

IKT-kompetanse for samfunns- og næringsutvikling

Sluttrapport

Program
Grunnleggende IKT-forskning – IKT-2010



Om programmet

Forskningsprogrammet Grunnleggende IKT-forskning (IKT-2010) startet i 2000 og ble avsluttet i 2007, med et samlet budsjett fra Forskningsrådet på ca. 180 millioner kroner. Programmets målgrupper var forskningsmiljøer ved universiteter, høyskoler og forskningsinstitutter som utfører grunnleggende forskning innenfor programmets fagområder, gjerne i samarbeid med næringslivet.

Hovedmålet for programmet var å frembringe og gjøre tilgjengelig ny viten innenfor områdene kommunikasjonsteknologi, distribuerte systemer og store programsystemer.

Programmet prioriterte forskning innen områdene distribuerte systemer, kommunikasjonsteknologier, samt store informasjons- og programsystemer.

Programstyret satte som mål at det skulle støtte minst 70 doktorgradsstipendiater og 10 postdoktorer.

Mer informasjon:

<http://www.forskningsradet.no/ikt2010>

<http://www.forskningsradet.no/VERDIKT>

Innhold

Et viktig program for den norske IKT-kompetansen, side 3
Mobile nettverk uten basestasjoner, side 5
«Hanskefabrikk» for fleksibel mellomvare, side 9
Presis kommunikasjon i det digitale cocktailpartyet, side 11
Multimedia når som helst, hvor som helst,
på hva som helst, side 14
Ikke spør internettet, det sier fra isteden, side 17
Sikkerheten er god, men forretningssikkerheten
kan bli bedre, side 19
Norsk språkteknologi gjør fremskritt igjen, side 22
Bedre forhåndsanalyser gir færre blindveier, side 24
Gjenbruk av programvare gir økt produktivitet, side 27
Fremtidsmagien kommer til møterommene, side 29
Prosjektoversikt 2000–2007, side 33

Et viktig program for den norske IKT-kompetansen

Forskningsprogrammet Grunnleggende IKT-forskning (IKT-2010) har bidratt både til å øke den generelle norske IKT-kompetansen, og til å styrke bruken av eksterne rådgivere til å evaluere norsk forskning. – Dette var et lenge etterlengtet program, oppsummerer professor Frank Eliassen.

Frank Eliassen var den første programstyrelederen i IKT-2010 fra år 2000, etter at han hadde vært med på å legge grunnlaget for programmet i 1990-årene. På den tiden deltok Eliassen i en komité som skulle utrede behovet for en norsk satsing på programvaresystemforskning, programvareutvikling og nettverksarkitektur, og komiteen la fram en grundig dokumentasjon på at behovet var stort.

– På den tiden dominerte fortsatt de tradisjonelle naturvitenskapene i Norges forskningsråd, og det var vanskelig for andre disipliner å få gjennomslag. Forskerutdanningen innen IKT lå langt tilbake til langt ut på 1990-tallet, men det ble litt bedre da først programmet Distribuerte IT-systemer (DITS, – 1996–2000) og deretter Grunnleggende Teleforskning (GT, – 1997–2001) ble etablert. Dette var imidlertid forholdsvis små programmer, så da IKT-2010 startet i 2000 var det faktisk det første forskningsprogrammet som representerte en større satsing på dette feltet, forteller Eliassen.

Volum og kvalitet

Professor Eliassen er i dag leder for en forskningsgruppe som arbeider med nettverk og distribuerte systemer ved Universitetet i Oslos Institutt for informatikk (IFI). Han er også forsker ved Simulasenterets avdeling innen det samme fagområdet.

– I ettertid må det være lov å si at DITS, GT og IKT-2010 har hatt stor betydning for å styrke både volumet og kvaliteten på forskningen innen disse områdene i Norge. Men jeg tror også at vi bidro på et annet område, særlig i IKT-2010, fordi vi brukte mye tid og krefter på å argumentere for økt bruk av eksterne evalueringer av forskningsprosjekter. Dette er et viktig prinsipp som bidrar til økt forskningskvalitet og samtidig reduserer habilitetsproblematikken. Dette prinsippet er senere blitt helt vanlig i Forskningsrådet, påpeker Eliassen.

Da IKT-2010 ble midtveisevaluert i 2003 – av en komité som besto av to svenske forskere og en finsk – gikk den generelle

konklusjonen ut på at programmet var veldrevet. – Vi tror at målsetningen om å utvikle nyttig grunnleggende kunnskap innen programmets definerte område blir godt ivaretatt av prosjektene som er igangsatt, skrev komiteen. Den generelle forskningskvaliteten var høy, og både den tekniske og samfunnsmessige relevansen ble beskrevet som «udiskutabel».

Det er langt igjen

Utviklingen innen IKT-sektoren har gått rivende fort i årene etter 2000, men den har samtidig ikke innfridd de enorme visjonene mange gikk rundt med for snart ti år siden. – Jeg føler at det har vært mye urealistiske forventninger på dette området. Det som har utviklet seg raskt er selve teknologien – nettverks- og maskinhardware – mens de mer fundamentale problemene ligger der fortsatt. Vi har fått større muskler og kan løse tyngre problemer, men det finnes fortsatt teoretiske begrensninger for hva man kan automatisere. Det er også langt igjen før vi har funnet



en fullgod løsning på sikkerhetsproblematikken. Universitetslektor Gisle Hannemyr hadde for eksempel helt rett da han nylig påpekte en svakhet ved de epost-systemene vi bruker i dag: De ble utviklet på 1980-tallet, da man fortsatt gikk rundt og trodde at IKT-brukere alltid var snille med hverandre! sier Eliassen.

IKT-2010 ble etablert for å være både grunnleggende og næringsrettet, noe som ofte oppfattes som en motsetning. – Men den motsetningen er ikke så stor i IKT-bransjen, hvor mye av forskningen er motivert ut fra teknologiske muligheter. Det var derfor naturlig å innrette

forskningen mot fremtidige samfunns- og næringsmessige behov, sier Eliassen.

Frank Eliassen sluttet som styreleder i 2004. Fra 2006 ble programmet fulgt opp av programstyret i VERDIKT (Kjernekompetanse og verdiskaping i IKT). VERDIKT er Forskningsrådets store program for IKT og retter seg mot IKT-samhandling i bred forstand, og har professor Torbjørn Svendsen ved NTNUs Institutt for elektronikk og telekommunikasjon som programstyreleder.

– VERDIKT samler store deler av den norske IKT-forskningen i et felles pro-

gram, og vi har overtatt ansvaret for prosjekter som ennå ikke er avsluttet i IKT-2010. VERDIKT viderefører derfor forskningen i IKT-2010, samtidig som dette er en helt annen type program, forteller Svendsen.

VERDIKT skal bidra til at IKT-forskning gjør Norge til et foregangsland i utvikling og anvendelse av teknologi og kunnskap for IKT-basert innovasjon og samhandling. Slik skal programmet bidra til å skape verdier og å utvikle kompetanse som fremmer kunnskaps-samfunnet og kunnskapsøkonomien.

Mobile nettverk uten basestasjoner

Tenk om mobiltelefoner og mobilt datautstyr kunne kommunisere direkte, uten å gå veien om basestasjoner? Det hadde vært veldig praktisk for blant annet redningsaksjoner i områder utenfor mobilselskaperens dekningsområder, eller for arrangørene av store sykkelkonkurranser. Forskere ved Universitetet i Oslo har utviklet prototypene.

Professor Thomas Plagemanns forskergruppe har jobbet i flere år med å utvikle programvare som blant annet kan gjøre det mulig for redningsmannskaper å utveksle tekst, tale og bilder selv om redningsaksjonen foregår i et område uten mobildekning. Programvaren trenger nemlig ikke basestasjoner for å opprette kommunikasjon mellom redningsmannskapenes mobiltelefoner og bærbare datamaskiner – teknologien sørger istedenfor for at hver enkelt bærbare enhet blir en node i et spontant nettverk som kan inneholde opptil 100 enheter.

– De fleste bærbare datamaskiner er i dag utstyrt med trådløse nettverkskort, men disse kan konfigureres på to ulike måter. Det vanligste er at maskinene står i infrastrukturmodus, som innebærer at de må koble seg opp til en basestasjon eller en trådløs ruter av den typen som finnes i mange hjem. Men det går også an å konfigurere slik at enhetene kan koble seg til andre enheter med trådløst nettverkskort i nærheten,



Det er ikke praktisk mulig å arrangere redningsøvelser for å teste endringer i programvaren. Derfor har førsteamanuensis Ellen Munthe-Kaas (t.h.) og professorene Thomas Plagemann og Vera Goebel fra DMMS-gruppen satset på virtuell testing. (Foto: Ståle Skogstad, UiO)

forklarer Plagemann. Forskergruppen heter *Distributed Multimedia Systems* (DMMS) og er en del av Institutt for informatikk ved UiO.

Informasjonshåndtering via maneter

Dermed kan informasjon lett sendes mellom to maskiner i nærheten av hverandre. Hvis det skal opprettes

Ad-Hoc InfoWare: Middleware Services for Information Sharing in Ad-hoc Networks

Prosjektleder: Professor Thomas Plagemann

Kontraktspartner: Institutt for informatikk, Universitetet i Oslo

Samarbeidspartnere: Thales Norway ved Jon Andersson (medveileder)

Stipendiater: Katrine Stemland Skjelsvik, Norun Sanderson, Matija Puzar, Ovidiu Drugan.

kontakt med en maskin som befinner seg utenfor avsendermaskinens trådløse rekkevidde, kan informasjonen sendes gjennom flere andre maskiner på veien. Dermed har maskinene etablert det som kalles et mobilt ad hoc-nettverk eller en «manet».

– Vi ser for oss at denne teknologien kan ha mange anvendelser, i tillegg til redningsaksjoner utenfor dekningsområdene. Du husker kanskje eksplosjonen i en fyrverkerifabrikk i Nederland for et par år siden? Da ble hele telenettet ubrukelig, ikke fordi infrastrukturen ble ødelagt, men fordi masse mennesker ringte samtidig og sprengte kapasiteten. I en slik situasjon ville et ad hoc-nett fortsatt fungert, forteller Plagemann.

Ingen fare for Telenor

– *Kan denne teknologien bli en konkurrent til de tradisjonelle mobilsekskapene?*

– Nei, det tror jeg ikke, svarer Plagemann. – Vi snakker først og fremst om nett som er lokalt begrenset, og det blir vanskelig å ringe «rikstelefon» på denne måten. Dessuten har nettene ingen adgang til internett før noen tilbyr internettaksess fra en av maskinene.

Teknologien ble omtalt i Universitetet i Oslos forskningsmagasin Apollon i 2006. Etter det har tre av stipendiatene

tatt sin doktorgrad, mens den fjerde har fått permisjon for å være med i EU-prosjektet MIDAS der forskningen fra IKT 2010-prosjektet blir videreført. Dette ledes av SINTEF og handler om utvikling av mellomvare for mobile nett tilpasset to ulike scenarier: Nødhjelpsaksjoner, og store idrettsarrangementer.

– Det er ikke noe poeng å bruke denne teknologien på en fotballbane, for der er det sikkert en basestasjon i nærheten. Vi tenker mer på store arrangementer av typen Tour de France. Der må det bygges opp en kommunikasjonsstruktur ganske raskt, for både arrangørene, syklistene, mediene og publikum har store kommunikasjonsbehov. Men strukturen skal bare brukes i kort tid, for neste dag har syklistene flyttet seg til en ny etappe, forklarer Plagemann.

