

Distribuerte IT-systemer (DITS)

Sluttrapport 2001



Norges
forskningsråd

INNHold

Programstyre og programsekretariat	3
Forord	3
Hva er distribuerte IT-systemer?	4
Publisering, stipendiater og samlinger	5
Vanskelig rekruttering	6
Programbeskrivelse	6
Evaluering	7
Din og min agent	8

DITS-PROSJEKTENE

TROMSØ:

Grunnforskning på mobile agenter	10
Global Distributed Diary	12

TRONDHEIM:

Deling av informasjon, ressurser og arbeidsprosesser	13
Agenter på markedsplassen	14

OSLO/HALDEN:

Effektiv håndtering av multimedia-data	16
Sanntidsovervåking av bilde, video og lyd	18
Bedre teori gir økt kvalitet	19

Distribuerte IT-systemer (DITS)

Området for naturvitenskap og teknologi
Norges forskningsråd
Oslo, november 2001

Tekstbearbeidelse og produksjon:
Tekst På Trykk as v/ Bård Amundsen
Design: Runar Thorvaldsen
Trykk: Stens Trykkeri - opplag: 1000.

ISBN 82-12-01664-1
Copyright © Norges forskningsråd 2001

Norges forskningsråd

Postboks 2700 St. Hanshaugen, 0131 OSLO
Telefon: 22 03 70 00 - Telefaks: 22 03 70 01
Hjemmeside: www.forskningsradet.no/

Programstyret

Programstyret for forskningsprogrammet **Distribuerte IT-systemer** har i 2001 bestått av:

- Professor Stein Gjessing
UiO/Simula forskningslaboratorium (styreleder)
- Professor Frank Eliassen
Simula forskningslaboratorium
- Forsker Marit Natvig
SINTEF Tele og Data
- Regiondirektør Bo Kähler
EDB Fundator AS
- Forskningsdirektør
Hilde Lovett
Telenor FoU

Disse har vært med tidligere:

- Viggo Smeby
Det norske Veritas
- Katrine Weisteen Bjerde
Rikshospitalet

Seniorforsker Kjell Ove Kjølaas, SINTEF, har vært koordinator for programmet i siste del av programperioden. Disse har tidligere vært koordinatorene: Else Nordhagen, UiO (1996), Olav Lysne, UiO (1997-1998) og Tore Solvar Karlsen, NR, (1998-1999). Bente Alvestad Johansen, Norges forskningsråd, og Randi Ulvang Aune, SINTEF, har tidligere vært hhv. konsulent og sekretær for programmet.



Fra en høring med prosjektene våren 2001.

Forord:

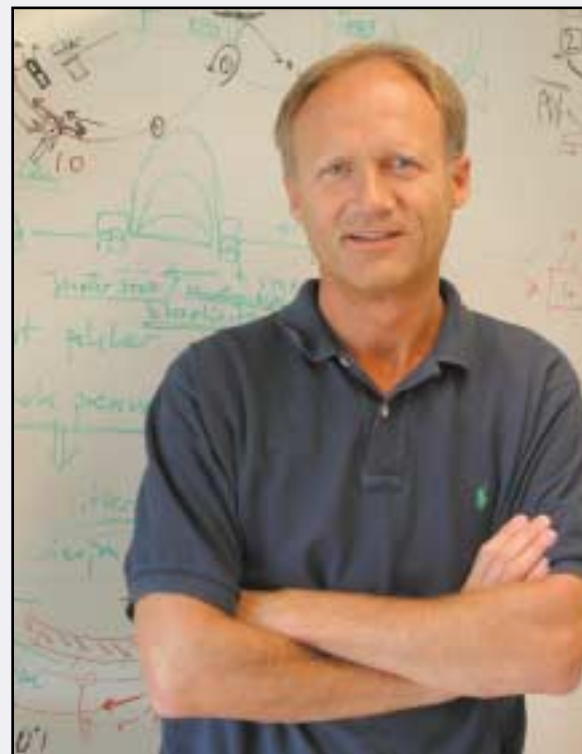
Forskningsprogrammet Distribuerte IT-Systemer

I 1995 var betydningen av internett blitt klar for alle, og de tidligere sentraliserte datasystemene var i ferd med å bli mer distribuerte. Norges forskningsråd hadde på dette tidspunkt ikke noe fagprogram i informatikk, og denne mangelen på faglig satsing var blitt åpenbar.

DET BLE SNAKKET OM et program for "datakommunikasjon og distribuerte data-systemer". For ikke å gjøre navnet alt for komplisert – samtidig som det var kjekt å få med den populære forkortelsen IT – gikk Forskningsrådet inn for navnet "Distribuerte IT-systemer" (DITS).

Distribuerte IT-systemer er ikke noe velavgrenset fagområde innen informatikk. Da Forskningsrådet i 1995 først skulle lage en innstilling, og senere en programbeskrivelse, ble det gjort et forsøk på en presis definisjon av "Distribuerte IT-systemer". Det lyktes ikke å formulere en slik definisjon. Innledningen i programbeskrivelsen for DITS ble derfor isteden slik som vi ser den på side 6 .

Forskning koster penger. Universitetene har en grunnbevilgning til forskning som dessverre ikke er særlig mer enn lønn til de fast ansatte. Universitetene mangler penger til utstyr, drift, reiser og stipend til doktorgradstudenter. Når Forskningsrådet betaler for å rette på noen av disse manglene, blir universitetets grunnbevilgninger også langt bedre utnyttet. På denne måten får samfunnet dobbelt igjen for Forskningsrådets investeringer.



Stein Gjessing har ledet programstyret i DITS. Han er professor i informatikk ved Universitetet i Oslo og forsker ved Simula forskningslaboratorium.

Forskningsrådets mål er å få best mulige forskningsresultater ut av de midler som forvaltes. Rådet er avhengig av hjelp fra forskerne i Norge for å klare dette, og er takknemlig for at så mange ønsker å være med og bruke de pengene som disponeres. Denne gjensidige avhengighe-

Forts. --->

Hva er Dist

Snart er alle datamaskiner en del av den store verdensveven. "Distribuerte IT-systemer" og bare "IT-systemer" er i ferd med å bli synonyme. Datamaskiner står ikke lenger alene uten kontakt med omverdenen. Store deler av programvaren går med til å kommunisere. Grensene mellom systemer hviskes ut og vi får Det Store IT-systemet.

DENNE UTVIKLINGEN startet – og foregår i dag fremdeles – langs to akser.

Den ene aksene er selve datakommunikasjonen, som er blitt synonymt med internett. Dette er en teknologi med en meget høy vekstrate: Kommunikasjonshastigheten dobles hver åttende måned. I DITS er det utført lite eller ingen forskning på dette området. Selv om vekstraten er høy, er det ikke sikkert at det er langs denne aksene det er viktigst å sette inn forskningsressurser i Norge.

Den andre aksene er de hjelpeprogrammene som utfører datakommunikasjonen. Limet som gjør at programmer på forskjellige maskiner kan kommunisere kalles "mellomvare". Mellomvareutviklingen startet med små programbiter som hjalp til med å utføre enkel meldingsutveksling mellom programmer på samme eller tett koblede maskiner. Dagens status på dette området er langt mer avansert. Viktige aspekter ved mellomvare og distribuerte systemer beskrives av pro-

ten betyr også at de to partene må ha tillit til hverandre, og at utdeling og forvaltning av forskningsmidler må foregå deterministisk og transparent.

I DITS prøvde vi å lage en åpen utlysning, tildeling og forvaltning av det budsjettet vi hadde til rådighet. For å være mest mulig sikker på at tildelingene ble gjort upartisk og riktig, lot vi utenlandske forskere evaluere søknadene. Noen av disse ekspertene kom også til Norge og var med på en muntlig presentasjon og diskusjon av de beste prosjektforslagene sammen med søkerne og programstyret i DITS. Til slutt fulgte styret rådene fra disse ekspertene og plukket ut de få forslagene som ble DITS sin første prosjektportefølje. Vi har prøvd å få lagt alle offentlig tilgjengelige referater ut på Forskningsrådets web-sider. Til vår forbauselse har ikke administrasjonen i Forskningsrådet alltid vært like villig til å følge opp programstyrets ønsker om åpenhet på dette området.

