

Beeldscherm informatie voor en door proces-operators : een ontwerpprocedure gebaseerd op gebruikersparticipatie

Citation for published version (APA):

Schaaf, van der, T. W. (1990). Beeldscherm informatie voor en door proces-operators : een ontwerpprocedure gebaseerd op gebruikersparticipatie. In *Mens-computer interactie in Nederland / F.R.H. Zijlstra en A.G. Arnold (red.)*

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1990

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

BEELDSCHERMINFORMATIE
VOOR EN DOOR PROCES-OPERATORS:

een ontwerpprocedure gebaseerd op gebruikersparticipatie

T.W. van der Schaaf
Technische Universiteit Eindhoven

Samenvatting

In de meet- en regelkamers van de (chemische) procesindustrie verschijnen steeds meer beeldschermen als interface tussen operator en proces.

Na een bespreking van de ingrijpende gevolgen hiervan voor de operatortaak komt als hoofdprobleem het gebrek aan overzicht over grote hoeveelheden procesinformatie naar voren. In onze interpretatie is de oorzaak hiervan een structurele "mismatch" tussen het mentale procesmodel van de operator en dat van de ontwerper van beeldscherminformatie.

Een (her-) ontwerpprocedure, gebaseerd op gebruikersparticipatie, wordt gepresenteerd en vervolgens geïllustreerd aan de hand van een tweetal recente toepassingen in de praktijk.

Uit de evaluatieresultaten blijkt dat de voorgestelde procedure voldoet: de intensieve gebruikersparticipatie levert een betere informatiepresentatie op, die ook als zodanig door de operators geaccepteerd wordt.

Inleiding

Sinds het einde van de zeventiger jaren is er in de Nederlandse chemische procesindustrie volop geautomatiseerd. De invoering van procescomputers ging meestal gepaard met de komst van beeldscherm-interfaces in de centrale meet- en regelkamers. De traditionele wijze van bewaking en besturing van het proces via zogenaamde paneelinstrumentatie aan de wanden werd zodoende geheel of gedeeltelijk vervangen door het werken met (semi-)grafische schermen verbonden met toetsenborden.

De taak van de operator in de meet- en regelkamer is door deze verandering van interface ingrijpend veranderd.

Paneel- versus beeldscherminstrumentatie

Bij paneelinstrumentatie had de operator permanent de beschikking over het totale informatie-aanbod. Via zijn eigen zoekstrategie kon hij een gedeelte selecteren om de procestoestand te kunnen volgen en interpreteren. Dankzij de vaste locatie van ieder informatiepunt kan hij in parallele informatiestromen vaak snel een patroon herkennen. Bovendien bleef bij gedetailleerde bestudering van een klein gedeelte van alle aanwezige informatie de plaats daarvan binnen het totale proces behouden. De ruimtelijke spreiding maakte het tevens mogelijk om onafhankelijk van andere operators verschillende gedeelten van het paneel te bestuderen óf juist met meerdere collega's samen informatie over een procesonderdeel te bekijken en te bespreken.

Bij presentatie via een beperkt aantal beeldschermen moet de operator achtereenvolgens over het ene na het andere procesonderdeel de informatie zelf oproepen. Hiervan moet hij slechts het relevante gedeelte onthouden en dit alles tenslotte proberen te integreren om een interpretatie mogelijk te maken. De groepering van informatie over verschillende regelkringen en het detailniveau daarvan zijn van te voren reeds bijna volledig vastgelegd door een relatieve "buitenstaander": de software-ontwerper heeft dit alles samen met de procestechnische staf immers meestal bepaald op basis van bedradingsschema's en technisch-theoretische proceskennis. Tenslotte bemoeilijkt de concentratie van al deze potentieel aanwezige informatie binnen enkele beeldschermen het overleg met collega's.

Zelfs is de toegankelijkheid van een beeldscherm door de drukte overdag niet altijd gewaarborgd.

Kortom, operators kunnen waarschijnlijk via paneelinstrumentatie dankzij patroonherkenning gemakkelijker een overzicht van de procestoestand opbouwen en behouden dan via beeldschermen. Tevens kan bij paneelinstrumentatie het zoekpatroon flexibeler aangepast worden aan wisselende procescondities en individuele voorkeuren qua groepering, volgorde en detailniveau.