Nett for lyd og video

IKT-2010-prosjektet handlet mest om å håndtere tekst- og tallinformasjon. Plagemanns forskergruppe er nå i ferd med å starte et nytt prosjekt, der programvaren skal videreutvikles til også å gjelde overføring av lyd og video. Forskningen er støttet av VERDIKT-programmet i Norges forskningsråd.

– Den forskningsmessig største utfordringen går ut på at det er vanskelig å etablere slike nettverk i et ustabil miljø med mange bevegelser, og hvor det

blant annet finnes mye bærbart utstyr med dårlig batterikapasitet. Hvis vi for eksempel bygger inn de beste sikkerhetsløsningene, kan det gå på bekostning av batterikapasiteten eller båndbredden, kommenterer Plagemann.

Institutt for informatikk ved UiO er også i ferd med å starte et strategisk universitetsprogram (SUP) rettet mot utviklingen av mer stabile spontane og dynamiske mobile nett. Men hvor langt er det igjen før denne teknologien kan kjøpes i butikken?

– Det vi har gjort hittil, er å utvikle og implementere prototyper som kan brukes til evaluering. Prototypene er ennå ikke stabile nok til å kunne brukes i en kommersialisering. Vi trenger «traces» fra reelle redningsoperasjoner, det vil si informasjon om hvem som utvekslet data i løpet av operasjonen, for å gjennomføre en realistisk evaluering. Denne typen informasjon har ikke hittil vært tilgjengelig. Men det siste året har vi samarbeidet med Røde Kors i Østerrike, som har gitt oss tilgang til data fra operasjoner hvor det er brukt GPS-utstyr til å logge bevegelsene. Disse dataene har vi nå brukt i et forprosjekt, forteller Plagemann.



Ved redningsaksjoner på avsides steder kan den såkalte manet-teknologien gjøre det mulig for alle typer mobile enheter å kommunisere i et spontant nett uten basestasjoner.
(Foto: Tore Wuttudal/NN/Samfoto)



«Hanskefabrikk» for fleksibel mellomvare

Den såkalte mellomvaren er en usynlig, men likevel svært viktig, del av den moderne IKT-hverdagen. Hver gang du går på internett, er det mellomvaren som besørger kommunikasjonen mellom applikasjonen du bruker og selve nettet. Mellomvaren er for applikasjonen som hansken er for hånden.

En hanske gjør at hånden kan fungere bedre i ulike omgivelser. Hansken må imidlertid ha mange ulike egenskaper avhengig av hvor og til hva hånden skal benyttes; i kulde eller varme, i våte eller tørre omgivelser, til arbeid som krever finmotorikk eller grovere motorikk.

Internett omfatter et mangfold av teknologier, fra gamle metallkabler til optiske fibrer og trådløse nett. Maskinene som er koblet til Internett varierer fra mobiltelefoner og minidatamaskiner opp til klynger av superdatamaskiner. Det er den såkalte mellomvaren som sørger for at applikasjonene kan «snakke» med hverandre på en ensartet måte på tross av dette mangfoldet.

– Det går an å sammenlikne mellomvaren med en hanske som skal passe til ulike applikasjoner. Hvis applikasjonen din for eksempel kjører på en pc, trengs

Mellomvaren er for applikasjonen som hansken er for hånden.
(Foto: Shutterstock)

det en spesiell hanske som besørger kommunikasjonen mot internett. Hvis du surfer fra en mobiltelefon isteden, eller skal arrangere en videokonferanse, trengs det andre slags hansker, forklarer professor Frank Eliassen ved Simulasenteret.

Hanskefabrikk for tilpasningsdyktige hansker

Professor Eliassen har ledet et prosjekt som gikk ut på å utvikle en generell plattform kalt QuA, som kan automatisk skreddersy mellomvaren til ulike applikasjoner og ulike omgivelser. Eliassen ville utvikle en mellomvare som kunne brukes av ulike applikasjoner med hver sine krav til tjenestekvalitet, og med evne til å tilpasse seg dynamisk til endringer i brukernes behov og omgivelser.

– Hvis vi holder oss til hanskemetaforen, så var det behov for en «hanskefabrikk» som kunne produsere og modifisere hanskens egenskaper alt etter situasjon og behov, og det mens

hansken var i bruk. Den nye mellomvareplattformen kan produsere hansker som passer til bruk både hvis det trengs en vanntett hanske, en vindtett hanske, eller en hanske som tåler mange kuldegrader. Dersom alternativet var å utvikle en eneste hanske for alle disse omgivelsene, ville den antakelig ikke passet godt til noe som helst, forklarer Eliassen.

Ved hjelp av QuA-plattformen er det i prosjektet også utviklet metoder og verktøy for utvikling, eksekvering og vedlikehold av distribuerte applikasjoner som har krav til tjenestekvalitet og krav om å kunne tilpasse seg dynamisk til endringer i brukernes behov og omgivelser. Dette er viktig for mobile applikasjoner, og for applikasjoner beregnet for GRID-omgivelser.

En hanske som tilpasser seg

Det er også utviklet et mellomvare-rammeverk som kalles ARGOS. – Hvis du sitter med hånden i hansken, og forflytter deg til en ny og annerledes

omgivelse, så ønsker du at hansken skal tilpasse seg mens du hele tiden har den på. Hvis du for eksempel har programvaren kjørende på en mobil enhet, så skal du kunne veksle mellom ulike trådløse nett eller starte nye programmer uten å få problemer. ARGOS-rammeverket kan benyttes til å samle inn det vi kaller kontekstuell informasjon om omgivelsen du befinner deg i. «Mellomvarefabrikken» vår inneholder logikk som benytter denne informasjonen til å resonnerer omkring applikasjonens behov når omgivelsene endrer seg, forteller Eliassen.

Etablerte bedrift

Prosjektet omfattet også utviklingen av en såkalt demonstrator-applikasjon som viste hvordan QuA kan benyttes til å sende den samme videoen til flere mottakere med ulike kvalitetskrav. Avsenderen sender altså kun én videostream, men denne kan betraktes like godt på naboens store plasmaskjerm som på din egen mobiltelefon-skjerm. Denne teknologien lå til grunn for etableringen av bedriften Lividi AS, hvor utviklingsselskapene Simula Innovation og Birkeland Innovation er blant eierne. Lividi har nå fem medarbeidere og har blant annet fått støtte fra FORNY-programmet i Norges forskningsråd.

Moderne programvareutvikling på internett-området er basert på «Lego-

prinsippet», dvs at man stadig utvikler nye byggesteiner (programvarekomponenter) som kan settes sammen på ulike måter. Dette prinsippet er beholdt i QuA-prosjektet.

– Motivet for hele prosjektet var at vi forutså utviklingen av applikasjoner med ulike krav til for eksempel ytelse og kvalitet. Derfor var det viktig å utvikle mellomvareteknologi som kunne gi en form for garanti: Når du har plassert applikasjonen din på en server, skal serveren også sørge for at den spesifiserte kvaliteten blir oppfylt. Vi ville finne metoder som kunne løse dette problemet på en generell måte, forklarer Eliassen.

Ekspertbygde biter

Dette problemet var tidligere løst ved å legge en logikk for tjenestekvaliteten inn i selve applikasjonene. – Men vi ville heller utvikle en metode som kunne håndtere tjenestekvaliteten, applikasjonslogikken og forretningslogikken separat. Dette ville åpne for utviklingsmetoder som gjør det mulig å ha eksperter på hvert sitt felt som kan bidra til den samlede utviklingen med hver sine biter av beste kvalitet. Til slutt kan mellomvaren/plattformen sy det hele sammen, forklarer Eliassen.

Løsningene som er utviklet i QuA-prosjektet ble blant annet tatt i bruk i det

store EU-prosjektet MADAM, som nå er avsluttet. Arbeidet blir nå videreført i det Forskningsråd-finansierte prosjektet ROMUS og i det store EU-prosjektet MUSIC. Der skal resultater fra QuA-forskningen bli videre utprøvd i en industriell sammenheng.



Quality of Service Aware Component Architecture (QuA)

Prosjektleder: Professor Frank Eliassen

Kontraktspartner: Simula Research Laboratory AS

Samarbeidspartnere: Universitetet i Tromsø, SINTEF IKT

Stipendiater: Viktor Eide, Arnor Solberg, Sten Amundsen Lundesgaard, Sharath Babu Musunoori, Arne Munch-Ellingsen.

Presis kommunikasjon i det digitale cocktailpartyet

Trådlause Internett- og mobiltelefonbrukarar tek på sett og vis del i eit digitalt cocktailparty: Det er mange som snakkar samstundes i det same «rommet», som difor kan verta ganske bråkete. I det analoge partyet kan du spissa øyra, men i den digitale versjonen trengs det mellom anna kodar for feildetektering og feilkorrigering.

– Cocktailparty-metaforen er treffande, men det er litt skummelt å bruka han. Då han vart brukt i ei pressemelding om ein doktorgradsdisputas, var det straks ei avislesande dame som ringte og lurte på om stipendiaten kunne hjelpa henne å arrangera eit selskap, fortel professor og instituttleiar Torleiv Kløve ved Institutt for informatikk ved Universitetet i Bergen.

Om vi likevel skal bruka metaforen: Når ei stor gruppe menneske snakkar, som i eit cocktailparty, kan det på avstand verka som tilfeldig støy. Men når du lyder nærare på ein enkelt person si røyst, kan du få med deg alt han seier, sjølv i eit støyfullt rom. Det går til og med an å føra fortrulege samtaler mellom to personar, utan at nokon andre snappar opp kva som vert sagt. Dette er eit bilete på det som går føre seg når digital informasjon vert overført mellom einingar i eit trådlaut nettverk, der det er viktig at informasjonen som er tiltenkt éin mottakar ikkje hamnar hjå ein annan – til dømes hjå naboen.



Cocktailpartyet er eit bilete på det som går føre seg når digital informasjon vert overført mellom einingar i eit mangfoldig trådlaut nettverk, utan at noko kjem til feil adresse. (Foto: Shutterstock)

Signatursekvensar er ikkje sløsing

– I det som vert kalla CDMA-system (Code-Division Multiple Access) har kvar bruker, som til dømes kan være ein mobiltelefon, sin eigen signatursekvens, for-

klarar Kløve. Overføringa skjer ved at data frå brukaren blir kombinert med signatursekvensen, slik at verdien «0» tildømes blir representert ved signatursekvensen, medan «1» blir representert ved den kom-



plementære sekvensen. Dette kan sjå ut til å vera sløsing, fordi kvar dataeining blir representert av ei større datamengd, men metoden har likevel mange fordelar. Han gjer det mogleg for fleire brukarar å senda data samstundes i noko som verkar som ei einaste stor støysending, men data til kvar enkelt brukar kan likevel rekonstruerast hjå mottakaren.

Professor Kløve har leia eit prosjekt som gjekk ut på å utvikla ny grunnleggjande kunnskap om feildetektering ved dataoverføring, permutasjonskodar, kodar for kvantedatamaskiner og sekvensar med gode korrelasjonsegenskapar. – Dataoverføring skjer på ein måte som liknar på vanleg språk. Naturleg språk har ein redundans eller «overflødig informasjon» som gjer at vi kan oppfatta kva som blir sagt, sjølv om vi ikkje høyrer alt. Det same gjeld skriftspråket: Vi kan faktisk forstå ei melding, sjølv om annankvar bokstav manglar. Når vi skal koda data for overføring, legg vi på redundans som på ein tilsvarande måte gjer det mogleg å få fram all informasjonen sjølv om delar er blitt endra av støy under overføringa, forklarar han.

Akkurat nok overflødigheit

– Den enklaste forma for feilkorrigering vil vera å senda all informasjon tre gonger. Om vi til dømes sender «0» som «000» og «1» som «111» vil fleirtalet av bits vera korrekte, sjølv om éin bit har vorte endra. Dersom vi mottok «101», kan vi rekna med at det var «111» som vart sendt. Hovudproblemet med denne enkle løysinga er at sendinga tek tre gonger så lang tid.

