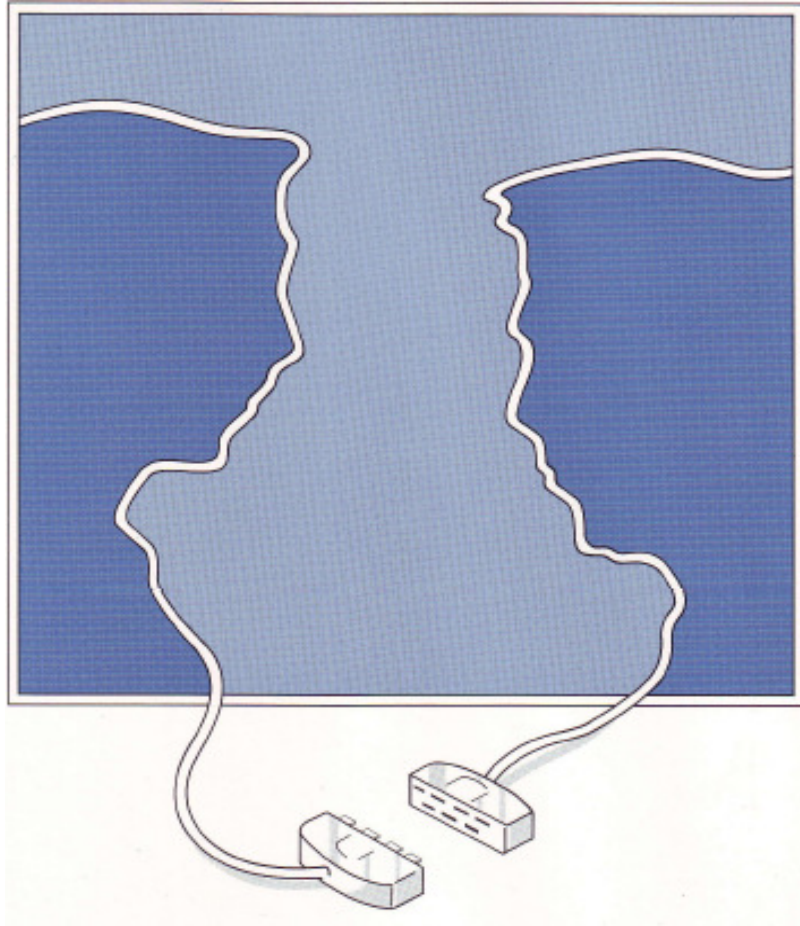

H A N D B O E K INFORMATICA



Informatietechnologie Voor informatici en managers

Prof. Dr. Ir. R. Maes
Prof. Dr. G.C. Nielen
S. Nielen
Prof. J.M. van Oorschot

Samson BedrijfsInformatie
Alphen aan den Rijn – Brussel - 1989

Software ergonomie

M.A.J. Sol-van Berlo, bedrijfsarts

Inhoud

1 Inleiding.....	3
2 Gebruikerscapaciteit	5
3 Informatie presentatie	7
4 Dialoog	9
5 Fouten	15
6 Responsetijd.....	17
7 Mens , Machine en interface	18
8 Literatuur.....	20

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG
Handboek informatica: informatietechnologie voor informatici en
managers / R. Maes, et al. – Alphen aan den Rijn etc: Samson
Bedrijfsinformatie
ISBN 90-6500-072-0 losbl.
SISI 520.5 UDC 681.3(035)
Trefw.: informatica.

Eerste uitgave: juli 1988

1 Inleiding

Ergonomie is de leer van de aanpassing van het werk aan de mensen. Ergonomie van informatieverwerking is in drieën te splitsen: hardware ergonomie, software ergonomie en systeem ergonomie (Cakir, 1982). Wanneer men onder hardware ergonomie verstaat het aanpassen van machines (in de ruimste zin van het woord) aan de gebruiker, dus hoofdzakelijk het aanpassen aan de fysische dimensies van mensen, dan kan men onder software ergonomie verstaan het aanpassen van machines aan het psychisch functioneren respectievelijk aan de cognitieve en intellectuele eigenschappen van mensen. Systeem ergonomie houdt zich bezig met de problemen die voortkomen uit het creëren van netwerken van machines met zeer uiteenlopende functies.

Vermoeidheidsorzaken van beeldschermwerk zijn naar deze drie categorieën te classificeren. Baas (1979) noemt eveneens drie probleemgebieden bij de invoering van beeldschermen, waaraan hier de genoemde ergonomiespecialismen gekoppeld worden;

- 1) Werkplekinrichting met aspecten als zitcomfort, leesbaarheid, vorm van toetsen en toetsenbord, antireflectie scherm, et cetera (of. Hardware ergonomie).
- 2) Beeldschermconversatie, hetgeen de wijze is waarop mens en computer met elkaar communiceren (cf. Software ergonomie).
- 3) Gevolgen voor mensen ten aanzien van werkwijze, taakinhoud, organisatie en bezetting van de afdeling (cf. Systeem ergonomie (in ruime zin).

Hardware ergonomie is uitvoerig onderzocht en aanbevelingen zijn eenvoudig na te slaan. De meest bekende Nederlandse publicaties worden onder een apart kopje in de literatuurlijst genoemd.

Systeem ergonomie als begrip heeft nauwelijks ingang gevonden. Het specialisme is nauw verwant met het vakgebied van organisatiepsychologen en -sociologen. In de publicatie Gezondheid en Welbevinden bij het werken met beeldschermen (Padmos e.a., 1985) wordt evenwel ruim aandacht gegeven aan arbeidsinhoud, arbeidsvoorwaarden, en problemen en klachten ten aanzien van taken, werkorganisatie, werkdruk en psychisch functioneren. Onderzoek van Karasek junior (1979) past veelal in deze lijn. Hij concludeerde naar aanleiding van studie onder andere dat mentale belasting voor een belangrijk deel kan worden teruggebracht, zonder de taakeisen te verminderen, door meer beslissingsvrijheid te geven over een brede laag van medewerkers. Genoemd wordt ook het artikel Turner en Karasek jr. (1984), waarin zij alle relevante onderzoeksbevindingen structureerden in een omvangrijk model. Daarin staan centraal de

taakdimensies (taaklast, autonomie, onzekerheid, onafhankelijkheid), de parameters van een computer applicatie systeem (dialog kwaliteit, werkstroom, systeemcomplexiteit en -kwaliteit) en de effecten op de gebruiker (leereffectiviteit, prestatiebetrouwbaarheid, vermoeidheid, stress). Geconcludeerd wordt onder andere dat het gebruik van kleinere en minder geïntegreerde systemen en het afstemmen van het systeem op de behoefte van de gebruiker, werk oplevert waarmee de gebruiker beter werkt en zich beter voelt. Ontwikkelingen in de praktijk van (tele-)communicatiemiddelen hebben hiertoe reeds bijgedragen. En omdat de kleine systemen steeds machtiger worden, worden ze op grotere schaal gebruikt en aan elkaar gekoppeld tot functionele netwerken.

Software is mensvriendelijk te noemen wanneer ze ervoor zorgt dat het gedrag van de machine is aangepast aan het gedrag van mensen bij informatieverwerking. Leopold (1985) definieert ergonomie van de software als de ergonomie van de taal waarmee men zich tot de computer richt en anderzijds de ergonomie van de wijze waarop de computer zich via haar beeldscherm aan de gebruiker manifesteert. Het ontwikkelen van methode en normen, die de dialoogsoftware aan de vragen van de gebruiker aanpassen, is de taak van de software ergonomie (Cakir, 1982).