Inventarisatie operatorklachten

Om onder andere bovenstaande verwachtingen te toetsen in de praktijk is in tot nu toe drie verschillende meet- en regelkamers (van bedrijf A, B en C) een uitgebreide schriftelijke enquête onder de operators gehouden (Van der Schaaf & Kragt, 1986). In alle gevallen hadden de respondenten jarenlange ervaring met zowel paneel- als beeldscherminterfaces voor hetzelfde proces. Als voorbeeld is in tabel 1 het resultaat van één van die vragen weergegeven: het betreft hier één van de meest cruciale vragen uit de enquête, namelijk een beoordeling van de overzichtelijkheid van (hetzelfde stuk) procesinformatie onder verschillende storingscondities (variërend van relatief kleine storingen tot ernstige, maar toch nog reële situaties).

Tabel 1: Overzichtelijkheid van procesinformatie onder verschillende storingscondities, beoordeeld door operators van 3 verschillende chemische procesindustrieën (A, B en C), voor zowel paneelinstrumentatie als beeldscherminstrumentatie.

	paneel			beeldschermen		
	A	B	C	A	B	C
één kleine storing	7.4	6.9	8.1	7.4	7.5	6.9
één grote storing	6.9	6.9	8.0	6.8	6.3	5.8
meerdere grote storingen	6.6	6.4	7.5	5.8	5.1	4.3

N.B.: De getoonde gemiddelden op een tienpuntsschaal moeten gezien worden als "rapportcijfers", zodat het dikomlijnde gedeelte situaties aangeeft die "onvoldoende" zijn qua interface!

Uit tabel 1 (en uit andere, soortgelijke vragen) blijkt duidelijk dat met het verergeren van de storingssituatie in alle drie bedrijven de waardering van het paneelinterface relatief constant blijft. De beeldscherm presentatie wordt dan echter al snel als "matig" tot "onvoldoende" qua overzichtelijkheid beoordeeld.

Tevens bleek uit de enquêtes dat groepering, detailniveau en weergave van beeldscherm informatie een belangrijke rol speelden in de waardering door de operators. Vooral de zogenaamde "graphics" (stukjes processchema met daarin dynamische meetwaarden) kregen veel kritiek, alhoewel men een nuttige toepassing hiervan (na herontwerp) zeker mogelijk en wenselijk achtte.

Interface mismatch

Samenvattend blijkt dus dat operators vaak geconfronteerd worden met een onoverzichtelijke wijze van informatiepresentatie op beeldscherm. Efficiënt werken wordt hierdoor bemoeilijkt en de kans op kostbare fouten neemt vooral tijdens storingssituaties toe.

Een cognitieve interpretatie van bovenstaande problematiek houdt in, dat de werkelijke informatiebehoefte van de operator blijkbaar niet is opgenomen in de bestaande (ad-hoc) ontwerpmethodes voor informatie op beeldscherm.

Met andere woorden, hier is sprake van een ernstige "interface mismatch": het mentale procesmodel van de ontwerper verschilt teveel van dat van de gebruiker, de operator (Wickens, 1984).

Zowel de groepering van stukken informatie, als het getoonde detailniveau en de wijze van presentatie zijn vaak gebaseerd op een idee (van de ontwerper) van de operatortaaik dat niet met de werkelijkheid overeenkomt.

(Her-)ontwerpprocedure voor beeldscherm informatie

Een mogelijke oplossing voor dit probleem bestaat uit de systematische integratie van de informatiebehoefte van de operator in het ontwerpproces (zie figuur 1).