Da Graham Bell oppfant telefonen, holdt han på med et prosjekt for å lage høreapparater. Dette forteller oss at det er umulig å planlegge gode forskningsresultater. Det er ikke sikkert at de personene som er flinkest til å lage gode forskningsplaner, er de forskerne som utfører og publisere best forskning. Således har Forskningsrådet en utfordring når det gjelder å finne de personer, de miljøer og de prosjekter som bør støttes. I DITS har vi ikke funnet noe bedre alternativ enn vanlig utlysning og evaluering av prosjektforslag i forkant av fordeling av midler.

Et annet viktig forskningspolitisk aspekt er valg av fagfelt som Forskningsrådet skal støtte. Jeg mener at det er meget vanskelig å

vite hvilke fagområder som vil frembringe viktige og gode forskningsresultater på tre til fem års sikt. I DITS har det ikke vært store gevinster å hente i form av samarbeid mellom prosjektene. Min erfaring er at slikt samarbeid oppstår uavhengig av tildeling av forskningsmidler. Det vi har oppnådd er noe kommunikasjon mellom våre doktogradstudenter. Jeg mener derfor at det viktigste er å gi penger til gode forskningsgrupper, i annen rekke kommer fagområdet som forskningen gjøres innenfor. Forskningsrådet må støtte opp om den forskningen som allerede gjøres av gode miljøer i Norge. Gode forskere vet selv best hvor de kan gjøre fremragende og relevant forskning også i fremtiden.

Om DITS har lagt grunnen for spesielt gode forskningsresultater, vil vi først få svaret på om noen år. I dag kan vi si at DITS har støttet god forskning i solide miljøer, og har – som nevnt innledningsvis – aktivert de ekstra midlene som gjør at også universitetets grunnbevilgninger er blitt bedre utnyttet.

Programstyret i DITS takker først og fremst alle de forskerne som har vært med på å oppfylle målet i programmet. Vi har vært avhengig av å få prosjektforslag til evaluering. Derfor vil vi også rette en stor takk til alle som skrev forslag, uten å få lønn for strevet. Til slutt takker vi for all den støtte og hjelp vi har fått fra administrasjonen i Forskningsrådet.



Stein Gjessing
Formann i programstyret
steing@ifi.uio.no

tribuerte IT-systemer?

sjektrapportene i denne sluttrapporten.

Da faget databehandling – senere informatikk – oppstod på 1960-tallet ble det definert som "innsamling, lagring, bearbeiding og presentasjon av data". Det var den gang få som mente – om enn tenkte på - at det å kommunisere data over avstander var særlig mulig eller viktig. Mot slutten av forrige århundre ble kommunikasjon av data stadig viktigere, og vi må i dag si at informatikk omhandler lagring, bearbeiding, KOMMUNIKASJON og presentasjon av data. Kommunikasjon av data og tilhørende problemstillinger er i dag kanskje den viktigste delen av informatikken.

Langs den samme tidsaksen ser vi hvordan de datatyper som



Hilde Lovett, Stein Gjessing, Kjell Ove Kjølås.

behandles har forandret seg. Tidligere behandlet datamaskiner

tall og tekst. I dag behandles også film, lyd, bilder, mm, dvs. alt som lar seg lagre digitalt.

Alle datasystemer blir en del av det store verdensomspennende systemet som er knyttet sammen ved hjelp av internett. Det blir vanskeligere å sikre at personlige og på andre måter følsomme data forblir beskyttet. Det blir også vanskeligere å hindre angrep og inngrep fra uønskede. Derfor blir fagområdet AAA (authentication, authorization and accounting) meget viktig. Det er utført noe forskning på dette i DITS, men her må det gjøres mer.

Sammen med fortsatt miniatyrisering og prisnedgang, gjør større vekt på kommunikasjon, nye datatyper samt AAA, at faget informatikk er blitt dramatisk utvidet de siste årene. Det er derfor mange utfordringer å ta tak i både for Norges informatikkforskere og for Norges forskningsråd.

Publisering, doktorgrader og samlinger

Blant målsettingene for forskningsprogrammet DITS var å utdanne 17 doktorer med fagområde innenfor programmet og publisering av totalt 75 publikasjoner i løpet av programperioden.

FORDI PROGRAMSTARTEN ble forsinket, kom stort sett alle stipendiatene senere i gang enn planlagt. I det programmet går mot slutten og status skal gjøres opp, er det vanskelig å peke på dette som noe stort problem. Sett i lys av arbeidssituasjonen for IT-utdannede i programperioden, med meget stor etterspørsel etter kandidater med denne typen utdannelsen på alle nivåer, kan programstyret vanskelig konkludere med annet enn at man er godt fornøyd med rekrutteringen av stipendiater til DITS.

Den forsinkede oppstarten tatt i betraktning, er det også grunn til å være fornøyd med doktorandenes framdrift. Av de 17 som ble ansatt

med midler fra programmet, har to sluttet. Samtidig er to andre blitt ansatt på prosjektene for universitetenes egne midler. Få av de dermed totalt 17 doktorgradsstipendiatene som en regner med vil fullføre, er per dato (november 2001) helt ferdige. Men flere av dem står foran en avslutning i løpet av få måneder.

Publiseringen under programmet har vært god og publiseringsmålet er helt klart blitt nådd.

DITS har i samarbeid med de andre IKT-programmene i Forskningsrådet også arrangert flere samlinger med deltakere fra norsk IT-industri og forskningsmiljøene. Samlingene har gitt verdifulle innspill og ny kunnskap både til forskere og

næringsliv. Samlingene har dessuten bidratt til nettverksbygging mellom de miljøene som har deltatt i programmet.

DITS mottok 39 millioner kroner fra Norges forskningsråd.

Forskningsrådets bidrag kom fra henholdsvis Området for naturvitenskap og teknologi (34 mill.) og Området for industri og energi (5 mill.)

De to IKT-programmene i Norges forskningsråd, DITS og Grunnleggende teleforskning (1997-2001), vil i årene framover bli fulgt opp av forskningsprogrammet Grunnleggende IKT-forskning (IKT 2010), med programperiode fra 2000-2007.

Forskningsrådet vil for øvrig i 2001-2002 gjennomføre en omfattende evaluering av IKT-grunnforskningen ved våre universiteter og høyskoler.



Vanskelig rekruttering

Informatikkmiljøene ved alle de tre universitetene som har deltatt i DITS, har de siste årene slitt med å rekruttere medarbeidere. Tross dette, har programmet greid å besette nesten alle stipendiatene.

DET HAR VÆRT en usedvanlig stor etterspørsel etter den kompetansen de ansatte og studentene ved informatikk-instituttene sitter inne med. I for eksempel Tromsø har i perioder over 50 prosent av stillingene ved instituttet stått ubesatte. Mot slutten av programperioden kom nedturen i det som populært kalles dot-com-bransjen, og dette kan på kort sikt skape en endring. Likevel er mange bekymret over den langsiktige utviklingen. En av disse er professor Dag Johansen i Tromsø, som er opptatt av at informatikkmiljøene i Norge må få langvarige rammebetingelser som setter dem i stand til å utdanne flere på doktorgradsnivå.

Programbeskrivelse

Området for naturvitenskap og teknologi i Norges forskningsråd vedtok 26. januar 1996 denne programbeskrivelsen for DITS.

"Sammensmelting av data, telekommunikasjon og media, samt miniaturisering og prisnedgang på utstyr, gjør at vi er i starten av en utvikling der informasjonsteknologi (IT) vil bli brukt til å forvalte og spre informasjon på helt nye måter. Dette gir et stort potensial for samfunnsmessige forandringer. Industrien venter ikke bare økt produktivitet innen etablerte bransjer, men også en introduksjon

av nye produkter og tjenester med et betydelig internasjonalt marked.

I dag ser vi at bruken av internettet eksploderer. Avisene henviser til internettet for mer informasjon, og blir selv tilgjengelige der. Bedriftsledere mener det er skjedd en revolusjon innen bruk av informasjonsteknologi, og mange bedrifter reorganiseres totalt på grunn av nye muligheter for informasjonsflyt. En illustrasjon på

mulighetene i den nye teknologien kan være et nasjonalt forvaltningssystem for helsetjenester der alle i samfunnet kan se ledige ressurser for alle sykehus, behandlingstilstander og leger i hele landet. En forandring av ressurstilgangen ved f.eks. ett sykehus vil øyeblikkelig bli tilgjengelig for alle. Innen industrien kan f.eks. to bedrifter som skal starte et samarbeide, i løpet av minutter ha adgang til all relevant informasjon hos hverandre. Dette baserer seg på distribuerte informasjonssystemer som er fleksible og enkle å bruke. I slike systemer vil til-

– Vårt fagområde er nå i noen år blitt viet stor oppmerksomhet, men jeg frykter at det er vanskelig å vinne gehør og forståelse for at universitetsmiljøene må styrkes kraftig over lengere tid før et stort løft i kandidatproduksjonen kan forventes. Vi må gjøre informatikkmiljøene ved de norske universitetene så attraktive at de beste studentene stimuleres til en akademisk IT-karriere.