Het is een stukje productergonomie (in tegenstelling tot productie-ergonomie), waarvoor een toenemende belangstelling bestaat. Dit valt af te leiden uit het aantal publicaties en congressen met dit thema en het op de markt verschijnen van software (maar ook van hardware) met 'mensvriendelijkheid' als commercieel argument. Omdat de aandacht voor ergonomie van software vrij recent is, zijn aanbevelingen minder gebaseerd op systematisch onderzoek dan op de beperkte ervaring van programmaontwerpers alsmede op de betreffende psychologische literatuur (Padmos e.a., 1985).

De belangstelling voor software ergonomie kan worden verklaard wanneer men zich realiseert dat de (psychische) vermoeidheid waar veel beeldschermwerkers over klagen, naast de werkplekinrichting en de arbeidsplaatsenvulling, het gevolg is van:

- de hoeveelheid mentale arbeid;
- geconcentreerd werk;
- gelijkvormig werk;
- slechte scherm lay-out;
- moeizame herstelmogelijkheden;
- onmacht door frustrerende antwoorden;
- te lange of te korte responstijden.

Deze vermoeidheidsorzaken zijn min of meer aan elkaar gerelateerd: bijvoorbeeld een slechte lay-out van het schermbeeld zal meer geconcentreerd werk geven. Ze werken alle in zekere zin demotiverend en ontmoedigend. De resultante is vermoeidheid, die de prestatie weer in negatieve zin zal beïnvloeden: dat wil zeggen minder resultaten en/of meer fouten.

Het belang van de software ergonomie is enigszins aan te geven aan de hand van oorzaken van menselijke fouten. Engel (1979) citeert het volgende uit een studie van de Bell Labs:

5% van de fouten komt voor rekening van de traditionele bedienings-ergonomie (hardware ergonomie); informatieoverdracht en omgeving nemen ook elk 5% voor hun rekening.

Supervisie, documentatie en training zijn goed voor elk 10%. Ontwerp van programma's levert de grootste bijdrage, die te beïnvloeden is, met 20%.

De resterende 35% wordt toegeschreven aan persoonlijke factoren (bijv. een slechte ochtend hebben) of aan andere factoren waar geen ontwerper verantwoordelijk voor gehouden kan worden. In de volgende paragrafen zullen de verschillende belangrijke aspecten aan de orde komen: gebruikers capaciteit, informatiepresentatie, de dialoog, fouten en responstijden.

2 Gebruikerscapaciteit

Informatie op het beeldscherm komt bij de gebruiker binnen in zijn korte geheugen. Het korte geheugen ontvangt deze informatie door zintuigen via perceptieprocessen. Bovendien komt informatie het korte geheugen binnen vanuit het lange geheugen (backing store) via cognitieprocessen. Het korte geheugen houdt de binnengekomen informatie slechts enkele seconden vast. Door opzettelijke bekrachtiging kan de informatie langer vastgehouden worden. De 'inhoud' van het korte geheugen dreigt voortdurend verdrongen te worden door storende signalen, die via de zintuigen binnen komen (ventilatorlawaai, de zon die doorkomt, tocht) en door gedachten die opkomen vanuit het lange geheugen (een buitengewone vakantie). Voor de uitvoering van beeldschermtaken gaat informatie via de zintuigen (voornamelijk de ogen) naar het korte geheugen voor bewerking. De zintuigen (sensoren) hebben een beperkte bandbreedte. Onze zintuigen hebben voortdurend meer informatie ter beschikking dan waar we aandacht aan kunnen besteden. Via het perceptiekanaal gaat een geselecteerde groep stimuli naar het korte geheugen. Gebleken is dat de bandbreedte van het perceptiekanaal in veel gevallen beperkt is tot ongeveer zeven alternatieven. Deze limiet is de kanaalcapaciteit genoemd (Miller, in: Howell and Goldstein, 1971) en is bij benadering $\log_2 7 = 2,81$ bits.

Daar de mens zo weinig adequaat is als communicatiekanaal en inefficiënt als informatiehanterend systeem maakt hij gebruik van een grote hoeveelheid redundantie. Redundantie is nl. een verzekering tegen fouten. Zo berekende men voor geschreven Engelse taal dat een letter ongeveer 1,4 bits informatie bevat. Na een gegeven letter doen zich een beperkt aantal mogelijkheden van letters als waarschijnlijk voor. Zou elke volgende letter onafhankelijk gekozen worden uit de 26 mogelijkheden van het alfabet, dan zou elke letter $\log_2 26 = 4,7$ bits

informatie bevatten. Dat betekent dat we per letter slechts een kwart hoeveelheid informatie coderen van hetgeen we aan informatie zouden kunnen coderen per letter, wanneer we het alfabet efficiënter gebruikten. Met andere woorden: onze boeken zijn vier maal zo lang als nodig zou zijn wanneer geen redundantie nodig was. En dit geldt dan nog afgezien van redundantie in zinsbouw.

Vanzelfsprekend is redundantie in taal meer dan een verzekering tegen fouten. Ze geeft ons de mogelijkheid om selectief te letten op sleutelwoorden en zinnen die de inhoud van de boodschap bevatten en om te anticiperen op wat vervolgens gaat komen. Tengevolge hiervan kunnen we ontspannen in het vertrouwen dat we veel van de details van spraak of drukwerk kunnen missen zonder de bedoelde betekenis te missen (Baas 1979).

Er zijn drie manieren om de kanaalcapaciteit te vergroten:

1. Relatief in plaats van absoluut beoordelen. Verschillende stimuli laten vergelijken.
2. Het aantal dimensies vergroten volgens welke de stimulus kan verschillen. Op het beeldscherm zijn zeer veel codemogelijkheden te combineren: verschillen in kleur, helderheid, grootte van een punt, de vorm van een 'punt' (stip, kruisje, driehoekje, cirkeltje), enz.
3. De taak zodanig arrangeren dat een aantal absolute oordelen op rij en in volgorde kunnen gebeuren. Dat betekent voor de mens-computer dialoog dat soortgelijke taken of functies in een bepaalde logische en consequente volgorde moeten verlopen en dat bovendien consistentie hierin moet bestaan (zie ook par. 1,3).

Dit zijn mogelijkheden om de beeldschermconversatie te verbeteren. Het is zinvol om de informatiepresentatie aan de hand van meer dimensies te verduidelijken: men bouwt daarmee als het ware perceptieredundantie in. Door de mens-computer dialoog in een bepaalde logische en consequente volgorde te laten verlopen en consistentie hierin na te streven bij gelijkvormige beeldschermtaken, zal de gebruiker zich minder inspanning hoeven getroosten. Dat wil zeggen om eenzelfde taak te volbrengen zal minder concentratie, dus minder hersenactiviteit nodig zijn.

Men kan zich ongeveer zeven decimale getallen herinneren, zeven letters, zeven woorden en zelfs zeven spreekwoorden of gezegden. Dit vrij constante getal zeven heeft als dimensie 'chunk(s)' gekregen. De hoeveelheid informatie (bits) per chunk kan behoorlijk verschillen, afhankelijk van kennis en ervaring. Een Nederlander zal niet in staat zijn zich zeven Russische letters of Chinese pictogrammen te herinneren (Shneiderman, 1984). Om de korte geheugen buffer optimaal te benutten moeten zoveel mogelijk bits in een chunk zitten, d.w.z. zoveel mogelijk informatie in elk afzonderlijk identificeerbaar item (Martin, 1973).

Het laatste is te bereiken door training. Leereffecten en gewenning treden ook spontaan op. Door training of ervaring kan actieve informatieverwerking overgaan in automatische informatieverwerking, bijvoorbeeld het leren autorijden of stijldansen. Alleen actieve informatieverwerking kost mentale inspanning/arbeid. De actieve vorm van informatieverwerking maakt vooral gebruik van ons korte geheugen en is daarom beperkt. De automatische vorm van informatieverwerking kent deze beperking niet (Mulder, 1977).

