

Tangible computing: musens død?

.....
Af **Esben Warming Pedersen**, DIKU
.....

Da Doug Engelbart i 1968 præsenterede verdens første mus (figur 1) under en fremvisning på Stanford Research Institute, var der næppe nogen af tilhørerne, der havde fantasi til at forestille sig, hvor stor betydning dette lille værktøj ville få. I dag, 42 år efter, er musen et af de mest benyttede værktøjer verden over, og de fleste mennesker betjener musen med så stor rutine, at de ikke længere tænker over, hvilke bevægelser de gør med hånden.

Menneskets evne til at udvikle og benytte værktøjer er en af de egenskaber, der adskiller os fra jordens øvrige arter. Gennem tiden har mennesket udviklet et hav af forskellige værktøjer, som alle hjælper os med at løse forskellige opgaver. Stenaldermanden havde sin stenøkse, når han skulle hugge, vikingen have sit drikkehorn, når han skulle drikke, og den opdagelsesrejsende havde sin sekstant, når han skulle navigere. Fælles for de nævnte værktøjer er, at de alle hver især tjener ét enkelt og specifikt formål, og stenaldermanden ville næppe finde den opdagelsesrejsendes sekstant særlig bevendt.

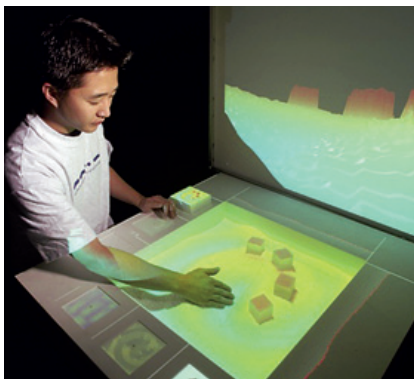
Musen bliver derimod, trods sin forholdsvis begrænsede funktionalitet, anvendt til meget forskellige opgaver inden for vidt forskellige domæner. Den samme mus kan altså sagtens bruges til at surfe, spille computerspil, male, skabe 3d-animationer og komponere elektronisk musik med. Men er musen nødvendigvis det bedste værktøj til alle disse opgaver? Er det overhovedet muligt at gengive detaljen og lethed i en malers penselstrøg med en mus? Kan en elektronisk musiker udtrykke sig tilstrækkelig udtrykfuldt under en koncert ved at pege og klikke? Det er sådanne spørgsmål, forskningen inden for tangible computing prøver at besvare. Ved at designe nye typer af brugergrænseflader og benytte avancerede interaktionsteknikker skaber forskere computersystemer, der er så naturlige at operere, at brugeren glemmer, at det er en computer, der benyttes.

Tangible betyder direkte oversat taktile – dvs. "håndgribelig" eller "som har at gøre med berøringssansen". I tangible user interfaces benyttes fysiske håndgribelige objekter i interaktionen, og brugeren kan derved trække på erfaringer fra den fysiske verden. Vi har som mennesker en utrolig evne til at interagere med den verden, vi er omgivet af. Vi kan udføre fysisk hårdt arbejde og løfte tunge ting, men samtidig behersker vi også det finmotoriske som fx at skrive og tegne. Det er denne motoriske spændvidde, der forsøges udnyttet i tangible user interfaces.

I denne artikel vil jeg præsentere tre tangible user interfaces, som alle har det tilfælles, at de betjenes fuldstændig uden mus eller tastatur. Systemerne er valgt fra forskellige retninger inden



Figur 1: Verdens første mus blev udviklet i 1963 af Doug Engelbart og fremvist for offentligheden i 1968.



Figur 2: En landskabsarkitekt er i gang med at designe vha. Illuminating Clay.



