

Product- ergonomie

Ontwerpen voor nut, gebruik en beleving



deel 2b

Brecht Daams

Uitgeverij Undesigning

Product- ergonomie

Cognitieve ergonomie
en intelligente producten

deel 2b

Brecht Daams
m.m.v. Anita Cremers



Inleiding bij deel 2b

Productergonomie, ontwerpen voor nut, gebruik en beleving is een handboek voor ontwerpers en productontwikkelaars op universitair en HBO-niveau. Het reikt ontwerpers niet alleen methoden en technieken aan, maar ook een ergonomische attitude en veel (achtergrond) kennis. Daarmee kunnen zij ergonomische producten realiseren die nuttig, effectief, efficiënt, veilig en comfortabel zijn voor de gebruikers. De informatie is eveneens bruikbaar voor niet-ontwerpers, voor hen wordt het ontwerpproces waar nodig kort toegelicht.

De serie bestaat op dit moment uit de volgende delen:

Productergonomie deel 1 geeft een introductie tot het vakgebied en behandelt statistiek, ergonomie in het kader van het ontwerpproces en gebruiksonderzoek.

Deel 2a bestaat uit hoofdstuk 5. *Fysieke ergonomie* en hoofdstuk 6. *Sensorische ergonomie*.

Dit *deel 2b* bestaat uit hoofdstuk 7. *Cognitieve ergonomie en intelligente producten*.

Aangezien er grote samenhang is tussen de behandelde onderwerpen, moeten de delen beschouwd worden als één geheel. Daarom wordt in de tekst naar hoofdstukken en paragrafen van de andere delen verwezen.

Wie informatie zoekt voor een specifieke ontwerpsituatie kan kijken in de tabellen op de schutbladen, of uiteraard in de index. Een belangrijk deel van de informatie die nuttig is bij het ontwerpen wordt in de tekst geflankeerd door blauwe strepen (zoals hier). Soms is meer specifieke informatie nodig, daarvoor staat aan het eind van dit hoofdstuk een lijst met aanbevolen literatuur. Meer informatie is ook te vinden op de website van het boek: www.productergonomie.info.

Verschillende mensen hebben bijgedragen aan dit boek. Veel dank voor de constructieve bijdragen van Mark Neerincx (mentale belasting), Willem Haak, Stefan de Groot en René van Paassen (stuurtaken), Pieter Desmet (emoties), Rick Schifferstein (hechting aan producten), Bruno Ninaber van Eyben (ergonomisch ontwerpen), Paul Mijksenaar en Fenne Roefs (wegvinding) en ontwerpdocenten Freddy Moes, Guido Potters, Günay Ilbeyi-Güler, Martin Specken, Rik Wesselink en Yvette de Neef. Speciale dank aan Anita Cremers, die mede-auteur is van twee paragrafen, en Hans Dirken, die mij op de achtergrond terzijde heeft gestaan met advies en op wiens werk dit boek voortborduurt.

Dr. ir. Brecht J. Daams, Eur.Erg. FCIEHF
Laren, augustus 2023

Inhoud

Inleiding

7.	Cognitieve ergonomie en intelligente producten	605
7.1	Wat is cognitieve ergonomie?	606
7.1.1	Cognitie	606
7.1.2	Cognitieve ergonomie	608
7.1.3	Het belang van cognitieve ergonomie voor ontwerpers	610
7.1.4	Verschillende achtergrond, andere termen	615
7.2	De werking van het brein	619
7.2.1	Anatomie en functie van het zenuwstelsel	619
7.2.2	Ontwikkeling van de hersenen en hersenfuncties	622
7.2.3	Interactie tussen fysiek, sensorisch en cognitief	630
7.3	Cognitieve capaciteiten	643
7.3.1	Informatieverwerking	644
7.3.2	Het geheugen	645
7.3.3	Mentale belasting	651
7.3.4	Activatieniveau, prestatie en prikkel drempel	668
7.3.5	Kennis, ervaring en verwachtingen	671
7.3.6	Terugkoppeling en voorwaartskoppeling	688
7.3.7	(Leren) bedienen	693
7.3.8	Stuurtaken	703
7.3.9	Capaciteiten van mens versus machine	723
7.3.10	Ontwerpen voor cognitieve capaciteiten: twaalf geboden	725
7.4	Emoties, ervaring en beleving	727
7.4.1	Wat zijn emoties?	729
7.4.2	Modellen voor emotie versus ratio	732
7.4.3	Methoden om emotie te beoordelen	736
7.4.4	Positieve, negatieve en paradoxale emoties	739
7.4.5	Ervaring en beleving	741
7.4.6	Vertrouwen	743
7.4.7	Hechting aan producten	746
7.4.8	Ontwerpen voor emotie	752
7.4.9	Ontwerpen voor gedragsverandering	760
7.5	Productsociologie	775
7.5.1	Mensen onder elkaar	776
7.5.2	Sociale steun, eenzaamheid en gezondheid	778
7.5.3	Privacy	784
7.5.4	Ontwerpen voor sociale interactie	796
7.5.5	Samenvatting van § 7.5 Productsociologie	804

7.6	Signaalgevers en bedieningsmiddelen	804
7.6.1	Vorm van informatie	806
7.6.2	Keuze voor structuur, vorm en details	808
7.6.3	Traditionele, complexe en intelligente interactie	810
7.6.4	Motorisch activeren	814
7.6.5	Voelen	825
7.6.6	Horen	827
7.6.7	Zien	830
7.6.8	Lichaamsuitdrukkingen	838
7.6.9	Schrijftaal en formulieren	841
7.6.10	Spreeken en natuurlijke taal	849
7.6.11	Virtuele karakters en sociale robots	856
7.6.12	Communicatie van emoties	861
7.6.13	Implantaten en brein-machine-interfaces	865
7.6.14	Virtual en augmented reality	869
7.6.15	Teleoperatie en telepresentie	874
7.6.16	Conclusie van § 7.6 Signaalgevers en bedieningsmiddelen	875
7.7	Gepersonaliseerde en lerende systemen	877
7.7.1	Kunstmatige intelligentie	877
7.7.2	Personalisatie	881
7.7.3	Product-dienstcombinaties	884
7.7.4	Programmeerbare interfaces	885
7.7.5	Sensoren en <i>ambient intelligence</i>	887
7.7.6	Sociotechnische systemen	893
7.8	Het ontwerpen van een cognitief product	897
7.8.1	Het ontwerpen van een cognitief eenvoudig product	898
7.8.2	Keuze voor mechanisch of elektronisch product	901
7.8.3	Het ontwerpen van wegvindingsystemen	908
7.8.4	Het ontwerpen van een intelligent product	924
7.8.5	Het ontwerpen van een cognitief complex product	926
7.8.6	Herontwerp van soft- en hardware	927
7.8.7	<i>Cognitive engineering</i>	930
7.8.8	Analyse van interacties: spaghettigrafiek en frequentie/ernstgrafiek	937
7.8.9	Het ontwerpen van een cognitief complexe werkplek (voorbeeld)	942
	Aanbevolen literatuur	947
	Bijlage A De Asilomar principes voor kunstmatige intelligentie	949
	Literatuur en bronnen	951
	Over de auteur	962
	Bronvermelding figuren	963
	Index	965

Hoofdstuk 7

Cognitieve ergonomie en intelligente producten



It is obvious that things should be easy to use, but it is not always obvious how to make them easy to use. (Hoskin, 2012)

Samenvatting

Dit hoofdstuk gaat over cognitieve ergonomie, ofwel begrijpen, onthouden en beslissen bij interactie met producten.

In paragraaf 7.1 *Wat is cognitieve ergonomie?* wordt een introductie en algemeen overzicht gegeven. Het belang van cognitieve ergonomie voor productontwerpers wordt toegelicht, en verschillende invalshoeken op het vakgebied worden besproken.

Paragraaf 7.2 *De werking van het brein* behandelt anatomie, werking en functies van de hersenen, alsmede invloed van sensorische informatie (vooral visuele en auditieve invoer) op cognitief functioneren.

In paragraaf 7.3 *Cognitieve capaciteiten* worden cognitieve capaciteiten van de mens toegelicht, vooral in relatie tot productgebruik. Behandeld worden onder andere geheugen, mentale belasting, prestatie, verwachting, leren, routines, bedienen en sturen.

Emotie en beleving hangen sterk samen met cognitie, deze onderwerpen worden daarom ook in dit hoofdstuk behandeld, in paragraaf 7.4 *Emoties, ervaring en beleving*.

Productgebruik kan grote maatschappelijke gevolgen hebben, dit aspect wordt behandeld in paragraaf 7.5 *Productsociologie*. Ook privacy en co-experience worden in die paragraaf besproken.

In paragraaf 7.6 *Signaalgevers en bedieningsmiddelen* worden allerlei vormen van mens-product-systeeminteractie geïnventariseerd, ingedeeld naar verschillende manieren van communicatie. Er wordt zowel informatie over traditionele als over 'intelligente' interactie gegeven. Welke vormen van interactie zijn mogelijk, wat zijn de kenmerken en wanneer worden ze het best toegepast?

Intelligente producten komen aan bod in paragraaf 7.7 *Gepersonaliseerde en lerende systemen*. Deze paragraaf behandelt onder andere personalisatie, product-dienstcombinaties, persuasive technology en ambient intelligence.

Hoe kan ontworpen worden voor optimale cognitieve interactie met product-systemen? Dat wordt aan de orde gesteld in paragraaf 7.8. *Het ontwerpen van een cognitief product*. Deze paragraaf stelt ontwerpers methoden ter hand om een cognitief ergonomisch product, situatie of interface te ontwerpen.

7.1 Wat is cognitieve ergonomie?

Een ontwerper die een ergonomisch verantwoord product of systeem wil ontwerpen, moet er onder andere voor zorgen dat dit product of systeem zodanig aansluit bij de menselijke cognitie dat de interactie tussen mens en product optimaal zal verlopen. Het vakgebied cognitieve ergonomie biedt hiervoor handvatten.

Over deze paragraaf

In § 7.1.1 wordt eerst het begrip 'cognitie' omschreven, waarna in § 7.1.2 wordt uitgelegd wat cognitieve ergonomie inhoudt en § 7.1.3 ingaat op het belang er van voor ontwerpers van vooral gebruiksgoederen en –systemen. Als laatste gaan we in § 7.1.4 in op de verschillende termen die voor vergelijkbare begrippen worden gebruikt.

7.1.1 Cognitie

Cognitie is het proces waarbij sensorische signalen en signalen uit de hersenen zelf (bijvoorbeeld het geheugen) in de hersenen verwerkt worden, bijvoorbeeld gecategoriseerd, omgevormd, gereduceerd, uitgewerkt, opgeslagen, teruggevonden en gebruikt. Deze mentale processen stellen levende wezens in staat diverse activiteiten uit te voeren, waaronder waarnemen, leren, herinneren, denken, interpreteren, redeneren, concluderen, keuzes maken, probleemoplossen, voorkeuren hebben, geloven, rekenen en het begrijpen en produceren van taal. Cognitieve processen kunnen bewuster of onbewuster verlopen.

Het begrip 'cognitie' komt uit het Latijn, *cognoscere* betekent 'weten' of 'kennen'. Het begrip wordt in verschillende vakgebieden gebruikt, bijvoorbeeld in de psychologie, filosofie, taalkunde en kunstmatige intelligentie. De betekenis kan per vakgebied nogal verschillen, men kan er bijvoorbeeld ook eenvoudigweg 'kennis' mee bedoelen. De in de vorige alinea gehanteerde definitie is een vrij algemene omschrijving van het begrip. In de cognitieve psychologie en de cognitieve ergonomie wordt er van uitgegaan dat cognitie de verwerking is van informatie in het brein van een gebruiker of bediener (Blomberg, 2011).

