgd dat het deze twee theorieën zijn geworden. De theorieën bevatten kleine overlappingen, maar voor het grootste gedeelte is de ander kijk juist een goede aanvulling. Met deze theorieën als uitgangspunt wordt de applicatie geëvalueerd. De productieoefening is hier het uitgangspunt, omdat deze oefening de GTH bevat, maar ook de andere oefeningen komen aan de orde. Dit onderzoek is terug te vinden in hoofdstuk 7

De drie onderzoeken samen geven een antwoord op de onderzoeksvraag, deze is terug te vinden in de conclusie (hoofdstuk 9). In hoofdstuk 8 worden de aanpak en de resultaten van het onderzoek ter discussie gesteld en wordt er ingegaan op de generaliseerbaarheid van dit onderzoek. De vraag of het mogelijk is om de hier toegepaste methodes ook toe te passen op andere technologieën met betrouwbaarheidsproblemen wordt in dat hoofdstuk ook behandeld.

1.3.3 Opzet literatuurstudie

Zoals in de vorige sectie al aangegeven staat, is er een aantal onderwerpen waar eerst naar gekeken wordt voordat het daadwerkelijke onderzoek gestart is. Hiervoor wordt eerst een globale oriëntatie uitgevoerd, waarbij er antwoord wordt gezocht op de meest basale vragen als: "Wat is een elektronische leeromgeving?", maar ook op specifieke vragen als: "Wat is er bekend over het ontwerpen van een grafische user interface voor kleuters?". Het doel van deze oriëntatie is om een basiskennis op te bouwen van alle raakvlakken van deze afstudeeropdracht, om zo een goed beeld te krijgen van welke mogelijkheden er zijn om het probleem op te lossen en welke daarvan de grootste kans van slagen hebben. Daarnaast is er nog diepgaande kennis vergaard over de GTH en van de in hoofdstuk 7 gebruikte motivatietheorieën.

De onderwerpen die behandeld worden, zullen in de volgende opsomming stuk voor stuk toegelicht worden:

Elektronische leeromgevingen

Elo is zelf een elektronische leeromgeving, dus de relevantie spreekt voor zich. Van dit onderwerp wordt eerst gekeken wat een Elo nu precies is, om vervolgens te kijken naar Elo's voor kinderen en waar de lastige punten zitten bij het ontwerpen van een Elo voor kinderen. Dit onderwerp staat beschreven in sectie 2.1.

Gebarentaal

Het leven van een dove of slechthorende ziet er anders uit dan van een horende. Alleen al op de fiets hoor je zoveel verkeer al aankomen, voordat dat je het ooit gezien hebt. Het is dan ook niet voor te stellen hoe het leven van een dove er nu precies uit ziet en hoe die groep kijkt naar een applicatie als Elo. Het is ook handig om wat van de geschiedenis van het dovenonderwijs en de gebarentaal af te weten. Dit geeft een goed inzicht in de omgeving waarin Elo gebruikt wordt. Kennis van gebarentaal is onmisbaar voor het begrijpen van de problematiek van de gebarentaalherkenning. Dit onderwerp staat beschreven in sectie 2.2.

Pedagogiek

De doelgroep bestaat uit kinderen tussen de 3 en de 5 jaar. Het belangrijkste om te weten is hoe ver deze kinderen zijn ontwikkeld. Zijn ze gewend aan het gebruik van een computer, beseffen ze dat ze hun gebarenschat aan het vergroten zijn, of vinden ze de kleurtjes van Elo nog veel te leuk en de gebaren alleen maar hinderlijk. Met andere woorden: hoe ver ontwikkeld is een kind van 3 en welke vaardigheden heeft het zich al eigen gemaakt. Dit onderwerp staat beschreven in sectie 2.3.

Graphical User Interface ontwerp voor kleuters

De vraag wat er bekend is over het ontwerpen van user interfaces voor kleuters wordt hier beantwoord. Het antwoord wordt gezocht op het gebied van het ontwerpen van GUI's voor kleuters en hoe deze geëvalueerd kunnen worden. Dit onderwerp staat beschreven in sectie 2.4.

De gebarentaalherkenner

De GTH wordt in hoofdstuk 6 onderzocht naar de mogelijkheden om de betrouwbaarheid van de beoordelingen weer te kunnen geven. Hiervoor is specifieke kennis van de werking van de GTH nodig. Dit wordt in dit hoofdstuk uitgezocht. Hier staan ook de gevolgen van de tekortkomingen van de GTH voor Elo in beschreven, om zo een goed beeld te vormen van de problemen die dit met zich meebrengt voor de analyse naar het betrouwbaarheidsprobleem. Dit onderwerp staat beschreven in hoofdstuk 3.

Motivatietheorieën

De laatste studie gaat over het hooghouden van de motivatie van de gebruiker om zo te voorkomen dat deze stopt met het gebruiken van Elo vanwege de nog in ontwikkeling zijnde GTH. Hiervoor is er onderzoek gedaan naar bruikbare motivatietheorieën om Elo mee te evalueren. Ondanks het uitgebreide veld van de motivatietheorieën zijn er slechts enkele theorieën die goed aansluiten bij het doel van de evaluatie van Elo. Er zijn twee motivatietheorieën gekozen, die goed in dit plaatje passen. De een is ontwikkeld door Keller en de ander door Malone. Voor beide theorieën zijn strategieën gevonden over hoe deze toegepast kunnen worden in de praktijk. Dit is doorslaggevend geweest voor het gebruik van deze theorieën, omdat dit een van de grotere problemen is bij multimedia ontwerp: er zijn veel theorieën te vinden over het motiveren van een gebruiker, maar methodes om deze toe te passen zijn vaak afwezig. Dit onderwerp staat beschreven in hoofdstuk 4.

De gebruikte informatie komt voort uit vrijwel alle mogelijke bronnen, zoals: wetenschappelijke artikelen, het internet, boeken en informatie verschaft door deskundigen op

het gebied. De eerste vier onderdelen worden in deze volgorde beschreven in hoofdstuk 2. Aan het eind van elk onderwerp is beschreven hoe deze kennis toegepast wordt in het onderzoek. De laatste twee onderdelen worden apart beschreven, omdat deze veel dieper op de stof ingaan dan de eerste vier onderdelen. Deze studies zijn terug te vinden in respectievelijk hoofdstuk 3 en 4.

1.3.4 Opzet analyse en onderzoeken

Het onderzoek naar een manier om de GTH toch te kunnen gebruiken, ondanks dat deze niet betrouwbaar is, wordt in de hoofdstukken 5, 6 en 7 beschreven. In de eerste poging om het probleem op te lossen is er een algemeen onderzoek verricht naar de oplossing voor de onbetrouwbare beoordelingen. Dat de oplossing uiteindelijk ligt in het verbeteren van de GTH zelf, mag geen verrassing heten, maar dat gaat te lang duren. Dus worden de overgebleven mogelijkheden verder onderzocht. Dit staat beschreven in hoofdstuk 5. Uit dit eerste onderzoek komt ook naar voren dat, als de betrouwbaarheid van een beoordeling niet bekend is, er feitelijk niets ondernomen kan worden. Alleen de in het laatste onderzoek voorgestelde verbeteringen om de gebruiker gemotiveerd te houden, bieden dan nog een mogelijkheid om de GTH te gebruiken. In hoofdstuk 6 worden de mogelijkheden onderzocht om deze betrouwbaarheid weer te geven, omdat bij aanvang van het onderzoek de betrouwbaarheid van een beoordeling niet bekend was. Bij het laatste onderzoek in hoofdstuk 7 wordt de GTH losgelaten en wordt er alleen nog gekeken naar de applicatie zelf en in hoeverre deze de gebruiker motiveert om ermee bezig te blijven.

Hoofdstuk 2

Globale studie naar de onderzoeksvelden

In dit hoofdstuk staan de oriëntaties naar de gebieden beschreven die belangrijk zijn voor het Elo project en deze afstudeeropdracht. Veelal is er basiskennis opgenomen om een goede basis te bieden voor de onderzoeken. De gebieden die hier besproken worden zijn, elektronische leeromgevingen, gebarentaal, pedagogiek en graphical user interface ontwerp voor kleuters.

2.1 Elektronische leeromgevingen

Het Elo project heeft als doel een elektronische leeromgeving (ELO) op te leveren, waarmee, dove en slechthorende kinderen tussen de 3 en de 5 jaar, gebarentaal kunnen leren. Het gaat hierbij om gebaren die nog niet in het huidige curriculum zijn opgenomen. Allereerst wordt er antwoord gegeven op de vraag: "Wat is een ELO?", hierna volgt de vraag: "Wat voor ELO wordt er ontwikkeld in het Elo project?". Vervolgens komen de valkuilen aan bod, gevolgd door een sectie die gewijd is aan ELO's die speciaal ontwikkeld zijn voor kinderen. Als laatste worden de belangrijkste lessen en hoe deze gebruikt zijn bij het onderzoek, besproken in de conclusie.

2.1.1 Wat is een ELO?

Wikipedia geeft twee omschrijvingen van elektronische leeromgevingen:

1. een elektronische leeromgeving kan gezien worden als een sociaal systeem waarbinnen men leert, waarbij gebruik wordt gemaakt van ICT-hulpmiddelen;
2. een elektronische leeromgeving wordt ook vaak gezien als de software die e-learning mogelijk maakt. Een definitie die in dit verband gebruikt kan worden is van Droste (2003) : "Een ELO omvat de technische voorzieningen (hardware, software en telecommunicatie-infrastructuur) die de interactie faciliteert tussen:
 - (a) het proces van leren
 - (b) de communicatie die nodig is voor dat leren
 - (c) de organisatie van het leren"

Deze twee definities zijn echter niet de enige definities. In een artikel van Verstelle et al. (2002) wordt gesproken over een grote verwarring omtrent de term ELO doordat de term voor meerdere soorten systemen gebruikt worden. Toch is de definitie van Droste goed te gebruiken, omdat het de ELO die in het Elo project gebruikt wordt goed omschrijft. Elo is namelijk software die de leerlingen in staat stelt om gebaren te leren die normaal niet in het curriculum opgenomen zijn.

2.1.2 Wat voor ELO wordt er ontwikkeld in het Elo project?

Binnen het Elo project is gekozen voor een applicatie die draait op een pc waarop een touchscreen en 2 stereocamera's zijn aangesloten. Elo maakt geen gebruik van internet, zoals de ELO's die door veel scholen en universiteiten gebruikt worden dat wel doen (Dankbaar & van Hoek, 2002). Voorbeelden van ELO's die veel gebruikt worden door scholen en universiteiten zijn Teletop (Teletop, 2007) en Blackboard (Blackboard, 2007). Elo is vergeleken met deze ELO's een zeer beperkte ELO. Er wordt geen gebruik gemaakt van internet, dus Elo staat in het klaslokaal zelf en niet ergens op het internet. Er zitten geen mogelijkheden in Elo tot communicatie tussen docent en student of tussen studenten onderling. De docent kan wel nieuwe leerlingen toevoegen in Elo, hun statistieken bekijken en oefeningen klaar zetten voor de leerlingen. De docent hoeft overigens niet perse oefeningen klaar te zetten. Elo kan ook zelf de oefeningen klaarzetten voor de leerling en dit kan eventueel ook nog overgelaten worden aan de leerling zelf, waarbij deze zelf mag kiezen welke oefening hij of zij wil gaan maken.

Het doel van Elo is wel dat de gebruiker onafhankelijk met Elo kan werken. Aanvankelijk zal de docent de leerlingen helpen met het systeem, maar na een paar oefeningen, behoort het kind in staat te zijn zelf voor het grootste deel de oefeningen te kunnen doorlopen. Er wordt ook naar toe gewerkt om het kind zelf te laten kiezen welk thema het wil behandelen. Dan zet de docent verschillende thema's klaar, of bepaalt Elo zelf uit welke thema's het kind mag kiezen.

Elo is een voorbeeld van wat in het Engels Computer-Assisted Instruction (CAI) genoemd wordt. CAI is volgens Saskatoon Public Schools (2007) het met behulp van de computer zelfstandig of in een groep leren van de stof, waarbij de computer direct feedback geeft en daarin aangeeft of de gebruiker het juiste antwoord heeft gegeven. Als dit niet het geval is geeft de computer aan wat wel het goede antwoord was. CAI past zich aan aan het tempo van de leerling en gaat meestal pas verder als de leerling de stof onder de knie heeft. Dit is een definitie van CAI die goed overeen komt met Elo, maar uit artikelen als (Ross & Schulz, 1999; Hudson, 2004; Rickel, 1989; Flori, 1994) blijkt dat CAI een algemene term is voor vrijwel alle vormen van leren waarbij de computer gebruikt wordt. De term CAI is in de bredere zin vergelijkbaar met de term ELO.

De methode die in Elo gebruikt wordt om de kinderen in de gelegenheid te stellen nieuwe gebaren te leren heet: drill and practice. Dit is een methode die valt onder de directe instructie. In dezelfde categorie valt ook het reguliere lesgeven. Naast directe instructie bestaan ook nog enkele andere manieren van het instrueren van de leerling (Saskatoon Public Schools, 2007):

indirecte instructie: waarbij de student nieuwe informatie leert door bijvoorbeeld

problemen op te lossen met de kennis die hij al bezit;

experimentele instructie: waarbij de student door middel van een activiteit te analyseren samen met anderen, bijvoorbeeld een schoolreisje, nieuwe informatie leert;

zelfstandige studie: waarbij de leerling zelfstandig zonder directe hulp van de docent alleen of in een groepje nieuwe stof leert. De docent kan dit wel begeleiden. CAI is ook een voorbeeld van zelfstandige studie;

interactieve instructie: waarbij er gedebatteerd kan worden of een rollenspel gespeeld kan worden om zo nieuwe informatie te leren.

Het idee achter drill and practice is dat de leerling in zijn eigen tempo de stof kan leren, door de stof veel te herhalen en pas verder te gaan als de gebruiker bewezen heeft de stof te beheersen. In Elo wordt dit toegepast door elk gebaar eerst te tonen bij de vertelplaat en vervolgens te oefenen in de begrips- en de productieoefening. De leerling krijgt bij elke oefening de tijd om de stof te beheersen. Zo gaat de productieoefening door totdat de gebruiker alle gebaren drie maal goed heeft gemaakt. Dit is de maat die gehanteerd wordt voor het afdoende beheersen van het gebaar. De stof die geleerd is met behulp van drill and practice dient vaak als bouwstenen voor het vergaren van verdere kennis of vaardigheden. Het oppervlakkig leren van gebaren in Elo dient dan ook te helpen bij het makkelijker eigen maken van de gebarentaal in het algemeen. Feedback is wel essentieel bij drill and practice, zodat het kind meteen weet of het antwoord correct is. Het principe van drill and practice komt voort uit het behaviorisme (Celebrate, 2003), waarbij gesteld wordt dat als het gedrag positief bekrachtigd wordt, het vaker voor zal komen en vice versa (Heuvelman, 2002).

Voorbeelden van de drill and practice methode zijn onder andere te vinden in het wiskunde onderwijs (Math, 2007) en scheikunde onderwijs (Bramer, 1998). Bij de oefeningen op deze websites worden de basiselementen van de wiskunde en de scheikunde onderwezen met als doel, deze later weer toe te kunnen passen om de moeilijkere wis- en scheikunde te kunnen begrijpen.

2.1.3 ELO's voor kleuters

Elo's voor de leeftijdsgroep 3 tot 5 zijn zeldzaam. Dit is ook het unieke van Elo, dat zij proberen om kinderen van 3 jaar al via CAI te onderwijzen. Er zijn wel applicaties te vinden die zich richten op een doelgroep vanaf 6 jaar. Bijvoorbeeld een applicatie om gebarentaal mee te leren genaamd CopyCat (Lee et al., 2005). Spellen voor kleuters zijn daarentegen in overvloed aanwezig, bijvoorbeeld op de site van Lego (Lego, 2006) en de site van dwkids (Dreamworks, 2004). Onderzoek dat verricht is naar ELO's voor kleuters beperkt zich tot ontwerp en evaluatie methoden, welke beschreven staan in sectie 2.4. Relevante informatie over ELO's is echter wel beschikbaar over de motivatie binnen ELO's. Keller (2004) heeft een motivatietheorie ontwikkeld die als doel heeft om de motivatie van de leerlingen hoog te houden in onderwijssituaties. Dit model heet het ARCS Model of Motivation. ARCS staat voor Attention, Relevance, Confidence en Satisfaction. De volgorde hierin is ook erg belangrijk, omdat ze volgens Keller elkaar opvolgen. Mills & Sorensen (2004) hebben het ARCS model toegepast op een ELO voor kinderen en hebben daarbij het ARCS model gevolgd. Elk van de onderdelen hebben ze tastbaar gemaakt. Bijvoorbeeld door Attention te bereiken door gebruik van: audio, animaties, kleurgebruik. Deze elementen kunnen een

goed houvast of goede checklist vormen voor het ontwerpen van de interface elementen voor deze afstudeeropdracht. Meer over het ARCS model en andere motivatie modellen, staat beschreven in hoofdstuk 4.

2.1.4 Conclusie

Elo is vrij uniek gebleken. Tijdens de literatuurstudie is er geen andere soortgelijke applicatie gevonden voor dezelfde doelgroep. Er is gelukkig wel een aanknopingspunt gevonden in het artikel van Mills & Sorensen (2004) waarin een ELO wordt ontwikkeld voor iets oudere kinderen en in Lee et al. (2005), waarin een ELO voor dove en slechthorende kinderen wordt ontwikkeld voor kinderen vanaf zes jaar. Het document waarin de argumenten staan voor de keuzes die ze gemaakt hebben, is ook gebruikt in het onderzoek in hoofdstuk 7.

2.2 Gebarentaal

Gebarentaal is bij de meeste mensen wel bekend van de doven-tolken bij de BBC en de NOS, die het nieuws staan te vertolken. Toch zijn er weinig mensen die er wat meer vanaf weten. Om deze reden is gebarentaal een apart onderzoeksonderwerp. Er wordt ingegaan op de geschiedenis van gebarentaal, de eigenschappen van een gebaar, de waarde van gebarentaal voor doven en een aantal eigenschappen van gebarentaal, die het de gebarentaalherkenner erg lastig maken. Als laatste wordt er in de conclusie aangegeven op welke manier deze stof gebruikt is in het onderzoek.

2.2.1 De geschiedenis van de gebarentaal

Over het precieze ontstaan van de gebarentaal is geen zekerheid, gebarentaal ontstaat waar mensen samen komen die niet in staat zijn om te spreken, maar wel met hun handen kunnen gebaren. Uit de praktijk blijkt dit de meest natuurlijk manier van communiceren, als spreken niet tot de mogelijkheden behoort. Zo krijgt bijna elke Nederlander het wel voor elkaar om een stokbrood te bestellen bij een bakker in Frankrijk. Waarbij het spreken van de taal niet tot de vereisten hoort.

De Nederlandse gebarentaal bevat echter veel meer dan alleen de mogelijkheid om een brood te bestellen. De taal is geschikt om in te spreken over politiek, sport, filosofie en religie en doet dus niet onder voor de gesproken variant. Dit feit is echter lang ontkend. De meest invloedrijke beslissing voor de plaats die gebarentaal nu inneemt, is genomen in 1880 in Milaan. Toen werd er op een congres van het dovenonderwijs in Europa besloten dat gebarentaal niet meer gebruikt mocht worden in het onderwijs. De eerste reden hiervoor is de ontkenning dat gebarentaal net zo volledig is als de gesproken taal; de tweede reden is dat doven lastig met iedereen kunnen spreken als ze de gesproken taal niet beheersen. Op zich geen verkeerde gedachte, zij het dat doven de gesproken taal niet op een natuurlijke manier zullen verkrijgen en zodoende ook niet in staat zijn zich volledig te kunnen uiten in die taal. Het gevolg van deze beslissing is dat gebarentaal tot op de dag van vandaag niet erkend is als een taal in Nederland. Pas in 1979 werd gebarentaal weer gedoogd.

Toch heeft de grote omslag pas in de negentiger jaren plaats gevonden volgens Wesemann (2007):

”alle instituten voor Doven erkennen het belang van de Nederlandse Gebarentaal in de opvoeding van en het onderwijs aan dove kinderen. Alle instituten streven ernaar om tweetalig onderwijs vorm te geven waarbij het Nederlands en de Nederlandse Gebarentaal een gelijkwaardige positie krijgen. De Nederlandse Gebarentaal wordt ook steeds zichtbaarder in de Nederlandse samenleving mede dankzij de aandacht van de media hiervoor. Dove mensen schamen zich niet langer voor hun eigen taal. Steeds vaker kunnen zij hun eigen taal in maatschappelijke situaties gebruiken dankzij tolken NGT. En tot slot: steeds meer horende mensen leren met veel plezier de Nederlandse Gebarentaal.”

Om de Nederlandse overheid de Nederlandse Gebarentaal (NGT) te laten erkennen, heeft het instituut ”Dovenschap” de Commissie erkenning gebarentaal in het leven geroepen. Over de vorderingen staat in het werkplan voor 2006 het volgende (Dovenschap, 2005) (pag. 4):

Onder gezamenlijke verantwoordelijkheid van het Nederlands Gebarentaalcentrum (NGc) en Dovenschap zal de Commissie Erkenning Gebarentaal in 2006 doorwerken aan het uiteindelijke doel: wettelijke bescherming van de Nederlandse Gebarentaal (NGT). Met de maatschappelijke en politieke erkenning zit het redelijk goed. Juridische erkenning echter is lastiger. Erkenning via de Grondwet is niet mogelijk, mede omdat de Nederlandse taal ook niet via deze wet is erkend. In 2006 richt de Commissie zich op:

- *erkenning van het recht op onderwijs in NGT*
- *erkenning van het recht op zorg en dienstverlening in NGT*

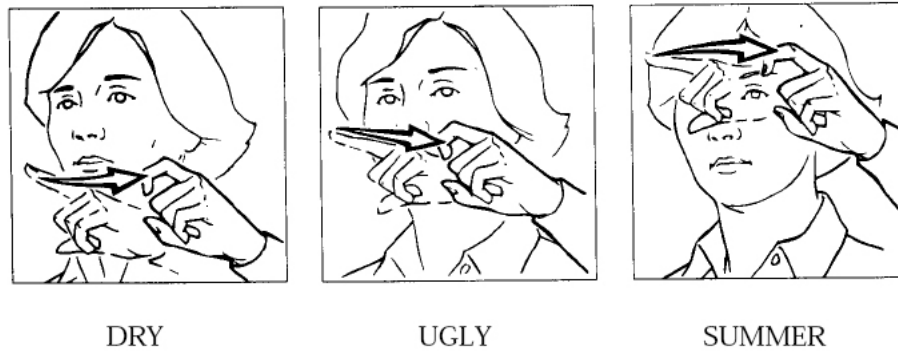
Het onderzoek naar NGT is begonnen in 1980. Dit is ook weer vanwege het besluit in Milaan. Dit onderzoek werd aangezwengeld door een conferentie over Total Communication in Kopenhagen. Een aantal Nederlandse ouders was hier aanwezig en ontmoette voor het eerst gebarende doven en ze zagen doventolken aan het werk. Het gemak waarmee er gecommuniceerd werd met de handen verbaasde de Nederlandse delegatie en eenmaal terug in Nederland is er begonnen aan het opnemen van gebaren in het communiceren met doven voor de ouder-begeleidingsprogramma's. De totale communicatiemethode was overgenomen; dit houdt in dat elke mogelijke vorm van communicatie aangewend wordt om zo optimaal mogelijk te communiceren. In 1982 is er een begin gemaakt met het standaardiseren van de NGT. (Schermer, 1990). Er zijn namelijk vijf verschillende dovencentra in Nederland en omdat dove mensen uit de verschillende regio's vroeger weinig contact met elkaar hadden, ontstonden er in Groningen andere gebaren dan in Rotterdam, Voorburg, Amsterdam of St. Michielsgestel. (Schermer, 2003). Deze standaardisatie is met name belangrijk binnen het onderwijs, zodat er eenduidig onderwijs kan worden gegeven.

2.2.2 De eigenschappen van een gebaar

Een gebaar in de gebarentaal bestaat uit 5 basiselementen (Schermer, 1990):

Lokatie

De lokatie waar het gebaar gemaakt wordt is erg belangrijk. De betekenis van sommige gebaren verandert soms per lokatie, bijvoorbeeld in de Amerikaanse gebarentaal (ASL) is de beweging bij het gebaar voor DRY, UGLY en SUMMER hetzelfde. In figuur 2.1 is te zien dat het onderscheid alleen te maken is aan de hand van de lokatie van het gebaar.



Figuur 2.1: Voorbeeld van het belang van de lokatie voor de betekenis van het gebaar (Sandler, 2003)

Handvorm

De handvorm is het volgende element. De handvorm is de vorm die de hand heeft. In figuur 2.2 is een aantal verschillende handvormen te zien. Het is lastig om te stellen dat een lijst met handvormen de fonemen in de gebarentaal goed weergeven, aangezien een lijst met plaatjes niet goed weergeeft wat er in de NGT gebeurt. Een plaatje verbeeldt namelijk maar één enkele uitspraak en er zijn talloze variaties op (Crasborn, 2006). In de spraakherkenning is de kleinste in tijd afgrensbaare klankvormelijke eenheid een 'foneem'. Kort samengevat is een foneem de verzameling van alle mogelijke verschillende manieren om een bepaalde klank uit te spreken (Rietveld & van Heuven, 2001). Dus zouden alle variaties ook meegenomen moeten worden, waardoor de lijst weer vrijwel oneindig lang wordt. Toch is er veel onderzoek waarbij er wel zo'n lijst gebruikt wordt (Sandler, 2003).



Figuur 2.2: Handvormen in de NGT (Crasborn, 2006)

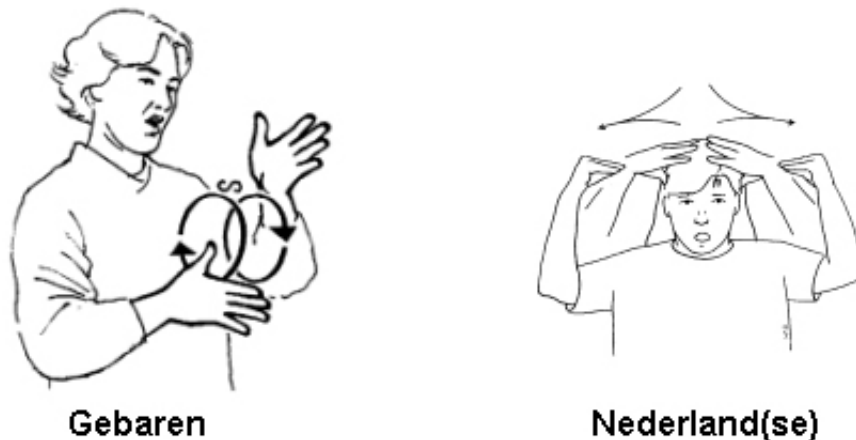
Oriëntatie

De oriëntatie van de handpalm en de vingers is erg belangrijk als het gaat om het goed herkennen van een gebaar. Verschillende primaire oriëntaties kunnen duidelijk onderscheiden worden, zoals: naar boven, naar beneden, naar links, naar rechts, naar het lichaam toe en van het lichaam af (Schermer, 1990).

Beweging

Er zijn twee vormen van beweging bij een gebaar. De eerste is het traject dat doorlopen wordt door de handen in de ruimte. Bijvoorbeeld bij het gebaar van 'gebaren' in

figuur 2.3 hier geven de pijlen het traject aan dat doorlopen wordt in de ruimte. De tweede vorm van bewegen is het bewegen van de hand zelf. In figuur 2.3 is te zien dat de hand bij het gebaar 'Nederlandse' eerst open en daarna dicht is. Bij deze vorm van beweging gaat het om de beweging van de vingers en niet de beweging van de gehele hand.



Figuur 2.3: Voorbeeld van twee gebaren waarbij de beweging van belang is

De non-manuele component

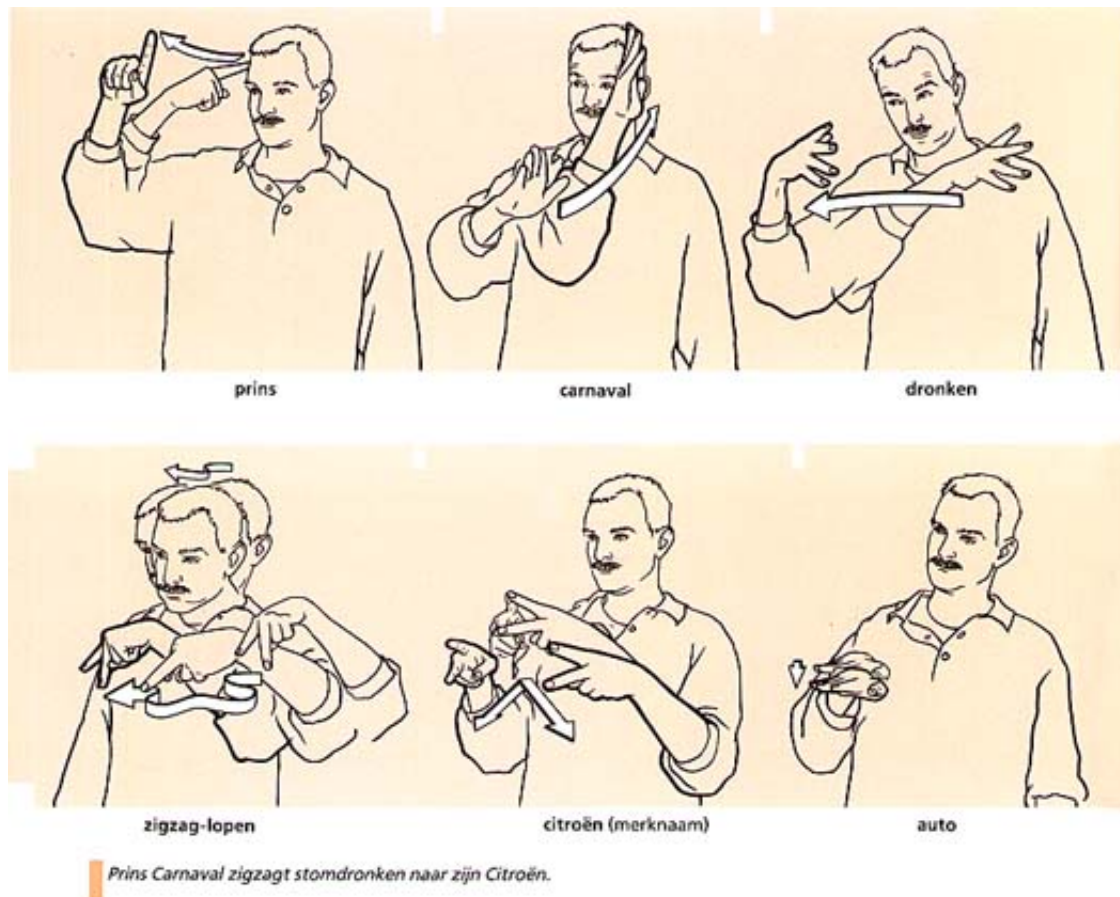
Als laatste is er nog de non-manuele component. Dit gaat alleen om het bewegen van de lippen, spreken tijdens een gebaar, de lichaamshouding wordt niet als onderdeel van een gebaar gezien. Gebaren waarbij ook "gesproken" wordt, worden gebaren met een orale component genoemd. De orale component wordt gebruikt om de betekenis van gebaren te specificeren en in sommige gevallen vormt de orale component het enige verschil tussen twee gebaren. Niet elk gebaar heeft overigens een orale component.

Om een zin te kunnen vormen met gebaren worden ze gewoon achter elkaar geplaatst, maar de volgorde is wel anders dan in de gesproken taal. De zin: "Prins carnaval zigzagt stomdronken naar zijn citroën.", is weergegeven in figuur 2.4. Wat hier opvalt, is dat de woordvolgorde soms anders is, 'stomdronken' en 'zigzagt' worden omgedraaid, en dat de woorden 'naar' en 'zijn' er niet in voorkomen. Hoe de grammatica precies in elkaar steekt is niet van belang voor deze opdracht. Meer informatie hierover is onder andere te vinden op de website van het gebarencentrum (Gebarencentrum, 2007).

2.2.3 De waarde van gebarentaal voor doven

Over doofheid heeft het dovenschap (Dovenschap, 2007) de volgende gegevens beschikbaar:

In Nederland zijn circa 1,6 miljoen mensen die niet (alles) kunnen horen. Dat is dus ongeveer 1 op de 10 mensen. Ongeveer 500.000 mensen ondervinden in het dagelijks leven hinder van hun gehoorverlies. Circa 30.000 mensen zijn doof of zwaar slechthorend. Slechthorenden kunnen vaak met behulp van een hoorapparaat en extra inspanning een gesprek voeren. Doven hebben geen bruikbare hoorresten, waardoor zij in een gesprek met horenden zonder tolk gebarentaal afhankelijk zijn van spraakafzien (het zgn. liplezen). Hierbij moet gezegd worden



Figuur 2.4: Een voorbeeld van de volgorde van woorden in NGT

dat slechts 40% van de woorden kan worden "afgelezen". Naar de rest moet dus geraden worden.

Om volwaardig met elkaar te kunnen communiceren hebben doven de gebarentaal nodig, dit is de enige taal die zij natuurlijk kunnen leren. Gebarentaal is voor doven meestal de moedertaal, doven denken en dromen in gebarentaal en niet in gesproken taal. Dit geldt voornamelijk voor mensen die doof geboren zijn (Dovenschap, 2007). Dit maakt gebarentaal dan ook zo belangrijk voor doven.