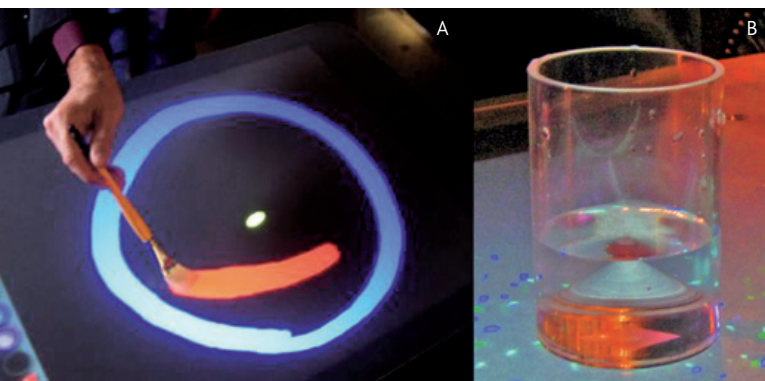
Figur 3: Microsoft Surface var det første kommercielle tabletop tangible interface. Bordet findes i dag rundt omkring på en række kasinoer og luksuriøse hoteller.

for tangible computing og viser tre vidt forskellige måder at benytte fysiske objekter og fysisk interaktion i brugergrænsefladen på. De tre systemer er Illuminating Clay, Microsoft Surface og mixiTUI. Til sidst i artiklen vil jeg, med udgangspunkt i de tre systemer, give et bud på, om musen også i fremtiden vil kunne opretholde samme popularitet, som den har i dag.

Illuminating Clay

Illuminating Clay (tangible.media.mit.edu/projects/illuminatingclay/) er et tangible user interface udviklet på MIT og viser en hidtil uset skulpturel og naturlig interaktionsform. Illuminating Clay er et værktøj udviklet til landskabsarkitekter, landinspektører og ingeniører og benyttes i forbindelse med landskabsplanlægning og nybyggeri. Figur 2 viser en bruger, der interagerer med Illuminating Clay. Det aktive firkantede område, som brugeren holder sin hånd på, er en stor plade af formeligt modellervoks, og det er med dette stykke modellervoks, brugeren betjener systemet. Forvirret? Lad os se på et brugsscenario:

En landskabsarkitekt har fået til opgave at anlægge et nyt parkeringsområde og står derfor nu foran Illuminating Clay-systemet. På bordet foran landskabsarkitekten ses en lille voksmodel af det landskab, hvor parkeringspladsen skal bygges. Ved at trykke let på voksmodellen med fingrene udjævner arkitekten en forhøjning i voksen, så der nu er et fladt område midt i modellen. Idet arkitekten fjerner fingrene fra voksmodellen, skifter farven i det flade område fra gul til rød og advarer derved arkitekten om, at ændringen medfører risiko for jorderosion. En stor vertikal skærm ved siden af arkitekten viser en videoanimation af, hvordan vandet vil flyde i landskabet, og hvor jorden vil blive skyllet bort. Med udgangspunkt i informationerne fra videoen former arkitekten forsigtigt en kanal rundt om det flade område, så vandet kan blive ledt væk fra parkeringspladsen. Farven på voksmodellen ændres følgelig fra rød til gul, og på skærmen viser videoanimationen nu, hvordan vandet strømmer i den nyanlagte kanal.



Figur 4: Microsoft Surface har et højopløseligt genkendelsessystem, som både kan detektere penselstrøg (A) og måle væskeindholdet i glas (B).



Figur 5: En bruger betjener sin mobiltelefon ved hjælp af touch-skærmen på Microsoft Surface.

Sammensmeltning af input og output

Formålet med Illuminating Clay-projektet er at udfordre måden, hvorpå vi tænker digital interaktion. I Illuminating Clay er interaktionen fysisk og organisk og knytter sig tæt til den opgave, den løser. Illuminating Clay er et såkaldt proof of concept-system, og det er således ikke tanken, at systemet skal afløse nuværende produktionssystemer som AutoCAD el.lign.

I Illuminating Clay er afstanden mellem den digitale og den fysiske verden næsten ikke eksisterende – brugeren har helt bogstaveligt fingrene nede i den digitale model. Enhver ændring, der foretages i modellervoksens topologi, fører til en tilsvarende ændring i den digitale model. Dette betegnes inden for tangible computing som *input/output unification* – dvs. sammensmeltning af input og output. I traditionelle grafiske brugergrænseflader er input og output tydeligt adskilt: Computerskærmen udgør systemets output og er brugerens vindue ind til den digitale verden, mens mus og tastatur er brugerens vej til at påvirke den digitale verden og udgør systemets input. I Illuminating Clay interagerer brugeren derimod på samme fysiske "enhed", som han/hun benytter til at observere systemets tilstand med. Det giver derfor ikke mening at klassificere voksmodellen som input eller output, men som input og output.