Wanneer de aandacht van iemand in beslag genomen wordt door zorgen om andere zaken of wanneer iemand angstig of onzeker is jegens zijn (nieuw) beeldscherm, dan blijkt de omvang van het voor de taak beschikbare korte geheugen te verkleinen (Shneiderman, 1984). Dit betekent dat de beeldschermtaak in zijn algemeenheid vriendelijk en uitnodigend moet zijn, wil de gebruiker onbewust zijn korte geheugen voor 100% wijden aan zijn taak.

Ondermeer op grond van deze paragraaf zal duidelijk zijn dat de mentale arbeid die een beeldschermtaak vraagt door de programmeur op verschillende manieren beperkt kan en moet worden. Evenwel een te ver doorgevoerde simplificatie en beperking van de mentale arbeid, zullen op den duur door bijkomende leereffecten te saai en vervelend word en gevonden. Te zeer gelijkvormig werk en monotonie vragen geen actieve informatieverwerking meer, waardoor de vermoeidheidsoorzaak slechts verschoven is. Kortom overbelasting moet vermeden worden, maar onderbelasting ook. Het beste programma zou moeten 'meegroeien' met de ervaring van de gebruiker.

3 Informatie presentatie

De wijze waarop mens en computer met elkaar communiceren noemden we beeldschermconversatie. Deze wordt bepaald door de gebruikte software. Baas (1979) onderscheidt beeldschermconversatie in twee deelgebieden:

- de informatiepresentatie: de manier waarop de informatie op het beeldscherm wordt vermeld en
- de dialoog: de 'vorm' waarin de eigenlijke interactie tussen mens en computer plaatsvindt.

In deze paragraaf wordt ingegaan op de informatiepresentatie; in de volgende paragraaf zal ingegaan worden op de dialoog.

Informatiepresentatie kent veel aspecten. Enkele daarvan zijn: schermopmaak, schermvulling, schermindeling, lettergebruik, tabellen, markeringen, kaders en 'windows'. Omdat hier over veel gepubliceerd is en duidelijk zal zijn waar het om gaat, wordt dit onderwerp niet inhoudelijk besproken. De geïnteresseerde lezer zij verwezen naar de literatuurlijst.

Hier wordt volstaan met enkele criteria te noemen voor informatiepresentatie en wel aan de hand van een artikel van T. Stewart (1976). Het meest fundamenteel is volgens hem dat de taal van de computer

georganiseerd en gestructureerd is in een vorm die geschikt is voor de taak en het referentiekader van de gebruiker. De manier waarop informatie wordt georganiseerd en gepresenteerd zal bepalen hoe het materiaal gebruikt wordt of welke conclusies eruit getrokken worden. Slecht of ongepast formeren op het scherm verspilt tijd en veroorzaakt fouten, zowel leesfouten als interpretatiefouten.

De zes factoren die bijdragen tot een goed ontwerp zijn: logische opeenvolging, ruimheid (spaciousness), relevantie, consistentie, groepering en eenvoud.

Logische opeenvolging

De volgorde van informatiepresentatie moet logisch zijn in de zin van weergave op het scherm en in de zin van de taak voor de gebruiker. Wanneer deze twee niet stroken dan is de volgorde waarin de gebruiker de informatie wenst van groter belang dan de logica voor de computer of de ontwerper. Wanneer hieraan niet voldaan kan worden, dan is het belangrijk dat de gebruiker zich bewust is van de logische basis van de weergave op het scherm.

Ruimheid

Spaties en open velden op het scherm benadrukken en onderhouden de logische volgorde of de structuur, maar helpen ook bij de identificatie en herkenning van informatiepunten. Een te vol scherm verhoogt zoektijd en het aantal fouten omdat de kans op fout lezen en over het hoofd zien groter wordt.

Relevantie

In veel gevallen moet de slechts potentieel relevante informatie weggelaten worden opdat de essentieel relevante informatie gemakkelijker en sneller geïdentificeerd en gelezen kan worden. Men mag dus niet toegeven aan de natuurlijke neiging om zich ervan te verzekeren dat de gebruiker alle informatie, met voor zijn taak werkelijke en mogelijke relevantie, ter beschikking heeft.

Consistentie

Consistentie is nodig zowel binnen als tussen schermopmaken. Bovendien moet consistent worden omgegaan met coderingen (alfanumeriek, kleuren, helderheid, ruimte, vorm en maat en oplichten). De waarde van consistentie is dat men zich kan instellen op komende informatie door een interne representatie in het geheugen. Dat maakt onbekende nieuwe output sneller en beter interpreteerbaar.

Groepering

Wanneer relaties bestaan tussen data kan het de duidelijkheid ten goede komen wanneer deze bij elkaar of gegroepeerd worden weergegeven. Wanneer gelijksoortige items gegroepeerd worden in hanteerbare 'chunks' (zie par. 1.2) dan kan men sneller en nauwkeuriger opzoeken.

Eenvoud

Complexiteit moet worden vermeden. De juiste hoeveelheid en het niveau van informatie dient op de meest eenvoudige manier weergegeven te worden. Ook gedetailleerde informatie kan met enkele eenvoudige beeldpagina's weergegeven worden.

4 Dialoog

Wanneer mensen met elkaar communiceren dan delen zij de volgende attributen (Smith and Green, 1980):

- representatie: gelijke modaliteiten, taalmogelijkheden en onderliggende denkmechanismen;
- kennis: kennis omtrent elkanders achtergrond, kennis over het onderwerp van gesprek en kennis aangaande correcte sociale gedragsnormen (bijv. oprecht, betrouwbaar);
- aanpassingsvermogen: notitie nemend van wat in het gaande en voorliggende gesprek gebeurd is, kan het verdere verloop gemodificeerd worden.

Het enige waarin de computer de mens verre de baas kan zijn, is in de parate kennis over een bepaald onderwerp. Dat is ook zijn kracht, waarvoor hij wordt aangewend. Aan enkele aspecten van de overige attributen kan de programmeur zijn bijdrage leveren. Bijvoorbeeld kennis van de achtergrond van de gebruiker kan gerepresenteerd worden in de dialoog. Hiermee wordt bedoeld op een zeer belangrijk principe in de software ergonomie: 'ken de gebruiker'. Is hij ervaren of onervaren, wat is zijn opleidingsniveau, is hij bekend met het toepassingsgebied, is hij een actieve of passieve gebruiker, wat is zijn leeftijd en dergelijke.

Andere aspecten van genoemde attributen zijn onmogelijk in te voeren in de computer omdat hij geen cognitieve kenmerken heeft. Lichaamstaal bijvoorbeeld, zoals ongeduld, frustratie en verveling, bevat veel informatie over het verloop van het gesprek. Ook al zou de computer dit herkennen, dan is het nog niet mogelijk de herkenning terug te seinen naar de mens. Wat ook niet reproduceerbaar is in de communicatie mens-computer zijn sociale aangelegenheden zoals respect, statusgevoel of verantwoordelijkheidsbesef. Gelukkig kan een computer de mens in deze niet imiteren. Hier wordt later op teruggekomen. Het blijft evenwel een uitdaging de computer zo responsief mogelijk te maken.

In de vorige paragraaf werd beeldschermconversatie onderverdeeld in de informatiepresentatie en dialoog. Hier zal nader ingegaan worden op de dialoog, die onderscheiden wordt in:

- techniek (4.1);
- vorm (4.2);
- toonzetting (4.3).

4.1 Techniek

In het ontwerpproces is de keuze van de techniek zeer essentieel. De factoren die van invloed zijn op die keuze zijn de volgende (Faddegon e.a., 1981):

- doel van het systeem of de te verrichten taak;
- soort gebruik: geregeld of incidenteel;
- rol van de gebruiker: actief of passief;
- intelligentie van de gebruiker;
- acceptatiebereidheid van de gebruiker ten aanzien van het systeem;
- vereiste oefening van de gebruiker, bijv. minder dan 5 minuten;
- meer of minder dan een dag;
- responstijd, bijv. minder dan 1 seconde;
- enkele seconden;
- meer dan 15 seconden;
- hoeveelheid in of uit te voeren gegevens;
- ingewikkeldheid van de in of uit te voeren gegevens.