2.2.4 De uitdaging bij het herkennen van gebarentaal

In Elo moeten de gebaren uit de NGT uiteindelijk ook herkend gaan worden, maar een aantal eigenschappen van gebarentaal maakt dit erg lastig. Zo stelt Crasborn (2006) in zijn presentatie over NGT, dat geen enkel persoon een gebaar nog een keer exact hetzelfde zal uitvoeren. Daarnaast zit er per persoon variatie in de manier waarop diegene het gebaar maakt. Hij concludeert dan ook dat een taal niet bestaat: een taal is slechts een verzameling van varianten. Zo bestaat de Nederlandse Gebarentaal dus ook niet. Verder duidt hij ook op de variatie in Nederland. Hetgeen al beschreven staat in sectie 2.2.1. Als laatste, wijst Crasborn ook op het belang van de handvorm en de oriëntatie van de hand. Daarnaast

mag een kind, vanwege het vroege stadium in het leerproces, bepaalde fouten nog wel maken, terwijl die bij een volwassene meteen afgekeurd zouden worden. Al deze zaken maken het lastig om gebaren te herkennen. Dit onderwerp is verder uitgediept in sectie 3.2. Een eigenschap die daar niet vermeld staat, is dat mensen die voor het eerst geconfronteerd worden met NGT, nog vrij slordig gebaren. Dit wordt gaandeweg beter, maar zorgt er wel voor dat het lastig is om te bepalen hoe goed kleuters de NGT al moeten beheersen. Door alle eigenschappen van gebarentaal is ook gebleken dat het voor een NGT specialist(e) zelfs nog lastig is om te beoordelen of een gebaar correct gemaakt is. Dit probleem kwam aan het licht tijdens een gesprek tussen de NSDSK en een NGT specialiste.

2.2.5 Conclusie

Uit dit hoofdstuk blijkt vrij duidelijk de waarde van gebarentaal voor doven. Het simpele feit dat ze NGT als hun moedertaal zien en niet de gesproken taal, zegt genoeg. Dit geeft met name de relevantie aan van het project. Voor het onderzoek is vooral het laatste deel belangrijk, dat iedereen anders gebaart en dat zelfs een persoon zelf, nooit twee keer hetzelfde gebaar zal maken. Dit geeft vrij duidelijk aan hoe lastig het is om gebaren goed te herkennen en daarmee het belang van deze afstudeeropdracht, omdat men de GTH toch graag nu al in wil zetten.

2.3 Pedagogiek

Pedagogiek is het derde onderwerp dat essentieel is voor het ontwerpen van een goede applicatie voor kinderen. Onderzoek is gedaan naar de ontwikkeling van het kind en met name naar de vraag: "Hoe ver is een kind gemiddeld ontwikkeld als het 3 jaar oud is?" De essentie van deze vraag zit hem erin dat de interface zich aan moeten passen aan de motorische en cognitieve capaciteiten van het kind dat op dat moment met Elo werkt. Als die vraag beantwoord is, wordt ingegaan op de manier waarop kinderen leren. Verder wordt er nog aandacht besteed aan hoe kinderen omgaan met de computer en hoe kinderen een taal leren. In de conclusie wordt de relevantie van dit onderwerp voor de afstudeeropdracht besproken.

2.3.1 Ontwikkeling van een kind op driejarige leeftijd

Elk kind ontwikkelt zich op zijn eigen manier, of het nu doof is of horend. Wel is er bij onderzoek van Piaget (1936) naar boven gekomen dat er een vaste volgorde is waarop kinderen bepaalde stadia doorlopen. Ondanks de kritiek op zijn onderzoek gaan hedendaagse psychologen ook nog steeds uit van een bepaalde volgorde. De psycholoog Verveat (2004) heeft in zijn onderzoek ook geconstateerd dat de ontwikkeling volgens vastgestelde stadia loopt. Niet ieder kind bereikt echter op dezelfde leeftijd hetzelfde stadium en een kind kan zich op één vlak, bijvoorbeeld lopen, sneller ontwikkelen dan op een ander vlak, bijvoorbeeld praten. Wat Verveat (2004) in zijn onderzoek is tegen gekomen, is dat deze ontwikkelingen nooit meer dan drie stappen van elkaar verschillen. Dit betekent dat als een kind op één gebied ver achter blijft, dit de rest van de ontwikkeling kan dwars zitten. In de rest van deze sectie komen de taalontwikkeling van het kind, de motorische ontwikkeling en de ontwikkeling in het denken aanbod. De genoemde tijden waarop ontwikkelen plaats vinden zijn een gemiddelde en betekenen niet dat elk kind, dat zich normaal ontwikkelt, hierbinnen

valt.

Taalontwikkeling

De mens doorloopt vier fases op het gebied van taalontwikkeling: de fonologische ontwikkeling betreft de klanken die een kind kan maken, de semantische ontwikkeling gaat over de betekenis van wat hij of zij zegt, de syntactische ontwikkeling betreft de zinsbouw die een kind successievelijk gebuikt, de morfologische ontwikkeling gaat over de verbuigingen en vervoegingen van een woord die een kind leert toepassen (Kohnstamm, 1996). Dit gaat over de ontwikkeling van de gesproken taal, bij de ontwikkeling van de gebarentaal ontwikkelt het kind geen klanken, maar ontwikkelt het de handvormen en de bewegingen die het kan gebruiken om woorden mee te vormen. Een kind begint tussen de 8 en 12 maanden te brabbelen, hierbij maakt het alle mogelijke klanken die het met de mond kan maken, dus ook klanken die in de taal waarbinnen het opgroeit, niet voorkomen. Een Nederlandse baby zal dus ook klanken voortbrengen die niet in het Nederlands voorkomen maar bijvoorbeeld wel in het Japans, Mandarijn of Swahili (Kohnstamm, 1996). Een dove baby maakt naast de bewegingen die een horende baby ook maakt, ook bewegingen die kenmerken tonen van volwassen gebaren wat betreft de handvorm, de locatie en de richting van de beweging (Gillis, 2004). In de eerste helft van het tweede levensjaar spreekt het kind het eerste woordje uit (Gerrits et al., 2005). Een doof kind maakt rond dezelfde tijd zijn eerste gebaar. Uit het artikel van Gerrits et al. (2005) blijkt dat het dove kind vaak zelfs eerder is met het eerste gebaar dan een horend kind met het eerste woordje. Voor de rest geven zij aan dat de ontwikkeling van de gebarentaal bij een doof kind parallel loopt met de taalontwikkeling van een horend kind. In het vervolg van dit stuk zal dan ook de taalontwikkeling van het horende kind worden gevolgd. Net na het leren van de eerste paar woordjes, ontstaat er een "woordenschatexplosie" waarbij het kind er in een keer heel veel woorden bij leert. Deze ontwikkeling vindt plaats, omdat het kind nu tot mentale beelden in staat is. Bij het horen van het woord "koek" kan het nu bedenken dat het om iets eetbaars gaat en als het een koek ziet kan het ook bedenken dat het woord "koek" daarbij hoort (Verveat, 2004). In de vroeglinguale periode (1-2,5 jaar) kan het kind alleen nog eenvoudige zinnen van enkele sleutelwoorden maken, bijvoorbeeld: "Opa thuis" of "Mamma valt". Pas rond het derde levensjaar worden de zinnen langer (Kohnstamm, 1996). Kinderen tussen de 2 en 4 jaar zijn in staat om uitingen te doen van drie tot vijf woorden. Deze bevatten echter nog weinig grammaticale structuur en maar 50 tot 75% is verstaanbaar. Pas op 5-jarige leeftijd zijn kinderen in staat om goed gevormde en samengestelde zinnen te maken, al is de inhoud nog wel eenvoudig. Vanaf 5 jaar wordt de taalvaardigheid met name verder verfijnd. Het kind krijgt dan taalonderwijs en leert lezen en schrijven (Goorhuis-Brouwer, 2006). Van een 3-jarige mag dus niet verwacht worden dat deze al kan lezen of langere grammaticaal correcte zinnen kan bouwen. Een kind van 3 kan al wel een begrip als "auto" aan een voorwerp koppelen en dit zien als een los woord, maar een woord als "is", is nog te abstract voor het kind om te begrijpen (Kohnstamm, 1996). In Elo wordt dan ook alleen gebruik gemaakt van concrete woorden/gebaren, zoals tent, wolken, koelkast of bomen. Deze begrippen zijn ook eenvoudig te vatten in een plaatje en dat is nodig gezien de opbouw van Elo.

Motorische ontwikkeling

Op het gebied van de motorische ontwikkeling moet een onderscheid gemaakt worden tussen

de grove en de fijne motoriek. De grove motoriek betreft de balans, het voortbewegen en de coördinatie van het hele lichaam en de ledematen als geheel. De fijne motoriek betreft voornamelijk de handfunctie (Beemen, 2001). Om te kunnen gebaren is beheersing van zowel de grove als de fijne motoriek nodig. Beide zijn bij een kleuter nog niet volledig ontwikkeld. Zo kan een kleuter al wel grote tekeningen op papier zetten, maar nog geen kleine letters (Kohnstamm, 1996) en een kleuter kan al wel leren rennen, fietsen op een driewieler en op de tenen lopen, maar fietsen op een gewone fiets is nog erg lastig, evenals huppelen en hinkelen (Goorhuis-Brouwer, 2006). Dat een kleuter al wel in staat is om te gebaren, staat al beschreven bij de taalontwikkeling. De beperkte motorische ontwikkeling heeft veel invloed op hoe goed een kind zal kunnen gebaren en draagt er ook toe bij dat een kind nog niet zo vaardig kan gebaren als een volwassene. Hier dient dan ook rekening mee gehouden te worden bij de beoordeling van een gebaar door Elo.

Het omgaan met een touchscreen is voor kleuters goed te doen. Een peuter kan al zijn wijsvinger gebruiken als een echte "aanwijsvinger" en zal deze tevens ook in allerlei gaten stoppen, zoals de neus of een stopcontact (Beemen, 2001). Het enige probleem kan echter wel zijn dat een andere vinger eerder het scherm raakt dan de wijsvinger, als het touchscreen te schuin staat. Om deze reden is het touchscreen bij Elo rechtop gezet, nadat uit een vroege test bleek dat dit probleem voorkwam.

Cognitieve ontwikkeling

Een belangrijk onderzoeker op het gebied van de cognitieve ontwikkeling is Piaget (1936). Hij heeft de cognitieve ontwikkeling opgedeeld in stadia en substadia. Het begint met het stadium van het sensori-motorische denken. Deze fase doorloopt het kind in de eerste twee jaar van zijn leven. De wereld van het kind is de wereld van het hier-en-nu. Deze wereld bestaat alleen uit de zaken die het kind op dat moment waarneemt, als het kind iets niet meer waarneemt, bestaat dat voor het kind ook niet meer. Hierdoor werkt het "kiekeboe" spelletje zo goed bij kinderen in deze leeftijdsgroep. Pas aan het einde van het eerste levensjaar beginnen kinderen te beseffen dat voorwerpen een blijvend en eigen karakter hebben, dat onafhankelijk is van hun eigen waarneming (Heuvelman, 2002).

Het tweede stadium is het preoperationele stadium. Dit beslaat de levensjaren 2 tot 7. Een van de belangrijkste kenmerken van dit stadium is het egocentrische denken. Het kind kan zich moeilijk verplaatsen in de ander en onmogelijk een objectief standpunt innemen. Het kind bekijkt de wereld vanuit zijn eigen standpunt en handelt en denkt vanuit dat standpunt (Heuvelman, 2002; Beemen, 2001). Het preoperationele stadium is onder te verdelen in twee substadia, de preconceptuele periode, als het kind tussen de 2 en de 4 jaar is, en de intuïtieve periode, als het kind tussen de 4 en de 7 jaar is.

Preconceptueel nadenken benadrukt de toenemende vaardigheid van het kind in het hanteren van concepten, globale representaties van samenhangende voorwerpen en gebeurtenissen. Het kind is nu bijvoorbeeld in staat om honden, vogels, mensen en huizen te identificeren, maar de veralgemenisering van deze concepten is nog beperkt, en wordt daarom preconceptueel genoemd (Heuvelman, 2002). Het probleem dat een kind tussen de 2 en de 4 jaar nog geen goed onderscheid kan maken tussen twee concepten die veel op elkaar lijken, is belangrijk voor Elo. Zo zal het kind waarschijnlijk moeite hebben met twee verschillende gebaren voor

twee verschillende objecten die erg op elkaar lijken. De preconceptuele fase wordt verder nog gekenmerkt door het hiervoor al beschreven egocentrisme, dit is ook nog aanwezig bij de intuïtieve fase, maar in mindere mate (Beemen, 2001).

De intuïtieve fase wordt gekenmerkt doordat kleuters in deze fase problemen weliswaar kunnen oplossen, maar de redenering die tot de oplossing leidt, berust nog niet op een sluitend geheel van logische argumenten. Kinderen tussen de 4 en 7 jaar hebben onder andere moeite met conservatie: als bijvoorbeeld een stuk klei plat geslagen wordt, of als er een bal van gemaakt wordt, leidt deze vormverandering niet tot het toe- of afnemen van de hoeveelheid klei die aanwezig is. Kinderen in deze leeftijdscategorie zijn ervan overtuigd dat de hoeveelheid klei wel verandert met een vormverandering. Van kleuters mag niet verwacht worden dat ze zelf een probleem door logisch redeneren op kunnen lossen. Deze vaardigheid verkrijgen ze op latere leeftijd. Een oefening waarbij dit vereist is, zit dan ook niet in Elo. Na het preoperationele stadium komt het kind nog in het stadium van de concrete operaties, als het tussen de 7 en 11 jaar oud is en als laatste in het stadium van de formele operaties vanaf het 11de of 12de levensjaar. Deze stadia zijn echter niet meer van belang voor Elo en zullen ook niet behandeld worden.

Op de theorie van Piaget is echter wel kritiek. De stadia en de leeftijden die hij als mijlpalen ziet, verlopen in werkelijkheid veel geleidelijker, al zijn ze wel sequentieel. Ook het besef van het conservatieprincipe wordt door verschillende kinderen op verschillende momenten begrepen. De theorie die hier beschreven staat biedt echter wel een houvast en de belangrijke punten als het nog niet goed kunnen discrimineren van kleuters, het egocentrisch denken en het nog niet bevatten van het conservatieprincipe wordt ook door hedendaagse psychologen onderkend (Heuvelman, 2002; Beemen, 2001; Kohnstamm, 1996).

2.3.2 Hoe leren kleuters?

De manieren waarop een kleuter kan leren staan hieronder beschreven. Bij elk punt is ook aangegeven in hoeverre Elo gebruik maakt van die manier van leren.

Klassieke conditionering

Leren in zijn simpelste vorm sluit aan bij wat een kind in zijn aangeboren gedrag doet, bij de reflexen. Dit verschijnsel noemt men klassieke conditionering. De Russische wetenschapper Pavlov is een van de ontdekkers hiervan. Hij deed een experiment met een hond die ging kwijlen als hij eten rook, een heel normaal verschijnsel bij een hond. Pavlov liet echter ook een bel rinkelen als hij het eten voor de hond neerzette. Op den duur ging de hond al kwijlen bij het rinkelen van de bel, zonder dat er een bak eten voor hem neergezet werd. De hond verwacht immers dat er eten aan komt omdat hij altijd een belletje hoorde als het eten eraan kwam. Het kwijlen, terwijl er geen voedsel aan komt is geleerd via klassieke conditionering. Deze manier van leren wordt niet in Elo toegepast.

Operante conditionering

Operante conditionering is als eerste onderzocht door Thorndike. Hierbij wordt er door de persoon in kwestie een bepaalde handeling verricht en zorgt het effect van deze handeling ervoor dat de persoon deze handeling vaker zal verrichten of juist niet. Bij een positief effect zal het gedrag vaker vertoond worden en bij een negatief effect juist

minder vaak. Het verschil met klassieke conditionering is dat hierbij de initiële actie verricht wordt zonder dat het gevolg ervan bekend is. Door middel van 'trail and error' wordt geleerd welk gedrag wel en niet leidt tot het gewenste effect. De 'wet van effect' van Thorndike komt hieruit voort. Deze stelt dat als het effect prettiger is, het gedrag dat dit veroorzaakt meer zal voorkomen. Het idee van Elo is dat de gebruiker leert van de voorbeeld video's en niet via de 'trail en error' methode. Het effect dat waarschijnlijk wel optreedt, is dat de gebruiker het fijn vindt om het goed te doen en het gedrag dat positief beoordeeld wordt, vaker zal vertonen.

Generalisatie en discriminatie

Een mens leert ook door generalisatie. Een bal is een bal, of hij nu groot of klein is, ze rollen allemaal. Dit kan een kind ook al leren zonder dat het de concepten groot en klein kent. Daarnaast leert een kind ook door discriminatie. Twee situaties die veel op elkaar lijken, zijn niet altijd hetzelfde; zo zal een kind langzaam onderscheid leren maken tussen situaties. De gebruiker in Elo zal weinig gebruik kunnen maken van generalisatie en discriminatie. Alleen in de bediening van Elo kan dit gebruikt worden: als het kind een plaatje aanklikt, reageert Elo daarop. Dit geldt voor alle oefeningen, maar het doel van Elo is niet om de kinderen dit te leren.

Intrinsieke en extrinsieke (de)motivatie, straffen en belonen

Het kind kan gemotiveerd worden om iets te leren op twee manieren, door intrinsieke en extrinsieke motivatie. Intrinsieke motivatie komt vanuit het verlangen om iets te leren van de persoon zelf voort. Extrinsieke motivatie komt van buiten de persoon. De beloning voor een inspanning is een vorm van extrinsieke motivatie. Intrinsieke en extrinsieke demotivatie staan hier tegenover. Dit zijn factoren die een persoon demotiveren. Samenhangend met motivatie zijn het straffen en belonen van een persoon. Het straffen heeft alleen zin als de straf direct volgt op de handeling die bestraft wordt en deze consequent is en in verhouding staat tot hetgeen het kind verkeerd heeft gedaan. Goed straffen is erg lastig en meestal levert het ongewenste effecten op. Zo kan een straf heel veel indruk maken op een kind, waardoor het gefascineerd blijft in alles wat gebeurde op het moment dat hij straf kreeg, dus ook de handeling die hij of zij op dat moment verrichtte. Goed belonen is ook niet eenvoudig. Een te grote beloning voor maken van het huiswerk bijvoorbeeld, kan er toe leiden dat het kind het huiswerk alleen nog maakt voor de beloning en niet meer om er nog wat van te leren. Een beloning werkt het beste als deze iets verrassends blijft hebben. Straffen en beloningen worden in praktijk vrijwel altijd beide toegepast. Elo maakt veel gebruik van intrinsieke motivatie, door in te spelen op hetgeen de gebruiker leuk vindt. Hierdoor motiveert de gebruiker zichzelf om met Elo te werken. De hoop is ook dat het kind graag gebarentaal wil leren en om die reden met Elo bezig wil gaan. Het kind is alleen nog erg jong, dus is het de vraag of het dit daadwerkelijk zo ervaart. Extrinsieke motivatie wordt niet door Elo zelf gebruikt. De docent kan wel een stickertje of iets dergelijks aan het kind geven als deze de oefening goed heeft afgerond.

Shaping

Een belangrijke manier van leren voor Elo is 'shaping': het stap voor stap leren van een bepaalde vaardigheid. Bij het eten kan een kleuter bemoedigd worden als hij niet knoeit of zijn lepel goed vasthoudt. Dit is niet het totaal van netjes eten, maar het helpt hem wel om steeds een stapje dichterbij het doel te komen. Elo leert kinderen de gebaren

slechts oppervlakkig, maar Elo leert de kinderen wel een keer het gebaar te maken en bemoedigt het kind als het dat goed doet. De gebruiker is actief bezig met zowel het gebaren als de gebarenschat en komt zo weer een stapje in de goede richting van het leren van de gebarentaal.

Latent leren en uit het hoofd leren

Latent leren is leren zonder dat je het zelf door hebt, maar de kennis wel paraat hebt op het moment dat het nodig is. Het naar de radio luisteren en het onbewust leren van een paar regels van een liedje, waardoor je het later herkent als iemand die paar regels zingt. Uit het hoofd leren is in tegenstelling tot latent leren wel bewust. Herhaling is hier erg belangrijk om de juiste verbinden in de hersenen te kunnen maken, zodat de informatie de volgende keer ook weer geraadpleegd kan worden. Latent leren wordt niet bewust gebruikt in Elo. Uit het hoofd leren komt een beetje voor, al mag van het kind niet verwacht worden dat deze bij de vertelplaat alle plaatjes zo vaak aanklikt, dat deze uiteindelijk alle gebaren van buiten heeft geleerd.

Probleem oplossend leren

Naast deze manieren om te leren kan men ook nog nieuwe dingen leren door nieuwe problemen aan te pakken en reeds verworven kennis te gebruiken om het nieuwe probleem op te lossen. Op deze manier leert men hoe men het nieuwe probleem op kan lossen. Hierbij kan het kind zelf de oplossing bedenken of geholpen worden door de docent. Dit heeft beide voor- en nadelen, daarom worden beide methoden gebruikt in het moderne onderwijs. Deze methode wordt niet gebruikt in Elo. Alles wat het kind moet doen wordt hem aangereikt. Het hoeft geen nieuwe problemen op te lossen.

Imitatie en modeling

Imitatie zorgt ervoor dat kinderen al veel leren door alleen maar naar anderen te kijken. Zo zal een kind als het voor het eerst op een fiets gaat zitten nooit achterstevoren gaan zitten. Deze kunst heeft het dan al afgekeken. Imitatie kan ook heel ongemerkt gaan en dan heet het modeling. De ander staat dan model. Kleine kinderen die de telefoon aannemen, hoort men dan met precies dezelfde intonatie praten als een van hun ouders. Imitatie is hetgeen wat van de gebruiker verwacht wordt. Het ziet eerst een video van het gebaar bij de vertelplaat en moet vervolgens zelf doen in de plaatje-gebaar oefening. Dit is een bewust proces, dus modeling is hier niet van toepassing.

De gebruikte bronnen bij deze punten zijn: (Kohnstamm, 1996; Beemen, 2001; Heuvelman, 2002; Brehm et al., 2002).

2.3.3 Kinderen en computers

Uit een onderzoek van de GGD Nijmegen (2005) blijkt dat van de 3.005 onderzochte kleuters (+/- 5 jaar) ruim de helft niet langer dan een half uur per week achter de computer zit. Meer dan 80% van de kleuters besteedt niet meer dan anderhalf uur per week achter de computer. Verder blijkt dat als ze achter de pc zitten, ze er niet meer dan een half uur per keer achter zitten. Het is dus veilig om te concluderen dat de doelgroep van het Elo project nog weinig tot geen ervaring met een computer heeft. De proefpersonen tijdens een vroege test van Elo konden dan ook niet met een muis overweg, hetgeen deze conclusie onderbouwt. Binnen het

Elo project heeft men daarom het beeldscherm vervangen door een touchscreen. Hier blijken de kinderen wel goed mee om te kunnen gaan. In sectie 2.4 komt verdere informatie over kinderen en computers aanbod.

2.3.4 Kinderen en taalonderwijs

Het doel van Elo is om de gebarenschat van dove en slechthorende kinderen uit te breiden. Het belang van de uitbreiding van de gebarenschat, bij gesproken taal is dit de woordenschat, wordt onderschreven door Kienstra (2003) en Aarssen et al. (2001). Zij benadrukken het belang van een goede taalontwikkeling als onderdeel van een goede algemene ontwikkeling.

De methode die de NSDSK gekozen heeft om de gebaren te leren aan de doelgroep is een methode die werkt met ankers. Een anker is een concreet thema zoals bijvoorbeeld een dierentuin en dan kan het kind gebaren leren die te maken hebben met het thema dierentuin, zoals: leeuw, olifant of kooi. Deze methode wordt ook in de literatuur (Kienstra, 2003) aangeraden en staat te boek als een prettige en leerzame methode, waarbij het kind gemakkelijk de gebaren tot zich kan nemen en deze ook onthoudt. Zaak hierbij is de plaats van woord in het geheel en het vaak herhalen van het woord. Vuistregel hiervoor is drie maal drie keer het woord herhalen (Taalsite, 2005). Elo ondersteunt het onderwijs alleen, dus hoeft met deze vuistregel in principe geen rekening te houden.

Naast de keuze voor de methode is het belangrijk voor Elo om een stimulerende en uitdagende omgeving te vormen waarbij de gebaren die de kinderen aangeleerd krijgen, onderdeel zijn van een geheel. Dit laatste wordt al gewaarborgd door te werken met ankers. Het creëren van een stimulerende en uitdagende omgeving zal hem vooral zitten in de vormgeving van Elo en de manier waarop het kind toegesproken wordt, aanwijzingen krijgt en geïnstrueerd wordt over wat er van hem of haar wordt verwacht. Door deze punten goed aan te passen aan de doelgroep krijgen de woorden betekenis voor het kind en is het makkelijker om het gebaar te onthouden.

2.3.5 Conclusie

Kinderen van rond de 5 jaar besteden nog weinig tijd achter de pc, dus de gehele doelgroep heeft weinig tot geen ervaring met een computer. Kleuters zijn wel fysiek in staat om met de computer om te gaan, al is hun fijne motoriek nog niet heel ver ontwikkeld. Grote knoppen zijn dus wel bevorderlijk voor het gebruikersgemak in Elo. Kleuters zitten nog midden in de taal ontwikkeling, maar kunnen al wel uitingen doen van drie tot vijf woorden. Het heeft dus nut om nieuwe gebaren bij te leren en ze zijn in staat om deze te leren op de manier waarop ze aangeboden worden in Elo.

2.4 Graphical User Interface ontwerp voor kleuters

Ondanks dat GUI's een steeds belangrijke rol gaan spelen binnen de informatica, is er nog weinig onderzoek verricht naar GUI's voor kinderen tussen de 3 en de 5 jaar. Verrassend is dit niet, omdat, zoals al eerder in sectie 2.3.3 aangegeven is, het computergebruik van deze groep erg laag is. Er is wel onderzoek gedaan naar evaluatie methodes (Hanna et al., 1997; Barendregt & Bekker, 2005a,b, 2006; Donker & Markopoulos, 2001; Druin, 2002, 1999;

Guna et al., 2005) voor zeer jonge kinderen en naar computerspellen (Verenikina et al., 2003; Hanna et al., 1998) voor deze doelgroep. In deze sectie wordt ingegaan op de gevonden onderzoeken en hoe deze toepasbaar zijn bij dove en slechthorende kinderen. Hierbij horen ook de evaluatietechnieken. Hoe dit toegepast is in het onderzoek, staat in de conclusie.

2.4.1 Onderzoek naar GUI's voor kleuters

Het verrichte onderzoek naar hoe een GUI ontwikkeld kan worden voor kleuters, beperkt zich veelal tot de educatieve software. Deze software komt echter veelal niet in de vorm van een ELO, maar in de vorm van een spel. Dit wil niet zeggen dat de kleuters er niets van leren, maar het doel ligt niet alleen bij het leren. Het moet ook leuk zijn en dus wordt er met allemaal leuke kleurtjes gewerkt en zijn er vaak mooie afbeeldingen te zien, om te zorgen dat het kind het leuk blijft vinden, maar dit biedt geen garantie dat het kind er iets van leert. Bij Elo ligt daarom de nadruk niet op het leuke, maar op het lerende aspect. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van drills, dit zijn korte sessies van ongeveer 10 minuten tot een kwartier, waarin veel geleerd wordt met weinig afleiding. Dit betekent dat er weinig mooie plaatjes en vrolijke kleurtjes aanwezig zijn, maar dat daardoor de gebruikers wel intensiever bezig zijn met de stof en ze niet zo snel worden afgeleid.

Het ontwerpen van een applicatie voor kleuters is erg lastig. Het grootste probleem ligt bij de evaluatie. Dit komt in de volgende sectie aanbod. De oorzaak hiervan ligt bij de beperkte capaciteiten van een kleuter om een mening te vormen. Er zijn al wel richtlijnen gevonden voor het ontwerpen van een applicatie voor deze doelgroep in een aantal onderzoeken (Verenikina et al., 2003; Hanna et al., 1998; Druin, 2002). Een van deze richtlijnen is dat er rekening gehouden moet worden met het weglopen van het kind als deze de applicatie niet meer leuk vindt. Dit kan komen doordat hij vast is gelopen, er iets leukers gebeurt, hij zijn interesse verloren heeft en zo zijn er nog een meerdere oorzaken waardoor hij stopt met het gebruiken van de applicatie. Hieruit volgt dat het belangrijk is om ervoor te zorgen dat het kind de applicatie leuk vindt, dat hij gemotiveerd blijft en hij niet snel vastloopt. Dat dit niet eenvoudig te realiseren is, mag voor zich spreken. Door middel van veel evalueren moet het wel mogelijk zijn om in de buurt van deze eisen te komen. Een van de manieren om dit te realiseren is door rekening te houden met de manier waarop het kind graag speelt. Bij gewone spellen, zoals het spelen met blokken, heeft het kind veel vrijheid en kan het zelf bepalen wat het gaat doen en in welk tempo. Deze vrijheid zou ook terug kunnen komen in de applicatie. Het zelf bepalen wat het gaat doen heeft te maken met de controle die het kind ervaart over de applicatie. Als het kind het gevoel heeft de controle kwijt te zijn, zal het vrij snel stoppen met het gebruiken van de applicatie (Vockell, 2000). Het doel van Elo is dat het kind er nieuwe gebaren oppervlakkig door leert kennen, dus een grote 'zandbak' maken waarin het kind compleet zelf mag weten wat het gaat doen, is niet de ideale vorm van Elo. De keuze voor de drills, waarbij de gebruiker weinig keuzevrijheid heeft, maar wel veel met de stof in aanraking komt, komt dichterbij de buurt. Via evaluaties kan dan bepaald worden in hoeverre het kind meer keuzevrijheid nodig heeft om met Elo bezig te blijven, totdat uiteindelijk de juiste balans is gevonden tussen vrijheid en geleid worden. In het artikel van Hanna et al. (1998) wordt aangegeven dat het belangrijk is, om het kind niet in het diepe te gooien, maar duidelijk te maken wat het kan doen met de applicatie. Dit is zowel bij veel als weinig vrijheid van belang. De instructrice die nu in Elo zit, in combinatie met instructie vooraf en het in de buurt zijn van een begeleider tijdens de eerste sessies, zorgt ervoor dat het kind weet wat

hij kan doen en wat er van hem verwacht wordt. Een andere methode om een applicatie voor een kleuter te ontwerpen wordt beschreven door Druin (2002). Zij betreft kleuters al bij de ideeën generatie/evaluatie fase, dus nog voordat er begonnen is aan het ontwikkelen van de applicatie zelf. Vervolgens geeft zij de mogelijkheid om de kleuters actief te betrekken bij het ontwikkelingstraject en zo dus mee te laten denken over belangrijke beslissingen met als doel om de applicatie beter aan te passen aan de doelgroep. Zij geeft echter wel toe dat dit niet een heel eenvoudige methode is en dat er goed nagedacht moet worden over wanneer de kinderen gevraagd wordt om hun mening en hun ideeën. De vorm waarin informatie aangeboden wordt, zal voor de kinderen ook anders moeten zijn. Daarnaast is dit onderzoek nog experimenteel en niet eenvoudig te adopteren binnen een project als Elo. Eén van de redenen hiervoor is dat deze methode het beste werkt als er een band opgebouwd wordt met de kinderen, hetgeen erg tijdrovend kan zijn. Deze methode wordt dan ook niet toegepast in Elo.

Voor het Elo project is gekozen om met een touch screen te werken, omdat de verwachting was dat kinderen hier beter mee om kunnen gaan dan met een muis-toetsenbord combinatie. Deze keuze wordt ook onderbouwd door een onderzoek in Amerika (Calvert et al., 2005), waaruit blijkt dat kinderen pas op 3 en een halfjarige leeftijd met een muis kunnen werken. Belangrijk bij het gebruik van het touch screen is wel dat de knoppen/afbeeldingen waarop het kind moet drukken groot genoeg zijn, gezien de nog beperkte motorische ontwikkeling. Daarnaast heeft het kind niet de neiging om heel bewust met 1 vinger naar het beeldscherm te gaan en als het touchscreen te schuin staat raakt het kind soms eerst met een andere vinger het scherm aan en is het vervolgens verrast, omdat er niet gebeurt wat het kind had verwacht.

2.4.2 Evaluatietechnieken voor kleuters

Om een goede applicatie te ontwikkelen voor kleuters is het nodig dit ook te kunnen testen met kleuters, maar het vormen en formuleren van een mening is voor een kleuter nog bijzonder lastig. Toch is het noodzakelijk om met kleuters te evalueren, omdat het niet mogelijk is voor een volwassene om zich volledig te verplaatsen in een kleuter (Druin, 1999). Kleuters lopen namelijk tegen problemen aan, die een volwassene niet tegen zou komen en zich ook moeilijk in kan denken. Hierdoor is het erg belangrijk dat er tijdens de ontwikkeling van een applicatie voor kleuters tussentijds al getest wordt. Op deze manier kunnen problemen snel gesignaleerd en verholpen worden en wordt voorkomen dat er uiteindelijk een product ligt dat niet goed aansluit bij de doelgroep en niet meer gewijzigd kan worden, omdat er te weinig tijd/geld over is om de problemen nog te verhelpen. Bij Elo werken ze dan ook met de rapid prototyping methode, waarbij ideeën relatief snel verwerkt kunnen worden tot een prototype, waarvan de werking geëvalueerd kan worden met behulp van gebruikerstesten. Er is onderzoek naar evaluatietechnieken voor kleuters gedaan door onder andere Hanna et al. (1997). Zij geven in het artikel: "Guidelines for usability testing with children" een aantal richtlijnen die goed te gebruiken zijn bij het testen van gebruikersvriendelijkheid van applicaties voor kinderen, waaronder ook kleuters. Over deze kleuters zeggen zij het volgende (Hanna et al., 1997) (pag. 10):

Preschool (ages 2 to 5 years)

Preschoolers require the most extensive adaptations of usability testing because their attention span, their motivation to please adults, and their ability to adjust to strange surroundings and new people may change from one moment to the next. In general, children in this age

range should be allowed to explore the computer according to their own interests and pacing instead of performing a series of directed tasks. They will often be happy to show you what they know, and what they can do on the computer independently. When assessing appeal or engagement, testers will need to closely observe children's behavior such as sighing, smiling, or sliding under the table. Children this age often have difficulty expressing their likes and dislikes in words.

In een aantal verschillende artikelen en boeken (Stone et al., 2005; Barendregt & Bekker, 2005a,b, 2006; Brehm et al., 2002; Donker & Markopoulos, 2001; Druin, 2002, 1999; Hanna et al., 1997) worden deze methoden om te evalueren omschreven:

Think aloud: waarbij de gebruiker hardop zegt wat deze denkt (Donker & Markopoulos, 2001);

Observatie: dit komt voor in verschillende vormen. Uitgangspunt is dat het kind de technologie gebruikt en de onderzoekers dit observeren. Dit kan door in dezelfde ruimte aanwezig te zijn, door een spiegel te gebruiken waar je vanaf één kant doorheen kan kijken, door camera's te gebruiken en eventueel alles op te nemen, om het later weer terug te kunnen kijken. Voordat er geobserveerd wordt, wordt er meestal eerst een lijst op gesteld met punten waarop men gaat letten tijdens de observatie. Er kan ook gekozen worden om bepaald gedrag te turven of om punten te beschrijven waarop het mis ging (Barendregt & Bekker, 2006).