Ved at evaluere Illuminating Clay fandt systemdesignerne ud af, at brugerne fik en fornemmelse af rumligheden i det landskab, de arbejdede med. I de systemer brugerne, normalt benyttede, betragtede de det tredimensionelle landskab på en flad skærm, og herved skulle den enkelte bruger selv tolke de rumlige parametre ud fra det betragtede. Brugere fandt det meget givtigt, at de med Illuminating Clay kunne gå rundt om landskabsmodellen, betragte den fra forskellige vinkler og afstande og derved danne sig et bedre billede af landskabet.

Microsoft Surface

I Illuminating Clay består interaktionen i, at brugeren ændrer selve brugergrænsefladens fysiske form. Langt mere normalt er det dog, at interfacets form er statisk, og at det taktile består i, at

brugeren benytter fysiske objekter i interaktionen. Et af de systemer, der er længst fremme med denne type interaktion, er Microsofts Surface-system (www.microsoft.com/surface).

Microsoft Surface tilhører en undergruppe af tangible user interfaces, der betegnes som tabletop tangible interfaces, og som er den hurtigst voksende gruppe af systemer. Betegnelsen dækker over et system, der er designet som et traditionelt bord, men hvor bordpladen udgøres af en touch- og objektfølsom skærm. Som figur 3 viser, er Microsoft Surface designet som et sofabord, og en række af verdens dyreste kasinoer og hoteller har allerede et eksemplar stående i deres lounges.

I tabletop tangible interfaces fanges interaktionen med skærmen vha. et kamera inde i bordet, der affotograferer fysiske objekter eller fingre, der rører skærmen. Det, der adskiller Microsoft Surface fra andre systemer, er, at affotograferingen sker vha. fire kombinerede kameraer. Dette giver et billede med langt højere opløsning end i andre systemer og muliggør en mere detaljeret genkendelse. Eksempelvis kan Microsoft Surface, på grund af den høje opløsning, aflæse stregkoder fra bøger eller dvd'er, der lægges på skærmen.



Brugeren kan male direkte på skærmen

Hverdagsobjekter som interaktionsenheder

Microsoft Surface benytter det højopløselige genkendelsessystem til at inddrage normale fysiske hverdagsobjekter i den digitale interaktion. Figur 4a viser en maleapplikation, hvor brugeren kan male direkte på skærmen med en ganske almindelig malerpensel. Vha. kameraet detekteres penselstørrelse, vinkel i forhold til skærmen samt information om, hvor hårdt penslen trykkes mod skærmen – alt sammen parametre, som er essentielle for en realistisk tracking af brugerens penselstrøg. Malerapplikationen er først og fremmest udviklet som forskningsprojekt, men Microsoft ser et oplagt potentiale i forhold til undervisning i billedkunst. Her ville applikationen kunne præsentere forskellige malerteknikker for brugeren og træne dem ved at give konstruktiv kritik.

Systemet på figur 4b stammer fra et af Microsoft Researchs mere kommercielle projekter, SurfaceWare, som henvender sig til barer og restauranter, der benytter Microsoft Surface. I SurfaceWare benyttes bordets genkendelsessystem til at estimere, hvor meget væske der er i de glas, der er placeret på skærmen. Informationen om væskemængden sendes fra de enkelte Surface-systemer til en central applikation, som monitoreres af tjenerne på etablisementet. Med hjælp fra systemet kan tjenerne tilbyde gæsten en genopfyldning netop på det tidspunkt, hvor det er mest sandsynligt, at gæsten vil takke ja. Hensigten med systemet er officielt at sikre gæsten en god og opmærksom betjening, men udsigten til mersalg og øget omsætning udgør formentlig også et vist incitament for køberne af systemet.

