

1476

Datorstött mänskligt arbete

MDA-PROJEKT NR 2

Många former av modernt arbete kan beskrivas som en fråga om styrning av dynamiska system. Hit hör inte bara det som traditionellt menas med processtyrning, såsom operatörsarbete i moderna fabriker, utan också mycket av arbetet inom sjukvården, t ex intensivvård som vi studerat i detta projekt. Men också många former av administrativt arbete kan ses som en fråga om styrning, speciellt i och med den tilltagande datoriseringen.

Detta MDA-projekt har därför inriktats på datorernas roll vid mänsklig styrning av dynamiska system och på hur datorstödet bäst skall utformas vid sådant arbete. Vi har också intresserat oss för de problem som uppstår när datorsystemen är olämpligt utformade. Vi menar att vi här har identifierat en ny form av arbetsmiljöproblem, som vi har kallat kognitiva arbetsmiljöproblem. Vi kallar dem så, därför att de är problem som har med kunskap att göra. När ett datorsystem är olämpligt utformat hindrar det användaren i arbetet. Det gör arbetet ogenomskinligt, genom att uppmärksamheten måste koncentreras på datorsystemet i stället för på själva arbetsuppgiften, och det medför att användaren inte får den kunskap och information som han eller hon behöver. Detta kan lätt skapa uppgivenhet och hjälplöshet inför tekniken.

Projektet har bedrivits i tre olika delprojekt. Det första av dessa har gällt metoder för verksamhetsanalys, det andra principer för gränssnittsutformning, medan det tredje har inriktats på olika kognitiva aspekter på processtyrning. Den ursprungliga avsikten var, att projektet skulle hållas ihop genom ett gemensamt problemområde, nämligen ett planerat beslutshjälpmedel för brännskadeintensivvård, som skulle stödja beslut om olika åtgärder för att påverka patientens vätskebalans. Så blev emellertid inte fallet. Det tog längre tid att utveckla det simuleringssystem som skulle ligga till grund för beslutshjälpmedlet än vad som beräknats. Till följd av detta blev den slutliga planerade integrationen av de tre delprojekten inte möjlig.

KOGNITIVA ARBETSMILJÖPROBLEM, VERKSAMHETSUTVECKLING OCH MÄNNISKA-DATOR GRÄNSSNITT

Kognitiv arbetsmiljö

Inom många olika verksamheter ifrågasätter man idag lönsamheten i de investeringar som görs i

datorstöd. I många projekt, där man lagt ner mycket arbete och stora pengar på att utveckla datorstöd, har man inte alls uppnått de effekter man förväntat sig. I vårt forskningsarbete har vi haft som mål att förbättra kunskaperna om problem med att utveckla effektiva datorsystem, samt att komplettera dagens metoder och tekniker för systemutveckling med sådana delar som förbättrar situationen. Detta gäller främst sådana problem som rör den *kognitiva arbetsmiljön*.

Vad är kognitiva arbetsmiljöproblem?

Kognitiv kommer av kognition som inom psykologin betecknar funktioner hos vårt intellekt t ex minne, beslutsfattande och problemlösning. Kognitiva problem uppstår när egenskaper i arbetssituationen innebär hinder för ett naturligt och effektivt sätt att utföra beslutsfattande eller problemlösning. Detta kan ha sin grund i dålig arbetsorganisation eller i brister hos informationssystemet. En dåligt anpassad arbetsorganisation kan göra att man inte överblickar skeendet eller inte har möjlighet eller

befogenhet att utföra arbetet på ett önskat sätt. Målkonflikter eller oklara mål, bristande information om processers eller skeendens tillstånd, otillräckliga påverkansmöjligheter kan ha förödande konsekvenser för den som arbetar i en dynamisk miljö. Möjligheterna till förståelse, påverkan och styrning minskar, man ställs inför en omöjlig uppgift som kan leda till uppgivenhet, negativ stress och – på sikt – inlärd hjälplöshet.

Ett informationssystem kan således genom sin utformning skapa informationsbrist hos användaren. Även om informationen faktiskt finns i ett system så kan den vara så svår, omständlig eller tidskrävande att få fram, att man hellre avstår från att utnyttja den. Just brister i utformningen av den del av ett datasystem som användaren uppfattar, det s k människa-dator gränssnittet, har visat sig vara en källa till kognitiva arbetsmiljöproblem.

Vår hypotes är att sådana kognitiva arbetsmiljöproblem är en viktig och vanlig orsak till olika slags stress i moderna administrativa och högteknologiska system vid sidan av de mer välbelagda källorna till stress som t ex uppdrivet arbetstempo och enahanda arbete. Tidigare forskning, samt erfarenheter bl a från Statshälsan, har visat att effekter av det som vi här kallar kognitiva arbetsmiljöproblem också kan leda till direkta hälsoproblem, t ex belastningsskador.

Modeller av människa-datorsystem

I vårt projektarbete har vi använt oss av ett systemanalytiskt arbetssätt. Vårt överordnade mål är att utveckla metoder som ger oss möjligheter att konstruera bättre gränssnitt för datoriserade informationssystem i arbetslivet. Med bättre menar vi bl a att gränssnitten minimerar kognitiva arbetsmiljöproblem samt att de leder till effektivitet i arbetsuppgifterna. För att uppnå målet behöver vi en *modell* som beskriver de för vårt mål viktiga aspekterna på ett människa-datorsystem. Modellen kan sedan användas som en grund för de metoder vi utvecklar för gränssnittsdesign och gränssnittskonstruktion. Underlag för formuleringen av modellhypoteser har varit litteraturstudier och ett antal *fältstudier*, vilka beskriver viktiga aspekter på informationsanvändning i olika slags arbetssituationer. För att verifiera vissa modellhypoteser har vi sedan genomfört kontrollerade *experiment*. Det ska understrykas att vårt primära forskningsmål i detta avseende alltså *inte* är att ta fram fullständigt validerade modeller om människa-datorsystem, utan att utveckla sådana beskrivnings-, analys- och designmetoder som kan resultera i signifikant förbättrade gränssnitt. Där så är nödvändigt och praktiskt genomförbart skall hypoteserna valideras på ett mer grundligt sätt.

Fältstudier

Ett bra användargränssnitt bör kännas självklart att arbeta med. En person som använder datorn som ett dagligt hjälpmedel i sitt arbete bör kunna koncentrera sig på sitt egentliga arbete, att sköta datorn ska kunna gå automatiskt på samma sätt som en van förare kan tänka på något annat medan hon kör bil.