Deze factoren zullen elk verschillend belangrijk zijn en sommige zullen bepaalde technieken onmogelijk maken. Alleen de meest bekende technieken worden hier genoemd.

1 Menu selectie

Alle mogelijke antwoorden worden afgedrukt. Het voordeel is dat alle mogelijkheden van het systeem bekend worden. De gebruiker selecteert het gewenste antwoord. Geoefende gebruikers vinden dit minder plezierig: zij moeten de mogelijkheid hebben om het menu over te slaan door bijvoorbeeld, in een commando-regel het menu-item met zijn eerste letter te kiezen.

2 Invulformulieren (Form-filling)

Voor deze techniek zijn een aantal direct aanstuurbare faciliteiten nodig. De 'vaste' gedeelten van het 'formulier' mogen door de gebruiker niet bereikt kunnen worden. Foutmeldingen kunnen een aparte plaats krijgen. Deze vorm is geschikt wanneer een vaste reeks met elkaar samenhangende vragen moeten worden beantwoord.

3 Formulierwijziging ('Panel-modification')

Deze methode lijkt veel op de bovenstaande maar is in de regel geschikt voor ervaren gebruikers. Hierbij is het mogelijk van het aangeboden 'panel' een of meer velden te wijzigen en dit vervolgens weer aan het systeem aan te bieden voor opslag.

4 Vraag en antwoord ('Fill in the blank')

Hierbij vraagt het systeem expliciet naar alle mogelijke op te geven parameters. Deze techniek is zeer geschikt voor incidentele gebruikers;

voor geoefende gebruikers is hij meestal te traag. Wanneer de volgende vraag afhangt van het antwoord op de voorgaande vragen is het veelal een geschikte techniek.

5 Opmaakvoorbeeld ('Displayed formats')

Bijv.: systeem: 'Toets naam / adres / woonplaats'. De gebruikertoetst: 'de Vries / Kerkstraat 15/ Loowoude'. Voor ervaren gebruikers kan het systeem het voorbeeld weglaten.

6 Query-by-example

Deze techniek wordt veel gebruikt voor het zoeken in data banken. Het systeem geeft de namen van de elementen die bij de betreffende soort gegevens beschikbaar zijn, waarna de gebruiker te kennen geeft welke elementen bekend zijn en welke door het systeem moeten worden opgezocht.

7 Parametrische systemen

De gebruiker toetst een commando in, eventueel vergezeld van een of meer parameters. Deze techniek wordt toegepast bij de meeste systeemprogramma's (file-manipulaties, editors). De methode is in de regel zeer snel maar vraagt veel training. Foutopvang-modules kunnen nogal ingewikkeld zijn.

8 Systemen met 'windows' en/of een muis

In feite gaat het hierbij niet om een afzonderlijke techniek, maar om een extra uitrusting van moderne systemen. Windows zijn ramen op het schermbeeld, waarin de gebruiker een neventaakje kan doen, evt. met een andere techniek. Vergelijk bijvoorbeeld een kladblaadje waarop een berekening wordt gedaan. Een 'muis' is een beweegbaar bedieningspaneeltje, los van het toetsenbord, dat met de hand gerold over een onderlaag de cursor snel in alle richtingen kan verplaatsen. Met een of meer toetsen op de muis kan de aangewezen functie op het scherm worden uitgevoerd.

Combinaties van deze technieken worden mogelijk en worden aanbevolen. Incorporatie van een commandotaal in menusystemen zou veel meer flexibiliteit en een synergetisch effect geven (Heffler, 1981). 'Windows' en andere techniekcombinaties zijn ontwikkeld voor complexe taken. Het gebruik ervan bleek zo zinvol te zijn, dat ook voor het uitvoeren van eenvoudige taken deze mogelijkheden worden benut, bijvoorbeeld om nuttige informatie voor het uitvoeren van een taak snel op het scherm beschikbaar te hebben. Ondanks dat de schermopmaak en de bediening ingewikkelder worden, spreekt men van (functioneel) gebruikersvriendelijke technieken. Omdat het scherm een extra informatieve rol erbij krijgt, hoeft de gebruiker veel minder te onthouden.

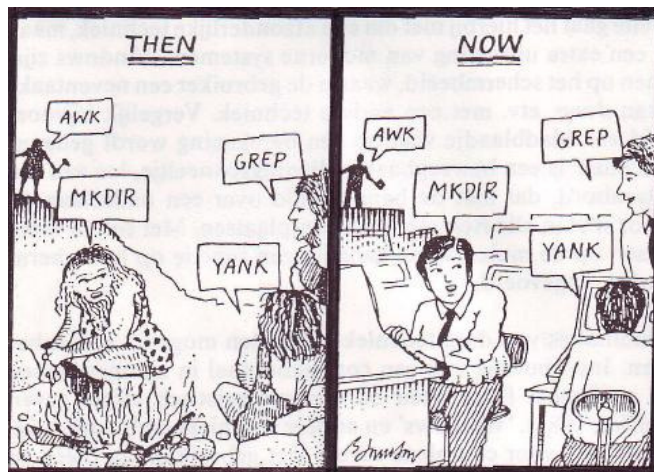
In hoeverre hierdoor de mentale arbeid vermindert is niet aan te geven. Een feit is dat deze werkwijze meer aansluit bij de gebruikelijke menselijke werkwijze achter een (chaotisch) bureau vol papieren om

meerdere dingen tegelijk te kunnen zien. De gebruiker wordt veel minder gedwongen de volgorde en de 'logica' van de computer aan te houden. Het kunnen oproepen, zien en bewerken van meerdere gegevens op verschillende wijze tegelijkertijd is slechts zinnig voor ervaren gebruikers; een beginner zal daar weinig behoefte aan hebben.

4.2 Vorm

Met vorm wordt bedoeld de taal die wordt gebruikt en de wijze waarop die taal wordt toegepast. De dialoog kan in de landstaal, de moedertaal of in het Engels, afhankelijk van de kenmerken van de doelgroep. Bijvoorbeeld gaat het om een multinationalaal bedrijf met gebruikers uit diverse landen. Bovendien is de vraag in hoeverre vaktermen gebruikt kunnen of moeten worden, die typisch in een bepaald bedrijf thuis horen.

Het voordeel kan zijn dat de hoeveelheid te schrijven tekst vermindert, met als nadeel dat het aantal potentiële gebruikers wordt beperkt. Een ander aspect is in hoeverre de taal voluit geschreven moet worden, of dat afkortingen of mnemonische codes gebruikt kunnen worden. Het gevaar van de laatste is dat de taal onbegrijpelijk wordt of misverstanden oplevert (zie afbeelding). Vaak leent het Nederlands zich minder voor afkortingen en 'mnemonics' dan het Engels (van de Merwe, 1981).



Afbeelding:
Verbaal verkeer
toen en nu (uit:
Unix Primer Plus;
Waite e.a., 1983)

Wanneer beschouwend ingegaan wordt op natuurlijk- versus computer taalgebruik dan vallen een aantal zaken op. Mens-mens communicatie wordt gekarakteriseerd door het feit dat veel woorden dezelfde betekenis hebben afhankelijk van een aantal onuitgesproken en zelfs onbewuste aannamen. In veel situaties is de betekenis van afzonderlijke woorden en zinnen sterk afhankelijk van de onmiddellijke context. Zo bestaat er dubbelzinnigheid op grond van de zinsstructuur (syntactische homonymie) als op grond van de woordkeus (woordhomonymie). Een voorbeeld van de eerste: 'Dat is de theorie

die de correspondentiehypothese verdrong.' Een voorbeeld van de tweede: 'loop even naar de bank' (Overduin, 1983). Een Engels voorbeeld: 'You won't recognize Tom; he has grown another foot.' Vanwege dubbelzinnigheid en inconsistentie van de natuurlijke taal kan deze niet gebruikt worden voor het programmeren (Martin, 1973).