Microsoft har foreslået udtrykket *implicitte interaktioner* som betegnelse for interaktioner som dem, der er i spil i SurfaceWare. Her foregår interaktionen ikke som en aktiv handling fra brugerens side, men nærmest som en passiv logging af brugerens fysiske interaktioner.

Det digitale knudepunkt

Ud over at forske i, hvordan hverdagsobjekter kan inddrages i den digitale interaktion, forskes der på Microsoft Research i, hvordan Microsoft Surface kan forbedre integrationen og kommunikationen mellem de mange gadgets, vi benytter i vores hverdag. Microsofts vision er, at alle elek-

troniske enheder som digitale kameraer, iPods eller smartphones skal oplyse trådløst om, hvilke funktionaliteter eller services enheden stiller til rådighed for andre enheder. Tanken er derved at lade de forskellige enheder samarbejde og drage nytte af andre enheders hardware og services.

Smartphonens klare fordele er mobilitet og portabilitet – den gør det muligt for os at lytte til musik, surfe på nettet eller se film, mens vi er på farten. Samtidig har smartphonen dog sine klare begrænsninger, og det er eksempelvis nok de færreste, som ville vælge smartphonen som medie, hvis de skal vise vennerne billeder fra ferien eller besvare dagens e-mails. På figur 5 har en bruger derfor lagt sin Samsung BlackJack-smartphone på Microsoft Surface, hvorved smartphonens services vises og stilles til rådighed for brugeren på den store touchskærm. Herved kan brugeren bladde gennem telefonens musiksamling, billeder eller e-mails på en behagelig måde, og hvis et billede skal overføres til en anden enhed, trækker brugeren blot billedet fysisk over på enheden. På denne måde er det Microsofts vision, at Microsoft Surface skal tjene som et digitalt rendez-vous for alle vores gadgets og facilitere kommunikation og overførsler i mellem digitale enheder.

mixiTUI

Det sidste system er musiksystemet mixiTUI (www.mixitui.com), som er udviklet på DIKU. mixiTUI er en tangible sequencer udviklet til at støtte elektroniske musikere, når de skal opføre elektroniske koncerter. Derudover sigter mixiTUI mod at forbedre koncertoplevelsen for publikummet til elektroniske koncerter. Normalt kan den elektroniske koncert være en meget indadvendt koncertoplevelse, hvor musikeren sidder gemt bag en laptop, uden at publikum kan se, hvad der foregår på skærmen. På mixiTUI er alle interaktioner gjort synlige for publikum, så de kan få et indblik i, hvordan musikeren arbejder og skaber den musik, publikum hører.

mixiTUI benytter, ligesom Microsoft Surface, fysiske objekter, men på en anden og mere abstrakt måde. I mixiTUI sammenkædes lyde og effekter med fysiske klodser, så hver lyd eller effekt er kædet sammen med sin egen klods. Modsat de pensler eller glas, der anvendes i Microsoft Surface, har klodserne i mixiTUI ikke nogen fysisk egenskab i sig selv. Klodserne kan betegnes som fysiske links til digital information, og deres funktion er at give det digitale fysisk substans. Dette er en meget almindelig praksis inden for tangible user interfaces, og når de fysiske objekter benyttes på denne måde, omtales de som *tokens*. Ordet token findes ikke på dansk, men betegner fysiske enheder med symbolsk værdi. Souvenirs, poletter, gavekort og stofmærker er alle sammen genstande, der betegnes som tokens på engelsk.

mixiTUIs interaktionsdesign

mixiTUIs tokens er inddelt i tre grupper: looptokens, effekttokens samt en sessiontoken.