Vad innebär det då att något går automatiskt? Med övning blir man bättre och bättre på något. Har man övat tillräckligt mycket sitter det till slut "i ryggmärgen", det blir automatiskt. Emellertid är det inte alla handlingar som kan bli automatiska. Det finns vissa villkor och förutsättningar som måste vara uppfyllda. Om de inte är det, kan en handling aldrig bli automatisk hur mycket man än övar. Detta har viktiga konsekvenser för samspelet mellan människa och dator.

I många situationer i arbetslivet har man en uppsättning dokument eller blanketter som används särskilt ofta till sin hjälp. Dessa blir mycket välbekanta vad gäller struktur och innehåll. Användarens uppgift är i regel inte att läsa dem uppifrån och ner i sin helhet, utan de avläses på ett sätt som mer liknar hur vi avläser instrumentpanelen i en bil. Att orientera sig inom ett dokument och mellan olika dokument utgör en integrerad del av läsningen. Att orientera sig innebär bl a att veta var man är, och hur man tar sig ett nytt önskat ställe. Detta är exempel på små men inte betydelselösa delaktiviteter vid läsning som vi kallar *mikro-uppgifter*. Läsningen som helhet utgör i sin tur en integrerad del av arbetsuppgiften i sig.

Dokument av det här slaget brukar också vara ett sätt att meddela sig med varandra. En person skriver in en uppgift, en annan skriver in en annan uppgift och en tredje person läser etc. Beslut och agerande bygger ofta på innehållet i dokumenten.

Forskning om läsning från bildskärm har sysslat mest med två typer av läsning, nämligen korrekturläsning och läsning för förståelse. (Se t ex: K Frenckner: Legibility of continuous text from computer screens. A guide to the literature. Report from IPLab KTH, IPLab 25:1-85 1990). Korrekturläsning innebär att en person läser en text och letar efter skrivfel. Läsförståelseövningar innebär att en person läser en text och sedan får svara på frågor om texten. I båda typerna av läsning är det fråga om försökspersoner som läser en relativt kort obekant text för första gången. De delaktiviteter som ingår i läsningen får då aldrig en chans att bli automatiska.

För att studera automatiska mikro-uppgifter duger alltså inte vanliga läsexperiment. Man måste gå ut i verkliga arbetssituationer och studera läsning som en integrerad del av arbetet. Vi har genom fältstudier analyserat hur läkare läser sina patientjournaler, hur inköpare på en större verkstadsindu-

stri läser sina skärmbilder, hur flygmekaniker läser underhållsinstruktioner samt hur läkare och sjuksköterskor på en intensivvårdsavdelning läser sina dokument. Studierna har vi gjort genom att göra intervjuer, observera personer i arbete, samt samla och analysera dokument och blanketter i olika ifyllnadsstadier.

De automatiska mikro-uppgifter som vi är intresserade av är så självklara för en van person att han eller hon aldrig tänker på dem speciellt. För att komma åt dessa har vi bl a manipulerat de vanliga dokumenten (kopior) och sett vad detta fått för konsekvenser. Ett exempel på ett sådant dokument är en lista som presenterar resultat av blodprover tagna för en viss patient. Vi frågade en läkare vad han läser på en sådan lista. Han svarade att han naturligtvis läser de numeriska värden som är relevanta för situationen. Vi tog då bort alla numeriska värden och ersatte dem med kryss, se figuren nedan. Det visade sig att läkaren fick en förvånansvärt bra bild av patienten ändå. Själva mönstret talade om för honom att patienten kontrollerade sockret regelbundet, att man tagit leverprover, men att dessa bara tagits en gång och därför säkert var bra etc. Detta är ett exempel på information som en van läsaren tar in med automatik. Kunskapen som erhålls är inte exakt, men den erhålles snabbt och utan ansträngning och är ett komplement till den kunskap som erhålles genom vanlig läsning.

Resultatet av våra fältstudier är att vi vet mer om de små mikro-uppgifterna i läsning. Vi har sett vilka egenskaper hos pappersdokument som vana läsare tolkar, t ex tjockleken hos en bunt, mönstret som bildas av ifyllda värden, ett pappers läge i en bunt, hur ifyllda värden ser ut, om de är skrivna med bläck eller blyerts etc. Vi har sett vilken kunskap denna tolkning ger: exempelvis vilken tidsperiod ett dokument gäller, eller ett ifyllt värdes korrekthet. Vi har också sett att kunskapen används för små men viktiga mikro-uppgifter i läsningen, som t ex att veta vilket dokument man läser, att veta hur många som finns, att veta hur mycket som jag redan sett och hur mycket som finns kvar att se. Med andra ord orientering, navigering, att upptäcka felaktigheter samt val av sökstrategi. Det finns anledning att tro att dessa mikro-uppgifter klaras av med automatik i en pappersmiljö. När pappersdokumenten ersätts med skärmbilder på datorn, kan motsvarande mikrouppgifter ofta inte skötas automatiskt. Det blir ansträngande och tröttande för användaren när de små uppgifterna inte går att automatisera utan kräver ständigt medveten uppmärksamhet och att man hela tiden blir avbruten i sina tankebanor.

Resultaten kan också användas för utformning av användargränssnitt. Genom att vara medveten om

Kryss													
№	№	№	№	№	№	№	№	№	№	№	№	№	№
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

Mönstret av ifyllda värden mot den tomma bakgrunden säger en van läsare en hel del. Detta är ett exempel på information som vi tar in "automatiskt" utan ansträngning, men som ändå är mycket viktig.

mikro-uppgifterna vid läsning, vilka de är och deras betydelse, kan vi utforma presentationen så att dessa kan skötas automatiskt även vid läsning från bildskärm. Därigenom kan användaren koncentrera sig på sitt egentliga arbete, få en bättre kognitiv arbetsmiljö samt bli effektivare i sin arbetsuppgift.

Experimentella studier. Sekvensiell eller samtidig visning av information?

Beslutsfattare ställs allt oftare inför situationen att de skall fatta sina beslut på grundval av data som de ser via ett datorsystem. Det kan vara en sjuksköterska som skall boka in en patient, en läkare som skall ställa en diagnos eller bestämma en behandling, en inköpare på ett företag som skall bestämma vilken offert som skall antas etc. Via datorsystemet kan de oftast se de data som utgör beslutsunderlaget *sekvensiellt*, dvs uppdelad i flera delar som bara kan ses en åt gången. Anledningarna till den sekvensiella visningen är både det faktum att datorskärmar har en relativt liten yta och att det finns en tradition inom datorvärlden att dela upp information i mindre delar. Det är t o m så att det finns vissa handböcker

där systemkonstruktörer rekommenderas att inte visa alltför mycket information per bildsida.