Een afzonderlijk probleem is de breedsprakigheid van natuurlijke taal. Het zou eenvoudig te veel tijd kosten om volledige zinnen via een qwerty toetsenbord in te voeren. Dit argument wordt verzwakt door het veel snellere velotype systeem, waar de verschillende toetsaanslagen lettergrepen doen invoeren in plaats van letters. Beide problemen omzeilend gaf Martin (1973) de voorkeur aan query-by-example system en waarbij de gebruiker niet gevraagd wordt om stellingen in te voeren die de computer misschien niet begrijpt. Pogingen zijn en worden gedaan om interactieve systemen, in het bijzonder commando talen, met natuurlijke taal uit te rusten (Hayes e.a., 1981).

Volgens Huckle (1981) heeft onderzoek uitgewezen dat mensen weerzin hebben tegen het gebruik van zinsconstructies die grammaticaal niet juist zijn. Maar een al te ver doorgevoerd natuurlijk taalgebruik zou ook niet goed zijn omdat de gebruiker dan het gevoel krijgt betrokken te zijn in de dialoog, waarop hij meent ook steeds prompt te moeten reageren. De gebruiker zou kunnen geloven dat de computer meer begrijpt dan hij werkelijk doet. Angst, frustratie en slechte resultaten (fouten) zouden daarvan het gevolg zijn. De computer beangstigt toch al omdat ze geen antecedente analogieën met andere objecten heeft, zoals een vliegtuig met een vogel, behalve de analogie met de mens (Turkel, 1979). Natuurlijk taalgebruik zou dit versterken.

Een computer systeem dat zich gedraagt als een mens, is als het bouwen van een vliegtuig dat vliegt door met zijn vleugels te fladderen (Shneiderman, 1980). Shneiderman stelt dat gebruikers hoe dan ook vroeg of laat zullen moeten inzien dat een computer louter en alleen een stuk gereedschap is, met niet meer intelligentie dan een houten potlood. Gebruikers zullen dan beter bereid zijn om met de computer te werken, meer tijd nemen om na te denken en beslissingen te nemen.

4.3 Toonzetting

Wanneer mens en met elkaar omgaan dan bestaat een zogenaamd verbale en non-verbale communicatie. Onder non-verbale communicatie wordt verstaan de lichaamstaal, zoals mimiek, oogopslag, gebaren, intonatie (stembuigingen: niet synoniem met toonzetting), enzovoorts. Wanneer mens en computer met elkaar communiceren, dan kan geen sprake zijn van non-verbale communicatie van de kant van de machine. Een dialoog met de computer is daarom wel eens

vergeleken met communiceren met iemand in een gesloten kamer door steeds kleine notities door het sleutelgat door te geven (Jones, 1978).

De gemoedstoestand van de gebruiker wordt onder andere bepaald door een aantal eigenschappen van de computer: bedieningsgemak, betrouwbaarheid en veiligheid (bijv. plotseling alle data kwijt raken). Ook speelt een rol in welke mate de computer zelf-instructief is: dat wil zeggen hoe vriendelijk en behulpzaam hij is. Gezien de afwezigheid van non-verbale signalen, wordt daarnaast de gemoedstoestand van de gebruiker in belangrijke mate bepaald door de toonzetting van de tekst.

De mens is zich bewust van het feit dat hij met een onpersoonlijke machine communiceert en niet met een mens, ook niet met diegene die de dialoog heeft samengesteld. Daarom moet de dialoog tussen mens en systeem gevoerd worden in een neutrale, begrijpelijke, zakelijke taal.

Wanneer een computer zou weergeven 'excellent!' op elk goed antwoord, dan gaat de gebruiker de oprechtheid ervan betwijfelen. Ook moet quasi-vriendelijkheid vermeden worden, bijvoorbeeld bij het tot stand brengen van een verbinding in de sfeer van: 'goede morgen, u bent nu verbonden met het systeem'. Dit mag in eerste instantie misschien aangenaam lijken, maar wanneer men op deze wijze voor de 500ste maal wordt begroet kan dit wel irritant worden.

Nooit mag een programmeur in de verleiding komen om humoristisch te zijn op het beeldscherm. Humor is sterk afhankelijk van de stemming van de gebruiker op dat moment. Wanneer hij de interactie niet onder controle heeft voelt hij zich voor joker staan: lachen wordt dan uitgelachen worden, hetgeen hem voorgoed afkerig kan maken van computers.

Het is belangrijk dat de computer positief en constructief is tegenover zijn gebruikers. Bewust of onbewust is de gebruiker ontevreden wanneer hem verteld wordt 'wat niet is': hij wil verteld worden 'wat wel is'. Vandaar dat het in de regel beter is om, zelfs hetgeen inhoudelijk een ontkenning is, in een positieve vorm uit te drukken (Dean, 1981). Dit probleem is altijd aan de orde bij foutmeldingen. Enkele voorbeelden zijn:

'ILLEGAL COMMAND', 'INVALID DATA'. Behoudens dat het hier om ontkenningen gaat van 'LEGAL' en 'VALID' betreft het ook zeer expressieve begrippen (power words): deze kunnen beter vermeden worden. Bovendien weet de gebruiker niet wat dan wel verwacht wordt. In plaats van een blamerende regel als 'ERROR 435 - NUMBERS ARE ILLEGAL', is het beter te stellen wat nodig is om te corrigeren, b.v. Met 'MONTHS ARE ENTERED BY NAME' (Shneiderman, 1979).

Een beloning is voor een beginner al een simpel 'O.K.'. Van een beloning is de intrinsieke waarde veel minder belangrijk dan het tijdstip waarop ze gegeven wordt. Een onmiddellijk woordje van goedkeuring kan veel effectiever zijn dan een bonus 'aan het einde van de week'. Voor de beeldschermgebruiker daalt de effectiviteit van een beloning reeds binnen 1-2 seconden na zijn correcte invoer. In de

gebruikerspsychologie wordt dit opgehangen aan Skinners bekende theorie over operante conditionering (Dwyer, 1981). Deze komt hierop neer dat constructieve berichten en bevestigingen een sneller leerproces geven. De acceptatie van het systeem door gebruikers zal daarmee ook verhoogd worden.

5 Fouten

De acceptatie van een systeem hangt in belangrijke mate af van de manier waarop het systeem reageert op fouten van de gebruiker (Faddegon e.a., 1981). Hoe kleiner de gevolgen van een fout, des te plezieriger kan het werk worden verricht en des te geringer de spanning waaronder gewerkt wordt (Baas, 1979). De mens heeft het recht fouten te maken in de dialoog (David, 1979). De systeemontwerper moet ervan uitgaan dat elke denkbare fout ook inderdaad door de gebruiker gemaakt zal worden. De computer wordt geacht geen fouten te maken. Bovendien wil de gebruiker geholpen worden bij het uitvoeren van correcties. Bij voorkeur wil hij niet wachten op de hulp van een collega: dat duurt te lang en bovendien moet hij zijn onkunde/onmacht toegeven. Daarom zal de computer zelf hulp moeten bieden.

In deze paragraaf zullen enkele aspecten genoemd worden van foutmelding, herstelmogelijkheden en fouten-preventie. Ook hier wordt niet ingegaan op fouten ten gevolge van hardware, zoals ruimtelijke nabijheid van twee toetsen.