Het begrip 'intelligentie' is nauw verbonden met cognitie. Intelligentie beschrijft hoe goed en op welk niveau bepaalde mentale functies uitgeoefend kunnen worden. Hoe beter iemand in staat is dit te doen, hoe intelligenter hij of zij beoordeeld wordt. Bepaalde aspecten van intelligentie (bijvoorbeeld taalleren of ruimtelijk inzicht) kunnen bij de ene persoon meer ontwikkeld zijn dan bij de andere en ook door ervaringen en gebeurtenissen veranderen.

Beleving en emotie

Cognitie werd van oudsher als 'rationeel, logisch' beschouwd en als zodanig vaak tegenover emotie gesteld.

Emoties "geven uitdrukking aan wat de wereld betekent voor een individu, als een bepaalde persoon bij een bepaalde ontmoeting met de wereld, en ze vormen zijn of haar individuele reactie op die ontmoeting." (Frijda, 2008, p.11).

Emotie en beleving worden tegenwoordig ook gezien als belangrijke elementen bij de interactie tussen mens en product. De laatste jaren wordt steeds meer bekend over de relatie tussen cognitie en emotie in de hersenen. In tegenstelling tot wat men vroeger soms dacht, zijn ze onderling met elkaar verweven. Zonder emotie geen cognitie, en omgekeerd.

Voor een optimaal ergonomisch ontwerp zouden zowel cognitie als emotie en beleving in samenhang meegenomen moeten worden in het ontwerpproces. Daarom is het zinvol emotie en beleving te zien als onderdeel van de cognitieve ergonomie. De brede definitie van cognitie ('de verwerking van informatie in het brein') ondersteunt deze indeling, emoties vormen immers ook in belangrijke mate informatie in het brein. Paragraaf 7.4 *Emotie, ervaring en beleving* gaat verder in op dit onderwerp.

Relatie met lichaam en omgeving

Net zoals bij fysieke en sensorische aspecten is er ook bij cognitieve aspecten sprake van een systeem met invoer, doorvoer en uitvoer van informatie. Een mens kan net zo min zonder informatie als zonder zuurstof, eten en drinken, zie in hoofdstuk 6 figuur 6.2 en § 6.1.1 *Informatie als levensvoorwaarde*.

Cognitie, intelligentie, beleving en emotie zijn mentale begrippen en bestaan voornamelijk uit processen in het menselijk brein. Dit betekent echter niet dat ze los staan van de rest van het lichaam en de omgeving. De theorie van de belichaamde en gesitueerde cognitie (ofwel *embodied embedded cognition*) stelt dat intelligent gedrag voortkomt uit de interactie tussen het brein (cognitie), de rest van het lichaam, waaronder ook hormonen en andere vegetatieve processen (belichaamd) en 'de wereld erbuiten' (gesitueerd), waarbij alledrie deze systemen van belang zijn voor de mate van intelligent gedrag in een bepaalde situatie (Haselager et al., 2008).

Tussen brein, lichaam en omgeving vindt tegelijkertijd interactie plaats. Omgeving heeft invloed op hersenactiviteit en mede daardoor kunnen fysieke activiteiten in gang gezet worden. Lichamelijke veranderingen en activiteiten kunnen zowel de hersenen als de omgeving beïnvloeden. Mentale activiteit kan leiden tot de beslissing om actie te ondernemen, waardoor de omgeving beïnvloed kan worden. Het brein en zijn werking kunnen dus niet los gezien worden van de rest van het lichaam en de wereld/omgeving.

Omdat omgeving en lichaam het cognitief functioneren van de mens beïnvloeden, zullen deze aspecten moeten worden meegenomen bij cognitieve ergonomie.

De wereld om je heen helpt ook bij het ordenen van informatie in de hersenen. Door dingen te ordenen is het makkelijker om bijvoorbeeld een berekening uit te voeren, of om iets beter te onthouden. Als je bijvoorbeeld een rijtje willekeurige woorden uit je hoofd moet leren, helpt het om elk woord te koppelen aan dingen die je tegenkomt als je een denkbeeldige rondgang door een bekende ruimte maakt, zoals je eigen huis (Foer, 2011). Dit is een bekende middeleeuwse memorisatie-methode.

7.1.2 Cognitieve ergonomie

Om te kunnen interacteren met een product, moet de gebruiker een aantal vaardigheden inzetten: de sensorische vaardigheden van het waarnemen van het product en de relevante omgeving, de cognitieve vaardigheden van het herkennen, beoordelen, analyseren (mede op basis van eerdere ervaringen) en onthouden van wat je waarneemt, het beslissen tot een handeling mede op basis daarvan en tenslotte de fysieke vaardigheid van het daadwerkelijk gebruiken, bedienen of hanteren van het product. Zie § 1.5 *Het mens-product-interactiemodel*, waar ook het cyclische karakter van dit interactieproces wordt geïllustreerd.

De fysieke aspecten van interactie kwamen aan de orde in hoofdstuk 5. *Fysieke ergonomie* en de sensorische aspecten zijn behandeld in hoofdstuk 6. *Sensorische ergonomie*. In dit hoofdstuk zijn de cognitieve aspecten van mens-productinteractie aan de orde.

Er is enige overlap, vooral tussen sensorische en cognitieve aspecten. Alle waargenomen informatie (sensorisch) wordt immers geïnterpreteerd door de hersenen (cognitief). Uit praktische overwegingen wordt de informatie in dit boek niet op twee plaatsen behandeld, maar ingedeeld waar deze het beste past. Sensorische waarnemingen bijvoorbeeld kunnen effect hebben op emoties, maar omdat emoties vooral een cognitief proces zijn, worden deze in dit hoofdstuk over cognitieve ergonomie behandeld.

Cognitieve ergonomie wordt door de *International Ergonomics Association* als volgt gedefinieerd:

‘Cognitieve ergonomie houdt zich bezig met mentale processen, zoals perceptie, geheugen, redeneren, en motorische respons, omdat deze processen de interacties tussen de mens en andere elementen van een systeem beïnvloeden. Relevante onderwerpen zijn mentale belasting, besluitvorming, geschoolde prestaties, mens-computerinteractie, menselijke betrouwbaarheid, stress op het werk en opleiding/training, aangezien deze betrekking kunnen hebben op mens-systeemontwerp.’ (IEA, 2023)

Merk op dat emoties volgens deze definitie niet expliciet onder cognitieve ergonomie vallen. In het Engels wordt cognitieve ergonomie zowel *cognitive ergonomics* als *cognitive engineering* genoemd.

Dat volgens de definitie van de IEA ook perceptie en motorische respons onder cognitieve ergonomie vallen, is verwarrend. Perceptie is immers het terrein van de sensorische ergonomie en motorische activiteit is een onderdeel van fysieke ergonomie, zie § 1.1.3 *Drie soorten ergonomie*. De sensorische, fysieke en cognitieve aspecten overlappen echter en zijn moeilijk helemaal los van elkaar te zien. Zowel bij perceptie als bij motorische respons is er ook sprake van een significante bijdrage van de hersenen, waardoor er een duidelijke cognitieve component is. Op die manier kunnen we alle ergonomie wel onder cognitieve ergonomie scharen, maar dat is niet praktisch. Vandaar dat we de volgende definitie voorstellen:

Cognitieve ergonomie houdt zich bezig met alle functies die zich in de menselijke hersenen afspelen, zoals begrijpen, onthouden, ervaren, analyseren, evalueren en beslissen, om met de kennis hierover producten of systemen zodanig aan te passen of te ontwerpen dat de beoogde gebruikers ze effectief, efficiënt, veilig en comfortabel kunnen gebruiken.

De cognitieve ergonomische inzet kan per product (onderdeel) uiteenlopen van erg eenvoudig tot uiterst complex. In principe vergen alle producten op zijn minst enige cognitieve interactie met de gebruiker. Bij eenvoudige, goed ontworpen of zeer vertrouwde producten met een enkelvoudige functie volgen bij de gebruiker het waarnemen, beoordelen, beslissen en handelen elkaar snel op en is er weinig cognitieve inspanning nodig om het product te gebruiken. Dit wil niet zeggen dat die gebruiker zijn hoofd er niet meer bij hoeft te houden. Om een lichtschaakelaar te bedienen moet je hem kunnen zien en herkennen als lichtschaakelaar of weten waar hij zich bevindt, herkennen of weten op welke wijze hij geactiveerd moet worden, beslissen om de schakelaar om te zetten en beoordelen of de bedieningshandeling effect heeft gehad. Bij een dagelijks gebruikte lichtschaakelaar vormen deze activiteiten een cognitieve routine, waardoor de gebruiker ze automatisch uitvoert. Hierbij zijn veel cognitieve aspecten betrokken, maar omdat de gebruiker de activiteiten min of meer onbewust uitvoert, ervaart hij het bedienen van een lichtknop niet als een cognitieve taak. Zie voor meer voorbeelden figuur 7.1 en voor meer informatie § 7.3.7 (*Leren bedienen*).



Figuur 7.1

Aan eenvoudige interacties zoals het bedienen van een lift, het gebruiken van een afdruiptrek en het werken met een meetlat, komen al heel wat cognitieve processen te pas, zoals herkennen, weten, beslissen, effect beoordelen.

Een klassiek koffiezetapparaat is cognitief gezien al veel complexer. Om dat product aan te zetten, hoef je weliswaar alleen maar een knop in te drukken, maar je moet niet vergeten eerst een koffiefilter en de juiste hoeveelheid water en koffie in het apparaat te doen, of nagaan of dat al in orde is. De koffie mag er pas in als het filter goed op zijn plaats zit. Vergeet ook niet zonnodig de stekker in het stopcontact te steken! Wie het apparaat niet kent, moet de aan-knop identificeren en uitvinden welke bedieningshandeling bij die schakelaar hoort. Een tuimelschakelaar, tiptoets, schuif- of drukknop? Aan elke handeling gaat de beslissing om deze uit te voeren vooraf, na elke activiteit volgt beoordeling van het effect. Meestal bestaan die effecten bij koffiezetten onder andere uit een brandend lampje (de doorgewinterde koffiezetter concludeert hieruit dat het apparaat aan staat), hoorbare pruttelgeluiden en de geur van verse koffie die zich even later door de ruimte verspreidt.

Naarmate apparaten complexer worden en steeds meer functies in zich verenigen, zijn de functies en de bediening ervan op het eerste gezicht steeds minder duidelijk. Denk aan de auto, de (mobiele) telefoon en het fototoestel. Hoe meer functies er zijn, des te belangrijker het is om de interactie tussen mens en machine op gestructureerde wijze te ontwerpen. Dit geldt natuurlijk sterker voor ingewikkelde, voor velen essentiële systemen zoals een controlekamer in een fabriek en de cockpit van een groot vliegtuig. Maar bij een betrekkelijk eenvoudig product als een koffiezetapparaat kan een goed gestructureerd interactieontwerp ook al tot een beter bruikbaar product leiden.