Det er derfor om å gjera å finne meir effektive kodar med tilleggsinformasjon. Hovudpoenget er å finna kodar som retter alle sannsynlege feil og samstundes brukar minst mogleg redundans, dvs. minst ekstra sendetid.

Problematikken gjeld på alle område der digital informasjon skal overførast. På ein vanlig musikk-cd er til dømes omlag 25 prosent av informasjonen redundans, for å sikra at musikken skal lyda like fint sjølv om cd-en får mindre skadar som elles kunne gjort han uleseleg eller vorte oppfatta som støy. Ei viktig oppgåve for dei vanlige modemane som ein brukar til å senda digital informasjon gjennom gamaldagse telefonleidningar, går ut på å korrigera feil som oppstår pga støy.

Rein grunnforskning lønte seg

– Det vi har gjort er rein grunnforskning, som enno ikkje har varte teke i bruk. Men dersom ein ser på kva vitskapleg publisering som har kome ut av prosjektet, har vi grunn til å være nøgde, sier Kløve.

SEC-prosjektet har nemleg gitt opphav til 21 artiklar i internasjonale tidskrift, 20 artiklar i såkalla proceedings frå internasjonale konferansar, og éin monografi. Alt dette gav til saman 52 publikasjonspoeng, som frå og med budsjettåret 2005 inngår som ein del av Kunnskapsdepartementet sin finansieringsmodell for universitets- og høgskolesektoren. Kvart publikasjonspoeng vert for tida honorert med omlag 40 000 kroner, slik at professor Kløves prosjekt genererte over to millionar

kroner ekstra til Universitetet i Bergen. Berre ein liten del av dette blir kanalisert til Kløves institutt, medan resten går til universitetet generelt.

Eit standardverk

Den høge publiseringsfrekvensen stadfestar at Institutt for informatikk i Bergen er høgt internasjonalt akta på området for koding og feildeteksjon. Professor Kløve har mellom anna skrivne boka *Codes for error detection*, som er trykt i to utgåver og vert rekna som eit standardverk på området.

– Ein kan kanskje tenkja seg at det går an å utvikla ein ideell kodeteori som vil løysa alle problem, slik at det ikkje lenger går an å utvikla betre kodar. Men det er langt att dit, og i mellomtida kjem vi til å halda fram med dette arbeidet, lovar Kløve.



SEC: Studies on Error-correcting Codes

Prosjektleiari: Professor Torleiv Kløve
Kontraktspartnar: Institutt for informatikk, Universitetet i Bergen
Stipendiatar og postdoktorar: Irina Naydenova, Geir Jarle Ness, Håvard Raddum, Constanza Riera

Multimedia når som helst, hvor som helst, på hva som helst

I 2008 er det en selvfølge at vi kan motta digitale filmer og andre multimedia-opplevelser i en rekke formater, fra kinosalen og DVD-spilleren til pc-en og mobiltelefonen. Men det var ingen selvfølge for bare åtte år siden, da professor Andrew Perkis startet et lite forskningsprosjekt som har satt uvanlig store spor etter seg.



UMA – Universal Multimedia Access from Wired or Wireless systems

Prosjektleder: Professor Andrew Perkis
Kontraktspartner: Institutt for elektronikk og telekommunikasjon
Samarbeidspartnere: Delvis koordinert med UMA-prosjektet, som ble finansiert av Nordisk Ministerråd gjennom NORDunet2-prosjektet
Stipendiater: Arne Lie, Jijun Zhang

Forkortelser:

Q2S: Centre for Quantifiable Quality of Service in Communication Systems
JPEG (ofte forkortet til JPG): Et elektronisk bildeformat utviklet av Joint Photographic Experts Group.
MPEG: Moving Pictures Experts Group, som har utviklet et videoformat og en standard for videokomprimering.

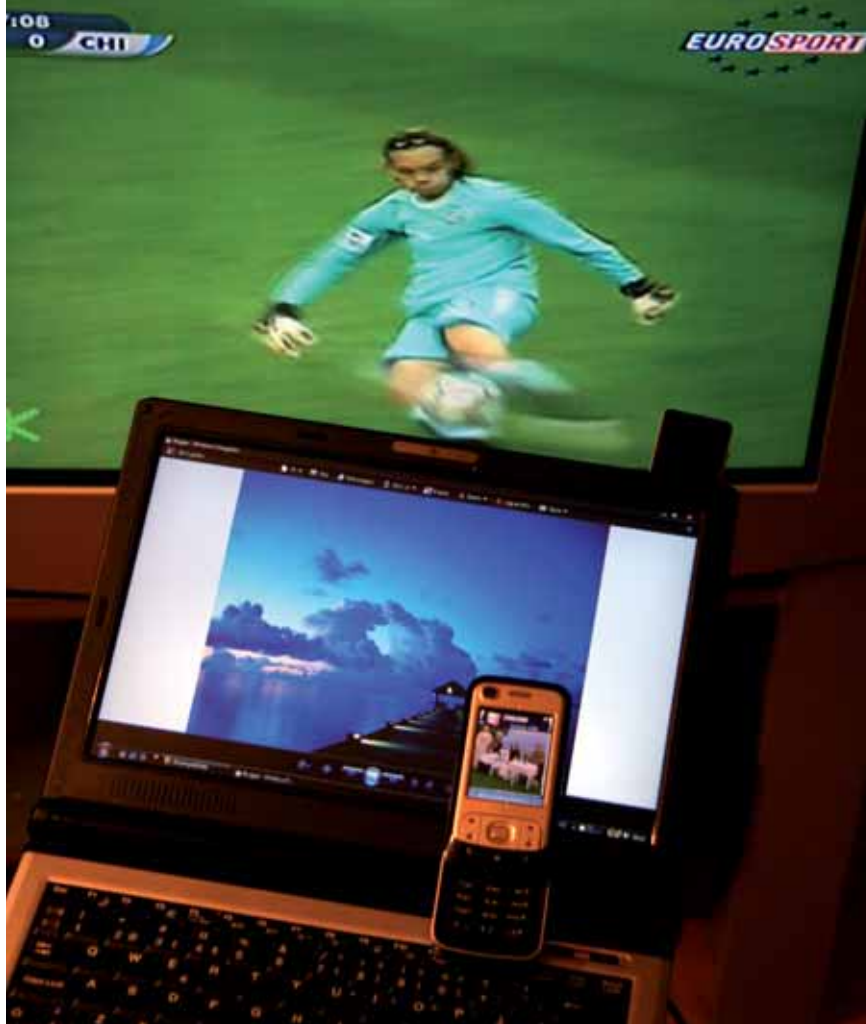
Denne historien starter på sett og vis i 1995, da daværende Norges Tekniske Høgskole (NTH) i Trondheim ble evaluert av internasjonale eksperter. – De fant ut at det var mye spennende som foregikk her, men nesten ingen hadde hørt om det. Vi ble derfor utfordret om at vi måtte bli mer utadvendte og internasjonale, forteller Perkis.

Professor Perkis tok utfordringen og kastet seg inn i det internasjonale standardiseringsarbeidet som pågikk. Det førte til at han ble en av fødselshjelperne for det elektroniske bildeformatet JPEG 2000, altså etterfølgeren til JPEG-standarder som enhver digital bildebruker er godt kjent med. – Vi utviklet egentlig JPEG2000 for å komprimere bilder til mobiltelefoner, men ingen av mobilprodusentene tok i bruk den nye standarden. Isteden lå den og sov helt til 2005, da det ble bestemt at den skulle brukes som kompresjonsstandard for digital kino, beretter Perkis.

Lite prosjekt, store resultater

JPEG2000-standarder var ferdig allerede i 2000, omtrent på samme tid som Perkis og kollegene i standardiseringskomiteen utviklet det som senere er blitt kjent som UMA-konseptet eller «Universal Media Access». – «Universell» betyr i denne forbindelsen at du skal kunne konsumere multimedia når som helst, hvor som helst, på hvilken som helst slags terminal. Vi syntes ikke det skulle være nødvendig at innholdsleverandøren måtte lage et spesialisert program for hver enkelt type mottakerterminal, forteller Perkis. Slagordet for UMA ble derfor «Lag programmet én gang, publiser til alle».

Den første artikkelen om UMA ble publisert allerede i 1999, da Perkis kom hjem fra en forskningstermin i Australia og hadde hodet fullt av gode ideer. En av ideene var å søke det nye forskningsprogrammet IKT-2010 om finansiering til et UMA-prosjekt, og bevilgningen derfra finansierte to doktorgradsstipendiater. Omtrent samtidig var Perkis med på å etablere Midgard Media Lab, for å



Digitale multimedia-opplevelser er i dag tilgjengelige i mange formater, fra mobiltelefoner og pc-er til tv og kinosaler. (Foto: Bjarne Røsjø)

Alt som presenteres av sportssendinger på mobiltelefon i Norge i dag, går gjennom et UMA-system.

– Det blir feil å si at UMA-prosjektet direkte har gitt opphav til alt dette. Men UMA var det redskapet som gjorde at vi kom i gang med arbeidet, sier Perkis.

UMA fokuserte på sending av multimedia-informasjon gjennom digitale nettverk. – Når et vanlig dokument sendes gjennom et IP-nettverk, vil nettet sørge for å sende om igjen informasjonspakker som ikke kommer fram. Men når det gjelder video, vil dette føre til en veldig hakkete og ubrukelig presentasjon. Det er faktisk bedre å kaste den informasjonen som ikke kommer fram. Vi jobbet blant annet med metoder og algoritmer for å «kaste» informasjon på en slik måte at mottakeren fortsatt opplever en god multimedia-presentasjon, forklarer Perkis.

Det er opplevelsen som teller

Andrew Perkis jobber fortsatt med UMA-prosjektets etterkommere i både Midgard Media Lab og Q2S, og et VERDIKT-prosjekt som fokuserer på ressursnettverk.

– I dag snakker vi ikke så mye om UMA lenger, men om UME: Universal Multimedia Experience. Vi ønsker å finne ut hvordan man kan måle subjektiv kvalitet på en objektiv måte. Det er vanskelig å forbedre kvaliteten på fremtidens video- og multimedieopplevelser hvis vi ikke har objektive kvalitetskriterier, forteller Perkis.

utprøve og demonstrere nye teknikker. Og da NTNUs nye Senter for fremragende forskning Q2S ble åpnet i 2003, med en bevilgning fra Norges forskningsråd, tok Perkis med seg UMA-prosjektene inn i den nye enheten.

