



Probo

a friend for life

Jelle Saldien

Hogeschool Antwerpen

Departement Ontwerpwetenschappen

3de Lic. Productontwikkeling 2004-2005



Voorwoord

Het zoeken naar een gepaste probleemstelling voor een afstudeerproject productontwikkeling is geen eenvoudige opgave. Je moet een onderwerp vinden dat je een jaarlang kan blijven boeien en waar je honderd procent achter kunt staan.

Na een tijdje zoeken kwam ik in contact met mensen van de V.U.B. die een project wilden ontwikkelen waarbij nieuwe technologieën worden aangewend voor goede doelen. Zo kwam ik bij Ivan Hermans die mij overtuigde om iets te doen voor kinderen die in het hospitaal verblijven. Deze kinderen verdienen als geen ander om eens verwend en geamuseerd te worden.

De combinatie van nieuwe technologieën en de mogelijkheid om de kinderen iets gelukkiger te maken was voor mij de uitdaging en de doorslag om met dit project te starten.

Ik zou graag van de gelegenheid gebruik willen maken om een aantal mensen te bedanken die mij veel geholpen hebben om dit project tot een goed einde te brengen. Mijn begeleider Dirk Jacobs zou ik willen bedanken voor zijn adviezen op de wekelijkse consults.

Ivan Hermans ben ik zeer dankbaar voor alle contacten die hij voor mij heeft geregeld in een voor mij ongekende ziekenhuiswereld. Alle mensen van de V.U.B. , afdeling mechanica, en in het bijzonder Björn Verrelst en Bram Vanderborght, wil ik bedanken voor hun hulp en adviezen doorheen het ganse project.

Ik bedank ook mijn ouders die altijd voor mij klaar stonden en mij het hele jaar gesteund hebben en alle collega's en vrienden bij wie ik altijd met vragen terecht kon.

1 Inhoudstafel		
2 Inleiding	p 2	
3 Productidee	p 3	
3.1 Probleemanalyse	p 3	
3.2 Gebruikersnoden	p 4	
3.3 Productvoorstellen	p 9	
3.4 Omschrijving productidee	p 11	
3.5 Marktanalyse	p 12	
4 Productdefinitie	p 16	
4.1 Productarchitectuur	p 17	
4.2 Designdrivers	p 18	
4.3 Specificaties	p 19	
4.4 TOI's	p 21	
5 Systeem design	p 22	
5.1 Creatie van een identiteit	p 23	
5.2 Emotionele verwerkingssysteem	p 26	
5.3 Het oogstelsel	p 30	
5.4 Het hoofdsysteem	p 34	
5.5 Het slurfsysteem	p 36	
5.6 Het pels/huid systeem	p 40	
6 Concept design	p 42	
6.1 Audio systeem	p 43	
6.2 Beeld systeem	p 44	
6.3 Interface	p 45	
6.4 Schokbestendigheid	p 46	
6.5 Bekabeling	p 47	
6.6 Kostprijsverificatie	p 48	
7 Uitontwikkeling	p 49	
6.1 Eploded view geheel	p 50	
6.2 Eploded view oogstelsel	p 51	
6.3 Doorsnede geheel	p 52	
6.4 Bemating geheel	p 53	
6.5 Bemating oogstelsel	p 54	
6.6 Bemating slurf	p 55	

2 Inleiding

Wanneer je als kind in het ziekenhuis moet verblijven, kom je in een nieuwe wereld terecht. Een wereld van angst en van pijn, een wereld van rare mensen en koude, enge apparatuur. Gescheiden van vrienden en familie zijn dit soms moeilijke momenten.

Met dit eindwerkproject proberen we de moeilijke momenten van deze kinderen zoveel mogelijk te verlichten.

Probo is een grappig knuffelbeestje met een lange snuit dat echt tot leven komt dankzij het gebruik van nieuwe technologieën op het gebied van artificiële intelligentie en robotica.

3 Productidee

In de eerste fase van dit eindwerkproject werd de omgeving en de doelgroep voor een mogelijk product geanalyseerd en werd er een analyse gedaan van de mogelijke markt. Eerst werden de noden van de doelgroep aan de hand van observatie, analyse en interviews in kaart gebracht. Vervolgens werd er gekeken naar de eisen die de omgeving aan het product oplegt. Aan de hand van Quick-designs werden er verschillende productvoorstellen gedaan die tegen elkaar werden afgewogen. Tot slot werd de haalbaarheid bestudeerd aan de hand van verschillende marktanalyses.

3.1 Probleemanalyse

Definiëring van het probleem

In een ziekenhuis verblijven is meestal een traumatische ervaring voor kinderen. Ze worden tijdelijk van hun ouders en vrienden gescheiden. Ze komen in een onbekende omgeving terecht met allemaal enge apparatuur. Al die vreemde dingen bezorgen de kinderen een gevoel van angst en stress. De ziekte gecombineerd met de pijn maakt hun leven extra moeilijk. Zo voelen ze zich al snel alleen en verlaten. Sommige kinderen zullen afhankelijk van de aard van de ziekte bijna geen bezoek kunnen ontvangen en kunnen zo sociaal geïsoleerd geraken. De kinderen hebben daarom nood aan afleiding, zodat ze even niet aan al die enge dingen moeten denken en ook kunnen lachen en plezier maken zoals andere kinderen.

Definiëring van de doelgroep en zijn omgeving

De doelgroep omvat kinderen tussen 3 en 8 jaar, die door een ziekte of aandoening verplicht zijn langdurig in een ziekenhuis te verblijven. Zowel kinderen met besmettelijke als niet besmettelijke ziekten komen hierbij in aanmerking. Het ziekenhuis waar de kinderen zich meestal bevinden, is een omgeving waar strikte regels gelden i.v.m. hygiëne lawaai,... De ziekenkamer is een plaats met een beperkte mobiliteit waar vaak veel medische apparatuur aanwezig is.

3.2 Gebruiksnoden

Om de eisen van de gebruikers en de omgeving in kaart te brengen werden er verschillende onderzoeken gedaan. Er werd getracht om de leefwereld van de kinderen in beeld te brengen te kijken hoe er via een nieuw product kan worden ingespeeld op de behoeften van de kinderen.

Volgende onderzoeken worden hier kort besproken:

- Interview spelbegeleidster Jan Ypermanziekenhuis (Ieper)
- Rondleiding en observatie Kinderziekenhuis Reine Fabiola (Brussel)
- Analyse van de werking bij de Cliniclowns



Interview spelbegeleidster Jan Ypermanziekenhuis (leper)

Situatie :

Het ziekenhuis Jan Yperman heeft een relatief kleine kinderafdeling in vergelijking met andere ziekenhuizen. De kinderen die er behandeld worden verblijven meestal maar korte tijd in het ziekenhuis (1 tot 5 dagen). Op de kinderafdeling bevindt zich 1 enkele speelkamer waar alle kinderen samen kunnen knutselen en spelen.

Dagindeling:

Elke voormiddag kunnen de kinderen die van de kamer mogen begeleid spelen en knutselen in de speelkamer. De spelbegeleid(st)er houdt toezicht en leert de kinderen nieuwe dingen knutselen. 's Middags eten de kinderen samen in de speelkamer. De namiddag wordt vrijgehouden voor bezoek of vrij spelen in de speelkamer.

Al het speelgoed, dat op de kamer van de kinderen of in de speelkamer wordt gebruikt, wordt op regelmatige basis gedesinfecteerd met ontsmettingsalcohol of H.A.C.

Over het algemeen zijn de kinderen nieuwsgierig en proberen ze overal aan te prutsen en soms durven ze al wel eens agressief omgaan met speelgoed. Het meeste speelgoed dan ook wel tegen een stootje.

De taken van de spelbegeleid(st)er:

De spelbegeleid(st)er staat, naast de begeleiding tijdens de dag, ook in voor de voorbereiding en begeleiding tijdens de onderzoeken die de kinderen moeten ondergaan.

Door de kinderen voor te bereiden op de enge apparatuur en mensen die ze te zien zullen krijgen, proberen de begeleid(st)ers een groot deel van de angst die de kinderen hebben weg te nemen.

Deze voorbereiding gebeurt aan de hand van fotoboeken die voor elk onderzoek zijn gemaakt. In het fotoboek staat aan de hand van foto's en tekst beschreven hoe het onderzoek zal verlopen vanuit het standpunt van het kind.

Pijn/angst - emotie :

Bij kinderen is het moeilijk om als dokter het onderscheid te zien tussen pijn en angst. In sommige gevallen zegt het kind dat het pijn heeft hoewel dit gewoon angst is. Het is echter wel zeer belangrijk voor de dokters om te weten of het kind pijn heeft en waar en hoeveel. Dit is namelijk de basis voor het toedienen van een bepaalde dosis pijnstillers.

Hiervoor word er een pijn-angst schaal gebruikt, bestaande uit gezichtjes die verschillende gradaties van pijn-angst-emoties uitdrukken, de kinderen moeten dan aangeven welke uitdrukking het meest bij hun gevoel past.



Figuur 1: Emoticons

Rondleiding en observatie Kinderziekenhuis Koningin Fabiola (Brussel)

Situatie:

Het Universitair Kinderziekenhuis Koningin Fabiola (UKZKF) is speciaal gericht op kinderen. Hier verpleegt men meer dan 11.000 kinderen per jaar, voor zowel korte als langdurige periodes.

Kinderomgeving:

Als kinderziekenhuis is het gehele ziekenhuis al behoorlijk aangepast aan de kinderen. Kijken we naar de volledige omgeving, dan zien we veel versieringen en beschildering in de gangen, kamers en wachtruimtes. Ook de apparatuur die hier wordt gebruikt is aangepast aan een kindvriendelijke omgeving.



Figuur 2: Apparatuur UKZKF

Kinderschooltje:

Omdat kinderen, zeker tijdens een langdurig verblijf, snel achter komen te staan op educatief gebied, is er een speciaal kinderschooltje aan het ziekenhuis gebouwd. Hier kunnen de kinderen elke weekdag les krijgen, rekening houdend met hun mogelijke ziekten. De kleinere kinderen worden op hun kamer opgepikt door een schoolbusje dat voortgetrokken wordt door één van de begeleiders. Op de tweede verdieping van het schooltje zijn studio's voorzien waar de ouders van de kinderen tijdelijk kunnen verblijven. Alle kinderen die niet verplicht zijn om in hun kamer te blijven, kunnen naar de school gaan.

Beperkte financiële middelen voor speelgoed:

Zoals de meeste ziekenhuizen heeft ook dit ziekenhuis een tekort aan financiële middelen voor de aankoop van gewoon of zeker aangepast speelgoed voor de kinderen.



Figuur 3: Beschilderde ontwaakzaal UKZKF

Analyse van de werking bij de Cliniclowns

Situatie:

Er zijn momenteel ongeveer 16 clowns die alle hospitalen van Vlaanderen. Het geld dat ze verdienen is afkomstig van hun vzw, die grotendeels afhankelijk is van giften en de verkoop van gadgets.

Methodiek :

De clowns moeten zorgen voor afleiding en ontspanning. Ze maken geen onderscheid tussen de kinderen met een langdurig of kortdurig verblijf in het ziekenhuis. De clowns komen altijd buiten de officiële bezoeken en zijn altijd met twee. De clowns proberen in te spelen op de kinderen door ernaar te luisteren. Vaak doen ze ook de begeleiding van de kinderen wanneer ze naar een onderzoek moeten. De clowns houden zich altijd aan de ziekenhuisregels en hebben ook een eigen ethische code opgesteld over het doen en laten in deze speciale omgeving.

Conclusies

Uit deze onderzoeken worden volgende gebruiksnoden afgeleid die in aanmerking komen voor de eigenschappen van het nieuwe product :

Afleiding - "De lach van een kind"

Het product moet het kind kunnen afleiden zodat het even vergeet dat het in het ziekenhuis ligt. Het kind moet echt betrokken worden bij het gebeuren, dus interactie is een must.
Kenmerken : Humor & Spel - Interactie & Creativiteit - Vertrouwelijk & Eerlijk - Schattig & Lief

Communicatief

Het product kan het kind in staat stellen om gemakkelijker te communiceren via de nieuwe communicatieve mogelijkheden.
Kenmerken :
Communicatie met : Ouders / Klasgenoten en vrienden / Ziekenhuisgenoten / Kinderen met gelijkaardige ziekte of aandoening. Communicatie over : interesses / ziekte / dromen / leuke dingen / alledaagse dingen.

Informatief

Het product kan voor het kind een bron zijn van (gecontroleerde) informatie. Deze informatie die bijvoorbeeld via het internet verkregen kan worden moet wel gewenste en ethisch verantwoorde informatie zijn.
Kenmerken:
Verklarende informatie over onderzoeken / ziektes / ziekenhuisomgeving en apparatuur. Toegang tot informatie over alledaagse dingen (nieuws,..) en eigen interesses

Nieuwsgierigheid - wereld verkennen

Kinderen zeker met leeftijd 3-8 jaar zijn er heel hard op uit om de wereld te verkennen. Hiervoor gebruiken ze al hun zintuigen, ze zijn zeer nieuwsgierig.

Kenmerken : Zien - Horen - Voelen - Ruiken

Motoriek

Kinderen tussen de leeftijd van 3-8 jaar moeten hun eigen motoriek nog sterk ontwikkelen. Daarom wordt er op deze leeftijd veel aan knutselen gedaan, om zo de kinderen te stimuleren.

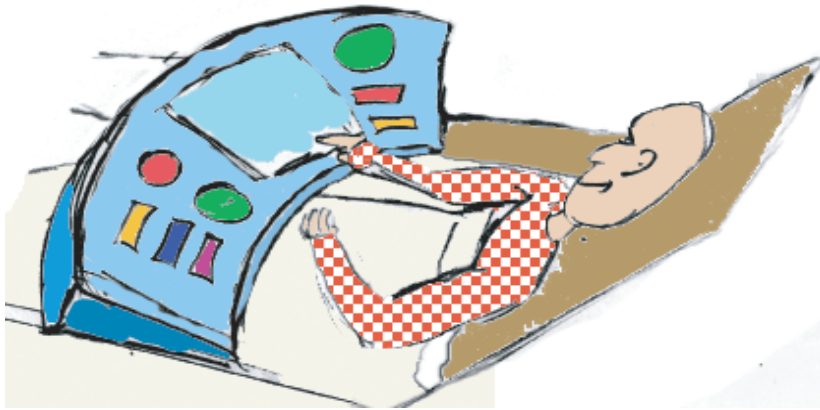
Kenmerken : Knutselen & Schilderen - Kleuren & Tekenen - Boetseren

3.3 Productvoorstellen

Aan de hand van de gebruiksnoden werden Quickdesigns gemaakt om zo verschillende productvoorstellen te bekomen. Uit deze voorstellen werd dan via trade-off ten opzichte van de gebruiksnoden het beste uitgekozen.

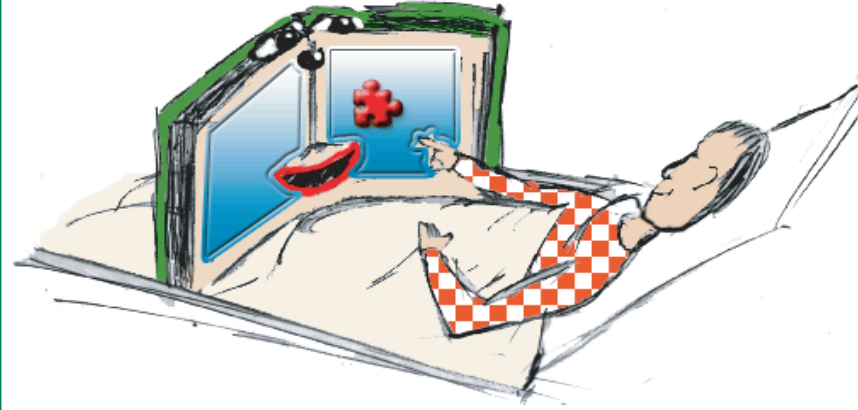
1. Bedboordcomputer

Een multimedia computer systeem dat over het bed kan worden geplaatst.



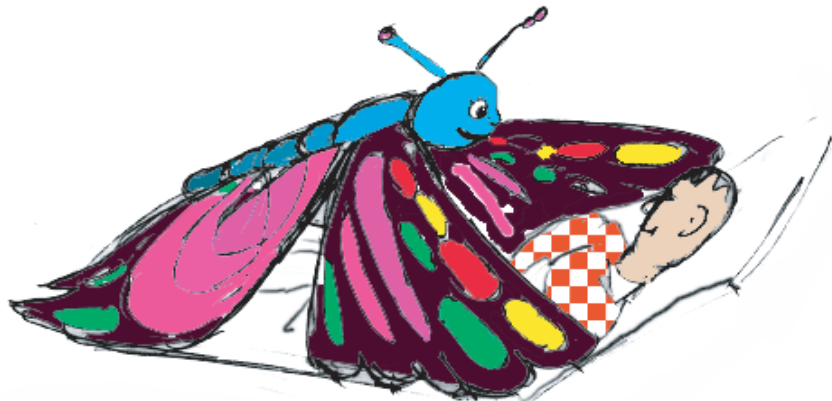
2. Levend Dagboek

Een boek dat kan spreken en bewegende beelden kan laten zien.



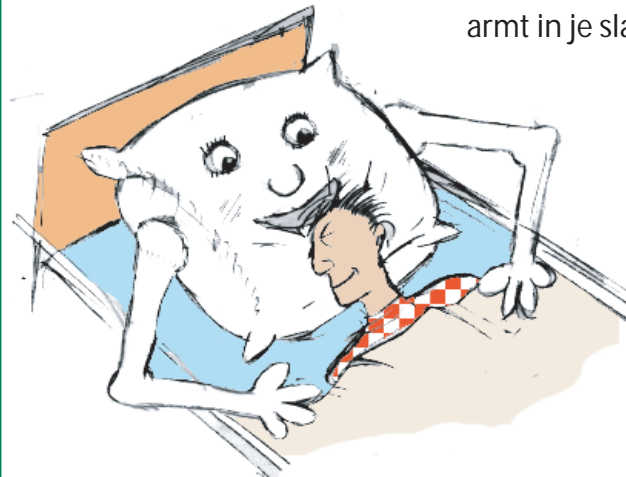
3. Hemelbed-Vlinder

Een vlinder die over het kind kan worden geplaatst en met het kind communiceert.



4. Knuffel Kussen

Een levend kussen, dat vertelt en luistert. Dat je omarmt in je slaapt.



5. Knuffel Robot

Een levende knuffelbeer met een scherm, die ook toegang heeft tot internet.



Trade - off

In de trade-off werden er voor elk voorstel punten gegeven op de mate waarin zij zouden kunnen voldoen aan de gebruiksnoten. We zien dat het productvoorstel van de Knuffel Robot de hoogste score behaalt op de gebruiksnoten. Het productvoorstel heeft ook een hoge innovatieve waarde.

Gebruiksnoten	Gewicht	Productvoorstellen				
		1. Bedboordcomputer	2. Levende Dagboek	3. Hemelbed-Vlinder	4. Knuffel Kussen	5. Knuffel Robot
Afleiding - de lach van een kind	5	6	8	7	8	8
Communicatief	4	8	7	6	6	7
Informatief	2	7	5	4	6	6
Nieuwsgierigheid - wereld verkennen	4	4	6	7	6	8
Motoriek	3	4	6	7	7	8
Totaal		104	120	116	121	124

3.4 Omschrijving productidee

Het gekozen productidee zal een knuffelrobot zijn die gericht is op kinderen die in het ziekenhuis verblijven.

Deze knuffelrobot zal een eigen identiteit en karakter hebben en wordt door de kinderen gezien als een "wezentje" dat hen komt bezoeken en dat hen vooral afleidt van de harde realiteit waarin ze verkeren. Het laat hen toe om even al hun zorgen te vergeten en zichzelf speciaal te voelen.