I en mer gammaldags beslutsituation, där beslutsunderlaget finns på papper, är det däremot vanligt att de data som utgör beslutsunderlaget finns bredvid varandra. Man använder ofta uppslag i en A4-pärm, flera papper utspridda över ett bord etc. Ett av de mera slående exemplen är tidningarnas börssidor. En sådan presentation av data kan kallas *samtidig*.

Eftersom vi i vårt tidigare arbete gjort flera iakttagelser som pekat på att beslut fattas snabbare och bättre om beslutsrelevanta data visas samtidigt, jämfört med om de visas sekvensiellt, så beslöt vi oss för att undersöka saken på ett mer kontrollerat sätt. Tidigare empiriska arbeten inom området är inte till så stor hjälp. De inskränker sig till en holländsk studie av processoperatörer. Där visas att operatörerna arbetar snabbare med samtidig visning av processdata än vid sekvensiell visning. Resultaten säger emellertid ingenting om varför det är så eller om detta gäller vid andra arbetssituationer än den studerade.

En analys utifrån kända fakta om mänskligt beteende ger vid handen att det finns åtminstone sex stycken rimliga förklaringar till att en samtidig visning verkar vara bättre än en sekvensiell. De är:

1. Det är en missuppfattning att samtidig visning är bättre än en sekvensiell. I själva verket beror observerade skillnader på någon annan faktor.
2. Samtidig visning är bättre än sekvensiell eftersom vi har mycket längre erfarenhet av samtidig visning. Bara vi får använda datorer lite längre så kommer skillnaderna att försvinna.
3. Sekvensiell visning är sämre därför att datorsystemens svarstider ofta tenderar att vara så långa att beslutsfattaren hinner glömma lite av vad som stod på förra bilden innan nästa bild kommer fram.
4. Sekvensiell visning är sämre därför att information om hur bildväxlingarna skall ske konkurrerar om arbetsminnets kapacitet med den beslutsrelevanta information som skall kommas ihåg mellan bildväxlingarna. Vid samtidig visning kan beslutsfattaren se ny information bara genom att flytta blicken och det finns inga skäl att tro att styrandet av blickriktning skulle kräva mycket kapacitet i arbetsminnet.
5. Vid samtidig visning bildas mönster mellan data som en beslutsfattare kan utnyttja. De mönstren blir inte lika tydliga vid en sekvensiell visning.
6. Vi vet att människor har en förmåga att koda saker i termer av var de finns. Vid sekvensiell

visning försvinner denna möjlighet eftersom de bilder som inte syns inte "finns" någonstans.

Vi försökte se vilken eller vilka av dessa förklaringar som var orsaken till de tidigare observerade skillnaderna, nedan kallade "effekten", mellan samtidig och sekvensiell visning genom att genomföra en serie experiment.

I det första experimentet försökte vi se om effekten kunde bero på att det funnits andra okontrollerade orsaksfaktorer med i bilden (1), om den kunde bero på svarstiderna i datorsystemen (3) eller om den kunde bero på att sekvensiell visning förstör möjligheterna att koda data i termer av deras plats (6). Till vår hjälp konstruerade vi en uppgift som gick ut på att försökspersonerna skulle boka in möten där fyra personer skulle träffas. För att ett möte skulle kunna äga rum fanns några regler som skulle uppfyllas och till sin hjälp hade försökspersonerna ett utdrag ur varje persons almanacka. Dessa kunde visas en och en (sekvensiellt) eller alla fyra tillsammans (samtidigt).

Resultaten var entydiga. Det var en kraftig skillnad mellan samtidig och sekvensiell visning på så sätt att sekvensiell visning ledde till att bokningarna gjordes 30 % långsammare. Däremot fanns det inget som tydde på att någon av de testade förklaringarna var den rätta.

Genom experiment två försökte vi kontrollera om effekten kunde bero på att vi har större erfarenhet av samtidig visning och att effekten därför försvinner med övning. Det gjorde vi genom att välja försökspersoner som arbetat på heltid med datorer i minst två år och att dessutom låta dessa göra över 200 uppgifter fördelade på två dagar. Resultatet av detta var att samtidig visning var klart bättre även för dessa "små-skärms-vana" personer och att denna skillnad inte blev mindre med ökad träning.

Kvar som tänkbara förklaringar, av de ursprungliga sex, finns bara två. Dels att effekten orsakas av konkurrens i arbetsminnet mellan å ena sidan information om hur man växlar bild och å andra sidan data relevanta för beslutet, och dels att effekten beror av att sekvensiell visning försämrar möjligheten att se mönster i data. För att kontrollera dessa förklaringar utförs nu ett tredje experiment med en annan typ av uppgift.

Detta experiment är ännu inte klart, men redan de tidigare resultaten visar vikten av att vid en systemutveckling kartlägga vilka beslut och bedömningar som blivande användare kommer att fatta med data från systemet som underlag, vilka dessa data är samt vilka tidskrav som finns i beslutsituationen. Finns det en tidspress för beslutet bör de data som tillsammans utgör beslutsunderlaget i möjligaste mån presenteras samtidigt för beslutsfattaren. Detta

ställer i sin tur krav på den typografiska utformningen av beslutsunderlagen så att den ofta mycket omfattande informationsmängden inte blir ostrukturerad eller felstrukturerad.

Gränssnittsdesign

Resultaten från fältstudierna och experimenten ovan har givit oss en modell av samspelet människa-dator-arbetsituation. Denna modell hjälper oss att förstå erfarenheter och problem vid användning av grafiska gränssnitt. Modellen ger oss t ex förståelse för "fönstersjukan" dvs sättet att utforma gränssnitt med alltför många nivåer (fönster). Många flyttbara fönster är ofta tilltalande och roligt för en person som för första gången provar systemet. En van användare som använder systemet dagligen har däremot problem med denna typ av gränssnitt. Informationsmängden uppdelas på olika fönster vilket ger en sådan sekventialisering som experimenten ovan visat vara problematisk. De mikro-uppgifter som är nödvändiga för orienteringen kan inte bli automatiska, utan kommer att ständigt kräva en liten men störande del av användarens medvetna uppmärksamhet. Modellen ger oss också förståelse för användning av visuella koder, dvs färgkoder, bokstavskoder etc samt för disposition av skärmytan samt för förhållandet mellan detaljnivåer och översiktsnivåer i en tillämpning.