Structured interview: waarbij een interview wordt afgenomen met een structuur, die van te voren is opgesteld. Binnen deze structuur zit nog wel veel vrijheid voor de gebruiker om zijn eigen mening te geven (Donker & Markopoulos, 2001);

Written questionnaire: waarbij de gebruiker een vragenlijst invult (Donker & Markopoulos, 2001).

Picture card method: waarbij de gebruiker aan de hand van kaartjes met daarop plaatjes, die een emotie of gevoel vertolken, moet aangeven wat hij of zij vindt van de applicatie. Een voorbeeld van de plaatjes is te vinden in figuur 2.5 (Barendregt & Bekker, 2005a,b).

Coöperatieve methoden: waarbij het kind niet slechts de gebruiker is, maar actief meedenkt. In figuur 2.6 is te zien dat het kind volgens Druin (2002) ook een andere rol kan vertolken dan die van een gebruiker die alleen geobserveerd wordt als deze de software test. Het onderscheid dat zij maakt tussen de rollen is als volgt:

user: Hierbij gebruikt het kind de technologie, terwijl het geobserveerd wordt door de onderzoekers, of getest wordt op zijn vaardigheden.

tester: Hierbij test de gebruiker een prototype. Net als bij user wordt de gebruiker hier ook geobserveerd of getest op zijn vaardigheden.

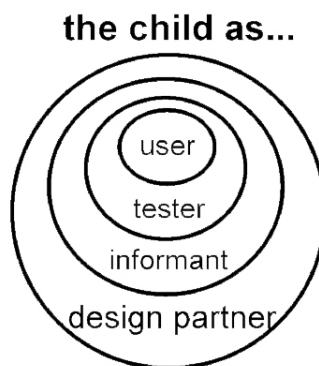
informant: In de rol van informant spelen de kinderen een rol in diverse onderdelen van het ontwerpproces. Ze kunnen nu ook gevraagd worden voor input, naast dat ze geobserveerd kunnen worden.

design partner: In deze rol is het kind een gelijkwaardig onderdeel van het ontwikkelteam en kan deze meedenken over hoe de applicatie eruit moet gaan

zien. Het blijft wel een kind en er moet wel gekeken worden naar wanneer hij of zij wel goed kunnen meedenken en wanneer niet.



Figuur 2.5: Een voorbeeld van plaatjes die gebruikt kunnen worden bij de picture card method (Barendregt & Bekker, 2005a)



Figuur 2.6: De rollen die het kind kan vertolken tijdens de evaluatie uit (Druin, 2002)

Van de methodes die hier beschreven staan wordt alleen observatie methoden toegepast in Elo. De voornaamste reden hiervoor is dat kleuters nog niet goed hun mening kunnen vertolken. Ze hebben ook nog veel moeite om tegen volwassenen in te gaan (Druin, 1999) en negatief te antwoorden. De picture card methode is ook geprobeerd, maar deze bleek niet geschikt voor deze doelgroep. De kinderen uit de doelgroep van Elo zijn ook jonger dan die in het artikel van Barendregt & Bekker (2005a), waar deze methode juist hele goede resultaten op heeft geleverd. Dit leeftijdsverschil is de belangrijkste reden voor de verschillende resultaten. De toegang tot de doelgroep is erg beperkt, dus het actief betrekken van de kinderen in het ontwikkelproces is niet haalbaar. Wel is de rol van het kind, de rol van tester. Het kind gaat met een prototype aan de slag en wordt ondertussen gefilmd. Deze video's worden vervolgens bekeken door een aantal mensen die proberen aan te geven waaraan het ligt als het mis gaat. Hiervoor worden de DEVAN breakdown indications gebruikt (Vermeeren et al., 2002); dit zijn indicaties die aangeven waarom de gebruiker stopt met het gebruik van het programma. Met deze methode kunnen de problemen van de applicatie aan het licht gebracht worden. In figuur 2.7 staan de breakdown indications. Bij de toepassing van de DEVAN breakdown indications bekijkt de evaluator de video van de observatie en geeft daarbij aan welke breakdown indication op welk moment wordt waargenomen. Het is alleen niet eenvoudig om de gedragingen van een kleuter goed te interpreteren, daarom worden de video's door verschillende mensen geëvalueerd. Hierdoor wordt het probleem dat een persoon een gedraging verkeerd interpreteert zoveel mogelijk opgevangen.

Breakdown Indication	Description	Breakdown Indication	Description
Breakdown indication types based on observed actions with the product		Breakdown indication types based on verbal utterances or non-verbal behavior	
Wrong action	An action does not belong in the correct sequence of actions, an action is omitted from the sequence, an action within a sequence is replaced by another action, actions within the sequence are performed in reversed order	Wrong goal	User formulates a goal that cannot be achieved with the product or that does not contribute to achieving the task goal
Discontinues action	User points at function as if to start using it, but then does not, user stops executing action before it is finished	Puzzled	User indicates: Not to know how to perform the task or what function is needed for it, not to be sure whether a specific function is needed or not
Execution problem	Execution of action not done correctly or optimally	Random actions	User indicates that the current action(s) are chosen randomly
Repeated action	An action is repeated with the same effect	Searches for function	User indicates: Not being able to locate a specific function, to be searching for a function of which the analyst knows it does not exist
Corrective action	An action is corrected with a subsequent action, an action is undone	Execution difficulty	User indicates: Having physical problems in executing an action, that executing the action is difficult or uncomfortable
Task stopped	Starts new task, before having successfully finished the current task	Doubt, surprise, frustration	User indicates: Not to be sure whether an action was executed properly, not to understand an action's effect, to be surprised by an action's effect, the effect of an action was unsatisfactory or frustrating
		Recognition of error or misunderstanding	User indicates: To recognize a preceding error, to understand something previously not understood
		Quits task	User indicates to recognize that the current task was not finished successfully, but continues with a subsequent task

Figuur 2.7: Breakdown indications uit Barendregt & Bekker (2006)

2.4.3 Conclusie

Het ontwerpen van de GUI is al gebeurd, maar hoe deze te gebruiken is om de negatieve gevolgen van de onbetrouwbare beoordelingen zo veel mogelijk op te vangen, is een belangrijk onderwerp van het onderzoek. Met name in sectie 5.1 komt dit aan de orde. Verder zijn de gemaakte opnames van de gebruikerstesten ook gebruikt om een beter beeld te krijgen van hoe de gebruikers omgaan met de applicatie zoals hij er op dit moment is.

Hoofdstuk 3

De werking van de gebarentaalherkenner

Aan de TU Delft wordt een gebarentaalherkenner (GTH) ontwikkeld, welke gebruikt wordt in Elo voor de beoordeling van een door de gebruiker gemaakt gebaar. Deze is gebaseerd op een gebarenherkenner waaraan al gewerkt werd. In sectie 1.2.1 is de productieoefening omschreven waarbinnen de GTH gebruikt wordt. De GTH hoeft dus alleen van een gebaar te zeggen of deze wel of niet overeenkomt met het verwachte gebaar. De GTH is nog in ontwikkeling en verandert voortdurend. De beschrijving die hier staat is opgesteld aan de hand van hoe de TU Delft verwacht dat de GTH werkt als het Elo project afloopt. Een aantal problemen die in het stuk hierna worden beschreven kunnen ook al opgelost zijn tegen die tijd of nog juist niet. Als laatste worden de gevolgen van de problemen van de GTH voor Elo beschreven.

3.1 Hoe werkt de gebarentaalherkenner?

De vorige versie van de gebarentaalherkenner maakte nog gebruik van één camera. Dit zijn ondertussen twee camera's geworden. In figuur 3.1 en 3.2 is de opstelling te zien. Het mag duidelijk zijn dat het bedoeld is voor kleuters en de persoon in kwestie niet de gewenste lengte heeft voor de opstelling. Het toetsenbord dat de persoon op schoot heeft is normaliter ook niet aanwezig. De tent die te zien is in figuur 3.2 is om de opstelling heen geplaatst om de lichtinval te standaardiseren en om de kans om afgeleid te worden te verkleinen. De twee camera's zijn stereo-camera's, wat betekent dat ze naast elkaar zijn opgesteld. Deze camera's nemen beide 25 frames per seconde op. Het voordeel van twee camera's is dat de GTH nu beter gebaren met diepte kan herkennen (Lichtenauer et al., 2006) en dat de tracking robuuster is. Het touch screen is in de loop der tijd ook wat rechterop gezet om te voorkomen dat andere vingers het beeldscherm eerder raken dan de vinger die de gebruiker bedoelt, de hoek is nu 55 graden. Daarnaast is het contrast nu ook beter en heeft de gebruiker minder last van reflecties.

De werking van de gebarentaalherkenner in de praktijk gaat als volgt. Voordat de gebarentaalherkenner gebaren kan gaan herkennen zal het eerst de handen moeten vinden. Hiervoor dient de gebruiker of de begeleider daarvan, het gezicht aan te geven in een foto die met de camera's van Elo gemaakt is. Hierna kan de huidskleur van het gezicht worden bepaald. Aan de hand van de huidskleur worden de handen gevonden. Vereist is wel dat de



Figuur 3.1: Elo in werking

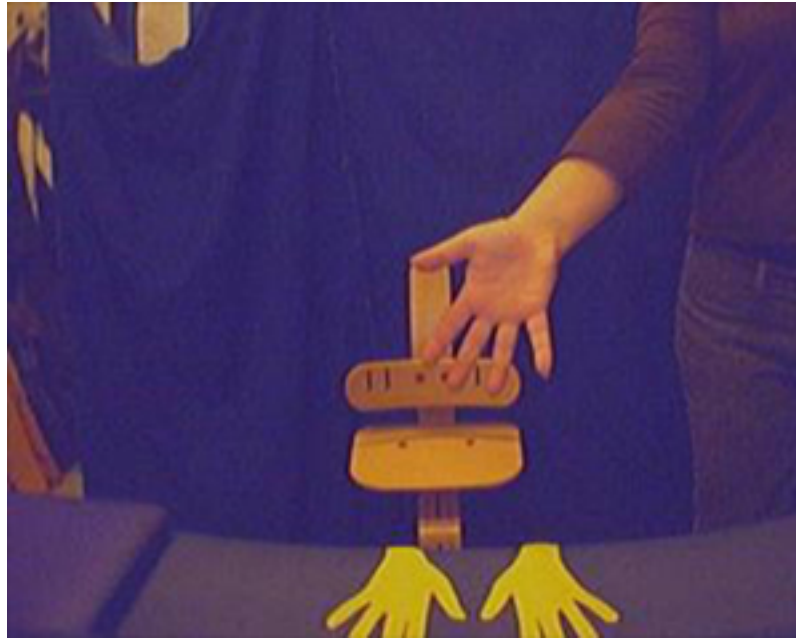
gebruiker lange mouwen heeft, anders worden de armen ook meegenomen als zijnde handen. Als de handen gevonden zijn, kan de gebarentaalherkenner gebaren gaan herkennen. Voordat de gebruiker een gebaar maakt, moet deze eerst zijn handen op de tafel leggen, hiervoor zijn de gele handvormen aangebracht, zie figuur 3.3. Bij het herkennen van een gebaar worden de volgende zes eigenschappen van de linker- en rechterhand gevolgd:

- Positie
- Snelheid
- Acceleratie
- Grootte (het verschil tussen de groottes)
- Richting
- Kromming van het bewegingspad



Figuur 3.2: De tent die om de opstelling van Elo heen staat

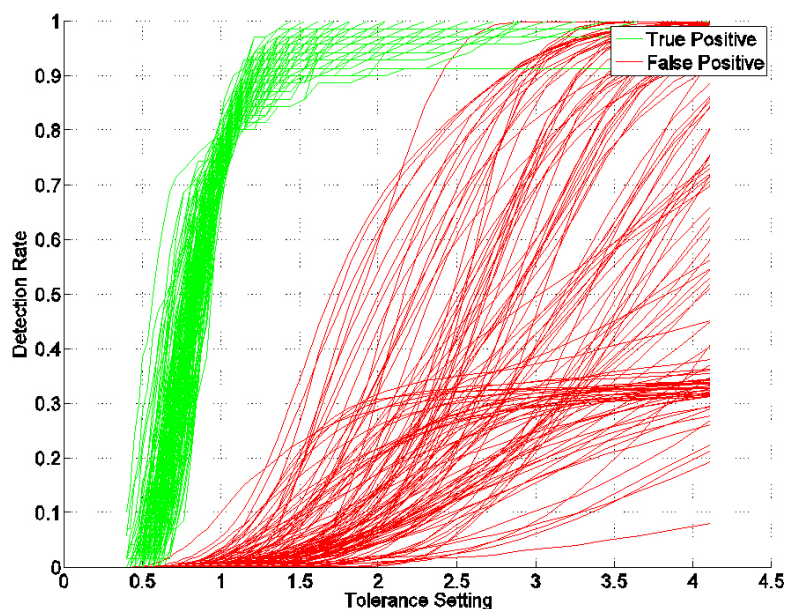
Het gebaar zelf bestaat uit vijf basiselementen: de handvorm, de plaats waar het gebaar wordt uitgevoerd, de beweging, de oriëntatie van de hand en de 'mimiek' of mondbeweging die verplicht samengaat met het manuele deel van het gebaar (Schermer & Vermeerbergen, 2004). Twee van deze elementen worden door de GTH herkend, namelijk de plaats waar het gebaar uitgevoerd wordt en de beweging die gemaakt wordt. De handvorm, de oriëntatie en de 'mimiek' worden nog niet meegenomen. Met behulp van de zes gevolgte eigenschappen wordt bepaald of het gebaar juist is of niet. De gebruikte methode hiervoor is Dynamic Time Warping, gevolgd door sum combining van ID feature classifiers, waarbij eerst de features genormaliseerd worden en er daarna gekeken wordt of de waargenomen features genoeg overeenkomen met de verwachte features. De zes belangrijkste eigenschappen leveren uiteindelijk duizenden losse features op, doordat de eigenschappen worden bijgehouden van beide handen met twee afzonderlijke camera's en deze eigenschappen per frame worden opgeslagen. Van al deze features is een bereik vastgesteld, waarbinnen de waargenomen waarden zouden moeten vallen. Het vaststellen van de waarden voor de features, gebeurt aan de hand van een aantal video's van verschillende personen die het gebaar maken. Er wordt daarbij één video uitgekozen, waarbij het gemaakte gebaar het referentie-gebaar wordt. De gebaren in de overige video's worden genormaliseerd, zodat de tijden overeen komen met die van het referentie-gebaar. Dit normaliseren wordt 'dynamic time warping' genoemd (Lichtenauer et al., 2006). Vervolgens wordt er gekeken welke features nu de onderscheidende features zijn voor dit gebaar. Hierbij vallen bijvoorbeeld de de features aan het begin en het eind van het maken van het gebaar vaak weg, omdat de handen altijd aan het begin en het eind van het gebaar op de gele handen (zie figuur 3.3) moeten liggen. Als de onderscheidende features bekend zijn kan een 'detector' getraind gaan worden waarbij



Figuur 3.3: De handen, waar een gebruiker zijn handen voor en na een gebaar op moet leggen.

de 'tolerance settings' gevarieerd kunnen worden om een gewenst percentage goede gebaren goed te keuren (Positive Calibration), of een gewenst percentage foute gebaren af te keuren (Negative Calibration). De 'tolerance setting' bepaalt hoeveel de waarde van een feature mag afwijken van de verwachte waarde van dat feature. In figuur 3.4 is een voorbeeld te zien van het effect van de tolerantie setting op de 'detection rate'. Hierbij is de 'detection rate' te zien van zowel de 'true positives', waarbij de 'detection rate' het percentage van de goedgekeurde goede gebaren is en de 'false positives', waarbij de 'detection rate' het percentage is van de foute gebaren die toch goed gekeurd zijn. Er is gekozen om de 'tolerance settings' voor elk gebaar zo in te stellen dat 90% van de goede gebaren ook daadwerkelijk goed gekeurd wordt. Vervolgens wordt de uitvoerwaarde genormaliseerd, zodat 90% van de goedgekeurde gevallen gewaardeerd worden met een 1 of hoger. Er is dus geen glijdende schaal van bijvoorbeeld 0 tot 1 aanwezig, waarbij 0 onbetrouwbaar is en 1 volledig betrouwbaar. De maximale uitvoerwaarde ligt in de praktijk tussen de 1,2 en de 1,8. Hierna wordt nog getuned, om ervoor te zorgen dat er genoeg goede gebaren worden goedgekeurd. Uit de praktijk bleek dit nodig te zijn om ervoor te zorgen dat ook bij kinderen het gewenste percentage goed gekeurde goede gebaren gehaald wordt. Voordat de GTH voor kinderen gebruikt kan worden, worden de waardes van de features aangepast aan het kleinere postuur van het kind door de waardes van de 3D posities met een factor 0,6 te vermenigvuldigen. De gebaren waar de GTH op getraind is, worden namelijk niet door kleuters, maar door volwassenen gemaakt.

Voor deze opdracht is vooral de uitvoerwaarde van belang en deze geeft nu nog weinig houvast. Het is niet duidelijk wanneer de GTH een betrouwbare beoordeling geeft. Hierdoor is er geen grijs gebied te definiëren van onbetrouwbare beoordelingen, waardoor er ook geen andere maatregelen genomen kunnen worden als de beoordeling niet betrouwbaar is.



Figuur 3.4: Result of turning the tolerance gauge for all signs (Lichtenauer, 2006)

3.2 Wat kan de gebarentaalherkenner nog niet?

De gebarentaalherkenner kan op dit moment nog maar een relatief klein aantal gebaren herkennen. Elk gebaar moet eerst door ongeveer 75 verschillende personen gemaakt worden, voordat de gebarentaalherkenner het kan herkennen. Daarnaast worden de handvorm en de 'mimiek' nog niet herkend. Het enige dat herkend wordt, is een blobje, zie de witte vlekken in figuur 3.5. Door deze vlekken te volgen kan het gebaar herkend worden, maar als de handen te dicht bij elkaar komen, wordt het slechts één grote vlek en als de handen vervolgens gekruist worden, weet de gebarentaalherkenner niet dat de linker vlek in feite de linkerhand is. Hetzelfde treedt ook op bij het hoofd, als de handen voor het hoofd zitten is er een probleem, omdat de handen dan niet meer gevolgd kunnen worden. Om dit probleem op te lossen wordt er gebruikt gemaakt van template tracking. Hierbij wordt er als de handen voor elkaar zitten of voor het hoofd gekeken naar het vorige frame en aan de hand daarvan voorspeld waar de handen zich nu moeten bevinden. Dit wordt toegepast totdat de handen weer via de standaard tracking te volgen zijn. Deze methode lost het probleem nog niet helemaal op, maar biedt wel veel verbetering ten opzichte van de standaard tracking. Als de handen elkaar kruisen blijft het echter wel nog steeds een probleem.

De achtergrond is erg belangrijk voor een goede herkenning. Deze dient een duidelijke andere kleur te hebben dan de huidskleur van de persoon. Als dit niet het geval is, dan bemoeilijkt dit de herkenning. Als er andere personen in beeld zijn levert dit ook problemen op. Een eventuele begeleider, de leerkracht van de kinderen bijvoorbeeld, zal hier rekening mee moeten houden als deze de gebruikers helpt of als hij of zij meekijkt.

Het is niet te verwachten dat kinderen netjes stil zitten als ze bezig zijn met de productieoefening. Jeuk aan de neus of onrust zorgt ervoor dat kinderen bewegingen maken die niet met gebaren te maken hebben. Alle bewegingen die niets te maken hebben



Figuur 3.5: Detectie van gezicht en handen a.d.h.v. de huidskleur

met gebaren worden fidgets genoemd, deze fidgets zijn vergelijkbaar met ruis in een geluidsopname (Arendsen, 2006). Ze horen niet bij de data die je wilt verzamelen, maar komen wel altijd voor. De oplossing voor dit probleem zal gaan zitten in het herkennen van een fidget, zoals ook een gebaar herkend wordt. Dit is alleen nu nog niet het geval. Bewegingen die te kort zijn om een volledig gebaar te kunnen zijn, worden nu genegeerd, evenals een beweging waarbij de handen niet 10 centimeter boven de huidige 3D positie uit komen. Dit laatste is om gefriemel van de handen te kunnen negeren. Bij bewegingen die te kort zijn om een gebaar te zijn, wordt ook rekening gehouden met een gebaar dat halverwege stopt, omdat de gebruiker twijfelt. Deze oplossingen hebben als gevolg, dat gebaren waarbij de handen niet 10 centimeter boven de huidige positie uitkomen genegeerd worden en gebaren die erg snel gemaakt worden, worden ook niet als gebaar herkend. Daarnaast worden gebaren die erg klein gemaakt worden in veel gevallen niet herkend, omdat deze teveel afwijkt van de voorbeeldgebaren. Dit is erg vervelend, omdat een kleinere uitvoering van een gebaar wel goed is. Het is vergelijkbaar met fluisteren in de gesproken taal, het is niet heel duidelijk verstaanbaar, maar zeker niet fout.

Zoals in sectie 3.1 al staat aangegeven, is het op dit moment onmogelijk om de zekerheid van de herkenning aan te geven. Het getal is alleen bruikbaar om goed en fout mee aan te geven, maar het zegt niks over hoe goed het gebaar gemaakt is, of hoe slecht.

3.3 Wat zijn de verwachte ontwikkelingen?

In Delft wordt gewerkt aan het herkennen van de handvorm. Hiermee kan de gebarentaalherkenner veel beter de correctheid van het gebaar beoordelen, omdat de handvorm een essentieel onderdeel is van het gebaar. Voor het herkennen van de verbale component en de mimiek zijn nog geen plannen gemaakt. Hier wordt wel onderzoek naar gedaan, maar niet binnen het Elo project. Er wordt op dit moment vooral gewerkt aan het optimaliseren van het gebruikte algoritme en aan het bepalen hoe de data die de tracking oplevert nu het beste gebruikt kan worden. Met andere woorden, welke features zijn nu het meest bepalend voor het herkennen van een gebaar. Hierdoor zal de betrouwbaarheid weer verder verbeterd worden, maar het is niet de verwachting dat dit al het probleem van de ambiguïteit compleet op zal lossen. Dat zal nog vele jaren gaan duren en waarschijnlijk nooit

helemaal opgelost worden.

3.4 Vergelijking met andere gebarenherkenners

De GTH die in Delft ontwikkeld wordt, heeft een aantal specifieke eigenschappen die er leiden dat deze GTH er anders uit ziet dan de meeste andere GTHs. Zo moet de GTH gebaren herkennen met behulp van niets anders dan het videobeeld van het gemaakte gebaar. De GTH die gebruikt wordt bij de applicatie CopyCat (Lee et al., 2005) maakt bijvoorbeeld wel gebruik van andere hulpmiddelen. Zo gebruiken zij handschoenen met een versnellingsmeter erin, zie figuur 3.6, die de kinderen aan hebben op het moment dat ze gebaren. Deze handschoenen geeft deze informatie weer door aan de GTH, waardoor deze beter in staat is om gebaren te herkennen. Bij de GTH in Delft is ervoor gekozen om dit niet te gebruiken, omdat ze bij het project in Delft gebaren willen herkennen vrij van enige obstructie, zoals bijvoorbeeld de handschoenen in het CopyCat project. Daarnaast hoeft de GTH in Delft alleen maar te weten of het gebaar dat gemaakt is overeen komt het verwachte gebaar en hoeft dus geen hele zinnen te herkennen. Een American Sign Language (ASL) herkenner die beschreven wordt in het werk van Vogler (2002) heeft wel als doel om hele zinnen te herkennen. Bij deze herkenner worden Hidden Markov Modellen (HMM) (Kadous, 2002) gebruikt, een techniek die net als Dynamic Time Warping (DTW) (Kadous, 2002) gebruikt wordt voor temporal classification en gebruikt wordt door de GTH voor het herkennen van een gebaar aan de hand van de features die uit de video van het gemaakte gebaar zijn geëxtraheerd. DTW is een oudere techniek van HMM en is minder geschikt voor het herkennen van hele zinnen als HMM. De methode is niet heel erg snel namelijk. Daarentegen is het wel weer goed geschikt voor het herkennen of een enkel gebaar goed gemaakt is (Kadous, 2002). Recentelijk onderzoek naar DTW is onder ander verricht door Keogh en Pazzani (Keogh & Pazzani, 1999, 2001) en Oates et al. (2000). In een artikel van Ratanamahatana & Keogh (2004) worden een aantal misvattingen van DTW aan de kaak gesteld. Een voorbeeld van andere gebaarherkenner die gebruikt maakt van DTW is ontworpen door Darrell & Pentland (1993).



Figuur 3.6: De handschoenen die gebruikt worden bij de applicatie CopyCat (Lee et al., 2005)

Het bijzondere van de GTH die in Delft ontwikkeld wordt, zit hem in de combinatie van de gebruikte middelen om het gebaar te herkennen, alleen het videobeeld, de gebruikte techniek, DTW en het feit dat ze nu alleen nog willen weten of een gemaakte gebaar het verwachte gebaar is of niet. Deze drie factoren onderscheiden het van andere GTHs waarbij veelal

gebruikt wordt gemaakt van HMM's en handschoenen voor de gebruiker. In de toekomst willen ze ook in Delft hele zinnen gaan herkennen, maar dit is in de verre toekomst. Op het Elo project zal dat geen invloed meer hebben, aangezien dat project eind zomer 2007 afloopt.

3.5 Gevolg problemen gebarentaalherkenner voor Elo

Van de problemen van de GTH zijn er een aantal die de meeste invloed hebben op de feedback. Zo zorgt de methode die gebruikt wordt voor het volgen van de handen ervoor dat gebaren die dicht bij het hoofd gemaakt worden of gebaren waarbij de handen elkaar kruisen niet zo goed herkend worden als gebaren waarbij dit niet gebeurt. Zelfs door middel van de template tracking kan dit niet volledig opgevangen worden. Dit probleem is echter simpel te omzeilen, door geen gebaren in Elo op te nemen waarbij dit veel voorkomt. Daarnaast zorgen problemen als het negeren van hele snelle gebaren en te lage gebaren ervoor dat de applicatie soms niet reageert. Deze problemen zijn niet eenvoudig op te lossen, omdat dit bewuste implementaties zijn om andere problemen op te lossen. Alle problemen van de GTH samengenomen zorgen ervoor dat de gebruikers niet altijd de juiste feedback terug krijgen van Elo en dat Elo soms niet op een gemaakt gebaar reageert. Het effect dat dit heeft op de gebruiker, is de reden voor de opdracht. Op het moment dat de applicatie niet reageert op de gebruiker, verliest hij of zij snel de aandacht. Bij kleuters treedt dit effect nog eerder op dan bij volwassenen. Om de aandacht toch vast te houden zal er een andere motivatie moeten zijn voor de gebruiker om zijn aandacht op scherm gericht te houden. Daarnaast is het belangrijk voor het leerproces dat de terugkoppeling van het systeem naar de gebruiker correct is. Van een strikte beoordeling leert het kind het meest (Lee et al., 2005), maar dan moet deze wel correct zijn. Bij volwassenen heeft de feedback minder invloed op het leerproces, omdat ze vaak zelf al weten of ze het gebaar goed of fout maken, als ze achteraf nog een video van het juiste gebaar te zien krijgen. Bij kleuters kan er niet vanuit gegaan worden dat dit besef al aanwezig is en heeft de feedback dus veel meer invloed.

Hoofdstuk 4

Motivatietheorieën

Een groot probleem bij kleuters is de concentratiespanne. Deze is aanzienlijk korter dan die van een volwassene (Higgins & Turnure, 1984; Hanna et al., 1997), waardoor het belangrijker wordt, dat de tijd die aan Elo besteed wordt, zo efficiënt mogelijk besteed wordt en dat de aandacht zo lang mogelijk op Elo gericht blijft. Het gemotiveerd houden van de gebruiker wordt hierdoor belangrijker, omdat de aandacht van een gemotiveerde gebruiker minder snel zal verslappen en een gemotiveerde gebruiker leert meer van een oefening dan een ongemotiveerde gebruiker. Wat er onder motivatie verstaan wordt, zal dan ook als eerste beschreven worden, gevolgd door de twee theorieën die beschrijven hoe de motivatie van een leerling beïnvloed kan worden. Het toepassen van motivatietheorieën is lastig, omdat er vaak geen strategieën in worden beschreven die aangeven hoe de theorieën in de praktijk toegepast kunnen worden. Hier wordt dan ook een aparte sectie aan besteed. Als laatste wordt nog besproken hoe aan de hand van deze theorieën de applicatie geëvalueerd kan worden gevolgd door de conclusie.

4.1 Wat is motivatie?

Motivatie is hetgeen de mens drijft om in beweging te komen, zowel mentaal als fysiek. Er is bij motivatie een onderscheid tussen intrinsieke en extrinsieke motivatie. Bij extrinsieke motivatie moet gedacht worden aan het motiveren van de gebruiker buiten het lerende aspect om. Bijvoorbeeld door geld te geven aan de gebruiker, als beloning voor een goed resultaat. Intrinsieke motivatie houdt juist verband met het lerende aspect. Bijvoorbeeld de gebruiker wil graag gebarentaal leren en dat motiveert hem om door te gaan. In dit geval ervaart de gebruiker de opgedane kennis al als beloning. Bij beide gaat het echter nog steeds om hetgeen de gebruiker drijft om aandacht te besteden aan de applicatie. Een gemotiveerde gebruiker hoeft echter niet nog meer gemotiveerd te worden (Song & Keller, 1999). Als een gebruiker het toch al leuk vindt om met Elo te werken, is het niet nodig om er een spelletje van te maken om de gebruiker meer te motiveren. Gemotiveerde gebruikers hoeven alleen maar gemotiveerd gehouden te worden.

Naar motivatie is veel onderzoek verricht. Zowel naar de extrinsieke motivatie als naar de intrinsieke motivatie. Belangrijke artikelen op dit gebied zijn onder andere (Ryan & Deci, 2000; Bandura, 1977; Keller, 2004; Skinner, 1953; Maslow, 1943; McClelland & Burnham, 1976; Lepper & Cordova, 1992; Malone, 1980). Het werk met betrekking tot de motivatie

is zeer divers en geschreven voor verschillende doeleinden, het loopt van het motiveren van werknemers in een bedrijf tot het motiveren van leerlingen in de klas. Daarnaast wordt er geschreven vanuit verschillende perspectieven. Zo richt de een zich meer op de persoon zelf en hoe deze zichzelf kan motiveren en de ander richt zich meer op hoe de omgeving zo ingericht kan worden, dat de persoon in kwestie optimaal gemotiveerd wordt. De motivatietheorieën die bruikbaar zijn voor het evalueren van Elo, zijn theorieën die als doel hebben om de gebruiker gemotiveerd te houden om te leren en bij voorkeur motivatietheorieën die ook geschikt zijn voor het ontwerpen/evalueren van een ELO. Malone (1980) heeft veel onderzoek verricht naar motivatie binnen computerspellen en naar het gebruik van computers binnen het onderwijs en hoe gebruikers intrinsiek te motiveren zijn. Zijn theorie biedt dan ook een goede basis voor het evalueren van Elo. Keller heeft zich samen met Song (Song & Keller, 1999) bezig gehouden met hoe zijn motivatietheorie toepasbaar is bij CAI's. In sectie 2.1.2 wordt gesteld dat Elo een CAI is, waardoor de theorie van Keller goed te gebruiken is bij het evalueren van Elo.

De motivatietheorieën van Keller en Malone worden beide in de praktijk toegepast. Voorbeelden van hoe de motivatietheorie van Keller toegepast kan worden is te vinden in een artikel van Mills & Sorensen (2004). Een beschrijving van de toepassing van de theorie van Malone is te vinden in een boek van Vockell (2000). Er zit een kleine overlap in de theorieën (Miron, 2003), maar ze vullen elkaar ook weer goed aan. In de rest van dit hoofdstuk wordt eerst kort weergegeven wat de motivatietheorieën van Keller en Malone nu precies inhouden. Hierna wordt uitgebreid behandeld hoe deze theorieën individueel gebruikt kunnen worden bij het evalueren van Elo. Dit wordt gevolgd door een sectie waarin bekeken wordt waar de overeenkomsten en verschillen zitten tussen de theorieën en in hoeverre deze aangepast moeten worden om bruikbaar te zijn voor Elo. Als laatste wordt er in de conclusie gekeken in hoeverre de theorieën toegepast kunnen worden.

4.2 Keller's ARCS model of motivation

Keller heeft het ARCS model van motivatie opgesteld. Dit staat voor Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction. Dit model is ontwikkeld voor instruerende omgevingen, waar het Elo project ook onder valt. De focus van het ARCS model ligt op de condities die nodig zijn om de gebruiker geïnteresseerd te houden in het onderwerp. Het idee is dat gemotiveerde studenten meer moeite zullen doen om te leren en zodoende ook meer leren. De volgorde van de vier aspecten is erg belangrijk.

Attention

Eerst dient de aandacht van de gebruiker getrokken en vastgehouden te worden. Methoden hiervoor zijn het wekken van nieuwsgierigheid, door bijvoorbeeld onverwachte gebeurtenissen te laten plaatsvinden. Een animatie bij een mouse-over, is hier een voorbeeld van. Bij het trekken van aandacht is ook de variatie erg belangrijk. Aanvankelijk kan de gebruiker gemotiveerd worden doordat het allemaal nieuw is, maar op den duur gaat dit effect verloren en kan variatie ervoor zorgen dat de gebruiker hierdoor gemotiveerd blijft.

Relevance

Relevantie moet er voor zorgen dat de student het gevoel krijgt dat hetgeen waar deze

mee bezig is, ook daadwerkelijk nut heeft. Methodes hiervoor zijn het gebruik van bekende elementen, zoals taal op het niveau van de gebruiker, voorbeelden uit zijn of haar directe omgeving. Het afstemmen van de aangeboden stof op de interesse van de leerling. Het aangeven van een einddoel en duidelijk maken dat de korte termijn doelen daar toe leiden, hierdoor komen de korte termijn doelen in perspectief te staan en neemt de motivatie toe om ze te halen.