Het product is enerzijds de creatie van een robot met intelligentie en een groot knuffelgehalte. Anderzijds is het ook de creatie van een echte mascotte, de robot krijgt een identiteit, een leven. Dit leven zal vooral bestaan uit randproducten en verschijningen in de media. Denken we maar aan gelijkaardige creaties als "Samson", "Alf", "E.T.", "Téléubbies",...



Figuur 4: Schets 1 knuffelrobot



Figuur 5: Schets 2 knuffelrobot

Een zeer vernieuwend aspect aan dit project bestaat uit de ontwikkeling van nieuwe technologieën aan de hand van ethisch verantwoorde projecten die gericht zijn op mensen die het sociaal moeilijker hebben. Het project kijkt in de eerste plaats naar de noden van de gebruikers maar beschouwt deze niet als mogelijke kopers.

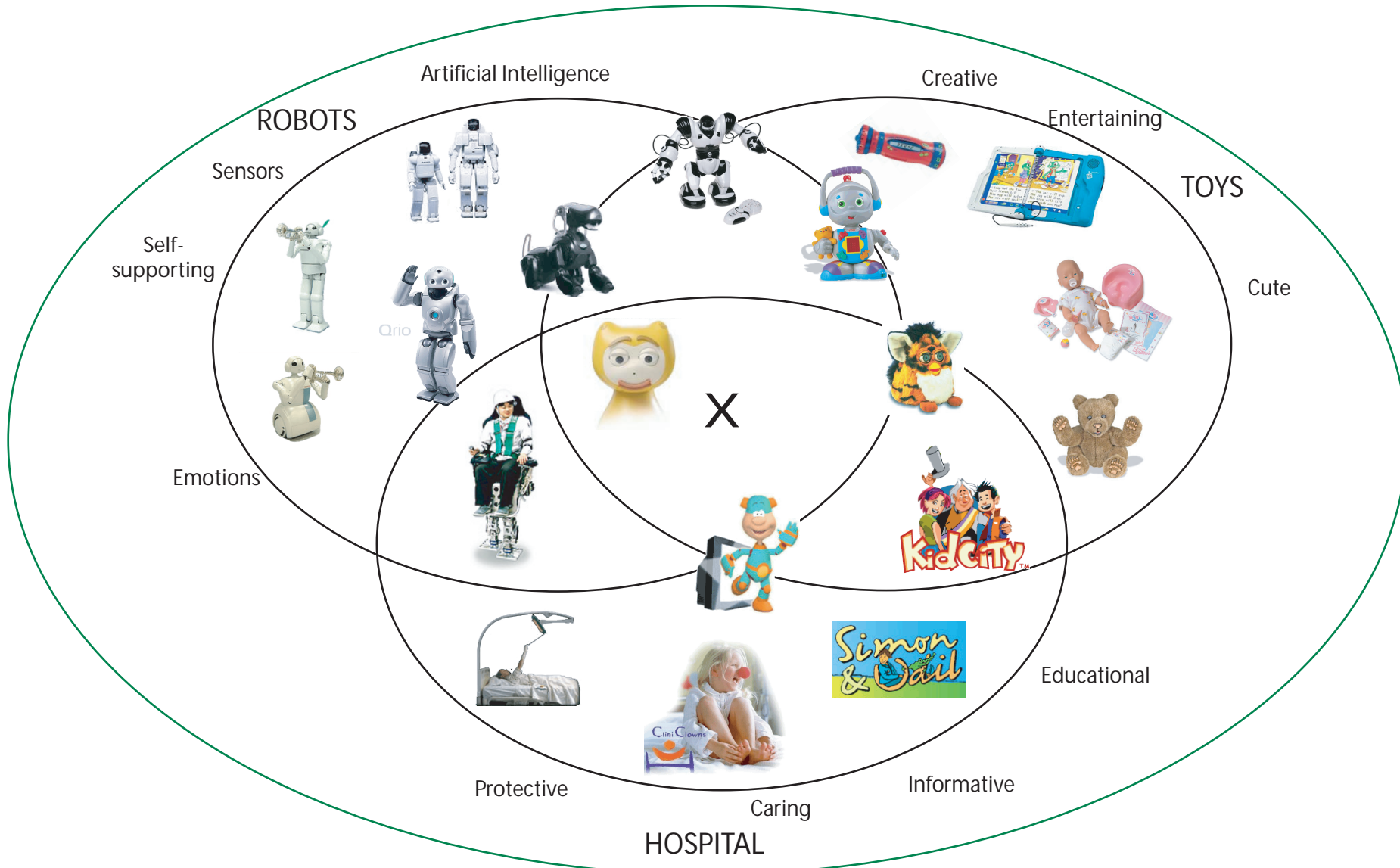
Het product is ook een technologische uitdaging waar er zal moeten gezocht worden naar de graad van artificiële intelligentie en de mate waarin het mogelijk wordt om het geheel een echt leven te kunnen inblazen.

Een combinatie van de technische verwezenlijking en de creatie van een mascotte via de media, moeten leiden tot een echte identiteit. Deze identiteit zal mogelijk echt werkelijkheid worden in de fantasie en de leefwereld van de kinderen.

3.5 Marktanalyse

Concurrentieanalyse

Omdat het product niet direct aan één bepaalde markt is toe te schrijven, is het moeilijk om de directe concurrenten te gaan analyseren. Daarom werd er gekeken naar de drie grote raakvlakken van het project : robots , speelgoed en ziekenhuizen. Er werd een overzicht gemaakt van producten die op de markt zijn binnen deze groepen. Zowel de prijzen als de mogelijkheden van deze producten zijn zeer uiteenlopend. Toch geeft het een beeld waar we ons met het product kunnen positioneren ten opzichte van al deze producten.



Figuur 6: Concurrentieanalyse

Trend en Technology Watch

Speelgoed

Als we kijken naar het nieuwe speelgoed dat er aangeboden wordt voor Sinterklaas en Kerstmis, valt het op dat het meeste nieuwe speelgoed een hoge vorm van intelligentie heeft. Zelfs de gewone babypoppen worden meer en meer geüpdate en kunnen nu reageren, geluiden maken en bewegen. De kinderen moeten als een echte mama proberen uit te zoeken wat er scheelt en afhankelijk daarvan zal de pop op gepaste wijze reageren. Naast de gewone poppen krijgen we dit jaar ook te maken met razend populaire robots zoals o.a. de Robosapien (links in Figuur 11).



Figuur 7: Robosapien en Aibo

Sony ontwikkelde enkele jaren geleden de AIBO ERS-7, de eerste intelligente robot-hond. Aibo is tot dusver één van de meest intelligente robots die nu commercieel beschikbaar zijn. Dit jaar heeft Sony dan ook een 2de versie van de Aibo op de markt gebracht de AIBO ERS-7M2 (rechts in Figuur 11), eigenaars van de AIBO ERS-7 kunnen deze updaten via een geheugenkaart, die de Aibo Mind 2 software bevat waardoor Aibo beter kan reageren en zorgt voor een aangenamer gezelschap. Deze nieuwe Aibo kan verbinding maken met een draadloos WiFi-netwerk en zodoende ook E-mails beheren, beelden doorsturen, de laatste software upgrades downloaden, nieuwe trucjes leren, enz. . .

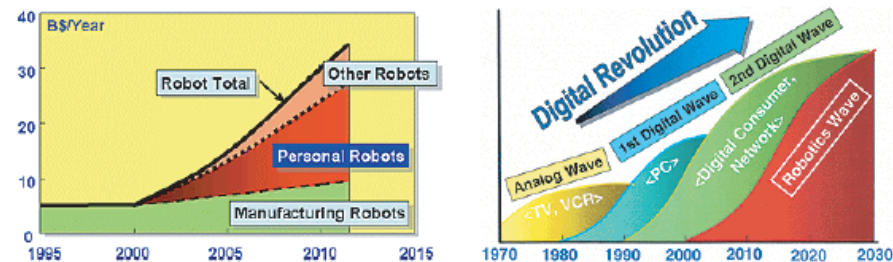
Industrie

Naast de speelgoedindustrie zijn er heel wat bedrijven bezig met het ontwikkelen van robots op hogere niveaus. De voornaamste spelers zijn hier Sony, Honda en Toyota. Elk proberen ze een eigen robot uit te bouwen met vernieuwende technische kwaliteiten.



Figuur 8: Assimo en Qrio

De robotevolutie kent vooral het afgelopen jaar een grote versnelling. Met als hoogtepunt de EXPO 2005 die dit jaar zal gehouden worden vanaf Maart in Aichi, Japan. Het Japanse ministerie heeft meer dan 30 miljoen dollar uitgegeven aan de ontwikkeling van 50 testrobots bestaande uit : 9 Clean Up Robots (verzamelen afval en kuisen op) - 8 Security Robots (begeleiden de bezoekers in de latere uren) - 15 Communication Robots (praten met kinderen in ziekenhuizen) - 20 Intelligent Wheelchair (Robots) (helpen de gehandicapten)



Figuur 9: Voorspellingen Robotevolutie

Wetenschappelijk onderzoek

Wereldwijd lopen er talloze wetenschappelijke onderzoeken in verband met robots en de ontwikkeling van artificiële intelligentie. Dr. Cynthia Breazeal van het MIT Artificial Intelligence Laboratory, heeft reeds vele onderzoeken gedaan op het gebied van sociale robots en heeft daarbij twee grote projecten opgestart, "Kismet" en "Leonardo". Het unieke aan haar onderzoek is dat zij vooral werkt met het zelf-lerende aspect van artificiële intelligentie om sociaal intelligente robots te creëren. Hierbij maakt ze gebruik van de interactie tussen mens en robot, de robot zal conclusies trekken aan de hand van de kenmerken van de non-verbale communicatie. Deze kenmerken omvatten ; mimiek, lichaamshouding, klankkleuren en kijkrichting. Op haar eerste project "Kismet" (rechts in Figuur 13) zijn vele onderzoeken en tests gedaan. Met haar 2de project "Leonardo" (links in Figuur 13) , wil ze nog verder gaan. Hiervoor werkt ze ook samen met de Stan Winston Studio, die gespecialiseerd is in de creatie van animatiefiguren. Leonardo kan beschouwd worden als een vernieuwde versie van Kismet met een beter uiterlijk en een uitgebreidere sociale intelligentie. Leonardo kan nu zelf leren door mensen te imiteren en door hulp van een leraar die voor hem processen kan structureren en stappen herhalen. Leonardo bevat een uitgebreid sensor- en beeldverwerkingsysteem en kan vele verschillende houdingen en emoties uitbeelden.



Figuur 11: iCat van Philips

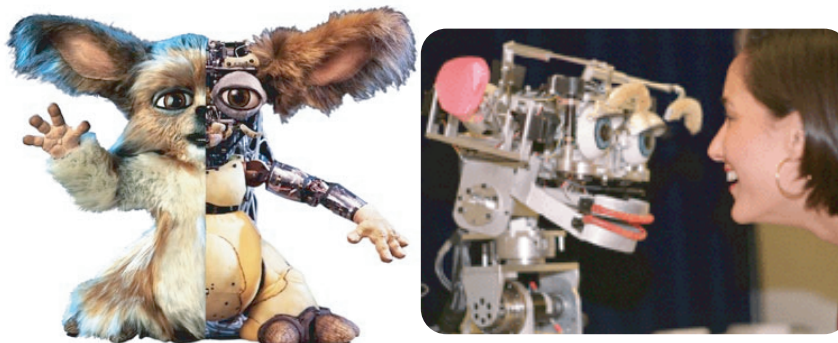
Philips heeft zeer recent ook een emotionele robot ontwikkeld die bedoeld is voor onderzoeksinstituten en universiteiten. De robot noemt iCat en zal vermoedelijk nog dit jaar op de markt worden gebracht. iCat zal dienen als experimenteel platform voor mens-robot interacties. iCat zal verbonden zijn met de computer en zo toegang hebben tot het internet.

Via sensoren en een mechanisch geconstrueerd gezicht, zal iCat kunnen reageren op mensen en zijn emoties uitdrukken.

Leonardo & Kismet

Cynthia Breazeal - MIT

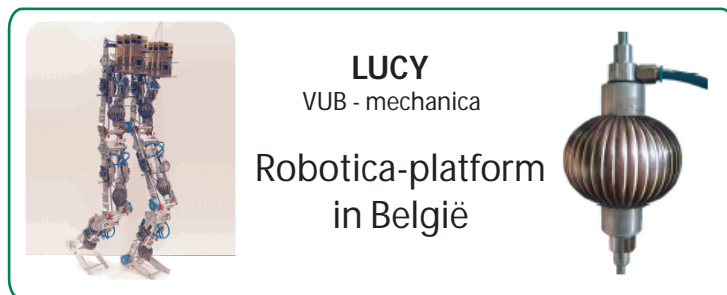
Zelf-lerend
Immiteert
Emotioneel



Figuur 10: Leonardo en Kismet

Belgische ambitie - V.U.B als partner

Vanuit de Vrije Universiteit Brussel (V.U.B.) bestaat er een grote motivatie om, als eerste in België, een roboticaplatform op te richten. Vergelijkbaar met wat Philips met zijn nieuwe iCat wil bereiken. Hiervoor zijn ze op zoek naar passende projecten om hun ideeën en onderzoek hieromtrent te promoten. Voorbeelden van reeds nieuwe technologieën en bijhorende projecten zijn de ontwikkeling van pneumatische artificiële spieren (rechts in Figuur 12) en de toepassing ervan in "Lucy" (link in Figuur 12). Lucy bestaat enkel uit het onderste deel van een mensachtige robot. Hierbij wordt er onderzoek verricht naar de loopbewegingen door middel van die artificiële spieren.



Figuur 12: Lucy van de V.U.B.

De V.U.B. wordt als partner aanzien voor de ontwikkeling van de knuffelrobot. De mensen van V.U.B., afdeling mechanica, beschikken over een uitgebreide technologische kennis en nemen mee deel aan de verificaties in de verschillende fasen van dit eindwerkproject. Zij staan ook in voor de realisatie van het project na het ontwerp, met als doel om met het product vier wegen te bewandelen: een knuffelrobot voor kinderen, een knuffelrobot als onderzoeksplatform, een knuffelrobot in de media en een knuffelrobot in het onderwijs.

Dit eindwerkproject wordt door de V.U.B. aanzien als "een prototype dat van essentieel belang is om de ambitieuze onderliggende doelstelling van het ganse project te kunnen realiseren: namelijk de ontwikkeling van een technologische multidisciplinaire pool rond robotica, waaruit een zeer invloedrijke uitstraling kan volgen."

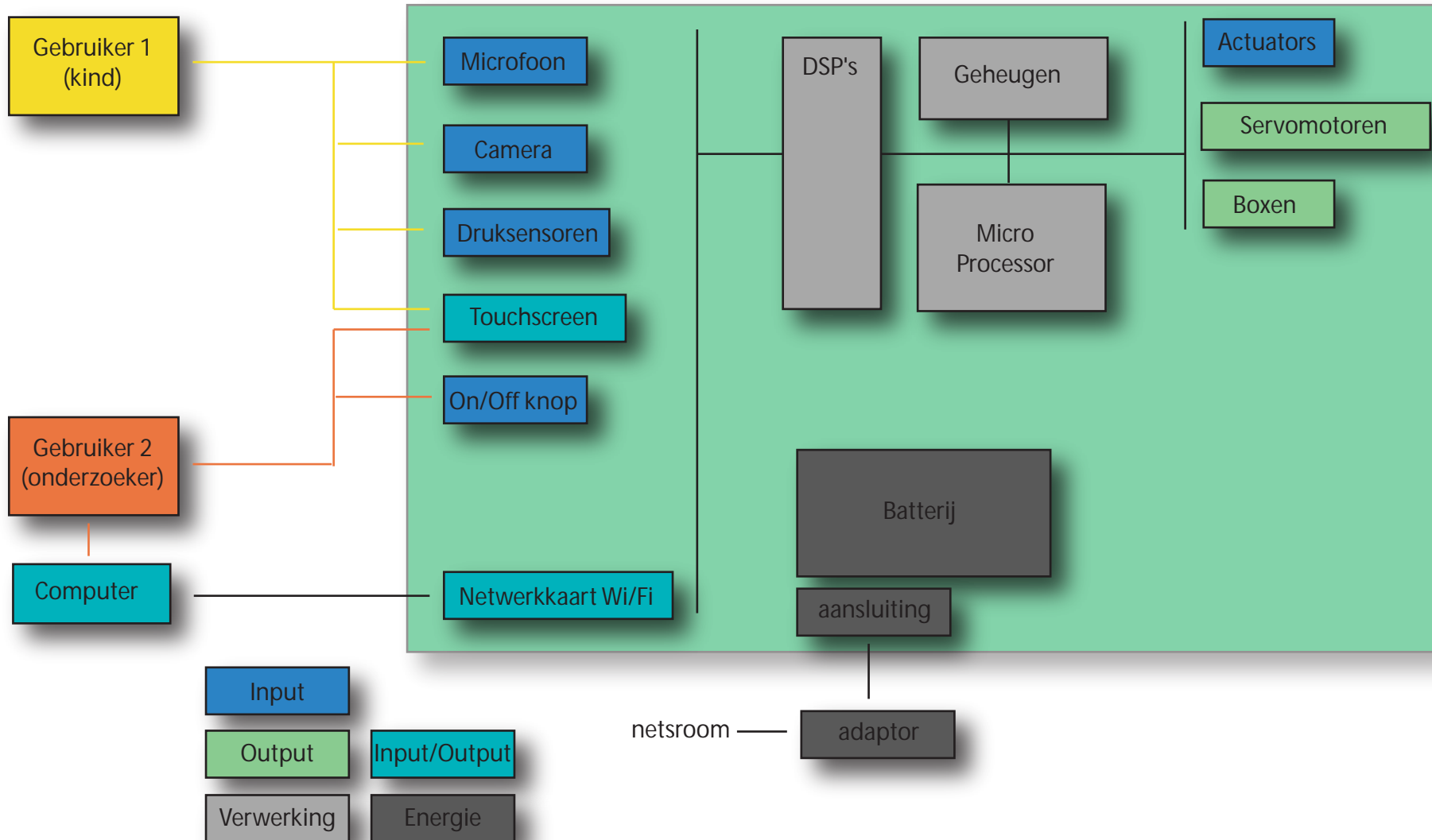
Het product zal een onderzoeksplatform zijn voor een breed scala aan onderzoeksdomeinen zowel binnen de ingenieurswereld als artificiële intelligentie, visie, spraak en emotie, maar ook sociologen, pedagogen, ... zouden het product kunnen gebruiken als onderzoeksobject.

4 Productdefinitie

Het productidee wordt na verificatie met de markt verder uitgewerkt tot een concrete productdefinitie. De designdrivers voor het product en de specificaties waaraan het moet voldoen worden in deze fase vastgelegd. Er wordt ook een productarchitectuur opgesteld die de opbouw van het product beschrijft.

4.1 Productarchitectuur

In de Productarchitectuur zien we de verschillende elementen van het product en hoe die gerelateerd zijn met de gebruiker. We onderscheiden hier twee verschillende gebruikers. Enerzijds is er het kind dat zal interageren met de knuffelrobot. Het kind zorgt dus voor een input van gegevens die via sensoren doorgegeven worden naar het verwerkingssysteem. Anderzijds is er de onderzoeker



4.2 Designdrivers

De designdrivers vormen de streefdoelen van het project. Het zijn de doelstellingen die zijn afgeleid van de voorgaande onderzoek- en uit de ideefase. Zij zorgen ervoor dat op het einde van de rit het gewenste innovatieve product gerealiseerd kan worden.

Creatie van een mascotte

De knuffelrobot moet een echte speelkameraad zijn die geliefd is bij de kinderen. Hij moet een eigen naam en identiteit hebben. Hij heeft een karakter waarbij afleiding en humor op de eerste plaats komen. Het uiterlijk van de knuffel moet aanspreken tot de kinderen, moet eruit zien en aanvoelen als een echt knuffeldier.

Vorm van intelligentie

De robot moet een zekere graad van artificiële intelligentie bevatten. Er zal hier vooral gezocht moeten worden naar nieuwere vormen van emotionele of sociale intelligentie, waardoor de robot kan communiceren met de kinderen. Hij zal dus in staat moeten zijn om zelf emoties te kunnen weergeven en ook bij de kinderen bepaalde emoties te kunnen herkennen.