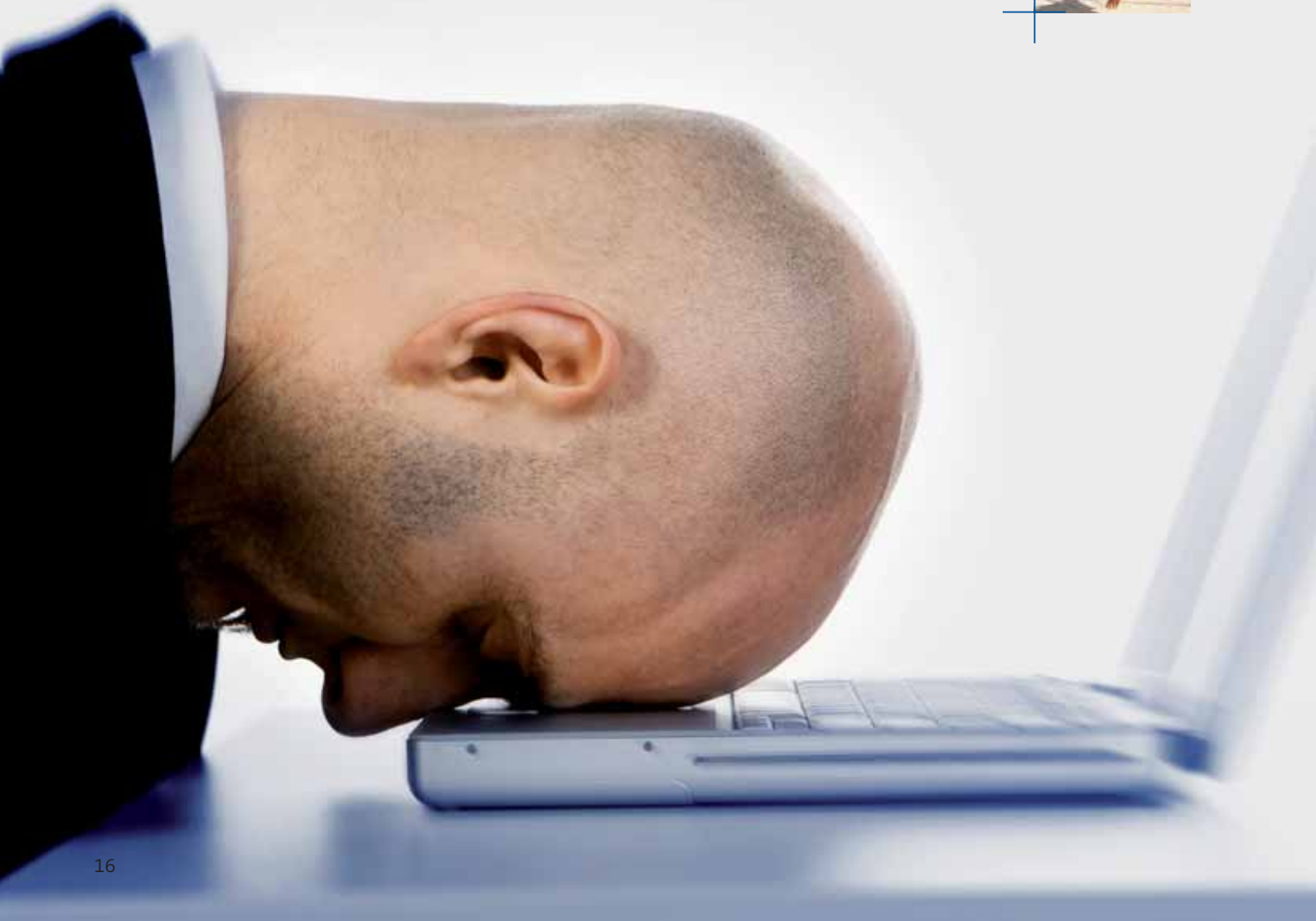
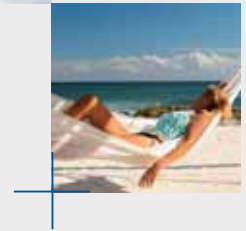
I 2006 ledet Perkis prosjektet NORDIC (Norway's Digital Interoperability in Cinemas) sammen med Dave Spile fra Unique Cinema Systems. Prosjektet gjorde Norge til en foregangsnaasjon innen digital kino ved å utstyre tolv kinosaler med digitale prosjektører basert på filmer komprimert med JPEG2000. Det halvkommunale selskapet Film&Kino, som er en kombinert medlemsorganisasjon for norske kommuner og en bransjeorganisasjon for kino- og videobransjen, var med på finansieringen av prosjektet.

Prosjektet er senere blitt utvidet slik at NORDIC i dag har 24 digitale kinosaler rundt om i Norge.

Prosjektet la også grunnlaget for utviklingen av den nyeste standarden i multimedieverdenen, MPEG21, hvor en av delene handler om skalerbarhet og adaptivitet og er et direkte resultat av UMA.

UMA var redskapet

UMA-prosjektet har dermed levert byggesteiner til både landets digitale kinoer, Midgard Media Lab, og et Senter for fremragende forskning. Dessuten stiftet en av Perkis' hovedoppgavestudenter og to medstudenter bedriften Adaptus, som nå har åtte ansatte og har organisasjoner som TV2 og Norges fotballforbund / Tippeligaen som kunder.



Ikke spør internettet, det sier fra isteden

– Tenk så tidkrevende det hadde vært om jeg måtte ringe deg hele tiden for å spørre om og om igjen: «Skjer det noe?» «Skjer det noe?» Det hadde vært mye bedre hvis du sa fra til meg de få gangene det virkelig skjedde noe, sier professor Dag Johansen.

Dag Johansen har en visjon om fremtidens internett. I dag sitter millioner av brukere over hele verden med nettleserne sine og kaster bort masse tid, hver eneste dag, mens de surfer og leter etter informasjon. Men det finnes en smartere måte å gjøre det på.

– Vår visjon er at du skal slippe å spørre! Vi vil heller lage en web som fungerer på den omvendte måten: Som sier fra når det har skjedd noe som interesserer deg. Det kan vi oppnå ved at du for det første forteller nettet hva du er interessert i. I tillegg kan vi bygge opp nettet slik at det legger merke til hva du er interessert i, forteller Johansen.

Dagens «Cloud Computing» er bare et skritt på veien til Dag Johansens fremtidsvisjon: Et nett som vet hva du er interessert i og leter mens du selv gjør noe helt annet – som feks å hvile i hengedy. (Foto: Shutterstock)

Et aktivt internett

Det fremtidige internettet skal altså jobbe aktivt for deg, mens du gjør noe helt annet. – For eksempel: Mens jeg nå snakker med deg i telefonen, kan et slikt system oppdage at to mennesker har forsøkt å kontakte meg, at det er publisert en artikkel jeg interesserer meg for i en konferanse i San Diego, eller at noen har svart på det siste debattinnlegget mitt på nettet. Det er sånn det må bli i fremtiden, spår han.

Det fremtidige internettet kan oppnå dette ved å generere opplysninger om deg hver gang du bruker datamaskinen. Disse opplysningene kan fanges opp og lagres ute i nettet, hos aktive agenter som hele tiden leter og filtrerer og sender tilbake akkurat den informasjonen du er interessert i. Deretter blir måten du behandler den mottatte informasjonen på, med på å avgjøre om agentene skal justere letingen i fremtiden.

I forkant av utviklingen

– I WAIF-prosjektet har vi vist at det går an å programmere internett til å jobbe på denne måten, forteller Johansen. – Men det er ikke trivielt å få det til rent informatikkfaglig. Det dukker også opp en del legale, etiske og moralske problemstillinger knyttet til personvern, og fremtidens internett forutsetter at det går an å få aksess til de maskinene som ligger ute på nettet. Men dette kan ordnes, insisterer han.

Johansen har ligget i forkant av IKT-utviklingen i hele sitt forskerliv, som da han høsten 1993 reiste til Cornell University i USA for ett års sabbatspermisjon. Her presenterte han sin doktorgrad om distribuerte arkitekturer for noen professorer som, forbløffet, kunne konstatere at det foregikk spennende ting også utenfor USA. For eksempel i Tromsø. Et av resultatene ble etableringen av bedriften D.A.G. Labs i 1997, sammen med kolleger fra Cornell og et par studenter fra Tromsø. I 2000 ble bedriften fusjonert inn som en

sentral del av søkemotorbedriften Fast Search & Transfer (FAST ASA). Johansen har dermed vært med i FAST fra starten, og i dag er han bedriftens sjefsforsker i en bistilling. I april 2008 kjøpte Microsoft alle aksjene i FAST for 6,6 milliarder kroner og gjorde det til et heleid datterselskap.

Det går i riktig retning

WAIF-tenkningen blir nå videreført i Norges eneste Senter for forskningsdrevet innovasjon (SFI) med en bedrift



WAIF: Wide Area Information Filtering

Prosjektleder: Professor Dag Johansen, Institutt for informatikk, Universitetet i Tromsø

Samarbeidspartnere: Cornell University, Dublin City University

Stipendiater og postdoktorer: Lars Brenna, Dmitrii Zagorodnov, Cathal Gurrin

Mer informasjon:

iAD: <http://www.iad-centre.no/>

WAIF: <http://www.waif.cs.uit.no/>

i førersetet. Alle de andre SFI-ene ledes av forskningsinstitusjoner. Senteret Information Access Disruptions (iAD) ligger nettopp hos FAST og har som mål å lage en bedre og mer tilpasset søkemotor på nettet.

Professor Johansen konstaterer fornøyd at utviklingen i IKT-industrien nå går i en retning som vil gjøre det lettere å utvikle fremtidens internett. Det nyeste nye er nemlig det som kalles *Cloud Computing*, hvor «skyen» er en metafor for internettet. – Alle de store; IBM, Microsoft, Yahoo, Google, Amazon; er med på dette – som handler om å tilby brukerne tjenester fra internettet uten at de skal tenke over hvordan det skjer. Dette nye paradigmet vil gjøre det enklere for oss å låne de ressursene som trengs for å realisere fremtiden. I morgendagens internett kan du ligge og sove mens millioner maskiner rundt om i verden holder øye med om det dukker opp informasjon som interesserer deg, hevder Johansen.

Fotballspillere trenger et lag

Professor Johansen er den første til å innrømme at denne overgangen ikke er uproblematisk. – Det mest alvorlige aspektet er at du legger igjen digitale spor, eller en digital skygge. Dette er en undervurdert problemstilling allerede i dagens situasjon. Derfor er dette noe vi må adressere veldig seriøst. En første

løsning er å bruke tredjeparter eller «mellommenn» som filtrerer informasjon på vegne av de enkelte brukerne, foreslår Johansen.

Dag Johansen gir Norges forskningsråd en god del av æren for at Universitetet i Tromsø har klart å hevde seg i den beinharde internasjonale konkurransen på IKT-feltet. – I dette faget har du ingenting å bidra med hvis du er alene. Det hjelper ikke å være en dyktig fotballspiller hvis du ikke har et lag og et økonomisk fundament, og det var Forskningsrådet som gjorde det mulig å bygge opp det laget vi nå har i Tromsø. Dermed ble det mulig å bidra til å utvikle bedrifter som FAST, og det ble mulig å være med på påvirkning av både dagens og fremtidens internett. En stor takk til Forskningsrådet, som har gitt oss denne muligheten!

Sikkerheten er god, men forretnings-sikkerheten kan bli bedre

Norske bedrifter stiller sjelden krav til forretningsikkerhet når de skal anskaffe ny programvare, og det har ført til mange og kostbare feil som det tok unødvendig lang tid å rette opp igjen. Problemet kan løses ved å overføre analysetenkning, metoder og prinsipper fra bransjer som allerede kan mye om denne typen sikkerhet.

Mange norske bedrifter er ganske flinke når det gjelder den typen datasikkerhet som kalles «security» på engelsk, og som betyr at de beskytter seg godt mot virus og datainnbrudd. Men den typen sikkerhet som kalles «safety» – nyansen finnes ikke på norsk – er ofte blitt uteglemt, forteller professor Tor Stålhane.

– Forretningsikkerhet eller «business safety» i datasystemene betyr at systemet ikke skal miste fakturadatabasen, ikke sende varene til feil sted, ikke nekte kreditt til en god kunde, og så videre. Det skal også være mulig å opprettholde driften selv om det oppstår en feil. Dette er noe som bør bygges inn i datasystemene, men det er sjelden blitt gjort, forteller han.