Confidence

Het zelfvertrouwen van de leerling neemt toe als deze succesvol is in uitdagende taken. Keller stelt dan ook voor om ervoor te zorgen dat de leerling moet kunnen slagen om zo zijn zelfvertrouwen hoog te houden. In praktijk kan dit op een aantal manieren bereikt worden. Een manier is om ervoor te zorgen dat de leerling weet wat er van hem of haar verwacht wordt. Een andere manier is het aanpassen van de stof aan het niveau van de gebruiker, zodat deze in staat gesteld wordt om succesvol te zijn, waarbij het niveau ook niet te laag moet worden, want dit verlaagt juist de motivatie om er moeite voor te doen. Het dient wel duidelijk te zijn dat de leerling zelf verantwoordelijk is voor zijn of haar resultaten. Als de leerling succesvol is, moet dat ook aan de leerling zelf toegeschreven (kunnen) worden.

Satisfaction

Als de student de gelegenheid krijgt om wat hij of zij geleerd heeft, in de praktijk te brengen en daarbij feedback en bevestiging ontvangt, zal deze voldoening krijgen in hetgeen geleerd is. Er zijn drie manieren om de motivatie te verhogen door de leerling voldoening te laten ondervinden. De eerste is intrinsieke versterking. Motivatie verhogen via deze weg treedt op als de leerling het leuk vindt om met de applicatie te werken. De tweede is extrinsieke beloningen. Het geven van een mooi stickertje als de leerling de opdracht goed voltooid heeft is hier een voorbeeld van. De laatste is gelijkheid, waarbij de scores altijd op een gelijke manier berekend worden en de leerling zo niet voor verrassingen komt te staan.

Voor het opstellen van deze samenvatting zijn de volgende bronnen gebruikt: (Keller, 1999; Keller & Suzuki, 2004; Keller, 2006; Mills & Sorensen, 2004)

4.3 Malone's motivation theory

De motivation theory van Malone gaat over de intrinsieke motivatie. Voor het Elo project is deze ook de meest belangrijke van de twee, omdat het belangrijk is dat de leerlingen zelf gemotiveerd zijn om met Elo te werken en niet omdat ze dan een snoepje of een stickertje krijgen. Deze stelling komt uit een onderzoek van Lepper & Hodell (1989), waarin gesteld wordt dat extrinsieke motivatie de gebruiker wel kan motiveren, maar het kan ook een doel op zich worden, waardoor de gebruiker niet meer leert en er dus aan het doel voorbij geschoten wordt. Malone heeft samen met Lepper (Lepper & Malone, 1987) vier factoren voorgesteld die de intrinsieke motivatie bepalen.

Challenge

Malone stelt dat dit het belangrijkste is om de gebruiker te motiveren. Een les mag niet te moeilijk, maar ook niet te makkelijk zijn. De doelen die gesteld worden, kunnen

het beste persoonlijke doelen vormen voor de gebruiker. Dit is lastig om te bereiken, omdat dit persoonlijk is voor elke gebruiker. Toch moet de docent dit bepalen en niet de student, omdat deze laatste de neiging heeft om de doelen zo te stellen dat ze òf te makkelijk òf te moeilijk zijn. Bij deze doelen is het wel belangrijk om feedback te geven op de juiste momenten, zodat de gebruiker niet in het duister tast. Daarnaast kan het zelfvertrouwen van de gebruiker opgebouwd worden door de juiste uitdagingen te bieden. Als de gebruiker deze uitdaging als relevant ziet en haalt, bouwt dat zijn of haar zelfvertrouwen op.

Curiosity

Om de leerlingen te motiveren door ze nieuwsgierig te maken, onderscheidt Malone twee manieren waarop dit kan. De eerste is *sensory curiosity* en hiermee wordt bedoeld dat de gebruiker nieuwsgierig wordt door fysieke factoren, zoals bewegend beeld of geluid. De tweede is *cognitive curiosity*; deze vorm van nieuwsgierigheid wordt gewekt door nieuwe informatie aan te reiken waarvan de leerlingen denken dat het hun huidige cognitieve structuren zal veranderen. De truc is echter wel om een optimale discrepantie te bereiken, waarbij de nieuwe informatie niet zo vreemd is dat de leerling er niets meer mee kan, maar wel zo anders is dat het conflicteert met de huidige overtuigingen.

Control

Drie controle-elementen belangrijk voor een hoge motivatie. Als eerste is het van belang dat de gebruiker het gevoel heeft dat er logische reacties volgen op zijn acties. Het tweede element is dat hetgeen geleerd is, krachtige effecten oplevert. Het leren van nieuwe gebaren zal je in staat stellen om beter te communiceren met anderen in gebarentaal. Als laatste is de vrije keus van groot belang. Als de gebruiker zelf kan kiezen wat hij of zij kan gaan leren en ook hoe dit geleerd wordt, dan geeft dat de gebruiker het gevoel van controle. Al kan de aangeboden stof nog steeds van te voren door de leraar samengesteld zijn.

Aan de andere kant is een verlies van controle een van de sterkste anti-motiverende factoren in het onderwijs (Glasser, 1985; Kohn, 1993).

Fantasy

De laatste factor die de individuele motivatie beïnvloedt, is fantasie. Het helpt als men zich in kan leven in een situatie waarbinnen het leren zich afspeelt. Een voorbeeld hiervan is een situatie te scheppen die in het echt ook voorkomt. Het introduceren van een spel-element, is een ander voorbeeld dat zeker bij kinderen kan helpen om zich in te leven in de gebeurtenis.

Voor deze samenvatting is naast de vermelde referenties ook Vockell (2000) gebruikt.

4.4 Toepassing van Keller's theorie in de praktijk

Een toepassing van de motivatietheorie van Keller is terug te vinden in een artikel van Mills & Sorensen (2004). Hierin wordt uitgelegd hoe het ARCS model of motivation gebruikt is voor het ontwikkelen van een applicatie genaamd Kids College. Een ander artikel (Song & Keller, 1999) gaat over het effect van het toepassen van het ARCS model op Computer Assisted Instruction (CAI). Uit dit onderzoek blijkt dat de CAI waarbij de theorie van Keller toegepast is, effectiever is en de studenten over het geheel meer gemotiveerd waren, dan de

CAI's waarbij dit de theorie niet toegepast werd, of juist zo toegepast werd dat de motivatie minimaal was. Op het gebied van "attention" scoorde de motiverende CAI hoger dan beide andere CAI's, op de andere drie gebieden, relevance, confidence en satisfaction was er weinig verschil tussen de CAI's. In het document is ook een strategie voor het toepassen van het ARCS model op een CAI te vinden. Deze is erg bruikbaar en direct toepasbaar, zie figuur 4.1.

Questions for Components	Suggested Strategies
Attention - What can I do to capture their interest? - How can I stimulate an attitude of inquiry? - How can I maintain their attention?	- Create curiosity, wonderment by using novel approaches, injecting personal and/or emotional material. - Increase curiosity by asking questions, creating paradoxes, generating inquiry, and nurturing thinking challenges. - Sustain interest by variations in presentation style, concrete analogies, human-interest examples, and unexpected events.
Relevance - How can I best meet my learner's needs? (Do I know their needs?) - How and when can I provide my learners with appropriate choices, responsibilities, and influences? - How can I tie the instruction to the learner's experiences?	- Provide statements or examples of the utility of the instruction and either present goals or have learners define them. - Make instruction responsive to learner motives and values by providing personal achievement opportunities, cooperative activities, leadership responsibilities, and positive role models. - Make the material and concepts familiar by providing concrete examples and analogies related to the learner's work.
Confidence - How can I assist in building a positive expectation for success? - How will the learning experience support or enhance the students' beliefs in their competence? - How will the learners clearly know their success is based on their efforts and abilities?	- Establish trust and positive expectations by explaining the requirements for success and the evaluative criteria. - Increase belief in competence by providing many, varied, and challenging experiences which increase learning success. - Use techniques that offer personal control (whenever possible) and provide feedback that attributes success to personal effort.
Satisfaction - How can I provide meaningful opportunities for learners to use their newly-acquired knowledge and skill? - What will provide reinforcement to the learners' successes? - How can I assist the student anchoring a positive feeling about their accomplishments?	- Provide feedback and other information that reinforces positive feelings for personal effort and accomplishment. - Use verbal praise, real or symbolic rewards, and incentives, or let learners present the results of their efforts ("show and tell") to reward success. - Make performance requirements consistent with stated expectations, and provide consistent measurement standards for all learners' tasks and accomplishments.

Figuur 4.1: Strategie voor implementatie ARCS model of motivation uit (Song & Keller, 1999) (p.516.)

In de rest van deze sectie staat beschreven hoe de vier onderdelen van Keller's theorie elk uiteen vallen in meerdere onderwerpen en hoe al deze onderwerpen toegepast kunnen worden om de gebruiker verder te motiveren. Er wordt regelmatig naar Kids College verwezen, om als voorbeeld te dienen voor een toepassing van de motivatietheorie van Keller.

Attention

Het verkrijgen van de aandacht van de gebruiker door strategieën te gebruiken die nieuwsgierigheid en interesse vasthouden is essentieel voor effectief leren (Kupritz & Laszlo, 2003). Keller geeft drie methodes aan waarmee de aandacht van de gebruiker verkregen kan

worden. Deze methodes zijn een toename in perceptuele arousal, een toename in inquiry arousal en een toename in variatie (Keller, 1987).

perceptuele arousal

Keller refereert aan perceptuele arousal als het "gebruik van nieuwe, verrassende, ongerijmde en onzekere gebeurtenissen". In Kids College worden elementen als, plaatjes, animaties, bewegende menus en geanimeerde mouseovers gebruikt om de student een nieuwe en verrassende omgeving te geven om te verkennen.

inquiry arousal

Inquiry arousal refereert aan het stimuleren van gedrag waarbij naar informatie gezocht wordt (Keller, 1983). Keller suggereert dat dit bereikt kan worden door vragen te stellen of door de leerling problemen te laten oplossen. Het vragen naar informatie die een student net geleerd heeft is een centraal element in Gagne's Conditions of Learning Theory. Gagne schrijft dat het stimuleren van het vragen naar pas geleerde informatie, een noodzakelijke voorwaarde voor instructie ontwerp is (Gagne, 1970). Ausubels Subsumption Theory steunt het concept dat instructioneel materiaal verband zou moeten houden met eerder gepresenteerde informatie (Ausubel, 1963; Kearsley, 2004). Het beantwoorden van gedachte-provocerende vragen gerelateerd aan de stof die in de klas behandeld is, verhoogt de inquiry arousal van de student en dus de aandacht.

variatie

Keller raadt instructeurs aan om de instructie te variëren om ervoor te zorgen dat de interesse van de student niet afdwaalt (Driscoll, 2000). Variatie is een van de sterkste punten in Kids College en wordt zowel gebruikt in de aangeboden opties als in de audio-visuele elementen. Keller raadt aan dat er een verscheidene methoden en media moeten zijn om te voldoen aan de unieke behoeften en leervoorkeuren van iedere student (Small, 2000). Methodes verschaffen, zodat het programma zich aan kan passen aan de verscheidenheid van behoeften van de studenten, is belangrijk voor elk onderwijskundig programma. In Kids College hebben de studenten controle over de audio features van het programma, zoals de muziek. Om zo het programma beter aan te passen aan de eigen manier van leren.

Relevance

Motivatie door relevantie bevat de behoefte van de student om het idee te krijgen dat belangrijke persoonlijke behoeften vervuld worden door de leeromgeving (Keller, 1983). Keller identificeert drie methodes om gevoel van relevantie van de student te verhogen. Deze methodes bevatten vertrouwddheid, motive matching en goal orientation (Keller, 1987).

vertrouwddheid

Vertrouwddheid is het gebruik van concrete taal, voorbeelden en concepten die gerelateerd zijn aan de ervaring en de waardes van de leerling (Keller, 1987). Bij Kids College is daarom gekozen voor sport, omdat elk kind hier hoe dan ook mee vertrouwd is. De studenten kunnen kiezen uit meerdere sporten om er zo voor te zorgen dat de leerling het meest vertrouwd is met de gekozen sport. Dit concept is belangrijk, omdat onderzoek aangeeft dat als de student meer vertrouwd is met het onderwerp, het ook denkt dat het onderwerp relevanter is (Driscoll, 2000). Om de student meer vertrouwd te maken met

de applicatie staat de naam van de student continu in beeld en is deze ook te vinden op de prijzen die gewonnen kunnen worden. Dit stimuleert de persoonlijke betrokkenheid in de klas door de naam van de student in alle activiteiten te gebruiken (Keller, 1987).

motive matching

Keller geeft aan: "de motivatie van een student neemt toe als deze denkt dat de kans aanwezig is, dat de taak een basisbehoefte, motief of waarde vervuld. De basis behoeften zijn power, achievement en affiliation" (Keller, 1983). Het aanbieden van keuze, verantwoordelijkheid en interpersonale invloeden zijn factoren die helpen de effectiviteit van een instructioneel product te verbeteren (Keller, 1983). In Kids College is er een directe link tussen succes in het spel en de keuzes die de studenten maken. Als een student een fout maakt, kan de tegenstander scoren. Om ervoor te zorgen dat de studenten iets kunnen bereiken wordt het niveau steeds een beetje verhoogd. Hierdoor kan de student successen behalen, terwijl het steeds het risico blijft lopen fouten te maken, doordat het steeds moeilijker wordt. Uiteindelijk zijn er prijzen en certificaten te verdienen door het goed te doen. Dit is zichtbaar bewijs van de prestatie en zo ook de inzet koppelt aan een beloning. Hiermee wordt goed gedrag bekrachtigd, wat overeen komt met Skinner's Operante conditionerings theorie. Deze stelt dat gedrag dat positief bekrachtigd wordt vaker voor zal komen. (Travers, 1982; Shrock, 1991). De persoonlijke motivatie neemt toe als de student denkt dat een gewenst doel in overeenstemming is met de waarden van de omgeving van de student (Keller, 1983).

goal orientation

De motivatie om een direct doel te bereiken wordt vaak verhoogd als het gezien wordt als een stap richting een gewenst toekomstig doel (Keller, 1983). Als een student het einddoel ziet en de stappen die er naar toe leiden, dan heeft hij of zij een goal-oriented motivatie ontwikkeld. Dit wordt in Kids College toegepast doordat de link tussen het beantwoorden van vragen en het einddoel zichtbaar is.

Confidence

Studenten krijgen vertrouwen in hun kunnen als ze succes ervaren in uitdagende taken (Driscoll, 2000). Keller suggereert dat studenten zelfvertrouwen kunnen ontwikkelen door ervoor te zorgen dat ze kunnen slagen. Instructeurs zouden een graad van uitdaging moeten bieden, waardoor succes bij zowel de leercondities als de prestatie condities mogelijk is (Keller, 1987). Het concept van zelfvertrouwen kan onderverdeeld worden in drie gebieden. Deze gebieden zijn leervereisten, gelegenheden voor succes en persoonlijke verantwoordelijkheid (Keller, 1987).

leervereisten

Keller suggereert dat er een noodzaak is om: "de verwachting voor succes te verhogen door gebruik te maken van instructionele-ontwerpstrategieën die aangeven wat de vereisten zijn voor succes. Instructeurs moeten duidelijk vermelde doelen gebruiken" (Keller, 1983). In Kids College worden de vereisten voor het succesvol afronden van een spel van te voren uitgelegd door de coach. Deze informatie is de gehele tijd aanwezig in Kids College. Daarnaast is er een prompt die te voorschijn komt als de gebruiker lang wacht voordat het iets selecteert. Dit is om te voorkomen dat de gebruiker gefrustreerd raakt, omdat het niet weet wat er van hem of haar verwacht wordt.

gelegenheden voor succes

Studenten krijgen vertrouwen in hun kunnen als ze succes ervaren in uitdagende taken (Keller, 1983). Kids College biedt de studenten een verhoging in het niveau van de vragen en game play als ze doordringen naar hogere niveaus. Het dynamisch aanpassen van de inhoud aan de gebruiker, zorgt ervoor dat iedere gebruiker succesvol kan zijn op zijn of haar niveau. De inhoud wordt automatisch aangepast aan de prestatie van de student door het niveau te verhogen als de student veel goed heeft en het niveau te verlagen als de student veel fout heeft.

persoonlijke verantwoordelijkheid

Instructeurs moeten "succes koppelen aan persoonlijke inzet en vaardigheid" (Keller, 1983). In Kids College wordt een scorebord en een prijzenkamer bijgehouden waarop de student precies kan zien hoe hij of zij het gedaan heeft. De Criterion Referenced Instruction Theory ontwikkeld door Mager geeft aan dat om het leren mogelijk te maken de studenten de kans krijgen om te oefenen en feedback te krijgen over de kwaliteit van hun prestatie (Mager, 1970). In Kids College krijgen de studenten meteen feedback op een antwoord op een vraag doordat ze een schot, goal, etc. missen als ze verkeerd antwoorden. Dit zorgt ervoor dat ze een directe connectie zien tussen het fout beantwoorden van de vraag en het niet kunnen scoren van punten, die nodig zijn om de wedstrijd te winnen. Hetzelfde geldt voor een goed beantwoorde vraag, alleen dan krijgt de student juist de kans om te scoren. De student krijgt soms ook een hint als het fout geantwoord heeft en krijgt zo een kans om de fout te herstellen. Het aanbieden van een herstel mogelijkheid leert de leerling zijn fout in te zien en hoe deze is recht te zetten. Deze mogelijkheid zorgt ervoor dat de student leert dat het niet erg is om fouten te maken en ervan te leren (Keller, 1987).

Satisfaction

Het gebruik van voldoening als een motivatie voor het leren omvat, "het helpen van de student zijn of haar kennis te gebruiken in een omgeving die feedback en bevestiging biedt". Als studenten de gelegenheid krijgen om toe te passen wat ze geleerd hebben en positieve feedback ontvangen, dan zullen ze meer gemotiveerd worden om te leren in de toekomst. Voldoening kan onderverdeeld worden in drie gebieden die de motivatie beïnvloeden. Deze gebieden zijn: intrinsieke versterking, extrinsieke beloningen en gelijkheid (Small, 2000).

intrinsieke versterking

Instructeurs dienen intrinsiek plezier van de lerende ervaring aan te moedigen en te steunen (Keller, 1987). Het beleven van plezier aan de "sportbeleving" is een grote motivator voor studenten in Kids College. Ze zijn intern gemotiveerd, omdat ze de ervaring om betrokken te zijn bij de activiteit leuk vinden.

extrinsieke beloningen

Het gebruik van extrinsieke beloningen als een methode voor het verhogen van de voldoening, bevat het zorgen voor "positieve bekrachtiging en motiverende feedback" (Small, 2000). Motiverende feedback wordt gegeven door onder andere het scorebord en de prijzenkamer. De positieve bekrachtiging wordt veelal gegeven door de gebruikte audio-elementen, zoals een commentator die "great job" roept bij een homerun.

gelijkheid

Gelijkheid bevordert motivatie en succes door het gebruik van consistente standaarden

en consequenties voor succes (Keller, 1987). De consistentie van de standaarden voor succes worden in Kids College gewaarborgd door altijd duidelijk te maken wat er gedaan moet worden om succesvol te zijn en deze informatie altijd toegankelijk te maken. Er zijn nooit verrassingen als het gaat om de resultaten of het scoren. Er is een toename in het gevoel van gelijkheid van de student, als de student een verwachting heeft van een uitkomst en deze ook uitkomt.

4.5 Toepassing van Malone's theorie in de praktijk

De vier onderdelen van de motivatietheorie van Malone vallen net als bij Keller nog verder onder te verdelen in verschillende factoren die de contributie beïnvloeden van de vier onderwerpen aan de motivatie van de gebruiker. Er is geen voorbeeld gevonden waarbij de motivatietheorie van Malone gebruikt is om een applicatie mee te bouwen, zoals bij Keller, maar er is wel informatie gevonden over hoe theorie zou toegepast kunnen worden in een instructionele omgeving, waarvan Elo er ook een is.

Challenge

Een van de meest krachtige individuele factoren die de intrinsieke motivatie beïnvloeden is uitdaging. Mensen jagen taken na die uitdagend zijn. Leerlingen worden uitgedaagd als ze hun activiteiten richten op persoonlijke zinvolle doelen op zo'n manier dat het bereiken van die doelen onzeker is - als noch succes, noch falen gegarandeerd is. Het geloof dat ze acceptabele voortgang maken richting het doel, samen met de verwachte voldoening als dit doel bereikt wordt, verstrekt de doeltreffendheid en houdt de motivatie vast. Als studenten richting deze doelen werken, worden ze gemotiveerd doordat ze feedback krijgen en het gevoel hebben dat het uiteindelijke succes hun zelfvertrouwen zal vergroten. De volgende vier factoren beïnvloeden de contributie van uitdaging aan de motivatie.

doelen

Doelen kunnen zowel worden aangereikt door de leraar als door de leerling zelf. Terwijl korte termijn doelen aantrekkelijker kunnen zijn, zijn lange termijn doelen vaak belangrijker. Een ideaal motivatie systeem bevat korte termijn doelen die naar lange termijn doelen leiden. Het belangrijkste kenmerk van doelen is dat zij persoonlijk zinvol moeten zijn. Persoonlijke relevantie kan vergroot worden door (1) duidelijke verbanden te leggen tussen een activiteit en competenties of resultaten die de leerling waardevol acht, (2) het materiaal relateren aan een fantasie of denkbeeldige context die een leerling emotioneel aantrekkelijk vindt, of (3) intermenselijke motivaties ontlokken zoals samenwerking, concurrentie of erkenning die de leerling aanspreken. Merk op dat deze paragraaf eigenlijk zegt dat we doelen meer betekenis kunnen geven als we ze koppelen aan motivatie factoren, zoals fantasie, controle, competitie en erkenning. Het is belangrijk dat de gestelde doelen realistisch zijn en de leraar kan dit doorgaans beter dan de leerling.

niveau van zekerheid

Het niveau van zekerheid is een belangrijke factor als het gaat om het vaststellen in hoeverre een uitdaging een leerling daadwerkelijk motiveert. Een tussenliggende graad van zekerheid is meestal het beste - als noch succes, noch falen gegarandeerd is. Het

niveau van zekerheid kan ook beïnvloed worden door spel-elementen te introduceren in de leeromgeving, zoals een scoresysteem of willekeur.

prestatie feedback

Prestatie feedback herinnert leerlingen aan hun status met respect tot de uitdaging, verzorgt door de doelen. Prestatie feedback is het meest effectief als het duidelijk, frequent, constructief en bemoedigend is.

zelfvertrouwen

Zelfvertrouwen is gerelateerd aan motivatie, omdat leerlingen zichzelf goed of competent vinden aan de hand van de de successen die ze behaald hebben bij uitdagingen die ze zelf belangrijk vinden.

Merk op dat de verschillende componenten van het uitdaging aspect van motivatie soms met een andere in conflict kunnen komen. Bijvoorbeeld als prestatie feedback extreem duidelijk, maar negatief is, dan kan dit het zelfvertrouwen van een leerling onderuit halen. Het is niet nodig om de leerling perse te motiveren door ze uit te dagen of dat alle richtlijnen altijd toegepast moeten worden. Bijvoorbeeld, soms is de optimale graad van interesse voor een onderwerp al aanwezig en hoeft er de docent er niet ook nog eens een spel van te maken.

Curiosity

Een tweede factor die de individuele motivatie beïnvloed is nieuwsgierigheid. Nieuwsgierigheid wordt gestimuleerd als er iets in onze fysieke omgeving onze aandacht trekt of als er een optimale discrepantie ontstaat tussen de aanwezige kennis en vaardigheden en hetgeen geleerd kan worden door aan de activiteit deel te nemen. Er zijn twee typen van nieuwsgierigheid die de intrinsieke motivatie kunnen stimuleren:

zintuigelijke nieuwsgierigheid

Zintuigelijke nieuwsgierigheid treedt op in fysieke factoren, zoals veranderingen in de toon van een stem, licht of geluid die aandacht trekken van de leerlingen.

cognitieve nieuwsgierigheid

Cognitieve nieuwsgierigheid aan de andere kant treedt op als de leerlingen geloven dat het nuttig kan zijn om bestaande cognitieve structuren aan te passen.

Het concept van optimale discrepantie suggereert dat nieuwsgierigheid het sterkst is, wanneer de nieuwe informatie niet overeenkomt met wat we al weten, maar ook niet zo anders is dat het lijkt alsof het compleet vreemd, irrelevant of onmogelijk te verkrijgen is. Leerlingen worden het meest gemotiveerd door hun nieuwsgierigheid als de leertaken hen kennis of problemen voorlegt met een optimale discrepantie.

Control

Een derde factor die de individuele motivatie beïnvloed is controle, welke refereert naar de standaard menselijke neiging om controle te zoeken over hun omgeving. Er zijn drie elementen die de contributie van controle aan de intrinsieke motivatie beïnvloeden:

oorzaak-gevolg relaties

Leerlingen krijgen het gevoel controle te hebben over de omgeving als zij duidelijke oorzaak-gevolg relaties kunnen waarnemen tussen hun eigen acties en het verkrijgen van

gewenste voordelen. De beste manier om de leerling het gevoel van controle te geven is om hen de oorzaak-gevolg relatie te laten zien tussen iets waar ze daadwerkelijk wat om geven en het onderwerp dat in de klas behandeld wordt.

krachtige effecten

Leerlingen krijgen het gevoel van controle als ze zien dat de uitkomst van wat ze aan het bestuderen zijn daadwerkelijk wat oplevert, in plaats van triviaal te zijn. Dit is ook toe te passen op de oorzaak-gevolg relatie, waarbij de leerling pas gemotiveerd raakt als hij of zij ook iets geeft om het thema.

vrije keus

Als de studenten het idee hebben dat ze iets doen uit vrije wil, in plaats van dat ze verplicht worden om iets te doen tegen hun wil in, dan zullen ze ervaren dat ze controle hebben over het hun leren.

Het gevoel de controle verliezen is een van de sterkste anti-motiverende factoren in het onderwijs (Glasser, 1985; Kohn, 1993). Als studenten het gevoel hebben dat docenten controlerende technieken toepassen (in plaats van technieken die autonome keuze bevorderen), dan zullen ze waarschijnlijk minder intrinsieke motivatie vertonen. Dit is een belangrijke factor achter de noodzaak om natuurlijke in plaats van artificiële bevestiging te gebruiken waar mogelijk.

In de ideale situatie kunnen leerlingen zelf compleet vrij kiezen wat ze willen leren. Toch zijn er legitieme redenen om bepaalde onderwerpen te willen behandelen en zullen docenten tegen complete keuzevrijheid zijn. Leerlingen zijn uiteindelijk wel het meest gemotiveerd als de onderwerpen overeen komen met hetgeen ze zelf zouden willen kiezen om te leren. Het blijft altijd zoeken naar de juiste balans tussen geven van keuzevrijheid aan de leerlingen en het controleren van hetgeen de leerlingen leren.

Fantasy

Een vierde factor die de individuele motivatie beïnvloedt is fantasie, welke een rol speelt als de leerlingen mentale beelden van situaties gebruiken die niet echt aanwezig zijn om hun gedrag te stimuleren. Bij het deelnemen aan activiteiten die gerelateerd zijn aan leren gebruiken leerlingen hun fantasie om te voldoen aan uitdagingen, nieuwsgierigheid te bevredigen, controle uit te oefenen, of interpersoonlijke motivaties te ervaren zonder direct deel te nemen aan de verzonnen activiteiten. Er zijn drie factoren die de graad beïnvloeden waarmee de fantasie de intrinsieke motivatie beïnvloedt:

emotionele elementen

Emotionele elementen zorgen ervoor dat de leerlingen gewilliger zijn om deel te nemen aan een activiteit die leuk of spannend is. Dit betreft gewoonlijk het creëren van een spel om de leeractiviteit heen.

cognitieve elementen

Cognitieve elementen maken een leerling gewilliger om deel te nemen aan een activiteit door ervoor te zorgen dat leerlingen zich voor kunnen stellen dat ze de specifieke vaardigheden in het echte leven gebruiken.

endogene fantasieën

Endogene fantasieën hebben meer potentie dan exogene fantasieën om leerlingen deel

te laten nemen aan een activiteit. Exogene fantasieën zijn die fantasieën waarbij er weinig of geen intrinsieke connectie bestaat tussen het leren en de fantasy. Endogene fantasieën zijn die fantasieën waar die connectie er wel is.

4.6 Toepassing van de motivatietheorieën op Elo

Belangrijk voor Elo is dat het doel van de applicatie niet uit het oog verloren wordt. De gebruiker kan best gemotiveerder zijn als Elo er heel erg gelikt uit ziet en bol staat van de spel-elementen, maar dit draagt op een gegeven moment niet meer bij aan hetgeen de gebruiker van Elo leert. Bij het toevoegen van meer eye-candy of het introduceren van spel-elementen moet altijd nagedacht worden of dit niet te veel afleidt van het leren. Als de gebruiker langer achter Elo zit, maar er minder van leert, hebben de toepassing van de theorieën hun doel gemist.

De theorieën zijn niet speciaal ontwikkeld voor het motiveren van dove en slechthorende kleuters. Er zijn wel artikelen zoals die van Hanna et al. (1998), waar de motivatietheorie van Malone ook aangehaald wordt als het gaat om onderzoek naar hoe er het best software ontworpen kan worden voor kinderen, maar nog steeds niet voor dove en slechthorende kinderen. Bij elk punt van de motivatietheorieën is het belangrijk om dit mee te nemen en de theorieën eventueel te vertalen naar deze doelgroep. Bijvoorbeeld het gebruik van geluid om de aandacht te trekken is bij deze doelgroep niet bruikbaar. Voor het introduceren van een competitie-element geldt hetzelfde, dit ontwikkelt zich in de meeste gevallen pas op latere leeftijd (Heuvelman, 2002), dus meeste gebruikers zullen hier niet door aangesproken worden. Voor de motivatietheorie Keller betekent dit het volgende:

Attention

op het punt van attention moet er rekening mee gehouden worden dat er niet overmatig gebruik gemaakt wordt van animaties (Mayer et al., 2001). Een kleuter kan zich maar op één onderwerp tegelijk richten (Kohnstamm, 1996), dus als er teveel bewegende elementen in beeld zijn leidt dit af. Mouseovers kunnen niet gebruikt worden in Elo, omdat er geen muis aanwezig is. Het gebruik van geluid is eveneens niet mogelijk, omdat veel gebruikers dit niet kunnen horen.

Relevance

Bij het voorbeeld van het Kid's college, wordt een prijs uitgereikt; dit heeft bij Elo weinig nut, omdat het (1) niet de aard van de applicatie is om de gebruiker te belonen met prijzen en (2) kleuters nog niet zoveel gemotiveerd worden door competitie (Heuvelman, 2002; Higgins & Turnure, 1984). De applicatie is zo ingericht dat gebruiker de voldoening haalt uit het werken met Elo en het leren van nieuwe gebaren. Hierdoor hoort het gebruik van extrinsieke beloningen als prijzen voor behaalde resultaten niet in Elo thuis.

Confidence

Succes koppelen aan persoonlijke inzet en vaardigheid is ook bij kleuters van belang, maar het is de vraag of het gebruik van scoreoverzichten, zoals bij Kid's college, bijdragen aan het motiveren van het kind. Hij zal eerder gemotiveerd worden doordat hij kan laten zien wat hij geleerd heeft (Hanna et al., 1997), dan doordat hij in een overzichtje kan zien wat het afgerond heeft.

Satisfaction

Hier geldt ook weer dat het scorebord en de prijzenkast niet de beste middelen zijn om kleuters te motiveren, omdat dit inspeelt op het motiveren van de gebruiker door middel van het introduceren van een competitie-element en kleuters hierdoor niet zoveel gemotiveerd worden (Heuvelman, 2002; Higgins & Turnure, 1984). Het gebruiken van audio-elementen voor de positieve bekrachtiging is niet bruikbaar, omdat veel gebruikers dit niet zullen horen.

Alle punten die hier niet genoemd zijn, hoeven ook niet speciaal voor de doelgroep kleuters te worden aangepast. Het overgrote deel van Keller's motivatietheorie kan dus rechtstreeks toegepast worden.

Voor de motivatietheorie van Malone betekent het aanpassen van de theorie aan de doelgroep het volgende:

Challenge

Het motiveren van een kleuter door middel van lange termijn doelen kan lastig zijn, aangezien de jongste kleuters nog alleen in het heden leven en nog weinig besef van verleden of toekomst hebben (Beemen, 2001). Bij het relateren van de stof aan een fantasie of denkbeeldige context, moet er wel rekening mee gehouden worden dat de grens tussen fantasie en werkelijkheid voor kleuters nog niet zo duidelijk aanwezig is.

Curiosity

De nieuwsgierigheid die hier genoemd wordt, is een nieuwsgierigheid naar het programma. Deze nieuwsgierigheid is hetgeen de gebruiker motiveert. Aan de andere kant is een kleuter van nature erg nieuwsgierig naar zijn omgeving en is hierdoor snel afgeleid als er veel om hem heen gebeurt (Higgins & Turnure, 1984), terwijl hij met Elo aan het werken is.

Control

Het punt van vrije keus is lastig toe te passen op Elo. De gebruiker moet aan de ene kant voldoende vrijheid hebben om een gevoel van controle te hebben, waar Malone de nadruk op legt. Aan de andere kant is er in Elo gekozen voor een drill and practice aanpak, zie sectie 2.4.1 voor uitleg. Bij deze aanpak wordt het kind vrij strikt door het programma heen geleid. Met vrij strikt wordt bedoeld dat het kind alleen kan doen wat er van hem of haar verwacht wordt en als het iets anders wil doen, dit veelal niet mogelijk is. Hierdoor wordt het kind erg in zijn vrijheid beperkt, hetgeen ook het doel is van de drill and practice methode. Om er niet voor te zorgen dat het kind het gevoel van controle kwijtraakt, zal er binnen het punt Control van Malone meer nadruk moeten worden gelegd op de andere methodes om dit te bereiken, dan het verschaffen van vrijheid voor de gebruiker om zijn eigen keuzes te maken in wat hij of zij wil leren. Een in ontwikkeling zijnde verandering kan hier al voor zorgen. Bij deze verandering krijgt de gebruiker aan het begin de keus om zelf de oefening te selecteren wat het wil aanmaken.