Onderzoeksplatform

De robot moet geschikt zijn als onderzoeksplatform, waar verschillende onderzoeksinstellingen en universiteiten kunnen mee experimenteren. In de eerste plaats wordt de robot ontwikkeld in samenwerking met de V.U.B waar de robot kan dienen voor onderzoek in verschillende afdelingen (Mechanica, A.I., Spraaktechnologie, Sociologie, Psychologie).

Veiligheid Eerst

De veiligheid van het kind moet altijd op de eerste plaats komen. De robot mag dus op geen enkele manier het kind kunnen verwonden of pijn doen. Ook de aanwezigheid van losse onderdelen of giftige stoffen die de kinderen in hun mond kunnen steken is onaanvaardbaar.

Uitbreidbaar

De robot moet zo ontworpen worden dat hij gemakkelijk kan worden aangepast en dat er voldoende uitbreidingen mogelijk zijn, zonder te veel aan het uiterlijk van de robot te moeten wijzigen. Softwarematig moet de robot gemakkelijk kunnen worden geüpdate met nieuwe programma's en verbeterde verwerkingssoftware.

4.3 Specificaties

Voor het opstellen van de specificaties werd er gekeken aan welke eisen het product moet voldoen. Deze eisen zijn afkomstig uit de ideefase, waar de gebruiksnoden en de marktanalyses als uitgangspunt werden gebruikt. De specificaties zijn onder te verdelen in de drie disciplines van de productontwikkeling: menskunde, economie en technologie.

Menskundige specificaties

Vormgeving - identiteit

Er moet een studie gedaan worden naar het uiterlijk van de robot. Er zal gekeken worden naar bestaande figuren en welke eigenschappen die figuren zo populair maken. Er moet een goede coherentie bestaan tussen het uiterlijk en het beoogde karakter van de robot. Het karakter en het uiterlijk moeten ervoor zorgen dat de robot een ideale speelkameraad kan worden voor alle kinderen.

Bediening

De activatie van de robot moet gebeuren door de begeleider, die via een (aan/uit) knop de robot kan inschakelen. Er moet de mogelijkheid bestaan om via computer of touchscreen instellingen te doen. Zo kunnen er bepaalde programma's opgestart worden of kunnen er nieuwe updates gedaan worden.

Door gebruik te maken van een draadloze verbinding moet het mogelijk zijn om vanaf een andere computer de robot te besturen.

Interface

De interface naar de gebruiker toe mag er niet uitzien als een computerinterface. Wanneer er bvb gebruik wordt gemaakt van een scherm in de knuffel moet dat door de gebruiker gezien worden als een deel van de knuffel en niet als een computerscherm.

Fysieke grootheden

De kinderen mogen geen schrik hebben van de knuffel. Uit onderzoek blijkt dat kinderen geen knuffel willen die te groot is. De maximale grootte van de knuffel werd vastgelegd op 80 cm. Voor het gewicht van de knuffel werd er gekeken naar de mogelijkheid om de knuffel nog gemakkelijk op de arm te dragen. Het gewicht kan worden vergeleken met dat van een baby (gemiddeld 3,250 kg) en zal daarom maximaal 4 kg mogen bedragen.

Onderhoud

De knuffel moet duurzaam zijn en gereinigd kunnen worden met ontsmettingsmiddel (HAC).

Economische specificaties

Onderzoeksobject

Van de knuffelrobot zal een eerste versie worden geconstrueerd door de V.U.B. Met deze knuffelrobot zullen verschillende ziekenhuizen worden bezocht. Er zal in de eerste plaats getracht worden om de meeste Brusselse ziekenhuizen, met voorkeur diegene waar veel kinderen verblijven, een bezoek te brengen. De knuffel zou dan aan de hand van deze bezoeken geoptimaliseerd en geüpdate worden. De knuffelrobot zal ook aangeboden worden aan andere onderzoeksinstituten, hogescholen of universiteiten.

Marketing

De eerste versie van de knuffel zal naast ziekenhuizen ook aanwezig zijn op de meeste media-events om zo zijn mascotte functie te verwezenlijken. Een deel van de financiering zal hier gebeuren door de verkoop van gadgets rond de mascottefiguur.

Goede doeleinden

De knuffel zal naast onderzoek, vooral dienen om de zieke kinderen te helpen. Als mascotte staat de knuffel dan ook voor "de vriend van alle zieke kinderen". De knuffel mag dus nooit rechtstreeks gebruikt worden voor puur commerciële doeleinden.

Partners sponsoren

Wegens het sociale karakter van dit project komt het project in aanmerking voor sponsoring van bedrijven en overheden. Ook het inspelen op de media-aandacht en innovatieve karakter van dit project, zijn pluspunten om eventuele partners te over halen.

Richtprijs

Er werd gekeken naar de bestaande robots, hun prijzen en hun functionaliteiten. Aan de hand daarvan werd een richtprijs van 8000 Euro vooropgesteld.

Technologische specificaties

Componenten voor interactie met de gebruiker

Alle reacties moeten voldoende snel gaan. De manier waarop er gereageerd wordt is van minder belang en kan soms zelf onvoorspelbaar zijn zoals we bij dieren ook meemaken.

Schokbestendig

Het geheel moet bestand zijn tegen een val van 1,5m. Het moet ook kunnen weerstaan aan de trek- en drukkrachten van een kind.

Autonomie

De robot heeft oplaadbare batterijen die een autonome werking gedurende min 3 uur kunnen realiseren. De robot moet op een natuurlijke wijze (bvb "moe worden") kenbaar maken dat de batterijen bijna leeg zijn.

Verbinding

Er moet een draadloze netwerkverbinding worden voorzien.

4.4 TOI's

De TOI's (Te Ontwikkelen Items) zijn de items die tijdens het ontwerp ontwikkeld moeten worden. Binnen deze items wordt er een onderscheid gemaakt tussen de HVW (HoofdVoorWaardelijke) en de RVW (Randvoorwaardelijke) te ontwikkelen items. In de volgende fasen zullen deze items verder ontwikkeld worden. De hoofdvoorwaardelijke items komen tijdens de systeemfase aan bod en de randvoorwaardelijke zullen later in de conceptfase worden uitgewerkt

Hoofdvoorwaardelijke TOI's

- > Creatie van een identiteit :
vorm - kleur - naam - karakter.
- > Emotioneel verwerkingssysteem
Genereren van emoties.
- > Oog - Systeem :
Beweging van de ogen.
Sluiten van de ogen.
Bewegen van de wenkbrouwen.
- > Hoofd - Systeem :
Beweging van het hoofd.
- > Slurf - Systeem :
De natuurlijke beweging van een slurf.
- > Pels/huid - Systeem :
Desinfecterend.
Detectie van aanraking.

Randvoorwaardelijke TOI's

- > Audio - Systeem :
Herkenning en reproductie van klankkleuren.
- > Camera - Systeem :
Beeldherkenning van mensen en objecten
voor non-verbale communicatie
- > Interface :
Interface van het touchscreen
- > Bekabeling :
Energie en data - voorzieningen

5 Systeem design

In deze fase worden de hoofdvoorwaardelijke items ontwikkeld. De verschillende items worden apart bestudeerd en er worden voor elk van hen oplossingen gegenereerd. Indien nodig worden er onderzoeken en testen gedaan om tot de beste oplossing te komen.

5.1 Creatie van een identiteit

De creatie van een identiteit omvat vooral de uitwerking van een eigen karakter en een eigen uiterlijk. Hiervoor werd er gebruik gemaakt van een moodboard om gelijkaardige figuren voor te stellen. Bij het opstellen van het moodboard werd er gekeken naar bepaalde karaktereigenschappen die reeds bestaande identiteiten of figuren gemeen hebben.

De beoogde karaktereigenschappen zijn deels afgeleid uit de gebruiksnoden:
 Humor - Plezier - Grappig - Dom - Onnozel - Sympathiek - Plomp - Gezellig - Traag



Figuur 13: Moodboard

Vorm - kleur

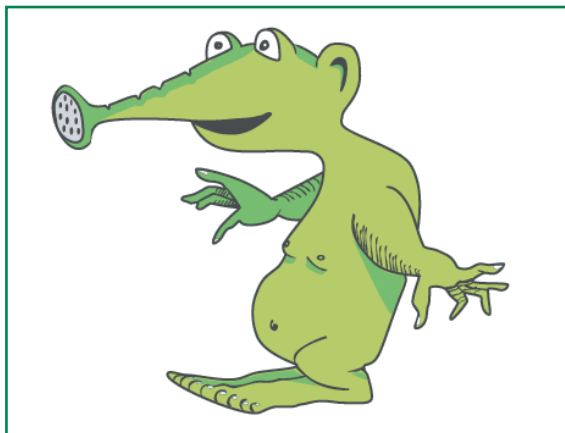
De knuffelrobot werd geïnspireerd door een miereneter. Er werden twee onderzoeken uitgevoerd voor de bepaling van het uiterlijk van het robotdiertje.

Een eerste onderzoek werd uitgevoerd door Inge De Ketelaere (St-Lucas Hogeschool te Gent). Zij maakte verschillende tekeningen waaruit de kinderen moesten kiezen.

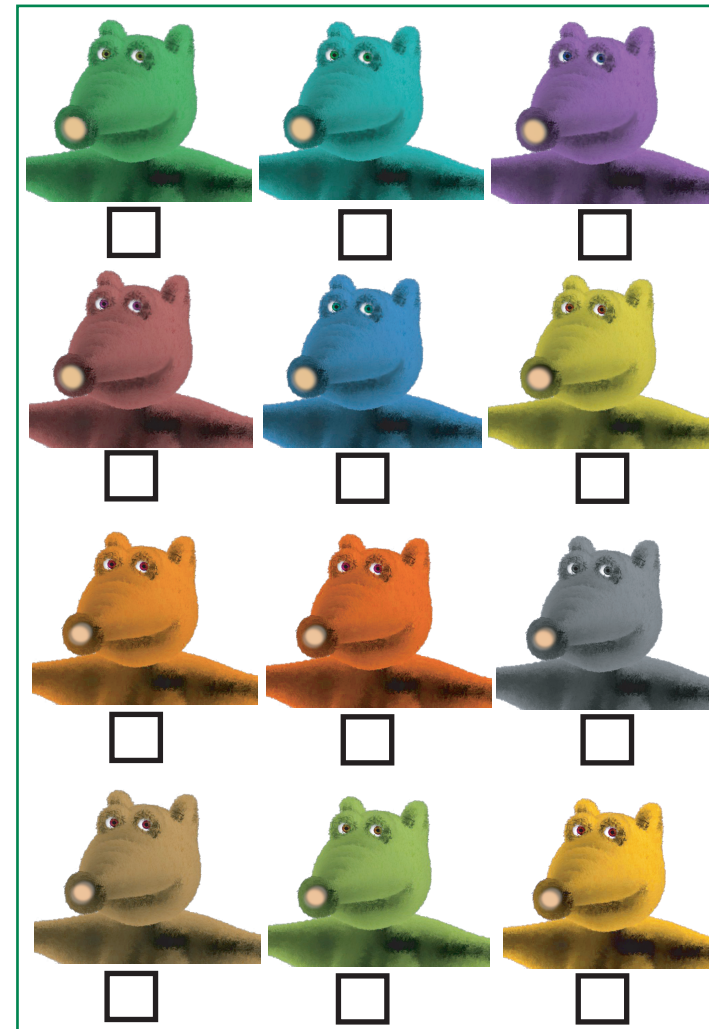
In een tweede onderzoek werd er dieper ingegaan op de kleur en de pels die het knuffeldiertje zou krijgen. Hier mochten de kinderen punten geven op verschillende figuren die zij kregen voorgesteld. Ze mochten ook zelf de figuur inkleuren. Hier bleek een verschil in voorkeur tussen de jongens en de meisjes. De jongens hadden liever een iets stoerdere en agressievere knuffel, terwijl de meisjes meer een schattige knuffel verkiezen met veel franjes.

Het iets dikkere, lompe type zoals ook in het moodboard werd voorgesteld heeft zowel een stoere als een schattige kant en verenigt op deze manier beide wensen.

Op het gebied van de kleur kregen we ook een verschil tussen jongens en meisjes.



Figuur 14: Ontwerptekening van Inge De Ketelaere



Figuur 15: Kleurenonderzoek

De meer donkere kleuren groen, blauw en zwart krijgen de voorkeur bij de jongens en de intensere kleuren geel en paars bij de meisjes. De combinatiekleur blauwgroen en grasgroen krijgen een duidelijk positieve beoordeling van beiden.

Voor de huidbedekking werd er vooral gekozen voor de typische knuffelmaterialen. Harig, zacht primeert boven plastic, leer of andere mogelijke materialen. Hier zal dus verder gezocht worden naar een materiaal dat ook aan de andere specificaties voldoet, zoals bijvoorbeeld hygiëne en rekbaarheid. Dit materiaal wordt later in deel 5.6 besproken.

Voor de naam werd er eerst geopteerd voor "ANTY". Wat een logische naamgeving is omdat het uiterlijk deels gebaseerd is op een miereneter (anteater). Deze Engelse naam zorgt voor problemen in Franssprekende ziekenhuizen, waar "anti" nog meer als in het Nederlands als iets anti of tegendraads wordt beschouwd.

De uiteindelijke naam is "PROBO". Probo staat als afkorting voor de Proboscidea of de slurfdragers. De Proboscidea zijn 50 miljoen jaar geleden ontstaan uit de voor-hoefdieren. Zowel de mammoet en de huidige olifanten behoren tot deze orde van dieren. Omdat de slurf een uniek kenmerk is bij de knuffel is deze naam wel toepasselijk. De pels van de knuffel doet dan weer denken aan de vroegere mammoets.

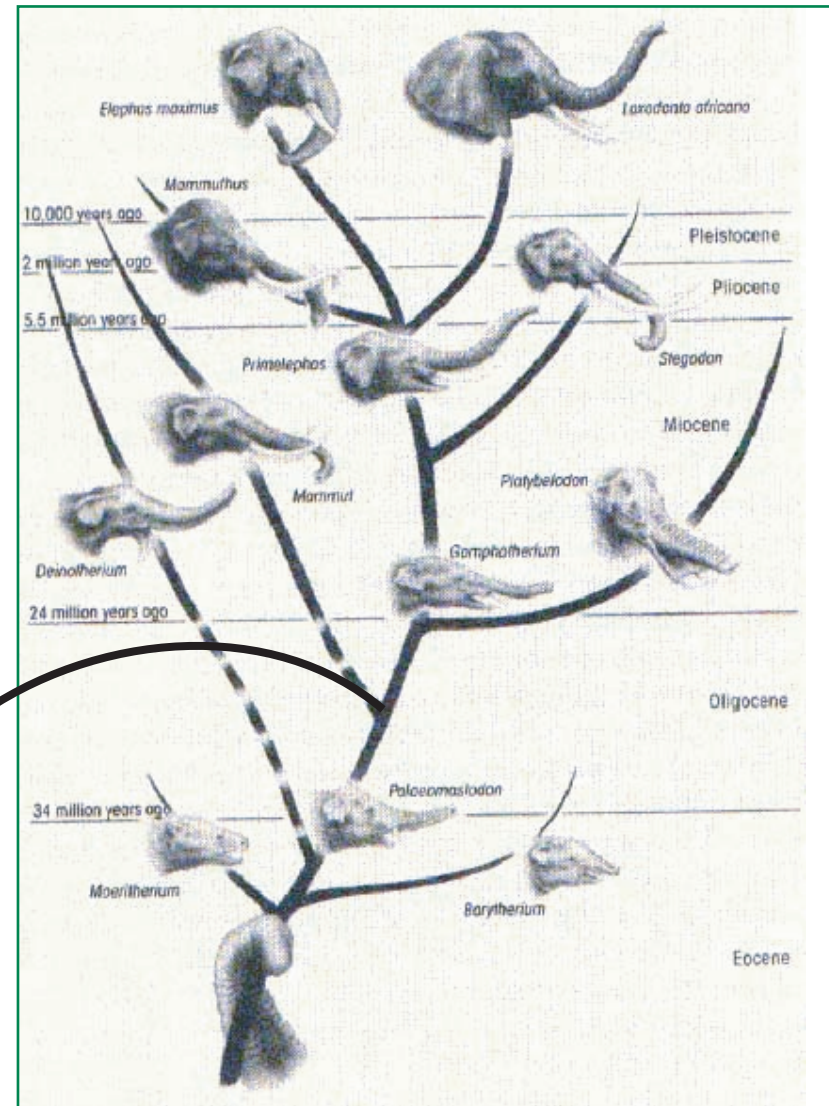
Tevens viden we ROBO terug in de naam, wat een verwijzing is naar het robot-karakter van de knuffel.



Figuur 16: Baby Mammoet



Figuur 17: Probo



Figuur 18: De Proboscidea (Slurfdragers)

5.2 Emotionele verwerkingssysteem

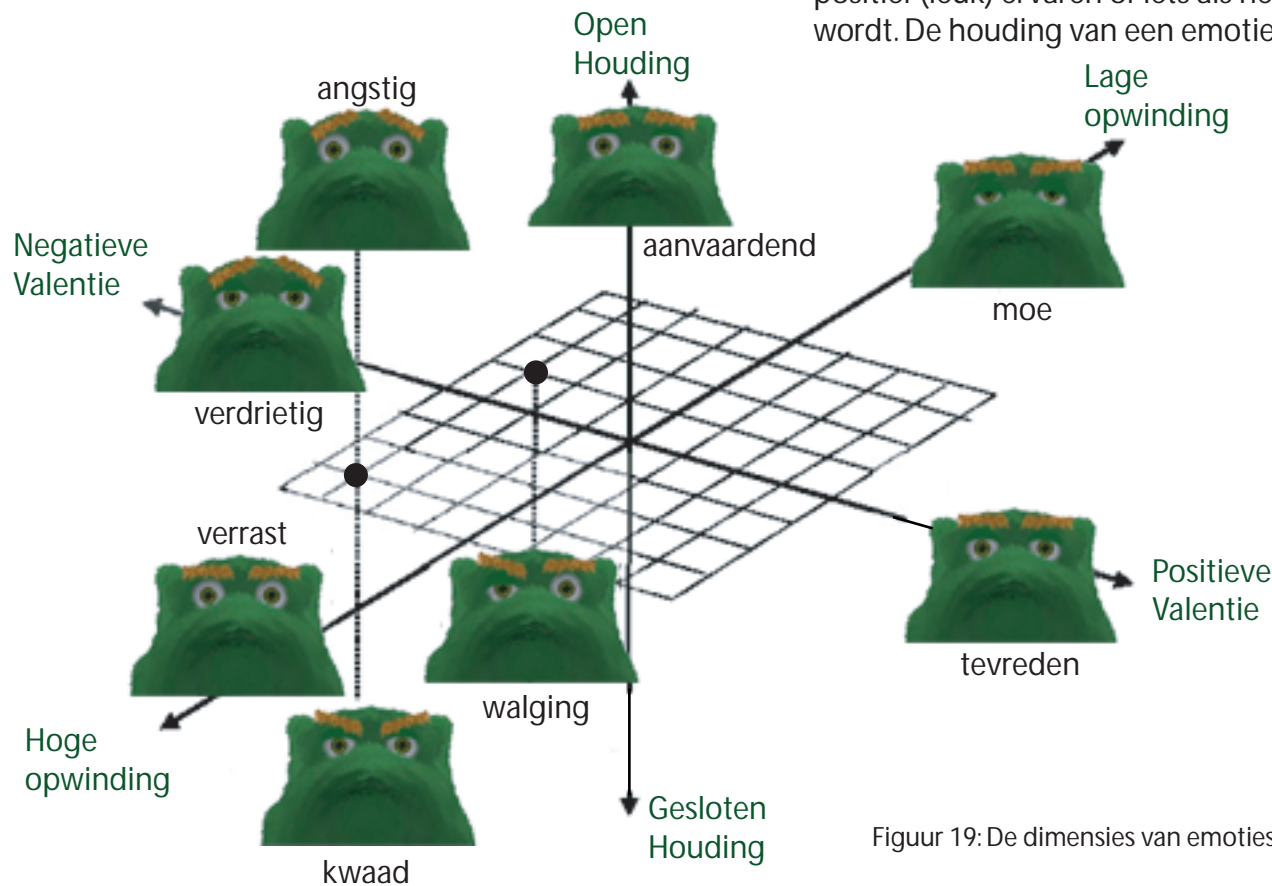
Om een sociaal intelligente robot te creëren en de robot op een emotionele manier te laten reageren op de inputgegevens van zijn sensoren, werd er eerst een studie gemaakt van de bestaande implementaties bij sociale robots. Er werd gekeken naar methodes om emoties meetbaar en berekenbaar te maken.