En svikt i et forretningskritisk datasystem førte til at mange butikker i Trondheim mistet nettforbindelsen i seks timer midt i julestria i 2006. Resultatet ble at ingen kunder fikk handlet med bankkort men måtte parkere handlevognene isteden. (Foto: Dag Røttereng / NN / Samfoto)



Kan skape store problemer

Det finnes mange eksempler på at feil eller svakheter i norske bedrifters forretningskritiske datasystemer har forårsaket store problemer. Den 25. november 2006 mistet for eksempel et av Norges største kjøpesentre, City Syd, og mange andre butikker i Trondheim nettforbindingen i seks timer midt i julestria. Resultatet ble at ingen kunder fikk handlet med bankkortene sine. I månedsskiftet mars-april 2007 ble 600 000 kunder i Postbanken rammet av en feil som gjorde at bankkortene deres ikke kunne brukes til betaling eller i minibanken. Feilen varte i tre dager, fra fredag til tirsdag morgen i begynnelsen av påskeuka.

– En av stipendiatene her ved instituttet har lagd en liste over feil som var så store at de ble omtalt i riksmidlene i 2006 og 2007, og listen er trist lesning. I mange av tilfellene hadde tilsynelatende ingen tenkt tanken på at det kunne oppstå feil, og det fantes derfor ingen backup-løsninger. Dette står i kontrast til noe jeg opplevde under et opphold i Auckland nylig, der strømmen plutselig gikk i store deler av byen. Det viste seg at det lokale politiet trente en gang i uka på hva de skulle gjøre i slike tilfeller, hvis både radio- og dataforbindelser forsvant. Politiet var så godt forberedt at de ikke fikk problemer i det hele tatt, forteller professor Tor Stålhane.

Overføring av kunnskap

Den manglende forretningsikkerheten i datasystemer er en del av en større problemstilling som går ut på at mange

norske bedrifter er svake på alt som har med risikoanalyser og risikovurdering å gjøre. – Risiko er noe som ligger høyt oppe i bevisstheten i enkelte bransjer, som for eksempel offshore, luftfarten og transportsektoren. I annen industri har det vært for lite fokus på dette, forteller Stålhane.

Professor Stålhane har likevel inntrykk av at risikotenkningen begynner å bli mer utbredt i næringslivet, kanskje delvis fordi både han og andre eksperter har «mast» i en årrekke. Men når det gjelder administrativ databehandling, var «safety»-tenkningen nokså fraværende da BUCS-prosjektet startet i 2003. Det har samtidig eksistert gode analysemetoder for «safety»-problemstillinger i de bransjene som har jobbet mye med det. Ideen bak BUCS var derfor å undersøke om noen av de mer generelle systemsikkerhetsmetodene lot seg overføre til programvaresektoren. Nå er forskningsprosjektet avsluttet, og svaret er «ja», forklarer han.

Still krav til leverandørene

BUCS-forskerne har blant annet studert utvalgte programvarebedrifter i Norge og Storbritannia. Resultatene viser at i alle fall to av de valgte metodene er både enkle å lære og enkle å bruke ved programvareutvikling. Metodene, som kalles PHA (Preliminary Hazard Analysis) og FMEA (Feil Mode og Effekt Analyse) vil gi mer forretnings sikre datasystemer, altså systemer som beskytter bedriftenes verdier bedre enn det som er vanlig i dag, forteller Stålhane.



BUCS: Business-Critical Software

Prosjektleder: Professor Tor Stålhane
Kontraktspartner: Institutt for data-teknikk og informasjonsvitenskap, NTNU
Stipendiater og postdoktorer: Torggrim Lauritzen, Per-Trygve Myrer og Jon Arvid Børretzen

Tor Stålhane har også ledet to andre IKT2010-prosjekter:

WebSYS: Web-based Systems – Time-to-market vs. reliability

Stipendiater: Jianyun Zhou, Sven Ziemer

Quantifying security risk in software systems using disparate information sources

Stipendiat: Siv Hilde Houmb

– Virksomheter som bestiller en ny dataløsning bør i større grad enn i dag utfordre leverandøren til å svare på spørsmål av typen «Hva skjer hvis jeg mister dataforbindelsen, eller hvis strømmen går? Hva om det skjer en databasefeil og jeg mister viktig informasjon?» Utviklingsbedriftene vil sjelden gjøre ting kunden ikke har bedt om og derfor heller ikke har betalt for. Men i dag bør vi ha kommet så langt at de programvarebedriftene som viser sine kunder at det er mulig å formalisere og analysere krav til forretningsikkerhet, vil ha en fordel i markedet, sier Stålhane. BUCS-prosjektet ble avsluttet i 2006. Tor Stålhane bruker nå erfaringene derfra i et prosjekt som går ut på å introdusere safety-problemstillinger så tidlig som mulig i systemutviklingen – kanskje allerede før utviklingen er påbegynt.



Access
Denied



Norsk språkteknologi gjør fremskritt igjen

Utviklingen av norsk språkteknologi har møtt mange motbakker, men nå går det fremover igjen. Det er blant annet utviklet en demonstrasjonsmodell av en talestyrt lomme-datamaskin som skal kunne guide turister rundt i Trondheim, og det arbeides med en annen demonstrator som skal kjøre storvokabular talegjenkjenning på en bærbar Mac.



VOCALS-prosjektet har blant annet utviklet en talestyrt applikasjon som kan vise et dynamisk skjermbilde av Trondheim sentrum og gi informasjon om hoteller, restauranter og turistattraksjoner. (Illustrasjon: NTNU)

Mangelen på språkdata har vært en hovedutfordring for utviklingen av språkteknologi i Norge. – Det er like komplisert og dyrt å utvikle språkteknologi for et lite språk som norsk, som for de større verdensspråkene. Det gjør ikke saken lettere at vi har to offisielle målformer og et utall dialekter, forteller professor Torbjørn Svendsen ved NTNU.

Utviklingen av norskspråklig talegjenkjenning til et produkt eller en tjeneste

ble kraftig forsinket da bedriften Nordisk Språkteknologi (NST) på Voss gikk konkurs i 2003. NST hadde kommet langt med utvikling av norskspråklige produkter for talegjenkjenning og talesyntese basert på internasjonal teknologi.

Før konkursen hadde NST gjort et stort arbeid med innsamling og lagring av norske språkdata i form av tale- og teksteksempler, men konkursen førte til at dataene ble liggende og støve ned

i flere år. I 2007 gikk universitetene i Bergen, Oslo og Trondheim sammen med IBM og Språkrådet og kjøpte opp serverne, noe som har ført til at språkdataene stort sett er tilgjengelige for forskning igjen.

«The future of computing»

– Den norske språkteknologien er fortsatt i en utviklingsfase, men heller ikke de store verdensspråkene er «i mål». Det trengs flere teknologisprang før datamaskinene er blitt like flinke som mennesker til å gjenkjenne tale. Det er fortsatt slik at menneskene er minst ti ganger flinkere enn de beste maskinene og programmene, selv når det gjelder enkle ting som gjenkjenning av tallstrenger av typen kredittkort- eller telefonnummer, oppsummerer Torbjørn Svendsen.

Det er altså et stykke igjen før Microsoft-sjefen Bill Gates' visjon om at «Speech is the future of computing» er innfridd. Men en demonstrator som ble utviklet i regi av forskningsprosjektet VOCALS, gir en pekepinn om hvordan

fremtiden kommer til å bli også i Norge. – Utgangspunktet for prosjektet var at det foregår en økende grad av digital konvergens. Det du før bare kunne gjøre på en stor datamaskin, er nå på vei inn også i små lommedatamaskiner (også kalt «Personal Digital Assistant» eller PDA) og til og med mobiltelefoner. Dette gjelder ikke minst tilgangen på informasjon via internett. Men det er et problem at disse små maskinene har et dårlig brukergrensesnitt, og det er derfor veldig attraktivt å kunne styre dem helt eller delvis ved hjelp av talekommandoer, forklarer Svendsen.

Som tenkt, så gjort. I VOCALS-prosjektet har Svendsen ledet utviklingen av en enkel talestyrt applikasjon som kan vise et dynamisk skjermbilde av Trondheim sentrum og gi informasjon om blant annet hoteller, restauranter og turistattraksjoner. Slike systemer utnytter kunnskap fra flere fagfelt, som signalbehandling, statistikk, mønstergjenkjenning og lingvistikk. I såkalte dialogsystemer brukes også naturlig språkbehandling, semantisk analyse og database-søk.

Testing av teknologi

– Det var ikke hensikten å lage noe som skal bli et kommersielt produkt, men å utvikle og teste ny teknologi. Vi har blant annet sett på hvordan talegjenkjenning kan foregå i et område med mye bakgrunnsstøy, som i en gate i Trondheim. Vi har også vurdert hvordan man kan organisere slike systemer, og der valgte vi å satse på en distribuert løsning hvor selve talegjenkjenningen

og kontakten med databaser foregår på en server som står i trådløs kontakt med PDA-en. Dette er en god løsning fordi databehandlingen i de små enhetene vi snakker om har svært begrenset kapasitet, forteller Svendsen.

Forskerne har også testet hvordan dialogen mellom bruker og system kan foregå, enten via «pek og klikk», nedfellsmenyer eller talestyring. Brukerne kan zoome inn eller ut av skjermbildet etter behov.

Språket bærer kulturen

Etter at VOCALS-prosjektet var igangsatt, ble det innledet et samarbeid med et annet forskningsprosjekt som jobbet med å utvikle den første storvokabular talegjenkjenneren på norsk. En slik talegjenkjenner skal i prinsippet kunne ha et ordforråd minst i samme størrelse som et menneske, noe som kan variere sterkt fra individ til individ. Men innen fagfeltet er 64 000 ord blitt en slags uformell standard, og akseptabel ytelse er omkring 95 prosent nøyaktighet under gitte betingelser. Det er for øvrig et spesielt problem i norsk at antallet ord i dagligvokabularet er tilnærmet ubegrenset, fordi vi kan skape nye ord ved å sette sammen andre ord. Tenk bare på det norske ordet «talegjenkjenningsteknologi» og den engelske oversettelsen «Speech recognition technology».

Det kan tenkes mange anvendelsesområder for en storvokabular talegjenkjenner, men diktering er ofte etterspurt. Også innen telekommunikasjon (selvbetjeningstjenester), dialogsystemer, søk i mediedatabaser og hjelpemidler

for funksjonshemmede vil dette ha stor nytte. Et eksempel på sistnevnte er teksting av direkte sendte TV-programmer for hørselshemmede.

Det finnes foreløpig svært lite av norske produkter basert på språk- eller taleteknologi, men det er blant annet tatt i bruk et dikteringssystem som brukes i sykehussektoren. – Det er åpenbart behov for langt mer, og både NTNU og Sintef har en rekke aktiviteter på området. Språket er en viktig kulturbærer, og det er viktig at vi får utviklet språkteknologi også på norsk, påpeker Svendsen.



VOCALS – Voice Centric User Interfaces for Location Based Services

Prosjektleder: Professor Torbjørn Svendsen
Kontraktspartner: Institutt for elektronikk og telekommunikasjon, NTNU
Samarbeidende institusjon: SINTEF IKT
Stipendiater og postdoktorer: Andreas Egeberg, Trond Skogstad, Trond S. Hegdahl

Samarbeidende prosjekt:
 Norsk storvokabular talegjenkjenner (SvOG)
Prosjektleder SvOG: Førsteamanuensis Magne H. Johnsen, NTNU

Mer informasjon:
<http://www.iet.ntnu.no/projects/vocals/>

Bedre forhåndsanalyser gir færre blindveier

Hvis man kan identifisere problemer så tidlig som mulig i utviklingen av nye datasystemer, slipper man å bruke mye tid i blindveier. Forskere ved UiO, SINTEF IKT og NTNU har videreutviklet verdens ledende modellspråk innen programvareindustrien – UML – og gjort det mulig å analysere tilgjengelighet på en mye mer presis og prinsipiell måte.