Utgående från modellen, samt från erfarenheter av att utforma gränssnitt både för prototyper och för färdiga system, har vi tagit fram ett förslag till hur gränssnitt för daglig yrkesanvändning kan bli bättre. Förslaget består av tre delar.

1. *En uppsättning av nya dialogelement.* Den grundläggande byggstenen är här det *dynamiska dokumentet*. Detta har behållit många av papprets fördelar, men har även nya egenskaper. Det dynamiska dokumentet kan genom urval ingå i olika mängder som kan sorteras i en eller flera sorteringsordningar. En sådan mängd kan presenteras som en *bunt*. Buntens kant kan genom sin tjocklek indikera mängden av dokument som ingår och avspegla fördelningen av olika typer av dokument. Den fungerar även som direktgång till ett visst ställe i buntens. Till buntar finns *index* av olika slag. Dessa kan kopplas på olika sätt till själva buntens och finns både som rullande och bläddringsbara listor. Såväl dokument som index kan representeras av *ikoner* på skärmen. Dessa ikoner är inte av den vanliga symboliska typen utan en förminskning av själva objektet, gjord på ett sådant sätt att dess gestalt bibehålles, vilket kan utnyttjas för igenkänning. Objekten kan också representeras av en *s k mikro-ikon*. Dessa är mycket små och definieras

till största delen av sin plats på skärmen. De gör stor nytta ändå genom att utgöra visuella referenser på skärmen.

2. *Principer för användning av visuella koder m m.*

Visuella koder innebär t ex att man låter olika färger eller olika bokstavsstilar betyda olika saker. Många gånger förbrukas de bästa koderna på oväsentligheter så att de sämsta blir kvar till det viktigaste. Vi menar att man måste metodiskt tilldela koder till det som man vill uttrycka, så att man väljer lämplig typ av kod för olika funktioner. Tolkning av olika stilar på bokstäver är t ex något vi lär oss mycket snabbt och som det finns skäl att anta automatiseras lätt. Ett exempel är att låta sneda siffror visa att ett värde är osäkert, till skillnad från raka siffror som visar att ett värde är fastställt. Till dessa koder kommer även utnyttjandet av position. Position kan t ex avspegla tidpunkt så att ett värde till vänster om ett annat värde innebär att det föregår det senare i tiden. Detta är mycket användbart för gränssnitt inom sjukvården, där stora krav ställs på att kunna tidskoordinera t ex laborativvärden. Med ett medvetet utnyttjande av betydelsebärande positioner, kan man bygga upp tolkningsbara mönster som snabbt ger effektiv översiktlig information.

3. *Införande av en mellannivå i kontrollstrukturen hos en applikation.*

Dagens grafiska gränssnitt överlåter många designbeslut åt användaren. Detta gäller t ex att välja storlek och placering på skärmobjekt och att välja färger, bokstavsstilar mm. Detta leder till ett stort antal små men ständiga beslut och åtgärder som i längden är störande. Vi vill därför införa en mellannivå så att man för en viss applikation kan låsa placeringar, format samt färgkoder mm för en grupp av samarbetande personer. Syftet är dels att ta bort onödigt störande mikrobeslut och åtgärder, dels att bygga upp effektiv mönsterigenkänning, samt att underlätta kommunikation mellan samarbetande personer. När det är motiverat, ska man kunna låsa upp och ändra. En annan del av denna kontrollstruktur rör hur förändringar hos olika värden ska knytas till synbara förändringar hos de dynamiska dokumenten på skärmen.

För att konstruera system med den typ av gränssnitt som vi föreslår ställs höga tekniska krav på upplösning och storlek hos bildskärmen samt på kapacitet för snabb grafik. Förutom dessa krav ställs också krav på systemutvecklingsverktyg som idag är svåra att uppfylla av flera skäl. Konstruktion och programmering av grafiska gränssnitt av denna typ

är mycket tids- och resurskrävande och blir därför ofta ogenomförbara i praktiken. För att hålla kostnaderna på en rimlig nivå måste nya redskap för design och konstruktion tas fram. Vi har idéer om hur detta kan göras och avser att gå vidare med forskning och utveckling av såväl metodik som nya verktyg för främst gränssnitts konstruktion.

SAMBAND MELLAN ARBETSORGANISATION OCH INFORMATIONSHANTERING VID UTVECKLINGSARBETE

Många forskare har påvisat vikten av att betrakta en verksamhet utifrån ett helhetsperspektiv när man ska utveckla ett informationssystem. Vi har genom ett antal fältstudier kunnat visa att problem med målformulering, arbetsorganisation, personalsammansättning, lokalutformning m m ofta leder till problem med informationshanteringen. Dessa problem är egentligen symptom på att något annat inom verksamheten är felaktigt. Att datorisera bort vissa av dessa symptom innebär alltså inte att problemen löses, utan snarare att de egentliga orsakerna genom datoriseringen kommer att konserveras. För att veta vad som är prioriterade problem och förändringsbehov måste verksamheten studeras mer ur ett helhetsperspektiv, och en eventuell utveckling av datorstöd måste göras tillsammans med en arbetsorganisatorisk utveckling, eller så att datorstödet blir anpassat till den rådande arbetsorganisationen om denna inte behöver förändras.

Verksamhets- och förväntningsanalys

Med verksamhetsanalys menar man i allmänhet arbetet med att beskriva och analysera en verksamhet i avsikt att förstå vad som görs, att analysera problemen i verksamheten samt att ta fram underlag för ett eventuellt kommande utvecklingsarbete, oftast begränsat till ADB-utveckling. Vi har i detta MDA-projekt arbetat med att komplettera existerande metoder för verksamhetsanalys där vi funnit brister.

Det är vanligt att man vid verksamhetsanalyser utgår från någon övergripande formulering av vad som är målen för verksamheten. I ett senare skede försöker man kartlägga de problem man upplever, och då oftast snävt avgränsat till informationsmässiga aspekter. Genom att komplettera problemanalysen med en kartläggning av de förväntningar som deltagarna i arbetssituationen har på sitt eget arbete och på de övriga deltagarna, har vi funnit att man får betydligt bättre möjligheter att kartlägga utgångspunkterna för förändringsarbetet. Man kommer därigenom också att få en kartläggning av eventuella intresse- och målkonflikter som finns inom verksamheten. Sådana konflikter kommer

