



UPPSALA  
UNIVERSITET



## Forskning vid **Institutionen för informationsteknologi**

Att tillverka stål är en konst  
Telemedicin ger tillgång till läkarexpertis oavsett var man bor  
Utvecklingen måste ske på användarnas villkor  
Lär dig mer om du surfar på Internet?  
Vinst eller förlust på aktiemarknaden?  
Var i Släpp loss kraften i vardagsrytterna  
Hitta fel i helt rätt för en del datorer  
Genom förmedlare kan användare komma åt data från många olika databaser  
Teknikutveckling i människans tjänst  
Dataprogram hjälper till vid komplex buggning  
Smått fel är helt rätt för en del datorer  
Var i arvsmassan finns gener som arbetar ihop?  
Genom förmedlare kan användare komma åt data från många olika databaser

**Produktion:** Ord&Form AB, Uppsala

**Foto:** Martin Ceije, Roland Grönroos (s 16) och EyeQnet (s 25)

**Tryck:** Sandvikens Tryckeri AB, Sandviken

# Förord

Möjligheterna för vad som kan göras inom informationsteknologin är både fascinerande och fantasieggande. I den här broschyren berättar vi om några av de spännande forskningsprojekt som pågår inom Institutionen för informationsteknologi. Du kan till exempel läsa om att bilen snart kan börja prata med mobiltelefonen eller om programmen som konstrueras som felfinnare, eller om att datorerna snart kan räkna ut vilka gener som framkallar cancer. Och detta är bara en liten del, ett axplock av den omfattande forskning som ryms inom vår institution.

Institutionen för informationsteknologi är unik i Sverige. Grundutbildningen har en sällsynt bredd och forskningen som bedrivs här är i många fall världsledande. Institutionen är en stark och engagerad samarbetspartner inom grundforskning med andra lärosäten, i internationella projekt och inte minst för samarbeten inom industrin, näringslivet och den offentliga sektorn.

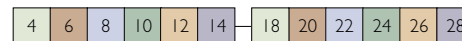
Arbetet på institutionen präglas av en sann upptäckarglädje, kombinerat med ett djupt vetenskapligt kunnande. Det är vår förhoppning att något av den känslan kommer till uttryck i de artiklar vi publicerar här. Vi hoppas också att artiklarna ger dig som läsare en första inblick i vad informationsteknologi handlar om, och att det föder en del nya tankar och idéer kring hur vår gemensamma framtid kan se ut. En framtid full av möjligheter.



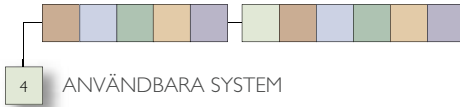
Håkan Lanshammar, prefekt

## Innehåll

|         |                               |
|---------|-------------------------------|
| sid. 3  | FÖRORD                        |
| sid. 4  | ANVÄNDBARA SYSTEM             |
| sid. 6  | LÄRANDE                       |
| sid. 8  | SJÄLVFIGURERANDE NÄTVERK      |
| sid. 10 | AUTOMATISK PROGRAMVERIFIERING |
| sid. 12 | DATORKLUSTER                  |
| sid. 14 | DATABASTEKNIK                 |



|         |                               |
|---------|-------------------------------|
| sid. 16 | INSTITUTIONSFAKTA             |
| sid. 18 | BERÄKNINGSVETENSKAP & GENETIK |
| sid. 20 | RÖRELSEANALYS                 |
| sid. 22 | TELEMEDICIN                   |
| sid. 24 | OPTIONER                      |
| sid. 26 | ALGORITMDESIGN                |
| sid. 28 | AUTOMATISK STÅLPRODUKTION     |
| sid. 30 | FORSKNINGSÖVERSIKT            |



# Utveckling måste ske på användarnas villkor

Användarcentrerad systemdesign handlar om att förstå hur människor använder teknik

**Alla har vi upplevt problem med att hantera videoapparater eller mobiltelefoner, för att inte tala om krångliga Internettjänster. Enda sättet att förbättra dessa är att arbeta tillsammans med användarna för att förstå hur de använder teknik. Det är detta som användarcentrerad systemdesign handlar om.**

Samarbete mellan systemutvecklare och användare är inte enkelt. Utvecklarna anser ofta att användarna inte begriper vad som är bäst för dem, att de inte kan bestämma sig och att de ofta är tekniskt fientliga. Användarna å sin sida tycker att teknikerna mest verkar vara intresserade av att leka med den nya tekniken, inte att göra ett användbart stöd för dem.