Fantasy

Kleuters hebben een erg levendige fantasie. Hierop inspelen kan dan ook erg motiverend werken, omdat de applicatie dan goed aansluit bij hun belevingswereld. Het is alleen

wel belangrijk om er rekening mee te houden dat veel kleuters nog geen onderscheid kunnen maken tussen werkelijkheid en fantasie (Kohnstamm, 1996).

Net als bij de theorie van Keller kan de theorie van Malone ook voor het grootste gedeelte ongewijzigd toegepast worden.

Tussen de twee theorieën is een kleine overlap aanwezig. Beide hebben het bijvoorbeeld over het goed afstemmen van het niveau op de gebruiker en beide zien het zelfvertrouwen als een belangrijk punt bij het motiveren van de gebruiker. Toch is het niet nodig om bepaalde overlap eruit te filteren en een model op te stellen waarin beide theorieën gecombineerd worden, omdat de insteek bij beide theorieën anders is. Keller gaat bijvoorbeeld veel dieper in op het zelfvertrouwen, dan Malone, terwijl deze weer dieper in gaat op het uitdagen van de gebruiker. Het doel van de evaluatie in hoofdstuk 7 is uiteindelijk niet zo zeer het aandragen van verbeteringen van de huidige applicatie, maar het goed beargumenteren van de redenen waarom de applicatie op sommige punten erg motiverend is en op dit andere punten nog verbeterd kan worden. Op deze manier kan er een goed beeld geschetst worden van de sterke en zwakke punten op het gebied van het motiveren van de gebruiker en blijft de discussie open staan, of de voorgestelde verbeteringen de problemen aanpakken die gesignaleerd worden, of dat deze soms aan het beeld van de NSDSK over Elo voorbij schieten. Beide theorieën kunnen dan ook met de aanpassingen voor de kleuters als doelgroep in huidige vorm worden gebruikt om Elo mee te evalueren.

De manier waarop de theorieën gebruikt kunnen worden als uitgangspunt voor een evaluatie van Elo is relatief eenvoudig. Aan de hand van de systematische opbouw van de theorieën kan per punt gekeken worden of Elo hier gebruik van maakt. Om tot verbeteringen of voorstellen voor een andere aanpak te komen, kunnen de voorbeelden die erbij staan gebruikt worden. Het belangrijkste is echter het signaleren van punten waarop Elo de gebruiker al motiveert en het signaleren van punten waarop Elo nog verbeterd kan worden. Hoe dat vervolgens het best ingevuld kan worden, zal besproken moeten worden met meerdere partijen. Het is wel nuttig om er alvast over na te denken en voorstellen voor verbetering te doen (Brehm et al., 2002).

4.7 Conclusie

Uit dit hoofdstuk blijkt, dat de twee motivatietheorieën beide een goed uitgangspunt bieden voor een evaluatie van Elo met motivatie als uitgangspunt. De onderdelen van de theorieën bevatten belangrijke elementen zoals het vasthouden van de aandacht, het geven van controle aan de gebruiker, het wekken van de nieuwsgierigheid van de gebruiker en het opbouwen van het zelfvertrouwen van de gebruiker. Allemaal punten waar aan gedacht moet worden bij het ontwerpen van zo'n applicatie, maar waar bij het implementeren nogal eens aan voorbij geschoten wordt. Het is dus goed om bij dit soort thema's achteraf te controleren of deze er wel in zitten en of deze nog eventueel verbeterd kunnen worden. Er dient wel rekening gehouden te worden met de in sectie 4.6 aangedragen punten, maar dit is ook gebeurd in de toepassing van deze theorieën op Elo. Het onderzoek waarin de motivatietheorieën zijn toegepast op Elo is terug te vinden in hoofdstuk 7.

Hoofdstuk 5

Het betrouwbaarheidsprobleem van de GTH

Bij het Elo project wordt een gebarentaalherkenner (GTH) gebruikt die aan de TU Delft ontwikkeld wordt. Het doel van deze GTH is het goed of fout keuren van een door de gebruiker gemaakt gebaar. De GTH weet wat voor gebaar het verwacht en controleert vervolgens of het gemaakte gebaar hiermee overeen komt en geeft het resultaat door aan Elo. Het probleem is dat de GTH niet altijd het gebaar goed kan herkennen. De redenen hiervoor zijn te vinden in de hoofdstuk 3 en sectie 2.2.4. Het gevolg hiervan is dat de uitvoer van de GTH niet betrouwbaar is. Er is een drietal manieren om dit probleem te verhelpen:

1. het verbeteren van de GTH zelf. Dit gebeurt al aan de TU Delft, alleen kost dit proces erg veel tijd. Het is dan ook zeker dat dit onderzoek de GTH niet binnen korte tijd zoveel zal verbeteren dat het geen problemen meer oplevert voor de betrouwbaarheid van de beoordeling;
2. een snellere methode is het eruit filteren van gebaren die de GTH minder goed kan herkennen. Dit gebeurt al tijdens het trainen van de GTH en bij het selecteren van gebaren voor Elo, maar dit wordt dan alleen getest met volwassenen. Nadat de GTH geschikt gemaakt is voor kinderen, door rekening te houden met het kleinere postuur van de kinderen, wordt dit niet meer getest. Als dit wel zou gebeuren, kunnen de gebaren die dan slecht herkend worden, alsnog aangemerkt worden als slecht herkenbaar en verwijderd worden uit Elo. Dit kan echter pas als de GTH in gebruik genomen is, omdat de NSDSK beperkte toegang heeft tot de doelgroep en de gebruikerstesten voor andere zaken wil gebruiken;
3. de laatste methode is het aanpassen van de feedback, zodat de onbetrouwbare beoordelingen zo min mogelijk invloed hebben op de gebruiker. In de spraakherkenning zijn er bijvoorbeeld applicaties waarbij er bij twijfel een lijstje van alternatieven aangeboden wordt, waaruit men kan kiezen. Deze oplossing is hier helaas niet bruikbaar, maar het idee van het via de feedback oplossen van een betrouwbaarheidsprobleem is wel vergelijkbaar.

In de rest van dit document wordt de aanpak besproken om het betrouwbaarheidsprobleem op te lossen. Als eerste wordt de maskeermethode besproken en vervolgens de methode waarbij er moeilijk detecteerbare gebaren uit worden gefilterd.

5.1 Betrouwbaarheidsprobleem maskeren voor de gebruiker

De meest efficiënte oplossing voor het betrouwbaarheidsprobleem is het maskeren ervan voor de gebruiker. In tegenstelling tot het uitzoeken welke gebaren goed herkend worden, kan het maskeren al tijdens de ontwikkelfase doorgevoerd worden en hoeft er niet gewacht te worden totdat de applicatie al een tijd in gebruik is. Daarnaast kost het veel minder tijd dan het verbeteren van de GTH zelf. Belangrijk is wel dat het maskeren het leren niet schaadt. Er zal dus een oplossing gezocht moeten worden, waarbij de leerling nog steeds veel leert van de oefening, maar het zo min mogelijk hinder ondervindt van de tekortkomingen van de GTH.

De middelen waarmee de onbetrouwbare beoordelingen gemaskeerd kunnen worden, zijn echter beperkt. Het enige waar de GTH invloed op heeft, is de feedback richting de gebruiker. Als de gebruiker een gebaar heeft gemaakt, wordt dit verwerkt door de GTH. Deze geeft dan feedback aan Elo in de vorm van 'goed' of 'fout'. Elo verwerkt deze feedback en geeft dit door aan de gebruiker in de vorm van een video, waarin iemand in gebarentaal aangeeft of het gemaakte gebaar goed of fout was. Deze video's zijn de enige vorm van feedback richting de gebruiker die beschikbaar is. Om het doel dus te bereiken, zal deze feedback beïnvloed moeten worden. De beïnvloeding hoeft echter alleen gebruikt te worden als de GTH het gebaar slecht herkend heeft en dus geen betrouwbare feedback kan geven. De GTH geeft dit op dit moment echter nog niet aan, dus hiervoor zal een aanpassing nodig zijn. Hoofdstuk 6 gaat in op de technische details die hierbij komen kijken. In de rest van deze sectie zal ervan uit gegaan worden dat deze aanpassing al gemaakt is, omdat het maskeren anders onmogelijk is.

Als het gaat om het beïnvloeden van de feedback bij een onbetrouwbare beoordeling is het van belang om eerst te onderzoeken op welke manieren feedback richting de gebruiker gegeven kan worden. Op dit moment wordt er alleen goed of fout teruggekoppeld, maar in hoeverre is het mogelijk om hier nog iets aan toe te voegen? Uiteindelijk gaat het erom dat het kind zoveel mogelijk van Elo leert. Uit een onderzoek van Lee et al. (2005) blijkt dat kinderen het meeste baat hebben bij een strikte beoordeling, waarbij duidelijk wordt aangegeven of het antwoord goed of fout is. Uit andere onderzoeken (Kulik & Kulik, 1988; Vockell, 2000) blijkt dat kinderen het meest hebben aan directe feedback. De exacte timing van de feedback, hoeveel seconden na een gebaar de feedback gegeven wordt, is op dit moment afhankelijk van de GTH. Deze is nog niet zo snel dat er een keuze gemaakt kan worden in hoeveel seconden er het best gewacht kan worden voordat de feedback gegeven wordt. Zodoende kan de snelheid van de feedback nog niet gebruikt worden om de feedback aan de gebruiker aan te passen. Dus het aangeven dat een gebaar goed of fout is, is goed en dat de feedback direct volgt op een gemaakt gebaar is volgens het onderzoek in hoofdstuk 7 ook een goede keus. Dan houden we alleen nog andere mogelijkheden van feedback over, bijvoorbeeld aangeven dat een gebaar bijna goed is.

Zoals beschreven staat in sectie 3.1 neemt de GTH veel gegevens mee van het gemaakte gebaar. Aan de hand van deze gegevens zou de GTH ook moeten kunnen herkennen of een fout gebaar wel in de buurt komt van het verwachte gebaar of dat het een totaal ander gebaar is. Alleen aangeven dat een gebaar bijna goed is voegt niet veel toe aan het leren, aangezien een strikte beoordeling juist goed is. Met al die gegevens zou de GTH echter moeten kunnen herkennen wat er precies fout ging als een gebaar verkeerd gemaakt is. Als

de gebruiker de gebaren bijvoorbeeld systematisch te groot of te klein maakt, dan kan dit d.m.v. de feedback kenbaar gemaakt worden aan de gebruiker. Bij dit voorbeeld zijn de te grote of te kleine gebaren niet fout, maar ook niet wenselijk. Het maken van kleine gebaren is te vergelijken met fluisteren. Het is wel goed en verstaanbaar, maar niet zo duidelijk als gewoon spreken. Bij te grote gebaren is er een vergelijking te maken met schreeuwen, wat ook niet altijd wenselijk is in een gesprek. Dus aangeven aan de gebruiker welke fout deze maakt kan de gebruiker helpen zijn techniek te verbeteren. Hierbij moeten wel twee kanttekeningen geplaatst worden. Als eerste zal het niet eenvoudig te zijn om vast te stellen wanneer een gebaar bijvoorbeeld te groot gemaakt is. Er zal nog onderzoek gedaan moeten worden naar de marges waarbinnen het gebaar netjes gemaakt is en wanneer dit niet meer het geval is. Ten tweede is een kleuter van drie nog te jong om iets met deze gedetailleerde informatie te kunnen. Al kan het wel relatief eenvoudig ingezet worden als het gebaar in de genegeerde zone, het onderste gedeelte van het beeld, gemaakt wordt. Dit zou te zien moeten zijn op het beeld en er kan dan doorgegeven worden dat het gebaar iets hoger gemaakt moet worden. Ook is het inzetbaar voor te snelle gebaren die nu genegeerd worden, omdat ze als fidgets gezien worden. Onder fidgets vallen alle bewegingen die geen gebaren zijn, zoals krabben of neuspeuteren, om deze fidgets niet als gebaar aan te zien, worden korte bewegingen genegeerd. Hiermee worden niet alle fidgets opgevangen, omdat sommige fidgets net zo lang duren als een gebaar. Het negeren van korte gebaren wordt ook gebruikt om halve gebaren te negeren, bijvoorbeeld als de gebruiker al halverwege is en dan bedenkt dat het niet het goede gebaar is. Als er geen gebaar wordt waargenomen, maar wel een andere korte beweging, dan zou geconcludeerd kunnen worden dat deze beweging waarschijnlijk toch een gebaar was. Als dit vaker voorkomt kan de gebruiker hierover geïnformeerd worden en verteld worden dat het iets langzamer moet gebaren. Als uit de praktijk blijkt dat de gebruiker ook niets met informatie kan die aangeeft dat het wat kleiner, groter, hoger of langzamer moet gebaren, dan kan de informatie wel gebruikt worden om de docent van de problemen op de hoogte te stellen. Dit kan door de informatie op te slaan en beschikbaar te stellen aan de docent. Deze kan dan het kind helpen om beter te leren gebaren.

Een andere feedback mogelijkheid is om bij een onbetrouwbare beoordeling het kind te vragen of deze het gebaar nog een keer wil maken. Dit stelt de GTH in staat om het gebaar de tweede keer wel goed te kunnen beoordelen. De kans dat het gebaar twee keer exact gelijk is aan de eerste en dus hetzelfde probleem oplevert voor de GTH is nihil, omdat een mens nooit twee keer exact hetzelfde gebaar maakt (Crasborn, 2006). Hierdoor zal het gebaar de tweede keer altijd afwijken van de eerste keer en dit stelt de GTH in staat om het gebaar de tweede keer wel goed te beoordelen. Volgens de NSDSK kan een kind alleen niet te vaak worden gevraagd of deze het gebaar wil herhalen, dus met de frequentie moet erg opgepast worden. In dit geval kan er beter voor gekozen worden om het betreffende gebaar snel weer te vragen.

Gezien de twijfel over hoeveel een kleuter heeft aan specifieke informatie over wat er fout ging en gezien het feit dat vragen om herhalen zeer schaars mag voorkomen, kan gesteld worden dat de enige echt nuttige feedback alleen de beoordeling zelf is. Om de onbetrouwbare beoordelingen te maskeren zullen er argumenten gevonden moeten worden om de uitkomst van de beoordeling te beïnvloeden.

Nu is de vraag welke argumenten geschikt zijn om als uitgangspunt te dienen voor het

beïnvloeden van de feedback, op het moment dat er een beoordeling niet betrouwbaar is. Voor het kiezen van deze argumenten moet eerst het doel van de beïnvloeding duidelijk zijn. Het doel is uiteindelijk niet zo zeer de maskering van de onbetrouwbare beoordelingen van de GTH, maar om ervoor zorgen dat het kind ook zoveel mogelijk leert van de minder betrouwbare beoordelingen. Uit een onderzoek in Amerika (Lee et al., 2005), bij een soortgelijke applicatie, kwam naar voren dat kinderen het meest leren van een strikte beoordeling. De feedback beïnvloeden mag er dus niet voor zorgen dat de kans dat de onbetrouwbare beoordeling correct is, afneemt. Dit zorgt ervoor dat als een kind het bijvoorbeeld leuker vindt om 'goed' teruggekoppeld te krijgen en er aan de hand daarvan wordt besloten om bij twijfel 'goed' terug te koppelen; dat maakt de applicatie misschien wel leuker voor het kind, maar het leert er niet direct meer van, omdat deze beïnvloeding van de feedback er niet toe leidt dat de kans dat de beoordeling correct is, groter wordt. De kans neemt bij zo'n argument zelfs eerder af. Daarom zal er informatie gevonden moeten worden waarmee de kans dat de onbetrouwbare beoordeling correct is, verhoogd kan worden. Er is echter nog geen onderzoek gedaan naar wat voor beoordelingen er in de categorie onbetrouwbaar terecht komen en in hoeverre deze correct of incorrect zijn. Op dit moment is dit ook nog niet mogelijk, omdat het nog niet bekend is wanneer een beoordeling wel en niet betrouwbaar is. Dit gebrek aan informatie leidt er toe dat er geen argumenten gevonden kunnen worden voor het beïnvloeden van de feedback, zodat de gebruiker er daadwerkelijk meer van leert. Het is wel mogelijk dat deze informatie in de toekomst beschikbaar is, als er meer onderzoek is verricht naar hoe de GTH gebaren beoordeelt. Nu biedt alleen het verbeteren van de GTH zelf de oplossing voor het betrouwbaarder maken van een beoordeling, dus moet de conclusie getrokken worden dat hiermee het nut van het beïnvloeden van de feedback vervalst.

Toch is er nog wel een mogelijkheid om de onbetrouwbare beoordelingen te maskeren voor de gebruiker. Uitgangspunt is ook hier dat de betrouwbaarheid bekend is. Als een beoordeling onbetrouwbaar is, kan er voor gekozen worden om deze niet mee te nemen in de eis dat een kind elk gebaar drie maal achter elkaar goed moet maken, voordat het de oefening kan afronden. Zie sectie 1.2.1 voor meer uitleg over de productieoefening. Dit is een betere optie dan het vragen of de gebruiker het gebaar nog een keer wil maken, omdat deze methode vaker toegepast kan worden en niet de vaart uit de oefening haalt. Een nadeel is echter wel dat als een gebaar altijd of erg vaak slecht herkend wordt, het negeren van de beoordeling er toe kan leiden, dat Elo dit gebaar eindeloos zal blijven vragen en er geen einde aan de oefening komt. Het negeren zal dus uiteindelijk ook met mate toegepast moeten worden. Exacte getallen over hoe vaak een gebaar genegeerd kan worden, zijn moeilijk te geven. Dit is erg afhankelijk van hoe vaak onbetrouwbare beoordelingen voorkomen.

Goed maskeren van de onbetrouwbare beoordelingen blijkt bijna onmogelijk voor deze doelgroep, al kan het negeren van deze beoordelingen een hoop leed besparen.

5.2 De herkenbaarheid van gebaren

De GTH heeft meer moeite met de herkenning van het ene gebaar dan het andere. Dit komt o.a. doordat sommige gebaren voor het gezicht gemaakt worden en de GTH kan het gezicht en de handen niet altijd zo goed onderscheiden, omdat deze werkt met huidskleur detectie.

Template tracking, zie hoofdstuk 3 voor uitleg, wordt gebruikt om dit probleem aan te pakken, maar het kan er nog niet voor zorgen dat deze gebaren even goed herkend kunnen worden als gebaren waarbij dit niet voorkomt. Gebaren waarbij de handen elkaar kruisen blijven een even groot probleem met template tracking. Bij gebaren waar dit veel in voorkomt is het vrij eenvoudig om te concluderen dat deze gebaren beter niet in de oefeningen opgenomen kunnen worden. Voor andere gebaren is het veel lastiger om te achter halen of deze wel of niet goed herkend zullen worden. Om gebaren die slecht herkend kunnen worden er toch uit te kunnen filteren kan de betrouwbaarheid een rol spelen. In sectie 5.1 is voorgesteld om de betrouwbaarheid van de herkenning door te geven aan Elo. Mocht deze betrouwbaarheid bij een bepaald gebaar erg vaak laag zijn, dan kan besloten worden om dit gebaar weg te laten uit de oefeningen en/of te vervangen door een ander gebaar. Hiervoor is het nodig dat de kwaliteit van de herkenning per gebaar bijgehouden wordt in Elo. Als dit gebeurt, dan kan deze informatie eenvoudig uitgelezen worden en gebruikt worden voor het beoordelen van de herkenbaarheid van de gebaren.

5.3 Resultaten van de analyse

Om het betrouwbaarheidsprobleem van de GTH aan te kunnen pakken is er een uitvoer van de GTH nodig die aangeeft hoe goed het gebaar herkend is. Als de herkenning betrouwbaar is, dan kan er gewoon feedback gegeven worden en gebeurt er verder niets. Bij een onbetrouwbare herkenning zijn er meer mogelijkheden. De feedback zal gewoon gegeven worden, omdat het beïnvloeden hiervan niet leidt tot een betere leerervaring. Wel kan het gebaar niet meegenomen worden in de geschiedenis, zodat een fout in de herkenning niet leidt tot het onnodig vaak herhalen van een plaatje. Elk gebaar moet drie maal achter elkaar goed gemaakt worden door de leerling. Bij een fout gaat de teller weer op nul en moet de gebruiker weer proberen om drie maal achter elkaar het gebaar goed te maken. Als het afkeuren van een gebaar veroorzaakt wordt door een verkeerde beoordeling is dat hinderlijk voor de gebruiker. Deze moet dan een gebaar, dat hij of zij al beheerst, vaker maken, terwijl die tijd ook aan gebaren besteed kan worden die hij of zij nog niet kent. Daarnaast kan er gekozen worden voor een andere feedback, namelijk vragen of het gebaar nog een keer gemaakt wordt, al is deze mogelijkheid is niet de meest wenselijke, omdat het kind dan alsnog hinder ondervindt van de slechte herkenning. Een betere mogelijkheid is dat het plaatje sneller weer getoond wordt dan normaal het geval zou zijn geweest, zodat er dan wel een goede herkenning kan plaatsvinden. Dit zijn echter de enige mogelijkheden om de onbetrouwbare beoordelingen te maskeren. De kennis van de betrouwbaarheid van de herkenning van een gebaar kan wel leiden tot het detecteren van welke gebaren nu goed en slecht herkenbaar zijn. Hierbij kunnen de slecht herkenbare gebaren geschrapt worden, zodat de applicatie uiteindelijk betrouwbaarder wordt. Er kan een mogelijk geschapen worden om te ontdekken welke fout de gebruiker maakt als deze verkeerd antwoordt. De gebruikersgroep is echter te jong om iets met deze informatie te kunnen. Daarnaast kan herkend worden of de gebruiker op een manier gebaat die het herkennen van het gebaar moeilijk maken voor de GTH. Bijvoorbeeld bij een gebaar dat te laag gemaakt wordt en dus genegeerd door de GTH. Het kind kan dan bij herhaling van dit probleem gevraagd worden om de gebaren iets hoger te maken, maar ook hier is het de vraag of het kind hier iets mee kan. De informatie kan wel opgeslagen worden en beschikbaar gesteld worden voor de docent. Deze kan het kind dan helpen met het probleem. De gedetailleerde informatie over welke fout de gebruiker gemaakt heeft, kan ook beschikbaar gesteld worden

aan de docent. Het is momenteel nog niet mogelijk om deze fouten te detecteren, maar de informatie waarmee dit zou kunnen gebeuren is wel aanwezig in de GTH.

Hoofdstuk 6

De betrouwbaarheid van een beoordeling

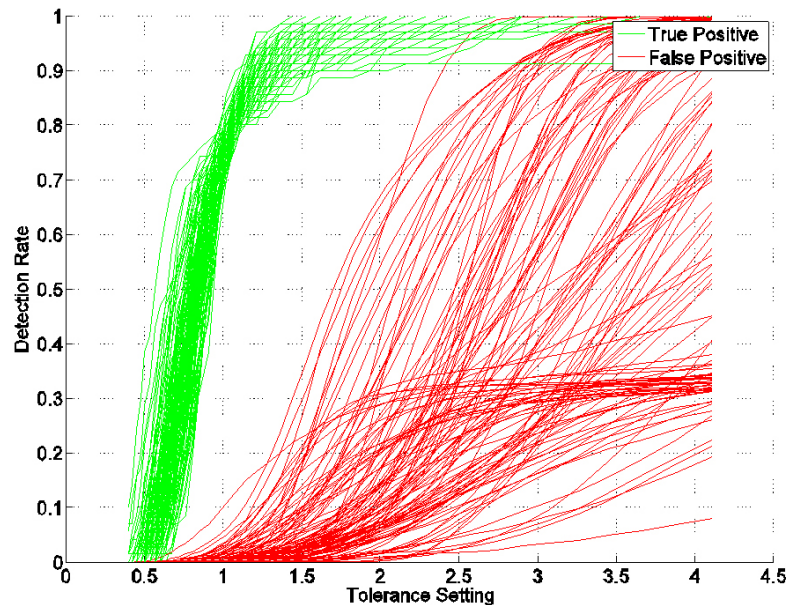
In hoofdstuk 5 wordt beargumenteerd dat informatie over de betrouwbaarheid van de herkenning gebruikt kan worden om de gebruiker minder last te laten hebben van de onbetrouwbare beoordelingen van de gebarentaalherkenner (GTH). Hiervoor zijn echter wel aanpassingen nodig in de uitvoer van de GTH. De uitvoer die de GTH nu geeft, is een getal tussen de 0 en de 2, waarbij alles wat 1 of hoger is, wordt goed gekeurd en alles wat lager is dan 1, wordt afgekeurd. De maatstaf hiervoor is dat 90% van de goede gebaren goedgekeurd moet worden. Het getal geeft dus niet aan hoe goed ze overeen komen met de features die de GTH verwacht, maar alleen dat de beoordeling voor 90% zeker goed is, als het getal hoger dan 1 is. Dit wil dus niet zeggen dat een beoordeling met een uitvoer van 1,5 een grotere kans heeft om goed te zijn dan een beoordeling met een uitvoer van 1. In theorie kunnen ze allebei even goed zijn. Met andere woorden het getal geeft weinig extra informatie en is hierdoor niet bruikbaar om de kwaliteit van de herkenning af te lezen. Meer informatie over hoe de GTH werkt is te vinden in hoofdstuk 3.

Er zal dus een andere oplossing gevonden moeten worden voor dit probleem. In de rest van deze sectie wordt eerst gekeken welke mogelijkheden er zijn om informatie over de betrouwbaarheid beschikbaar te maken. Daarna wordt gekeken hoe en of deze mogelijkheden toepasbaar zijn. In sectie 6.3 wordt nog de prognose gegeven over de werking van de voorgestelde aanpassingen en als laatste wordt er gekeken of de voorgestelde aanpassingen bruikbaar zijn voor de toepassing van de voorgestelde methodes om het betrouwbaarheidsprobleem aan te pakken.

6.1 De middelen om de betrouwbaarheid vast te stellen

De GTH loopt een aantal fases door voordat het gebaar goed of fout gekeurd wordt, zoals al is beschreven in sectie 3.1. Hier volgt nog even een korte samenvatting. In de eerste fase maakt de gebruiker het gebaar en worden de handen zo goed mogelijk gevolgd door de GTH. Hiervan worden veel features opgeslagen die vervolgens gewarped worden naar het referentie-gebaar. Dit warpen betekent niets meer, dan ervoor zorgen dat de momenten waarop een bepaald onderdeel van een gebaar gemaakt moet worden overeen komt met hetzelfde moment van het referentie-gebaar, zodat de twee vergeleken kunnen worden. Als

dit eenmaal gebeurd is, wordt er door een getrainde detector gekeken of het gebaar goed genoeg is om goedgekeurd te worden, zo niet dan wordt het afgekeurd. Deze detector bevat een bepaalde tolerance setting die aangeeft hoeveel het verwachte gebaar van het gemiddelde af mag wijken. Als deze te groot wordt genomen, dan worden er te veel foutieve gebaren goedgekeurd en als deze te krap wordt genomen, dan worden er te veel goede gebaren afgekeurd. Figuur 6.1 geeft voor een groot aantal gebaren weer hoeveel procent van de goede gebaren er goed gekeurd worden (de linkse groep lijnen) en hoeveel procent van de foute gebaren toch goed gekeurd wordt (de rechtse groep lijnen) aan de hand van de tolerance settings. Een lijn geeft de resultaten van één bepaald gebaar weer. Voor elk gebaar is er een rode en een groene lijn.



Figuur 6.1: Result of turning the tolerance gauge for all signs (Lichtenauer, 2006)

In dit proces zijn er maar twee fases waarop de betrouwbaarheid flink kan afnemen. De eerste vindt plaats bij de tracking. Als handen voor of achter elkaar langs gaan, is het lastig om links en rechts nog goed uit elkaar te houden. Eenzelfde probleem treedt op als de handen voor het gezicht gehouden worden. De handen worden op huidskleur herkend en daarbij wordt het gezicht ook meteen herkend. In figuur 6.2 is hier een voorbeeld van te zien. Doordat zowel de handen als het gezicht eruit zien als witte vlekken kan de GTH ze niet uit elkaar houden. Om dit op te vangen wordt er gebruik gemaakt van template tracking, waarbij de posities van de handen bepaald worden aan de hand van de positie in het vorige frame. Template tracking werkt echter nog niet even goed als de gewone tracking, waardoor de herkenning van gebaren waarbij de handen voor elkaar zitten of voor het hoofd nog steeds lastiger is. Het probleem van handen die elkaar kruisen kan niet opgelost worden met template tracking.

De tweede fase is die van de detector. Er is voor gekozen dat de detector minstens 90% van de goede gebaren ook daadwerkelijk goed moet keuren en dit is dan ook het uitgangspunt voor het bepalen van de tolerance setting. In figuur 6.1 is duidelijk te zien dat er bij een Detection Rate van 0.9 voor de True Positives altijd False Positives aanwezig zijn. Hierbij dient wel

vermeld te worden dat de foute gebaren compleet andere gebaren zijn en niet een te slordige uitvoering van het goede gebaar. Bij de detectie van gebaren worden dus fouten gemaakt en sluipt de onbetrouwbaarheid erin. Om iets aan de betrouwbaarheid te kunnen doen moet er dus naar de tracking en/of naar de detector gekeken worden. In de volgende sectie wordt dit beschreven.



Figuur 6.2: Voorbeeld van de huidskleurdetectie

6.2 Toepassing van de middelen

Er wordt al rekening gehouden met de beperkingen van de tracking bij het uitkiezen van bepaalde gebaren voor een oefening. Het blijkt echter dat ook na deze schifting, nog steeds niet alle gebaren goed getracked worden. Het is nog niet duidelijk waar dit nu precies aan ligt en of dit herkend kan worden. De tracking kan dus nog niet gebruikt worden om de betrouwbaarheid van een beoordeling te achterhalen.

Het enig overgebleven middel is de detector. Voor het trainen van een detector spelen er twee factoren een rol. De tolerance setting, deze is in sectie 3.1 al beschreven. De tweede factor die in die sectie beschreven wordt is de calibratie. Er kan gebruik gemaakt worden van een positieve of negatieve calibratie. Positive Calibration probeert een bepaalde Detection Rate te behalen van goedgekeurde goede gebaren, terwijl Negative Calibration een bepaalde Detection Rate nastreeft van correct afgekeurde foutieve gebaren. Hiermee kan de betrouwbaarheid wel weergegeven worden. Namelijk door meerdere detectoren te gebruiken met verschillende tolerance settings en calibraties. Het zou al een grote vooruitgang zijn als er een onderscheid gemaakt kan worden tussen beoordelingen die een grote kans hebben om correct te zijn en beoordeling waarbij deze kans veel kleiner is.

Een implementatie hiervan is om te beginnen met een hele strikte detector, die probeert te voorkomen dat er foute gebaren goedgekeurd worden. Hiervoor kan de Positive calibration gebruikt worden met een Detection Rate kleiner dan 0.9, zodat de kans op False Positives kleiner wordt. Deze detector levert uiteindelijk een beperkte set van goedgekeurde gebaren op met een hoge betrouwbaarheid. Voor het gemak krijgt deze groep het label 'Vrij zeker goed'.

Een tweede detector beoordeelt de overgebleven gebaren, dit zijn de gebaren die door de

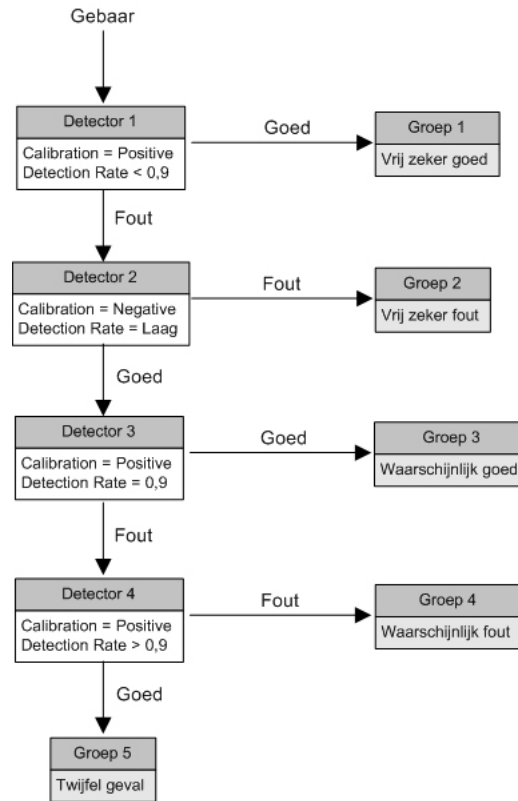
eerste detector fout zijn bevonden. Deze detector kan iets soortgelijks doen als de eerste, alleen gebruikt nu Negative Calibration om foute gebaren eruit te filteren. De dataset die gebruikt is bestaat uit alle gebaren die in de GTH kan herkennen. Als een gemaakt gebaar meer lijkt op een ander gebaar uit de set dan op het verwachte gebaar kan deze hier fout gekeurd worden. Het is alleen nog de vraag of sommige gebaren niet te veel op elkaar lijken, waardoor ook goede gebaren hier worden fout gekeurd. Door de detection rate laag te houden kan er hopelijk voor gezorgd worden dat alleen gebaren die echt niet lijken op het verwachte gebaar afgekeurd worden. Als dit in de praktijk niet blijkt te werken, kan deze stap ook overgeslagen worden. Als het wel werkt zijn, door de lage detection rate, de gebaren die hier fout gekeurd worden vrijwel zeker foute gebaren geweest en krijgen het label 'Vrij zeker fout'. De volgende detector zal ervoor moeten zorgen dat 90% van de goede gebaren goedgekeurd worden. Hiervoor kan gewoon de huidige detector ingezet worden. De Detection Rate is dan 0.9. De gebaren die hier goedgekeurd worden zullen niet allemaal goed zijn. Het label 'Waarschijnlijk goed' is hier op zijn plaats.