Emoties

Volgens een onderzoek van Ekman and Oster uit 1982, kunnen we alle emoties categoriseren in 6 basisemoties zijnde:

- Woede
- Angst
- Verdriet
- Walging
- Blijheid
- Verrassing

Deze emoties kunnen weergegeven worden door verschillende gelaatsuitdrukkingen aan te nemen. Zoals in figuur 19 wordt weergegeven zien we 3 verschillende dimensies die we kunnen gebruiken om deze emoties te onderscheiden. De 3 dimensies zijn; de mate van opwinding (Arousal) de valentie (Valence) en de houding (Stance). De valentie van een emotie bepaalt of iets als positief (leuk) ervaren of iets als negatief (onaangenaam) ervaren wordt. De houding van een emotie kan gesloten of open zijn.



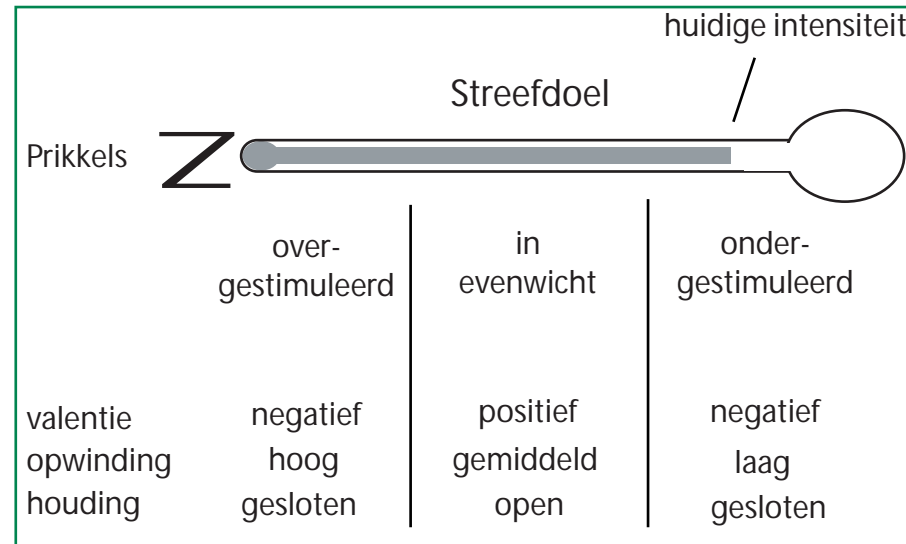
Figuur 19: De dimensies van emoties

Gemoedstoestand

De emoties worden bepaald door de gemoedstoestand. De gemoedstoestand kan vergeleken worden met een thermometer die continu wordt blootgesteld aan prikkels die ontstaan bij bepaalde inputgegevens van de sensoren. De gemoedstoestand bestaat uit streefdoelen die geactiveerd kunnen worden. Het speciale aan die streefdoelen is dat wanneer er geen prikkels zijn om ze enigzins te bevredigen, de intensiteit van de streefdoelen zal blijven stijgen totdat er aan voldaan wordt. Zoals bij dieren zal bvb de honger in toenemende mate stijgen tot er gegeten wordt, vlak na de maaltijd zal het dier geen honger meer hebben en zal het negatief reageren op nieuw eten. De mate waarin het streefdoel gestimuleerd is, wordt vertaald naar waarden voor opwinding, valentie en houding. Zo krijgen we een gevoelsmatige beoordeling van de prikkels, afhankelijk van het actieve streefdoel, die vertaald kan worden naar emoties.

Gedrag

Al deze verschillende streefdoelen staan in een hiërarchische relatie met elkaar, waarbij het éne streefdoel belangrijker is dan het andere. De relaties zorgen er ook voor dat wanneer er een bepaald streefdoel bereikt is (in evenwicht), het volgende streefdoel geactiveerd wordt. De onderlinge relaties van deze streefdoelen noemen we het gedrag.



Figuur 20: Het meten van de gemoedstoestand

Een Voorbeeld:

Wanneer de robot zich gedraagt voor "interactie met kinderen", zal het eerste streefdoel "het zoeken naar een kind zijn". Hier zal de robot positief reageren op de prikkel "huidskleur in beeld". Vervolgens zal een volgende streefdoel, "communiceren met een kind", geactiveerd worden. Nu zullen de prikkels van "aangename stem" en "zachte aanraking" zorgen voor positieve emoties. Wanneer er prikkels van pijn ontstaan, door bvb te harde aanraking, zal het gedrag veranderen. Er kan een vluchtgedrag optreden, waarbij het nieuwe eerste streefdoel is "gerust gesteld worden". Indien er troostende prikkels komen zal het gedrag terug naar "interactie met kinderen" overgaan. Wanneer dit niet gebeurt kan het gedrag evolueren naar agressief of depressief.

De emotionele reactie van de robot

- > 1 Een prikkel wordt geactiveerd door een bepaalde waarneming of sensorwaarde (input). De activatie van de prikkel gebeurt door het waarnemingssysteem. Dit houdt rekening met de huidige staat van de emoties, de waarneming, het gedrag en het streefdoel.
- > 2 De prikkel wordt omgezet naar waarden door een gevoelsmatige beoordeling afhankelijk van het actieve streefdoel (de gemoedstoestand).
- > 3 De waarden van de prikkel activeren een bepaalde emotie.
- > 4 De meest geactiveerde emotie wordt vertaald outputgegevens voor de gepaste gelaatsuitdrukking en andere expressies.
- > 5 Er worden gepaste acties ondernomen om volgens het gedrag van de robot te reageren.

Programmering van de robot

Door verschillende prikkels, streefdoelen en een bijhorend gedrag te programmeren, krijgt de robot een eigen karakter. Afhankelijk van het beoogde onderzoek of het gewenste karakter kunnen de onderzoekers de robot programmeren. Naarmate de prikkels en streefdoelen uitbreiden zal de robot steeds beter reageren.

Overzicht van het verwerkingssysteem

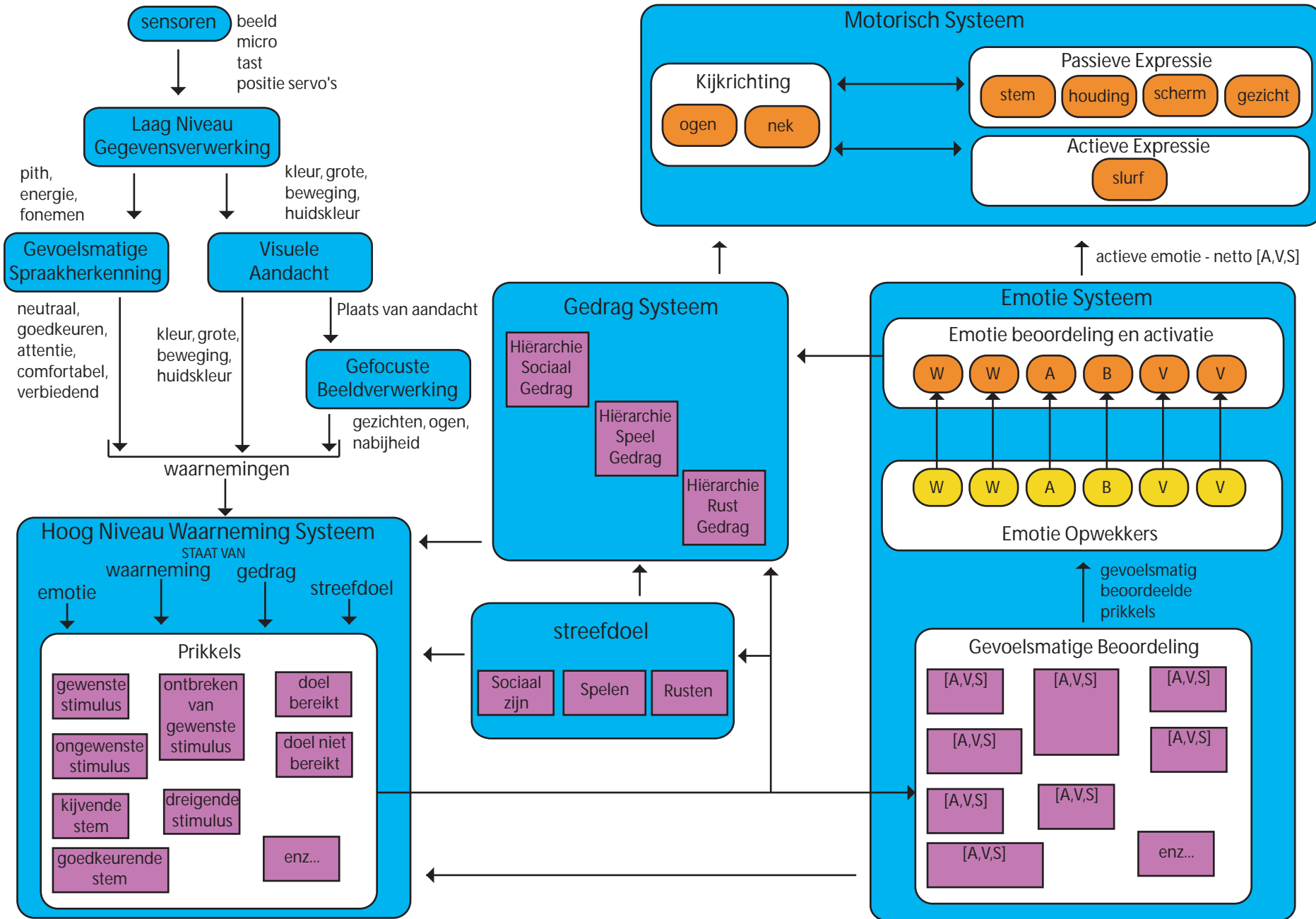
Op de volgende pagina krijgt u een overzicht van het verwerkingssysteem.

De onderdelen die in het paars zijn weergegeven kunnen door de onderzoekers worden geprogrammeerd om het karakter van de robot te bepalen.

De waarden voor opwekking, valentie en houding, worden als [A,V,S] (Arousal, Valence, Stance) voorgesteld.

(Bijvoorbeeld; een dreigende stimulus als prikkel zal omgezet worden naar A=1200 ,V=-1000, S=-1000).

Dit verwerkingssysteem is gebaseerd op het emotionele verwerkingssysteem van de robot Kismet, dat werd ontwikkeld door het MIT.



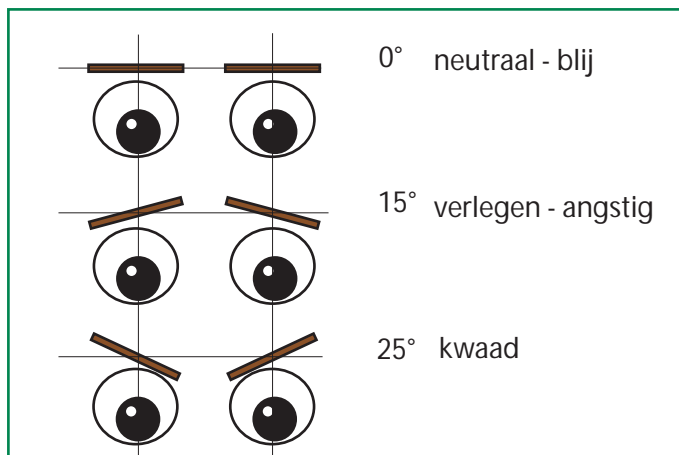
5.3 Het Oogsysteem

Het oogstelsel van Probo zal zorgen voor de input van videobeelden en het weergeven van emoties. Het stelsel bestaat uit de ogen die moeten kunnen bewegen in 2 richtingen, de oogleden die ervoor zorgen dat de ogen gesloten kunnen worden en de wenkbrauwen die kunnen roteren en zo verschillende emoties kunnen weer geven.

Eerste versie

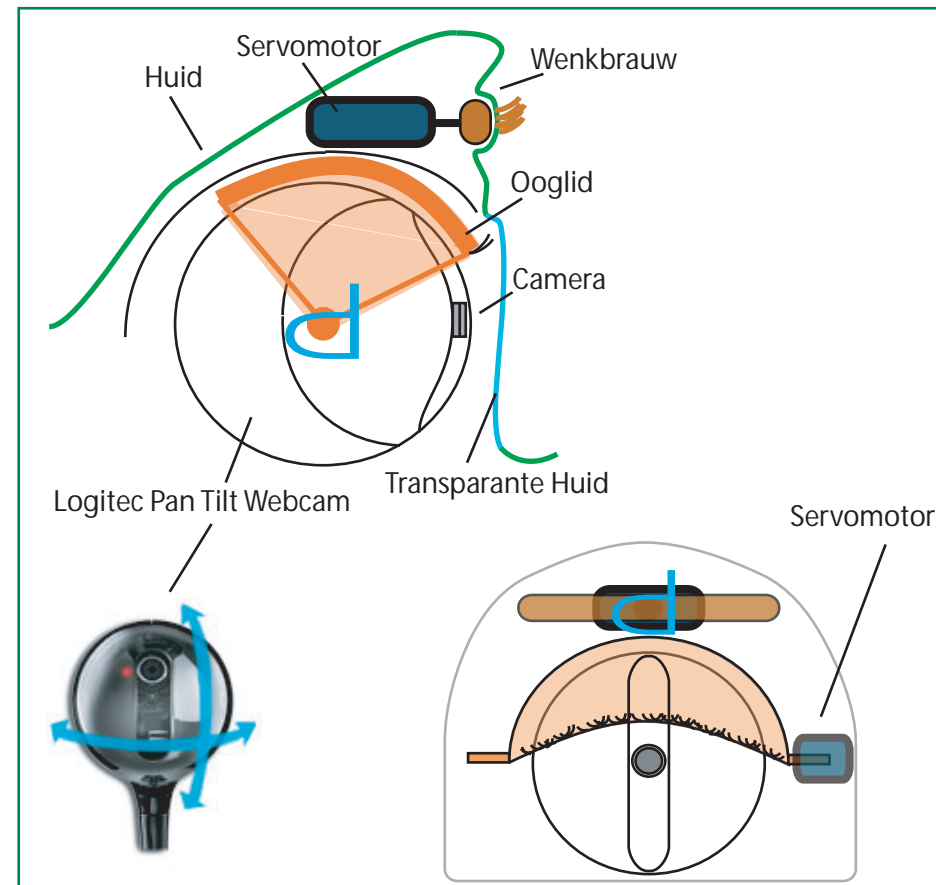
In een eerste versie was het idee om voor de ogen gebruik te maken van een pan-tilt webcam. De bestaande camera van Logitech bevat software en hardware voor het volgen van mensen. Het probleem is echter dat deze camera er niet uitziet als een echt oog. Ook bleek het moeilijk te zijn om de software van Logitech te gaan gebruiken om zelf de ogen te kunnen sturen en ze ook op andere dingen te laten reageren dan enkel de beweging van mensen. De afmetingen van de webcam waren ook iets te groot in verhouding tot de totale grootte van Probo.

De wenkbrauwen roteren rond hun as en kunnen zodoende emoties weergeven. Een rotatie tot een hoek van 25° is zeker voldoende om de gewenste emoties weer te kunnen geven. (zie ook fig p)



Figuur 21: Emoties a.d.h.v. wenkbrauwen

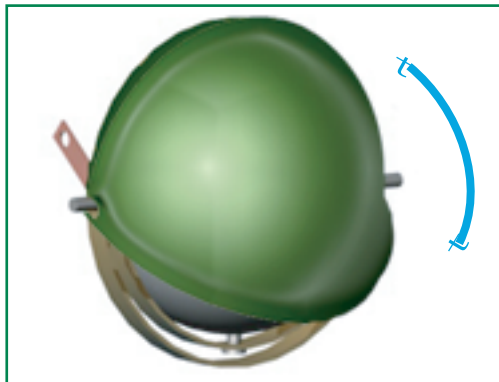
De oogleden roteren rond de horizontale as en kunnen door rotatie tot een maximale hoek van 180° gaan van opengesperde tot gesloten ogen. Deze hoek zal nog verminderen wanneer er rekening wordt gehouden met de inplanting van de ogen en de pels die er rond komt.



Figuur 22: Het eerste ontwerp van het oogstelsel

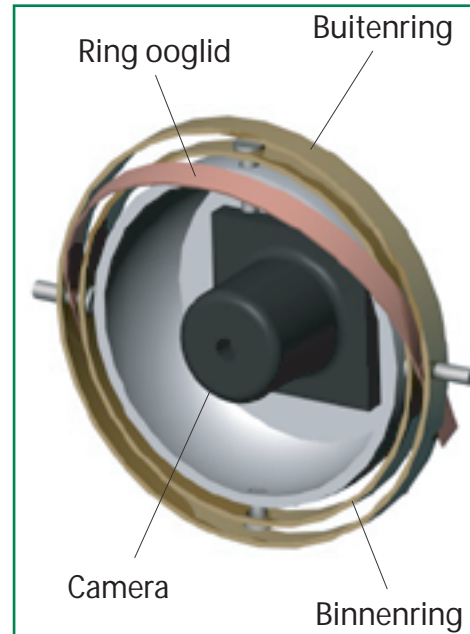
Verbeterde versie

De vorige versie werd verbeterd tot de definitieve versie. Hier wordt er gebruik gemaakt van eigen ogen die een camera bevatten. De ogen zien er echt uit en worden gemonteerd in 2 grote ringen die zorgen voor een rotatie rond de twee assen. De beweging van de ogen gebeurt door servomotoren. Voor elk oog is er een servomotor voorzien die het oog naar rechts of links kan bewegen. Beide ogen worden samen naar boven en naar onder bewogen door één servomotor. Een halve ring zal dienst doen als ooglid. Tussen het ooglid en de buitenste ring wordt een stukje stretch textiel bevestigd.