ONTWERPPROCEDURE VOOR BEELDSCHERMINFORMATIE			
	Doel	Methode	Resultaat
Stap 1	<ul style="list-style-type: none"> . functionele indeling (gebruikersindeling van de relaties tussen de procesdelen) 	<ul style="list-style-type: none"> . gestructureerde discussies binnen de ploegen . "concensus seeking" tussen de ploegen 	<ul style="list-style-type: none"> . beschrijving van het totale proces, bestaande uit een aantal hoofdgroepen die weer bestaan uit subgroepen . optimale "bladervolgorde" tussen hoofd- en subgroepen
Stap 2	<ul style="list-style-type: none"> . procesinformatie die nodig is voor overzicht: <ul style="list-style-type: none"> - numerieke informatie - grafische (niet-numerieke) informatie 	<ul style="list-style-type: none"> . wenselijkheidsscores door operators en procesengineer . vragenlijst voor operators m.b.t. layout, kleurcodering, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> . relatieve noodzakelijkheid van de verschillende soorten dynamische informatie en hun gewenste nauwkeurigheid, + richtlijnen . specificaties voor het grafisch weergeven van structurele informatie (processchema's), + richtlijnen
Stap 3	<ul style="list-style-type: none"> . integratie van de resultaten van stap 1 en 2 en van richtlijnen uit de literatuur 	<ul style="list-style-type: none"> . richtlijnen van stap 2 en uit de literatuur 	<ul style="list-style-type: none"> . voorstel voor beeldschermplaatjes en de configuratie daarvan op het process-control systeem
Stap 4	<ul style="list-style-type: none"> . evaluatie, na een minimale gewenningsperiode met het voorlopig ontwerp 	<ul style="list-style-type: none"> . vragenlijst voor operators . prestatietests door de operators op de oude en de voorgestelde displays (zoek-, vergelijk- en interpretatietaak) 	<ul style="list-style-type: none"> . definitieve versie van de beeldschermplaatjes

Figuur 1. Een verkorte weergave van de algemene ontwerpprocedure (Van der Schaaf, 1987).

Deze algemene ontwerpprocedure wordt voor iedere meet- en regelkamer apart toegepast op een steekproef van reeds bestaande of nog te ontwerpen "graphics" voor procesbesturing. Op basis van deze resultaten wordt de procedure dan tot een kortere en eenvoudiger ontwerphandleiding toegespitst, welke vervolgens door de desbetreffende meetkameroperators zelf gebruikt kan worden voor het (her)ontwerp van de overige graphics.

In grote lijnen richt de algemene ontwerpprocedure zich op de volgende vragen:

stap 1: Hoe zien de operators het proces: welke hoofd- en deelcomponenten onderscheiden zij en welke relaties bestaan daartussen.

stap 2: Welke informatie uit het proces is echt noodzakelijk voor een goed overzicht; hoe nauwkeurig moet deze zijn en hoe moet dit worden weergegeven op het beeldscherm.

stap 3: Hoe moeten de resultaten van stap 1 en 2 geïntegreerd worden tot een werkend prototype.

stap 4: Hoe beoordelen de operators het (her)ontworpen graphic in vergelijking met de oude situatie; hoe presteren ze op een aantal karakteristieke interface-interactietaken met behulp van het oude versus het nieuwe interface-ontwerp.

In een tweetal recente case-studies zullen de ontwerpprocedure en de verkregen resultaten geïllustreerd worden.

In beide cases ging het om het herontwerp van bestaande, onoverzichtelijke procesinformatie op beeldscherm. Deze veldstudies vonden plaats in meet- en regelkamers van verschillende bedrijven met verschillende chemische processen die echter bestuurd werden met behulp van identieke process-control apparatuur.