We houden nu een verzameling gebaren over die waarschijnlijk fout zijn, maar de Detection Rate was slechts 0.9 en geen 1. Het zou ideaal zijn als de Negative Calibration nu ingezet kon worden met een hoge detection rate om te kijken of de afgekeurde gebaren ook daadwerkelijk fout zijn. Het enige dat de Negative Calibration kan bieden is echter het detecteren of het gemaakte gebaar niet erg veel op een ander gebaar uit de dataset lijkt. Het is ook niet mogelijk om alle foute gebaren op te nemen in een dataset, zo'n set zou dan een set moeten zijn met alle mogelijke fouten en dit is onmogelijk. Een andere aanpak is dus vereist. Het gaat nu alleen nog om de scheiding tussen gebaren die op het randje liggen en met een beetje geluk of pech net wel of net niet goedgekeurd zijn. Gebaren die in deze regio terechtkomen hebben de laagste zekerheid van beoordeling. Dus een detector met een Detection Rate die net iets hoger is dan 0.9 kan de gebaren er nog uifilteren die door de vorige detector nog fout gerekend werden. Deze gebaren worden door deze detector dan wel goedgekeurd. Gebaren die ook niet door deze filter heen komen, zijn met een redelijk grote zekerheid fout. Het label 'Waarschijnlijk fout' geeft nog het verschil aan tussen de gebaren die eerder al afgekeurd waren en in de groep 'Vrij zeker fout' zitten en de gebaren uit de huidige groep.

Gebaren die door de laatste detector wel goed gekeurd zijn, hebben de minst betrouwbare beoordeling en kunnen in een groep, met het label 'Twijfel geval', gestopt worden. De beoordeling van deze gebaren is vrijwel volledig vrij te kiezen, omdat de betrouwbaarheid van de herkenning erg laag is.

Na deze laatste detector zijn alle gebaren in een groep ingedeeld die naast de beoordeling ook aangeeft hoe betrouwbaar de herkenning is. In figuur 6.3 is een overzicht van de voorgestelde implementatie te vinden.

Deze implementatie levert dus vijf groepen op waarbinnen alle beoordelingen zullen vallen, doordat er meerdere detectoren gebruikt worden. Met deze vijf groepen is een verdeling gemaakt in de betrouwbaarheid van een beoordeling. Dit betekent dat door deze methode te gebruiken, het mogelijk is om de zekerheid weer te geven. De tijd die een detector erover doet om een beoordeling te maken, is 20 milliseconde, dus het gebruik van vier detectoren i.p.v. één levert geen significante vertraging op. In het geval een beoordeling van een gebaar niet in de groepen 'Waarschijnlijk fout' of 'Twijfel geval' terechtkomt, is het niet nodig om alle 4 de detectoren te gebruiken. Als een gebaar eenmaal in een groep is ingedeeld, dan hoeven de overige detectoren dit gebaar niet meer te beoordelen.



Figuur 6.3: Figuur van de voorgestelde implementatie

6.3 Prognose van de werking

Er bestaat een mogelijkheid dat de tweede detector gebaren correct afkeurt, terwijl deze anders goed gekeurd zouden zijn. Dit is echter niet de verwachting. Er is een grote kans aanwezig dat de tweede detector teveel False Negatives zal opleveren en daardoor niet bruikbaar is. De winst van deze aanpak zit hem dan ook puur in het weergeven van de betrouwbaarheid van de beoordeling.

De informatie over de betrouwbaarheid die geboden wordt, biedt voldoende mogelijkheden om te gebruiken in de voorgestelde methodes uit hoofdstuk 5 om het betrouwbaarheidsprobleem aan te pakken. De verdeling in 5 groepen is niet vereist, maar de groep 'Twijfel geval' levert nu wel een groep van beoordelingen van gebaren op met een slechte betrouwbaarheid. Deze groep kan o.a. gebruikt worden voor het detecteren van moeilijk herkenbare gebaren. De gebaren die veel in de groepen 'Vrij zeker goed' en 'Vrij zeker fout' terecht komen kunnen aangeven welke gebaren de GTH goed kan herkennen.

De uitvoer van de GTH hoeft bij deze implementatie geen getal meer te zijn, maar eerder de naam van de groep waar het gebaar bij hoort. Elo kan deze uitvoer gebruiken om de feedback richting de gebruiker aan te passen aan de betrouwbaarheid, zoals beschreven staat in hoofdstuk 5.

Hoofdstuk 7

Het vasthouden van de aandacht in Elo

In hoofdstuk 5 is uit de analyse gebleken dat het maskeren van de onbetrouwbare beoordelingen maar tot op beperkte hoogte mogelijk is. De gebruiker zal dus geconfronteerd worden met incorrecte beoordelingen en zal soms iets langer moeten wachten op een respons van Elo als een gebaar te snel of te laag gemaakt is, waardoor het gemaakte gebaar genegeerd wordt. Daarnaast zijn kinderen tussen de drie en de vijf jaar nogal nieuwsgierig aangelegd en hebben ze moeite om zich lang met een onderwerp bezig te houden (Higgins & Turnure, 1984). Dit levert ook bij het Elo project de nodige problemen op. Gelukkig is hier al veel onderzoek naar gedaan, omdat dit probleem ook bij oudere kinderen voorkomt. Men is het er dan ook over eens dat, als de aandacht verslapt en de gebruiker de neiging krijgt om weg te kijken, geluid het middel is om de aandacht weer op het scherm gericht te krijgen (Mills & Sorensen, 2004; Vockell, 2000). Het maakt dan niet uit of er een muziekje voor gebruikt wordt of korte geluidseffecten, geluid is het middel. Bij doven levert dit dus een probleem op. Geluid vult de hele ruimte en bereikt de gebruiker dus ook als deze niet naar het scherm kijkt. Voor doven is zo'n middel er niet. Andere oplossingen, zoals het laten knipperen van een scherm om via licht de aandacht weer op het scherm te krijgen zijn nogal vervelend voor de gebruiker als deze toegepast worden, terwijl de gebruiker naar het scherm kijkt, dus zal er gedetecteerd moeten dat een gebruiker wegstijgt, om alleen dan het scherm te laten knipperen. Deze mogelijkheid is er niet, dus zal voorkomen moeten worden dat de gebruiker wegstijgt. Het is niet de bedoeling om dit helemaal te voorkomen, want de gebruiker moet zich niet in zijn vrijheid om weg te kijken beklemd voelen. Geluid wordt echter ook gebruikt om te voorkomen dat de aandacht verslapt. Door na een tijdje enthousiaste muziek te laten horen kan de gebruiker bijvoorbeeld weer aangemoedigd worden om verder te gaan. Het gemis van het geluid zal ook op andere manieren opgevangen moeten worden. Hoe deze aandacht vastgehouden kan worden, zonder geluid te gebruiken is wat hieronder besproken wordt. Door deze aandacht vast te houden, is het de verwachting dat het kind het ook eerder zal accepteren van Elo als het een verkeerde beoordeling krijgt, of als het iets langer moet wachten op een respons van Elo.

7.1 Waarom de aandacht vasthouden zo belangrijk is voor Elo

Het vasthouden van de aandacht is bij elke applicatie relevant, maar omdat Elo voor kleuters ontwikkeld wordt, is dit extra belangrijk. Er kan niet vanuit gegaan worden dat kleuters zelf

beseffen dat het leren van nieuwe gebaren belangrijk voor hun is. De applicatie zelf zal dus op een andere manier moeten aansluiten bij de intrinsieke motivatie van de kleuter. Zorgen dat de applicatie vermaakt, is hier een voorbeeld van: door de applicatie "leuk" te maken wordt de intrinsieke motivatie gestimuleerd. Daarnaast kan de niet optimaal functionerende GTH nog voor oponthoud zorgen, waardoor de gebruiker de aandacht verliest. Dit probleem wordt deels opgelost door de herkenning te verbeteren, maar het andere gedeelte zal vanuit de vormgeving en feedback kant moeten worden opgelost.

7.2 Vasthouden van de aandacht in Elo

De in hoofdstuk 4 besproken theorieën gaan onder andere over het vasthouden van aandacht. Er wordt gesteld dat dit de motivatie verhoogd, maar ook het omgekeerde is waar. Als de gebruiker gemotiveerd is, zal zijn aandacht minder snel afglijden. Het is echter van groot belang dat er een balans aanwezig is tussen het motiveren van de niet-gemotiveerde gebruiker en het met rust laten van de gemotiveerde gebruiker. Dit is het uitgangspunt om met de motivatietheorie iets te kunnen bereiken. Daarnaast is er wel veel theorie geschreven over motivatie en hoe deze in praktijk zou moeten werken, maar het vinden van strategieën om het toe te passen op een applicatie als Elo is een stuk lastiger.

Er zijn wel artikelen geschreven over strategieën om de theorieën van zowel Keller als Malone toe te passen. Hoe deze strategieën toegepast kunnen worden in Elo staat beschreven in hoofdstuk 4. Aan de hand van dit hoofdstuk is nagegaan in hoeverre Elo gebruikt maakt van de in de theorieën aangewezen punten om de gebruiker te motiveren en waar dit nog verbeterd kan worden. Hierbij is gekeken naar alle oefeningen van Elo, omdat al deze oefeningen invloed hebben op hoe gemotiveerd een gebruiker is, als deze met de productioefening bezig is. Hiernaast is er nog gekeken in hoeverre automatische overgangen een bijdrage kunnen leveren aan het motiveren van de gebruiker. In de conclusie wordt per oefening uiteengezet wat de goede punten zijn en waar deze nog verbeterd kunnen worden. Bij de verbeteringen wordt tot op zekere hoogte rekening gehouden met de uitvoerbaarheid ervan binnen het Elo project.

7.3 Evaluatie a.d.h.v. Keller's motivatietheorie

De evaluatie van Keller is uitgesplitst naar de vier onderwerpen van zijn ARCS model. Deze onderwerpen zijn: attention, relevance, confidence en satisfaction. Bij Keller is de volgorde van de onderwerpen belangrijk. Zonder de gebruiker te motiveren door zijn aandacht te trekken, heeft het dus geen nut om te proberen hem te motiveren door hem voldoening te laten ervaren, aldus Keller. De volgorde van het ACRS model zal hier dan ook aangehouden worden.

7.3.1 Attention

Bij het trekken van de aandacht gaat het om drie punten, perceptuele arousal, inquiry arousal en variatie.

Keller refereert naar perceptuele arousal als het gebruik van nieuwe, verrassende, ongerijmde en onzekere gebeurtenissen. Elo zorgt hier voor door bij elk thema een nieuwe vertelplaat

aan te bieden, deze wordt gebruikt bij de vertelplaat. Deze vertelplaat maakt gebruik van vrolijke kleuren en tot de verbeelding sprekende plaatjes. De vertelplaat is alleen wel statisch. Door deze dynamisch te maken kunnen er verrassende elementen aan deze vertelplaat worden toegevoegd. Doordat er een touch screen wordt gebruikt kan er geen gebruik gemaakt worden van mouse-overs, dus als er animaties in Elo komen te zitten zullen deze random afgespeeld moeten worden of bijvoorbeeld als het item geel omlijnd wordt. Bij de andere twee oefeningen wordt de perceptuele arousal niet tot nauwelijks opgewekt. De getoonde plaatjes heeft de gebruiker al eerder gezien en er zit geen beweging in. Alleen het aapje, zie sectie 1.2.1, is hier nieuw en dynamisch, door balletjes in een ton te gooien bij een goed antwoord. Om de perceptuele arousal meer op te wekken zou hier bijvoorbeeld de achtergrond aangepast kunnen worden aan het thema, zodat de oefeningen er elke keer weer iets anders uit zien. Het aapje zou ook eens vervangen kunnen worden door een ander beestje en de balletjes, door stenen of iets dergelijks. Op deze manier komen er meer verrassende elementen in Elo komen te zitten, zonder dat de oefeningen er radicaal anders uit komen te zien. Dit laatste is belangrijk, omdat de gebruiker anders niet kan wennen aan de applicatie.

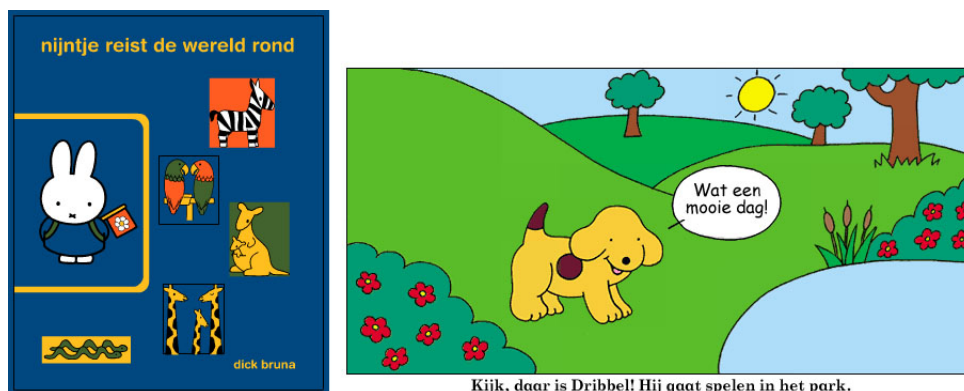
Stimuleren van het gedrag waarbij naar informatie gezocht wordt noemt Keller inquiry arousal. Deze inquiry arousal wordt bij de vertelplaat opgewekt doordat de gebruiker zelf aan moet wijzen van welk item het het gebaar wil zien. Het kind moet dus zelf actie ondernemen om het bijbehorende gebaar te zien te krijgen. Welk item het behoort te kiezen, wordt duidelijk gemaakt door dit item met geel te omlijnen. Het is wel mogelijk om andere items te kiezen, maar deze komen dan later alsnog aan bod. Door een item tegelijk geel te omlijnen moet het kind op zoek naar dit item en dit stimuleert zijn of haar motivatie. In de andere twee oefeningen wordt de inquiry arousal goed opgewekt door vragen te stellen aan de gebruiker waardoor deze de pas geleerde kennis meteen in praktijk dient te brengen. Dat dit goed werkt wordt onderbouwd door Gagnes Conditions of Learning Theory (Gagne, 1970).

Het laatste punt bij attention is variatie. De variatie die Elo biedt, zit in de thema's en in de verschillende oefeningen. Bij een nieuw thema is er telkens een nieuwe vertelplaat met nieuwe items en in de verschillende video's die er zijn om de gebruiker te laten weten of een gebaar goed of fout is. De achtergronden bij de productie en begripsoefening zijn altijd hetzelfde. Deze zouden aangepast kunnen worden aan het thema om voor meer variatie te zorgen. Er zijn drie oefeningen per thema. De indeling van de oefeningen zelf is altijd hetzelfde en voor deze doelgroep lijkt dat ook de beste keuze, omdat ze dan kunnen wennen aan de oefening en ze dan weten wat er van ze verwacht wordt. Variatie aanbrengen in de volgorde van de oefening is ook niet wenselijk, omdat de gebruiker eerst de gebaren leert kennen aan de hand van de vertelplaat. Vervolgens wordt de passieve gebarenschat geoefend met de begripsoefening en daarna de actieve gebarenschat met de productieoefening. Wel is er ruimte voor andere oefeningen waarmee de gebarenschat verder getraind kan worden. Met bijvoorbeeld andere plaatjes van dezelfde items, zodat het kind leert dat er meer dan één plaatje is dat bij dat gebaar hoort. Oefeningen als beloning, zoals het spel memory, een oefening waar al aan gewerkt wordt, kan goed functioneren als beloning en zorgen voor meer variatie.

7.3.2 Relevance

Keller identificeert drie methodes om het gevoel van relevantie van de student te verhogen. Deze methodes vallen onder de termen vertrouwdsheid, motive matching en goal orientation.

Het is de bedoeling dat er in Elo een mogelijkheid geschapen wordt om de leerling zelf een thema te laten kiezen. Deze ontwikkeling stelt de gebruiker in de gelegenheid een thema te kiezen dat het best aansluit bij de eigen behoeften en/of interesses. Dit verhoogt de kans dat de gebruiker zich vertrouwd voelt bij het onderwerp. De meeste leerlingen zullen thema's als: het klaslokaal, de keuken, het circus en de dierentuin herkennen en zich door de herkenbaarheid vertrouwd voelen met het thema. Driscoll (2000) heeft met een onderzoek aangetoond dat de student denkt dat het onderwerp relevanter is, als deze ermee vertrouwd is. Een andere element in Elo is dat de naam van de gebruiker continu in beeld is. Dit stimuleert persoonlijke betrokkenheid (Keller, 1987). Als de gebruiker iets langer met Elo werkt zal het doordat de applicatie weinig verandering biedt in de opzet van de oefening hier makkelijk vertrouwd mee raken. Het gebruik van slechts één instructrice zorgt ook voor meer vertrouwdsheid. Eén opmerking is er nog wel te maken als het gaat om de vertrouwdsheid. De tekeningen waaraan de gebaren gekoppeld zijn, zijn vrij gedetailleerd. Een vergelijking met populaire kinderboeken als Dribbel (2007) en Nijntje (2007) laat zien, zie figuur 7.1 en 7.2, dat er in deze boeken veel minder gedetailleerde tekeningen gebruikt worden. Door soortgelijke tekeningen te gebruiken wordt in gespeeld op hetgeen het kind al kent, waardoor de vertrouwdsheid vergroot wordt. Elo heeft de mogelijkheid om de het beeld wat de camera gebruikt voor de GTH weer te geven op het scherm. Zo kan het kind zichzelf zien als hij of zij gebaart. Het voordeel is dat dit de vertrouwdsheid verhoogt, maar de kans bestaat ook dat het kind dit erg leuk vindt en zijn aandacht volledig richt op het beeld van zichzelf en niet meer op het maken van het gebaar.



Figuur 7.1: De tekenstijl gebruikt bij Nijntje (links) en Dribbel (rechts)

De methode genaamd motive matching omvat het idee dat de motivatie van de student toeneemt, als deze denkt dat de kans aanwezig is, dat de taak een basisbehoefte, een motief of een waarde vervuld (Keller, 1983). Daarnaast zijn het aanbieden van keuze, verantwoordelijkheid en interpersonale invloeden factoren die helpen de effectiviteit van een instructioneel product te verbeteren (Keller, 1983). In Elo wordt door middel van directe feedback duidelijk gemaakt dat de keuze van de gebruiker invloed heeft op het resultaat.



Figuur 7.2: Een vertelplaat uit Elo

Daarnaast is er een aapje aanwezig, zie sectie 1.2.1, die balletjes in een ton gooit bij een goed antwoord. Dit aapje is alleen aanwezig bij de productie en de begripsoefening. Het uitdagen van de gebruiker door het niveau steeds iets op te hogen als de gebruiker beter wordt, zodat de oefening nooit te makkelijk wordt, is een middel om ervoor te zorgen dat de student iets kan bereiken. In Elo is dit echter lastig te implementeren, omdat het niet bekend is welke gebaren nu makkelijk en moeilijk zijn. Wel is ervoor gezorgd dat elk thema weer nieuwe gebaren bevat die de gebruiker nog niet heeft geleerd via het huidige curriculum. Hierdoor wordt de gebruiker in staat gesteld om er telkens weer nieuwe gebaren bij te leren. In Elo wordt de gebruiker beloond als deze iets goed doet en niet gestraft als deze iets fout doet. Dit komt overeen met Skinner's operante conditioneringstheorie, welke stelt dat gedrag dat positief bekrachtigd wordt, vaker voor zal komen (Travers, 1982; Shrock, 1991). De enige 'straf' die toegekend wordt, komt voor bij de productieoefening. Hier is de eis dat elk gebaar drie maal in successie goed gekeurd moet worden. Als er een fout gemaakt wordt, dan wordt de teller weer op nul gezet. Dus als de gebruiker het gebaar al twee maal goed gemaakt heeft en de derde keer gaat het mis, dan moet de gebruiker weer opnieuw het gebaar drie maal goed maken. De balletjes die het aapje al in de ton had gegooit komen dan weer terug bij het aapje te liggen. Dit gebeurt zonder animatie en daardoor enigszins onopvallend. De vraag is ook of de gebruiker de link zal kunnen leggen tussen het fout antwoorden en het verschijnen van meer balletjes.

Het motiveert de gebruiker als deze weet wat het einddoel van een oefening is. Het aantal balletjes die het aapje voor zich heeft liggen geeft aan hoeveel goede antwoorden de gebruiker nog moet geven, voordat de oefening is afgelopen. Dat het aapje na elk goed antwoord een balletje in de ton gooit geeft aan dat er een subdoel van het einddoel bereikt is. Hierdoor kan de gebruiker zien dat hij of zij weer een stap dichterbij het einddoel is gekomen. Bij de vertelplaat ontbreekt zoiets dergelijks. Van de gebruiker wordt verwacht dat deze de items een voor een aanklikt totdat alle items geweest zijn. Hier is het voor de gebruiker niet duidelijk

hoeveel items er zijn of hoeveel items nog aangeklikt moeten worden voordat de oefening voorbij is. Een andere aanpak is om bij het begin alle items geel te omlijnen, zodat het meteen duidelijk is welke items in de vertelplaat aanwezig zijn en hoeveel het er zijn. De gebruiker kan dan het einddoel zien en als de gele lijn verdwijnt nadat het item aangeklikt is, dan wordt het verband tussen die actie en het behalen van het einddoel ook meteen duidelijk.

7.3.3 Confidence

Het belangrijkste bij het stimuleren van motivatie door het zelfvertrouwen van de student op te bouwen, is dat zelfvertrouwen verworven wordt door te slagen in uitdagende taken. Een oefening dient dan ook uitdagend te zijn voor de student, maar nog steeds wel haalbaar. Keller verdeelt het concept van zelfvertrouwen in drie gebieden: leervereisten, gelegenheden voor succes en persoonlijke verantwoordelijkheid.

Op het gebied van de leervereisten verhoogt Elo de verwachting voor succes door duidelijk aan te geven wat er van de gebruiker verwacht wordt. Dit gebeurt al in de instructie, maar aanvankelijk zal er een begeleider bij het kind zijn die hem de vereisten voor succes op elk moment kan duidelijk maken. Daarnaast is er een time-out van 20 seconden waarna Elo de gebruiker duidelijk maakt wat er van hem of haar verwacht wordt. Bij de vertelplaat geeft de gele omlijning aan welk item geselecteerd moet worden om verder te gaan. Door deze features kan het kind altijd te weten komen wat het moet doen.

Gelegenheden voor succes worden gecreëerd in Elo door in elk thema zowel moeilijkere als makkelijkere gebaren op te nemen. Door in elk thema gebaren op te nemen die relatief eenvoudig te leren zijn, zal iedereen een aantal gebaren goed maken. De andere gebaren in het thema bieden meer uitdaging en houden zodoende het niveau hoog genoeg, zodat de oefening nog wel uitdagend is. Het is lastig om in Elo rekening te houden met het niveau van beheersing van de gebarentaal van de gebruikers. De meeste thema's zijn wel gekoppeld aan leeftijd, maar omdat van de meeste gebaren niet precies bekend is hoe moeilijk deze zijn, betekent dit niet gelijk dat de oefeningen ook lastiger worden als de leeftijd die ervoor staat hoger is. Wel is bekend dat enkelvoudige gebaren eenvoudiger zijn, dan samengestelde gebaren en daar wordt wel rekening mee gehouden. Oefeningen voor oudere kinderen zullen dan ook iets meer samengestelde gebaren bevatten dan die voor jongere kinderen. Uiteindelijk is het aan de docent om te bepalen of een leerling genoeg niveau heeft om een bepaalde oefening te kunnen voltooien. De productieoefening is met name erg strikt in het feit dat elk gebaar drie maal achter elkaar goed gemaakt moet worden, dit geldt voor alle gebaren in dat thema. Als hulp krijgen de leerlingen bij een fout antwoord het juiste gebaar altijd een keer te zien. Dit zou alle leerlingen in staat moeten stellen om de oefening succes vol af te ronden. Het creëren van een extra gelegenheid voor succes door het kind een tweede kans te geven kan helpen bij de motivatie. Op dit moment wordt het plaatje bij een fout wat verder naar voren geschoven in de rij die de volgorde bevat van de gebaren die achterelkaar gevraagd worden, zodat de gebruiker snel een tweede kans krijgt. De teller wordt nu echter wel op nul gezegd na een fout. Een andere mogelijkheid is om het kind het gebaar na een fout een keer te laten oefenen, zodat de kans van slagen bij de volgende poging groter is.

Bij persoonlijke verantwoordelijkheid gaat het erom dat leerlingen zich persoonlijk verantwoordelijk voelen voor de resultaten die ze te zien krijgen. In de woorden van Keller

(1983) is dat: "succes koppelen aan persoonlijke inzet en vaardigheid". Elo heeft geen overzichten waarin de gebruiker zelf kan zien hoe goed hij of zij het gedaan heeft, maar bij deze doelgroep kan dat alleen positief bijdragen aan de motivatie voor de oudsten in de groep. Een overzicht speelt namelijk in op het competitie-element en dit is bij veel drie jarige nog niet zo sterk aanwezig (Heuvelman, 2002). Persoonlijke verantwoordelijkheid wordt wel bereikt door direct feedback te geven op een antwoord van een gebruiker. Bij zowel de begripsoefening als de productieoefening wordt de feedback direct na het antwoord gegeven, hierdoor is de link tussen het antwoord en het gevolg ervan duidelijk. Bij de vertelplaat is persoonlijke verantwoordelijkheid niet van belang, omdat de gebruiker daar niet iets goed of fout kan goed en dus ook geen successen kan behalen. Al geldt voor kleuters dat het zelfstandig doorlopen van deze oefening ook als succes beschouwd kan worden. Kinderen in deze leeftijdscategorie zijn vaak allang blij als ze iets zelfstandig kunnen en dat laten ze dan graag aan hun naasten zien (Hanna et al., 1997). Een oorkonde die uitgeprint kan worden als de oefeningen goed doorlopen zijn, kan ook een link vormen tussen een goede prestatie en iets tastbaars om aan de ouders te laten zien. Deze oorkonde kan ook een kleurplaat zijn, dan wordt het meer een beloning voor het werk, dan een tastbaar bewijs van de prestatie.

7.3.4 Satisfaction

Studenten worden meer gemotiveerd volgens Keller als ze voldoening ervaren in het toepassen van de geleerde stof in een omgeving die feedback en bevestiging biedt. De drie gebieden waarin voldoening onderverdeeld kan worden zijn intrinsieke versterking, extrinsieke beloningen en gelijkheid.

Op het gebied van intrinsieke versterking doet Elo het goed door de directe feedback die gebruikers krijgen. Hierdoor is de connectie duidelijk tussen hun eigen inzet en het resultaat dat dat oplevert en wordt de gebruiker beloond voor zijn inzet. Dit versterkt het intrinsieke plezier van de gebruiker. Verder wordt het kind aangemoedigd om te gaan gebaren als het te lang niets doet, maar dit is niet gedaan om het kind te bevestigen.

Elo maakt geen gebruik van extrinsieke beloningen. Vockell (2000) beargumenteert dat het gebruik van extrinsieke beloning ook niet te veel toe gepast moeten worden, om te voorkomen dat het krijgen van de beloning het doel van de leerling wordt en niet meer het feit dat hij of zij er wat van leert. In plaats hiervan probeert Elo de gebruiker intrinsiek te belonen, doordat de leerling zijn gebarenschat uitbreidt. Het zou echter wel een toevoeging zijn als de leerling zijn pas geleerde gebaren in een praktijk omgeving zou kunnen gebruiken. Door de geleerde gebaren terug te laten komen in de klas bijvoorbeeld, of door een oefening met een spel-element te maken waarbij de gebruiker de geleerde gebaren nodig heeft om het spel te kunnen spelen.

Het laatste gebied is gelijkheid, dit bevordert de motivatie door gebruik te maken van consistente standaarden en consequenties voor succes (Keller, 1987). Bij Elo zijn er duidelijke standaard gevolgen van een actie van de gebruiker aanwezig. Als deze het een gebaar goed maakt, of het juiste plaatje bij het gebaar kiest, krijgt deze te zien dat het goed is door middel van een klein aantal verschillende filmpjes waarin Elo vertelt dat het antwoord goed is. Andersom geldt hetzelfde als de gebruiker een fout maakt. Bij de vertelplaat is het gevolg van het aanklikken van het geel omlijnde item altijd hetzelfde, namelijk dat het gebaar bij

het plaatje getoond wordt en de gele omlijning daarna verdwijnt. Dit gaat door totdat alle gebaren geweest zijn. De enige inconsistentie wordt veroorzaakt door de GTH. Deze zal soms goede gebaren afkeuren en foute gebaren goed keuren.

7.4 Evaluatie a.d.h.v. Malone's motivatietheorie

De motivatietheorie van Malone gaat alleen over de intrinsieke motivatie, maar dit is bij Elo ook de belangrijkste vorm van motivatie, zoals al beargumenteerd is in sectie 4.3. De volgorde is bij Malone niet van belang, dus het kan net zo belangrijk zijn om ervoor te zorgen dat een gebruiker zich in kan leven, als dat hij uitgedaagd wordt. De volgorde die hier is aangehouden is dezelfde volgorde die wordt aangehouden in de stukken van (Vockell, 2000; Alessi & Trollip, 2001).

7.4.1 Challenge

Een van de meest krachtige individuele factoren die de intrinsieke motivatie beïnvloeden is uitdaging. Er zijn vier factoren die de contributie van uitdaging aan motivatie beïnvloeden. Deze zijn: doelen, niveau van zekerheid, prestatie feedback en zelfvertrouwen.

De korte termijn doelen in Elo bestaan uit het voltooien van oefeningen de lange termijn doelen zijn het oppervlakkig leren van nieuwe gebaren. De link hiertussen is voor een volwassene duidelijk, maar of dit voor een driejarig kind ook geldt, is de vraag. Persoonlijke doelen als het eigen maken van de NGT zullen bij drie jarige niet sterk aanwezig zijn. Wel willen ze graag laten zien wat ze kunnen en zijn ze erg nieuwsgierig (Hanna et al., 1997). Doordat ze nieuwe gebaren leren kunnen ze dit laten zien aan ouders of de docent. Om de nieuwsgierigheid te bevredigen is het nuttig om Elo wat dynamischer te maken, zodat er vaker iets nieuws of verrassends gebeurt. Zo is de vertelplaat nu erg statisch. Door bijvoorbeeld de plaatjes te laten bewegen als ze aangeklikt moeten worden komen de persoonlijke doelen van het kind al meer overeen met wat Elo te bieden heeft.

Met niveau van zekerheid wordt de zekerheid van het slagen of falen bedoelt. Een tussenliggende graad is hier het beste. Elo poogt deze graad te bieden door een mengeling van lastigere en moeilijkere gebaren aan te bieden. Verder kan het niveau van zekerheid ook nog beïnvloed worden door het introduceren van een spel-element. Bij Elo is dit bewust niet gedaan om de nadruk op het lerende aspect te houden. Een spel-element introduceren kan weliswaar de motivatie verhogen en zelfs inspelen op persoonlijke doelen van de gebruiker, maar kost veel tijd om te implementeren en het toepassen ervan lijkt alleen zinvol als uit de praktijk blijkt dat kinderen de applicatie zo niet interessant genoeg vinden.

Prestatie feedback herinnert de gebruiker aan hun status met respect tot de uitdaging. Belangrijk is met name dat het duidelijk, frequent, constructief en bemoedigend is. De feedback die de gebruiker in Elo ontvangt voldoet hieraan. Bij de vertelplaat is er weinig prestatie feedback. Alleen als de gebruiker klaar is. Maar de feedback bij de productie- en de begripsoefening, is er feedback na elk antwoord dat de gebruiker geeft en is hiermee dus frequent. De feedback bestaat uit goed of fout door middel van een video waarin dit gebaard wordt. Dit is duidelijke feedback waardoor het kind weet waar het aan toe is en is hiermee consistent. Als laatste is er nog feedback aan het eind van de oefening waarbij

er gezegd wordt dat het kind het goed gedaan heeft, waardoor ook de punten constructief en bemoedigend vervuld zijn. Constructief is ook de feedback op een antwoord, omdat het verband tussen het antwoord en de feedback duidelijk is.

Het punt zelfvertrouwen is al behandeld in sectie 7.3.3. De theorie van Malone voegt hier niets aan toe.

7.4.2 Curiosity

Nieuwsgierigheid wordt gestimuleerd als er iets in onze fysieke omgeving onze aandacht trekt of als er een optimale discrepantie ontstaat tussen de aanwezige kennis en vaardigheden en hetgeen geleerd kan worden door aan de activiteit deel te nemen. Er zijn twee typen van nieuwsgierigheid die de intrinsieke motivatie kunnen stimuleren: zintuiglijke nieuwsgierigheid en cognitieve nieuwsgierigheid.

Elo speelt minimaal in op de zintuiglijke nieuwsgierigheid. Zo zijn er bijvoorbeeld geen animaties aanwezig en wordt er niet ingezoomd op bepaalde aspecten, wat bijvoorbeeld mogelijk is bij het selecteren van een item bij de vertelplaat. Hetgeen de zintuiglijke nieuwsgierigheid wel ten goede komt, zijn de vrolijke taferelen die tot de verbeelding van de gebruiker kunnen spreken. Elo kan door wel gebruik te maken van animaties, door de oefeningen wat speelser weer te geven, door wat leukere beloningen als wat ballonnen over het scherm, of wat confetti dat naar beneden valt, veel meer inspelen op de zintuiglijke nieuwsgierigheid van de gebruiker. Het is hierbij wel belangrijk dat de animaties niet in overvloed worden gebruikt (Mayer et al., 2001), maar dat deze zo worden ingezet dat het wel de nieuwsgierigheid prikkelt, maar niet hinderlijk is. Bij het gebruik van ballonnen mag de animatie bijvoorbeeld niet te lang duren, omdat als frustrerend ervaren kan worden i.p.v. een beloning.

Op de cognitieve nieuwsgierigheid wordt wel ingespeeld, hoofdzakelijk door thema's te gebruiken waaraan de gebruiker zich kan relateren. Dit zet de gebaren die de gebruiker leert in een context en daardoor zal als de context de gebruiker aanspreekt het gebaar ook als relevanter ervaren worden.

Het concept van optimale discrepantie suggereert dat nieuwsgierigheid het sterkst is, als de nieuwe informatie niet overeenkomt met hetgeen de leerling als weet, maar ook weer niet zo ver van deze afstaat dat het als vreemd, irrelevant, of onmogelijk te verkrijgen overkomt. Elo doet dit goed door de gebaren binnen een vertrouwd thema te plaatsen. Zo zijn de gebaren wel nieuw, maar door de context niet vreemd, irrelevant, of onmogelijk te verkrijgen.

7.4.3 Control

Controle refereert naar de standaard menselijke neiging om controle te zoeken over hun omgeving. Er zijn drie elementen die de contributie van controle aan de intrinsieke motivatie beïnvloeden: oorzaak-gevolg relaties, krachtige effecten en vrije keus.