Technisch complexere apparaten doen meestal een groter beroep op de cognitieve vaardigheden van de gebruiker, wat kan leiden tot een grotere mentale belasting. Een te grote mentale belasting als piek of na lange duur leidt tot niet-optimale interactie met het product. Denk bijvoorbeeld aan de bediening van audiovisuele apparatuur. Hiervan is bekend dat gebruikers vaak maar een fractie van de mogelijkheden kennen en dat ze vaak al problemen hebben met de bediening van bekende functies. Blijkbaar maken deze apparaten dus niet voldoende duidelijk welke de beschikbare functies zijn, wat deze betekenen en hoe ze bediend moeten worden. Of er zitten veel functies op die de gebruiker niet wil benutten, maar die door hun aanwezigheid wel verwarren of het zicht op de noodzakelijke functies verhinderen en daardoor een soepele interactie belemmeren.

Een handig te bedienen product ontstaat niet uit zichzelf, zeker niet als het een product is met veel functies. Als de producent van zo'n product wil dat alle functies adequaat gebruikt kunnen worden, dan moet er voldoende gerichte aandacht besteed worden aan het ontwerpen van de interactie tussen gebruikers en apparatuur. Het vakgebied van de cognitieve ergonomie beoogt dat de interacties met producten en systemen zó wordt ontworpen, dat de mentale belasting van de gebruiker optimaal is. Inzichten uit de cognitiewetenschappen en de cognitieve ergonomie vormen hiermee de basis voor het ontwikkelen van een gebruiksvriendelijke interface.

Een product dat een goede interactie met de gebruiker aangaat, moet niet alleen handig zijn maar de gebruiker ook een goed gevoel geven. Niet alleen om de gebruiker terwille te zijn of uit oogpunt van verkooptechniek, maar wat ergonomie betreft vooral omdat emotie en beleving onderdeel uitmaken van de interactie met het product, deze interactie ook beïnvloeden en daarmee effect hebben op de effectiviteit, efficiëntie, de veiligheid en het comfort van het productgebruik.

7.1.3 Het belang van cognitieve ergonomie voor ontwerpers

Een ontwerper moet in zijn ontwerp rekening houden met alle potentiële gebruikers, dus ook met het hele spectrum aan cognitieve capaciteiten van deze groep. Welke taken kunnen zij mentaal aan? Hoe snel is hun reactie in een bepaalde situatie? Welke productkenmerken ondersteunen de gebruiksvriendelijkheid voor al die verschillende gebruikers?

Kennis over cognitieve ergonomie en over capaciteiten van gebruikers op dit gebied is onontbeerlijk bij het ontwerpen. Daar zijn verschillende redenen voor: de variatie in

capaciteiten van gebruikers is groot; cognitieve capaciteiten zijn niet eenvoudig waar te nemen en te meten; binnen één product kan er grote variatie in complexiteit zijn; de professionele betrokkenen kunnen onbekend zijn met het onderwerp; er is een trend naar toenemende cognitieve complexiteit; en mens en product evolueren samen, met alle gevolgen van dien. Dit wordt hieronder toegelicht.

Grote variatie in capaciteiten van gebruikers

De cognitieve vaardigheden en kenmerken van mensen variëren meer dan de fysieke en sensorische, zowel inter- als intra-individueel (zie § 5.1.4). Zij variëren in aanleg, ervaring, gemoedstoestand, intentie etcetera. Zie § 7.3 *Cognitieve capaciteiten*. Er is dus grote cognitieve spreiding, zowel tussen mensen onderling als bij één individu in verschillende situaties.

Capaciteiten niet makkelijk waar te nemen

Het is mensen in alledaagse situaties niet aan te zien hoe hun cognitieve capaciteiten ontwikkeld zijn. Cognitieve informatie is niet tastbaar of direct zichtbaar. Ook dat maakt het moeilijk om zonder enige relevante kennis een cognitief goed product te ontwerpen (je zou dat 'naïef ontwerpen' kunnen noemen). Alleen psychometrisch meten kan houvast bieden. Vergelijk dit met de fysieke ergonomie: aan langbenige mensen kan je gewoon zien dat ze veel beenruimte nodig hebben in het vliegtuig. Maar hoe de bediening van het scherm in de stoel ervóór geoptimaliseerd kan worden, is niet op voorhand duidelijk. Daarom is kennis van cognitieve ergonomie noodzakelijk om tot een cognitief goed ontwerp te kunnen komen.

Grote variatie in complexiteit binnen één product

Omdat de capaciteiten van de gebruikers erg uiteen kunnen lopen, zullen sommige producten geschikt moeten zijn voor zowel beginnende gebruikers en eenvoudige toepassingen, als voor ervaren, slimme of professionele gebruikers en geavanceerde toepassingen. Een product combineert dan zowel eenvoudig als gespecialiseerd gebruik. Dit geldt vooral voor cognitief complexe producten. Het product moet voor beide doelen goed bruikbaar zijn, zonder dat de ene groep gebruikers zich aan de elementen van de interface voor de andere groep stoort. Dat maakt het ontwerpen van een dergelijk product extra uitdagend en riskant. De ontwerper moet grondige kennis hebben omtrent de verscheidenheid van de verwachte gebruikers wat betreft hun cognitieve capaciteiten, om één product met verschillende niveaus van interface voor een zeer diverse groep gebruikers te kunnen ontwerpen.

Onbekendheid van betrokkenen met het onderwerp

De bediening of het gebruik van een product ontstaat nooit 'vanzelf', maar wordt ontworpen. Goed of slecht. Het resultaat van een ontwerpproces wordt beïnvloed door diverse mensen in de organisatie, bijvoorbeeld door opdrachtgevers, producenten, marketingmanagers, mede-ontwerpers en vaak ook door gebruikers. Bij de genoemde professionals hoort ergonomie gewoonlijk niet tot hun vakgebied. Zij hebben over het algemeen dan ook weinig tot geen kennis van cognitieve ergonomie. Een goede ontwerper weet voldoende van cognitieve ergonomie om niet alleen een gebruiksvriendelijk ontwerp te maken en bij ingewikkelde interfaces tijdig een ergonomoom in te schakelen voor advies, maar ook om de andere betrokkenen met goede argumenten te overtuigen van de noodzaak om in cognitieve ergonomie te investeren.

Trend naar toenemende cognitieve complexiteit

Lang geleden waren producten vooral fysiek in bediening en gebruik, waarbij de basisinteractie cognitief eenvoudig was ('hamer hier vasthouden, spijker op de kop slaan'). Als je weet hoe je met een hamer een spijker ergens in kan slaan, kan je echter nog geen mooi meubelstuk maken. Bij dergelijke producten speelde cognitieve dus wel degelijk een grote rol, maar deze was vooral gerelateerd aan de hantering van fysieke producten en resulteerde in behendig hanteren.

In de loop van de geschiedenis veranderden producten zodanig dat de interactie ermee minder fysiek complex en op een andere manier cognitief complexer werd, met minder relatie tussen de fysieke en cognitieve aspecten: van behendig hanteren (fysiek en cognitief gerelateerd) naar een simpele druk op een knop die heel veel verschillende gevolgen kan hebben (fysiek en cognitief ongerelateerd). Zie § 1.4.1 *Voorgeschiedenis* en figuur 7.2. Grotere cognitieve complexiteit van producten geeft meer mogelijkheden voor allerlei soorten interactie, ook voor eenvoudige en foute interacties.

Dit proces is nog steeds gaande en raakte in een stroomversnelling sinds de opkomst van informatietechnologie (IT), ook wel informatie- en communicatietechnologie (ICT) genoemd, enkele decennia geleden. Informatietechnologie is een vakgebied dat zich bezighoudt met informatiesystemen, telecommunicatie en computers. Tegenwoordig komt daar artificiële intelligentie (AI) bij, waarbij computers zich al 'lerend' aanpassen aan de situatie.

Producten met micro-elektronica en ICT erin creëren verschillende cognitieve problemen: ze worden steeds kleiner dus het bedieningsoppervlak wordt ook steeds kleiner en tegelijkertijd kunnen ze steeds meer functies herbergen. Er is niet altijd een relatie tussen het uiterlijk van het product en de functies die het kan uitoefenen, waardoor het product minder visuele aanknopingspunten biedt hoe het bediend moet worden. Dit alles maakt de bediening steeds lastiger (Van Kuijk, 2010).

Zet de trend door, dan zullen toekomstige producten ontworpen worden voor een cognitief nog ingewikkelder bediening waarbij nog meer geestelijke inspanning van de gebruikers gevergd wordt om het gebruik te leren en er aan te wennen (waarbij steeds meer gebruikers zullen afhaken). Anderzijds is er ook een trend naar meer 'intuïtieve' interfaces die, soms mede door middel van artificiële intelligentie, inspelen op de wensen en noden van de gebruiker zonder dat deze daarvoor moeite hoeft te doen.

Het ontstaan van een cognitief complexe of intuïtieve interface is geen automatisch proces, maar een kwestie van bewuste keuze bij het ontwerpen. Hoe ver kan een ontwerper hierin gaan? Simpel is soms beter, er is immers een limiet aan de cognitieve capaciteiten van gebruikers en de bereidheid zich in te zetten.

De ontwerper moet voldoende kennis hebben over dit onderwerp, om een bewuste keuze te kunnen maken voor een cognitieve complexiteit van mens-productinteractie die aansluit bij de behoeften en capaciteiten van de gebruikers.

FOKKE & SUKKE ZIJN ZO ONHANDIG MET DIE DINGEN



Figuur 7.2

Het gevolg van de trend naar toenemende cognitieve complexiteit van mens-productinteractie: als de bediening slecht ontworpen is, denken de gebruikers dat ze onhandig zijn.

Evolutie van mens en product

Ontwerpers beïnvloeden niet alleen de ontwikkeling van producten, maar in zekere zin ook de evolutie van de mensheid, zie § 1.2 *Evolutie van mens, product en productgebruik*. De cognitieve aspecten dragen hier minstens evenveel aan bij als de fysieke en sensorische aspecten en tegenwoordig waarschijnlijk zelfs meer, omdat de cognitieve bijdrage steeds groter en essentiëler wordt sinds de opkomst van de informatietechnologie.

Darwinistische kijk op productgebruik

Door die 'co-evolutie' van mens en product wordt cognitieve ergonomie steeds belangrijker voor mensen om te kunnen standhouden in de moderne maatschappij. Wie niet goed functioneert, ervaart minder welzijn of heeft zelfs minder goede overlevingskansen. Dat geldt ook voor cognitief functioneren. Bijvoorbeeld van gebruikers die eenvoudige fysieke producten bedienen waar cognitieve aspecten van levensbelang zijn, zie kader en figuur 7.3.

Het gaat om 'survival of the fittest', waarmee niet het fitste, maar het best aan de omgeving aangepaste individu wordt bedoeld. De moderne omgeving bestaat voor een belangrijk deel uit cognitieve producten. De ontwerper is verantwoordelijk voor de ergonomische uitvoering hiervan en is daarmee medeverantwoordelijk voor de individuele overlevingskansen van de gebruikers.

Patiënten, opletten!

Een man heeft astma en gebruikt daarvoor onder andere medicatie die als poeder in een capsule zit en geïnhaleerd moet worden met een hulpmiddel. Je stopt de capsule er in en knijpt twee knopjes in om er gaatjes in te prikken, zie figuur 7.3a. Daarna ademt hij het medicijn in via het mondstuk.

Vier maanden geleden werd hem een nieuw hulpmiddel gegeven met dezelfde functie, dat volgens hetzelfde principe werkt, zie figuur 7.3b. Vandaag kwam de man er achter dat het nieuwe apparaat de capsule niet doorprikte. Hij dacht dat dat gebeurt bij het dichtklappen van het mondstuk, maar dat is niet zo. Hij krijgt dus al vier maanden geen medicatie binnen en vroeg zich al af waarom hij de laatste tijd zoveel meer last van astma heeft.