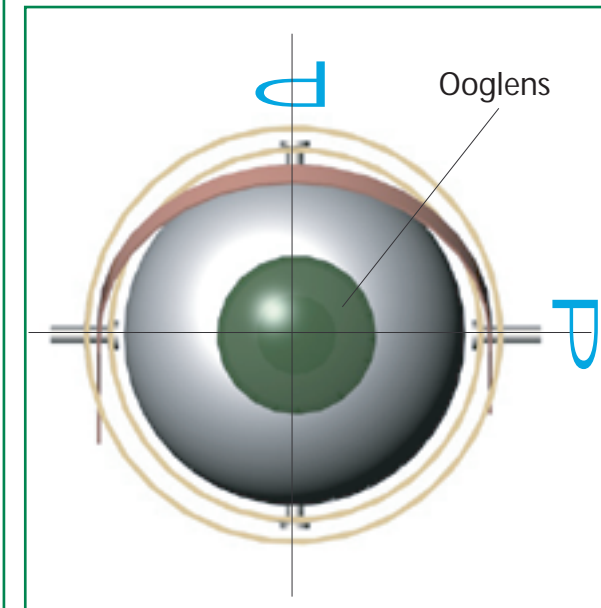


Figuur 23: Het ooglid

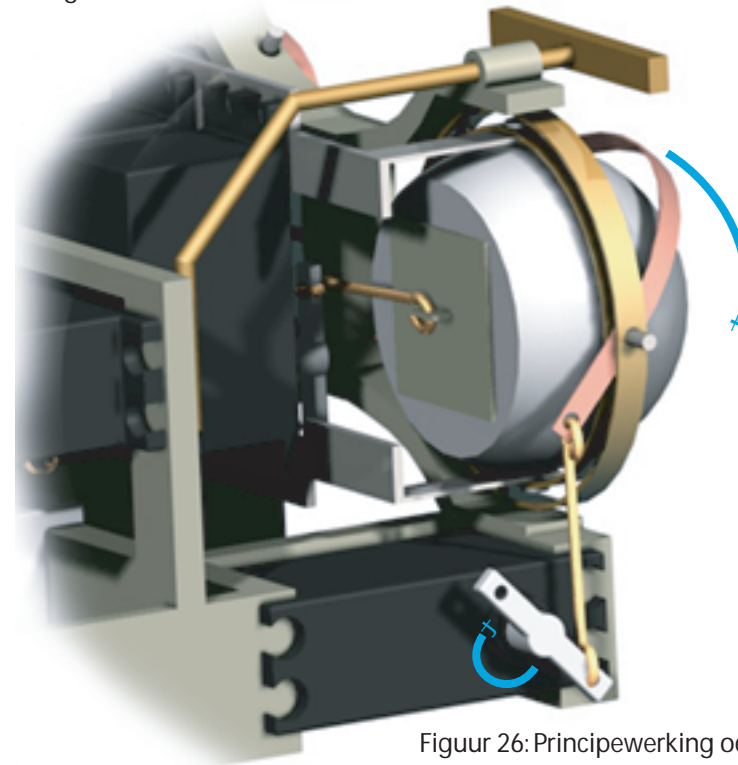
Twee servomotoren aan één zijde van elk oog zorgen ervoor dat het ooglid open en toe kan gaan. De servomotor is via een haakje verbonden met het langere uiteinde van de halve ring voor het ooglid.



Figuur 24: Het oog binnenin



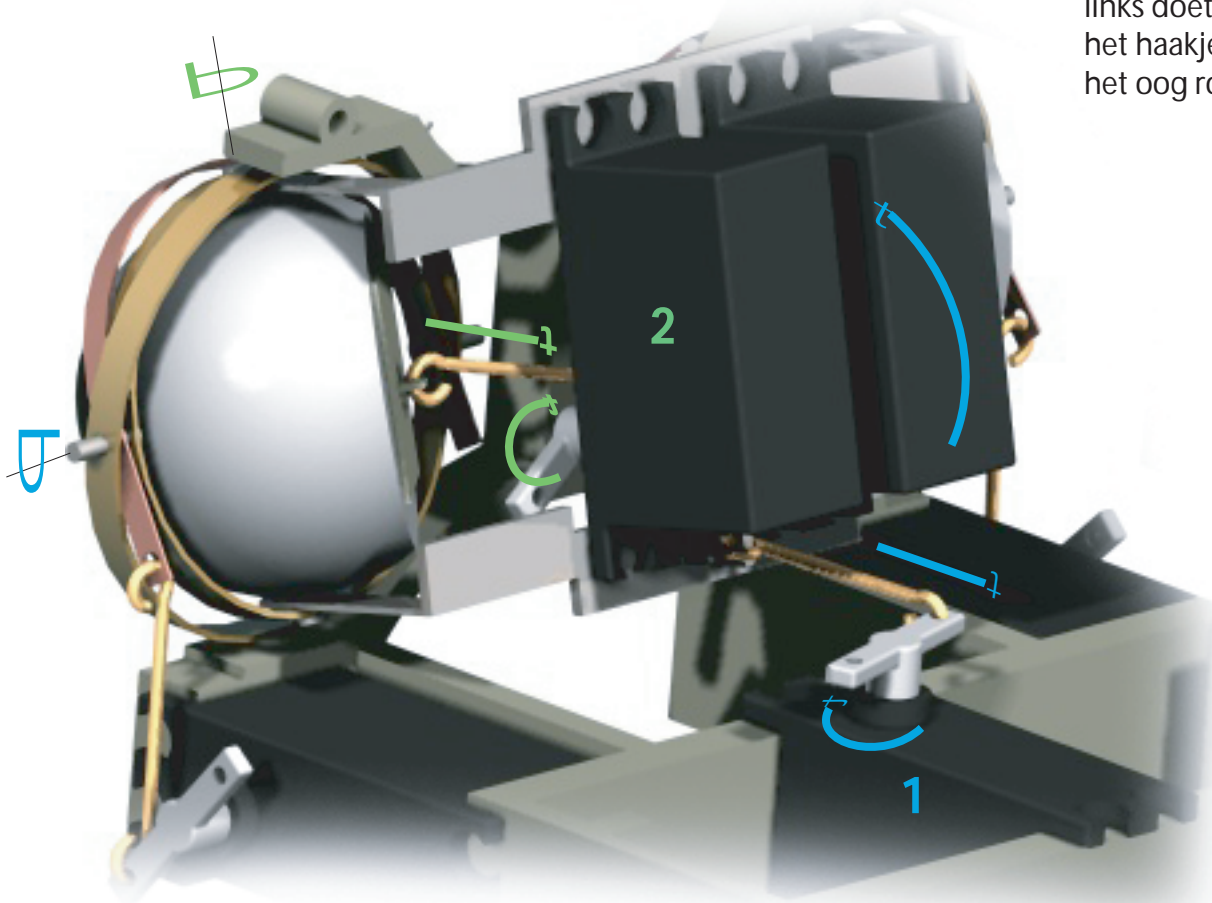
Figuur 25: Het oog van buiten



Figuur 26: Principewerking ooglid

De servomotoren die dienen om elk oog van links naar rechts te kunnen bewegen, worden op de binnenste oogring gemonteerd. Hierdoor bewegen ze samen met de ogen mee naar boven en beneden. Dit onderdeel noemen we het oogblok.

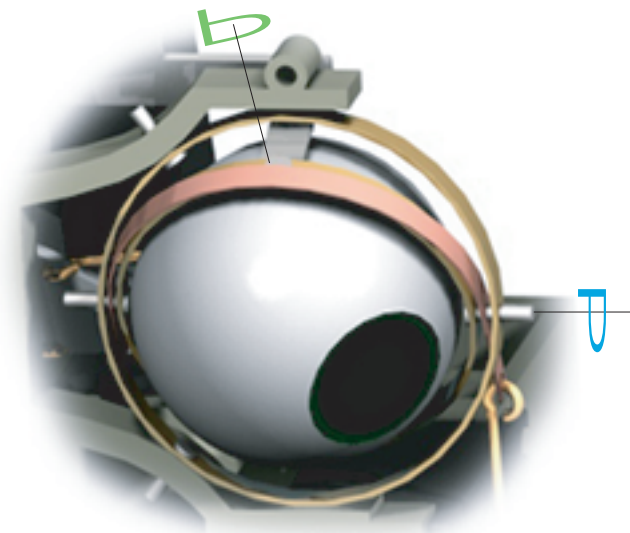
In de figuur krijgen we een oogbeweging naar links onder.



Figuur 27: Principewerking oogbeweging - achterkant

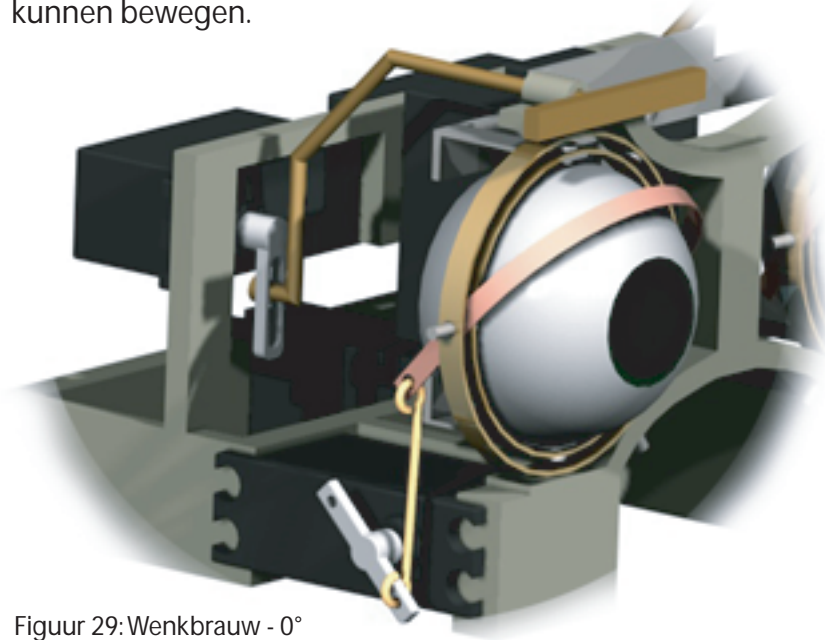
De blauwe pijlen startende bij servomotor 1, geven de aaneenschakeling van bewegingen weer om de ogen naar beneden te bewegen. De servomotor draait in wijzerzin, waardoor het haakje de oogblok naar achter wil trekken hierdoor kantelt de oogblok rond de horizontale as en de ogen worden naar beneden gericht.

De groene pijlen laten zien hoe servomotor 2 het oog naar links doet draaien. De motor draait in wijzerzin waardoor het haakje, dat bevestigd is aan de achterkant van het oog, het oog rond zijn verticale as doet draaien.



Figuur 28: Principewerking oogbeweging - voorkant

De twee wenkbrauwen kunnen elk rond hun as roteren. Beide worden ze door een aparte servomotor aangestuurd. De wenkbrauwen worden door middel van een lange gekromde staaf met de motor verbonden. Dit is nodig omdat het oogblok voldoende ruimte nodig heeft om naar boven en beneden te kunnen bewegen.

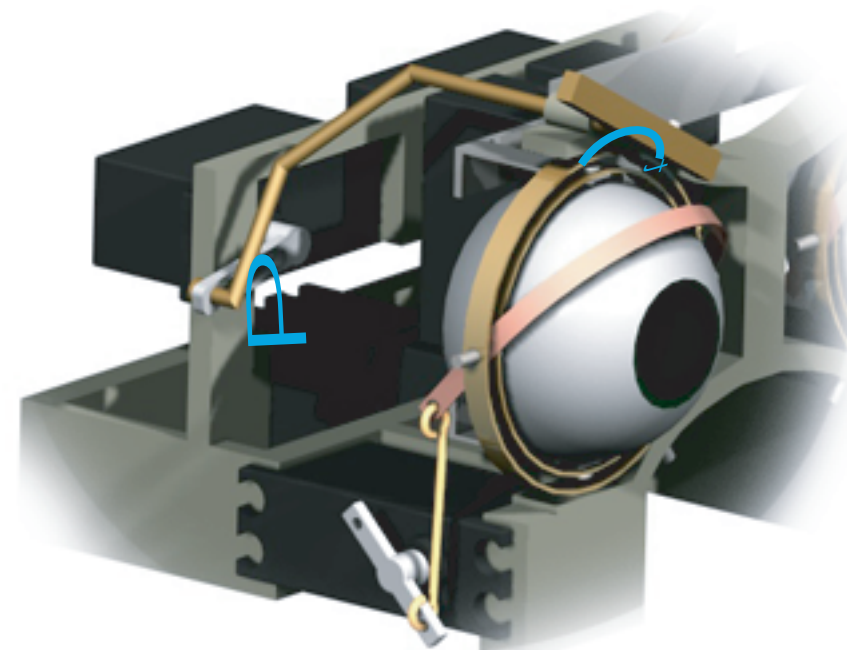


Figuur 29: Wenkbrauw - 0°

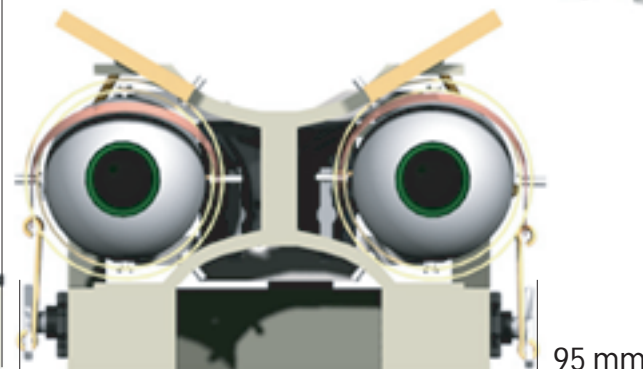
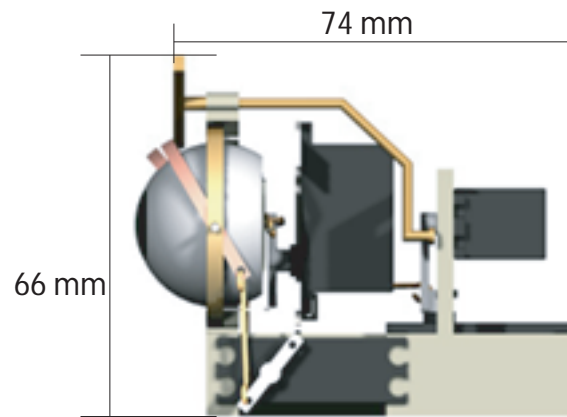
De wenkbrauwen kunnen maximaal tot een hoek van 30° gedraaid worden, wat meer dan voldoende is om emoties weer te geven.

Heel het systeem is zo compact mogelijk ontworpen om ervoor te zorgen dat alles juist in het hoofd van Probo past.

De volledige bemating en exploded view van het oogstelsel zijn terug te vinden in de technische tekeningen, achteraan in



Figuur 30: Wenkbrauw - 30°



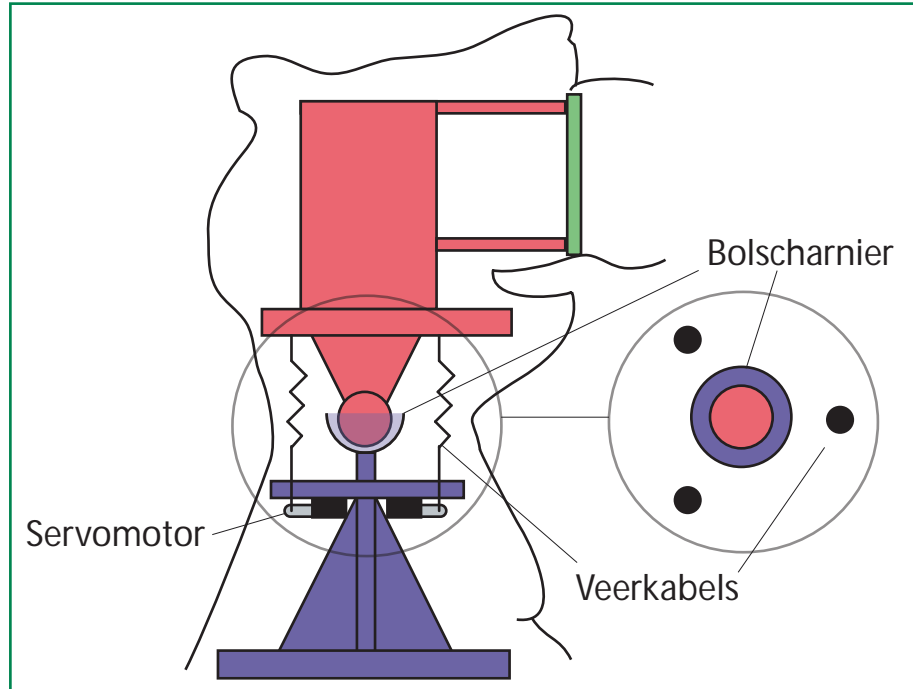
Figuur 31: Bemating oogstelsel

5.4 Het Hoofdsysteem

Het hoofd van Probo zal kunnen bewegen van links naar rechts en van boven naar onder.

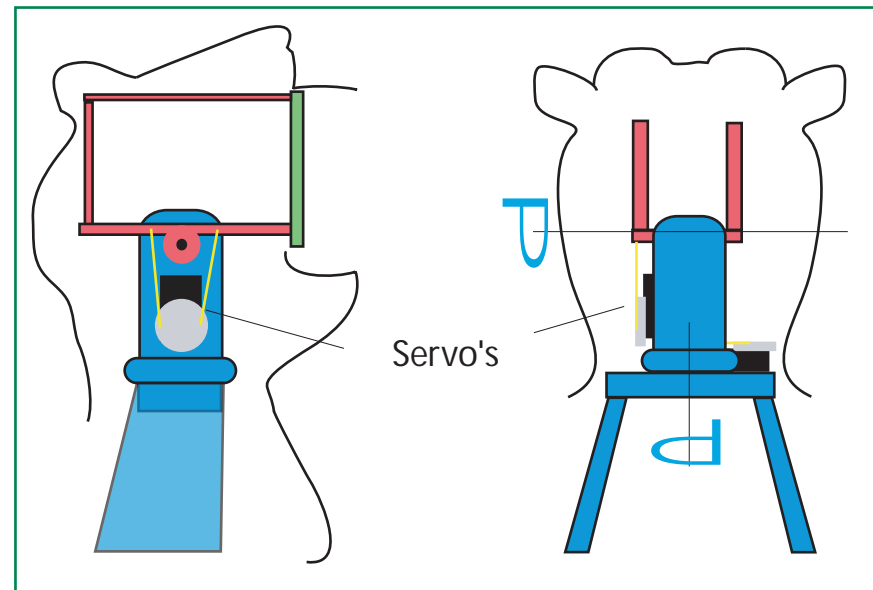
Eerst werd geopteerd om het hoofd via een kogelgewricht te verbinden met het lichaam en door gebruik te maken van 3 veerkabels het hoofd in verschillende richtingen beweegbaar te maken. De kabels zouden door 3 servomotoren aangedreven worden en zich op gelijke afstand van elkaar bevinden.

Het probleem met deze oplossing is dat het moeilijk wordt om het hoofd in een mooie beweging van links naar rechts te laten gaan. Het hoofd wordt op deze manier enkel door de drie kabels op zijn plaats gehouden. Deze kabels moeten alle krachten, zowel de eigen opgewekte krachten als de krachten afkomstig van buitenaf opvangen, wat deze oplossing tamelijk fragiel en ingewikkeld maakt.



Figuur 32: Hoofdsysteem - ontwerp1 - bolscharnier

In het tweede systeem wordt er gebruik gemaakt van een nek die roteert op het frame van het lichaam van Probo. De nek roteert via een naaldlager rond de verticale as en wordt aangedreven door een servomotor. Van boven op de nek komt een as met lagers te staan. de as is verbonden met het hoofd van Probo. Op de zijkant van de nek wordt een servomotor gemonteerd die via haakjes verbonden is met het hoofd en dit rond de horizontaal gemonteerde as laat bewegen.