5.1 Foutmelding

Wanneer een gebruiker een fout gemaakt heeft dan krijgt hij daarvan melding. Zoals eerder werd aangegeven, moet de toonzetting bij voorkeur positief en constructief zijn. Bovendien moet de foutmelding de gebruiker sturen in de richting van het juiste commando. Indien daaraan niet voldaan kan worden dan zou de foutmelding enige diagnostische inhoud moeten hebben: de machine legt uit wat er fout is. Minder geschikt is een vraagtekentje te laten zien of een pieptoontje te laten horen. Foutmeldingen moeten weliswaar kort, maar ook specifiek en begrijpelijk zijn. Afkortingen en coderingen zijn onjuist, omdat het niet nodig mag zijn dat de gebruiker in een handleiding gaat zoeken naar de betekenis ervan (Faddegon e.a., 1981).

5.2 Herstelmogelijkheden

Tijdens de interactie tussen gebruiker en computer is voortdurend sprake van terugkoppeling. De gebruiker kan voor zijn gevoel twee toetsen 'gelijktijdig' aanslaan of op het scherm zien dat de volgorde van twee letters verwisseld is. De door de gebruiker opgemerkte fouten moeten altijd verbeterd kunnen worden door opnieuw een

gegeven in te vullen, een gegeven te overschrijven of een stap terug te gaan in het programma. Bij het ontdekken van een fout moet het programma zo nodig onderbroken kunnen worden en op de gewenste plaats weer opgestart kunnen worden (Baas, 1979). Kortom de gebruiker zou altijd toegestaan moeten worden om zijn fout meteen te herstellen in plaats van gedwongen (aan het eind) opnieuw te beginnen. Een door de computer opgemerkte fout, kan het snelst tot herstel leiden door de computer het initiatief te laten nemen, bijvoorbeeld door nogmaals te vragen naar de ingevoerde gegevens of door de cursor te laten verspringen, zodat verkeerde gegevens kunnen worden overgeschreven. In het algemeen geldt dat van de gebruiker een minimaal aantal manipulaties gevraagd moeten worden om het systeem de gegevensverandering te laten accepteren. Wanneer een onjuiste manipulatie van de gebruiker leidt tot terugkoppeling in de vorm van een bericht dan moet de inhoud ervan aan een aantal voorwaarden voldoen. Zoals onder 'Foutmelding' werd aangegeven is het niet alleen van belang dat de gebruiker kennis neemt van wat hij fout deed, maar vooral wat hij moet doen om verder te kunnen gaan: impliciet zou de foutmelding de gebruiker in de richting van het juiste commando moeten sturen. Wanneer dit niet mogelijk is of de gebruiker is het spoor bijster geraakt, dan zou de computer de beschikking moeten hebben over 'help faciliteiten'.

5.3 Preventie

Zoals in de inleiding gesteld, heeft een mens het recht om fouten te maken. Een aantal fouten zijn onverklaarbaar en 'zonder meer' inherent aan de feilbaarheid van mensen. Deze fouten moeten geaccepteerd worden omdat ze onvermijdelijk zijn. Het merendeel van de fouten heeft wel een duidelijke oorzaak. Om fouten te voorkomen moeten de oorzaken bekend zijn. Enkele belangrijke worden hier genoemd:

- Overbelasting van de gebruiker; te groot aanbod van verschillende soorten informatie.
- Verveling; door monotonie of langdradigheid van een taak verslapt de aandacht.
- Slechte beeldschermrepresentatie en slechte dialoog; te veel op een beeldscherm, te veel bijzinnen, en dergelijke.
- Het beschikken over niet voldoende of onjuiste gegevens en instructies.
- Gebrek aan motivatie; onvoldoende inzet, bijvoorbeeld ten gevolge van de functie-inhoud of ten gevolge van een slechte verstandhouding met de baas.

Wezenlijk betreft het hier vermoeidheidsorzaken (zie par. 1).

Vermoeidheid heeft een negatieve invloed op de prestatie, onder andere doordat ze het aantal fouten doet toenemen. Het betreft niet alleen software ergonomie; geen van alle oorzaken mogen uit het oog verloren worden.

Maar liefst 20% van de fouten is toe te schrijven aan het ontwerp van programma's. Met behulp van een goede beeldschermconversatie is het aantal fouten te reduceren en zijn de gevolgen van eventuele fouten te minimaliseren.

We zouden kunnen spreken van verwijtbare fouten en vermijdbare fouten, zowel voor gebruiker als voor programmeur. Om mensvriendelijk te ontwerpen moet de programmeur ervan uitgaan dat geen enkele fout verwijtbaar is aan de gebruiker, ook niet de fouten die de gebruiker kan vermijden door extra aandacht en concentratie. Fouten van de gebruiker zijn de programmeur verwijtbaar omdat hij ze kan vermijden zonder extra inspanning van die gebruiker te vragen.

6 Responsetijd

Responstijd moet onderscheiden worden in gebruikersresponstijd en systeemresponstijd. Onder de gebruikersresponstijd wordt verstaan de tijd die de gebruiker nodig heeft om zijn invoer in te typen, vanaf de beschikbaarheid van het systeem voor input tot en met de ENTER of RETURN opdracht. De gebruikersbedenktijd begint zodra een eerste respons op het scherm verschijnt tot het moment waarop hij hierop weer reageert met input. Computersysteemresponstijd is het aantal seconden dat het duurt vanaf het moment dat de gebruiker een activiteit in gang zet (meestal door op ENTER of RETURN te drukken) tot het moment dat de computer begint met het weergeven van resultaten (Shneiderman, 1984).

De systeemresponstijd wordt bepaald door:

- de belasting van het systeem op het moment dat men er gebruik van wil maken;
- de verwerkingscapaciteit van het systeem;
- de aard, de complexiteit en de grootte van de taak;
- de verwerkings- en opslagcapaciteit van de terminal en
- de transmissie vertragingen (Cakir e.a., 1982).

Systeemresponstijd is meestal een probleem omdat het een wachttijd is. Dit probleem kan niet alleen opgelost worden door hardwarematige verbeteringen, zoals toename van de rekensnelheid. Veel meer moet de duur en verdeling van de responstijden softwarematig gestuurd worden om de belasting van de afzonderlijke gebruikers zo gering mogelijk te houden (Boucsein e.a., 1984). Voor bepaalde taken kan de systeemresponstijd echter ook te kort zijn. Dat geeft als probleem jaagspanning en fouteninductie. Gebleken is dat de reactiesnelheid van de gebruiker niet alleen door omstandigheden binnen het individu wordt bepaald (zware maaltijd), maar ook sterk wordt beïnvloed door het gedrag van het systeem.

Aan de hand van experimentele resultaten is het volgende gebleken (Shneiderman, 1984):

- In de meeste gevallen hebben kortere responstijden (< 1 sec.) een hogere productiviteit en een grotere mate van tevredenheid tot gevolg.
- Naarmate de gebruikers het tempo van het systeem overnemen kunnen zij meer fouten maken. Als deze gemakkelijk kunnen worden ontdekt en verbeterd neemt in het algemeen de productiviteit toe. Als fouten moeilijk zijn te ontdekken of hoge kosten veroorzaken kan een lager tempo nuttig zijn.
- De optimale responstijd voor een specifieke toepassing en gebruikersgroep kan bepaald worden door meting van de productiviteit, kosten als gevolg van gemaakte fouten en kosten voor de realisatie van korte responstijden. Het is belangrijk hierbij ook de subjectieve bevindingen (vermoeidheid, satisfactie) te betrekken.
- Redelijke variaties ten opzichte van de gemiddelde responstijd zijn aanvaardbaar, maar grote variaties dienen vergezeld te gaan van een informatieve melding.