Hvis nettbanken er stengt, eller tekstmeldingen kommer fram dagen etter, blir du irritert. I utviklingsarbeidet er det viktig å analysere tilgjengelighet på en presis måte. (Foto: Shutterstock)

Hver gang du bruker nettbanken eller sender en tekstmelding, får du samtidig en opplevelse av tilgjengeligheten i

bankens eller teleselskapets datasystem. Du blir irritert hvis nettbanken er stengt, og du godtar ikke at tekstmeldingen

kommer fram etter ett døgn istedenfor etter noen sekunder. Tilgjengelighet er altså en viktig faktor i mange datasystemer, også de som styrer samfunnets store infrastrukturer som kraftforsyning og telekommunikasjon.

– Det har hittil vært vanskelig å spesifisere krav til tilgjengelighet, fordi kravene ikke er absolutte. For eksempel: Vi kan ikke kreve at et datasystem skal være 100 prosent tilgjengelig, for man må alltid regne med vedlikehold og omlegginger. Derfor er det mer vanlig å definere tilgjengelighet i form av såkalte «myke» sanntidskrav, forteller sjefsforsker Ketil Stølen ved Sintef IKTs Avdeling for samvirkende og tiltrodde systemer.

En viss «utilgjengelighet» kan godtas

Et «hardt» sanntidskrav kan defineres for eksempel som «Hvis du ber et datasystem om en spesifikk tjeneste, skal du få svar innen fem sekunder». Men det er mer vanlig å utforme kravene på en myk måte, for eksempel av typen «Hvis du ber om en tjeneste, skal du få svar i løpet

av fem sekunder i 98 prosent av tilfellene». Man kan godta en viss «utilgjengelighet», hvis den bare er liten nok.

Kravene til sanntidsytelser, enten de er harde eller myke, blir ofte omtalt som ikke-funksjonelle krav og utelatt fra de funksjonelle kravspesifikasjonene. De blir isteden beskrevet i vanlig språk i et tilleggskdokument eller en servicenivåavtale. Dette innebærer at viktige systemegenskaper blir utelatt fra spesifikasjonen, og at de kan bli utelatt også når spesifikasjonen skal analyseres.

Ketil Stølen har ledet forskningsprosjektet SARDAS, som gikk ut på å utvikle språk, metoder og verktøy for modellering og analyse av tilgjengelighet i datasystemer. Dette er et teoretisk arbeid som de fleste systemutviklere vil forstå verdien av, fordi det baserer seg på UML og verktøy som allerede er i bruk i industrien.

På skuldrene til Nygaard og Dahl

Startpunktet for prosjektet var programmeringsspråket UML (Unified Modeling Language) som er verdens suverent ledende modelleringsspråk innenfor programvareindustrien. Prosjektet står på skuldrene til professorene Kristen Nygaard (1926–2002) og Ole Johan Dahl (1931–2002), som utviklet verdens første objektorienterte programmeringsspråk Simula på 1960-tallet. De objektorienterte språkene brakte viktige elementer fra menneskets egen tenkemåte inn i programmeringen, og er i dag like grunnleggende innen informatikken som multiplikasjon er

i matematikken. Ketil Stølen er tidligere student hos Dahl, mens to andre seniorer i prosjektet – Birger Møller Pedersen og Øystein Haugen ved UiO – var studenter hos Nygaard. I tillegg har også Rolf Bræk ved NTNU spilt en sentral rolle i prosjektet.

I SARDAS-prosjektet har forskerne utvidet UML-språket og dermed styrket mulighetene til å modellere og analysere tilgjengelighet. Når man skal lage for eksempel en nettbank, har man et åpenbart behov for å karakterisere hvor tilgjengelig banken skal være. Men det finnes også mange andre krav, som kan komme fra både kunder, brukere og systemutviklere. Det er ofte slik at kravene spriker i flere retninger, og da har man behov for å sammenlikne og raffinere disse kravene.

– Det er et verktøy for dette vi har utviklet, forklarer Stølen. – Det fantes verktøy fra før, men ikke noe som kunne brukes i UML-språkets grafisk orienterte modelleringsverden. Det vi har prøvd å gjøre, er å løfte denne typen analyser høyere opp i systemutviklingsprosessen. Da skal det bli mulig å identifisere problemer på et tidligere tidspunkt i prosessen, og man slipper forhåpentligvis å kaste bort en hel masse tid på blindveier.

Metoden som SARDAS-forskerne har utviklet heter STAIRS og finnes i tre utgaver med fokus på henholdsvis generelle problemstillinger, tidsaspekter og sannsynlighetsaspekter. Språket understøttes av et verktøy som heter ESCALATOR.

Begge navnene illustrerer altså ønsket om å løfte seg til nye nivåer.

– Tilgjengelighet er helt essensielt når vi snakker om samfunnets infrastrukturer. Kraftforsyningen i Norge er for eksempel avhengig av kraftforsyningen i Sverige, som igjen kan sies å ha et avhengighetsforhold til kraftforsyningen i Danmark, som igjen har avhengigheter til kraftforsyningen i Norge... Og hvis strømmen går, trenger man telekommunikasjon for å få den tilbake igjen. Men telekommunikasjonen er igjen avhengig av strøm. Alt henger sammen med alt, og det er behov for bedre modeller for å analysere disse sammenhengene og bygge en tryggere infrastruktur. Det er dette som er argumentasjonen vår for å jobbe med slike prosjekter, forklarer Stølen.



SARDAS: Securing Availability by Robust Design, Assessment and Specification

Prosjektleder: Ketil Stølen, sjefsforsker ved SINTEF IKT og professor II ved UiO

Kontraktspartner: UiO

Samarbeidspartnere: Telenor FoU, Institutt for informatikk ved UiO, Institutt for telematikk ved NTNU

Stipendiater: Mass Soldal Lund, Atle Refsdal, Judith Rossebø, Ragnhild Kobro Runde



Gjenbruk av programvare gir økt produktivitet

Brødbakst dufter og smaker best i starten, men slik er det ikke i IKT-bransjen.
 – Programvare mugner ikke, men kan isteden bli bedre etter hvert, særlig hva angår programfeil. Gjenbruk av programvarekomponenter betyr ofte at utgiftene blir lavere i utviklingsfasen og at kvaliteten blir bedre på sikt, sier professor Reidar Conradi.

IKT-interesserte husker fortsatt trygdeetatens Tress 90-prosjekt som et skoleeksempel på mislykket programvareutvikling. Ambisjonene var enorme og en ny plattform skulle utvikles helt fra grunnen av, men resultatet ble en fiasko som kostet om lag en milliard kroner. Det finnes flere slike eksempler, både i Norge og internasjonalt.

Professor Reidar Conradi ved NTNUs Institutt for datateknikk og informasjonsvitenskap har nylig avsluttet et forskningsprosjekt om programvareevolusjon. Prosjektet dokumenterer at det oftest er bedre å drive programvareutviklingen på en helt annen måte:
 – Ikke gjør alt på en gang. Utviklingen bør heller foregå gradvis («inkrementelt»), basert på utvikling av separate komponenter, og gjerne med gjenbruk av komponenter som har fungert bra i andre sammenhenger, forteller Conradi.

En effektiv teknikk

– Gjenbruk av programvare er generelt en meget effektiv teknikk for å lage nye

datasystemer, men vi har ikke visst noe sikkert om hvordan for eksempel feilrater utvikler seg når komponenter brukes om igjen i andre sammenhenger. I dette prosjektet har vi gjort empiriske studier gjennom nesten fire år av et bibliotek med gjenbrukbare programvarekomponenter skrevet i programmeringsspråket Java av StatoilHydro IT i Trondheim. Biblioteket representerer en generalisering av et tidligere dataprogram, også utviklet av StatoilHydro. Biblioteket er gjenbrukt i tre middels store og egenutviklede datasystemer (applikasjoner) for å støtte virksomhetskritiske forretningsprosesser i StatoilHydro, forklarer Conradi.

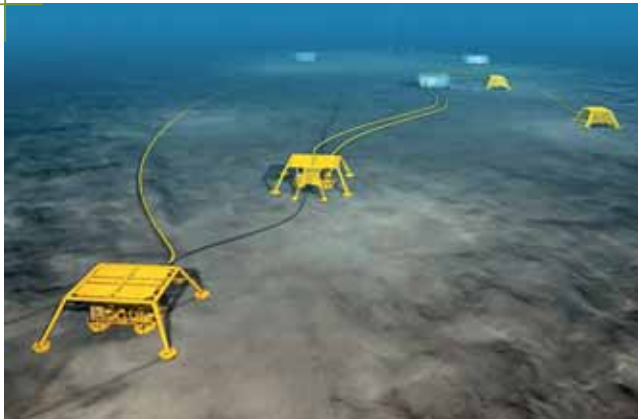
Forskerne har sett på endrings- og feilrater i de fire programsystemene gjennom tre påfølgende utgaver av programmene. – Resultatene viser at gjenbrukbar programvare har færre feil og er mer stabil enn de tre ikke-gjenbrukte dataprogrammene, dvs. at vi sparer penger både under utvikling og senere vedlikehold. Over tid vil nemlig gjenbrukbare komponenter oppvise

bedre kvalitet ved at de har lavere feilrate, endringsrate og kompleksitet, sier Conradi.

Prosjektet har også kartlagt bruken av åpen, dvs. globalt gjenbrukbar, kildekode hos et representativt utvalg av programvareintensive bedrifter i Norge og seks andre land – blant dem Kina. Over halvparten av slike bedrifter bruker i dag åpen kildekode som komponenter i egenutviklet programvare, og erfaringene er noenlunde de samme: Gjenbruk fungerer bra.

Dette kom ikke overraskende på Conradi, som tidligere har vært med i forskningsprosjektet INCO (se prosjektlisten på side 33). Da tok forskerne utgangspunkt i telekom-giganten Ericssons utviklingsavdeling i Grimstad, og fant entydig at de gjenbrukte komponentene var mer stabile og hadde færre feil.

– Nå har vi gått et skritt videre og funnet noen av årsakene til at det er slik, forteller han. Programvare blir nemlig ikke slitt



Gjenbruk er ofte bedre enn å gjøre alt fra bunnen av, viser et forskningsprosjekt som har studert programvareutviklingen ved blant annet StatoilHydro IT i Trondheim. Et av de store prosjektene i oljebransjen for tiden handler om integrerte operasjoner, som går ut på å øke IKT-støtten til operasjoner på oljeplattformer og andre installasjoner. (Foto: Norsk Hydro / StatoilHydro)

på samme måte som en bil som har kjørt langt. Programvare blir isteden raffinert ved at den brukes ofte og av mange, fordi feil blir lukket ut, bedre løsninger introdusert, og nyttige utvidelser lagt inn.

Uten feil i årevis

De positive erfaringene med gjenbruk skyldes blant annet at utviklerne – naturlig nok – konsentrerer seg om de komponentene som har fungert godt og unngår de som er mindre vellykket. – Vi snakker om generelle komponenter som er utviklet for å kunne brukes i flere sammenhenger, og som derfor representerer stabile abstraksjoner. Operativsystemet UNIX ble for eksempel unnnfanget på AT&T Bell Labs for nesten 40 år siden, og det fungerer fortsatt utmerket. Mange av de basale komponentene i UNIX-kjernen Linux har ikke hatt feil på årevis, forteller Conradi.

Professor Conradi understreker at prosjektet har fokusert på den såkalte mellomvaren, som ligger mellom det grunnleggende operativsystemet og applikasjonene øverst i verdikjeden. – Det er generelt vanskelig å tjene penger på mellomvare, som er en nødvendighet for å få applikasjonene til å virke, men som ikke kan selges til sluttbrukere. Derfor er

det ofte utviklingen av mellomvare som fører til at IKT-bedrifter slår seg sammen, for da kan de dele på kostnadene. Gjenbruk av programvarekomponenter har et stort produktivitetspotensial i denne bransjen, ikke minst gjennom åpen kildekode, forteller Conradi.