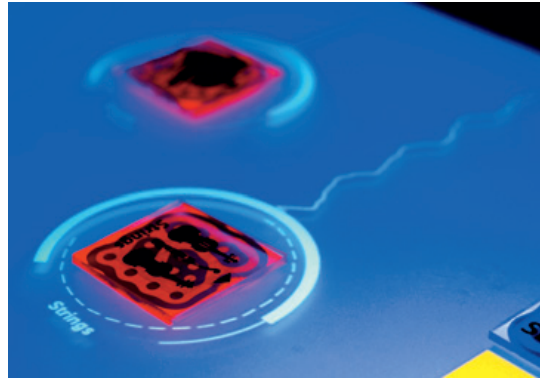
mixiTUIs looptokens udgør den lydgenererende del af mixiTUI og er bundet til digitale loop. Når en looptoken er placeret på skærmen, modtager musikeren feedback om loopets lydstyrke, varighed og aktuelle fremskridt. På figur 7 ses loopets lydstyrke som en bue rundt om tokenen, mens loopets varighed og fremskridt ses som en stiplede linje. Hver streg i den stiplede linje symboliserer et taktslag, og den stiplede linje fungerer på den måde som et ur, der under opførelsen hjælper musikeren med at holde styr på loopenes varighed og fremskridt.



*Klodserne
i mixiTUI
kan betegnes
som fysiske
links*



Figur 6: En elektronisk musiker giver elektronisk koncert på mixiTUI.



Figur 7: En looptoken på mixiTUIs skærm.

mixiTUIs effekttokens er bundet til digitale signalbehandlingseffekter, som fx overdrive-, ekko- eller cuttereffekter. Når en effekttoken er placeret i nærheden af en looptoken eller en anden effekttoken, sammenkobles de to tokens automatisk. Sammenkoblingen mellem tokenerne fører til en ændring i lydens signalvej, som visualiseres ved hjælp af virtuelle ledninger på skærmen. På den måde har musikeren et konstant overblik over, hvilke tokens der er koblet sammen.

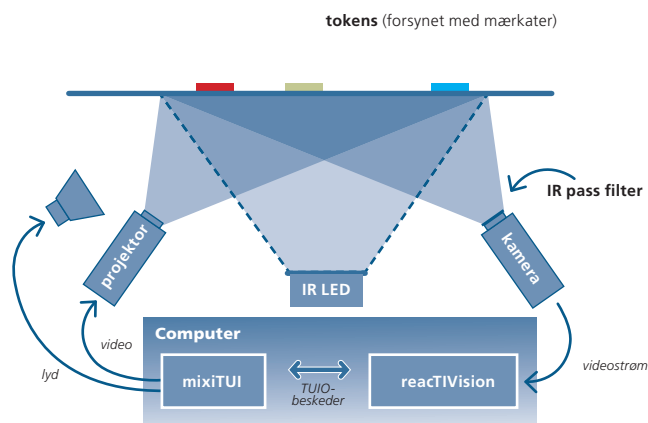
mixiTUIs sessiontoken ses til venstre på figur 6. Musikeren skifter session ved at placere sessiontokenen på en af de fem farver. Når musikeren skifter session, skifter alle looptokens melodi eller rytme, og skærmens baggrundsfarve skifter til den valgte sessionsfarve. På denne måde kan musikeren eksempelvis skifte fra vers til omkvæd uden at skulle tage alle looptokens af og lægge nye på.

Evaluering af mixiTUI

mixiTUI blev evalueret i samarbejde med seks professionelle elektroniske musikere, som alle har stor erfaring med at opføre elektronisk musik live. Musikerne brugte hver især en eftermiddag med mixiTUI, hvor deres egne loop var lagt ind på forskellige looptokens. I det nedenstående vil jeg fremhæve de tilkendegivelser, musikerne kom med i forhold til den fysiske interaktion.

Flere af musikerne fortalte, at de oplevede, at den fysiske tilgang til at mikse musik gjorde, at der var kortere vej fra idé til handling, end når de arbejdede på laptop. En af musikerne udtalte: "Det er intuitivt på den måde, at når jeg får en idé, så kan jeg gøre det med det samme. Alting flytter sig efter det. Hvis jeg rykker på noget, så ændrer det sig."

Ingen af musikerne kendte til begrebet input/output unification, som tidligere er blevet beskrevet. Alligevel hæftede flere af musikerne sig ved, at de på mixiTUI interagerede samme sted, som de observerede, og at dette gav dem en frihed, de ikke var vant til. En af musikerne udtrykte det på denne måde: "Jeg kan godt lide, at det visuelle ligesom træder i kraft. Man kan sætte effekten ind over en lyd, og så er det den, man arbejder med. Så kan man faktisk bare trække den over på en anden, og så er det den, man arbejder med. Det, man ser foran sig, er det, man rent faktisk hører."