Johansen sammenlikner sin egen bransje med byggebransjen: – Det er et klart skille mellom det å være snekker og arkitekt. Det er de vi utdanner ved universitetene, arkitektene, som bør involveres ved konstruksjon av store avanserte systemer som samfunnet blir mer og mer avhengig av. Eksempler finnes innen alt fra moderne luftfart til finansverdenen og det militære.

Johansen mener det til tider har gått over stakk og stein når det gjelder innføring av IT-løsninger i Norge: – Store prosjekter i størrelsesordenen 100 millioner kroner og oppover planlegges og iverksettes. Samtidig er det dokumentert fra ulike hold at det ikke er tilstrekkelig med fagfolk med dybdekompetanse til å gjennomføre dette. Dette er noe vi må få på plass.

gjengelig informasjon bli kombinert og aggregert i overensstemmelse med hvilke kunnskaper brukerne trenger.

Den delen av informasjonsteknologien som danner basis for slik ny informasjonsflyt i samfunnet og i bedrifter, har vi valgt å kalle "distribuerte IT-systemer". I dette programmet vil begrepet "distribuerte IT-systemer" omfatte både grunnleggende aspekter knyttet til konstruksjon og vedlikehold av distribuerte systemer, og grunnleggende problemstillinger i forbindelse med anvendelser og bruk av slike systemer. (...)"

Evaluering

Et panel satt sammen av de tre professorene Gordon Blair (Lancaster University, Storbritannia), Kalle Lyytinen (Jyväskylä Universitet, Finland) og Tore Risch (Uppsala Universitet, Sverige) leverte i september 1999 en evalueringsrapport om forskningsprogrammet Distribuerte IT-systemer. Her het det blant annet:

"Overall we feel that this programme is an excellent initiative which stimulates research in Norway in an important area. We feel that the choice of projects is appropriate to fulfill the goals of the program. The research is relevant both for industry and the scientific community. The biggest impact is on training people rather than on immediate industrial technology transfer. Some technology transfer has been achieved though in the form of cooperation with companies and contributions to international standards, which is more than sufficient for this kind of program. The funds seem to be adequately apportioned between the projects, even though the balance of the funding could be somewhat adjusted towards more support for technical staff and project leaders.

(...) The idea of letting the project leaders initially present overviews of the proposed projects was very good in terms of aiding selection. The steering committee has an adequate composition, including both academics and industry people. The inclusion of external international reviewers is very important to complement local evaluations, since Norway has a relatively small research community in this area with limited internal competition. The steering committee has been successful in encoura-

ging cooperation between different research topics.

(...) Overall the research projects are of high quality and the Norwegian research community should be proud of its achievements. About 50% of the projects are of excellent international quality and will have a visible international impact, with one being an international leader. In particular the focused work on middleware systems and their implementations is impressive and demonstrates that Norwegian research community is well placed in this area."

Utviklingen går i dag mot ...

- ... lette klienter i ad-hoc-systemer. Datamaskinen til en vanlig bruker vil bli en kombinasjon av en mobiltelefon, en internettleser, et tv og en rekke andre ting.
- ... økt fokus på brukervennlighet og sikkerhet
- ... en distribuert infrastruktur som kan yte omfattende støtte til de lette klientene.
- ... enheter som kobles sammen mest mulig transparent og med høy grad av sikkerhet, pålitelighet og tilgjengelighet

Din og min agent

Agenter eller mobile agenter er i ferd med å bli et vanlig begrep i IT-verdenen. Flere forskere ser for seg at det om få år vil finnes milliarder av agenter som utfører oppdrag for oss på et utall forskjellige områder. Flere av prosjektene som er finansiert gjennom forskningsprogrammet DITS har studert nye muligheter innenfor agentteknologien.

AGENTER – iallfall slik vi ser dem for oss i dag – er miniprogrammer som flytter seg fra en maskin til en annen, uavhengig av plattform. De kan gjerne jobbe for deg mens du selv er fralogget nettet. Noen av dem holder seg på ett sted, mens andre hopper fra sted til sted.

Et eksempel på en relativt enkel agent er et lite program som får i oppgave å filtrere e-posten din, slik at du stenger ute visse typer uønsket post. Andre og mer avanserte agenter kan du gi i oppgave å observere og etter hvert imitere din egen adferd, for på den måten å hjelpe deg med å utføre mer eller mindre rutinemessige oppgaver. Informasjonsagenter kan vise seg spesielt nyttige i en verden der mengden tilgjengelig informasjon øker nærmest eksplosivt. Slike agenter samler inn og kan i noen tilfeller også sortere eller manipulere informasjon de har hentet inn fra en rekke forskjellige kilder. Et eksempel er en agent utsendt for å søke gjennom virtuelle musikkbutikker på jakt etter det beste tilbudet på en CD du ønsker å kjøpe. (Ta for eksempel en titt på www.kelkoo.no)

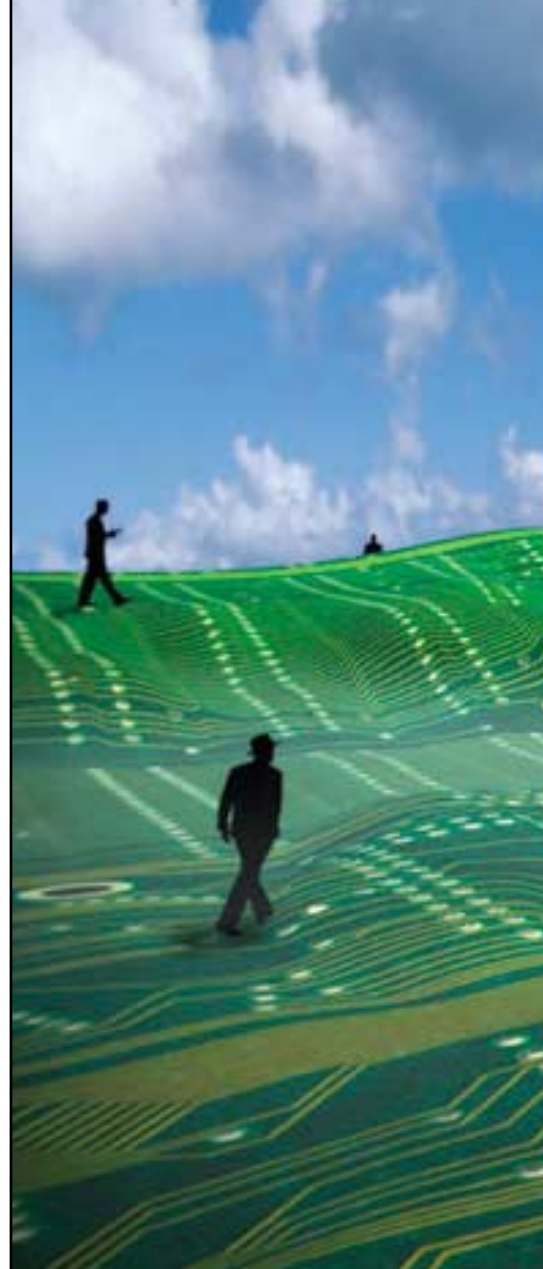
Økonomiske agenter

I det siste er det særlig på områ-

det økonomiske agenter at det har skjedd mye forskning og utviklingsarbeid. Disse agentene kan for eksempel opptre i et marked der de er ilagt oppgaver knyttet til økonomiske forhandlinger. Idéen er at man på denne måten kan få til en mer optimal anvendelse av ressurser. Økonomiforskning har allerede utviklet et omfattende analytisk rammeverk for å studere multiagentsystemer. DITS-prosjektet EComAg i Trondheim er et godt eksempel på en slik elektronisk markeds plass basert på agenter. Her har forskerne utviklet prototypen på en handelsagent som jobber for deg innenfor andre systemer, og rapporterer tilbake til deg via WAP-mobiltelefoner. I EComAg sin agent kan du definere din profil og dine behov, og deretter kan du la agenten gjøre jobben for deg på ulike markeds plasser, enten det er på Børsen eller i en butikk du kjører forbi langs veien. (Se mer i egen artikkel om EComAg.) De øvrige DITS-prosjektene som har forsket på agentteknologi er TACOMA og GDD i Tromsø, og CAGIS i Trondheim.