Hoe komt het dat een hulpmiddel met dezelfde functie en hetzelfde werkingsprincipe toch tot verkeerde interactie leidt? Op het eerste gezicht lijkt de bediening gelijk: er gaat een capsule in, er moet een knop ingedrukt worden en er zit een mondstuk op waardoor het medicijn geïnhaleerd wordt. Simpel. Maar er zijn ook heel wat verschillen.

Het belangrijkste verschil is dat het oude product twee knoppen heeft en het nieuwe slechts één. De twee knoppen op het oude product hebben samen slechts één functie: de capsule doorprikken. Die ene knop op het nieuwe product heeft twee functies: kap openen en capsule doorprikken.

Bij het nieuwe product moet bij het indrukken van de knop tegendruk worden gegeven aan de andere kant. Op die plaats is het product echter rond en glad, wat weinig grip geeft, en de geopende kap zit in de weg. Het nieuwe apparaat nodigt dus niet uit om de knop na het openen van de kap nogmaals in te drukken. Zo kan het een gebruiker makkelijk ontgaan dat de knop na het openen van de kap ook nog een andere functie heeft.

Hoeveel andere patiënten zou dit overkomen? Met welke gevolgen?

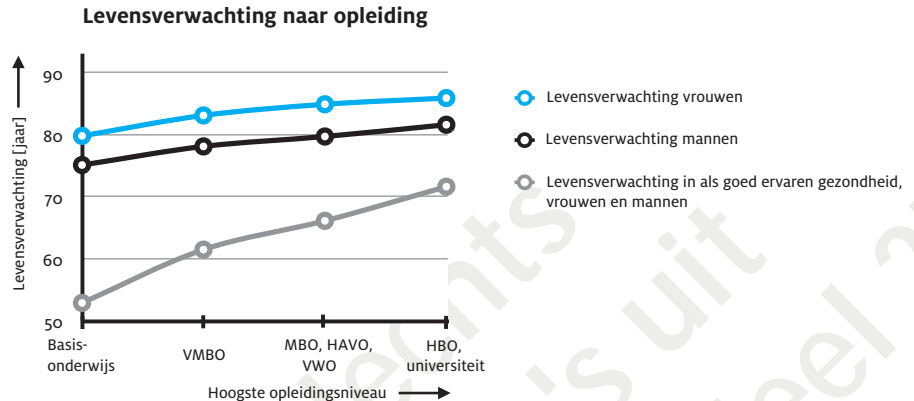


Figuur 7.3 Links het oude product, rechts het nieuwe product om een capsule met astmamedicatie te inhaleren.

Een inhalator is een relatief eenvoudig product. Hoeveel verkeerde interacties zouden er plaatsvinden bij apparaten met meer ingewikkelde bediening?

Uit de gegevens van het CBS (2023) blijkt dat er een statistische relatie is tussen opleidingsniveau en levensverwachting, zie figuur 7.4. Hiervoor zullen verschillende

oorzaken zijn. Met bovenstaand voorbeeld in gedachten lijkt het aannemelijk dat de cognitieve aspecten van producten daarbij een rol spelen, vooral als het om medische producten gaat.



Figuur 7.4 Statistische relatie tussen opleidingsniveau en levensverwachting bij de geboorte in de periode 2011-2014 (CBS, 2023).

Het aanpassingsvermogen van producten

“Onze producten en diensten zullen [in de toekomst] beter op ons afstemmen en wij op hen,” zegt Saffer (2010, p. 194) [*Our products and services will better adapt to us and we to them*].

Deze uitspraak valt te betwisten. Het lijkt ergonomisch gezien niet verstandig om in te zetten op het aanpassen van de mens aan zijn producten, want zo snel gaat de evolutie niet. Dat de mens zich ten koste van ongemak moest aanpassen aan massaproducten was een belangrijke aanleiding voor het ontstaan en de ontwikkeling van het ergonomische vakgebied, waardoor massaproducten beter op de mens afgestemd konden worden.

Producten en diensten passen zich echter nooit vanzelf aan de mens aan, maar moeten bewust aangepast worden door de ontwerpers daarvan. Ook als het gaat om kunstmatige intelligentie en intelligente producten: de manier waarop en mate waarin een product zich kan aanpassen worden immers bij het ontwerp van hard- en software bepaald. Daarmee is de kwaliteit van de mens-productinteractie ook bij kunstmatige intelligentie en intelligente producten in belangrijke mate de professionele verantwoordelijkheid van de ontwerpers.

7.1.4 Verschillende achtergrond, andere termen

Ontwerpers kunnen een verschillende achtergrond, opleiding en ervaring hebben. Zo zijn er onder andere kunstenaars/vormgevers, grafisch ontwerpers, user interface ontwerpers, ontwerpers van websites, industrieel ontwerpers, technische productontwikkelaars, werktuigbouwkundigen, marktonderzoekers etc.



Figuur 7.26 Omgevingsfactoren leiden de aandacht af. Dit kan ten koste gaan van de taakuitvoering.

Het cognitieve belastingmodel: drie factoren

Onderzoek naar menselijke fouten bij het gebruik van complexe producten en systemen geeft aan dat de interactie tussen mens en product aan een aantal voorwaarden moet voldoen om een goede bedienbaarheid (en daarmee ook efficiëntie en veiligheid) te realiseren. Neerincx (2003) en Harbers en Neerincx (2017) vatten deze voorwaarden in een model, het **cognitieve belastingmodel** (*cognitive task load model*).

In dit model wordt cognitieve belasting uitgesplitst in drie belangrijke factoren die de mentale taakbelasting als gevolg van informatie-overbelasting bepalen, namelijk

- De tijd waarin de taak moet worden uitgevoerd (tijdsdruk).
- De complexiteit van de taak (niveau van informatieverwerking).
- Het aantal wisselingen van taken (taaksetwisselingen).

Deze drie factoren worden hier onder toelicht, zie ook figuur 7.28. Ze bieden concrete aanknopingspunten voor het ontwerpen van ondersteuning door gebruikersinterfaces, bijvoorbeeld:

- Als er onvoldoende werkgeheugen beschikbaar is om een taak binnen de gewenste tijd uit te voeren, kan bijvoorbeeld de tijdsdruk verminderd worden.
- Als gebruikers van nieuwe of complexe systemen onvoldoende kennis hebben om hun taak succesvol te vervullen, kan bijvoorbeeld de complexiteit van die taak worden aangepast.
- Als in een situatie met veel taakwisselingen de taakbelasting van de primaire taak te hoog is, kan bijvoorbeeld het aantal taakwisselingen worden verminderd.

Reclame trekt onveilige aandacht

Reclameborden trekken de aandacht van bestuurders, is bewezen. Omdat ze afleiden, zou je bij een weg met meer reclameborden dus meer ongevallen verwachten. In Athene onderzochten Yannis et al. (2013) de invloed van statische (niet-bewegende)

Toepassing van het model

Het cognitieve belastingmodel vormt de basis voor het ontwikkelen van richtlijnen om de taakbelasting optimaal af te stemmen op de gebruikers. Hierbij is het belangrijk dat zowel onder- als overbelasting van de drie factoren tijdsdruk, complexiteit (niveau van informatieverwerking: observeren, beoordelen, beslissen, handelen) en taakwisselingen vermeden worden, zie figuur 7.28.

Optimaal is het groene gebied in figuur 7.28, waar alle factoren ongeveer gemiddeld belastend zijn. Dit middelste gebied in de kubus is optimaal, elke situatie erbuiten moet vermeden worden.

Het rode gebied geeft aan dat alle factoren overbelastend zijn, dit is direct riskant en op korte termijn kunnen negatieve consequenties optreden. Dit dient absoluut vermeden te worden.

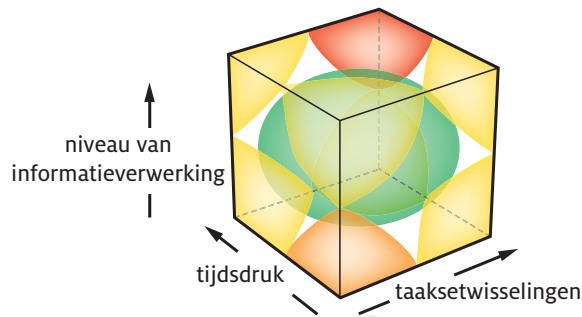
In het oranje gebied is er sprake van onderbelasting op alle fronten. Dit gebied is ook riskant, maar op de iets langere termijn en er is meer tijd voor herstelacties.

De zes gele gebieden in de overige hoekpunten zijn ook onwenselijk, maar iets minder urgent. Hier zijn telkens één of twee factoren onder- of overbelastend.

Kortom, het middelste (groene) gebied is optimaal wat cognitieve belasting betreft, elke situatie erbuiten moet vermeden worden. Daarbij zijn sommige situaties risicovoller dan andere.

Een voorbeeld van een lage taakcomplexiteit, gecombineerd met een hoog percentage bezette tijd en nauwelijks taaksetwisselingen (die dus in het oranje gebied ligt), is een **vigilantietaak**, een mooi woord voor een bewakingstaak. Bewaken houdt meestal in: opletten of er iets verandert, bijvoorbeeld door beeldschermen met camerabeelden in de gaten te houden. Bij vigilantietaken functioneren mensen vaak slecht en gaan ze 'onbegrijpelijke' fouten maken. De reden is dat ze in zo'n situatie lange tijd onderbelast zijn (er gebeurt niets, ze hoeven niet te reageren), waardoor ze niet meer voldoende alert zijn en ze vervolgens niet adequaat kunnen reageren als er uiteindelijk wél een incident optreedt en er acuut alert en doordacht handelen wordt gevraagd. Zie § 6.1.1 *Informatie als levensvoorwaarde* en § 7.3.4 *Activatieniveau, prestatie en prikkelrempel*.

De drie factoren tijdsdruk, complexiteit en taaksetwisselingen zijn vooral belangrijk in professionele situaties waarbij het essentieel is dat taken correct en op tijd uitgevoerd worden. Het gaat dan bijvoorbeeld om piloten of operators in kerncentrales, beroepen waarbij fouten tot zeer ernstige gevolgen kunnen leiden. Bij consumentenproducten of -systemen heeft het maken van fouten in de bediening weliswaar meestal geen desastreuze gevolgen, maar ze kunnen zeker ook leiden tot onveilige situaties, of op zijn minst frustraties en groot ongemak.



Figuur 7.28 Kubus van niveau van informatieverwerking (complexiteit), tijdsdruk en taaksetwisselingen. Het middelste, groene gebied is optimaal, elke situatie erbuiten moet vermeden worden, zie tekst (naar Neerinx, 2003 en 2019).

Inspanningsniveau

Uit het voorgaande blijkt dat inspanning ten behoeve van productgebruik of –interactie in de regel acceptabel moet zijn voor gebruikers, niet te groot maar ook niet te klein. Dit geldt zowel voor lichamelijke als geestelijke inspanning. Geestelijke inspanning bij productgebruik kan volgens Jordan et al. (1991) nog verder onderscheiden worden naar:

- Raadbaarheid ('*guessability*') bij eerste gebruik of na lang niet gebruiken. Dit wordt door Don Norman (2013) ook wel 'ontdekbaarheid' ('*discoverability*') genoemd.
- Leerbaarheid ('*learnability*') van gebruiksactiviteiten, om het maximale uit een product te halen met de minste moeite.