Figur 8: Diagram med de enkelte komponenter i mixiTUI.

Samtlige musikere bemærkede, at interaktionen med mixiTUI foregik uden navigation i menuer og vindueskift, hvilket gjorde grænsefladen mere overskuelig. Den fysiske tilgang samt det forbedrede overblik bevirkede, at de var i stand til at improvisere, når de spillede – noget, musikere kraftigt efterlyste i eksisterende systemer: "Jeg tror, at det, som elektroniske musikere ofte mangler, det er sgu at lege. Og jeg tror også, at publikum savner, at elektroniske musikere leger."

For at vurdere, om mixiTUI også var i stand til at forbedre publikums koncertoplevelse, blev der afholdt en evalueringskoncert i et auditorium på DIKU, hvor 117 personer deltog. Evalueringen forløb ved, at musikeren "The Mad System" skiftevis opførte elektronisk musik på mixiTUI og på sin laptop. Herefter blev publikum bedt om at udfylde et spørgeskema og forholde sig til en række forskellige parametre, som knyttede sig til koncertoplevelsen. Forsøgsdeltagerne var positive over for mixiTUI, og 103 af forsøgsdeltagerne vurderede, at mixiTUI havde forbedret deres koncertoplevelse. På en skala fra 1 til 7, hvor 1 var dårligst, og 7 var bedst, bedømte forsøgsdeltagerne i gennemsnit mixiTUI-koncerten 1,38 højere end laptop-koncerten.

Den tekniske del

Figur 8 viser et diagram med de enkelte komponenter i mixiTUI.

mixiTUI er et computer vision-system (CV), hvilket vil sige, at de enkelte tokens detekteres vha. visuel genkendelse. Alle tokens har et mærkat påklisteret på undersiden, som bruges i genkendelsesprocessen. Mærkaterne kaldes fiducials og kan på mange måder sammenlignes med de stregkoder, der findes på dagligvarer – blot i en lidt mere avanceret version. Når brikkerne lægges på mixiTUIs skærm, som består af en mat plexiglasplade, kan mærkaterne ses af et kamera, der sidder inde i bordet, og som filmer hele glaspladen. Videostrømmen fra kameraet behandles af et CV-program, reactIVision, der analyserer videostrømmen, søger efter mærkater og bestemmer placeringen og vinklen på de tokens, der er placeret på glaspladen.



Figur 9: Musens fremtid?

Denne information sendes via netværksbeskeder (TUIO-beskeder) videre til mixiTUI-softwaren, hvor den fortolkes i forhold til brugergrænsefladedesignet. Ændringer i placeringen og vinklen på tokens fører således til ændringer i mixiTUI-softwarens tilstand og dermed til ændringer i musikken. Den auditive feedback suppleres med visuel feedback, idet der rundt om de aktive tokens projekteres supplerende grafisk information (figur 7). Herved kan musikeren observere systemets digitale tilstand og aflæse informationer om tokenernes digitale egenskaber, mens der drejes eller flyttes på tokens.

Glaspladen belyses konstant med infrarødt lys, som er usynligt for det menneskelige øje, men synligt for kameraet. Herved sikres det, at kameraet har optimale lysforhold og kan levere et skarpt og kontrastfyldt billede, selv når systemet bruges i (menneskeligt set) mørke omgivelser. For at undgå, at tokendetekteringen genereres af det projekterede billede, er der på kameraet påmonteret et IR pass-filter, som bortfiltrerer alt andet end infrarødt lys. Dette bevirker, at billedet fra projektoren ikke fanges af kameraet.

Det er, som tidligere nævnt, det samme princip, der benyttes i Microsoft Surface og andre tabletop tangible interfaces.