*Användarcentrerad systemdesign* är en process som fokuserar på att göra system mer användbara i nära samverkan mellan utvecklare och användare genom hela utvecklingsarbetet. Fördelarna är inte bara att

få högre kvalitet i de produkter som konstrueras, utan också att minska de arbetsmiljöproblem som uppstår på grund av otillräcklig teknik.

För att kunna utveckla metoder och tekniker för användarcentrerat arbete som fungerar i praktiken är det viktigt att forskningen sker i samarbete med näringslivet och andra organisationer. Forskarna vid IT-institutionen samverkar med IT-konsulter, myndigheter, fackförbund och industri med deras egna vardagliga problem med att införa användbarhetsarbete i deras utveckling.

Det senaste projektet innebär att samverka med länder från tredje världen som vill utveckla metoder för att arbeta användarcentrerat. Om till exempel Indien ska kunna utveckla program som är användbara för västvärlden måste de samarbeta med användarna som befinner sig tusentals mil bort, med en annan kultur, tidszon och språk. ■

Jan Gulliksen



”Användarcentrerad systemdesign är en process som fokuserar på att göra system mer användarbara i nära samverkan mellan utvecklare och användare.”



# Lär du dig mer om du läser en bok, än om du surfar på Internet?

Konsten att lära sig datavetenskap

**Hur lär sig studenter datavetenskap på universitetsnivå? Det undersöker didaktikgruppen vid IT-institutionen i ett pågående forskningsprojekt. Målet är att förstå hur lärandet går till, för att på så sätt ge lärare uppslag till hur datakurser kan läggas upp för att ge goda studieresultat.**

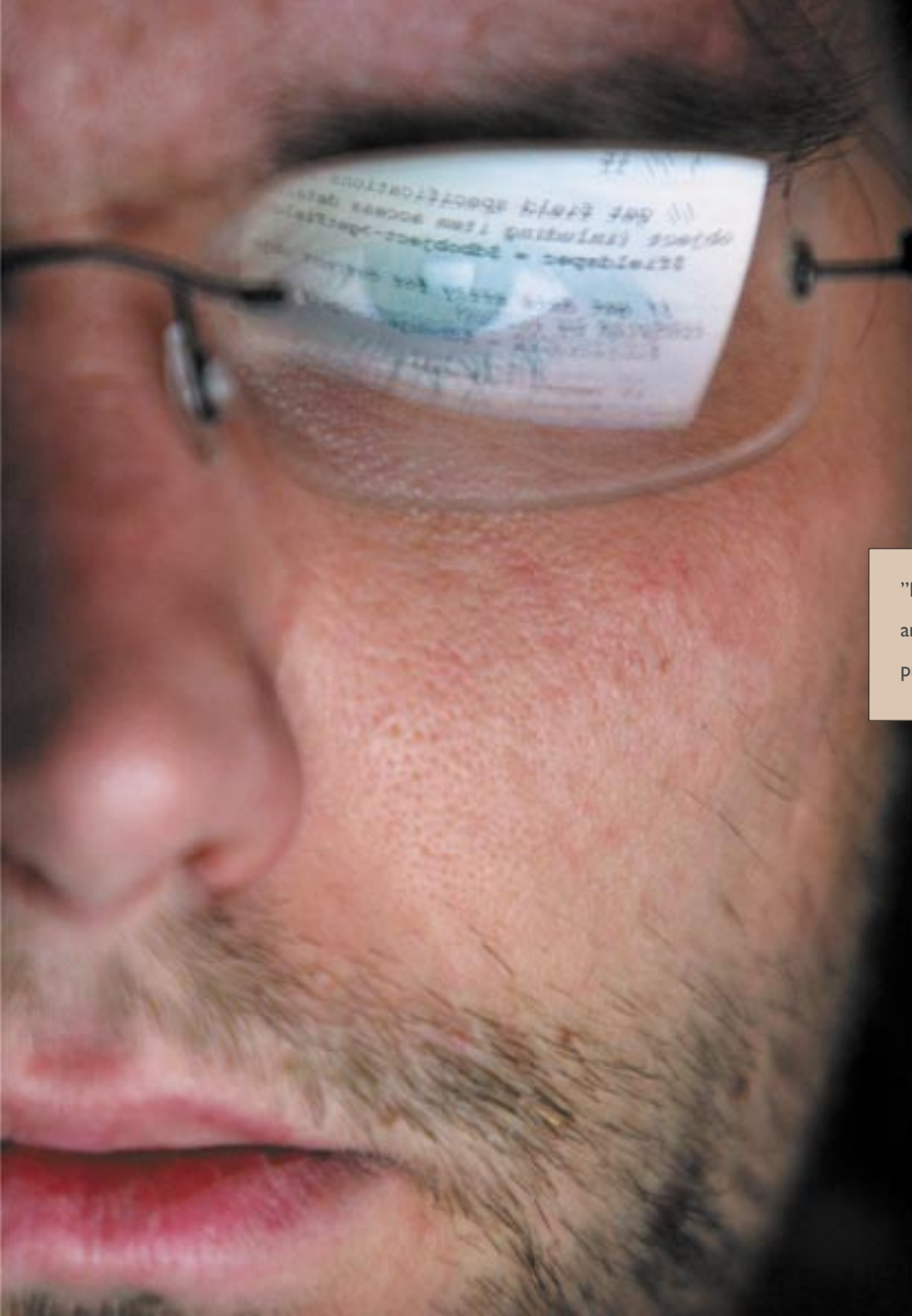
I projektet undersöks vilka typer av hjälpmedel studenterna använder för inläring. Dessutom tar forskarna reda på hur studenterna uppfattar ämnesstoffet. Finns något samband mellan val av hjälpmedel, hur man använder hjälpmedel och vad man lär sig? Hjälpmedel kan i detta sammanhang vara exempelvis läroböcker, föreläsningar, samarbete med andra studenter, www-dokument, olika former av datorstöd, övningsuppgifter och laborationer. Olika studenter använder olika kombinationer av hjälpmedel. Dessutom används hjälpmedlen på olika sätt. Kan man urskilja olika kategorier av studenter, när det gäller vilka hjälpmedel som väljs och hur de används? Finns i så fall något samband mellan dessa olika kategorier och hur väl inläringen lyckas?