Het vragen van inspanning aan de gebruiker is niet altijd verkeerd, het kan goed zijn als training ('*use it or loose it*') en kan soms ook een drijfveer zijn voor bepaalde prestaties, zie kader voor voorbeelden van fysieke inspanning. Dit alles geldt overigens ook voor cognitieve inspanning.

Niet gefrustreerd, maar gemotiveerd

Een jonge baby kan nog niet zitten, dus ligt hij de hele dag. Er komt een dag dat de baby graag méér wil zien dan het plafond, de speeltjes die boven zijn neus zijn gehangen en de kap van de kinderwagenbak. De baby geeft al schreeuwend te kennen dat hij niet meer tevreden is met het uitzicht. Frustratie! Ouders begrijpen dat heel goed en zetten het kind in een stoeltje om beter te kunnen rondkijken.

Maar wat op het eerste gehoor frustratie lijkt, is eigenlijk motivatie. Om je heen kijken vormt een uitdaging. Het kind, dat hierdoor gemotiveerd was om zelf te leren zitten, is nu zijn drijfveer ontnomen om zich te ontwikkelen. Hij hoeft niet meer zelf te leren zitten als hij telkens overeind wordt gehesen door zijn ouders. Geen wonder dat kinderen tegenwoordig gemiddeld drie maanden later leren zitten en lopen dan enkele decennia geleden, toen er nog geen babystoeltjes waren en baby's nog de kans kregen om zelf te leren zitten.

Sommige systemen kunnen zelf bijsturen om een ingestelde streefwaarde te bereiken. Een dergelijk systeem is technisch gezien een gesloten kringloop. De gebruiker kan echter het gevoel krijgen dat het een open systeem is. Hij hoeft er na de eerste instelling immers niets meer aan te doen, omdat het systeem de stuurtaak overneemt. Dat is bijvoorbeeld het geval bij de kamerthermostaat van een verwarmingssysteem.

Meer dan één stuurtaak in een handeling

Het is mogelijk om met één handeling meer dan één stuurtaak tegelijk uit te voeren. Een dergelijke interactie is lastiger dan apart aansturen. Dat geldt zowel fysiek, omdat meer fysieke handelingen tegelijk verricht en dus gecombineerd moeten worden, als cognitief omdat beide stuurtaken tegelijk cognitief begeleid en in de gaten gehouden moeten worden.

Dat is bijvoorbeeld het geval bij moderne mengkranen voor badkamer en keuken, waarbij zowel temperatuur als debiet (hoeveelheid water per tijdseenheid) in één beweging met dezelfde kraan worden ingesteld. Dit is lastig, omdat twee handelingen tegelijk verricht moeten worden. Het is dan extra belangrijk om duidelijk aan te geven welke waarden worden ingesteld op welke wijze. Zie figuur 7.59. Wie doucht in een onbekende douche met een mengkraan, waarvan de werking niet duidelijk is aangegeven, ervaart vaak al snel een koude of juist te hete douche.

Vroeger had men alleen gescheiden kranen voor warm en koud water. Gezien het voorgaande verhaal lijkt dat eenvoudiger te bedienen dan een mengkraan. In dit geval is dat niet zo, want datgene dat je wilt instellen (temperatuur en debiet) zijn bij gescheiden kranen niet onafhankelijk te regelen. Dat maakt het 'sturen' van de totale uitkomst lastig.

Ergonomisch gezien is het 't beste om temperatuur en debiet apart in te stellen, zoals bij de mengkraan rechts in figuur 7.59.



Figuur 7.59 Mengkranen met verschillende manieren van bedienen. Links: één handeling voor debiet (voor-achter) en temperatuur (links-rechts). Midden: warm en koud water apart instellen. Rechts: debiet (linker draaiknop) en temperatuur (rechter draaiknop) apart instellen.

Kortom, ontwerpen van stuursystemen

Sturen is een complexe handeling voor de gebruiker. Ook eenvoudige stuurtaken kunnen een hele uitdaging zijn, zeker als het bedieningsmiddel niet optimaal ontworpen is. Bij het ontwerpen van bedieningsmiddelen en stuursystemen is het daarom belangrijk om te streven naar zo goed mogelijk verlopende interacties tussen gebruiker en product.

Dat wil zeggen dat de gebruiker, gegeven zijn ervaring en vaardigheid, zo min mogelijk aandacht en concentratie nodig heeft voor het sturen. Dat kan onder andere bereikt worden op de volgende manieren:

- Maak gebruik van vaste regels en patronen.
- Houd rekening met bekende en vertrouwde productbeelden
- Probeer in te spelen op de automatisering die de mens zich al eigen gemaakt heeft.
- Kies de karakteristieken van de factoren die betrokken zijn bij de bediening en het bedieningsmiddel zodanig dat ze het sturen makkelijker maken. Zie tabel 7.4 voor een overzicht van de invloed van deze factoren.

Tabel 7.4 kan op twee manieren ingezet worden bij het ontwerpen van bedieningsmiddelen en stuursystemen.

Ten eerste kan met de informatie uit deze tabel een eerste globale keuze worden gemaakt uit de karakteristieken van de betrokken factoren. Deze keuze is met nadruk globaal, de details zijn nog niet bekend, maar als men begint met ontwerpen, is het al veel waard om de juiste globale richting te weten.

Ten tweede kan met deze tabel beoordeeld worden of de interactie met een bepaald systeem of bedieningsmiddel moeilijk zal zijn, dat wil zeggen veel tijd zal kosten, veel aandacht zal vergen en/of veel kans op fouten heeft.

Tabel 7.4 Overzicht van de invloed van de bij sturen betrokken factoren op de moeilijkheidsgraad van het sturen.

Factor	Stuurtaak wordt		
	makkelijker	moeijker	zeer moeilijk tot onmogelijk
Terugkoppeling	Direct	Met vertraging	Met veel vertraging
Sturen op basis van	Foutsignaal en regels	Kennis	Wisselende regels
Orde van systeem	Nulde- of eerste orde	Tweede orde	Hogere orde dan twee
Tijdsduur van bedienen	Kort	Lang	Extreem (kort of lang)
Speling in transmissie	Geen of weinig	Veel	Zeer groot
Transmissievertraging	Geen	Klein	Groot (max. afhankelijk van taak)
Versterkingsfactor	Optimaal	Groter of kleiner	Extreem groot of klein
Overshoot	Veel toegestaan	Weinig toegestaan	Niet toegestaan
Snelheid	Lage snelheid	Hoge snelheid	Extreem snel
Nauwkeurigheid	Klein	Groot	Extreem groot
Afmeting van doel	Groot	Klein	Als doel niet waarneembaar is
Stabiliteit	Stabiel	Instabiel	Als koers niet voorspelbaar is
Aantal stuurtaken in één handeling	Een	Twee	Twee of meer

Bij kinderen ontwikkelen emoties en de meer rationele cognitieve functies zich eerst onafhankelijk van elkaar, op latere leeftijd gaan ze in samenhang werken, zie § 7.2.2. *Ontwikkeling van de hersenen en hersenfuncties.*

Emotie wordt vaak tegenover cognitie gesteld, maar het is nuttiger om de relatie tussen emotie en ratio te bekijken. De volgende paragraaf gaat hier verder op in.

7.4.2 Modellen voor emotie versus ratio

Om emotie versus ratio (en hun effecten) te kunnen modelleren, zijn er verschillende methoden. Hieronder lichten we de volgende modellen toe: Automatisch en doordenkend systeem, de olifant en de berijder en het COPE-model.

Automatisch en doordenkend systeem

Emoties vallen onder het automatische systeem van Kahneman, zie § 7.3.3 *Mentale belasting*. Het automatische systeem en het rationele, doordenkende systeem zijn met elkaar verweven en vullen elkaar aan: het automatische systeem genereert snel spontane gedachten en impulsen, ook op het gebied van emoties, die gereguleerd worden door het langzamere doordenkende systeem. Een emotionele beslissing wordt zodoende vaak genomen vóór de rationalisering daarvan. Het reguleren van emoties kost het doordenkende systeem letterlijk veel energie, waardoor er minder energie overblijft voor het uitvoeren van andere regulerende of cognitief veeleisende taken. Omgekeerd kunnen cognitief veeleisende taken er toe leiden dat emoties minder goed gereguleerd kunnen worden. Zie voor meer details § 7.3.3 *Mentale belasting*.

De olifant en de berijder

Een andere manier om de relatie tussen emoties en ratio te beschrijven, is de metafoor van de olifant en de berijder, bedacht door Haidt (2006). Onze emotionele kant kan gezien worden als een olifant en de rationele kant als zijn berijder. De berijder zit op de olifant en heeft de teugels stevig in handen. Hij lijkt de baas, maar de olifant is veel groter en sterker dan de berijder. Elke keer als de olifant en de berijder het niet eens zijn over de kant die ze op gaan, zal de berijder het verliezen.

De olifant kan onvermoeibaar doorgaan, maar zijn berijder heeft een beperkt uithoudingsvermogen. Als de berijder moe of afgeleid is, kan hij de olifant niet goed onder controle houden. De olifant volgt het liefst zijn instinct, hij betreedt graag de hem bekende (olifanten)paadjes. Als de berijder de olifant nieuwe wegen wil laten bewandelen, kost dat hem veel moeite want de olifant houdt niet van nieuwe wegen. Is de olifant in paniek, dan negeert hij de berijder, ook als deze fit en oplettend genoeg is, en volgt hij zijn eigen bekende pad. Zie figuur 7.62.

Ofwel, onze emotie gaat over de korte termijn (ik wil nú een ijsje!) en prefereert vertrouwde situaties (ik heb mijn computerbestanden onhandig ingedeeld, maar ik zou het niet anders willen want ik ben er aan gewend), de ratio kan andere prioriteiten stellen en aan de lange termijn denken (nu geen ijsje, anders krijg ik straks een dip in mijn bloedsuiker en word ik enorm moe; ik ga nu mijn computer anders inrichten

want zoals het is, kost het me teveel tijd) maar dat kost veel energie en kan niet lang worden volgehouden. Zie ook § 7.3.3 *Mentale belasting*.

Wil je dingen veranderen, dan zal dat het makkelijkst gaan als je zowel de olifant als de berijder aanspreekt. Ofwel, zowel de emotie als de ratio. Wil je bijvoorbeeld nieuwe vormen van interactie toepassen in een product, dan zal je moeten zorgen dat het duidelijke voordelen heeft in efficiëntie en effectiviteit (ratio) maar er tegelijk vertrouwd en/of prettig uitziet en aanvoelt (emotie). Waarbij er wel voor moet worden gewaakt dat het uiterlijk en de manier van gebruik congruent zijn, zie § 7.3.7 (*Leren bedienen*) en tabel 7.3.



Figuur 7.62 De olifant doet niet altijd wat de berijder wil.

Cognitive Performance and Error (COPE) model

Cohen en collega's stelden in 2012 het *COgnitive Performance and Error (COPE)* model voor, zie figuur 7.63. In het model is naast taakhoud en cognitie ook emotie opgenomen, met alle relaties die tussen deze variabelen verondersteld worden. Dit model wordt gepresenteerd als algemene basis om taken te ondersteunen in risicovolle situaties (Cohen et al., 2016). Het COPE-model omvat maten voor objectieve stress, waaronder fysieke metingen, om prestaties te kunnen beoordelen en voorspellen.