1980- og 1990-tallet

Forskningen på agenter kan føres om lag 20 år tilbake i tid. Det



første tiåret (1980-tallet) var forskningen i stor grad konsentrert om Distribuert kunstig intelligens (DAI). På 1990-tallet fikk begrepet agent en sterkt utvidet betydning, og fra ca. 1995 har agentbasert modellering og nye agenttyper – og ikke minst agenter med økonomiske oppgaver – spilt en viktig rolle.

"Agenter" eller "mobile agenter" er altså programvare som kan flytte seg mellom datamaskiner i et distribuert system. Det helt vesentlige ved agenter er at de gjør det enklere å utføre oppgaver innenfor distribuert datakommunikasjon. Samtidig er agenter i stand til å overkomme problemer knyttet til forskjellige grensesnitt i dataverdenen.



Agentteknologien kan i årene som kommer forandre mye av dagens IT-virkelighet.

en langsomt men sikkert vil bli den foretrukne teknologien i en rekke virksomheter. Slik kan kanskje alle virksomheter i samme bransje kunne skaffe seg akkurat den samme funksjonaliteten i løpet av en time eller to.

Alle områder

Optimister ser for seg at agentteknologien vil kunne tas i bruk på svært mange områder, og i nær sagt alle typer programmer. De programvareselskapene som da kommer til å overleve, vil være de samme som innser at de må skifte ut programkoder med agentteknologi. I den første fasen vil markedet for nye agenter være størst innenfor felter der det kreves en høy grad av spesialutviklet programvare, mens den vil gå saktere på områder og innenfor bransjer der det kan benyttes "hylleware". Men også her vil programmer basert på agentteknologi sakte men sikkert overta, tror flere. Spesielt i sammenheng med vedlikehold og oppdatering av programvare kan det bli svært mye å spare gjennom agentteknologien.

Den nye teknologiens brede funksjonalitet kan i første omgang vise seg å bli et av dens største problemer. Fordi agentteknologien favner så vidt, og det ikke er fokus på forbedring av bestemte funksjoner eller bransjer, er det vanskeligere for de fleste av oss å få øye på potensialet. Men når kravene til IT-effektivitet etter hvert flyttes langt framover, vil agentteknologien raskt kunne endre det tradisjonelle synet på hvor lenge et program er levedyktig. Da kan vi få en

situasjon hvor stadig flere private og offentlige virksomheter etter spørre billig og effektiv spesialprogramvare – basert på agentteknologi.

Mellomvare

Mens altså flere av DITS-prosjektene i Trondheim og Tromsø har forsket på agentteknologi, har de tre prosjektene DMJ, INSTANCE og OMODIS i Oslo alle forsket på det som gjerne kalles mellomvare.


En populær beskrivelse av mellomvare er at dette er limet som binder programmene på forskjellige maskiner sammen. En annen populær beskrivelse er at det dreier seg om avansert rørleggerarbeid. Mellomvare er med andre ord den programvaren som etablerer og forenkler kommunikasjonen mellom to eller flere programmer. Et mellomvareprogram kan for eksempel være et program som linker en datamaskin til en web-tjener. Brukeren kan dermed hente data fra databasen via skjemaer i en nettleser.

Teknologi basert på mellomvare kan bidra til en mer effektiv utnyttelse av og tilpasning til den underliggende infrastrukturen, og muliggjør utvikling av applikasjoner som kan kommunisere med hverandre. Fordi mellomvaren skjuler mye av den underliggende kompleksiteten i infrastrukturen, vil den gjøre programvareutvikling enklere og mer effektiv, ved at utviklere av distribuerte applikasjoner kan konsentrere seg mer om selve applikasjonen og mindre om detaljer i forbindelse med overføring av data og andre relaterte temaer. Slik kan mellomvare gjøre det enklere å dekke etter spørselen etter kvalitetsmessig god programvare og nye tjenester.

Framtiden

Videre framover kan vi se for oss at agentteknologien setter oss i stand til langt hurtigere å bygge ut funksjonaliteten i dataprogrammer. Kostbare konsulenttimer brukt på spesialprogrammering av virksomhetsspesifikk funksjonalitet, kan effektiviseres kraftig gjennom å bruke agenter. For ikke å snakke om den tiden det tar fra en idé dukker opp, til funksjonaliteten foreligger i et system.

Enkelte frykter at de store programvareselskapene vil forsøke å bremse utviklingen, fordi deres dyre programmer og egenutviklede programkoder trues av agentteknologien. Uansett er det mye som tyder på at denne teknologi-



Ved Institutt for informatikk i Tromsø har fokus lenge vært rettet mot distribuert databehandling.

Samtlige vitenskapelig ansatte har orientert seg mot dette feltet. For noen år siden virket dette som en nisje, men nå er det helt dominerende innenfor informatikkfaget.

Informatikk- miljøet i Tromsø

I dag kan man trygt si at Tromsøs datamiljø gjorde et riktig valg. Miljøet framstår nå som en velkjent internasjonal aktør på et kjerneområde innenfor moderne informatikk.

I Tromsø ønsker man å fortsette å jobbe med arkitekturen for morgendagens distribuerte IT-infrastruktur, men fokus er nå mot langt mer heterogene miljøer, der den vanlige bruker settes i sentrum. Det er ikke lenger teknologenes behov som definerer problemstillingene, men det moderne menneskets hverdag. Antakelig blir dette en hverdag der vi omgir oss med et utall datamaskiner, men ikke nødvendigvis med skjermer og tastaturer.

Tromsø-miljøet er ikke alene om dette – flere fremtredende internasjonale fagmiljøer tror at det er i denne retningen utviklingen vil gå. Men Tromsø-miljøet har lengre erfaring å bygge på enn de fleste andre. Tesen er at den distribuerte IT-infrastrukturen kommer til å bli tilnærmet usynlig, men samtidig tilgjengelig til enhver tid.

TACOMA - grunnforskning på mobile agenter

TACOMA-prosjektet i Tromsø har drevet grunnforskning på mobile agenter – programvare som kan flytte seg mellom datamaskiner på internett. Forskerne har konstruert en serie med TACOMA-systemer som støtter denne formen for databehandling, og disse er i dag offentlig tilgjengelig for eksterne brukere fra hele verden.

– **VI HAR SPESIELT** arbeidet med hvordan vanlige brukere skal kunne benytte seg av mobile agenter i internettomgivelser, forteller prosjektleder Dag Johansen. Sentralt her er bruk av mobiltelefoner og små lommedatamaskiner som agentklienter.

En bruker av TACOMA (Tromsø And Cornell Moving Agent) kan sende ut agenter fra en mobiltelefon, en webleser eller en liten bærbar datamaskin. Deretter flytter agenten seg rundt i internettet og representerer brukeren, uten at denne nødvendigvis trenger å være i kontinuerlig kontakt med agenten.

En agent kan brukes til en rekke ting. Den kan lete fram informasjon for brukeren, den kan kjøpe eller selge en vare for brukeren, eller den kan passivt legge seg til å vente på en fjern datamaskin til en spesiell bruker-spesifisert hendelse inntreffer. Når agenten har fullført arbeidet, kan den flytte seg tilbake til brukeren for å avlegge rapport.

Et høydepunkt innenfor TACOMA var løsningen av et volumproblem på dagens internett. Ved hjelp av TACOMA ble forskerne i stand til å sende en standard søkemotor (Spider utviklet ved MIT) over internettet. Denne kunne så søke gjennom relevant informasjon på steder

den besøkte (Cornell og University of California San Diego) og brakte hjem til Norge kun et sett av informasjonen.

Cornell-Tromsø-California

– For tiden skjer det en omfattende endring av hvordan store, distribuerte systemer struktureres, forteller Dag Johansen. Konfigurerbare web-tjenere er et nøkkelord, og industrigigantene innenfor bransjen markedsfører nå en modell med såkalte web services, det vil si moduler som

Tromsø blant de første

Vi nordmenn er avanserte brukere av dataløsninger, men vi har bare i begrenset grad satt spor etter oss som utviklere av disse løsningene. Noen unntak finnes likevel: Ett av dem er Universitetet i Tromsø og miljøet rundt TACOMA-prosjektet, hvor en forskergruppe har drevet eksperimentell dataforskning i verdenstoppen.