Met oorzaak-gevolg relaties met logische reacties kan de relatie duidelijk gemaakt worden tussen hetgeen de leerling leert en hoe hij of zij dit kan gebruiken in de praktijk. In Elo wordt dit gedaan bij de productie- en de begripsoefening. Hier wordt het gevolg duidelijk van hetgeen de gebruiker bij de vertelplaat geleerd heeft, namelijk dat het nu de gebaren kent die bij de getoonde plaatjes horen en vice versa. Het is de vraag of de jongste in de doelgroep dit oppikken, maar voor de wat ouderen in de groep kan dit motiverend werken.

Onder krachtige effecten valt ook de oorzaak-gevolg relatie, omdat daarmee aangetoond wordt dat werken met Elo daadwerkelijk wat oplevert. Zowel de productieoefening als de begripsoefening tonen het krachtige effect van Elo, namelijk dat de gebruiker nieuwe gebaren leert kennen en herkennen. De vertelplaat heeft weinig krachtige effecten, het is eerder de oorzaak van de krachtige effecten.

Op het gebied van vrije keus komt er een verandering aan in Elo, waarbij de gebruiker zelf uit een aantal thema's het thema kan kiezen waarvan hij of zij de oefeningen wil doen. Dit is echter de enige vrije keus die in Elo zit en aangezien vrije keus de leerling een sterk gevoel van controle geeft is dit erg beperkt. Vockell (2000) argumenteert dat leerlingen in de ideale situatie zelf kunnen kiezen wat ze willen leren, maar dat er legitieme redenen zijn waarom docenten toch bepaalde onderwerpen willen behandelen en dus tegen volledige keuzevrijheid zijn. Vanuit dit oogpunt zou het het beste zijn als de docent een aantal thema's klaar zet, zodat de leerling wel keuzevrijheid heeft, maar de docent nog wel invloed heeft op de stof die geleerd wordt. Bij volledige vrijheid zou de leerling ook meteen de moeilijkste oefeningen kunnen kiezen en dat is niet goed voor de motivatie. Meer keuzevrijheid bij de vertelplaat zou welkom zijn. Als de leerling niet meer verplicht wordt om op de plaatjes te klikken in de van te voren vast gestelde volgorde, maar zelf mag kiezen van welk plaatje hij of zij het eerste het gebaar wil zien, bevordert dit de mate van controle die het kind ervaart. Bij de productie- en de begripsoefening is het niet mogelijk om meer vrijheid te creëren.

Het gevoel de controle te verliezen is een van de sterkste anti-motiverende factoren in het onderwijs (Glasser, 1985; Kohn, 1993). In Elo zal dan ook voorkomen moeten worden dat de applicatie lange tijd niet reageert als de GTH niet goed werkt. Gebaren die te snel of te laag gemaakt worden, worden namelijk genegeerd door de GTH. Er is nu al een time-out van 20 sec, maar dan komt er slechts een filmpje die de gebruiker aanmoedigt te gaan gebaren, terwijl deze persoon dat net gedaan heeft. Ideaal zou natuurlijk zijn als dit niet meer voor komt, maar het detecteren ervan en daarop reageren door te vragen of de persoon nog een keer het gebaar wil maken met eventueel de vraag om dit hoger of langzamer te doen, zou dit probleem op kunnen vangen. Daarnaast is verkeerde feedback storend voor het gevoel van controle, maar de applicatie gaat in dat geval wel verder.

7.4.4 Fantasy

Fantasie speelt een rol als de leerlingen mentale beelden van situaties gebruiken die niet echt aanwezig zijn om hun gedrag te stimuleren. Er zijn drie factoren die de graad beïnvloeden waarmee de fantasie de intrinsieke motivatie beïnvloedt: emotionele elementen, cognitieve elementen en endogene fantasieën.

Emotionele elementen zorgen ervoor dat de leerlingen gewilliger zijn om deel te nemen aan

een activiteit die leuk of spannend is. Voor spanning wordt in Elo weinig gezorgd, maar de vertelplaat zelf heeft wel de intentie om leuk te zijn voor de leerlingen, evenals de het doen van de productie- en de begripsoefening. Of de gebruikers het daadwerkelijk leuk vinden moet uit de praktijk blijken en verschillende leerlingen zullen verschillend op de oefeningen reageren. Er zit echter geen spel-element in om de oefeningen leuker te maken, over deze bewuste keuze is al over geschreven in sectie 7.4.1, maar hier dient het een ander doel. Hier gaat het om leuker of spannender maken van de oefeningen. Als de kinderen de oefeningen al van een aantal thema's voltooid hebben kunnen deze saai worden. Om dit te voorkomen kan het introduceren van een spel-element een goede oplossing zijn. Dit kan ook door de docent gebeuren die Elo in het curriculum betreft. Het aapje, zie sectie 1.2.1, is overigens wel een goede manier om de applicatie leuker te maken voor de doelgroep.

De cognitieve elementen motiveren een leerling door ze zich te laten voor stellen dat ze hetgeen ze geleerd hebben ook in de praktijk gebruiken. De productieoefening geeft hiervoor een aanzet, maar dit kan nog veel verder uitgewerkt worden. De gebaren worden nu achter elkaar gevraagd en de gebruiker moet het bijbehorende gebaar maken. Als hier een verhaal omheen zou zitten waarin de plaatjes voorkomen zou deze oefening meer tot de verbeelding van de gebruiker spreken, zoals in sesamstraat tellen geleerd wordt door koekiemonster die koekjes eet zou er in Elo ook een verhaal waarin de gebaren voorkomen gebruikt kunnen worden. In de applicatie CopyCat (Lee et al., 2005) is een tuin waarin een kat allerlei activiteiten kan ontplooiën. Welke activiteit de kat onderneemt wordt bepaald doordat de gebruiker een bepaald gebaar maakt. Dit is een gebaar uit de gebarentaal. Hiervoor zouden dan gebaren voor gebruikt kunnen worden die de gebruiker net geleerd heeft. Bijvoorbeeld als het kind net het gebaar voor ladder geleerd heeft kan het door dat gebaar te maken de kat een ladder op laten klimmen. Een andere mogelijkheid is een verhaal waarin bijvoorbeeld een ladder voorkomt en de gebruiker dan gevraagd wordt om dat gebaar te maken. Het laten lopen van een mannetje in een omgeving waarin de items voorkomen kan zo gegenereerd worden dat, net als nu, foute gebaren weer snel voor zullen komen en dat items die drie keer in successie goed gemaakt zijn niet meer voorkomen. Dit maakt de oefening een stuk levendiger en stelt de gebruiker in staat zijn fantasie te gebruiken.

Endogene fantasieën, waarbij er een intrinsieke connectie bestaat tussen het leren en de fantasie kunnen ook gestimuleerd worden door de voorstellen in de vorige alinea.

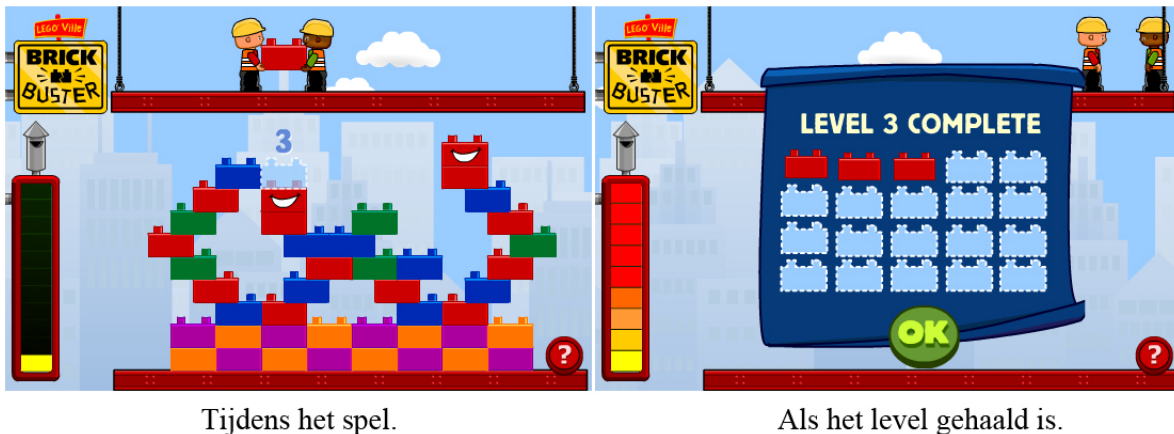
7.5 Motiveren door gebruik van automatische overgangen

Door gebruik te maken van automatische overgangen tussen de oefeningen en de thema's ontstaat er een extra mogelijkheid om de gebruiker te motiveren. Zo kunnen de overgangen een stuk levendiger gemaakt worden door gebruik te maken van de volgende mogelijkheden bij een overgang:

1. Kleurverandering van de achtergrond, of het gebruik van een ander achtergrondplaatje bij elke oefening. Een spel als Tetris, gebruikt bijvoorbeeld deze methode, door bij elk level een andere achtergrondplaatje te gebruiken.
2. Een overlay over de oefening heen met daarin tekst of een video waarin staat of verteld wordt dat de gebruiker het level heeft afgerond. Deze methode wordt veel gebruikt in

spelletjes op internet (Lego, 2006). Een voorbeeld hiervan is te zien in figuur 7.3.

3. Wat ballonnen en confetti-achtige plaatjes die over het scherm heen gaan als een oefening succesvol is afgerond. Dit kan gezien worden als beloning, vergelijkbaar met het weergeven van een beker bij een race-spel als men gewonnen heeft.
4. Een video met goed gedaan en nu het volgende level in gebarentaal. Het verschil met de huidige video is dat er hier een nieuw niveau aangekondigd kan worden en niet alleen een nieuw thema.



Figuur 7.3: Een voorbeeld van een overlay met tekst, die aangeeft dat het level afgerond is.

Deze middelen kunnen de leerling motiveren door meer variatie te bieden, perceptuele arousal op te roepen, gebruik te maken van emotionele elementen en door in te spelen op endogene fantasieën en zintuigelijke nieuwsgierigheid.

Het gebruik maken van automatische overgangen om het niveau aan te passen aan de gebruiker is mogelijk, maar erg lastig te implementeren. Het gaat hierbij om het bieden van uitdagingen die aansluiten bij het niveau van de gebruiker. Het doel hiervan is om gebruikers die beter zijn, uit te dagen door de oefening iets moeilijker te maken, of door moeilijkere oefeningen aan te bieden en om een wat minder goede leerlingen wat eenvoudigere oefeningen aan te bieden, zodat ook zij op hun eigen niveau kunnen werken en successen kunnen behalen. De problemen die hier bij optreden zijn dat de moeilijkheidsgraad van de meeste gebaren niet bekend is en dat het erg lastig is om de oefeningen in Elo lastiger of eenvoudiger te maken. Bij de productieoefening kan wel gedacht worden aan het strikter beoordelen van de gebaren die de leerlingen maken, om zo de leerlingen een betere gebaartechniek aan te leren, maar dit is technisch nog niet haalbaar. De GTH heeft wel de potentie om dit te kunnen, maar in dit stadium van de ontwikkeling is dit nog niet mogelijk. De verwachting is dat dit ook niet voor het einde van dit project beschikbaar is.

7.6 Gevolg van evaluaties voor de oefeningen

Wat deze evaluatie aan de hand van de motivatietheorieën van Keller en Malone nu zegt over de verschillende oefeningen komt hier aanbod. Eerst zal de vertelplaat worden behandeld,

daarna de begripsoefening en als laatste de productieoefening. Bij elke oefening zullen de voornaamste aspecten behandeld worden. Bij alledrie de oefeningen kunnen animaties gebruikt worden om de oefening bijvoorbeeld attractiever te maken, maar bij het toepassen hiervan dient er in alle gevallen rekening mee gehouden te worden dat animaties niet te veel toegevoegd worden (Mayer et al., 2001).

7.6.1 Vertelplaat

De vertelplaat biedt de gebruiker een omgeving waarin het zich in kan leven en geeft context aan de items. De gebruiker moet zelf op zoek gaan naar de items en wordt zo actief betrokken bij de oefening. De vertelplaat is ook aangepast aan de gebruiker, al kan er eventueel wat meer gebruik gemaakt worden van minder gedetailleerde tekeningen en wat grotere vlakken en hardere kleuren, zoals deze ook gebruikt worden in Dribbel (Dribbel, 2007) en nijntje (Nijntje, 2007), zie figuur 7.1 en 7.2. Dit zijn allemaal punten die de gebruiker motiveert. Verbetering kan nog plaats vinden door duidelijk te maken welke items erbij de oefening horen en hoeveel dit er zijn. Dit versterkt het gevoel van controle van de gebruiker. Door alle items in het begin al met geel te omranden is duidelijk welke items er zijn en krijgt de gebruiker de vrijheid om zelf te kiezen van welk item hij of zij het gebaar als eerst wil zien. In de vertelplaat zitten geen animaties hetgeen de levendigheid van de vertelplaat niet ten goede komt. Er zitten ook geen verrassende elementen in. Animaties kunnen hier voor zorgen. Daarnaast kan het introduceren van een spel-element de oefening leuker maken. Dit spel-element kan ervoor zorgen dat de oefening niet saai wordt, als de gebruiker al een aantal thema's heeft gedaan.

7.6.2 Begripsoefening

Bij de begripsoefening wordt de gebruiker goed betrokken bij de oefening door deze vragen te stellen. De optie om voor 'ik weet het niet' te kunnen kiezen zorgt ervoor dat gebruiker niet verplicht een keuze moet maken en geeft aan dat het niet erg is als de gebruiker het antwoord niet weet. De directe feedback zorgt voor een duidelijke oorzaak-gevolg relatie tussen het antwoord dat de gebruiker geeft en de reactie van Elo daarop. In combinatie met het aapje, zie sectie 1.2.1 is het duidelijk wat het doel is van oefening. Door meerdere filmpjes voor 'goed' en 'fout' te gebruiken zit er variatie in feedback. De oefening past zich nu alleen niet aan aan het thema en is elke keer exact hetzelfde. Dit is goed voor het vertrouwd maken van het kind met de oefening, maar biedt erg weinig variatie of verrassende elementen en geeft geen gelegenheid voor de gebruiker om zich in te leven in het thema. Door bijvoorbeeld de achtergrond aan te passen aan het thema is dit wel mogelijk. Ook het aapje kan vervangen worden door een ander diertje of met iets anders gooien dan balletjes. Het belonen van de gebruiker voor het voltooien van de oefening is nu slechts een filmpje, waarin de gebruiker verteld wordt dat de oefening afgelopen is. Door iets van ballonnen of confetti te gebruiken die over het beeldscherm heen gaan kan de applicatie een stuk levendiger en leuker worden voor de gebruiker.

7.6.3 Productieoefening

Het gemis van een GTH die altijd goed werkt, zorgt bij deze oefening voor wat problemen. Als de GTH niet reageert op een gebaar kan de gebruiker het gevoel van controle verliezen als deze gevraagd wordt om een gebaar te maken, terwijl hij of zij dit net gedaan heeft. Het geven van verkeerde feedback kan tot hetzelfde probleem leiden. De oefening zelf heeft voor de rest

dezelfde plus en min punten als de begripsoefening. Alleen de gebruiker moet hier het gebaar maken aan de hand van het plaatje, hierdoor wordt de gebruiker nog actiever betrokken bij de oefening. Wel is het goed om bij de productieoefening niet dezelfde achtergrond te nemen als bij de begripsoefening, ook een andere beloning is bevorderlijk. Het beestje dat de balletjes of een variant daarop gooit kan wel mooi gelijk blijven om voor consistentie te zorgen. Er zal hierin een balans gezocht moeten worden tussen vernieuwen en de gebruiker het gevoel van controle laten behouden.

Hoofdstuk 8

Discussie

Het is tamelijk lastig gebleken om het betrouwbaarheidsprobleem van de GTH aan te pakken. Er is eerst een analyse gedaan van de mogelijkheden om de onbetrouwbare beoordelingen te maskeren; deze is terug te vinden in hoofdstuk 5. Een van de uitkomsten van deze analyse was dat het noodzakelijk is om de betrouwbaarheid van een beoordeling te weten. Dit heeft geleid tot het tweede onderzoek, waarbij de mogelijkheden om dit te doen, onderzocht zijn. Dit onderzoek staat beschreven in hoofdstuk 6. Het maskeren van de onbetrouwbare beoordelingen bleek echter erg lastig te zijn, zelfs als de betrouwbaarheid bekend is, zijn de mogelijkheden nog steeds beperkt. Deze uitkomst is de aanleiding geweest om het probleem op een andere manier aan te pakken, namelijk om de motivatie van de gebruiker hoog te houden. Hierdoor zal de gebruiker minder hinder ondervinden van de problemen die de GTH nog heeft en zullen deze tekortkomingen er niet voor zorgen dat de gebruiker niet meer met Elo wil werken. Dit onderzoek staat in hoofdstuk 7. De vragen en kanttekeningen die gesteld kunnen worden bij deze onderzoeken worden behandeld in de rest van deze sectie. Gevolgd door de lessen die geleerd kunnen worden uit dit onderzoek met betrekking tot het gebruik van technologieën, die problemen hebben met de betrouwbaarheid, in het algemeen.

8.1 Het betrouwbaarheidsprobleem van de GTH

Het maskeren van de onbetrouwbare beoordelingen is het doel van de analyse in hoofdstuk 5. Het is niet mogelijk gebleken om op deze manier de onbetrouwbare beoordelingen sterk te kunnen verbergen voor de gebruiker. Dit roept de vraag op of het maskeren van de onbetrouwbare uitvoer bij een applicatie als Elo wel de goede aanpak is. Het antwoord hierop is kort: nee, de gebruiker zal niet veel minder last ondervinden van de onbetrouwbare beoordelingen van de GTH door het probleem te maskeren. De doelgroep heeft alleen iets aan een strikte feedback, wat betekent dat argumenten die hier niet toe bijdragen afvallen. In dit geval zijn er geen argumenten gevonden waarmee de feedback verbeterd kan worden, omdat er geen informatie beschikbaar is aan de hand waarvan de beoordeling verbeterd zou kunnen worden.

Dit leidt tot de vraag of het dan wel nuttig is geweest om deze analyse uit te voeren. Dit is wel het geval. Ondanks dat het doel van het maskeren van het betrouwbaarheidsprobleem niet volledig geslaagd is, is er wel een stap in de goede richting gezet. Door beoordelingen die onbetrouwbaar zijn niet mee te nemen in de eis dat elk gebaar drie maal achter elkaar

goedgemaakt hoeft te worden, hoeft het kind niet onnodig vaak hetzelfde gebaar te maken. Dit vermindert de hinder die de gebruiker van de onbetrouwbare beoordelingen ondervindt al. Daarnaast kunnen gebaren die waarschijnlijk niet goed door de GTH herkend kunnen worden, van te voren al niet meegenomen worden. Het gaat hierbij om gebaren waarbij de GTH moeite heeft om de gebaren te volgen. Dit zijn gebaren waarbij de handen elkaar bijvoorbeeld kruisen. Bij deze gebaren is het lastiger om de handen te volgen en is het dus beter om deze niet in Elo te gebruiken. Door de betrouwbaarheid van beoordelingen op te slaan, kan ook achterhaald worden of een gebaar wel of niet goed herkend kan worden. Deze methodes zorgen ervoor dat er gebaren in Elo overblijven waarbij de beoordeling betrouwbaarder is dan wanneer deze schifting niet zou plaats vinden. Dit zorgt ervoor dat de beoordelingen betrouwbaarder zullen zijn en de gebruiker ook door deze methode, minder hinder van de onbetrouwbare beoordelingen ondervindt. Het was ook een logische stap om te proberen het betrouwbaarheidsprobleem te maskeren, omdat dit de enige andere oplossing is voor het probleem naast het verbeteren van de GTH zelf. Dus nuttig is deze analyse zeker geweest.

Dan rest nog de vraag of er nog verandering in deze analyse gaat komen als Elo en/of de GTH weer verder ontwikkeld zijn. Als Elo verder ontwikkeld wordt, zal er nog steeds weinig aan de feedback veranderen en blijven de conclusies van de analyse gelijk. Als de GTH echter verder ontwikkeld wordt, treden er wel veranderingen op. Als eerste levert meer onderzoek naar de eigenschappen van de gebarentaal eventueel argumenten op, waardoor de feedback dan wel positief beïnvloed kan worden. Dus zodanig dat de beoordeling betrouwbaarder wordt. Als tweede kan het probleem van de minder betrouwbare beoordeling van gebaren waarbij de handen elkaar kruisen of die voor het hoofd langs gemaakt worden opgelost worden als de tracking van deze gebaren net zo goed wordt als de standaard tracking. Als laatste kan de GTH op een gegeven moment ook ingezet worden voor de herkenning en beoordeling van zinnen in NGT. Als dit zover is, zal deze analyse opnieuw gedaan moeten worden, omdat hierdoor te veel veranderingen optreden om deze analyse nog te kunnen gebruiken.

8.2 De betrouwbaarheid van een beoordeling

In hoofdstuk 6 staat een onderzoek beschreven met als doel het achterhalen van de betrouwbaarheid van een beoordeling. Dit onderzoek is verricht, omdat alleen bekend was dat sommige beoordelingen onbetrouwbaar zijn, maar welke dat zijn, was niet te achterhalen. De eerste vraag die dit doel oproept is of dit gelukt is en zo ja, in hoeverre dit gelukt is. Uit de resultaten van het onderzoek blijkt, dat het mogelijk is om de betrouwbaarheid te achterhalen, dus het doel is bereikt. Alleen is nu nog de vraag in hoeverre. Het is niet mogelijk gebleken om een strikte scheiding tussen betrouwbare en onbetrouwbare beoordelingen te maken. Dit was overigens ook niet de verwachting. Wel is het nu mogelijk om beoordelingen te herkennen die de laagste zekerheid hebben en waarbij de kans dat die beoordeling correct is, erg laag ligt. De overige beoordelingen zijn betrouwbaarder, maar nog steeds niet absoluut betrouwbaar. Wel is er een poging gedaan om deze absolute betrouwbaarheid te benaderen door te werken met hele strikte beoordelaars die alleen gebaren goedkeuren die vrijwel exact gelijk zijn aan de gemiddeldes van de voorbeeldgebaren. Het probleem is hierbij alleen nog dat de GTH nog niet alle facetten van het gebaar meeneemt, zoals bijvoorbeeld de handvorm en dus nooit volledig betrouwbaar genoemd kan worden. Daarnaast zitten er foutieve voorbeeldgebaren in de dataset, die invloed hebben op de gemiddeldes. Het zou

goed zijn als de ontwikkelaars deze eruit gaan filteren, om de betrouwbaarheid te vergroten.

De tweede vraag is of dit voldoende is om de voorgestelde verbeteringen uit de analyse van het betrouwbaarheidsprobleem te kunnen implementeren. Dit is wel het geval. Alleen het onderscheid tussen erg onbetrouwbare beoordelingen en enigszins betrouwbare beoordelingen is al voldoende om deze verbeteringen door te kunnen voeren.

De derde en laatste vraag is of de betrouwbaarheid niet nog beter achterhaald kan worden en als dat nu nog niet kan, kan dat dan wel in de nabije toekomst. Het kan nog veel beter dan zoals het nu is voorgesteld. Als eerste zou er onderzoek verricht moeten worden naar hoe de voorstellen nu het best geïmplementeerd kunnen worden. Als tweede wordt er nu alleen gekeken naar de fase waarin de GTH de informatie die de tracking heeft opgeleverd, interpreteert en zo tot een beoordeling komt. De onbetrouwbaarheid sluipt er echter ook al in tijdens de tracking, bijvoorbeeld als de handen elkaar kruisen bij een gebaar, terwijl dit niet de bedoeling is. De GTH kan dan de linkerhand voor rechts aan gaan zien en vice versa, hetgeen de betrouwbaarheid natuurlijk niet ten goede komt. Het is een stuk lastiger om dit vast te gaan stellen, dan de voorgestelde implementatie te gebruiken, maar een combinatie van beiden levert uiteindelijk wel een beter resultaat op. Als laatste punt is er nu nog steeds erg weinig bekend over gebarenherkenning in het algemeen en de gebarentaalherkenning in het bijzonder, maar hier wordt momenteel onderzoek naar gedaan. De informatie die deze onderzoeken opleveren, kunnen naar alle waarschijnlijk ook meer inzicht geven in de punten waarop de onbetrouwbaarheid erin sluipt en hiermee kan beter bepaald worden hoe betrouwbaar een beoordeling nu werkelijk is.

8.3 Het vasthouden van de aandacht in Elo

Het onderzoek naar het vasthouden van de aandacht maakt gebruik van twee motivatietheorieën, aan de hand waarvan twee evaluaties zijn uitgevoerd om te kijken of de gebruikers nog beter gemotiveerd kunnen worden of dat de motivatie langer vast gehouden kan worden. De eerste vraag die hierbij gesteld moet worden, is of het motiveren van de gebruiker de juiste methode is om de aandacht van de gebruiker op het scherm gericht te houden. De beperking bij het onderzoek in hoofdstuk 7 is dat er geen onderzoek gedaan is naar de toedracht van het wegstijgen van de applicatie. Er is alleen gekeken naar hoe de software zelf zo ingericht kan worden, dat de gebruiker geen zin meer heeft om weg te kijken. Het wegnemen van factoren uit de omgeving die de aandacht afleiden is volledig buiten beschouwing gelaten. Op het gebied van het verbeteren van de software is het gebruik van motivatietheorieën wel een goede aanpak. Als de gebruiker gemotiveerd is om met Elo te blijven werken heeft deze geen reden om aandacht te besteden aan andere zaken.

De vraag of het onderzoek dan wel nut heeft gehad wordt nu wellicht opgeroepen. Het antwoord hierop is: ja, het onderzoek heeft zeker nut gehad. Al zijn de verbeterpunten, zie sectie 7.6, die in de evaluatie naar boven zijn gekomen niet allemaal direct implementeerbaar. Het zoeken van de balans bij bijvoorbeeld het gebruik van animaties is erg belangrijk, omdat een overvloed aan animaties alleen maar afleidt van de stof (Mayer et al., 2001), terwijl animaties de applicatie wel aantrekkelijker kunnen maken. Dit geldt voor meer voorstellen en hier zal nog goed over nagedacht moeten worden, voordat alles geïmplementeerd kan

worden.

Wat deze evaluatie precies betekent voor de verdere ontwikkeling van de applicatie is lastig in woorden te vatten. De hoofdzaak bij de verdere ontwikkeling is dat er gelet moet worden op het feit dat het kind het meest leert, als het zich aangetrokken voelt tot de applicatie. Dit houdt in dat de applicatie niet te saai of te statisch gehouden moet worden, omdat dit niet het beste resultaat oplevert. De nadruk ligt op het moment nog sterk op het lerende aspect en dat zal meer moeten verschuiven richting de kant van het vermaken van het kind. De nadruk zal dan nog steeds op het lerende aspect liggen en dat past ook bij de drill and practice methode die gebruikt wordt, maar er zal dan wel meer aandacht besteed worden aan hoe leuk het kind het vindt om met Elo te werken.

Dan blijft er nog een vraag over of dit onderzoek ook nog toepasbaar is voor toekomstige versies van Elo. De evaluaties zoals die nu gedaan zijn, zijn gebaseerd op de applicatie zoals deze nu is en de ideeën die ze nog door willen voeren. Het kan echter wel zo zijn dat er andere redenen zijn om een andere richting in te slaan of dat onderdelen uit de motivatietheorieën die nu erg goed zijn vertegenwoordigd, verdwijnen uit de applicatie. De evaluatie is een momentopname en er zal, als er weer nieuwe ontwikkelingen zijn, weer opnieuw gekeken moeten worden of de gebruiker nog steeds voldoende gemotiveerd wordt.

8.4 Generaliseerbaarheid van het onderzoek

Om nu te stellen dat dit onderzoek direct generaliseerbaar is voor ander onderzoek naar technologieën, die nog problemen hebben met de betrouwbaarheid, voert wat ver, maar er zijn zeker lessen te leren uit dit onderzoek. De eerste zitten hem in de methode die gebruikt is. Bij de gebruikte methode staat de gebruiker centraal. De eerste stap die gezet wordt, is het uitvinden van wat de gebruiker nu van de applicatie verwacht. Als dit bekend is, komt de inventarisatie van de middelen aan bod. Door te kijken naar welke informatie de technologie in zijn uitvoer meegeeft, kan vrij snel vastgesteld worden of dit genoeg is om aan de eisen van de gebruiker te voldoen, of dat er nog meer informatie nodig is. Bij Elo bleek er nog meer informatie nodig te zijn, met name omdat de betrouwbaarheid van de uitvoer niet bekend was. Het werken met onbetrouwbare technologieën hoeft op zich niet veel problemen op te leveren als bekend is wanneer de uitvoer betrouwbaar is en wanneer niet. Met de combinatie van de informatie van de uitvoer en het eisenpakket van de gebruiker kan nu vrij snel uitgezocht worden hoe de feedback richting de gebruiker het best weergegeven kan worden. Bij sommige doelgroepen, onder andere die van Elo, zijn de mogelijkheden erg beperkt en is het lastig om terug te koppelen dat de technologie die erachter ziet een onbetrouwbare beoordeling heeft gegeven. De doelgroep is bij Elo nog te jong om dit te snappen, bij oudere doelgroepen neemt dit probleem steeds meer af en ontstaan er meer mogelijkheden om feedback aan te passen aan de gebruiker.

Een andere les die geleerd kan worden is dat het ook belangrijk is om niet alleen naar de feedback te kijken, die de gebruiker te zien krijgt, maar ook naar de motivatie van de gebruiker om het programma te gebruiken. Er is namelijk ook een mogelijkheid om niet de feedback te verbeteren, maar om er juist voor te zorgen dat de gebruiker het programma wil blijven gebruiken, ondanks dat er problemen zijn met de betrouwbaarheid. Windows

95 is hier een aardig voorbeeld van. Het besturingssysteem was absoluut niet betrouwbaar, maar toch gebruikten grote groepen gebruikers het. Zelfs terwijl er meer betrouwbare besturingssystemen beschikbaar waren. Deze mensen hadden blijkbaar een andere motivatie om het besturingssysteem toch te gebruiken. Dit kunnen hele uiteenlopende redenen zijn, maar deze zorgen er wel voor dat de gebruiker de technologische gebreken voor lief neemt. Bij Elo is er ook gekeken naar het hooghouden van de motivatie van de gebruiker. Al was het doel hiervan meer gerelateerd aan het probleem van de nieuwsgierigheid van de gebruikers dan aan het verbloemen van de technologische gebreken. De gebruikers zijn namelijk erg nieuwsgierig naar wat er allemaal om hun heen gebeurt en daardoor snel afgeleid.

Uiteindelijk zal een bepaald soort technologieën nooit 100% betrouwbaar worden. De GTH is hoogstwaarschijnlijk één van deze technologieën. De vraag die dan overblijft is: hoe goed moet de technologie functioneren om nuttig te zijn? Dit is geheel afhankelijk van de toepassing. In Elo is de GTH al nuttig als de kinderen leren van de directe feedback die ze krijgen als ze een gebaar gemaakt hebben. Hiervoor hoeft de GTH niet eens altijd correct te oordelen. Als het kind maar de juiste gebaren leert maken bij de juiste plaatjes is het doel bereikt.

Hoofdstuk 9

Conclusies en aanbevelingen

Er is op drie punten onderzoek gedaan om een antwoord te kunnen formuleren op de onderzoeksvraag: *Hoe kun je ervoor zorgen dat de aan de TU Delft ontwikkelde gebarentaalherkenner toegepast kan worden in het Elo project, ondanks dat deze niet altijd betrouwbare resultaten oplevert?* Deze onderzoeken zijn terug te vinden in de hoofdstukken 5, 6 en 7. De conclusies van deze onderzoeken en de aanbevelingen die daaruit voortkomen worden eerst besproken, gevolgd door de beantwoording van de onderzoeksvraag met als slot een aanzet voor toekomstig onderzoek.

9.1 Het betrouwbaarheidsprobleem van de GTH

Het maskeren van het betrouwbaarheidsprobleem is het doel geweest van de analyse in hoofdstuk 5. Deze analyse levert de volgende conclusies op:

1. Om het maskeren succesvol te laten zijn, is er gekeken naar de verschillende vormen van feedback die hiervoor ingezet kunnen worden. De doelgroep stelt alleen erg hoge eisen aan de feedback. Deze dient zo eenvoudig en duidelijk mogelijk te zijn, omdat kleuters het anders niet begrijpen. Daarom moeten er zelfs vraagtekens geplaatst worden bij feedback waarin de gebruiker verteld wordt dat het de gebaren wat groter of kleiner moet maken, al naar gelang het probleem. Dit zorgt ervoor dat er geen gedetailleerde feedback teruggekoppeld kan worden naar de gebruikers over wat er fout gaat. Alleen de beoordeling is bruikbaar als feedback, dus 'goed' of 'fout'.
2. Door gedetailleerde informatie van fouten die een gebruiker vaak maakt, op te slaan en zo door te geven aan de docent, wordt de docent in staat gesteld om de leerling te helpen om beter te leren gebaren. Hetzelfde kan ook gebeuren met informatie over het te groot, te klein, te snel of te laag gebaren van een gebruiker, alle vier problemen die de herkenning van een gebaar voor de GTH bemoeilijken. Deze informatie kan de docent ook meer inzicht verschaffen in hoe goed een bepaalde leerling nu al kan gebaren en in hoeverre Elo hier invloed op heeft gehad.
3. De gebruikers in de doelgroep leren het meest als de feedback strikt is. Hierdoor is de enige beïnvloeding op de feedback die plaats mag vinden, een beïnvloeding waarbij de beoordeling betrouwbaarder wordt. Informatie waardoor de betrouwbaarheid verhoogd zou kunnen worden is echter nog niet beschikbaar. Dit kan nog beschikbaar komen als er meer onderzoek verricht is naar gebaren en gebarentaal.