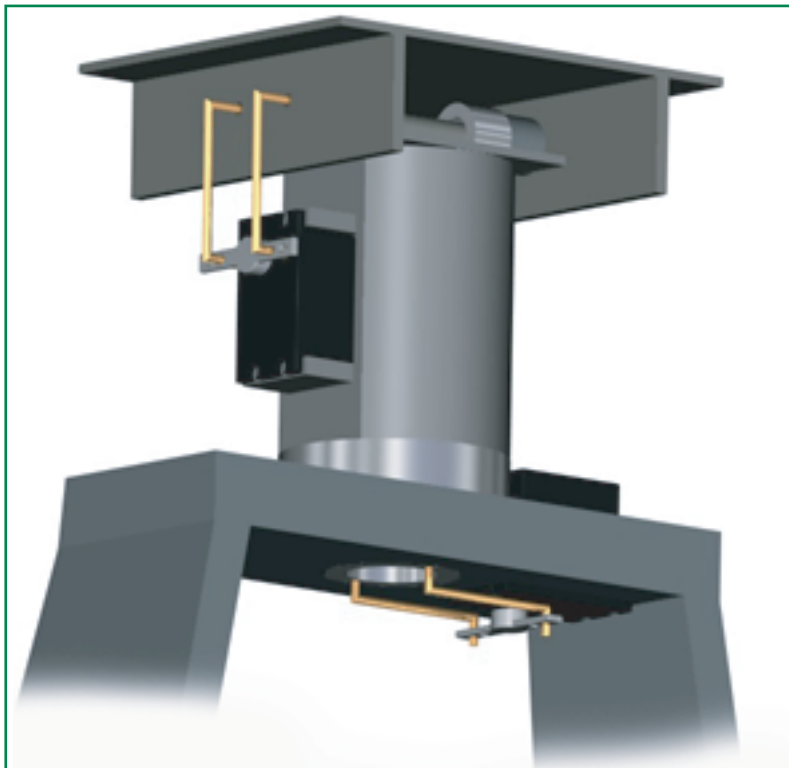


Figuur 33: Hoofdsysteem - ontwerp2 - Servo's

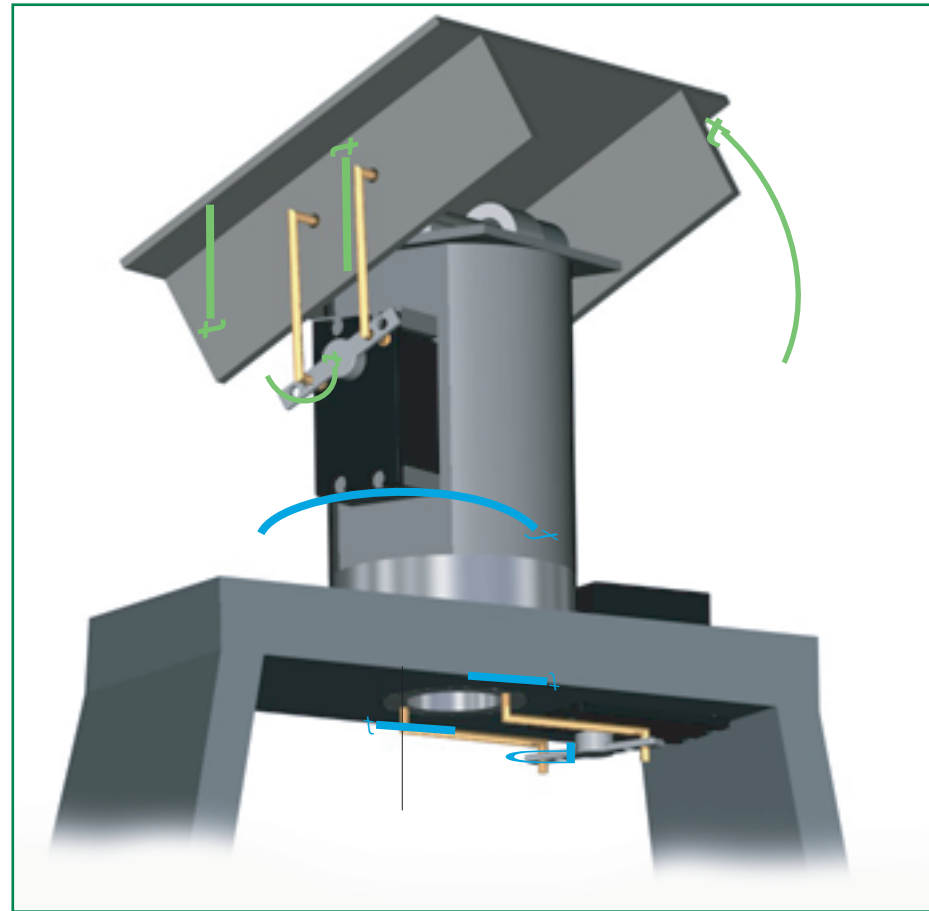
Deze oplossing is veel robuster dan de eerste en heeft maar 2 motoren nodig in plaats van 3.

In de figuur kan men zien hoe het hoofd naar links boven wordt gericht. De groene pijlen stellen de aaneengeschakeling voor van de opwaartse beweging. De blauwe pijlen geven de zijwaartse beweging naar rechts weer.

De maximale uitwijking in beide richtingen, zal beperkt worden door de flexibiliteit van de huid die over het geraamte zal worden aangebracht.



Figuur 34: Hoofdsysteem - principewerking - neutraal

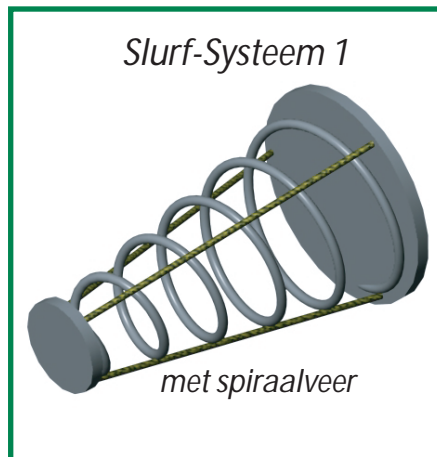


Figuur 35: Hoofdsysteem - principewerking - linksboven

5.5 Het Slurfsysteem

De slurf van Probo is een belangrijk element, het maakt deel uit van zijn identiteit en bleek uit voorgaande onderzoeken altijd zeer veel aandacht van de kinderen te krijgen.

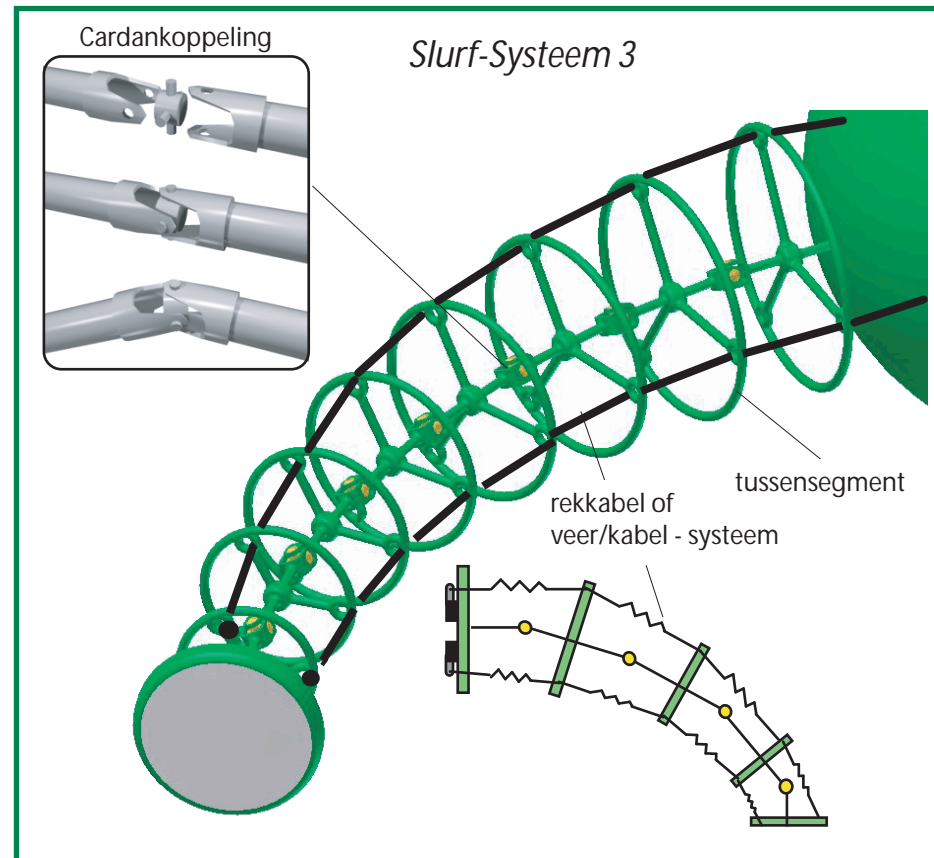
Omdat de slurf specifiek gebruikt zal worden voor de interactie met de kinderen, werden er enkele eisen vooropgesteld. De slurf moet op een natuurlijke wijze kunnen bewegen in alle richtingen. De slurf moet flexibel zijn, wat wil zeggen dat wanneer de slurf in een bepaalde stand staat deze nog steeds beweegbaar moet blijven door toedoen van externe krachten (In het geval dat het kind de slurf vastgrijpt). Wanneer de slurf dan terug wordt losgelaten veert die automatisch terug naar zijn oorspronkelijke positie. De slurf moet duurzaam zijn, wat wil zeggen dat de slurf goed bestand moet zijn tegen de krachten wanneer hij wordt vastgegrepen en dat hij niet onmiddellijk defect mag raken. Eerst werden er 3 verschillende systemen voor de slurf bedacht



Figuur 36: Slurfsysteem 1



Figuur 37: Slurfsysteem 2

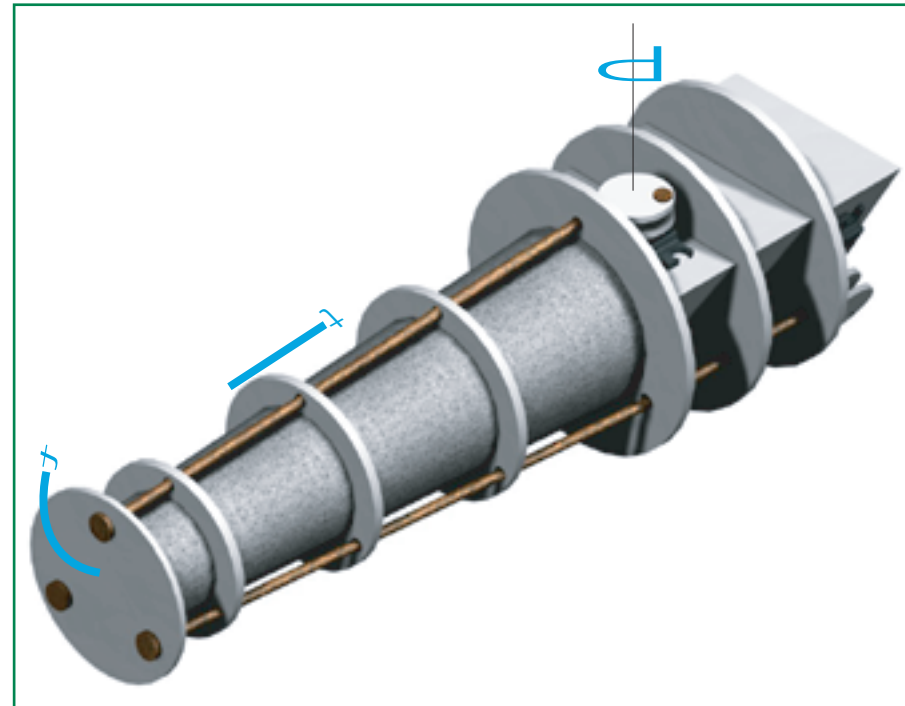


Figuur 38: Slurfsysteem 3

Na een trade-off van deze systemen werd dan het meest gepaste systeem verder uitgewerkt. Van dit slurf-systeem werden verschillende versies opgebouwd, waarbij er testen werden gedaan om te kijken of het ontwerp aan de eisen kon voldoen. Het aangepaste ontwerp werd gemonteerd op een houten lichaam dat dienst deed als een voorstelling van Probo in ware grootte. Dit werd dan gebruikt om de slurf verder te testen in de omgang met kinderen.

Slurf - Systeem 2 met de schuimkegel werd als eenvoudigste en meest natuurlijk bewegende slurfsysteem verkozen. De rijkwijdte van de beweegbaarheid is van minder belang.	Systemen		
	1. Met spiraalveer	2. Met schuimkegel	3. Met cardankoppeling
Eisen			
Eenvoud	+	++	-
Rijkwijdte	+	--	++
Beweegbaarheid - Natuurlijkheid	-	++	--
Flexibiliteit	+	++	-
Duurzaamheid	-	+	++

Slurf - systeem 2 werd verder uitgewerkt zoals te zien in de figuur. De servomotors, die zorgen voor de beweging van de kabels, werden hier mee in rekening gebracht. Het systeem heeft nu ook tussenschotten gekregen om de kabels te begeleiden. Drie servomotors zullen de kabels op- en afrollen om zo de slurf te bewegen.



Figuur 39: Slurfsysteem principewerking

Uitgaande van het 3D-model werden er testen betreffende materiaal en opbouw uitgevoerd. Allereerst werden er testen gedaan rond de schuimkern. Hier werd er gewerkt met verschillende materialen en gezocht naar een goede verhouding van lengte en breedte om de beoogde "natuurlijke" slurbewegingen te kunnen realiseren.

In een eerste test werd er gebruik gemaakt van een holle schuimkern van PE (D 67 mm en L 170 mm), met binnenin een flexibele slang van PPC. Het resultaat was hier negatief, omdat er te veel kracht moet geleverd worden om een kleine buiging te verkrijgen.



Figuur 40: Materiaaltesten slurf

In een tweede test werd er gewerkt met een volle schuimkern met een ongewijzigde lengte van 170 mm maar met een diameter van slechts 28 mm. Hier zijn de resultaten veel beter. Door een beter verhouding van diameter en lengte verkrijgen we nu een zeer soepele buiging zonder al te veel kracht te moeten leveren.

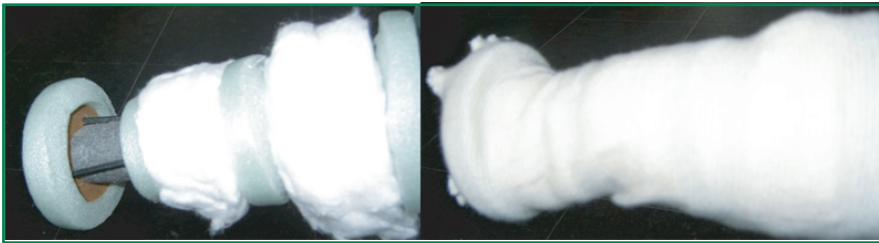
Omdat ook de kabels een rol zullen spelen in de flexibiliteit werden deze eerst aan enkele tests onderworpen. Er werden 3 soorten kabelsystemen getest. Allereerst een combinatie van ijzerdraad en veren, wat zeer moeilijk en slecht beweegbaar is. Vervolgens werd er getest met staalkabeltouw, dit leverde echter onvoldoende flexibiliteit op. Tot slot werd er getest met een rekker bestaande uit latex omhult in PE. De tests met dit materiaal waren zeer positief. De bewegingen waren soepel en leverden de benodigde flexibiliteit en terugvering.



Figuur 41: Kabeltesten slurf

De combinatie van schuimkern, tussenschotten en rek-kabel zorgen voor een natuurlijke beweging van de slurf die in alle richtingen kan bewegen.

Omdat de slurf zacht moet aanvoelen werden er kunststof-schuimringen rond de houten tussenschotten geplaatst. De open ruimten tussen de schotten werden opgevuld met watten en het geheel werd overtrokken met een stretchkous.



Figuur 42: Slurfsysteem opgevuld
Om de slurf in omgang met kinderen te testen werd hij eerst gemonteerd op een, uit hout gesneden, plaat die de knuffel moet voorstellen.



Figuur 43: Slurf op houten model



Figuur 44: Slurfsysteem getest door kinderen

De kinderen reageerden heel positief op de slurf. Na één uur spelen was enkel 1 van de schuimringen rond de tussenschotten gelost, dit kwam omdat de ringen niet in de juiste grote verkrijgbaar waren en ze daarom op grootte geknipt en terug vastgeplakt werden. De ringen vastplakken is dus niet stevig genoeg. Voor het product kan er op bestelling wel gebruik worden gemaakt van ringen op maat, zodat er niet in geknipt moet worden. Om de duurzaamheid te verzekeren, zal er een touw van staaldraad door de schuimkern gespannen worden. Het touw zal zo de slurf altijd te samen houden indien er hard aan getrokken zou worden.

5.6 Het Pels/huid systeem

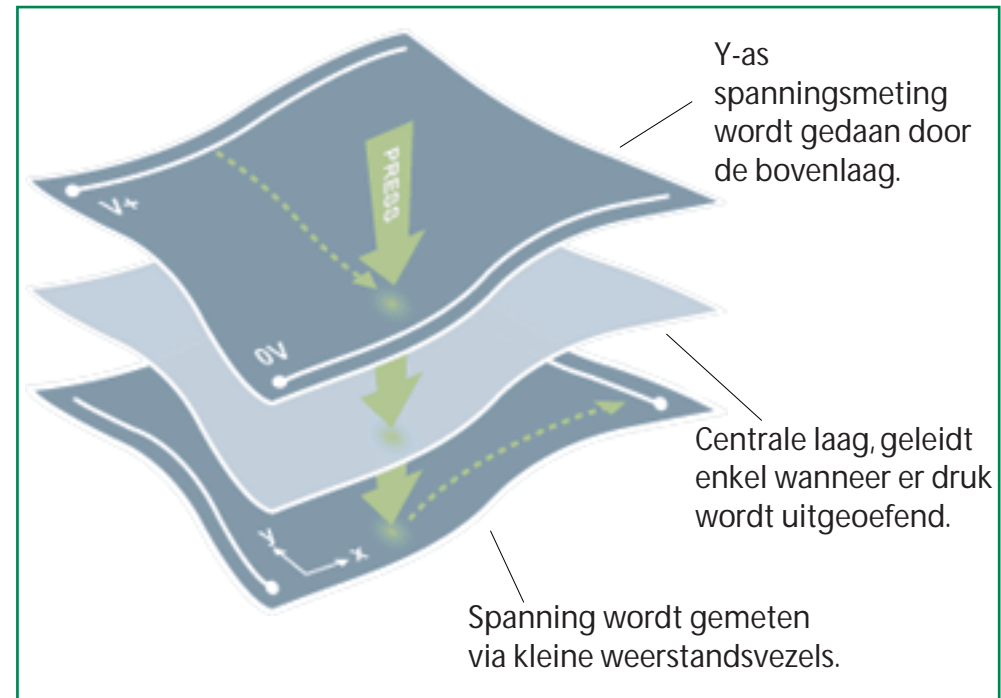
De huid van Probo moet aan verschillende eisen voldoen. Hij moet ervoor zorgen dat Probo eruit ziet en aanvoelt als een echte knuffel. De huid moet ook gevoelig zijn en op bepaalde plaatsen verschillende vormen van aanraking kunnen detecteren. Hiervoor komen er 2 sensoren in aanmerking. De eerste sensor is de Flexiforce, het is een krachtensor die kan meten hoeveel kracht er op de sensor wordt uitgeoefend. De tweede sensor is de ElekTex sensor die bestaat uit intelligent textiel dat uit verschillende lagen bestaat. Hierdoor kan de sensor drukmetingen doen in het x-y vlak, waardoor de sensor verschillen kan meten tussen knuffelen, kietelen, aaien, tikken of kloppen.



Figuur 45: Flexiforce sensor



Figuur 46: Elektext sensor



Figuur 47: Werking Elektext

Omdat de Elektext sensor veel duurder is dan de Flexiforce sensor, zal die enkel gebruikt worden op de meest logische plaatsen waar de knuffel geaaid of geknuffeld zal worden. Vooral van boven op het hoofd en van achter op de rug van de knuffel zullen deze sensoren een meerwaarde geven.

Op andere plaatsen, zoals de slurf, de handen en op de oren, wordt er gebruik gemaakt van de Flexiforce sensoren om enkel de kracht van aanraking te meten. Zodat er gevoeld kan worden wanneer de handen, de slurf of de oren worden vastgenomen en wanneer de kinderen er te hard in knijpen.

Omdat er in het ziekenhuis strikte regels gelden in verband met hygiëne, zal de pels gewassen moeten kunnen worden. Om nog beter aan de hoge hygiëne vereiste te voldoen zal de pels een anti-bacteriële vezel bevatten.