Het COPE-model maakt onderscheid tussen verschillende aspecten van de werkinhoud die de prestatie onder druk beïnvloeden: de specifieke doelen en taakeisen van het werk zullen mede bepalen welke cognitieve en affectieve processen daarbij meespelen. De gecursiveerde woorden in de volgende tekst zijn terug te vinden in het schema in figuur 7.63.

Als een persoon een taak voorgelegd krijgt, waarbij bepaalde *doelen* en *objectieve taakeisen* horen, *beoordeelt* hij of zij deze taak als een *uitdaging* of een *bedreiging* en hoe hoog de *subjectieve* ('perceived') *taakeisen* zijn.

Om de taak met succes uit te voeren, moet aan de *objectieve taakeisen* worden voldaan. Die kunnen laag zijn bij eenvoudige taken en hoog zijn bij meer complexe taken. In het COPE-model komen de subjectieve taakeisen overeen met het cognitieve belastingmodel van Neerincx (2003), dat behandeld wordt in § 7.3.3 *Mentale belasting* en figuur 7.28. Dit model heeft drie dimensies van mentale belasting: tijdsdruk, niveau van informatieverwerking en aantal taaksetwisselingen.

Cognitieve processen kunnen variëren van analytisch tot intuïtief. Of iemands cognitieve processen meer naar analytisch neigen of meer naar intuïtief, hangt er

voor ze onder narcose zijn. Katrijn Caelen, studente aan de Luca School of Arts te Genk (België), ontwierp een spel voor een tablet, waarmee kinderen het ademen in een mondmasker kunnen oefenen. Door in en uit te ademen zetten de kinderen een sensor in werking die vastzit aan het masker en draadloos verbonden is met een tablet. In het spel gaat een kikker samen met het kind ademen in een mondmasker. Pas als het kind er mee vertrouwd is, krijgt het een echt masker.

Geruststelling is ook beïnvloeding van emotie. Dat is heel belangrijk in een ziekenhuis, vooral bij kinderen. Het spel kan niet alle angst wegnemen, maar met dit spel zijn kinderen minder gestresst voor de narcose en duurt het ook minder lang om het kind in slaap te krijgen. (Nelis, 2016; Lenaers, 2016)

7.4.9 Ontwerpen voor gedragsverandering

De motivatie van mensen om producten te gebruiken en de mate waarin ze daarvoor gemotiveerd zijn, verschilt per mens, per product en per situatie. Deze motivatie heeft invloed op hoe vaak en intensief een product gebruikt wordt en hoeveel energie de gebruiker bereid is te investeren in de interactie.

Hoe nuttiger of belangrijker het product of het gebruik ervan is, des te gemotiveerder de gebruiker zal zijn en des te meer moeite hij/zij in de interactie en het leren daarvan willen steken. Voor informatie over het nut van producten in het kader van ergonomie, zie hoofdstuk 10. *Van nut tot beleving* en zie Dirken (2004).

Bij consumentenproducten is het gebruik van een product niet altijd nuttig of belangrijk en in een omgeving met producten vertonen mensen niet automatisch gewenst gedrag. Willen we dat de gebruikers met zo min mogelijk moeite of zelfs automatisch de beste interactie aangaan, dan moet die interactie niet alleen makkelijk gemaakt worden, maar ook verleidelijk.

Mensen tot gedragsverandering verleiden gebeurt al sinds mensenheugenis, onder andere door marketeers (verkoop), religieuzen (bekering) en opvoeders (gewenst gedrag). Producten expliciet ontwerpen om gedragsverandering te bewerkstelligen is relatief nieuw. Tromp (2012) omschreef de geschiedenis als volgt:

In 2001 onderzocht sociaal psycholoog Cialdini hoe mensen zich laten overtuigen en beschreef met een aantal psychologische principes hoe de kans wordt vergroot dat iemand ingaat op een verzoek. Fogg (2002) onderzocht vervolgens hoe deze psychologische principes toegepast kunnen worden in interactieve producten. Hij laat zien hoe informatie- en communicatietechnologie ontworpen kunnen worden om attitudes en gedrag te veranderen door middel van overreding (*persuasion*).

Moderne digitale producten kunnen steeds geavanceerder communiceren, bijvoorbeeld door op de omgeving te reageren of door reacties af te stemmen op

de individuele gebruiker. Dergelijke producten bieden daarom veel mogelijkheden om gebruikers te overreden tot bepaalde veranderingen van hun gedrag. Maar ook met niet-digitale producten kan gebruikersgedrag gestuurd worden, zie kaders.

Oogcontact bevorderen om ongelukken te voorkomen

“In Groot-Brittannië zijn er richtlijnen voor het ontwerpen van oversteekplaatsen voor voetgangers. Hierin staat vermeld dat de voetgangers idealiter zo worden geleid dat zij het opkomende verkeer tegemoet lopen. Door de kans te vergroten dat autobestuurders en voetgangers oogcontact maken, wordt de kans op ongelukken verkleind.” (Lockton, 2011, via Tromp, 2012, p. 6)

Om de mogelijkheden die producten bieden optimaal te kunnen benutten, moeten ontwerpers weten op welke wijze een product gebruiksgedrag kan beïnvloeden.

Gedrag kan bijvoorbeeld beïnvloed worden op basis van zogenoemde *persuasion profiles* volgens Kaptein en Eckles (2010). Door bij te houden hoe iemand keuzes maakt op internet, kan beter inzicht worden verkregen in welke manier van beïnvloeding het meest effectief zal zijn bij hem of haar.

Gedrag aanmoedigen of ontmoedigen

De mate waarin gebruikers gemotiveerd zijn een product te gebruiken, heeft ook te maken met zijn of haar intenties. Wanneer iemand bijvoorbeeld al overtuigd is dat hij moet afvallen, zal hij waarschijnlijk ontvankelijker zijn voor aan- of ontmoedigingen daaromtrent dan iemand die daar nog niet van overtuigd is.

Gezonde trucs

Mensen nemen eetbeslissingen vaak zonder bewust na te denken, uit gewoonte of verveling. Kennis over gezond eten leidt daardoor niet automatisch tot goed eetgedrag. Wie gezonder of minder wil eten zonder veel moeite, kan gebruik maken van een aantal goede trucs om het gedrag makkelijker te veranderen.

Veel voorraad en een volle koelkast kunnen er al snel toe leiden dat je meer gaat eten. Koop dus niet teveel eten tegelijk in. Hoe beter zichtbaar en hoe makkelijker bereikbaar eten is, hoe eerder je het opeet. Zet dus geen pot met snoep op je bureau, vooral geen transparante, maar berg het op in een ondoorzichtige trommel in de kast. Zet in de koelkast de gezonde dingen (groente, rauwkost) vooraan en de zoetigheid achteraan. Verpak desnoods heel lekkere etenswaar nog eens extra. Bord en opscheplepels zijn vaak de maat van de hoeveelheid eten. Je eet ‘een bord vol’, onafhankelijk van de grootte van het bord. Eet dus van een kleiner bord met kleiner bestek en gebruik kleinere opscheplepels en een kleinere bolletjesschip voor ijs. Zorg echter wel dat je voldoende eten in huis hebt, want als er niets te eten is, is de verleiding groot om snacks te gaan kopen. (Wansink, 2016, via Van der Gulden, 2016)

Om kinderen ongemerkt meer groenten te laten eten, zijn er weer andere trucs (ofwel *nudges*), zie figuur 7.75.



Figuur 7.75 Het 'Helpende Bord' zorgt er met verschillende trucs voor dat kinderen meer groente eten zonder dat ze dat merken. (heijtesakkaya.com)

Twee producten tegen zwartrijden

"In Nederland zijn op veel stations toegangspoortjes geïnstalleerd die pas opengaan zodra is ingecheckt met een geldig vervoersbewijs. Dit is een vrij dwingende manier om zwartrijden tegen te gaan: het maakt het onmogelijk.

In Bangkok hebben ze een andere manier gevonden om zwartrijden tegen te gaan. Door een tramticket tegelijkertijd de functie te geven van een lot uit de loterij, is gepoogd het aantal zwartrijders te laten dalen. Het succes is ongekend: het leidde ertoe dat mensen zelfs méér tickets kochten dan ze nodig hadden. In dit laatste geval nodigt het product uit tot gewenst gedrag (meedoen aan de loterij) op een manier waarbij zwartrijden onmogelijk wordt.

Beide producten dienen hetzelfde doel, maar realiseren een compleet andere ervaring van de productinvloed omdat zij inspelen op andere belangen. Iemand die zwart rijdt omdat het nu eenmaal een spanning geeft, zal wellicht in hetzelfde belang aangesproken worden door de loterij. Terwijl het poortje vanuit dat perspectief alleen maar een extra spannende blokkade opwerpt. Inzicht in het belang van gebruikers is dus belangrijk om te begrijpen hoe je effectief kunt ingrijpen.

Natuurlijk zal het gros van de zwartrijders simpelweg vergeten in te checken, of geld willen uitsparen, in plaats van dat ze op zoek zijn naar een kick. Maar ook in die gevallen kan een lotticket effectief zijn. In elk geval zal het leiden tot een meer plezierige ervaring." (Tromp, 2012)

zijn ook meer complexe vormen van 'zien' door producten: de ontwikkeling van technologieën voor herkenning van non-verbale communicatie, zoals gebaren en gezichtsuitdrukkingen, is in volle gang, zie § 7.6.8 *Lichaamsuitdrukkingen*. Non-verbale uitdrukkingen kunnen bijvoorbeeld een goede indicatie zijn voor de actuele emotionele gemoedstoestand van de gebruiker, zie § 7.6.12 *Communicatie van emoties*. Er bestaan ook visuele sensoren voor het bepalen van vermoeidheid van een chauffeur.

Achtereenvolgens worden hier de visueel-cognitieve aspecten van bedieningsmiddelen en signaalgevers/indicatoren besproken. Vervolgens wordt er informatie gegeven over kleurcodering en aan het eind van de paragraaf worden de basisregels voor het ontwerpen van een visueel goed bruikbare interface samengevat.

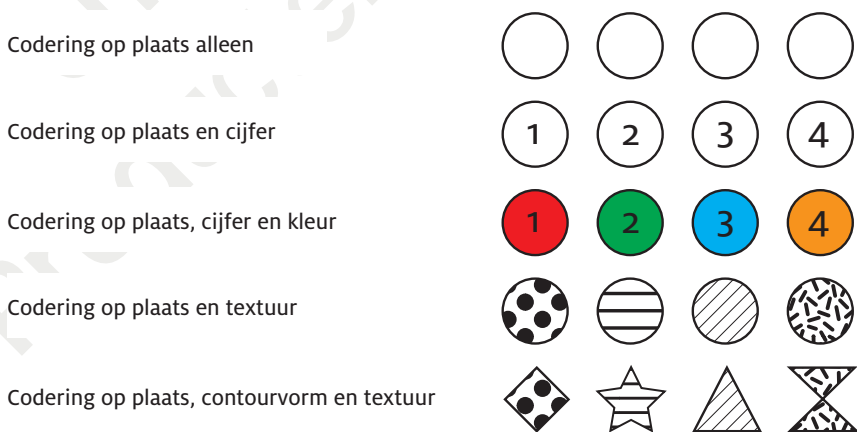
Bedieningsmiddelen: onderscheidbare en begrijpelijke knoppen

Knoppen moeten duidelijk van elkaar onderscheiden kunnen worden, of ze nu fysiek zijn of digitaal. Het onderscheid tussen knoppen kan op verschillende manieren gemaakt worden, onder andere door middel van plaats, kleur, textuur en vorm, zie figuur 7.102. Daarbij moet het volgende worden opgemerkt:

- Codering alleen op plaats is geen sterke codering, hiermee kunnen makkelijk fouten worden gemaakt (zie kader en figuur 7.103).
- Kleurcodering moet altijd samengaan met een andere vorm van codering, voor kleurenblinden en voor omstandigheden met weinig licht, waarbij kleuren minder goed te onderscheiden zijn.