4. Als bekend is dat een beoordeling onbetrouwbaar is, dan zijn er twee alternatieve mogelijkheden om hiermee om te gaan:
 - er kan gevraagd worden om het gebaar nog een keer te maken. Dit is hinderlijk voor de voortgang van het programma en dus niet wenselijk. Daarnaast kan deze methode alleen spaarzaam ingezet worden, omdat aan kinderen niet te vaak achter elkaar gevraagd mag worden om het gebaar te herhalen;
 - de beoordeling kan genegeerd worden voor de eis dat elk gebaar drie maal achter elkaar goed gemaakt moet worden en het gebaar kan verder naar voren geschoven worden in de volgorde waarin de gebaren gevraagd worden. Deze methode heeft de voorkeur, omdat dit de voortgang van het programma niet stoort en ervoor zorgt dat de gebruiker gebaren die hij of zij beheerst, niet onnodig vaak hoeft te maken.
5. Gebaren waarbij de kans klein is op een goede herkenning, zoals gebaren waarbij de handen elkaar kruisen, kunnen beter niet gebruikt worden in Elo.
6. Als een gebaar vaak niet goed beoordeeld kan worden, dan kan ervoor gekozen worden om dit gebaar uit Elo weg te laten.
7. Het herkennen van gebaren die in de genegeerde zone gemaakt worden. Dit is een zone onderin het videobeeld waar de handen van de gebruiker liggen. Deze gebaren worden genegeerd om ervoor te zorgen dat onder andere het gefriemel met de handen niet als gebaar wordt meegenomen. Als dit wel herkend wordt, zorgt dat ervoor dat, als er geen ander gebaar gemaakt wordt, deze alsnog kan gelden als het gebaar dat de gebruiker gemaakt heeft.

Uit deze conclusies blijkt dat het maskeren van het betrouwbaarheidsprobleem niet zo eenvoudig is. Het geven van gedetailleerde feedback is niet geschikt voor deze doelgroep en voor het beïnvloeden van de feedback zijn geen steekhoudende argumenten te vinden. Wat rest is het zorgvuldig selecteren van gebaren die de GTH goed kan herkennen, zodat het aantal onbetrouwbare beoordelingen zo klein mogelijk gehouden wordt en het niet mee laten tellen van onbetrouwbare beoordelingen in de eis dat elk gebaar drie keer achter elkaar goed gemaakt moet worden in combinatie met het snel weer vragen van dat gebaar. Dit zijn de twee belangrijkste voorstellen voor verbetering, die in combinatie met het invoeren van de resultaten van het onderzoek uit hoofdstuk 6 meteen toegepast kunnen worden. Het is wel de verwachting dat deze twee punten kunnen helpen om de effecten van het betrouwbaarheidsprobleem te verminderen. Het is dan ook sterk aan te raden om met name bij de keuze van de gebaren goed te kijken naar de kans dat de GTH dit gebaar ook goed kan herkennen. Het achterhalen van welke fout de gebruiker maakt is op dit moment nog niet mogelijk. De potentie om dit te achterhalen is wel aanwezig, maar de winst is te klein om hier tijd en moeite in te stoppen alleen voor Elo. Het meenemen van een gebaar dat te laag is gemaakt, zou wel eenvoudig door te voeren moeten zijn en kan weer wat frustratie bij de gebruiker wegnemen.

9.2 De betrouwbaarheid van een beoordeling

Uit het eerste onderzoek bleek dat, als er iets gedaan moest worden aan de betrouwbaarheid van de GTH tijdens de feedback, de GTH wel een indicatie over de betrouwbaarheid van

een beoordeling mee moet geven. Dit was nog niet het geval en dus is er gekeken naar de mogelijkheden om dit alsnog weer te geven. Dit onderzoek is terug te vinden in hoofdstuk 6. Er bleken twee punten te zijn waarop de betrouwbaarheid sterk beïnvloed wordt. Namelijk bij de tracking van een gebaar en bij de beoordeling van een gebaar. Fouten in de tracking zijn nog niet goed te herleiden, tenzij handen elkaar kruisen of de handen voor het gezicht komen, maar deze problemen kunnen grotendeels voorkomen worden door gebaren waarbij dit probleem voorkomt niet op te nemen in de oefeningen. De beoordeling van een gebaar bleek meer houvast te bieden, doordat de beoordeling gedaan wordt door een getrainde detector. Deze detector wordt zo getraind dat het een bepaald percentage van òf de goede gebaren goedkeurt òf van de fouten gebaren afkeurt. Door eerst detectoren in te zetten die alleen goede gebaren goedkeuren als ze dat ook vrij zeker zijn en foute gebaren afkeuren alleen als dat vrij zeker is, neemt de betrouwbaarheid van die beoordelingen toe ten opzichte van de huidige betrouwbaarheid. Als hierna de detector gebruikt wordt, die ze nu ook gebruiken, levert deze beoordelingen op met een matige betrouwbaarheid. Als er als laatste nog een detector wordt gebruikt die bekijkt of de gemaakte beoordelingen niet net op de grens liggen, kan deze de onbetrouwbare beoordelingen eruit filteren die net zo goed anders beoordeeld hadden kunnen worden als het gebaar een heel klein beetje anders was geweest. Zo ontstaan er drie maten van betrouwbaarheid die meegegeven kunnen worden met de uitvoer. Deze oplossing is nog niet getest en de exacte waardes die nodig zijn voor de implementatie, moeten nog bepaald worden, maar door die waardes goed af te stellen komt er meer informatie beschikbaar over de betrouwbaarheid. Deze drie maten zijn een beperkte methode om de betrouwbaarheid weer te geven, maar het is echter wel voldoende om de voorstellen uit de analyse van het betrouwbaarheidsprobleem door te voeren. De minimale implementatie is hiervoor echter al voldoende. Deze bestaat uit twee detectoren waarbij de eerste detector de huidige is en de tweede detector probeert om de beoordelingen te herkennen, waarbij de kans dat deze correct is, het laagst is. De uitgebreide implementatie met de voorgestelde vier detectoren kan echter ook nog informatie verschaffen over hoe goed bepaalde gebaren te herkennen zijn. Deze informatie kan gebruikt worden om de selectie van gebaren die in Elo komen beter te laten verlopen.

9.3 Het vasthouden van de aandacht in Elo

Het derde onderzoek, beschreven in hoofdstuk 7, pakt het probleem aan dat kleuters van nature nogal nieuwsgierig en snel afgeleid zijn. Het vasthouden van de aandacht is dan ook het uitgangspunt bij dit onderzoek geweest en wel door de gebruiker gemotiveerd te houden om met Elo bezig te blijven. Het probleem van de aandacht wordt namelijk vergroot doordat geluid geen optie is om de aandacht te trekken, terwijl dit de enige manier is om de gebruiker te bereiken als deze niet naar het beeldscherm kijkt. Voor dit onderzoek is er een evaluatie gedaan waarbij twee populaire motivatietheorieën zijn gebruikt, namelijk de ACRS model of motivation van Keller en de motivatietheorie van Malone. Van beide theorieën zijn artikelen te vinden waarin deze toegepast worden in het instructionele onderwijs. Aan de hand van deze artikelen is een evaluatie van Elo uitgevoerd. De resultaten zijn overwegend positief te noemen, wat betekent dat veel van de manieren om de gebruiker te motiveren al in Elo terug te vinden zijn. Het was al bekend dat er gekozen is voor een applicatie waarbij de nadruk op het lerende aspect ligt en niet op vermaak. Dit is ook terug te zien in de resultaten van de evaluatie. De voorstellen voor verbetering in sectie 7.6 zijn hier ook met name op gericht.

Beide theorieën onderschrijven dat een gebruiker meer gemotiveerd is om met de applicatie te werken als deze als leuk ervaren wordt. Het is moeilijk in te schatten wat de gevolgen precies gaan zijn van het doorvoeren van de voorstellen. De motivatie zal erdoor verhoogd worden, er zal meer afwisseling in de oefeningen ontstaan, waardoor deze langer leuk blijven, maar wat de effecten hiervan precies zullen zijn moet uit de praktijk nog blijken.

9.4 Beantwoording onderzoeksvraag

Deze drie onderzoeken samengenomen geven het volgende antwoord op de onderzoeksvraag: om ervoor te zorgen dat de GTH toegepast kan worden in Elo moet er met de gebruikte gebaren rekening gehouden worden met de mogelijkheden van de GTH. Dus er moeten bijvoorbeeld geen gebaren in Elo gestopt worden, waarbij het gebaar voor het hoofd gemaakt moet worden. Daarnaast is het detecteren van de betrouwbaarheid van de beoordeling erg belangrijk, omdat dit Elo in staat stelt anders om te gaan met onbetrouwbare beoordelingen, dan met betrouwbare. Ook kunnen er dan slecht-herkenbare gebaren alsnog uitgefilterd worden. Als laatste punt is het belangrijk om ervoor te zorgen dat de gebruiker gemotiveerd is om met Elo te blijven werken, waarbij foute beoordelingen of het niet reageren van de GTH er niet voor zorgen dat de gebruiker stopt met Elo.

9.5 Toekomstig onderzoek

In de analyse van de mogelijkheden om het betrouwbaarheidsprobleem te maskeren in hoofdstuk 5 is er aandacht besteed aan verschillende feedback mogelijkheden, zoals het aangeven wanneer de gebruiker systematisch een gebaar te groot of te klein maakt. Het herkennen hiervan is nu technisch nog niet mogelijk. Het zou relatief eenvoudig moeten zijn om waar te nemen dat een hand buiten het bereik van de camera's is geraakt of als er alleen korte bewegingen zijn waargenomen of als er alleen beweging is opgetreden in de genegeerde zone. Het herkennen van gebaren die aan de kleine kant zijn, is waarschijnlijk lastiger om te detecteren. Door te realiseren dat ze een gebaar te groot, te klein, te laag of te snel maken kunnen de kinderen, als ze de feedback ten minste begrijpen, leren hoe ze moeten gebaren, zodat de GTH de gebaren goed kan herkennen. Dit kan de betrouwbaarheid van de beoordelingen behoorlijk verbeteren.

Het is de hoop dat er uit het onderzoek naar gebaren en gebarentaal informatie beschikbaar komt, die kan dienen als argument om de feedback zo te beïnvloeden, dat de beoordelingen er beter van worden en het betrouwbaarheidsprobleem beter gemaskeerd kan worden. Deze hoop is echter niet heel groot, omdat de mogelijkheden voor de beïnvloeding minimaal zijn, gegeven de doelgroep en de beperking tot het gebruik van 'goed' of 'fout'. Dit maakt toekomstig onderzoek puur gericht op dit gebied voor deze applicatie vrijwel overbodig, aangezien de winst nooit erg groot zal worden en de GTH ook nu al inzetbaar is. De oplossing voor het betrouwbaarheidsprobleem zal uiteindelijk toch vanuit het onderzoek naar de GTH zelf moeten komen en niet uit onderzoek naar de beïnvloeding van de feedback.

Daarnaast zullen de resultaten van de analyse nog in de praktijk getest moeten worden, om te controleren of de theorie daadwerkelijk stand houdt. Dit is nog niet gedaan tijdens het onderzoek, omdat de toegang tot de gebruiker erg beperkt is en de NSDSK deze toegang nodig had om hun eigen tests uit te voeren.

Bij het onderzoek naar de mogelijkheden om de betrouwbaarheid van een beoordeling te achterhalen in hoofdstuk 6, wordt er wel een voorstel voor implementatie van het achterhalen van de betrouwbaarheid gedaan, maar dit is nog niet getest. Voordat het toegepast kan worden zal dit eerst moeten gebeuren. Tijdens deze testen zullen de waardes vastgesteld moeten worden, waarmee het beste onderscheid gemaakt kan worden tussen de voorgestelde vijf groepen.

Het herkennen van een gebaar door de GTH bestaat uit twee fases: eerst worden de hand gevolgd door de GTH en worden features opgeslagen, daarna bepaald de GTH aan de hand van getrainde detector(s) of het gemaakte gebaar voldoende overeenkomt met het verwachte gebaar. In dit onderzoek is er alleen gekeken naar de tweede fase om de betrouwbaarheid van een beoordeling te bepalen, omdat het nog niet duidelijk is hoe de fouten in de eerste fase herkent kunnen worden en zo meegenomen kunnen worden in het bepalen van de betrouwbaarheid. Het is wel bekend dat er ook fouten gemaakt worden in de eerste fase. Onderzoek naar hoe de betrouwbaarheid van de eerste fase herkend kan worden, draagt er enerzijds toe bij dat er een beter beeld geschapen kan worden van de betrouwbaarheid van beoordelingen in het algemeen en anderzijds kan onderzoek naar deze fase leiden tot meer inzicht in hoe de eerste fase verbeterd kan worden om de betrouwbaarheid van deze fase zelf te verhogen.

Naast deze onderzoeken is het erg interessant om te kijken naar het gegeven wanneer een beoordeling onbetrouwbaar is. Welke gegevens levert de trackingfase op, waardoor de betrouwbaarheid van een beoordeling achteruit gaat. Door deze gegevens te onderzoeken kan er meer inzicht ontstaan in hoe de gebaren verwerkt worden tot data en hoe interpretatie van deze data leidt tot betrouwbare of onbetrouwbare beoordelingen.

Het onderzoek in hoofdstuk 7 bevat een eerste aanzet tot het verbeteren van de motivatie. Hoe dit precies geïmplementeerd moet worden en wat wel en niet haalbaar is voor de deadline van Elo moet nog onderzocht worden. Er is hier gekozen om Elo te evalueren aan de hand van twee motivatietheorieën. Dit heeft genoeg informatie opgeleverd om te stellen dat dit een goede keus is geweest, maar de gebruiker motiveren is niet het uiteindelijke doel van Elo. Deze evaluatie heeft dan ook niet als doel gehad om Elo als geheel te evalueren, maar alleen om te kijken in hoeverre Elo de gebruiker motiveert, met als uiteindelijke doel om de aandacht van de gebruiker zoveel mogelijk vast te blijven houden. Evaluaties om Elo als geheel te evalueren zijn ongetwijfeld al opgenomen in Elo, dus een aanbeveling in deze richting is niet zinvol. Wel is gebleken uit de evaluatie naar de motivatie, dat het evalueren van bepaalde onderdelen tot nieuwe inzichten kan leiden. Zo zou een onderzoek naar de effecten van een drill and practice aanpak bij kleuters van drie jaar oud interessant zijn om te kijken of dit wel de meest efficiënte manier is om deze groep nieuwe gebaren oppervlakkig te leren. Veel theorie over deze leeftijdsgroep beschrijft dat het juist belangrijk is, om deze kinderen veel ruimte te geven om zelf op onderzoek uit te kunnen gaan (Hanna et al., 1997; Verenikina et al., 2003). Voor de oudere kinderen in de doelgroep van Elo, de 5-jarige, is al wel bekend dat drill and practice effect heeft. De standaard lesmethode op een basisschool werkt bijvoorbeeld ook op eenzelfde wijze. Verder is er nog onderzoek mogelijk naar hoe animaties toegevoegd kunnen worden in Elo. Het gebruik van de taal Visual Basic beperkt de mogelijkheden tot het gebruik van animaties, terwijl animaties een van de onderdelen zijn, die de applicatie veel aantrekkelijker kunnen maken voor de doelgroep. Dit onderzoek zou ook de mate van gebruik van animaties moeten bevatten, omdat onder andere Mayer et al. (2001) stelt dat animaties niet overvloedig gebruikt moeten worden. Het doel is dan het zoeken naar een balans tussen

het gebruik van animaties om aan de ene kant de aandacht te trekken, of de gebruiker te motiveren doordat animaties voor variatie en een verrassingselement zorgen en aan de andere kant dat de animaties niet te veel afleiden van het leren van nieuwe gebaren.

Bijlage A

De vragenlijst uit het boek van Vockell (2000)

De vragenlijst hieronder is gebruikt bij de evaluatie van Elo in hoofdstuk 7.

What Teachers Can Do About Motivation

(Note: Most of the individual sections of this chapter contain specific guidelines. It is impractical to repeat them all here. Teachers should consult those individual sections for additional specific guidelines.)

1. Focus as much as possible on intrinsic rather than extrinsic factors to motivate learners. When it is necessary to use extrinsic motivators, try to make them temporary.
2. Look at motivation from the perspective of the person being motivated, not from your own or from some other perspective.
3. Take steps to understand the motivational perspectives of learners by communicating with them, by establishing rapport, by understanding their individual and group needs, and by learning about their cultural heritage.
4. Be aware that learners may be motivated by many goals in addition to the objectives of the instructional unit, and adjust instruction accordingly.
5. Don't guarantee success. Rather, make it clear that students are likely to succeed if they put forth appropriate effort.
6. Communicate goals clearly to learners, so that learners themselves can direct their own motivational energies toward attaining these goals.
7. Set up learning situations with an optimal degree of discrepancy. For example, a learner should already know enough about a topic to see that it would be enjoyable to learn a little more.
8. Help learners see clear cause-and-effect relationships between their own actions and obtaining desired benefits.

9. Arrange events so that learners feel that they have freely chosen to perform productive activities - not that they have been coerced into doing so.
10. Create environments in which learners can vividly fantasize using academic skills in realistic or enjoyable settings.
11. Use competition in such a way as to help those who succeed at it, while minimizing negative impacts on those who lose.
12. Use cooperation rather than competition in situations where it would be more productive.
13. Use recognition to motivate learners by making their successful activities or products visible to others.
14. Present learning opportunities in an environment that is likely to evoke positive feelings and emotions. Most importantly, avoid conducting learning activities in settings that are likely to evoke negative feelings.
15. When physiological arousal is too high, take steps to lower it.
16. When physiological arousal is too low, take steps to increase it.
17. Help learners satisfy their basic needs, so that they can be motivated by higher needs.
18. Encourage learners to attribute both their academic successes and failures to effort, which is an internal, unstable factor over which they have control.
19. Encourage students to be motivated by the urge to master important skills rather than by achieving favorable comparisons with other students.
20. Encourage students to put forth effort, but define effort properly. Effort refers to the productive use of time. Putting in more hours does not necessarily reflect greater effort. Sometimes students need to learn to make proper effort.
21. Focus as much as possible on achieving success, as opposed to avoiding failure.
22. Have realistic, positive expectations for your students.
23. Be aware of the possibility of negative stereotypes and avoid letting these influence your expectations or the goals you set for students.
24. Promote self-motivation among learners.

Bibliografie

- Aarssen, J., Broekhof, K., Cohen de Lara, H., & Hoogbergen, M. (2001). *Duidelijke taal*. Procesmanagement Primair Onderwijs.
- Alessi, S. & Trollip, S. (2001). *Multimedia for learning: methods and development*. Boston: Allyn and Bacon.
- Arendsen, J. (2006). Perceptie van gebaren: detecteren dat er een gebaar is begonnen. <http://www-ict.ewi.tudelft.nl/~lichte29/workshop2006/Workshop2006%20Jeroen8.ppt>.
- Ausubel, D. (1963). *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. Grune & Stratton, Inc.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84, 195–215.
- Barendregt, W. & Bekker, M. (2005a). Development and evaluation of the picture cards method. In *Workshop Interaction Design for Children, Interact 2005 Rome*, (pp. 15–19).
- Barendregt, W. & Bekker, M. (2005b). Extended guidelines for usability (and fun) testing with children. Proceedings of SIGCHI.NL Conference 2005, HCI Close to You.
- Barendregt, W. & Bekker, M. (2006). Developing a coding scheme for detecting usability and fun problems in computer games for young children. *Behavior research methods*, 38(3), 382–389.
- Beemen, I. (2001). *Ontwikkelingspsychologie*. Wolters Noordhoff.
- Blackboard (2007). Website van blackboard. <http://www.blackboard.com>.
- Bramer, S. V. (1998). Lecture help pages with solutions. <http://science.widener.edu/svb/tutorial>.
- Brehm, S., Kassin, S., & Fein, S. (2002). *Social Psychology, fifth edition*. Houghton mifflin company.
- Calvert, S., Rideout, V., Woolard, J., Barr, R., & Strousse, G. (2005). Age, ethnicity, and socioeconomic; patterns in early computer use. *American Behavioral Scientist*, 48, No. 5, 590–607.
- Celebrate (2003). drill and practice. http://www.eun.org/ww/en/pub/celebrate_help/lo_walk_through/drill_and_practice.htm.
- Crasborn, O. (2006). Variatie in de uitspraak van gebaren. Workshop: een mooi gebaar.

- Dankbaar, M. & van Hoek, F. (2002). Learning with an electronic learning environment. http://www.pedc.se/lentec/e_learning/learning_with_an_elo.doc.
- Darrell, T. & Pentland, A. (1993). Space-time gestures. *Computer Vision and Pattern Recognition, 1993. Proceedings CVPR '93., 1993 IEEE Computer Society Conference on*, 335–340.
- Donker, A. & Markopoulos, P. (2001). Assessing the effectiveness of usability evaluation methods for children. In *Avouris, N., and Fakotakis, N., (Eds.) Advances in human computer interaction I, 18-6*, 409–410.
- Dovenschap (2005). werkplan 2006. <http://www.dovenschap.nl/download/werkplan2006.pdf>.
- Dovenschap (2007). Doof in nederland? <http://www.dovenschap.nl/main.php?sid=13>.
- Dreamworks (2004). Dwkids. <http://www.dwkids.com>.
- Dribbel (2007). Webstie van dribbel. <http://www.funwithspot.com/house.asp?locale=NL>.
- Driscoll, M. (2000). *Psychology of Learning for Instruction*. MA: Allyn & Bacon.
- Droste, J. (2003). *Het kiezen van een elektronische leeromgeving: Advies 2003*. Den Bosch: Cinop.
- Druin, A. (1999). Cooperative inquiry: developing new technologies for children with children. In *CHI '99: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, (pp. 592–599)., New York, NY, USA. ACM Press.
- Druin, A. (2002). The role of children in the design of new technology. *Behaviour & Information Technology*, 21, Issue 1, 1–25.
- Flori, R.E., J. (1994). Computer-aided instruction in dynamics: does it improve learning? In *Frontiers in Education Conference, 1994. Twenty-fourth Annual Conference. Proceedings*, (pp. 77–81).
- Gagne, R. (1970). *The Conditions of Learning, 2nd Edition*. Holt, Rinehart, and Winston, Inc.
- Gebarencentrum (2007). Website gebarencentrum. <http://www.gebarencentrum.nl/grammatica.html>.
- Gerrits, E., Brokx, J., & Rozier, E. (2005). Vroegtijdige interventie na neonatale gehoorscreening: Het effect op de taalontwikkeling. *Logopedie & Foniatrie*, 77(10), 311–320.
- GGD Nijmegen (2005). Privé-computergebruik en gerelateerde gezondheidsrisico's bij de jeugd in de regio nijmegen. *Jeugd in Beeld feitenblad, Computergebruik*.
- Gillis, S. (2004). Vroege taalverwerving. In *F. Daems & K. Van den Brande & L. Verschaffel (Eds.), Taal verwerven op school. Taaldidactiek voor basisonderwijs en eerste graad secundair*, (pp. 29–59). Acco.
- Glasser, W. (1985). *Control theory*. Harper and Row.

- Goorhuis-Brouwer, S. (2006). Mogen peuters nog peuteren en kleuters nog kleuteren. *De wereld van het jonge kind*, 33, 132–135.
- Guna, M., Druin, A., Chipman, G., Fails, J., Simms, S., & Farber, A. (2005). Working with young children as technology design partners. *Communications of the ACM*, 48, No. 1.
- Hanna, L., Ridsen, K., & Alexander, K. (1997). Guidelines for usability testing with children. *Interactions*, 9–14.
- Hanna, L., Ridsen, K., Czerwinski, M., & Alexander, K. (1998). The role of usability research in designing children's computer products. In *Chapter in A. Druin's (Ed.) The design of children's technology*, (pp. 3–26)., San Francisco, CA, USA. Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Heuvelman, A. en Gutteling, J. (2002). *Psychologie*. Boom.
- Higgins, A. & Turnure, J. (1984). Distractibility and concentration of attention in children's development. *Child Development*, 55, No. 5., 1799–1810.
- Hudson, J. N. (2004). Computer-aided learning in the real world of medical education: does the quality of interaction with the computer affect student learning? *Medical Education*, 38 (8), 887–895.
- Jurafsky, D. & Martin, J. (2000). *Speech and language processing*. Prentice Hall.
- Kadous, M. (2002). *Temporal Classification: Extending the Classification Paradigm to Multivariate Time Series*. PhD thesis, School of Computer Science & Engineering, University of New South Wales.
- Kearsley, G. (2004). *Explorations in Learning and Instruction: the Theory into Practice Database*.
- Keller, J. (1983). Motivational design of instruction. In *C.M. Reigeluth (Ed.), Instructional-Design Theories and Models: An Overview of their Current Status*, 383–434.
- Keller, J. (1999). Using the arcs motivational process in computer-based instruction and distance education. *New directions for teaching and learning*, 78.
- Keller, J. (2004). Keller's arcs model of motivation. <http://www.ittheory.com/keller1.htm>.
- Keller, J. (2006). What are the elements of learner motivation? <http://www.arcsmodel.com/Mot%20dsgn%20A%20cate.htm>.
- Keller, J. & Suzuki, K. (2004). Learner motivation and e-learning design: a multinationally validated process. *Journal of Educational Media*, 29, No. 3.
- Keller, J. M. (1987). Strategies for stimulating the motivation to learn. *Performances and Instruction*, 26, 8, 1–7.
- Keogh, E. & Pazzani, M. (1999). Scaling up dynamic time warping to massive datasets. *3rd European Conference on Principles and Practice of Knowledge Discovery in Databases*.

- Keogh, E. & Pazzani, M. (2001). Dynamic time warping with higher order features. *SIAM International Conference on Data Mining, SDM 2001*.
- Kienstra, M. (2003). Werken aan je eigen woordenschat. *Taal Lezen primair*, 11.
- Kohn, A. (1993). *Punished by Rewards: the Trouble with Gold Stars, Incentive Plans, A's, Praise, and Other Bribes*. Houghton Mifflin.
- Kohnstamm, R. (1996). *Kleine ontwikkelingspsychologie I, het jonge kind, vierde druk*. Bohn Stafleu Van Loghum.
- Kulik, J. & Kulik, C. (1988). Timing of feedback and verbal learning. *Review of Educational Research*, 58, No. 1, 79–97.
- Kupritz, V. W. & Laszlo, F. (2003). The identification of online learning motives in use by undergraduate students. *Delta Pi Epsilon Journal*, 45, 1, 63–72.
- Lee, S., Henderson, V., Hamilton, H., Hamilton, S., Starner, T., & Brashear, H. (2005). User-centered development of a gesture-based american sign language (asl) game. In *Proceedings of Instructional Technology and Education of the Deaf Symposium, NTID(National Technocal Institute for the Deaf)*.
- Lee, S., Henderson, V., Hamilton, H., Starner, T., & Brashear, H. (2005). A gesture-based american sign language game for deaf children. In *CHI '05: CHI '05 extended abstracts on Human factors in computing systems*, (pp. 1589–1592)., New York, NY, USA. ACM Press.
- Lego (2006). De url verwijst naar een aantal spelletjes voor kleuters. <http://www.lego.com/eng/preschool/games/games.asp?id=10>.
- Lepper, M. & Cordova, D. (1992). A desire to be taught: Instructional consequences of intrinsic motivation. *Motivation and Emotion*, 16, No 3, 187–208.
- Lepper, M. & Hodell, M. (1989). Intrinsic motivation in the classroom. *C. Ames & R. Ames, Research on Motivation in Education: Goals and Cognitions*, 3, 73–105.
- Lepper, M. R. & Malone, T. W. (1987). Intrinsic motivation and instructional effectiveness in computer-based education. *R. E. Snow & M. J. Farr (Eds.), Aptitude, learning, and instruction: III. Conative and affective process analyses*, 3, 225–286.
- Lichtenauer, J. (2006). Resutataten van herkenning op ngt dataset. Unpublished.
- Lichtenauer, J., Hendriks, E., & Reinders, M. (2006). 3d versus 2d pose information for recognition of ngd signs.
- Mager, R. (1970). *Analyzing Performance Problems*. CA: Fearon Publishers.
- Malone, T. W. (1980). What makes things fun to learn? heuristics for designing instructional computer games. In *SIGSMALL '80: Proceedings of the 3rd ACM SIGSMALL symposium and the first SIGPC symposium on Small systems*, (pp. 162–169)., New York, NY, USA. ACM Press.

- Mankoff, J., Hudson, S., & Abowd, G. (2000). Interaction techniques for ambiguity resolution in recognition-based interfaces. In *UIST '00: Proceedings of the 13th annual ACM symposium on User interface software and technology*, (pp. 11–20)., New York, NY, USA. ACM Press.
- Maslow, A. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, 504, 370–396.
- Math (2007). Math practice. <http://www.math.com/students/practice.html>.
- Mayer, R., Heiser, J., & Lonn, S. (2001). Cognitive constraints on multimedia learning: When presenting more material results in less understanding. *Journal of Educational Psychology*, 93(1), 187–198.
- McClelland, D. & Burnham, D. (1976). Power is the great motivator. *Harvard Business Review*, 52, No 2, 100–110.
- Metzker, E. & Offergeld, M. (2001). *An Interdisciplinary Approach for Successfully Integrating Human-Centered Design Methods into Development Processes Practiced by Industrial Software Development Organizations*, volume 2254/2001 of *Lecture Notes in Computer Science*, (pp. 19–33). Springer.
- Mills, R. & Sorensen, N. (2004). Kids collegetm 2004: An implementation of the arcs model of motivational design. *Research Supporting Kids College*, 12–25.
- Miron, E. A. M. (2003). Affecting motivation considering student's goal orientation. *Cognitive science research paper- university of Sussex CSRP*, ISSU 564, 74–75.
- Nijntje (2007). Website van nijntje. <http://www.nijntje.nl>.
- NSDSK (2005). *Jaarverslag 2005*. Drukkerij Wedding.
- NSDSK (2006). Website van de nederlandse stichting voor het dove en slechthorende kind. <http://www.nsdsk.nl/frames.html>.
- Oates, T., Schmill, M., & Cohen, P. (2000). A method for clustering the experiences of a mobile robot that accords with human judgments. *Proceedings 17th National Conference on Artificial Intelligence*, 846–851.
- Piaget, J. (1936). *The origin of intelligence in the child*. Penguin Books.
- Ratanamahatana, C. & Keogh, E. (2004). Everything you know about dynamic time warping is wrong. In *3rd Workshop on Mining Temporal and Sequential Data, in conjunction with the 10th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD-2004)*.
- Rickel, J. (1989). Intelligent computer-aided instruction: a survey organized around system components. *Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on*, 19 (1), 40–57.
- Rietveld, A. & van Heuven, V. (2001). *Algemene fonetiek*. Coutinho.
- Ross, J. & Schulz, R. (1999). Can computer-aided instruction accommodate all learners equally? *British Journal of Educational Technology*, 30 (1), 5–24.

- Ryan, R. & Deci, E. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55, No. 1., 68–78.
- Sandler, W. (2003). *Sign Language Phonology*. Oxford University Press.
- Saskatoon Public Schools, I. (2007). Instructional strategies online. <http://olc.spsd.sk.ca/DE/PD/instr/index.html>.
- Schermer, G. (1990). *In search of a language*. Eburon.
- Schermer, T. (2003). Standaardisatie en nu? *van Horen Zeggen*, 1, 15–19.
- Schermer, T. & Vermeerbergen, M. (2004). Nederlandse gebarentaal en vlaamse gebarentaal: zussen of verre nichtjes? *Ons Erfdeel, jaargang 47, nr. 4*, 569–575.
- Shrock, S. (1991). A brief history of instructional development. In Anglin, Gary J. (Ed.), *Instructional Technology*.
- Skinner, B. (1953). *Science and Human Behavior*. Macmillan Free Press, a division of Simon & Schuster Inc.
- Small, R. (2000). Motivation in instructional design. *Teacher Librarian*, 27, 5, 29–31.
- Song, S. & Keller, J. (1999). The arcs model for developing motivationally-adaptive computer-assisted instruction. *21 st National Convention of the Association for Educational Communications and Technology [AECT]*.
- Spaai, G., Hendriks, E., de Ridder, H., de Ridder, H., & Reinders, M. (2005). Gebarentaal leren via een elo. *Onderwijsinnovatie*, 11–13.
- Stone, D., Jarrett, C., Woodroffe, M., & Minocha, S. (2005). *User interface design and evaluation*. Morgan Kaufmann publishers.
- Taalsite (2005). Lexicon: Woordenschatdidactiek. <http://lexicon.taalsite.nl/lexicon/Woordenschatdidactiek>.
- Teletop (2007). Website van teletop. <http://www.teletop.nl>.
- ten Holt, G., Hendriks, P., & Andringa, T. (2006). Why don't you see what i mean? prospects and limitations of current automatic sign recognition research. *Sign language studies*, 6, nr. 4, 416–437.
- Travers, R. (1982). *Essentials of Learning: The new cognitive learning for students of education, 5th Edition*. NY: Macmillan Publishing Co., Inc.
- Verenikina, I., Harris, P., & Lysaght, P. (2003). Childs play: Computer games, theories of play and childrens development. This paper was presented at the IFIP Working Group 3.5 Conference: Young Children and Learning Technologies, held at UWS Parramatta in July 2003.
- Vermeeren, A., den Bouwmeester, K., Aasman, K., & de Ridder, H. (2002). Devan: a tool for detailed video analysis of user test data. *Behaviour & Information Technology*, 21:6, 403–423.

- Verstelle, M., Sloep, P., & Parra, B. d. l. (2002). *ELOs, DLOs en LMSen, achtergronden en soorten*, (pp. 85–97). IVLOS en ICLON.
- Verveat, E. (2004). *Korte beschrijving van de inhoud van Groeienderwijs; psychologie van 0 tot 3* (Third ed.). Ambo.
- Vockell, E. (2000). Educational psychology: A practical approach. http://education.calumet.purdue.edu/vockell/EdPsyBook/Edpsy5/Edpsy5_intro.htm.
- Vogler, C. (2002). *American Sign Language Recognition: Reducing the Complexity of the Task with Phoneme-Based Modeling and Parallel Hidden Markov Models*. PhD thesis.
- Volterra, V., Pace, C., Pennacchi, B., & Corazza, S. (1995). Advanced learning technology for a bilingual education of deaf children. *American Annals of the Deaf*, 140(5), 402–409.
- Wallien, M., Drubbel, A., & Soeters, M. (2001). Leerplan tweetalig onderwijs. nederlandse gebarentaal en nederlandse taal in het primair dovenonderwijs.
- Wesemann, J. B. (2007). Wat is gebarentaal? <http://www.dovenschap.nl/main.php?sid=20>.