– I denne bransjen er det vanlig med oppkjøp og splittings og nye strategier hele tiden, så det kunne vært vanskelig å gjennomføre dette prosjektet ved å studere en typisk programvarebedrift. Derfor var det helt strålende at vi fikk kontakt med StatoilHydro IT like etter at prosjektet var kommet i gang, for der fikk vi en samarbeidspartner som var lokalt tilgjengelig og stabil i de fire årene prosjektet varte, tilføyer han. Dette skyldtes ikke minst at den primære StatoilHydro-kontaktpersonen, Harald Rønneberg, har en doktorgrad fra og senere bistilling ved instituttet.

Prosjektet har vakt oppsikt både i IKT-bransjen og de vitenskapelige miljøene. De to stipendiatene supplert av to postdoktorer har vært medforfattere i hele 30 vitenskapelige publiseringer.

En stor industrigren

IKT-bransjen er for øvrig Norges nest største industrigren etter petroleums-

bransjen, viser en undersøkelse gjennomført av en av Conradis studenter. Statistisk sentralbyrå sier at den norske IKT-bransjen har ca 70 000 ansatte, men ifølge masterstudenten Pål Alfstad Haug øker tallet til 120 000 hvis man også tar med IKT-medarbeidere utenom selve bransjen. Vi finner nemlig store IKT-avdelinger i virksomheter som for eksempel StatoilHydro, Skattedirektoratet osv.

En av de ferskeste IKT-skandalene i Norge kommer fra Oslo Sporveier og Stor-Oslo Lokaltrafikk, som ifølge Aftenposten brukte over 12 år på utvikle et billettsystem. – Vi har ikke studert akkurat den prosessen, men sett fra utsiden virker det opplagt at de burde satset på å utvikle del-løsninger og integrert dem til et samlet system etter hvert som komponentene ble ferdige. Slike systemer fungerer jo bra i mange andre land, jfr. «Oyster»-kortene for all kollektivtransport i London fra juli 2003. Det har lett for å gå galt når man skal involvere flere organisasjoner med altfor store ambisjoner, og attpåtil med svak teknisk styring, antyder Conradi.



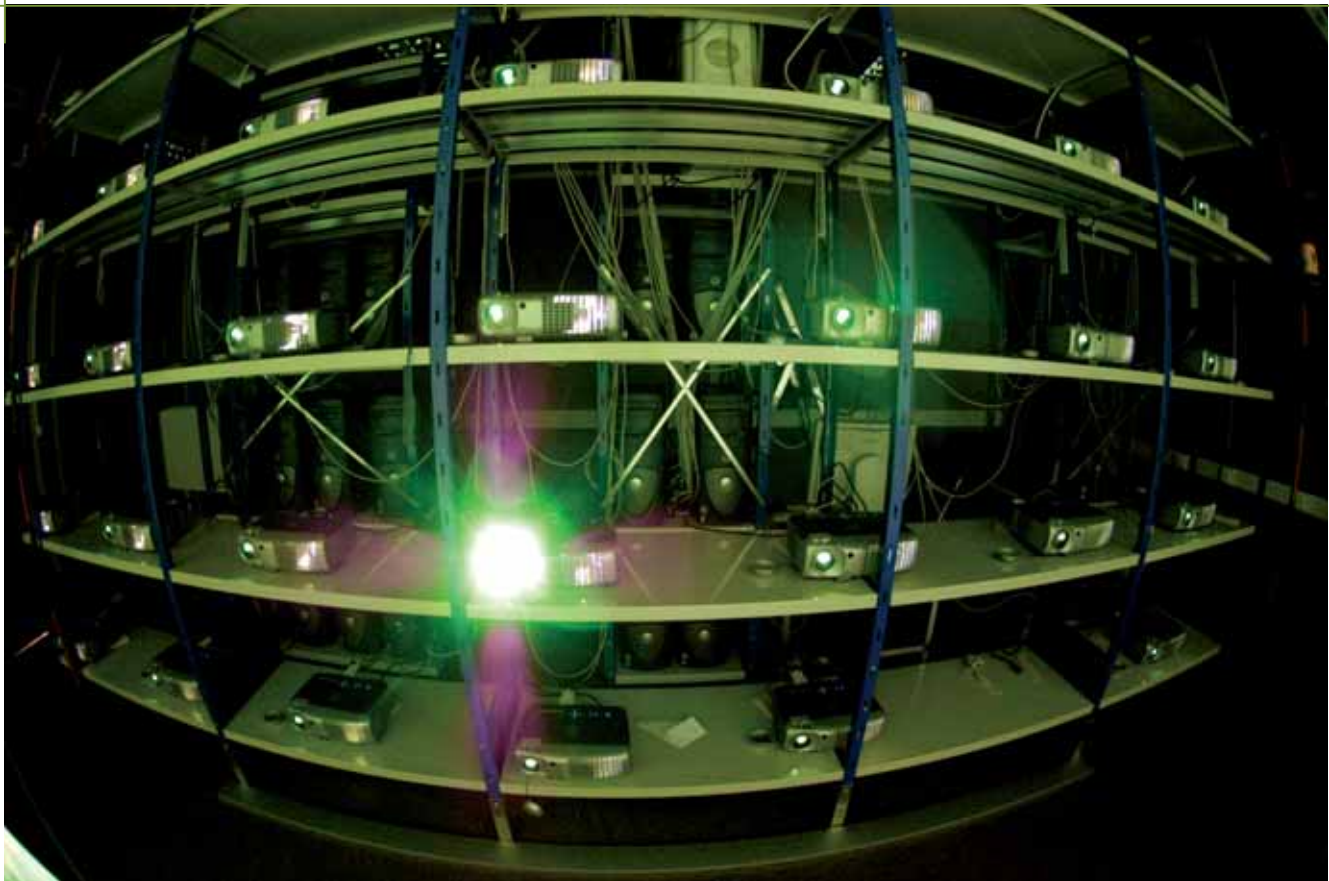
Software Evolution in Component-based Software (SEVO)

Prosjektleder: Professor Reidar Conradi
Kontraktspartner: Institutt for datateknikk og informasjonsvitenskap, NTNU
Stipendiat: Anita Ashok Gupta, Odd Petter Nord Slyngstad.
Postdoktorer: Parastoo Mohagheghi, Jingyue Li.

Fremtidsmagien kommer til møterommene

I den digitale steinalderen (nå) er det vanlig å streve med enkle ting, som å vise en Powerpoint-presentasjon på skjermen i møterommet. Men snart blir det lett som et knips å vise mange aktive og detaljrike dokumenter, videoer og presentasjoner samtidig, på en hel vegg. Og hvis du sprayer veggene med displaymaling, kan skrivebordsvinduet følge deg rundt i huset mens du går.





Bildene på visningsveggen projiseres bakfra, med hjelp av 28 datamaskiner som styrer hver sin prosjektør. (Foto: UiT)

Mange av oss lever fortsatt i den digitale steinalderen, men visningsveggen ved Universitetet i Tromsø Institutt for informatikk gir allerede i dag en forsmak på fremtidens kontrollrom, møterom og konferanselokaler.

Det tekniske grunnlaget for visningsveggen er 28 datamaskiner som styrer hver sin prosjektør, og dette genererer til sammen et bilde som er 230 tommer diagonalt over skjermen. Oppløsningen er ca 22 megapiksler, og prislappen da veggen ble bygd i 2004 var ca fem millioner kroner. Men det er ikke datakraften

som er imponerende med visningsveggen, derimot hva den kan brukes til.

– Vi synes det er morsomt å legge inn effekter som virker litt magiske, forteller professor Otto Anshus. – Derfor ville vi blant annet etterligne det som skjer når du stifter opp et dokument på en veggavis. Hos oss kan du holde opp et ark foran visningsveggen, og det blir automatisk fotografert av et kamera bak i salen. Deretter blir dokumentet plukket opp av en pc og lagt ut på veggen som et høyoppløselig dokument, forteller han. Møtedeltakerne kan nå rusle opp

til veggen og lese dokumentet, eller studere det på sin egen laptop.

Gruppemøtene og veiledningstimene ved instituttet gir også et gløtt inn i fremtiden. – Vi møtes gjerne ved bordet inne på visningslabben. Alle har med seg en laptop, og så kan vi eksportere hele eller deler av skjermbildene våre opp på visningsveggen. Du kan gå frem til veggen og peke på et dokument, eller flytte det rundt, eller forstørre det, hva som helst. Alt styres med håndbevegelser eller knips, så du trenger ikke dra med deg musa eller tastaturet. Hvis du

heller vil sitte ved bordet og studere det samme dokumentet, eller et annet dokument, er det helt i orden. Det viser seg at dette er en veldig effektiv måte å jobbe på, sier Anshus.

Oversiktlig og detaljert på samme tid

De fleste som kommer inn i visningslabben for første gang går bakover i rommet, fordi de tror de skal få en kinolignende opplevelse. Men dette er ingen kino, for det er fullt lys i rommet, og bildene blir projisert fra baksiden av skjermen. «Visningsvegg-debutantene» finner dermed fort ut at det er mulig å gå helt inn til skjermen uten at skarpheten blir redusert. – Veggen kan for eksempel vise alle de femti sidene i en manual samtidig. Da er både oversikten og detaljene tilgjengelig på samme tid, forklarer Anshus.

Det går også an å ha det moro ved visningsveggen. En av studentene har lagt ut tre årganger av den norske tegneserieskaperen Mads Eriksens serie «M», hvor hovedpersonene er veldig opptatt av Star Wars, Ringenes herre og annen popkultur. Du kan se alle stripene på en gang, eller lese hver stripe i full oppløsning hvis du går nær inntil veggen.

Mange videregående skoleelever i Tromsø har stått skulder ved skulder ved visningsveggen og spilt «Quake» mot hverandre ved hjelp av hånd- og armbevegelser. Plutselig er ikke kjel-



Visningsveggen gir både oversikt og detaljer på en gang, og kan brukes til alt fra informasjonsutveksling mellom forskere til dataspill i et helt nytt format. (Foto: UiT)

lerstuer og joysticks like kult lenger. Hvis du går inn på YouTube med søkeordene display wall stoedle, får du et inntrykk av hvordan veggen virker i praksis.

Anvendelsene står i kø

Professor Anshus tror det bare er et spørsmål om tid før kontrollrommene i oljebransjen blir erstattet av liknende interaktive visningsvegger. Meteorologene er også interessert – her kan de studere både været i Nordfjordeid og på Nordvestlandet og i hele Norge samtidig. Universitetssykehuset i Nord-Norge (UNN) har vært på besøk for å studere om en slik vegg kan brukes til medisinsk bildebehandling. Mens legene på 1980-tallet hang røntgenbildene opp foran en liten lyskasse når de skulle studeres, kan de her studere et detaljrikt bilde som strekker seg over en hel vegg. Flyplassene, brannvesenet og politiet er også mulige tidlige brukere av teknologien. I tillegg til interessen

fra næringslivet og andre brukere, har prosjektet generert en svært lang liste over vitenskapelige publiseringer.

– Det har skjedd mye på de fire årene siden vi bygde veggen, i tillegg til at vi har utviklet programmene som får den til å fungere. Prosjektørene er blitt bedre og billigere, pc-ene er sterkere og billigere, og utviklingen av flerkjerne grafikkort med høy ytelse er midt i blinken for det vi gjør både på grafikk og spesielt på regnesiden. Men visningsveggen er altså bare den ene ytterligheten av teknologien vår, understreker Anshus.