Voor meer informatie over zichtbaarheid en leesbaarheid van tekst en indicatoren, ook wat betreft bijschriften, zie § 6.5.11 *Leesbaarheid van tekst en indicatoren*.

Voor meer informatie over codering en onderscheidbaarheid, zie de Gestalttheorie in § 7.2.3 *Interactie tussen fysiek, sensorisch en cognitief*.



Figuur 7.102 Codering op plaats, cijfer, kleur, contourvorm, textuur en combinaties hiervan (redundantie).

Piloot blijft zich vergissen

Ieder vliegtuig heeft wel knoppen die op elkaar lijken. Zo zijn er in de cockpit van een Boeing 747 twee knoppen die naast elkaar zitten, er hetzelfde uitzien en hetzelfde aanvoelen. Beide knoppen bestaan uit een drukknop en een binnenste en een buitenste ring waaraan kan worden gedraaid, zie figuur 7.103.

Deze twee knoppen hebben heel verschillende belangrijke functies: de ene knop is voor het instellen van de druk van de hoogtemeter, de andere is voor het instellen van een minimale hoogte waarop moet worden besloten een doorstart te maken of de landing door te zetten ('*decision altitude*', deze verschilt per landingsbaan). Beide knoppen moeten voor elke nadering van een landingsbaan ingesteld worden. Maar omdat de knoppen zo op elkaar lijken, gaat het wel eens fout.

"Ik zit al 15 jaar op die 747 en het gebeurt me nog steeds dat ik soms aan de verkeerde knop draai. Hoeft geen groot probleem te zijn indien het tijdig wordt opgemerkt, maar het kan tot vervelende situaties leiden." (piloot, captain op een Boeing 747)



Figuur 7.103 De twee gelijken knoppen in de cockpit van een Boeing 747: 'RST' en 'STD', zie kader hierboven.

De logica van knoppensdesign

"Knoppen hebben een semantiek (betekenis). Die semantiek kan aangeven waar ik moet duwen, waar ik moet beetpakken. Het klinkt heel logisch.

Neem gewoon zo'n radiootje, daar zijn we aan gewend. Zo'n grote draaiknop voor het zoeken van de zender is makkelijk te vinden en de bediening is duidelijk. Tegenwoordig hebben we daarentegen allemaal van die kleine drukknopjes. Dan moet je dus in de auto, terwijl je aan het rijden bent, weten welk knopje je moet hebben. Terwijl zoeken bij zo'n grote draaiknop niet nodig is.

En dan is er ook een apart knopje voor 'uit'. Op dit radiootje zit ook een knopje voor hard en zacht en die eindigt in 'uit'. Dat is logisch, dat is zacht, zachter en tenslotte zo zacht dat de radio uit gaat. Met een klik voor de terugkoppeling. Dat is een soort logica die iedereen snapt, wereldwijd.

Deze voorbeelden maken duidelijk dat een conversatie met een computersysteem in natuurlijke taal alleen zinvol is bij eenvoudige kwesties en vaak voorkomende vragen. Van de kant van de vragensteller zijn er vaagheden en twijfels, vanuit de software is er een intrinsieke onvolledigheid (men kan immers bij het programmeren nooit op alles voorbereid zijn). Alleen veelvoorkomende alternatieven zijn te programmeren als antwoord. Dat is niet erg, zolang de verwachtingen die men van het systeem heeft realistisch zijn.

7.6.11 Virtuele karakters en sociale robots

Virtuele karakters zijn spraakinterfaces die zich presenteren als een sprekend personage door middel van een slimme combinatie van spraaktechnologie en computer graphics. Naast virtuele karakters of mensen worden ze ook wel '*embodied conversational agents*' (ECA) of '*talking heads*' genoemd. De term '*embodied conversational agent*' wordt meestal gebruikt om virtuele karakters met een compleet lichaam, die zich soms door een virtuele ruimte kunnen bewegen, aan te duiden. Een virtueel karakter zonder lichaam wordt vaak een '*talking head*' genoemd.

Zichtbare digitale gesprekspartners worden vaak '**avatars**' genoemd, een term uit het Hindi, die de incarnatie van een god in een beest of in een menselijk lichaam betekent. Het zijn twee- of driedimensionale, geanimeerde karakters die communiceren in natuurlijke taal, met hierbij passende mondbewegingen, gezichtsuitdrukkingen, gebaren, lichaamshoudingen en bewegingen.

Zoals hun naam al zegt, bestaan virtuele karakters slechts in de virtuele wereld. Sociale robots hebben daarentegen een fysieke verschijningsvorm in de echte wereld. De term sociale robots wordt gebruikt om ze te onderscheiden van robots die allerlei specifieke taken uitvoeren maar waar geen conversatie mee mogelijk is (bijvoorbeeld voor assemblage of grasmaaien).

Het gebruik van een virtueel karakter of sociale robot als interface kan leiden tot een meer natuurlijke interactie. Welke sociale robot op dit gebied de beste prestaties levert, is afhankelijk van het gebruiksdoel, de gebruikers en de specifieke taak van de robot. Sociale robots zijn niet voor alle situaties geschikt. Ze worden onder andere gebruikt voor educatieve doeleinden, als virtuele coach, receptionist of ober of als instrument om angst, onrust en stress te verminderen. Doelgroepen zijn onder andere kinderen in het ziekenhuis, mensen met autisme, mensen met dementie, hotelgasten, cafébezoekers en mensen die weinig affiniteit hebben met automatisering of zelfs angst hebben voor computers. Voor de verschillende doelgroepen en toepassingen zijn er verschillende robots.

Humanoïde robots zijn robots die er uitzien als **androïde** die zoveel mogelijk op een echt mens lijkt, of als **semi-humanoïde robot**, waarbij de globale vorm wel op een mens lijkt en de belangrijkste communicatiefuncties menselijk zijn, maar die verder duidelijk een robot is.

Zie figuren 7.110a en b voor voorbeelden van een humanoïde en een semi-humanoïde robot.

Een sociale robot hoeft geen menselijk uiterlijk te hebben, want ook robots in de vorm van een dier kunnen sociale functies vervullen, zoals bij ouderen met dementie, zie figuur 7.110c. Voor sociale dierenrobots gelden dezelfde ergonomische eisen als voor humanoïde robots, maar dan aangepast voor het dier waar het op lijkt.

Om een pratend hoofd te maken moet niet alleen (auditieve) spraak worden gegenereerd (text-to-speech), maar moet het hoofd ook de bijbehorende bewegingen maken (visuele spraak). Visuele spraak kan in principe afgeleid worden van auditieve spraak. Het belangrijkste onderdeel van visuele spraak zijn uiteraard de mondbewegingen. Maar met alleen mondbewegingen zou het hoofd er erg onnatuurlijk uitzien. Naast mondbewegingen spelen ook wenkbrauwbewegingen en oogknipperingen een belangrijke rol. Deze functies worden hier besproken. Als het virtuele karakter een lichaam heeft, dan moet ook aandacht besteed worden aan lichaamshouding, gebaren en eventueel beweging door de ruimte. Dit alles geldt uiteraard ook voor sociale dierenrobots, waarbij de bewegingen moeten lijken op die van het dier.



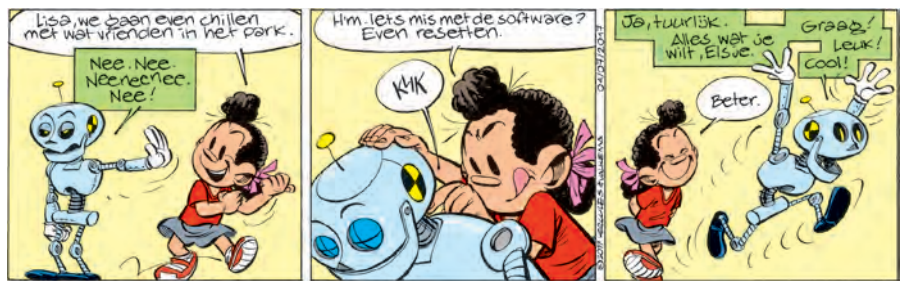
Figuur 7.110 Links: Androïd Sophie. Midden: semi-humanoïde robot Pepper. Rechts: Sociale robothond *Joy for all*, ontworpen voor mensen met dementie door Hasbro.

Mondbewegingen

Mondbewegingen zijn direct gerelateerd aan de klanken die worden uitgesproken. Net zoals de taal bestaat uit elementaire klanken (**fonemen** genoemd), zijn er ook elementaire mondstanden (**visemen** genoemd) die corresponderen met de bewuste klanken. Van de mondstanden van je virtuele karakter kun je een digitale verzameling aanleggen. Door deze te koppelen aan de klanken die worden uitgesproken kun je steeds de bij de klank horende mondstand in beeld brengen (bijvoorbeeld elke 40 milliseconde). Om ervoor te zorgen dat de lipbewegingen er niet al te schokkerig uitzien, wordt vaak gebruik gemaakt van lineaire interpolatie of *morphing*-technieken, die het ene visem geleidelijk in het volgende visem laten overgaan.

Wenkbrauwbewegingen

De wenkbrauwen leveren een belangrijke bijdrage aan de expressiviteit van het gezicht. Het gaat hierbij vooral om de snelle wenkbrauwbewegingen, die meestal een conversationele functie hebben. Het optrekken van de wenkbrauwen kan bijvoorbeeld een vraag uitdrukken of signaleren dat een bepaald woord belangrijk is. Daarnaast blijkt er een verband te bestaan tussen toonhoogtebewegingen in de spraak en wenkbrauwbewegingen. Als de toonhoogte omhoog gaat, gaan ook de



Figuur 7.114 Elsie past de emoties van haar robotvriendin aan naar haar persoonlijke wensen.

7.6.13 Implantaten en brein-machine interfaces

Er bestaan verschillende soorten producten die zich aan, op of in het lichaam bevinden en direct informatie uitwisselen met het lichaam. Dit zijn producten waarmee de interactie zeer intens is. Het gaat bijvoorbeeld om diverse soorten implantaten en vormen van brein-machine interfaces.

Implantaten

Een implantaat is een voorwerp dat in het lichaam geplaatst wordt. Er zijn veel soorten implantaten en diverse redenen waarom deze geplaatst worden. Sommige implantaten hebben een mechanische werking (nieuwe knie, nieuwe lens bij staar, borstprothese, artificiële hartklep), anderen een elektrische werking (pacemaker, cochleair implantaat om gehoor te verbeteren). Wat ergonomie betreft, zijn vooral de implantaten interessant waarbij er actieve interactie is met de gebruiker.

Implantaat tegen Parkinson: praten of lopen

Diepe hersenstimulatie is een neurochirurgische behandeling, waarbij een elektrode in een bepaald hersengebied wordt ingebracht. De elektrode wordt verbonden met een neurostimulator, een apparaatje dat elektrische pulsen afgeeft, die via de elektrode de hersenactiviteit in dat hersengebied beïnvloeden. Deze neurostimulator wordt elders in het lichaam onderhuids geplaatst, meestal onder het sleutelbeen. De neurostimulator kan van buiten af worden afgesteld om de instellingen te optimaliseren en de klachten optimaal te kunnen bestrijden.