Det var for 15 år siden at en gruppe forskere ved Institutt for informatikk i Tromsø bestemte seg for å forsøke

benyttes til å konfigurere store distribuerte system på en dynamisk måte. IBM (Webspheres), Sun Microsystems (JXTA) og Microsoft (.NET) er typiske eksempler på slik teknologi. Johansen forteller at dette er en teknologi som fundamentalt sett allerede er demonstrert i enkelte mobile agentsystemer. TACOMA har her publisert, demonstrert og forsøkt å fremme bruken av konseptet utvidbare tjenere.

TACOMA-prosjektet er et tett samarbeid mellom Universitetet i Tromsø, Cornell University (USA) og University of California, San Diego, (USA). Prosjektet har i Norge vært støttet av Norges Forskningsråd (DITS) og i USA av AFOSR (flyvåpenet), NASA, National Science Foundation m.fl.

Først i verden

Johansen forteller at Universitetet i Tromsø var tidlig med å flytte programvare ut i nettet, før en annen tilnæringsmåte overtok det meste av scenen – Java. Men



– Den dagen vi er kvitt tastaturet og det meste av datamaskinen, begynner vi å nærme oss mål, slår Dag Johansen fast.

nærmet kvitt tastaturet. Ja, også selve datamaskinen kommer til å bli tilnærmet usynlig og integrert i omgivelsene, tror Johansen. I stedet blir vi i tillegg til fjernkontrollen, sittende igjen

Johansen holder fast ved at TACOMA fortsatt regnes blant de 3-4 fremste miljøene på dette området i verden. – Da er jeg mer ærlig enn ydmyk, legger han til.

I dag er personer knyttet til TACOMA representert i de tyngste internasjonale organene innenfor mobile agenter. – Her forsøker vi å stå fram som talsmenn for enkle løsninger, og for å gjøre disse språkuavhengig, forklarer Johansen, som ser for seg en utvikling der mobile agenter bidrar til å forenkle datamaskinene så mye at vi om noen år kan bli til-

med små PDAer og mobiltelefoner som er langt bedre integrert i internett enn i dag. Johansen ser også for seg en omfattende bruk av (fjerne) agenter som representerer den enkelte bruker.

– Den dagen vi kommer så langt som dette, har vi virkelig gjort et godt arbeid. Da begynner vi å nærme oss målet for det vi driver med.

Les mer:

www.tacoma.cs.uit.no

Kontaktperson:

Dag Johansen, dag@cs.uit.no

å gjøre noe med sin egen rolle som provinsuniversitet. Løsningen lå i nettverk og databehandling som kunne knytte miljøet opp mot resten av verden, konkluderte forskerne. De bestemte seg for å bygge opp en faglig aktivitet rundt det som i dag er mer kjent som internett.

Synlig internasjonalt

– Ti år senere tok internett helt av. Men da hadde vi flere års forsprang på de fleste andre fagmiljøer, samt sterke internasjonale kontakter, sier Dag Johansen.

Johansen er professor ved Institutt for informatikk ved Universitetet i Tromsø og primus motor bak TACOMA-prosjektet – kanskje et av de mest synlige internasjonale prosjektene rundt agentbasert distribuert databehandling i verden. Konkurrentene deres er kjente navn som Harvard, Massachusetts Institute of Technology (MIT) og IBM. TACOMA

er altså et samarbeid mellom Universitetet i Tromsø og Cornell University i USA, hvor Tromsø besitter den eksperimentelle kompetansen og Cornell den teoretiske. Den norske delen av prosjektet har de siste fire årene vært støttet av Norges forskningsråd gjennom DITS-programmet.

Lille Tromsø

Det var høsten 1993 at Dag Johansen dro til Cornell University med ett års sabbatspermisjon i bagasjen. Her presenterte han sin doktortrad på distribuerte arkitekturer for det han selv kaller "noen snobete professorer som sjelden interesserer seg for annet enn det som skjer på de store amerikanske universitetene." Men de ble svært interessert i det forskerne i lille Tromsø holdt på med. Og slik ble TACOMA-prosjektet unnfanget. Navnet henspiller på den berømte broen i Tacoma, USA, som kollapset på grunn

av dårlig ingeniørkunst. Johansen og hans amerikanske kolleger mente at også internett ville kunne kollapse. Derfor ønsket de å prøve nye løsninger, basert på mobile agenter

– Vi hadde arkitektur- og dybdekunnskap nok til å se at internett ikke ville bli problemfritt, slik mange tilsynelatende trodde på begynnelsen av 1990-tallet. Internett er ikke bygget for flere hundre millioner brukere, og kan støte på økende kapasitets- og sikkerhetsproblemer, mener Johansen. – Løsningen er selvfølgelig at vi i stedet for å hente veldig store datamengder inn for prosessering, slik internett er bygd opp i dag, lar mobile agenter hjelpe oss med det motsatte.

– Vi lar berget ligge der det er, og flytter i stedet på Muhammed.

Denne artikkelen er delvis basert på en artikkel som har vært trykket i Norges forskningsråds magasin Forskning.

Global Distributed Diary

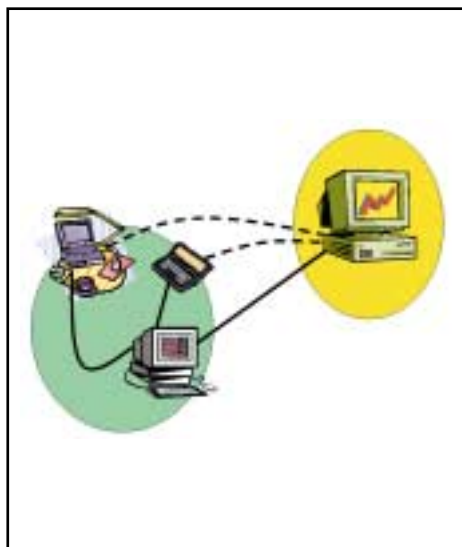
I Tromsø-prosjektet Global Distributed Diary var målet å fremskaffe kunnskaper om konstruksjon av distribuerte applikasjoner, og å finne ut mer om hvordan mobil enheter kan integreres i distribuerte systemer.

FOKUS HAR I FØRSTE rekke vært på datasikkerhet og distribuerte applikasjoner. Prosjektet har involvert 3 ansatte i vitenskapelig stillinger, 1 postdoktor-stilling, 3 stipendiater (hvorav 2 er internt finansierte), hovedfagsstudenter (6) og sivilingeniørstudenter (14). En del av arbeidet har involvert internasjonale samarbeidspartnere ved universitetene i Twente (Nederland) og Pisa (Italia).

Prosjektet har vært bygget opp rundt disse forskningskjøretøyene:

File repository (FR).

Utgangspunktet for FR var å stu-



Prosjektet Global Distributed Diary ved Universitetet i Tromsø har som hovedproblem sett på hvordan mobile data-maskiner kan integreres i en eksisterende infrastruktur. Ideen er at oppdateringer i for eksempel en kalender ett sted, skal bli tilgjengelig for de øvrige enhetene, samtidig som sikkerheten er godt ivaretatt. Prosjektet tar særlig sikte på å utvikle programvare for de stadig mer populære, håndholdte PDA-enhetene. Programvaren som er utviklet har en rekke anvendelsesområder.

dere konsistensproblemene som følger av bruk av flere delvis frakoblede ("disconnected") data-maskiner som skal dele dokumenter lagret på flere servere, og hvor det er vilkårlig hvilken server man kobler seg opp mot.

Virtual Secretary mobil agent plattform.

Basert på en ide hentet fra adaptive brukergrensesnitt, har prosjektet lyktes med å utvikle en egen type agentsystemer velegnet for avansert informasjonsgjenfinning.

De viktigste systemer/prototyper som er konstruert er:

- Distribuert diary-applikasjon basert på FR (Unix)
- File repository (FR) distribuert filesystem (UNIX og WinNT)
- Replikert versjon av File Repository (FR) (2PC implementasjon) (UNIX og WinNT)
- PGPIlib-1.1 (kryptografisk bibliotek) (Unix og PDA)
- SDSIlib-0.1 (bibliotek for å generere og parse SDSI objekter) (Unix og PDA)
- ECCLib (bibliotek for digital signaturer basert på elliptisk kurve kryptografi) (Unix og PDA)
- Implementasjon av IrDA for Linux (Linux)
- Arkitektur for samarbeidende agenter (Unix)
- Arkitektur for bruker-modell baserte agenter (Unix)

Alle delprosjektene er publisert internasjonalt og/eller distribuert

som gratisprogramvare (public domain). Alle delprosjektene representerer (del)løsning(er) av delproblemer i GDD-prosjektet.