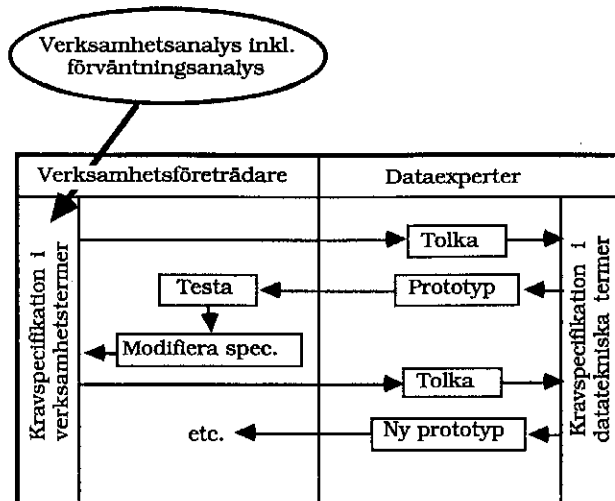
annars i dagen först när lösningen är införd i verksamheten, och då är det oftast för sent att korrigera lösningen på något mer avgörande sätt. Att det finns målkonflikter är, särskilt när det gäller utformning och införande av ett datorstöd i verksamheten, mycket vanligt. En metod för *förväntningsanalys* har utarbetats. De olika intressenterna i utvecklingsarbetet kan på detta sätt formulera hur de vill se det framtida arbetet utformat.

Det är bara de som är deltagare och intressenter i verksamheten som kan utföra arbetet med en verksamhetsanalys. Intressenter är huvudsakligen de som arbetar i verksamheten, "slutanvändarna", de som ansvarar för verksamheten på olika nivåer samt de som är avnämare av verksamheten, kunder, patienter etc. Beskrivnings- och analysarbetet måste alltså utföras lokalt, men ofta med stöd av någon metodansvarig. Vi har inte funnit någon bra metod att på ett formaliserat sätt beskriva alla aspekter på en arbetsorganisation, men har funnit att det går bra att ta med arbetsorganisatoriska aspekter både i förväntningsanalysen och i arbetet med kravspecifikationer.

Användarmedverkan – användarstyrning

Mycket av det som sagts ovan leder till slutsatsen att det inte räcker med en sådan "användarmedverkan" i analys- och utvecklingsarbete, som sedan länge oftast bara varit ett till intet förpliktigande talesätt inom ADB-branschen. Vi måste komma fram till en "användarstyrning" i stället. Detta innebär att flera problem måste lösas. Bl a måste metoder och verktyg för analys och utveckling utformas på "användarnas" villkor, och inte som idag vara de professionella utvecklarnas verktyg, vilka "användarna" har svårt att förstå sig på. Dessutom handlar det mycket om att utveckla nya kunskaper om hur sådant utvecklingsarbete ska bedrivas. Detta gäller både för de professionella utvecklarna, vare sig det handlar om arbetsorganisation, ADB eller annat, och för de från den berörda verksamheten som ska delta i och leda utvecklingsarbetet.

När man så småningom, bl a utgående från en förväntningsanalys, kommer in på att formulera krav på ett eventuellt kommande systemutvecklingsarbete måste man låta verksamhetsföreträdarna formulera sina krav i *verksamhetstermer* och inte i datatekniska termer. Detta innebär att man *inte* talar om att "vi vill ha ett datasystem som kan följande konster...", utan att "vi vill kunna utföra vårt arbete på följande sätt...". Bara härigenom kan man samtidigt behandla olika aspekter på utvecklingsarbetet, i en form som tillåter de som är berörda att förstå och att delta på ett aktivt sätt. Detta är också en förutsättning för det experimentella arbetssätt vi förespråkar, vilket beskrivs av nedanstående figur.



En experimentell utvecklingsmodell. Verksamhetsföreträdarna arbetar med en egen kravspecifikation i verksamhetstermer.

Verksamhetsföreträdarna arbetar med sina krav i verksamhetstermer. Dessa tolkas av dataexperterna som utgående från resultaten formulerar sina datatekniska krav. Dataexperterna tar sedan fram en prototyp som kan testas och utvärderas av verksamhetsföreträdarna. Utvärderingen resulterar i nya, förbättrade och utvecklade krav som överlämnas till dataexperterna osv. Vi har studerat möjligheterna att formulera krav av denna art, samt formerna för kommunikation mellan verksamhetsföreträdare och dataexperter under utvecklingsarbetet. De metoder som utvecklats har inte som mål att tillåta användarna att utveckla sina system själva, utan snarare att underlätta kommunikationen mellan de deltagande parterna i utvecklingsprojektet. Effektiva utvecklingsverktyg kommer att vara de professionella utvecklarnas verktyg, utom när det gäller mindre förändringar i existerande system.

PROCESSTYRNING

Arbetet inom delprojektet processtyrning har gällt:

1. Utvecklande av en ram för att förstå mänsklig styrning av dynamiska system
2. Analys av organisationen på en brännskadeintensivvårdsavdelning
3. Analys av processoperatörers arbete i massaindustrin
4. Utvecklande av nya metoder för att studera mentala modeller
5. Experiment med olika gränssnitt

6. Utvecklingen av en metod för att analysera och mäta kognitiva arbetsmiljöproblem

1. En ram för att förstå mänsklig styrning av dynamiska system

Fram till mitten av 70-talet fanns forskning om mänsklig styrning av dynamiska system, främst i England och Holland. Inriktningen här var mot processoperatörer och deras arbete. Syftet var att kartlägga de problem operatörerna hade och att finna olika hjälpmedel som skulle underlätta för operatörerna. De klassiska studierna utfördes av Crossman och Cooke på effekterna av feedbackfördröjningar, Bainbridges undersökningar av möjligheterna att bestämma operatörernas mentala modeller på grundval av verbala rapporter, Landeweerds studier av olika former av mentala representationer vid styrning och felsökning. En lång rad undersökningar i Frankrike gällde hur operatörer fördelar sina mentala resurser, och hur deras arbete måste ses som en kompromiss mellan de krav uppgiften ställer och operatörens behov av att hålla sin mentala belastning på en rimlig nivå.

Från och med slutet av 70-talet ändrade forskningen karaktär och kom att inriktas dels på upptäckt och diagnostik av olika felfunktioner, dels på de olika psykiska belastningsfaktorerna i operatörsarbetet, främst då effekterna av understimulering till följd av en stabil process med få krav på ingripanden. Uppenbarligen skedde denna ändring i forskningsinriktningen till följd av att huvuddelen av forskningen om operatörer kom att inriktas mot operatörer i kärnkraftverk. Kärnkraftsoperatören kom att utgöra bilden av en operatör. Man glömde att kärnkraftverk, som ju utmärks av att processen är väl känd och automatiserad med stor framgång, knappast är representativa för operatörsarbete i allmänhet.