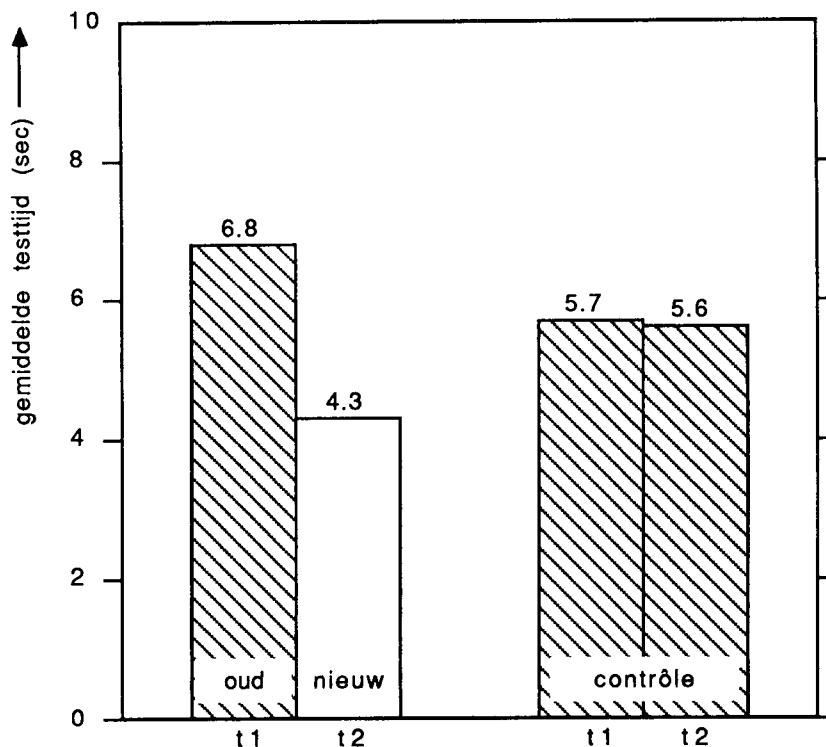
Toepassing in bedrijf I

In dit bedrijf wordt de bestaande paneelinstrumentatie zeer geleidelijk vervangen door beeldscherminterfaces. De operators gebruikten hiervan vrijwel uitsluitend de graphics, die alle zonder inschakeling van de operators ontworpen waren. Uit deze set van oorspronkelijke graphics werd een viertal representatieve voorbeelden gekozen om er de uitgebreide algemene ontwerpprocedure op toe te passen (Bijnen, 1987).

- Stap 1 (zie figuur 1) leverde een gebruikersindeling van het proces op die op enkele punten principieel afweek van die van de interface-ontwerper.
- In stap 2 bleek nogal wat numerieke informatie eigenlijk overbodig voor een goed overzicht van de processtatus, zodat een flinke reductie van getoonde dynamische meetwaardes mogelijk was.
- Alle operators prefereerden de in stap 3 voorgestelde scheiding in het graphic van grafische (= structurele) en numerieke (= dynamische) procesinformatie.
- De evaluatiefase in stap 4 leverde de volgende drie soorten informatie op:
 - 1) Objectieve inventarisatie van de graphics-ontwerpen: het aantal bochten en kruisende lijnen, en de totale lijnlengte van het grafische gedeelte bijvoorbeeld werd in de nieuwe ontwerpen drastisch gereduceerd. Deze abstractere en eenvoudiger processchema's bleken veel overzichtelijker dan de oorspronkelijke "realistische" afbeeldingen.
 - 2) Subjectieve evaluatie: 77% van de meetkameroperators had een (grote) voorkeur voor het prototype van het nieuwe ontwerp vergeleken met het oude graphic.

Na verwerking van een beperkt aantal kanttekeningen van operators in het definitieve herontwerp steeg dit percentage tot honderd.
 - 3) Prestatie tests: 28 meetkameroperators voerden een vijftal verschillende interactieve beeldschermtaken uit met zowel het oude graphic als het prototype van het herontwerp.

Alhoewel de gewenningsperiode voor de prototypes slechts enkele dagen bedroeg, presteerde men hiermee toch duidelijk beter dan met de oorspronkelijke graphics, waar men al drie jaar mee gewerkt had (zie figuur 2).



Figuur 2: Resultaten prestatietests met 28 operators van bedrijf I.

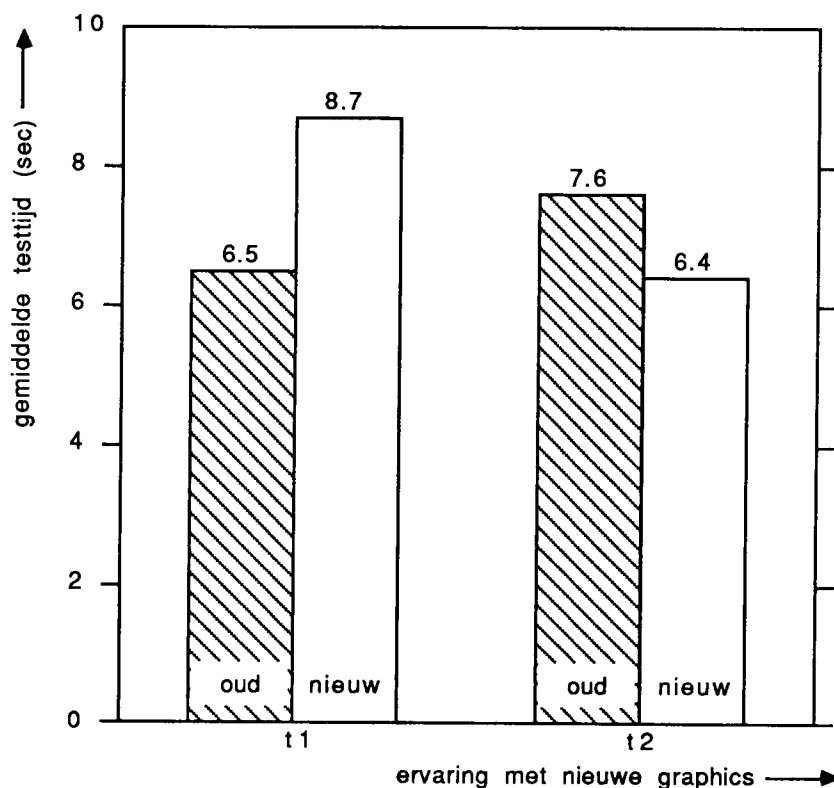
("oud"= originele graphics; "nieuw"= herontworpen versies van diezelfde originele graphics; "contrôle"= contrôle groep van niet-herontworpen originele graphics; t1 = vóór de invoering van de nieuwe graphics; t2 = na enkele dagen ervaring met de nieuwe graphics.)