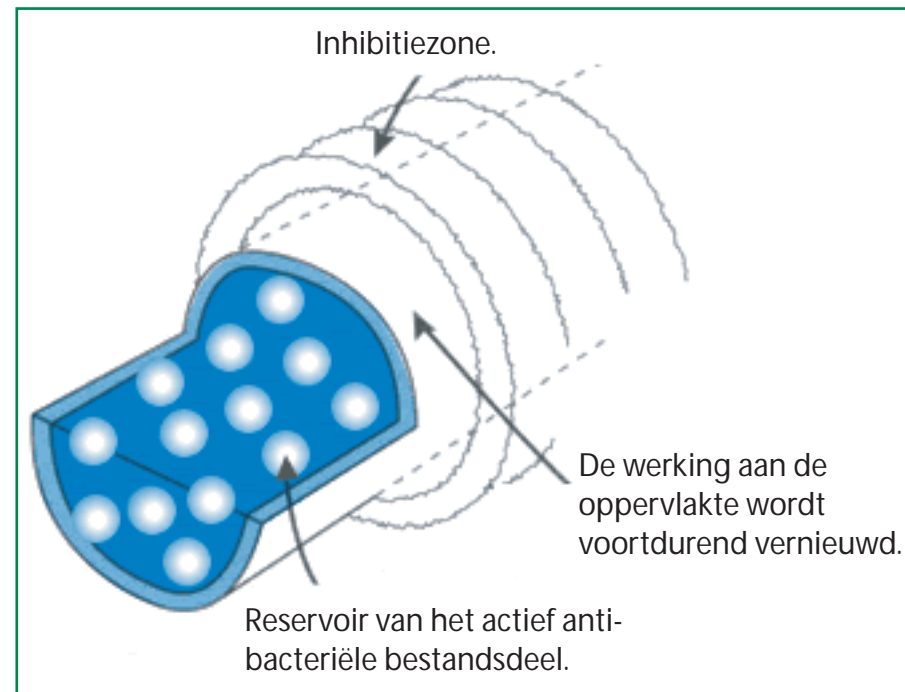
Om de pels te kunnen wassen moet hij kunnen verwijderd worden van de robot. Dit zal gebeuren aan de hand van een ritssluiting die onder een velcroplakker zit, waardoor de ritssluiting niet zichtbaar is voor de kinderen. De rits zit aan de achterkant van Probo en vertrek van het hoofd tot aan het achterwerk. Door gebruik te maken van een zeer elastisch materiaal is de pels gemakkelijk aan en uit te doen.



Figuur 48: Pels met ritssluiting

Het materiaal van de pels ziet eruit als een elastische fleec. Het bevat de Amicor Pure vezel die anti-bacteriële bestanddelen bevat. De Amicor Pure vezel wordt samen gesponnen met 100% gekamde gladde katoen van hoge kwaliteit, en wordt daarna geweven. Om een elastisch materiaal te krijgen werd er Lycra aan toegevoegd.

In tegenstelling tot ander, vaak geïmpregneerd, anti-bacterieel textiel, is de effectiviteit van de Amicor/katoen vezel langdurig en zal het anti-bacteriële effect tot minimum 200 wasbeurten actief blijven.



Figuur 49: Werking Amicor Pure vezel

6 Concept design

In deze fase worden de randvoorwaardelijke items ontwikkeld en zullen de systemen van de vorige fase geïmplementeerd worden in het geheel.

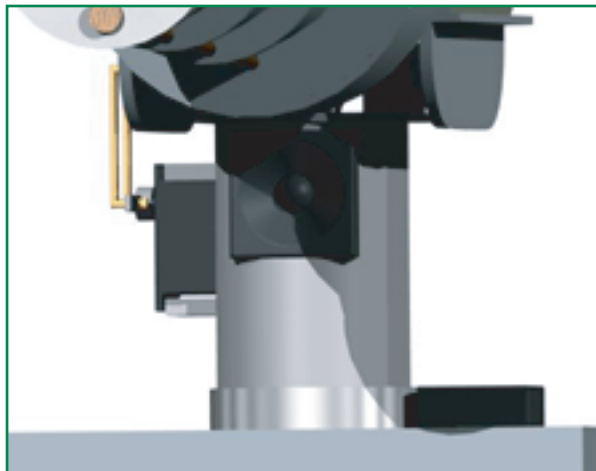
6.1 Het Audio systeem

Om te communiceren met de kinderen zal Probo geluiden kunnen produceren die emoties weergeven. Hij zal ook de geluiden van de kinderen analyseren en proberen te achterhalen wat er mee bedoeld wordt.

Omdat de technologie nog niet ver genoeg staat om echt aan artificiële verbale communicatie met de kinderen te doen, zal Probo enkel onherkenbare klanken produceren. Deze geluiden lijken op zinnen uit een ongekende taal. De klankkleur van de geluiden wordt aangepast door wijzigingen aan te brengen in de toonhoogte, de timing, de stemkwaliteit en de articulatie zodat ze de emoties van Probo kunnen weergeven.

We noemen dit expressieve synthetische spraak.

Door de plaatsing van een luidspreker in de mond van Probo kunnen de geluiden geproduceerd worden.



Figuur 50: Luidspreker

Twee micro's ter hoogte van de oren van Probo zullen dienen om de geluiden van de kinderen te kunnen analyseren.

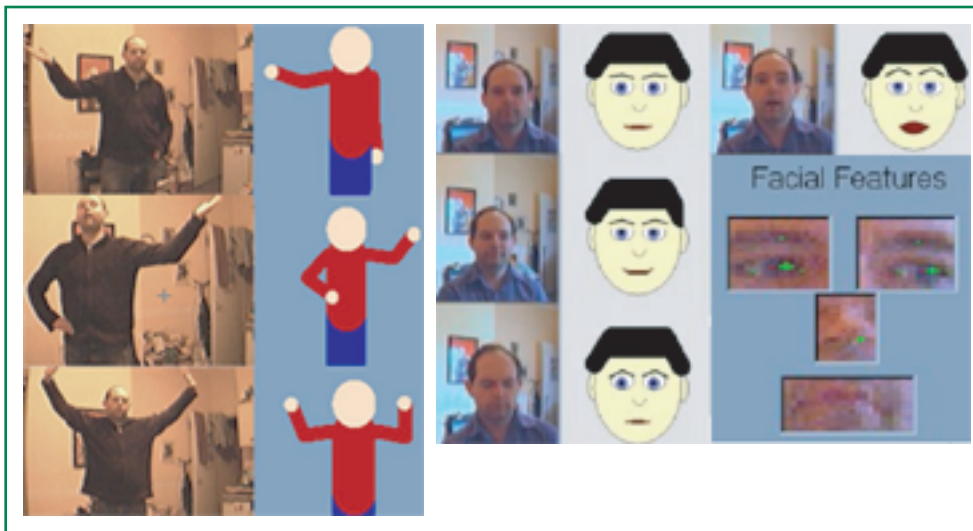
Door de detectie van de richting vanwaar het geluid afkomstig is, kan Probo zich richten tot de geluidsbron.

Indien de verkregen geluiden van goede kwaliteit zijn en kenmerken vertonen van de menselijke stem, zal er een analyse gemaakt worden om te proberen de emoties in de stem te herkennen. Deze analyse gebeurt in twee stappen. Allereerst wordt er gekeken naar de combinatie van toonhoogte en energie van de stem. Vervolgens wordt de vorm van de toonhoogte in functie van de tijd vergeleken met gekende emotionele patronen. Zo kan er gedetecteerd worden of de stem motiverend ("goed gewerkt"), aandacht trekkend ("kijk hier!"), verbiedend ("niet doen") of troostend ("het is in orde") klinkt.

Voor een goede verwerking wordt er geopteerd voor een 8kHz sample rate en een maximale latency van 500 ms.

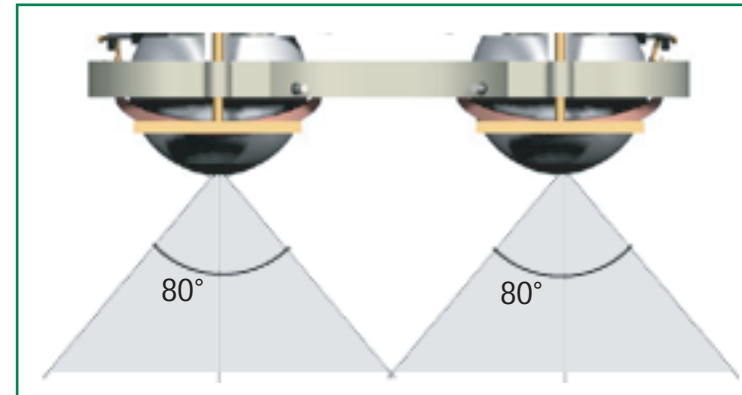
6.2 Het Beeld systeem

De beeldherkenning van Probo zal 4 verschillende functies bevatten. Een eerste functie, het stereoscopische zicht, zal erin bestaan om aan de hand van 2 parallele camera's de nabijheid van objecten in te schatten. Een tweede functie zal instaan voor de focus van Probo. Om op zoek te gaan naar objecten zal er detectie zijn van gesatureerde kleuren (felle kleuren), huidskleur en bewegingen. Zo kan Probo afhankelijk van wat hij detecteert gaan beslissen waarop hij zijn aandacht wil vestigen. Dit zal hij doen door met zijn ogen en/of hoofd de focus te vestigen op het gewenste object. Wanneer Probo zijn aandacht gevestigd heeft op een kind zal hij, aan de hand van een derde functie trachten om de gezichtsuitdrukking van het kind te detecteren. Dit gebeurt door eerst verschillende keypoints op het gezicht te detecteren rond de ogen en op het puntje van de neus. Vervolgens worden deze punten omgezet naar de veronderstelde gezichtsuitdrukking. In de vierde functie zal Probo een detectie doen van de lichaamshouding, zodat hij bvb kan zien wanneer het kind naar hem zwaait.



Figuur 51: Detectie van emoties uit beeldmateriaal

Voor de verschillende functies zijn er minimaal 2 camera's vereist. Er wordt gebruik gemaakt van twee kleine CMOS camera's die in de ogen geplaatst kunnen worden. Ze zijn relatief goedkoop en hebben een gezichtsveld van 80°.

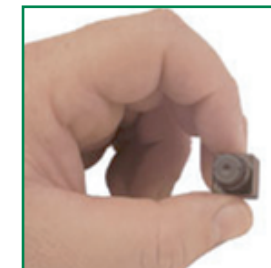


Figuur 52: Gezichtsveld oogcamera's

Om een betere detectie te doen is het aangeraden om nog 2 extra CCD camera's in het hoofd te monteren. Deze camera's hebben een grotere resolutie en geven veel betere beelden, voor de analyses. De camera's zijn erg duur en stellen door de hoge resolutie zwaardere eisen aan de rekenkracht, waardoor er voor deze optie beroep zal moeten worden gedaan op externe rekenkracht. Het kan bij bepaalde onderzoeken aangewezen zijn om gebruik te maken van deze optie. Er zal dan een systeem moeten worden opgesteld waardoor de rekenkracht verdeeld kan worden over een netwerk van externe computers.



Figuur 53: CCD 1/3" Lipstick camera



Figuur 54: CMOS micro camera

6.3 De Interface

Het touchscreen dat voorzien wordt in de buik van Probo kan gebruikt worden om verschillende dingen weer te geven.

We onderscheiden 3 groepen van functionaliteiten:

Een ondersteunende interface voor de weergave van de emoties van de robot. Dit kan gebeuren door bepaalde figuren en kleuren op de buik te laten verschijnen die de emoties weergeven (bvb de buik flikkert rood op wanneer Probo kwaad wordt).

Ten tweede zal Probo via het touchscreen gebruikt kunnen worden om verschillende gebruiksnoden van de kinderen te realiseren. Door gebruik te maken van het draadloze netwerk, de camera's, de speaker en de micro's, kan er aan video-fonie gedaan worden met vrienden of familie. Het scherm kan ook gebruikt worden om toegang te verlenen tot de internetwereld, het is hier aangeraden om gebruik te maken van de reeds bestaande gecontroleerde ziekenhuisnetwerken zoals bvb Sterrewereld. Deze netwerken zijn speciaal ontworpen voor de kinderen in de ziekenhuizen en niet direct toegankelijk voor mensen van buiten het ziekenhuis.

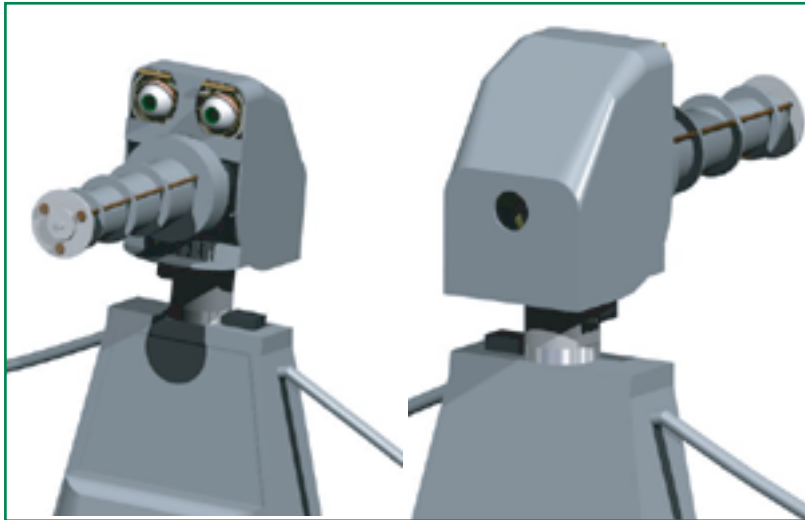
Ten laatste zal de interface ook gebruikt worden voor onderzoekers en begeleiders om aan de hand van Probo de kinderen beter voor te bereiden op medische testen die de kinderen zullen moeten ondergaan. Via Probo kan er ook getracht worden om een betere inschatting te maken van de werkelijke pijn of angst van de kinderen. De pijn/angst schaal bvb. kan gedigitaliseerd worden.

6.4 De Schokbestendigheid

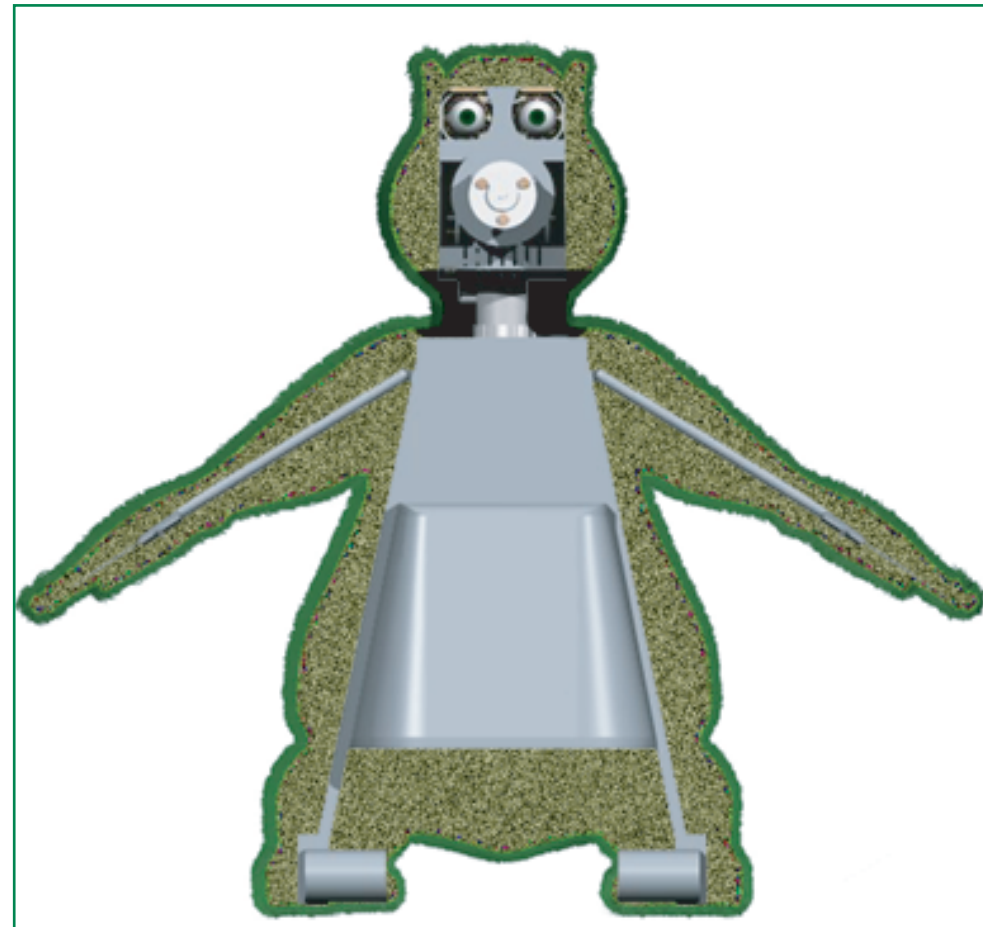
Om Probo schokbestendig te maken en te laten aanvoelen als een knuffel, worden de technische componenten omkapseld door een soort pantser. Dit is weergegeven in figuur...

Op het pantser en het frame worden er stukken kunststoffschuim aangebracht die de uiterlijke vorm van Probo moeten vervolledigen. Het geheel zal dan overtrokken worden met een stretch-Amicor -acryl, die ervoor zorgt dat er een egaal oppervlak wordt verkregen en dat er een eerste anti-bacterieële laag wordt gevormd.

Op enkele plaatsen, zoals de ogen, de buik en de rug worden er openingen voorzien. Ook rond de nek mag er geen schuim geplaatst worden omdat het hoofd anders niet meer zou kunnen bewegen.



Figuur 55: Hoofdbecherming Probo

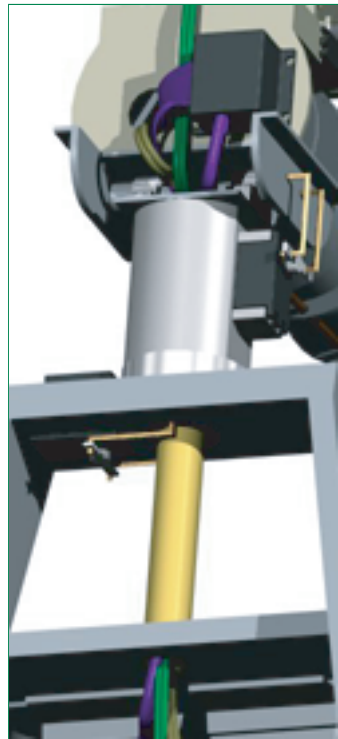


Figuur 56: Schokbestendigheid - opvulling

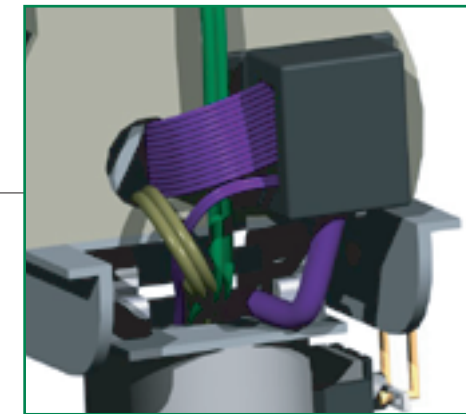
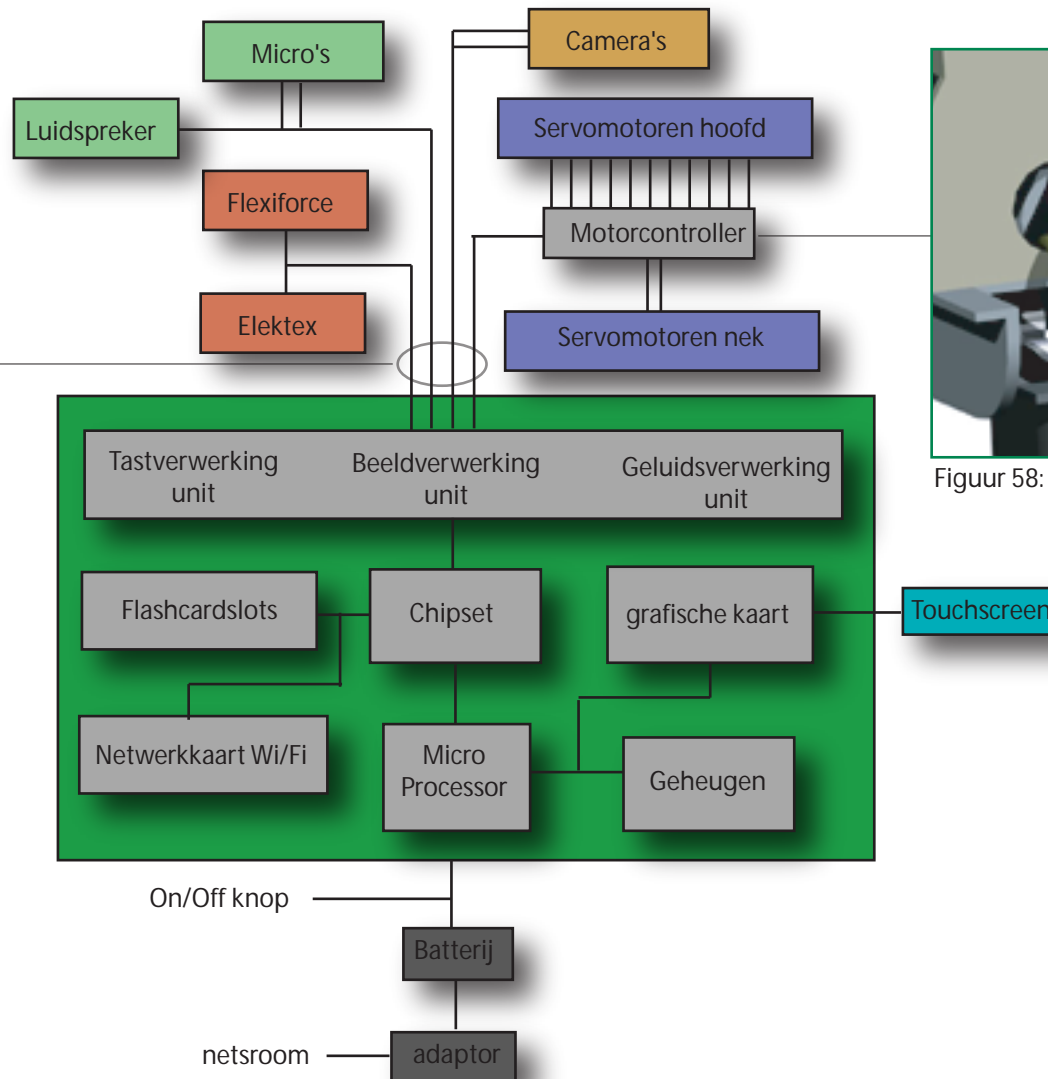
6.5 De Bekabeling

Probo bevat standaard in het totaal 2 camera's, 2micro's, 1 luidspreker, 1 touchscreen, een tastzin en 12 servomotoren. Al deze componenten moeten voorzien worden van energie en data. Er werden speciale maatregelen getroffen om ervoor te zorgen dat de kabels de goede werking van de robot niet zouden belemmeren.