En effekt av denna förändring av forskningens inriktning blev att forskningen om mänsklig styrning aldrig kom att drivas så långt att man kunde utveckla en teori om vad mänsklig styrning av system innebär. Följaktligen fanns det heller ingen teori som kunde styra vår egen forskning på området. Vår första uppgift blev därför att försöka utveckla, om inte en teori, så i alla fall en referensram för vårt arbete. Arbetet med att utveckla denna referensram finns dokumenterad i flera olika rapporter från delprojektet Processtyrning. Dessa redovisar också mycket av den internationella forskningen på området.

Arbetet ledde till ett försök att förstå mänsklig styrning i termer av de allmänna förutsättningarna för styrning. Det finns fyra sådana förutsättningar, och de är desamma, oberoende av om vi talar om automatisk styrning eller mänsklig styrning av ett system:

- det måste finnas ett mål
- det måste finnas möjligheter att förändra systemets tillstånd i riktning mot det önskade tillståndet
- det måste gå att avgöra systemets aktuella tillstånd
- det måste finnas en modell av systemet, som talar om vad som händer om man gör det ena eller andra ingreppet.

Av dessa fyra förutsättningar kan ju två sägas utgöra egenskaper hos operatören: målen och modellen av systemet (oftast kallad operatörens *mentala modell*), medan de andra två: påverkansmöjligheterna och möjligheterna att observera systemets aktuella tillstånd, utgör egenskaper hos det system som skall styras. Detta är emellertid en stark förknäring, för både påverkansmöjligheter och observerbarhet måste naturligtvis definieras i förhållande till de mänskliga förutsättningarna. Många av problemen för en operatör uppstår därför att man inte tagit hänsyn till att vad som utgör observerbarhet för en systemkonstruktör inte nödvändigtvis överensstämmer med vad som är observerbarhet för en operatör. Detta leder till gränssnittsproblem. Men det kan naturligtvis också ofta vara så att det helt enkelt inte går att observera systemets aktuella tillstånd, därför att lämpliga givare saknas. Detta är t ex ofta fallet vad gäller olika aspekter på produktkvalitet. Det gör det naturligtvis omöjligt för operatören att bidra till kvalitetsstyrningen.

Med utgångspunkt från de fyra villkoren för styrning kan problemen för forskning om mänsklig styrning av system indelas utifrån följande tre frågor:

1. Vilka är operatörernas mål och hur väger de olika mål mot varandra?
2. Vilka mentala modeller utvecklar operatörerna och hur skall man bidra till att dessa modeller blir bättre?
3. Hur skall gränssnitten utformas för att man skall få bästa observerbarhet ur operatörens synvinkel?

Dessa tre frågor har också väglett vårt arbete. Men det finns också en annan viktig fråga som gäller relationerna mellan olika personalkategorier och deras arbete i dynamiska system. Denna aspekt kom upp i vår första empiriska studie, som gällde frågan om hur man skulle utforma ett eventuellt beslutsstödssystem för brännskadeintensivvård.

2. Brännskadeintensivvård som ett hierarkiskt system

Av grundläggande betydelse vid utvecklingen av ett beslutsstödssystem är om man skall utveckla ett

stödssystem för alla personalkategorier, eller om man måste utveckla olika system för olika personalkategorier. För att svara på den frågan måste man studera vad de olika personalkategorierna faktiskt gör, och hur deras arbete är relaterat. Detta blev det första, och för vår del enda, delprojektet inom brännskadeintensivvården. Detta delprojekt innefattade en noggrann analys av hur arbetet faktiskt bedrivs på en intensivvårdsavdelning, grundad både på den dokumentation som kunde erhållas på avdelningen och intervjuer med olika personalkategorier.

Detta ledde till en modell av arbetet i termer av olika tidsskalor. Tre olika tidsskalor kunde identifieras med en personalkategori för varje tidsskala. Sälunda finns en 24-timmarsskala som sköts av läkaren, som får sin information vid den dagliga rondan. På grundval av denna information ger han instruktioner till sjuksköterskan som arbetar i en sextimmarsskala, betingad av att olika laboratorieprover kommer in var sjätte timme. På grundval av dessa prover fattar sjuksköterskan beslut om eventuella förändringar av vården inom de ramar läkaren satt, eller om att tillkalla läkaren. Undersköterskor och vak har slutligen hand om övervakningen i den snabbaste minut-för-minut-skalan.

De olika personalkategorierna har alltså mycket olika arbetsuppgifter och man kan kanske ibland undra om det verkligen är samma patient de arbetar med. Det är det emellertid, men det är en patient som ter sig olika beroende på den tidsskala i vilken han eller hon observeras. Uppenbarligen har de olika personalkategorierna mycket olika beslut att fatta, mycket varierande kunskapskrav och mycket varierande behov av beslutsstöd.

En analys i termer av tidsskalor kan även tillämpas inom många andra områden, t ex olika former av processindustri, och utgöra en av grunderna för att förstå hur arbete i dynamiska system måste vara organiserat för att vara framgångsrikt. Analyserna i termer av olika tidsskalor och rumsskalor har sedermera blivit en av de viktigaste utgångspunkterna för det mer experimentellt inriktade arbetet om fördelat beslutsfattande som nu bedrivs vid psykologiska institutionen inom ramen för ett ESPRIT-projekt.

3. Processoperatörers arbete i massaindustrin

I detta delprojekt studerade vi processoperatörers arbete i två olika kontrollrum, ångcentralen och massafabriken, vid ett stort tidningspappersbruk. Vi använde observationer, intervjuer och olika former av dokumentation som fabriken kunde tillhandahålla.

Dessa studier gav ett rikt utbyte. De har bildat utgångspunkten för det arbete med tre olika beslutsstödssystem i tre massafabriker som nu bedrivs vid

psykologiska institutionen tillsammans med forskare från STF1.

En första viktig sak som vi lärde oss genom att tillbringa en tid med operatörerna i kontrollrummen var att den bild som litteraturen gav av operatörsarbetet inte var helt riktig. Det var helt enkelt inte sant att operatörerna inte hade något att göra. Tvärtom speglas operatörsarbetet av variation och en viss osäkerhet då man aldrig vet vad som kommer att hända under ett skift. Det är också något som flera av de observerade operatörerna menade var den stora fördelen, inget skift är det andra likt och man kan, om man själv vill, hela tiden öka sin kunskap om arbetet och anläggningen.

Operatörernas arbete består av att övervaka och köra anläggningen men också att tillverka rätt kvalitet på massan. Vid analys av det informations- och styrsystem som operatörerna arbetar med framkom att detta huvudsakligen stöder övervakning av driften och felsökning. Däremot fanns det inte mycket stöd för kvalitetsstyrning, trots att fabriksledningen menade att det var en väsentlig del av arbetet.