Toepassing in bedrijf II

Ook in bedrijf II vinden we paneel- en beeldscherminstrumentatie in één meet- en regelkamer. De beginsituatie, de gevolgde aanpak en de belangrijkste resultaten waren vrijwel identiek aan de vorige case, met een aantal belangrijke uitzonderingen (Schroeder, 1988):

- In bedrijf II bleek een reductie van de getoonde numerieke informatie onmogelijk: het prototype week dus slechts in de weergave van de informatie af van het oorspronkelijke graphic!
- De prestatietests werden op een andere manier georganiseerd om zodoende het proces van gewenning aan de herontwerpen nauwkeuriger te kunnen volgen. Bij de eerste serie tests (zie figuur 3) werden operators geconfronteerd met prototypes waarmee ze nog geen enkele ervaring hadden kunnen opdoen.

Zoals verwacht presteerden ze hiermee slechter dan met hun vertrouwde graphics. Na slechts enkele dagen ervaring met de prototypes is dit beeld echter al omgedraaid.



Figuur 3: Resultaten prestatietests met 13 operators van bedrijf II (t1= nog geen ervaring met de nieuwe graphics; t2= enkele dagen ervaring met de nieuwe graphics; zie ook Figuur 2).

Conclusies

De ontwerpprocedure blijkt in de praktijk te voldoen: de intensieve gebruikersparticipatie levert betere graphics op, die ook als zodanig door de operators geaccepteerd worden.

De ontwerphandleiding, waarmee operators zelf de overige of toekomstige graphics kunnen ontwerpen, functioneert in bedrijf I al een paar jaar naar tevredenheid, maar moet nog formeel geëvalueerd worden. In bedrijf II zal de handleiding binnenkort geformuleerd worden waarna deze in werking kan treden.

Referenties

- Bijnen, A.A.J.M., 1987. Informatiepresentatie op beeldschermen in een meet- en regelkamer: afstudeerverslag. Technische Universiteit Eindhoven. Rapport T&A, Ergonomie, nr. 7.
- Schaaf, T.W. van der en Kragt, H., 1986. Vragenlijst Ergonomische Inventarisatie Meet- en Regelkamers. Technische Universiteit Eindhoven.
- Schaaf, T.W. van der, 1987. Een ontwerpprocedure voor beeldscherminformatie in de procesindustrie. In: Proceedings NOBO Onderzoeksdag Bedrijfskunde, Groningen, 161-170.
- Schroeder, H.J.G., 1988. Herontwerp van beeldscherminformatie voor operators in de procesindustrie. Afstudeerverslag, deel I. Technische Unviersiteit Eindhoven.
- Wickens, C.D., 1984. Engineering psychology and human performance. Merrill Publishing Company, Columbus, Ohio, USA.

Auteursgegevens

Drs. T.W. van der Schaaf

Universitair docent, Technische Universiteit Eindhoven,

Vakgroep Technologie en Arbeid, Sectie Ergonomie

Postbus 513, 5600 MB Eindhoven

Telefoon 040-474380, b.g.g. 472493