Den faglige fokus prosjektet har gitt anledning til, har gjort det mulig for Institutt for informatikk ved Universitetet i Tromsø å inngå flere strategisk viktige samarbeidsavtaler. Den første var med Telenor FoU (Tromsø). Avtalen har som mål å bygge opp en infrastruktur for mobile systemer (basert på IPv6). Denne avtalen har igjen vært utløsende for samarbeidet med Uninett og Cisco (gjennom Alcatel). Instituttet er på denne måten tilført komponenter som gjør det mulig å bygge infrastruktur av høy teknisk kvalitet.

Prosjektets fokus på sikkerhet innen mobile systemer har også skapt grobunn for en samarbeidsavtale med Institutt for matematikk og statistikk ved UITØ. Konkret har dette ført til det er opprettet et nytt studietilbud innen sikkerhet i samarbeid mellom de to instituttene.

GDD-prosjektet blir forsøkt videreført gjennom prosjektene "Det gode rommet" (Konstruksjon av en komplett pakke av elektroniske hjelpemidler for hjemmeboende eldre), "DiPato" (Distribusjon av pasientjournaler) og "ArticBeans".

Les mer:

www.gdd.cs.uit.no

Kontaktperson:

Gunnar Hartvigsen,
gunnar@cs.uit.no



Deling og handel i Trondheim

I Trondheim er to prosjekter blitt støttet gjennom DITS.

Prosjektet CAGIS har hatt som utgangspunkt at internett i dag er et godt verktøy for distribuering av informasjon, men at "nettet" ikke fungerer godt nok når vi ønsker å være flere som samarbeider om en jobb.

CAGIS-forskerne gikk løs på denne utfordringen, og har nå blant annet konstruert en elektronisk møteplass for personer som jobber på felles dokumenter.

CAGIS har vakt stor interesse blant studentene ved NTNU og ført til publisering av mer enn 50 artikler i internasjonale og norske publikasjoner. ElComAg var det andre prosjektet i Trondheim som fikk støtte gjennom DITS. Her var målet å konstruere en elektronisk markeds plass for handel – basert på agenter.

Internett er et meget godt redskap for distribuering av informasjon. Men nettet mangler gode mekanismer for å planlegge og koordinere aktiviteter. Det fungerer heller ikke særlig godt når vi ønsker å organisere, beskrive og klassifisere informasjon. CAGIS-prosjektet i Trondheim har laget omgivelser som håndterer disse problemene gjennom bruk av agenter og små web-baserte verktøy.

Deling av informasjon, ressurser og arbeids- prosesser



ETTER INTRODUKSJONEN av internett er det blitt mer og mer vanlig at prosjekter utføres i heterogene omgivelser, der mennesker, informasjon og arbeidsprosesser er distribuert i tid og rom, og på tvers av kulturer. I en slik sammenheng trenger de involverte hjelp til å koordinere aktiviteter, dele dokumenter og informasjon, og til å håndtere tilgang til delte ressurser. Det er her CAGIS (Cooperative Agents in a Global Information Space) kommer inn i bildet.

NTNU-informatikerne bak CAGIS mener de har laget en ny og original løsning på viktige problemer.


CAGIS har forbedret deling og koordinering av informasjon.

Fire hoveddeler

De tenkte CAGIS-omgivelsene som forskerne har skapt består av fire hoveddeler:

DOKUMENTMODELLER og verktøy brukes til klassifikasjon og søk i dokumenter som baserer seg på begrepsmodellering. Ideen er at dokumentene kan indekseres med utgangspunkt i en domenespesifikk begrepsmodell. Utvalgte begrep fra domenet gies et semantisk innhold, knyttes til hver-

Forts. --->



andre ved relasjoner og assosieres med et sett av termer som opptrer i dokumentene.

BEGREPSMODELLEN kan deretter brukes aktivt til klassifikasjon og søk i dokumentmengden. Slik kan brukeren anvende sitt eget begrepsapparat. Denne metoden er utviklet til en prototype.

PROSESSMODELLER og verktøy brukes til å modellere og gi utføringsstøtte til prosjektenes arbeidsprosesser, som består av individuelle aktiviteter så vel som samarbeidsaktiviteter. Dette oppnås gjennom å støtte individuelle aktiviteter i et web-basert arbeidsflytverktøy, mens et agentsystem brukes til å støtte samarbeidsaktiviteter (f.eks. forhandlinger, koordinering av ressurser, avstemninger, brainstorming, etc.). I tillegg har CAGIS definert et språk som gjør det mulig å modellere relasjoner mellom arbeidsflyt og agenter, og et verktøy som bruker denne modellen til å lage ei bru mellom arbeidsflyt- og agentsystemer.

TRANSAKSJONSMODELLER og verktøy brukes for å kontrollere tilgang til delte ressurser, samt sikre konsistens for delte ressurser. I CAGIS har man mulighet til fleksibelt å konfigurere tilgangen til delte ressurser ut i fra den situasjon som skal støttes. I enkelte tilfeller stilles det høye krav til konsistens, mens for andre situasjoner er det viktigere å få dele ressurser uten så mange restriksjoner. For å støtte forskjellige konsistenskrav, tillates det å bruke ulike transaksjonsmodeller, og man kan slakke av eller stramme til konsistenskrav under kjøring.

MULTI-AGENT ARKITEKTUR hvor agenter kommuniserer i møteplasser (agoras). En agent-basert modell er blitt utviklet for å støtte dannelse av virtuelle virksomheter, der deltakerne av en virtuell virksomhet er representert av agenter. I tillegg til dette, dekker modellen mål, aktiviteter, roller og kompetanse til agentene.

Intern gevinst

En av erfaringene som er blitt forsterket gjennom CAGIS, er hvor nødvendig det i dag er med

åpne løsninger. I likhet med flere av de andre forskerne som har arbeidet med midler fra DITS-programmet, mener CAGIS-forskerne at det ligger store muligheter i agentteknologien. De ser for seg en framtid der kanskje de fleste av oss i løpet av noen år vil ha personlige agenter som hjelper oss i hverdagen.

CAGIS-prosjektet har involvert fire stipendiater fra forskjellige faggrupper (database, informasjonssystemer, systemutvikling og kunnskapssystemer)

Agenter på markedsplassen

EIComAg-prosjektet ved NTNU fokuserte på agentbasert elektronisk handel. Prosjektet har konstruert en elektronisk markeds plass – kalt Agora – og flere elektroniske agenter som støtter handelsprosessen. Målet var å gjøre det lettere å samarbeide med andre.

MIHHAİL MATSKIN ved Institutt for datateknikk og informasjonsvitenskap ved NTNU har spilt en sentral rolle i prosjektet. Hans utgangspunkt har vært at nær sagt alt i en handelsprosess kan automatiseres. Alt unntatt selve beslutningen – den skal fortsatt være overlatt til deg.

– Å lage en elektronisk markedsplasse har selvfølgelig ikke vært noen

original ide i seg selv. Slike finnes det allerede mange av. Det vi har gjort er å lage modeller og plattformer for mobil e-handel, der vi bruker agenter som mellomledd i handelsprosessen. Noe slikt er det ikke så mange som prøvd seg på, forteller Matskin og fortsetter: – Vi har greid å utvikle prototyper av personlige assistenter (agenter) som støtter brukerne av mobile enheter i handelsprosesser. Disse agentene hjelper deg med å analysere informasjon og utfører det du vil at de skal utføre. Agenten inneholder din profil (hemmelig) og bruker denne til det du har gitt den beskjed om.

– En slik agent kan også brukes til å forutsi ting for deg. La oss si at du er ute og kjører bil og trenger et eller annet, eller er ute etter et spesielt godt tilbud. I det du nærmer deg en butikk med et slikt tilbud, gir agenten deg beskjed om dette.

Virtuelt kjøpesenter

En prototype av et Virtuelt Kjøpe-

på Institutt for datateknikk og informasjonsvitenskap ved NTNU. Prosjektet har gitt stor intern gevinst for instituttet. Prosjektet har også bidratt til oppstart av fire nye kurs og to nye prosjekter (EiComAg og MOWAHS).

Stor studentinteresse

Forskerne som har deltatt i CAGIS-prosjektet har tilhørt hele sju forskjellige nasjonaliteter, og slik sett har prosjektet demon-

strert hvor stadig mer internasjonalt det norske datamiljøet er blitt. Studentinteressen for prosjektet har for øvrig vært stor. Flere av studentene som har deltatt, har laget egne firmaer og er kommet i kontakt med etablerte næringsmiljøer.