7 Mens , Machine en interface

Wanneer een gebruiker en een computer met elkaar in interactie zijn, dan vinden allerlei communicatieprocessen plaats. Het abstracte raakvlak waarover die communicatieprocessen zich afspelen, wordt de interface genoemd tussen mens en machine. De interface heeft een tweeslachtige functie, namelijk enerzijds het tot stand brengen van een verbinding en anderzijds het vormen van een barrière (Stewart, 1976). De meest duidelijke functie van de interface is het met elkaar verenigen van de fysieke en psychologische kenmerken van de mens met de hardware en de software van de computer. De ontwerper probeert een 'transparante' interface te maken waarin de machine-karakteristieken passen op de attributen van de mens. De interface moet echter ook een barrièrefunctie hebben. De gebruiker heeft er weinig aan om de data flow van de computer of de taal van het programma te kennen. Tenslotte is zijn informatieverwerkingscapaciteit maar beperkt. De meest effectieve interactie vindt plaats, wanneer de gebruiker door de interface beschermd wordt tegen aspecten van het systeem, die te ingewikkeld voor hem zijn of die niet nodig zijn voor zijn taak.

De interface zoals die zich voordoet tussen mens en machine betreft hard- en software. Door het goedkoop worden van hardware worden bepaalde problemen nu niet meer door een extra programma opgelost, maar door de aanschaf van meer hardware. Ook functie-toetsen lossen software problemen op. De software-ergonomische aspecten van de computer zijn in dit hoofdstuk samengebracht met enige informatie-theoretische kennis over de mens en de vermoeidheidsorzaken van de mens in de beeldscherm-praktijk. De mens is

een communicatief en informatieverwerkend systeem. De vraag die relevant is: hoe groot zijn de menselijke capaciteiten in deze?

De mens is in vergelijking met harde communicatielijnen een slecht communicatiekanaal. Zijn 'ontvangstcapaciteit' loopt snel tegen een maximumwaarde aan, die laag is. Zijn verbale 'zendcapaciteit' is eveneens beperkt en laag. Aangenomen dat de spreeknelheid gemiddeld ongeveer 150 woorden per minuut bedraagt, en dat de geschatte informatieve waarde van een eenlettergrepig woord 10 bits bevat, dan kan de mens over een 'voice' communicatiekanaal ongeveer 25 bits per seconde zenden. De huidige glasvezelkabels hebben een kanaalcapaciteit van meer dan 500.000.000 bits (565 Mb). Informatietheoretici hebben ook berekend hoeveel het menselijk brein in een partij tennis of bij het pianospelen verwerkt. Dit zou meer dan 200 bits gedurende tientallen minuten kunnen bedragen. Met de binaire keuze generator, een speciaal ontwikkeld instrument, waarmee informatie per tijdseenheid gedoseerd kan worden, werd vastgesteld dat gemotiveerde proefpersonen in de leeftijd van 20 tot 25 jaar rond de 70 tot 80 binaire keuzen per minuut haalden (Kalsbeek, 1967). Hoe de berekening bij sport en spel tot stand kwam is niet duidelijk, maar ook weinig relevant. Het was voor de hand liggend en aantrekkelijk voor psychologen om aansluitend aan de mathematische theorie van communicatie (Shannon, 1948) dezelfde taal te spreken over mensen. Een grote mate van exactheid werd gesuggereerd door meetinstrumenten als de binaire keuzegenerator. Hoe elegant de vondst ook was, zij heeft noch haar tijd overleefd, noch het laboratorium verlaten. Het een-kanaal-model bleek te simplistisch.

De mens beschikt over een adaptatie vermogen en leert door ervaring de meest efficiënte strategie te kiezen. Motiverende elementen spelen een rol en er is een wisselende 'hoeveelheid' emotionele belasting aanwezig. Deze aspecten hadden geen plaats in de theorie en waren niet te meten. Slechts de capaciteit van verschillende functionele systemen in het zenuwstelsel is te duiden in informatie theoretische termen (signaal/ruis verhouding).

Opvallend is de bewuste en onbewuste hiërarchie in kanaalcapaciteit (Kalsbeek, 1983). Zo kan kiespijn de totale capaciteit van bewuste informatieverwerking in beslag nemen (het luisteren naar een concert wordt onmogelijk).

Door de ongrijpbaarheid van alle factoren die invloed hebben op mentale belasting, is de dosis niet in maat en getal uit te drukken. Omdat een toereikende dosis-effect relatie niet mogelijk is, is het evenmin mogelijk om bij beeldschermwerk te komen tot een maat voor de mentale belastbaarheid of de grenzen van vermoeibaarheid. De praktijk zal de normen moeten leren. Het voorafgaande betekent dat weinig wetenschappelijk materiaal voorhanden is om software ontwikkelaars voor te houden over de grenzen van menselijke informatiebelastbaarheid.

Software ontwikkelaars bepalen voor grote groepen mensen de taakstelling, de informatielast en het arbeidsplezier. Wil er sprake zijn van primaire preventie van ongezondheid en onwelzijn, dan moeten

werk en werkomstandigheden zodanig aangepast zijn aan de mens dat hierin geen gezondheidsbedreigingen meer voorkomen, ook niet door mentale overbelasting.

8 Literatuur

- Bergman, H., A. Brinkman en H. S. Koelega, *System respons time and problem solving behavior*, Proceedings of the Human Factors Society - 25th annual meeting - Rochester, New York, 12-16 oktober 1981.
- Baas, R., *Beeldschermconversatie*, Mstudeerverslag (Industrieel Ontwerpen) T.H. Delft: resultaten van onderzoek bij Hoogovens met financiële steun van het 'Fonds Ergonomisch Onderzoek' van de EGKS, projectnr. 7245-13-6-066, IJmuiden, juni 1979.
- Bailey, J. E. and S. W. Pearson, Development of a tool for measuring and analysing computer user satisfaction, *Management Science* 29(5), 1983, blz. 530-545.
- Beeldschermconversatie. 3. *Aanbevelingen voor het ontwikkelen van beeldschermconversatie*. Met financiële ondersteuning van de EGKS, projectnr. 7245-13-06-66, Hoogovens RV., IJmuiden, juni 1982.
- Beeldscherm-ergonomie: *Beeldschermwerk, Ergonomische achtergronden*, Aanbevelingen (BEA-lijst), Ned. Ver. voor Ergonomie, Amsterdam, 1985.
- Bevan, N., Is there an optimum speed for presenting text on a VDU? *Int. J., Man-Machine Studies* 14, 1981, blz. 59-76.
- Boucsien, W., S. Greif en J. Wittekamp, Systemresponsezeiten als Belastungsfaktor bei Bildschirm-DialOgtatigkeiten, *Zeitschr. fur Arbeitswissenschaft* 38 (10 NF), 1984/2, blz. 113-122.
- Burger, G. C. E., (ed.) *Arbeids- en Bedrijfsgeneeskunde*, Stenfort Kroese, Leiden, 1974.
- Cakir, A., D. J. Hart en T. F. M. Stewart, *Visual Display Terminals*, John Wiley & Sons, (Reprint) augustus 1982.
- Cakir, A., Tagesgesprach: Ergonomie bei der Informationsverarbeitung, *Management-Zeitschrift* io 51 Nr. 9, 1982, blz. 333-336.
- David, R., 'Humanisering' dialoog met computer vraagt steeds meer aandacht, *IBM Document. DP Monitor* 4, 20, oktober 1979, blz. 3-6.
- Dean, M., *Using experimental psychology in technical writing*, IBM Document, TR 03.133, Santa Teresa Laboratory, San Jose, California, maart 1981.
- Doherty, W. J. en R. P. Kelisky, Managing VM/CMS systems for user effectiveness, *IBM Systems Journal* 18 (1), 1977, blz. 143-163.