Diepe hersenstimulatie wordt toegepast voor neurologische en psychiatrische stoornissen, zoals essentiële tremor, de ziekte van Parkinson, obsessieve-compulsieve stoornis en depressie.

Een vrouw met de ziekte van Parkinson heeft een neurostimulator geïmplanteed gekregen. Als ze hem inschakelt, kan ze goed praten (maar niet lopen). Schakelt ze hem uit, dan kan ze goed lopen (maar nauwelijks praten). Ze kan de neurostimulator zelf bedienen met een afstandsbediening, zie figuur 7.115. De bediening wijst zich niet vanzelf: aan beide zijden van het apparaat zijn instructies geschreven.

Voor het ontwerpen van cognitief zeer complexe systemen, zoals de controlekamer van een fabricageproces, een vliegtuigcockpit of de bediening van een kerncentrale, kan men overigens het beste terecht bij de specifieke literatuur hierover.

7.8.1 Het ontwerpen van een cognitief eenvoudig product

In de cognitief ergonomische literatuur wordt vaak geschreven over complexe producten en omgevingen zoals vliegtuigcockpitten en kerncentrales. De productontwerper houdt zich echter vaker bezig met producten die eenvoudiger van opzet zijn. Dat wil niet zeggen dat het maken van een goed cognitief ergonomisch ontwerp daarbij vanzelf spreekt of makkelijk is. En ook cognitief eenvoudige producten kunnen tot grote problemen leiden als de interactie met de gebruiker niet goed verloopt, zie kader.

Hoge nood

Tijdens een gebruiksonderzoek met een trein-wc wilde een oudere vrouw de wc-deur per se met de hand openen, niet met de drukknop die daarvoor bedoeld was. (Loth, 2021)

“Ik kon in de trein niet naar de wc, omdat de bediening van het slot van de deur niet duidelijk was. Ik stond er vijf minuten naar te kijken maar begreep niet hoe het werkte.”
(ervaren treinreiziger)

Voor het ontwerpen van een cognitief eenvoudig product kan men het beste te werk gaan volgens een ergonomisch ontwerpproces, beschreven in § 3.5 *Ontwerpproces en ergonomie*, zoals dat eigenlijk voor alle producten geldt. Hieronder volgt een gestructureerde aanpak om binnen dit algemene ontwerpproces een cognitief eenvoudig product te ontwerpen.

Stappenplan voor een cognitief eenvoudig product

Na het definiëren van de probleemstelling volgt het verzamelen van informatie en het analyseren daarvan. Bij een cognitief eenvoudig product kunnen daarbij de volgende stappen ondernomen worden:

1. Formuleer de functie van het product, de (cognitieve) capaciteiten van de gebruikers en de cognitieve eisen.
2. Op welke wijze kunnen de functie(s) het beste worden uitgevoerd?
Welke handelingen zijn noodzakelijk en in welke volgorde?
3. Kijk naar vergelijkbare producten. Is er een cognitief ergonomisch **productbeeld** of **archetype** dat de meeste gebruikers kennen? Dat kan meer dan één type zijn.
 - Zo ja, analyseer de kenmerken en de werking. Wat zijn de gebruikshints? Zijn knoppen en instructies begrijpelijk? Op welke manier krijgt de gebruiker terugkoppeling over de werking? Is de interactie optimaal?
 - Is de interactie optimaal, pas dan dit productbeeld/archetype toe in het nieuwe ontwerp. Wijk hier alleen af van als dit een duidelijk voordeel heeft.
 - Zo nee (is er geen duidelijk productbeeld of archetype of is de interactie daarbij niet optimaal), ontwerp dan een qua interactie nieuw product/interface.

7.8.3 Het ontwerpen van wegvindingsystemen

Het vinden van de weg, in het Engels *wayfinding* genoemd, kan behoorlijk lastig zijn als de route niet goed is aangegeven. Het ontwerpen van 'wegvinding' is daarom belangrijk.

Bij het zoeken van de weg hebben gebruikers interactie met een ontworpen omgeving terwijl ze zich verplaatsen. Die interactie is gericht op het bereiken van een bepaalde bestemming, het volgen van een route en/of het verkennen van de omgeving. De omgeving bestaat enerzijds uit ruimten, gebouwen en/of wegen en anderzijds uit fysieke, grafische en soms auditieve elementen die speciaal zijn aangebracht, zoals informatieborden, schermen, wegwijzers en luidsprekers. De combinatie van al deze elementen moet de gebruikers helpen om het doel van hun verplaatsing zo efficiënt mogelijk te bereiken: zo snel mogelijk tegen zo min mogelijk inspanning. Ook als het snel bereiken van een bestemming niet het hoofddoel is, zoals bij een recreatieve wandelroute, geldt dat het vinden van de juiste richting wel snel en zo makkelijk mogelijk moet kunnen.

Een goed werkend wegvindingsysteem valt niet op, een slecht systeem wel.

Waarom een paragraaf over wegvinding in dit hoofdstuk over cognitieve ergonomie? Omdat wegvinding overal om ons heen voorkomt en dus ook vaak ontworpen moet worden. Het vinden van de weg is een continue interactie met vele keuzemomenten waarbij de het maken van de gewenste keuzes door het wegvindingsysteem moeten worden gefaciliteerd. Dat is een cognitief proces, waarbij de bewegwijzering cognitieve aspecten zichtbaar maakt in de fysieke wereld. Sensorische zaken zoals zichtbaarheid en leesbaarheid spelen daarbij ook een rol. Wegvinding kan op die manier model staan voor de 'wegvinding' bij het bedienen of gebruiken van een fysiek product.

De informatie in deze paragraaf is ontleend aan Roefs en Mijksenaar (2017), Mijksenaar (2019a), Van Wickeren en Mijksenaar (2009) en Farr et al. (2012). De paragraaf geeft enkele hoofdlijnen, overwegingen en voorbeelden bij het ontwerp van wegvindingsystemen. Dit is slechts een aanzet, er wordt geen volledigheid gepretendeerd. Voor uitgebreidere behandeling van dit complexe onderwerp kan men te rade gaan bij Roefs en Mijksenaar (2017), Mollerup (2013), Gibson (2009), Arthur en Passini (2002) en van der Voort (1998).



Figuur 7.134 Een goede kaart is een houvast in onbekende situaties.

Goede bewegwijzering

De route die mensen het beste kunnen nemen om de door hun gekozen bestemming te bereiken, is in principe de kortste of de eenvoudigste route. Die route kost de minste tijd en is daarom het meest efficiënt.

“Ergonomie is de kurk waar ons ontwerp op drijft.” (Mijksenaar, 2019b)

“Wanneer ik tevreden ben met een [bewegwijzerings]project? Als mensen hun bestemming bereiken zonder dat ze ergens hoeven aarzelen, als ze hun bestemming bereiken zonder dat ze beseffen dat ze onderweg borden hebben gelezen. Dat is voor een bewegwijzeraar het grootste compliment.” (Paul Mijksenaar, in: Kuiper, 2012)

Wat doen mensen zonder bewegwijzering?

“Mensen hebben de neiging altijd rechtuit te lopen. Die willen niet graag linksaf een klein steegje of gangetje in. Ze willen ook helemaal niet naar beneden een kelder in. Intuïtief vinden ze dat onveilig, onbewust denken ze: hoe kom ik hier ooit uit?” (Mijksenaar, 2012)

Wegvinding en architectuur

Idealiter wordt de ontwerper van een wegvindingsysteem betrokken vanaf het begin van het ontwerp of de renovatie van de betreffende omgeving of het betreffende gebouw. Zoals van een cognitief complex product de handleiding het liefst gelijktijdig met het product ontworpen moet worden, geldt bij wegvindingsystemen dat deze bij voorkeur tegelijk met het gebouw of de fysieke omgeving ontworpen moeten worden.

De architectuur van de omgeving speelt een essentiële rol bij het vinden van de weg: als de omgeving ingericht is met oog voor wegvinding door alle gebruikers, dan is het voor hen veel makkelijker om de weg te vinden en zijn er minder borden en wegwijzers nodig. Een complexe omgeving die uit zichzelf op een doolhof lijkt, is ook met de beste bewegwijzeringsborden niet te redden. Daarom spreken we liever over het ontwerpen van wegvindingssystemen (waarmee alle elementen worden bedoeld die bij wegvinding betrokken zijn) dan over het ontwerpen van bewegwijzering (alleen de borden/schermen en wegwijzers).

Voor optimale wegvinding zou de ontwerper dus bij voorkeur vanaf het begin bij het ontwerp van de omgeving betrokken moeten zijn. Vaak wordt pas na het bouwen gedacht aan bewegwijzering, in welk geval het ontwerpen van wegvinding beperkt wordt tot, inderdaad, het ontwerpen van bewegwijzeringsborden. Dat is jammer, omdat een wegvindingssysteem door eerdere betrokkenheid in het proces met minder moeite en minder kosten veel gebruiksvriendelijker kan worden gemaakt.

Ontwerpproces voor wegvindingsystemen

Om een goed wegvindingsysteem te ontwerpen, doorloopt een ontwerper de volgende fases die hieronder toegelicht worden:

1. Analysefase: analyseer de gebruikers, hun bestemmingen en de omgeving.
2. Strategische fase: ontwikkel een wegvindingstrategie.
3. Inventarisatiefase: maak een inventarisatie welke informatie waar nodig is en maak een overzicht van de benodigde typen informatiedragers.



Figuur 7.137 a. Wat is betekenis van dit pictogram? b. Met tekst erbij kan een pictogram nog steeds onduidelijk zijn. c. Veel pictogrammen tegelijk zijn een uitdaging voor de gebruiker.

Categorisering

Het kan nuttig zijn om de bestemmingen in te delen in categorieën die zinvol zijn voor de gebruikers. Duidelijke categorieën van bestemmingen maken het hen makkelijk om snel overzicht te krijgen en hun aandacht op het voor hen relevante onderdeel te richten, zie figuur 7.138. Dit vermindert de hoeveelheid informatie die ze moeten verwerken. Bijvoorbeeld de categorieën 'Vertrek' en 'Aankomst' op een vliegveld, of de categorie 'Aansluitend vervoer' op een station.

De indeling van categorieën kan bijvoorbeeld worden gebaseerd op het type gebruiker (bijv. bezoeker/medewerker/onderhoud), het soort bestemming (bijv. reisinformatie zoals 'Gates 1-10'/faciliteiten zoals 'WC'/winkels) of het type informatie (bijv. richtinggevend of naamgeving van locatie). De verschillende categorieën kunnen zichtbaar gemaakt worden in het ontwerp van de bewegwijzering door bijvoorbeeld layout en kleurcodering.



Figuur 7.138 Categorisering met kleurgebruik op Schiphol, ontworpen door Mijskenaar. Op de gele borden vluchtgerelateerde bestemmingen, op de donkere borden verblijfsbestemmingen, groen is nooduitgang en blauw voor de treininformatie (links op de achtergrond).

Kleurcodering

Kleurcodering werkt goed voor het aanduiden van verbanden of functies en voor het laten opvallen van bijzondere elementen.

Kleurcodering werkt over het algemeen niet goed om verschil in belangrijkheid aan te geven en om gelijkvormige bouwkundige elementen te onderscheiden zoals vleugels, pieren of etages. Kleurcodering voor vleugels of etages kan wel ondersteunend werken,