CAGIS har også båret mange vitenskapelige frukter. I alt var det sommeren 2001 produsert nærmere 50 artikler i internasjonale og norske publikasjoner, hvorav fire er bøker og ni er

journalartikler eller bokkapitler. Forskeren Alf Inge Wang har stått bak hele 15 av artiklene. I tillegg er det gjennom CAGIS laget 25 prosjektoppgaver og diplomoppgaver, og dessuten produsert flere prototyper.

Les mer:

www.idi.ntnu.no/~cagis

Kontaktperson:

Reidar Conradi,
Reidar.Conradi@idi.ntnu.no

senter er utviklet for å demonstrere funksjonaliteten i Agora-systemet. Scenariet i prototypen omfatter kunder, selgere, butikker, produkter, forhandling om handelsbetingelser og megling mellom handlende.

I tillegg har deltakerne i EiComAg arbeidet med å utvikle plattformer for mobil agentbasert handel. De har utviklet prototype og arkitektur for et system der agentene kan brukes gjennom håndholdt PDA-utstyr.

Nok en prototype ble laget for å demonstrere modellering av virtuelle bedrifter.

Aksjer i mobiltelefonen

Til sist er det laget en prototype som understøtter brukere av WAP-basert utstyr om de vil kjøpe og selge aksjer. Også her blir brukerne utstyrt med personlige elektroniske agenter, og den grunnleggende ideen er også her å se på handelen som en prosess som foregår mellom agentene.

Å bruke agenter i en slik sammenheng gir flere fordeler, blant annet forbedret personvern og økt fleksibilitet ved brukerpreferanser. Samtidig blir skalerbarheten god, fordi informasjonsbehandlingen er asynkron, desentralisert og distribuert.

Mihhail Maskin understreker at EiComAg-forskerne, i motsetning til mange andre forskergrupper, ikke har nærmet seg problemene fra "toppen", men i stedet har gått løs på dem fra "midten". – Vi har unnått å skape et stort system. I stedet



Mihhail Matskin har vært sentral i NTNU-prosjektet EiComAg.

har vi vært ute etter å lage et verktøy som jobber for deg i andre systemer. Det aller viktigste med vår løsning er at den setter deg i stand til å samarbeide bedre med andre.

EiComAg-prosjektet var sommeren 2001 anslått å fortsatt være om lag 1,5 år fra avslutning. Til da var det publisert 18 artikler fra prosjektet (4 i internasjonale tidsskrifter), og

omkring 20 diplomstudenter hadde gjort sine eksamensoppgaver innenfor rammene av EiComAg.

Les mer:

www.elcomag.com

Kontaktperson:

Mihhail Matskin
Mihhail.Matskin@idi.ntnu.no

Objekt-orientert i Oslo

På 1960-tallet utviklet forskerne Kristen Nygaard og Ole-Johan Dahl programmeringsspråket *Simula*, som er alle objektorienterte programmeringsspråks mor, enten de heter Java, C++ eller Smalltalk.

SIMULA ER UTVILSOMT den største norske IT-oppfinnelsen noensinne, og i dag er objektorientering en av de viktigste metodikkene for å utvikle kompliserte systemer. Ved Institutt for informatikk i Oslo bringes tradisjonen etter *Simula* videre. Det har blant annet skjedd gjennom det DITS-finansierte prosjektet ADAPT-FT. Her lager forskerne blant annet et objektorientert programmerings-, design- og spesifikasjons-språk, som bringer videre alle de generelle erfaringene fra *Simula* og objektorienterte språk generelt, og som desuten ser spesielt på åpenhet kombinert med pålitelighet.

En av de to mennene bak *Simula*, Ole-Johan Dahl, har vært aktivt med i ADAPT-FT. Også prosjektet OMODIS har brakt videre SIMULA-tradisjonen. Her har hovedmålet vært å støtte forskjellige kvalitetsnivåer av multimedia data i distribuerte multimedia systemer – et av de viktigste arbeidsfeltene innenfor dagens it-forskning.

Det lille Oslo-prosjektet INSTANCE, som også er støttet av DITS-programmet, har med små midler fått fram resultater som kan få stor økonomisk betydning.

OMODIS og INSTANCE

Effektiv håndtering av multimedia-data i distribuerte systemer

En effektiv støtte av multimedia-data og -applikasjoner i distribuerte systemer blir stadig viktigere i dataverdenen. Ikke minst gjelder dette kvaliteten på dataene, programvaren og kommunikasjonen mellom datamaskiner. OMODIS-prosjektet i Oslo har hatt fokus på hvor fleksibelt et program må være for å støtte varierende kvalitetskrav og brukerkrav. I forlengelsen av programmet har man sett på hvordan dette kan anvendes i sammenheng med fjernundervisning.

OMODIS-PROSJEKTET startet i 1996 med nye ideer for design og implementasjon av multimedia-databasesystemer i distribuerte systemer, samt modellering av slike systemer. Sømløs integrasjon av multimedia-databasesystemer som støtter tjenestekvalitetskonseptet i distribuerte mediasystemer er viktig for den framtidige informasjonsinfrastruktur, men det er fremdeles ikke en realitet.

Under arbeidet med OMODIS (Object-Oriented Modeling and Database Support for Distributed Multimedia Systems) har forskerne utarbeidet løsninger for en slik integrasjon. De har også delvis tatt i bruk prototyper for å vise hvordan det skal fungere.

Disse resultatene, som er blitt publisert i anerkjente internasjonale fora, har påvirket dagens "state-of-the-art" innen forskningsområdet. I løpet av prosjektperioden har Oslo-forskerne også opparbeidet erfaring, kunnskap og forskningsresultater som gjør det mulig for dem å påvirke fremtidige internasjonale standarder i OMG (Object Management

Group).

Fjernundervisning

En utvidelse av prosjektet, kalt OMODIS-LoD, har rettet fokus mot fjernundervisning og læring. De fleste slike systemer er i dag statiske, det vil si at dette er fast kodete systemer som ikke tillater tilpasninger. Gjennom et system Oslo-forskerne kaller "Lecture-on-Demand" (LoD) – eller Forelesninger-på-forespørsel – har de vist at design og implementasjon av en mer generell plattform og verktøy, basert på databasesystemer, er bedre egnet for fjernundervisnings-programvare. Videre gjør prosjektresultatene det mulig å nå installere en prototyp av et generelt Lecture-on-Demand-system i reelle omgivelser. Dette skal bli testet i undervisningen ved Det medisinske fakultet ved Universitetet i Oslo.

Noe av det nye i LoD er at forelesningene, som altså kan leveres brukeren på forespørsel, også kan leveres med en oppløsning som er langt bedre tilpasset brukerens utstyr (lagringsplass, overføringshastighet, mv.) Fleksi-

biliteten er dermed langt bedre enn i tilsvarende løsninger som allerede eksisterer.

Antallet publikasjoner i internasjonale tidsskrifter, konferanser og workshops med referee-ordning viser at OMODIS-resultatene er internasjonalt anerkjent og viktige for å fremme "state-of-the-art" innen dette forskningsområdet. OMODIS var trolig medvirkende til at UiO ble bedt om å stå som arrangør av konferansen IDMS'98 med 130 internasjonale deltakere. OMODIS skal etter planen avsluttes i 2002.

Multimedia-løsning

Prosjektet INSTANCE (The Intermediate Storage Node Concept) har vært et lite forskningsprosjekt med nær tilknytning til OMODIS, som også har nytt godt av midler fra DITS-programmet. Prosjektet startet i 1998 med en radikalt ny idé for design og bruk av multimedia i internett. Målet med prosjektet har vært å lage bedre systemer for multimedia-på-forspørsel applikasjoner som Video-on-Demand og News-on-Demand. I denne type applikasjoner skaper antallet samtidige klienter som etterspør data fra tjeneren, et ytelses-, skalerbarhets- og kostnadsproblem. Problemene vil øke sterkt med økt båndbredde og antall som bruker denne. Slik vil kostnadene knyttet til nettverkskapasitet og tjener vokse sterkt.

INSTANCE har fokusert på en mulig løsning på dette problemet, der man forbedrer den enkelte tjener gjennom bedre integrasjon med operativsystem, kommunikasjonsprotokoller og datahåndtering. Gjennom en prototype implementasjon i kjernen av operativsystemet NetBSD har forskerne bak INSTANCE vist hvordan en standard PC kan støtte om lag dobbelt så mange klienter



Professor Thomas Plageman har vært knyttet til både OMODIS og INSTANCE.

som i dag. Oslo-forskerne har publisert resultatene sine på internasjonalt anerkjente konferanser og i flere tidsskrifter.