- Dwyer, R, Programming for users: a bit of psychology, *Computers and People* 30, 1-2, 1981, blz. 11-14 and 26.
- Embley, D. W. en G. Nagy, Behavioral aspects of text editors, *Computing Surveys* 13(1), 1981, blz. 33-70.
- Engel, S. E. en R. E. Granda, *Guidelines for man/display interfaces*, IBM Document, TR 00.2720, Poughkeepsie Laboratory, december 1975.
- Engel, S. E., *Humanfactors metrics to quantify the user/computer interface*, IBM Documentation, ITIRC 79A003012, Poughkeepsie Laboratory, 1979.
- Faddegon, J., P. G. M. Maathuis en A. G. M. Vrans, Aanbevelingen voor het ontwerp van mens-machine dialogen, *Informatie* 23, 1981b, blz. 476-82.
- Frese, M. (hrsg.) SteB im Buro, *Schriften zur Arbeitspsychologie*, Nr. 34, Verlag: Hans Huber, 1981.
- Grossberg, M., R. A. Wiesen en D. B. Yntema, An experiment on problem solving with delayed computer responses, *IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics*, maart 1976, blz. 219-223.
- Hayes, P., E. Ball en R. Reddy, Breaking the man-machine communication barrier, *IEEE Computer*, maart 1981, blz. 19-30.
- Heffler, M. J., *A human-computer interface that provides access to a diverse user community*, Proceedings of the 14th Hawaii International Conference on System Sciences, Vol. 2, 1982, blz.601-610.
- Howell, W. c., en I. R. Goldstein, (eds.), *Engineering Psychology: current perspectives in research*. Century psychology series, 1971,9 'The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information', by G. A. Miller. 13 'What is information measurement?', bij G. A. Miller, 50 'Adjusting to overloads of information', by J. G. Miller.
- Huckle, B., *The man-machine interface: guidelines for the design of the end-user/system conversation*, Savant Research Studies, Carnforth, 1981.
- IBM Usability (Panel Design). Developed by the PPDC Sindelfingen, supported by the PPD Human Factors Software Competence Center (HFCC) Rome, First Edition, januari 1984.
- Jones, P. F., Four principles of man-computer dialogue, *Computer-aided Design* 10(3), 1978, blz. 197-202.
- Kalsbeek, J. W. H., *Men tale Belasting*, Proefschrift Amsterdam, 1967, Van Gorkum, Assen, 1967.
- Kalsbeek, J. W. H., *Kijk op Mentale Belasting*, Kluwer, Deventer 1983.
- Kamphuis, A., Mentale belasting in een codeertaak, *Tijdschrift voor Ergonomie* 10(1), 1985, blz. 2-14.
- Karasek Jr., R. A., Job demands, job decision latitude, and mental strain: implications for job redesign, *Administrative Science Quarterly*, Vol. 24, juni 1979, blz. 285-308.

- Lambert, G. N., A comparative study of system response time on program developer productivity, *IBM Systems Journal* 23(1), 1984, blz. 36-43.
- Leebeek, H. J., *Met het Dog op Beeldschermen*, Rapportnr. IZF 1980-20, TNO Instituut voor Zintuigfysiologie, 1980.
- Leopold, F. F., Ergonomie van de visuele perceptie in het vrije veld, in huis en in het laboratorium, *Tijdschrift voor Sociale Gezondheidszorg* 63(5), 1985, blz. 214-217.
- Martin, J., *Design of Man-Computer Dialogues*, Prentice-Hall Inc, Englewood Cliffs, 1973.
- Merwe, K. J. van de, *Een ander beeld van het scherm*, IBM Nederland N.V. Tweede en gewijzigde druk, Amsterdam 1981.
- Mehlmann, M., *When People Use Computers*, An approach to developing an interface, Prentice Hall, 1981.
- Miller, L. H., *A study in man-machine interaction*, Proceedings of the National Computer Conference, Vol. 46, AFIPS Press, Reston, Va., 1977, blz. 409-421.
- Miller, R. B., *Repons time in man-computer conversational transactions*, Proceedings of the Spring Joint Computer Conference, Vol. 33, AFIPS Press, Reston, Va., 1968, blz. 267-277.
- Mulder, G., *Mentale inspanning en mentale belasting*, TNO-project 9, 1977, blz. 306-313.
- Nooteboom, S. G., *Mens en machine praten nog langs elkaar heen*, TNO-project 12, 1983, blz. 413-16.
- Overduin, B., *Wetenschappelijke Teksten Opstellen*, Vergouwen Trainingen BV, Amstelveen, februari 1983.
- Padmos, P., F. D. Pot, J. J. Vos en E. C. de Vries-de Mol, *Gezondheid en Welbevinden bij het Werken met Beeldschermen*, 1. Verslag van een Vooronderzoek. In opdracht van het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid; verricht door het Instituut voor Zintuigfysiologie TNO en het N.I.P.G. TNO, 1985.
- Patrick, R. L., *Application Design Handboek for Distributed Systems*, Van Nos Reinhold, 1980. Scholtens, S., *Samenhang tussen het gebruik van beeldscherm en de uitvoering van de taak*, afdeling Ergonomie, Nieuwbouw, Hoogovens B.V., IJmuiden, november 1977.
- Segal, B. Z., *Effects of method of error interruption on student performance at interactive terminals*, University of Illinois Department of Computer Science Technical Report UIUCDCS-R-75-727, mei 1975.
- Shannon, C. E., *A mathematical theory of communication*, The Bell Syst. Techn. J. 27, 1948, blz. 379-423, blz. 623-656.
- Shneiderman, B. en R. Mayer, Syntactic/semantic interactions in programmer behaviour: a model and experimental results, *International Journal of Computer and Information Sciences* 8(3), 1979, blz. 219-238.

- Shneiderman, B., Human factors experiments in designing interactive systems, *Computer* 12(12), 1979, blz. 9-19.
- Shneiderman, B., *Software Psychology*, Human Factors in Computer & Information Systems, Little, 1980.
- Shneiderman, B., *Natural vs. precise concise languages for human operation of computers: research issues and experimental approaches*, Proceedings of the 18th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics Philadelphia, PA juni 19-22, 1980, blz. 139-141.
- Shneiderman, B., The future of interactive systems and the emergence of direct manipulation, *Behaviour and Information Technology*(3), 1982, blz. 237-256.
- Shneiderman, B., *Human factors of interactive software*, In: Blaser, A. and Zoeppritz, M. (eds.) Enduser Systems and their Human Factors. Proceedings of the Germany Scientific Center, Heidelberg-15th Anniversary Symposium, Springer, 1983.
- Shneiderman, B., Response time and display rate in human performance with computers, *Computing Surveys* 16 (3), 1984, blz. 265-285.
- Smith, H. T. en T. R. G. Green, (eds.) *Human Interaction With Computers*, Academic Press, 1980.
- Sol-van Berlo, M. A. J., *Catecholaminen en Gevoelstoestand bij Mentale Belasting*, Onderzoek in het kader van de 2e cursus Bedrijfsgezondheidszorg 1983-1986, COR.VU. Amsterdam, voorjaar 1986.
- Stewart, T. F. M., Displays and the software interface, *Applied Ergonomics* 7(3), 1976, blz. 137-146.
- Sturmans, F., M. C. J. M. van Dongen en G. A. Zielhuis, *Naar een Gezonde Werkomgeving*, Dekker & van de Vegt, Nijmegen, 1982.
- Turkel, S., Computers as Rorschach: *subjectivity and social responsibility*, Paper presented at VC Irvine Conference on Social Issues and Impacts of Computing, Lake Arrowhead, California, 1979.
- Turner, J. A. en R. A. Karasek, jr., Software ergonomics: effects of computer application design parameters on operator task performance and health. *Ergonomics* 27(6), 1984, blz. 663-690.
- Vreeland, J. J., *What to look for when you review programming document for product usability*, IBM Document, TR 03.124, Santa Teresa Laboratory, San Jose, California, December 1980.
- Werken met Beeldschermen. Voorlichtingsblad. Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Voorburg, 1987.