Fra mobiltelefon til visningsvegg

Professor Anshus og kollegene i SHARE-prosjektet har nemlig også utviklet en rekke systemer som kan brukes uten visningsvegger, til isteden å utveksle informasjon mellom et stort antall brukere med både stasjonære pc-er, laptop og mobiltelefoner. Det er

utviklet fungerende systemer for å la brukere dele valgfrie deler av sin egen desktop med andre brukere på andre datamaskiner, på en enkel, skalerbar og robust måte. Det er også mulig å dele prosjektører og skjermer over trådløse radionett, uten å måtte bruke kabler. Det er utviklet et nytt parallellt og distribuert vindussystem; og det er utviklet måter å benytte moderne grafikkort med mange kjerner for å øke tilgjengelig regnekraft. Alle systemene er parallelle og distribuerte og omfatter et større antall datamaskiner med forskjellige operativsystemer inkludert Windows XP og Vista, Mac OS X og flere varianter av Linux.

– Det finnes allerede i dag systemer for å dele desktoper mellom brukere, men det er to ulemper ved å dele hele desktopen. For det første deler du for mye, for du har kanskje ikke lyst til å vise fram alle bildene, ikonene og snarveiene dine. Den andre ulempen er at kapasiteten på nettene er for dårlig, og at utvekslingen går raskere hvis hver enkelt bare viser fram det som virkelig skal deles, forteller Anshus.

Princeton og Radiumhospitalet

Forskerne i Tromsø jobber blant annet sammen med Princeton University i USA i et prosjekt som handler om visuell analyse av genomdata. Denne typen analyser foregår ofte ved at flere forskergrupper på hvert sitt kontinent

setter seg ned og gransker og diskuterer bildefiler i felleskap. I dag tar det fire-fem minutter å overføre et skjermbilde med 22 megapiksler på tvers av Atlanterhavet, mens det helst skulle skjedd 10–25 ganger i sekundet.

SHARE-forskerne har utviklet teknikker for komprimering og buffering som gjør at bildene kan analyseres interaktivt, med responstider ned mot to-tre sekunder. – En av stipendiatene som jobbet i prosjektet er blitt postdoktor ved Princeton, for å fortsette med forskningen i grenselandet mellom informatikk og genetikk. Gjennom samarbeidet med Princeton har det også oppstått kontakter med professor Anne-Lise Børresen-Dales forskningsgruppe ved Radiumhospitalet, forteller Anshus.

– Vi er meget entusiastiske over at det tverrfaglige samarbeidet vi har med Princeton skal utvikles til å inkludere en forskningsgruppe også i Norge. Vi vil stille det vi har utviklet til amerikanernes rådighet og samarbeide om å utvikle systemene videre, tilføyer han.

Desktopen følger deg rundt

– Jeg vil gjerne understreke at vi har utviklet nye arkitekturer og designer og gjort eksperimenter i stor skala. Vi kaller det systemforskning i informatikk, men dette er ikke bare ideer – men isteden noe som er validert med implemen-

tasjoner og eksperimenter og som nå virker i praksis.

– Men dette trenger ikke stanse ved visningsvegger: Vi ser for oss en fremtid der du, hvis du vil, kan gjøre alle veggene i hele huset om til displayer. Enten ved å kjøpe displayer som en rull med tapet, eller kanskje som en sprayboks med displaymaling. Da kan vi lage et program som gjør at desktopen følger deg på veggen mens du går rundt i huset, profetere Anshus.



SHARE – A Distributed Shared Virtual Desktop for Simple, Scalable, and Robust Resource Sharing across Compute, Storage, and Display Devices

Prosjektleder: Professor Otto J. Anshus
Kontraktspartner: Universitetet i Tromsø, Institutt for informatikk
Samarbeidspartnere: Princeton University, Københavns Universitet (DIKU)
Stipendiater: Daniel Stødle, Espen S. Johnsen, Yong Liu. Stipendiatene Lars A. Bongo (nå postdok ved Princeton), Tor-Magne Stien-Hagen og Phuong Ha har også deltatt.

Prosjektoversikt 2000–2007

ENNCE – Enhanced Next-generation Networked Computing Environment
Professor Stein Gjessing. Institutt for informatikk, Universitetet i Oslo (UiO).

INCO – Incremental and component-based software development
Professor Dag Sjøberg. Institutt for informatikk, UiO.

BEATS – Bandwidth-Efficient and Adaptive Transmission Schemes for Wireless Multimedia Communications
Professor Geir Egil Øien. Fakultet for informasjonsteknologi, matematikk og elektroteknikk, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU).

MOWAHS – Mobile Work Across Heterogeneous Systems
Professor Reidar Conradi. Institutt for datateknikk og informasjonsvitenskap, NTNU.

UMA – Universal Multimedia Access from Wired or Wireless systems
Professor Andrew Perkis. Fakultet for informasjonsteknologi, matematikk og elektroteknikk, NTNU.

WIWIC – Radio design principles for low-cost terminals and base stations of wideband wireless communications
Førsteamanuensis Morten Olavsbråten. Fakultet for informasjonsteknologi, matematikk og elektroteknikk, NTNU.

MOSIS – Modularity in large Software and Information Systems
Professor Marc Bezem. Institutt for informatikk, Universitetet i Bergen (UiB).

COOL (Comprehensive Object-Oriented Learning) a Tool for Programming and System Comprehension
Seniorforsker Annita Fjuk. Norsk Regnesentral.

Arctic Beans – Configuration and Re-configurable Enterprise Component Architectures
Professor Gordon S. Blair. Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet, Universitetet i Tromsø (UiT).

INSTANCE II – The Intermediate Storage Node Concept II
Professor Thomas Plagemann. Institutt for informatikk, UiO.

WebSys – Web-based Systems – Time-To-market vs. Reliability
Professor Tor Stålhane. Institutt for datateknikk og informasjonsvitenskap, NTNU.

ADIS – Adaptive Distributed Information Services
Professor Mihhail Matskin. Institutt for datateknikk og informasjonsvitenskap, NTNU.

ERICM – Norsk medlemskap
Professor Arne Sjølvberg. Fakultet for informasjonsteknologi, matematikk og elektroteknikk, NTNU.

Business-Critical Software (BUCS)
Professor Tor Stålhane. Institutt for datateknikk og informasjonsvitenskap, NTNU.

Middleware Services for Information Sharing in Ad-hoc Networks (Ad-hoc InfoWare)
Professor Thomas Plagemann. Institutt for informatikk, UiO.

QuA – Quality of Service Aware Component Architecture
Professor Frank Eliassen. Simula Research Laboratory AS

SARDAS (Securing Availability by Robust Design, Assessment and Specification)
Sjefsforsker Ketil Stølen. Institutt for informatikk, UiO.

WAIF – Wide Area Information Filtering
Professor Dag Johansen. Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet, UiT.

VOCALS – Voice Centric User Interfaces for Location Based Services
Professor Torbjørn Svendsen. Fakultet for informasjonsteknologi, matematikk og elektroteknikk, NTNU.

Software Evolution in Component-Based Software Engineering – SEVO
Professor Reidar Conradi. Institutt for datateknikk og informasjonsvitenskap, NTNU.

SHARE – A Distributed Shared Virtual Desktop for Simple, Scalable, and Robust Resource Sharing across Compute, Storage, and Display Devices
Førsteamanuensis Otto Johan Anshus. Institutt for informatikk, UiT.



Co-optimized Ubiquitous Broadband Access Networks (CUBAN)

Førsteamanuensis Lars Lundheim. Institutt for elektronikk og telekommunikasjon, NTNU.

MiSMoSS – Middleware Services for Management of Shared Space in Large-Scale Distributed Interactive Applications

Førsteamanuensis Carsten Griwodz. Institutt for informatikk, UiO.

Ad-Hoc InfoWare – Extension for Sabbatical Support for Professor Bakken

Professor Thomas Plagemann. Institutt for informatikk, UiO.

CREOL: A formal framework for reflective component modelling

Professor Olaf Owe. Institutt for informatikk, UiO.

Quantitative analyses in the area of Embedded Systems and VLSI System on Chip design

Øyvind Strøm. Fakultet for informasjonsteknologi, matematikk og elektroteknikk, NTNU.

WISEMOD: Modelling of Web Services

Professor Guttorm Sindre. Fakultet for informasjonsteknologi, matematikk og elektroteknikk, NTNU.

IKT-2010 Visual Algebra and Raster representation of images

Postdoktorstipendiat Øyvind Ryan. Institutt for informatikk, UiO.

WIWIC II

Førsteamanuensis Morten Olavsbråten. Institutt for elektronikk og telekommunikasjon, NTNU.

SPECTRUM – Spectrum management in static and dynamic networks

Visestyrer Fredrik Manne. Institutt for informatikk, UiB.

Studies on Error-correcting Codes-SEC

Professor Torleiv Kløve. Institutt for informatikk, UiB.

Perception metrics for naturalness in speech and music

Postdoktor Snorre Farner. Institutt for elektronikk og telekommunikasjon, NTNU.

Conference on Very Large Databases 2005 in Trondheim (VLDB 2005)

Instituttleder Kjell Bratbergsengen. Institutt for datateknikk og informasjonsvitenskap, NTNU.

ICPP'05, 14.-17. juni 2005

Professor Olav Lysne. Institutt for informatikk, UiO.

ECOOP 2004

Forsker Birger Møller-Pedersen. Institutt for informatikk, UiO.

WICSA-4, Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture 12.-15.juni 2004

Seksjonssjef Arne-Jørgen Berre. Samvirkende og tiltrødde systemer, SINTEF IKT.

IKT-2010 Visual Algebra and Raster representation of images

Postdoktorstipendiat Øyvind Ryan. Institutt for informatikk, UiO.

Component architecture support for real-time distributed multimedia computing

Professor Frank Eliassen. Simula Research Laboratory AS.

Quantify security risks in software systems using disparate information sources: Aggregating domain experts and empirical data

Professor Tor Stålhane. Institutt for datateknikk og informasjonsvitenskap, NTNU

Overseas fellowship for Eirik Rosnes

Professor Tor Helleseeth. Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet, UiB.

Incremental and component-based software development (INCO)

Professor Dag Sjøberg. Simula Research Laboratory AS

Scalability and fault tolerance in content distribution networks

Professor Thomas Plagemann. Institutt for informatikk, UiO

Reliable And Secure Communication (RASC), Abroad Stay

Professor Tor Helleseeth. Institutt for informatikk, UiB.

Dynamic Adaptive Architecture – Princeton and Rutgers Visit

Førsteamanuensis Otto Johan Anshus. Institutt for informatikk, UiT.

Om publikasjonen

Dette er en sluttrapport fra Norges forskningsråds forskningsprogram Grunnleggende IKT-forskning (IKT-2010). Rapporten gir noen innblikk i forskningen som har foregått med støtte fra programmet.

Programmet startet i 2000 og ble avsluttet i 2007 og hadde et samlet budsjett fra Forskningsrådet på ca. 180 mill.kr.

www.forskningsradet.no/ikt2010

Publikasjonen kan bestilles på
www.forskningsradet.no/publikasjoner

Norges forskningsråd

Stensberggata 26
Postboks 2700 St. Hanshaugen
N0-0131 Oslo

Telefon: +47 22 03 70 00
Telefaks: +47 22 03 70 01
post@forskningsradet.no
www.forskningsradet.no

Januar 2009
ISBN 978-82-12-02620-9 (trykksak)
ISBN 978-82-12-02621-6 (pdf)
Opplag: 500
Trykk: 07 Gruppen AS
Produksjon: BR Media
Intervjuer: Bjarne Røsjø
Design: Melkeveien designbyrå
Foto omslag: Shutterstock