En tredje aspekt värd att notera är skärmarnas färgsättning och hur den inverkar på miljön i kontrollrummet. Samtliga skärmar hade svart bakgrund med mättade färger. På en skärm med denna färgsättning blir kontrasterna maximala för ögat då färgerna har olika våglängd och därmed bryts på olika ställen i ögat. Ögat måste arbeta hela tiden för att ställa in rätt skärpa för att kunna se vad som står på skärmen. Detta leder till ögontrötthet och/eller huvudvärk hos många. För att få bort reflexer från skärmbilderna och få läsbarhet på samtliga färger blir man tvungen att dämpa belysningen då en del färger knappt syns annars. Detta leder i sin tur till problem med vakenhetsnivån hos dem som arbetar i denna belysning, eller snarare brist på belysning. Då massa- och pappersindustrin har kontinuerlig drift blir problemet med mörka kontrollrum påtagligt om nätterna då kroppen ställer in sig för vila.

4. Experimentella studier av mentala modeller

Det är omvittnat från många studier alltsedan Bainbridges pionjärarbeten under början av 70-talet, att det är svårt eller omöjligt att få underlag för att avgöra vilka operatörernas mentala modeller är på grundval av deras egna verbala beskrivningar. Det är därför viktigt att försöka hitta nya metoder för studiet av mentala modeller. Vårt arbete här bygger på tidigare erfarenheter från studier av diagnos där det visat sig att människor ibland förmår att kommunicera grafiskt, även om de inte förmår att beskriva verbalt hur de tänker. Detta försökte vi omsätta i studier av mentala modeller för dynamiska system. Den faktiska studien var en modellstudie, där vi använde en s k mikrovärld, dvs en

simulering av ett komplext dynamiskt system. Systemet i fråga heter Moro och kräver av försökspersonen att han eller hon skall inta rollen av rådgivare till en stam i södra Sahara, kallad moroerna, och hjälpa dem att höja sin levnadsstandard. Försökspersonen fattar beslut om olika åtgärder varje "år" och besluten omsätts sedan i simuleringen. Försökspersonen får en ny situation att arbeta med för varje år som beror på både simuleringens egen inneboende dynamik och de egna besluten. För detta behöver försökspersonen utveckla en ganska komplex mental modell och vi vet från tidigare undersökningar att det är svårt att få goda verbala beskrivningar av denna modell.

Här använde vi därför en annan teknik, som utnyttjade STELLA, ett simuleringspaket som bygger på principer från "system dynamics". Efter det att försökspersonen gått igenom Moro fick han eller hon bygga upp en modell över Moro med hjälp av STELLA och ett intelligent gränssnitt i form av en försöksledare som tränats i att handha STELLA.

Resultaten var lovande i det att de visade att försökspersonerna kunde redovisa rimliga strukturmodeller för Moro, men modellerna var inte körbara. Nästa steg i försöken att utveckla nya metoder för att studera mentala modeller blir att hitta procedurer för att få fram körbara modeller i STELLA. Dessa försök pågår nu inom ramen för ett DUP-projekt vid psykologiska institutionen.

5. Experimentella studier av gränssnitt för styrning

Några av resultaten från studierna av styrning från 70-talet antydde att mänsklig styrning kunde bli bättre om operatören fick direkt information om de dynamiska egenskaperna hos det system som skulle styras. Det blir då en viktig fråga hur dessa egenskaper bäst skall presenteras för att underlätta styrning.

För att studera den frågan utvecklade vi ett simuleringssystem med vars hjälp man kan simulera enkla dynamiska system och variera deras gränssnitt. För de första experimenten konstruerades ett system bestående av tre olika tankar. Försökspersonens uppgift var att genom att variera flödena till och från två av tankarna styra mängd och kvalitet på blandningen i den tredje tanken. I en betingelse fick försökspersonerna information om nivåerna i tankarna digitalt på samma sätt som vanligen sker i moderna processstyrssystem. I den andra fick de grafisk information; de kunde se nivåerna i tankarna och hur dessa ändrades över tid och med olika styråtgärder. Några skillnader i prestation kunde vi dock inte iaktta med de två olika gränssnitten.

Det andra experimentet genomfördes med samma system men som ett inompersonsexperiment,

dvs alla försökspersoner fick styra systemet både på grundval av digital och grafisk information. Vidare gjordes styrningen helt manuell, till skillnad från det första experimentet där försökspersonerna ställt in flödesregulatorer fick försökspersonerna i det andra experimentet öppna och stänga kranar. Inte heller i detta experiment kunde vi iaktta någon skillnad i prestation mellan de två olika gränssnitten.

Inte heller i det tredje experimentet fick vi några skillnader mellan ett digitalt gränssnitt och ett grafiskt gränssnitt. Här använde vi en ren nivåregleringsuppgift, där försökspersonen reglerade nivån i en tredje tank genom att styra flödet in i en första tank, som sedan stod i förbindelse med en andra tank, som slutligen stod i förbindelse med den tredje tanken.

Dessa resultat antyder att gränssnittet kanske inte är så viktigt, och att grafisk information inte är så överlägsen som många, inklusive vi själva, trott. Det viktiga är kanske i stället att all nödvändig information finns. Denna fråga kan dock ännu inte sägas vara avgjord och vi fortsätter studierna av gränssnitt med vårt simuleringssystem i ett projekt vid psykologiska institutionen.

6. Metoder för att mäta kognitiva arbetsmiljöproblem

En metod för att mäta kognitiva arbetsmiljöproblem skulle vara ett viktigt bidrag både som underlag för systemutveckling och för utvärdering av olika informationssystem. För att utveckla en sådan krävs naturligtvis en uppfattning om de kognitiva arbetsmiljöproblemens grunder och uttryck på en nivå som är så generell att metoden kan användas i olika verksamheter.

I det frågeformulär vi ännu arbetar med, och som nu är i sin tredje version, har vi utgått från att kognitiva arbetsmiljöproblem huvudsakligen är en konsekvens av bristande möjligheter att styra sin arbetssituation. Vi har därför kunnat utarbeta ett formulär på grundval av de allmänna villkoren för styrning, och vi försöker alltså mäta operatörernas mål och hur de ser på möjligheterna att uppfylla dem, dvs, vilken observerbarhet de anser finns, vilka möjligheter de har att påverka systemet i önskad riktning och vilka modeller de har över situationen.