Musens fremtid

Styrken ved TUI-systemer som dem, der er blevet præsenteret i denne artikel, er, at systemernes interaktionsform er tæt koblet til den opgave, systemerne løser: Skal der males, foregår det med en pensel, og skal der formes et landskab, foregår det med hænder og modellervoks. Interaktionen virker naturlig og intuitiv for brugeren og kan være svær at efterligne med mus og tastatur. Omvendt kan man sige, at styrken ved traditionelle computere med mus og tastatur er, at der her

netop ikke er en tæt kobling mellem interaktionsform og den opgave, der løses. Det er nemlig denne egenskab, der gør, at den samme computer kan bruges til både tekstbehandling, regneark og browsing. Denne generiske kvalitet besidder de præsenterede TUI-systemer ikke – vil man forme landskaber, må man bruge Illuminating Clay, og vil man spille musik, må man bruge mixiTUI.

De nye interaktionsformer, som ses inden for tangible computing og multi-touch, gør altså ikke med ét musen eller den traditionelle computer forældet. Derimod betyder tilkomsten af de mange nye teknologier blot, at paletten med interaktionsteknikker er blevet bredere, og at interaktionsdesignere ikke mere behøver at vælge mus og tastatur som interaktionsform i mangel af bedre alternativer. Nye avancerede interaktionsteknikker vil løbende blive tilføjet og gøre fremtidens palet endnu mere farverig, men jeg tror fortsat, at musen og tastaturet vil være at finde blandt grundfarverne. ❖

Læs mere

Ishii, H. and Ullmer, B. 1997. Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (Atlanta, Georgia, United States, March 22 - 27, 1997). S. Pemberton, Ed. CHI '97. ACM, New York, NY, 234-241.

Ullmer, B. and Ishii, H. 2000. Emerging frameworks for tangible user interfaces. IBM Syst. J. 39, 3-4 (Jul. 2000), 915-931.

Underkoffler, J. and Ishii, H. 1999. Urp: a luminous-tangible workbench for urban planning and design. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems: the CHI Is the Limit (Pittsburgh, Pennsylvania, United States, May 15 - 20, 1999). CHI '99. ACM, New York, NY, 386-393.

Mixitui.com

Centrale begreber

Tangible user interface (TUI): En brugergrænseflade hvor interaktionen skabes vha. fysiske objekter.

Tabletop tangible interface (TTI): En underkategori af TUI, hvor fysiske objekter benyttes på en multi-touch-skærm, der er indbygget i et bord.

Multi-touch-skærm: En skærm som kan registrere fingre eller objekter, der berører skærmen. Multi-touch-skærme findes fx på iPhone og iPad.

Token: Et fysisk objekt, der er kædet sammen med digital information eller data. En token kan betegnes som en fysisk repræsentation af digitale data.

Tool: Et fysisk objekt, der er i stand til at manipulere digital information eller data. Et tool er typisk fysisk udformet, så det afspejler sin digitale funktion. Penslen fra Microsoft Surface er et eksempel på et tool.

ESBEN WARMING PEDERSEN



Esben Warming Pedersen er bachelor i musikvidenskab og er kandidat i datalogi fra DIKU. Esben modtog i 2009 SIGCHI. dk's studenterpris for årets mest ekstraordinære speciale. I dag er Esben ph.d-studerende på DIKU, hvor han arbejder med profes-

sionelle elektroniske musikere som brugergruppe. Esbens primære forskningsområder er tangible user interfaces, surface computing og human robot interactions. Esben har publiceret artiklen "mixiTUI: A Tangible Sequencer for Electronic Live Performances" (2009).

Den digitale revolution – fortællinger fra datalogiens verden

Bogen er udgivet af Datalogisk Institut, Københavns Universitet (DIKU) i anledning af instituttets 40 års jubilæum med bidrag fra forskere tilknyttet instituttet.

Redaktion:

Tariq Andersen, phd-studerende, Jørgen Bansler, professor, Hasse Clausen, lektor, Inge Hviid Jensen, kommunikationsmedarbejder og Martin Zachariassen, institutleder.

Forsidemotiv: Foto af skulptur af Alan Turing, © basegreen lokaliseret på flickr.com/photos/basegreen

Oplag: 1000 eks.

Grafisk design og produktion: Westring + Welling A/S

ISBN: 978-87-981270-5-5

© Datalogisk Institut 2010. Citater er tilladt under creative commons.