De energie wordt geleverd door 2 batterypacks die elk voorzien zijn van 6 oplaadbare Li-Ion batterijen. In het totaal leveren ze samen 12 V en kunnen ze het geheel 4 uur, zonder te herladen, van energie voorzien. De 12 Volt van de batterijen gaat naar de printplaat waar de energie verder verdeeld wordt.



Figuur 57: Kabelbuis



Figuur 58: Motorcontroller

6.6 Kostprijsverificatie

Marktgrootte en oplage

Zoals reeds eerder vermeld, is het de bedoeling om met dit eindwerk een eerste prototype van Probo te ontwikkelen. In eerste instantie zal het product enkel worden ontwikkeld op de V.U.B. en getest worden in enkele ziekenhuizen.

Wanneer het prototype gerealiseerd is zal er een tweede versie van Probo ontwikkeld worden die ook aan andere onderzoeksinstituten, universiteiten en hogescholen zal worden aangeboden. De doelstelling is om Probo binnen 5 jaar aan 2 of 3 klanten te kunnen aanbieden.

Schatting van de kostprijs

Variabele kosten:

- materialen en componenten:

Door de zeer beperkte oplage zullen de verschillende onderdelen (frames - beschermkappen), door de V.U.B. worden gemaakt.

-> Audio : 20 Euro

2 micro's + 1 luidspreker

-> Beeld : 320 Euro (+ 1300 Euro)

2 CMOS camera's (PC207XP color video)

2 CCD camera's (Elmo MN-30) - optioneel

-> Beweging : 360 Euro

7 servo's oogstelsel (klein)

3 servo's slurf (klein)

2 servo's nek (standaard)

motorcontroller (16 kanalen)

-> Touch : 300 Euro

2 x Elektex sensoren (op het hoofd en op de rug)

7 x Flexiforce sensoren (2 op de handen, 3 op de slurf en 2 op de oren)

-> Huid/pels : 50 Euro

1ste laag Amicor Pure Lycra 70/30 (15 Euro)

2de laag Pels: laag Amicor Pure Lycra Fleece (35 Euro)

-> Computeronderdelen : 2000 Euro

Touchscreen

CPU - mobile pentium 4

Wi/fi

Flashcardslot

I/O controllers - chipset

PCB's

-> Onderdelen : 500 Euro

mechanische (assen, koppeling, vijsjes,...)

electronische (kabels, adapters,..)

constructiemateriaal

Battery pack (Li -Ion)

- Lonen :

assemblage robot : 1500 Euro

naaien pels : 300 Euro

Totale variabele kosten : 6050 Euro (+ 1300 optioneel)

Vaste kosten:

- ontwikkelingskosten voor 3 jaar : 309 550 Euro

post-doc project coördinator

werktuigkundig ingenieur

electronisch ingenieur

- nodige infrastructuur en apparatuur: 12 500 Euro

Totale vaste kosten : 322 050 Euro

Haalbaarheid

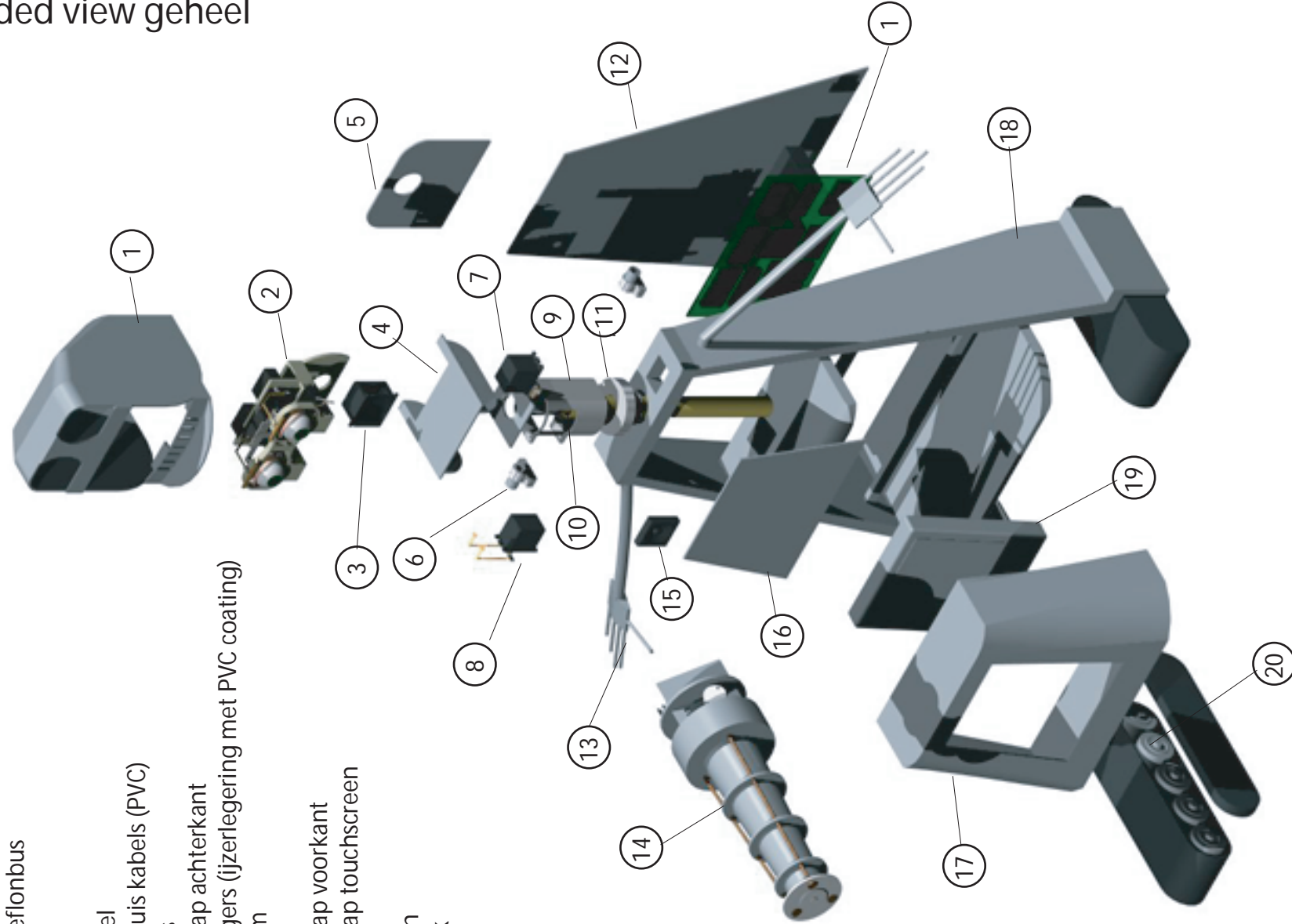
De vaste kosten zullen worden verrekend als doctoraatskosten. Hiervoor wordt er gezocht naar subsidies. De vaste kosten worden dus niet doorgerekend naar de klant. De richtprijs zal nu 7500 Euro bedragen wat iets goedkoper blijft dan de iCat van Philips die tegen 8000 Euro wordt aangeboden.

7 Uitontwikkeling

Dit hoofdstuk bevat de technische tekeningen van de verschillende onderdelen, en hun componenten.

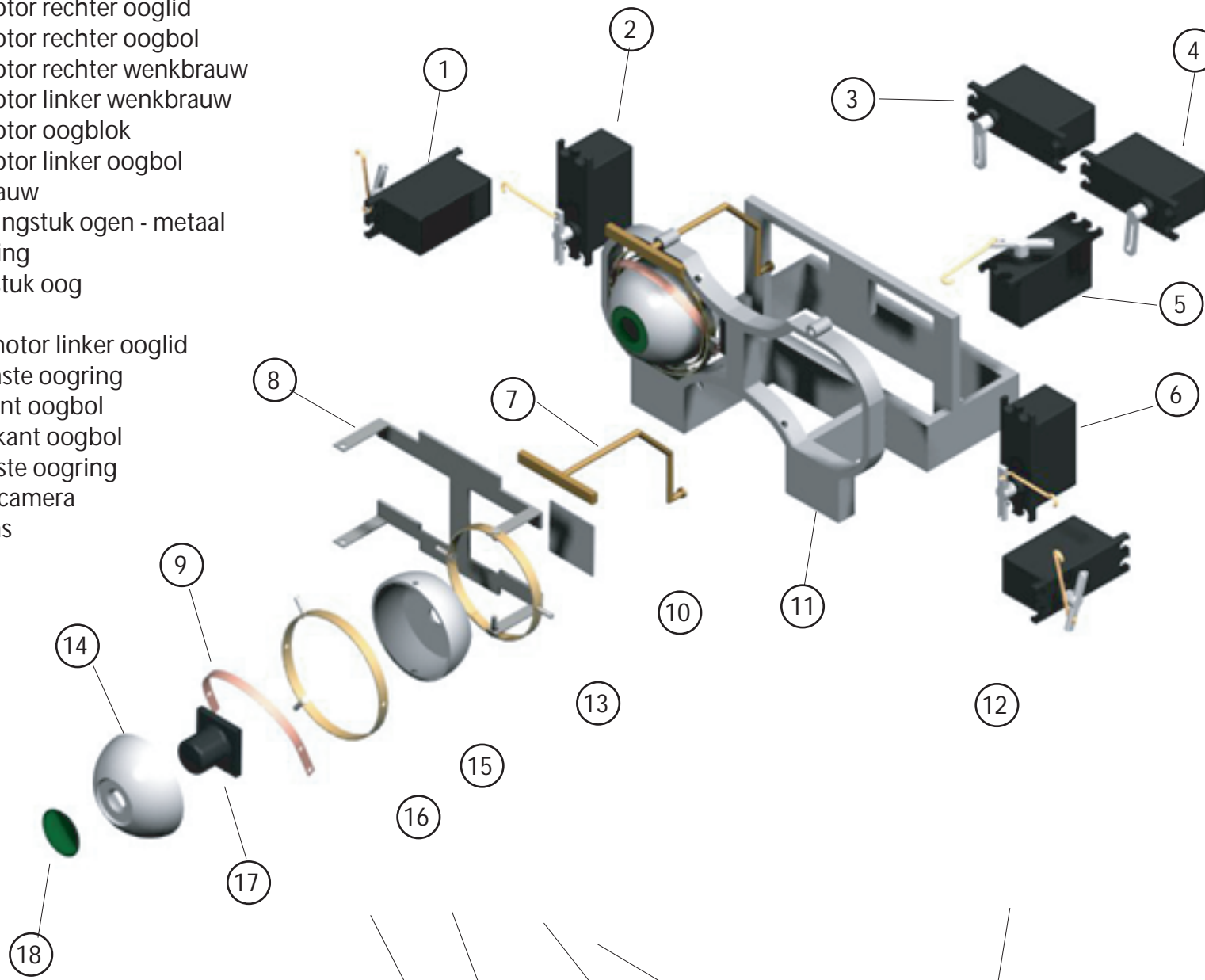
7.1 Exploded view geheel

- 1. beschermkap hoofd
- 2. oogstysteem
- 3. motorcontroller
- 4. as+hoofdplaat
- 5. deksel beschermkap hoofd
- 6. ashouder - teflonbus
- 7. servomotor
- 8. servomotor
- 9. nekonderdeel
- 10. beschermbuis kabels (PVC)
- 11. naaldlagers
- 12. beschermkap achterkant
- 13. arm en vingers (ijzerlegering met PVC coating)
- 14. slurfsysteem
- 15. luidspreker
- 16. beschermkap voorkant
- 17. beschermkap touchscreen
- 18. frame
- 19. touchscreen
- 20. batterypack
- 21. printplaat



7.2 Exploded view oogstelsel

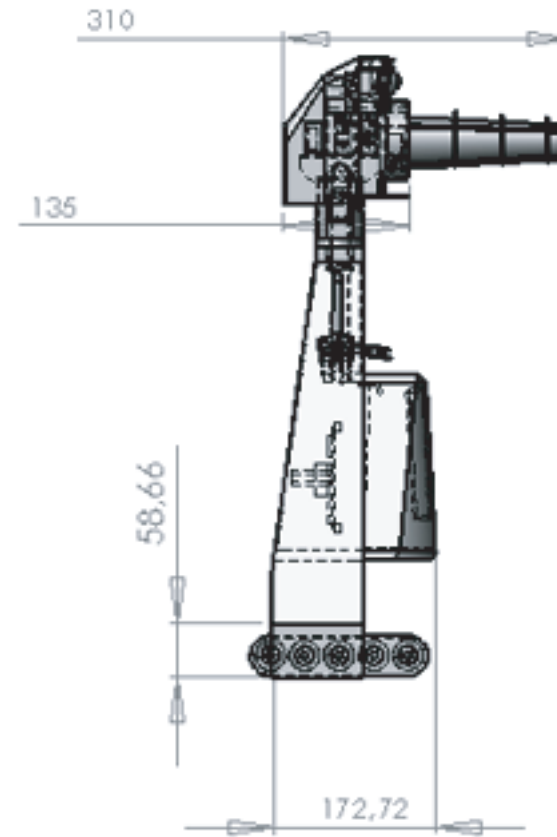
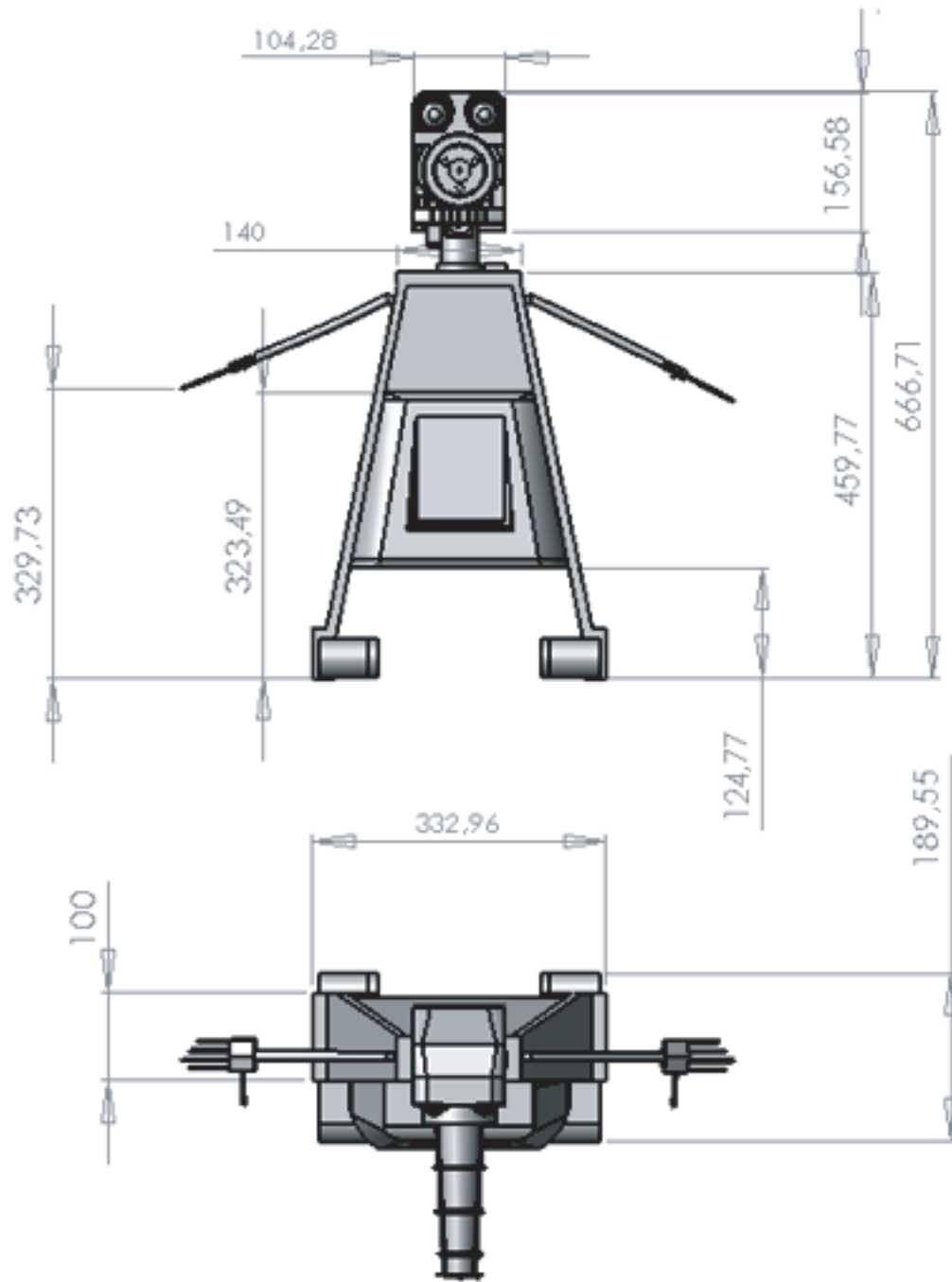
1. servomotor rechter ooglid
2. servomotor rechter oogbol
3. servomotor rechter wenkbrauw
4. servomotor linker wenkbrauw
5. servomotor oogblok
6. servomotor linker oogbol
7. wenkbrauw
8. verbindingstuk ogen - metaal
9. ooglidring
10. afsluitstuk oog
11. frame
12. servomotor linker ooglid
13. binnenste oogring
14. voorkant oogbol
15. achterkant oogbol
16. buitenste oogring
17. CMOS camera
18. ooglens



7.3 Doorsnede geheel



7.4 Bemating geheel



7.5 Bemating oogstelsel