RAPPORTER

CMD-rapporter med koppling till MDA-projektet

Berndt Brehmer

Processreglering som dynamiskt beslutsfattande.
CMD-rapport nr 1/89

Berndt Brehmer

Operatörer och styrsystemet – Vad kan vi lära oss från beteendevetenskaperna?

CMD-rapport nr 2/89

Berndt Brehmer

Learning in and about dynamic work environments.

CMD-rapport nr 3/89

Annica Brehmer

Brännskadeintensivvård som hierarkiskt organiserat system.

CMD-rapport nr 4/90

Berndt Brehmer

Distributed decision making, some notes on the literature.

CMD-rapport nr 5/90

Else Nygren, Peter Henriksson

Reading the medical record I.

Analysis of physicians ways of reading the medical record.

CMD-rapport nr 9/91

Else Nygren, Mats Johnson, Peter Henriksson

Reading the medical record II.

Design of a human computer interface for basic reading of the medical record.

CMD-rapport nr 10/91

Bengt Sandblad

Arbetsorganisation och informationshantering. Ett helhetsperspektiv på verksamheten vid systemutveckling.

CMD-rapport nr 11/91

Bengt Sandblad

Användarstyrd systemutveckling I.

Verksamhetsanalys och förväntningsanalys.

CMD-rapport nr 12/91

Bengt Sandblad

Användarstyrd systemutveckling II.

Experimentella utvecklingsmodeller och kravspecifikation i verksamhetstermer.

CMD-rapport nr 13/91

Bengt Sandblad

Användarstyrd systemutveckling III.

Metoder och erfarenheter från försöksverksamhet.

CMD-rapport nr 14/91

Bengt Sandblad, Mats Lind och Else Nygren

Informationsanvändningsanalys och gränssnittsdesign.

En metodansats.

CMD-rapport nr 15/91

Mats Lind

Sequential and Simultaneous Presentations of Information I.

Is there a difference?
CMD-rapport nr 16/91

Mats Lind
Sequential and Simultaneous Presentations of Information II.
The role of experience.
CMD-rapport nr 17/91

Mats Lind
Sequential and Simultaneous Presentations of Information III.
Why there is a difference.
CMD-rapport nr 18/91

Mats Lind
Effects of Sequential and Simultaneous Presentations of information.
CMD-rapport nr 19/91

Bengt Sandblad, Mats Lind och Else Nygren
Kognitiva arbetsmiljöproblem och gränssnittsdesign.
CMD-rapport nr 20/91

Else Nygren
Reading documents in intensive care I.
Pattern recognition and encoding of characteristics of the information media.
CMD-rapport nr 21/91

Else Nygren
Reading documents in intensive care II.
Documents used as tools for the control of a dynamic process.
CMD-rapport nr 22/91

Else Nygren
Reading documents in intensive care III.
A model of the task of reading documents in intensive care. Implications for human computer interaction.
CMD-rapport nr 23/91

Else Nygren
Searching as a component of reading. Issues in design of human computer interfaces for hypertext systems.
CMD-rapport nr 24/91

Else Nygren
Microtasks in reading. Automatically processed components of the task of reading frequently used documents. Implications for human computer interface design.
CMD-rapport nr 25/91

Else Nygren
Utformning av användargränssnitt I.
Erfarenheter, teorier och förslag till principer.
CMD-rapport nr 26/91

Else Nygren, Mats Lind, Bengt Sandblad
Utformning av användargränssnitt II.
Förslag till en uppsättning av byggbara dialogelement.
Implementationsmöjligheter och problem.
CMD-rapport nr 27/91

Jan Gulliksen
Demonstrationssystem av nya dialogelement för informationssystem i arbetslivet.
CMD-rapport nr 28/91

Berndt Brehmer
Cognitive aspects of process control.
CMD-rapport nr 29/91

Annica Brehmer
Operatörernas informationssystem i en processindustri I.
En ångcentral.
CMD-rapport nr 30/91

Annica Brehmer
Operatörernas informationssystem i en processindustri II.
En massafabrik.
CMD-rapport nr 31/91

Berndt Brehmer, Annica Brehmer och Maria Fahlander
Strukturmodeller över komplexa system.
CMD-rapport nr 32/91

Berndt Brehmer
Decision support systems for process operators.
CMD-rapport nr 33/91

Berndt Brehmer
Human Control of Complex Systems: A view from microworld research.
CMD-rapport nr 34/91

Berndt Brehmer, Annica Brehmer and Robert Allard
Analogue and digital presentation of information in level control problems. I.
CMD-rapport nr 35/91

Berndt Brehmer, Annica Brehmer and Robert Allard
Analogue and digital presentation of information in level control problems. II. An experiment with a computer simulation of Brigham and Laios' leaky cans plant.
CMD-rapport nr 36/91

Berndt Brehmer, Annica Brehmer, Robert Allard and Anders Winman
Analogue and digital presentation of information in level control problems. III. A within subjects experiment.
CMD-rapport nr 37/91

Berndt Brehmer, Annica Brehmer och Iordanis Kavathatzopoulos
Enkät för kartläggning av kognitiva arbetsmiljöproblem.
CMD-rapport nr 38/91

Robert Allard
Två simuleringsprogram för experimentella studier av processkontroll: LEAKY och TANKS.
CMD-rapport nr 39/91

Övriga rapporter med anknytning till MDA-arbetet
B. Sandblad.
Software requirements for design and development of efficient user interfaces. *SEMI, IMIA working*

conference on software engineering in medical informatics. Amsterdam, 8-10 Oct. 1990.

E. Pettersson.
Automatic Information Processing in Document Reading. A Study of Information Handling in Two Intensive Care Units. *Proceedings of the First European Conference on Computer Supported Cooperative Work*, London 13-15 Sept. 1989.

B. Sandblad, M. Lind and E. Nygren
Design of human-computer interfaces in health care, based on task analysis and theories of human cognition.
Submitted to Medinfo 92, 7th World Congress on Medical Informatics.

1476

För innehållet i sammanfattningen svarar
Berndt Brehmer, Bengt Sandblad och Werner Schneider
Centrum för studium av människan och datorn, CMD, Uppsala universitet,
Sturegatan 9, 753 14 Uppsala, tel 018-18 33 21.

Pnr 090-547 Arbetslivsforskning, psykosociala problemområden, allmänt (60) December 1991

Arbetsmiljöfonden

BESÖKSADRESS Olof Palmes Gata 31 PLAN 3
POSTADRESS Box 1122 111 81 STOCKHOLM
TELEFON 08-791 03 00 TELEFAX 08-791 85 90