Siden idéen bak INSTANCE avvek så sterkt fra den generelle trenden innen forskningsområdet, var det mange internasjonale forskere som så med kritisk interesse på prosjektet. Resultatene som ble framlagt i år 2000 beviste fordelene med INSTANCE-konseptet, og disse resultatene er senere blitt anerkjent og akseptert for publikasjoner på ledende internasjonale konferanser. Noen av

publiseringene blir i dag brukt som standard-kurslitteratur ved flere internasjonale universiteter.

Les mer om OMODIS:

www.ifi.uio.no/~plageman/omodis.html

Kontaktperson:

Vera Goebel, goebel@ifi.uio.no

Les mer om INSTANCE:

www.ifi.uio.no/~plageman/instance.html

Kontaktperson:

Thomas Plagemann, plageman@ifi.uio.no

Sanntidsovervåking av bilde, video og lyd

Systemer for automatisk sanntidsovervåking, for eksempel av miljøet, kan bli viktige i fremtiden. Men hvordan kan vi få datamaskiner til i sanntid å analysere og tolke store mengder informasjon i form av bilder, video og lyd?



Prosjektet DMJ har utviklet et rammeverk for sanntidsanalyse av store mengder informasjon i form av bilder, video og lyd.

NÅR INFORMASJON ikke er i form av tekst, blir det et formidabelt problem å knytte beskrivende stikkord til det som skjer i et overvåkingskamera eller en nyhetssending på TV. Flere eksisterende analysemetoder har forsøkt å løse utfordringene dette byr på gjennom å trekke ut visse egenskaper fra bilder, lyd og video. Dette kan for eksempel være et gitt sett av farger eller et gitt mønster. Men det viste seg vanskelig å velge hvilke analysemetoder som skal brukes for et gitt formål, hvordan de skal kombineres, hvordan de skal implementeres og hvordan de skal knyttes opp mot stikkord.

Forskerne bak prosjektet DMJ (Distributed Media Journaling) ved Institutt for informatikk i Oslo besluttet derfor å gi seg i

kast med nettopp disse problemene. Oslo-informatikerne har nå greid å utvikle et rammeverk for sanntidsanalyse av bilder, video og lyd.

Basert på stikkord

Analyse i sanntid stiller naturlig nok store krav til hvor mye tid som kan benyttes til å undersøke for eksempel hvert bilde i en video. I løpet av 40 millisekunder må systemet slå fast hva et bilde viser for noe. Rammeverket DMJ-prosjektet har utviklet tilbyr et verktøysett som gjør det mulig å lage gjenbrukbare analysekomponenter (eller stikkordkomponenter) som assosierer innhold med stikkord.

I praksis dreier det seg om en statistisk beslutningsmetode anvendt på bildebehandling, der

systemet hele tiden utfører et stort antall sannsynlighetsberegninger for å finne ut hva som er det mest sannsynlige innhold til enhver tid.

Fleksibelt system

Beregningene kan spres ut til flere maskiner, og slik lar det seg gjøre å samtidig analysere et stort antall ulike typer mediestrømmer som f.eks. video og lyd, ved hjelp av komplekse og derfor også ressurskrevende analysemetoder. DMJ-rammeverket er i tillegg så fleksibelt at kvaliteten på analysen automatisk kan tilpasse seg mengden med tilgjengelige ressurser. Enkle analysemetoder benyttes når det er knapphet på ressurser (håndholdte mobile datamaskiner), mens mer pålitelige og ressurskrevende analysemetoder kan benyttes når store ressurser er tilgjengelig (kraftige datamaskiner i nettverk).

Det finnes en rekke anvendelsesområder for denne teknologien. Det kan for eksempel være automatisk indeksering basert på tekst, bilder, lyd og video (fjernsynsutsendelser, fjernundervisning, møter og presentasjoner) for anvendelse i fremtidens videoopptaksmaskiner, eller det kan være systemer som overvåker og automatisk rapporterer om hendelser av interesse i veitrafikken eller store havområder på jakt etter oljesøl.

Forskerne bak DMJ anså seg for å ha kommet omtrent halvveis i prosjektet sommeren 2001. Denne forskningen vil trolig bli med over til forskningslaboratoriet Simula på Fornebu når dette står ferdig.

Les mer:

www.ifi.uio.no/~dmj

Kontaktperson:

Frank Eliassen
frank@ifi.uio.no

Bedre kvalitet på programvaren i åpne, distribuerte systemer. Det var målet for forskerne i prosjektet ADAPT-FT, og resultatene de har oppnådd anses som noen av de viktigste i DITS-programmet.



Bedre teori gir økt kvalitet

PROSJEKTET var det mest teoretiske under hele DITS-programmet. Det har engasjert forskerne i videreutvikling av grunnleggende teori, samt egnet metodologi, verktøy, språk og formalismer.

I ADAPT-FT-prosjektet har deltakerne lyktes med å lage en teori der man stegvis kan gå fra en beskrivelse av et idealisert system (uten å ta hensyn til mulige feilsituasjoner) til et realistisk system med behandling av feilsituasjoner, slik at man kan gjenbruke den idealiserte beskrivelse på visse måter, og samtidig tolerere (stadig nye) feilsituasjoner med angitt grad av pålitelighet.



Olaf Owe har vært sentral i prosjektet ADAPT-FT.

Dette er nyttig i praksis, siden det vanligvis er alt for komplisert å beskrive et system om man skal tenke på alle mulige feilsituasjoner med en gang. Kjernen i arbeidet ligger i utvikling av formaliserte relasjoner mellom beskrivelser. Forskerne har brukt teorien til å beskrive et minibanksystem med mange minibanker og en sentral, der den endelige beskrivelsen tolererer feil som man har tatt i betraktning etter at normal oppførsel er spesifisert.

Prosjektet har løpt fra høsten 1997 til slutten av 2001. Det har vært et samarbeid mellom Institutt for informatikk ved Universitetet i Oslo og Institutt for energiteknikk (IFE) i Halden. Prosjektet har lønnet to dr.grads stipendiater (en hvert sted), en femtedels forsker i 3 år (ved IFE), samt to gjesteforskere (en på 6 mnd ved hvert sted).

Prosjektets hovedmål har vært å tilpasse formelle metoder til åpne, distribuerte systemer ved å gjøre metodene bedre egnet for slike systemer, samt å gjøre dem mer brukervennlige for ingeniører. Forskerne har også forsøkt å gjøre formelle metoder bedre egnet for store åpne, distribuerte systemer. I arbeidet har de bygget på eksisterende metoder og verktøy ("state-of-

Prosjektet ADAPT-FT i Halden og Oslo fikk midler til å lønne to doktorgradsstipendiater, to gjesteforskere i seks måneder og en femtedels forsker i tre år. Selv om dette er begrensede midler, gjorde DITS-bevilgningen det mulig å samle flere dyktige folk i et prosjekt som har nådd viktige resultater. Her fra en samling i regi av prosjektet. (Foto: Magne Haveraaen)

the-art"), og utviklet en plattform som forener grafisk modellering (Unified Modeling Language - UML), presis spesifikasjon (Oslo University Notation - OUN) og underliggende semantikk (Program Verification System - PVS). Plattformen er testet ved case-studier innenfor HAMM-LAB2000, og på bakgrunn av disse case-studiene er det utviklet en egnet metodologi.

Som et ledd i prosjektet ble språket OUN utviklet. Dette er et språk for presis beskrivelse av høynivådesign, med tilhørende semantikk og teori, som spesielt støtter åpne, distribuerte systemer. OUN bygger på det som kan kalles "Oslo-skolen", og er basert på spesifikasjon av observerbar oppførsel, samt oppdeling i ulike roller.

Les mer:

www.ifi.uio.no/~adapt

Kontaktperson:

Olaf Owe, olaf@ifi.uio.no

Programsekretariat:

SINTEF Tele og data

N-7465 Trondheim

Telefon: 73 59 30 00 - Telefaks: 73 59 43 02

<http://www.sintef.no>



Norges
forskningsråd

Norges forskningsråd

Norges forskningsråd

Postboks 2700 St. Hanshaugen, 0131 OSLO

Telefon: 22 03 70 00 - Telefaks: 22 03 70 01

www.forskningsradet.no

ISBN 82-12-01664-1