Projektet behandlar inledande kurser i objektorienterad programmering respektive numerisk analys. Dessutom tittar man på mera avancerade kurser där studenter lär sig om datakommunikation genom internationellt studentsamarbete i praktiska projekt. Underlaget för slutsatserna är framför allt intervjuer med studenter.

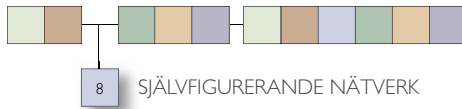
Resultaten kan leda till rekommendationer för lärare och andra utbildningsorganisatörer om hur kurser inom ämnet datavetenskap ska läggas upp för att ge goda resultat. Vilka hjälpmedel bör tillhandahållas, hur ska stoffet presenteras? På så sätt kan projektet bidra till bättre inlärningsresultat i olika typer av datavetenskaplig utbildning, inte bara på universitetsnivå, utan även inom gymnasie- och vidareutbildning.

Den typ av kunskap som projektet väntas leda fram till är också värdefull bland annat som underlag för lärarhögskolornas undervisning av blivande datalärare. ■

Michael Thuné



"Finns något samband mellan val av hjälpmedel, hur man använder hjälpmedel och vad man lär sig? Målet för projektet är att förstå hur lärandet går till."



# Släpp loss kraften i vardagsprylarna

Forskningen hjälper tekniken kommunicera fritt

**Mobiltelefonen, digitalkameran och bilen är exempel på vardagsprylar som har en inbyggd dator. Ofta är dessa saker omedvetna om varandras närvaro och därför också begränsade i den service de erbjuder oss. Nu ska forskningen hjälpa de olika prylarna att kommunicera med varandra.**

Idag finns många tekniska lösningar för mobilitet. Mobiltelefoner, digitala pennor och handdatorer är några exempel. När vi rör oss kommer dessa prylar med sina inbyggda datorer att befinna sig nära andra prylar. I teorin skulle de kunna känna av varandra och bilda nätverk.

Det mest kända exemplet på sammankoppling av datorer är Internet. Internet är designat för att knyta ihop datorer som ser ganska likadana ut och kan göra ungefär samma saker. Men då mängden datorer i mobila vardagsprylar ökar explosionsartat uppstår också frågan om vad som skulle hända om även de kunde prata med varandra?

Den frågan arbetar forskarna i datorkommunikation med. De studerar förutsättningarna för att koppla ihop datorer till olika nät av samarbetande enheter med ett syfte: att underlätta kommunikation.

I princip går det att jämföra de datorer som idag omger oss med

människor i en organisation. Alla har en speciell arbetsuppgift som rätt utförd bidrar till det gemensamma resultatet. Men om vi också delar med oss av våra erfarenheter, kunskaper och resurser så kan vi verkligen dra nytta av att vi arbetar i samma organisation och mot samma mål.

Kan vi få vardagsprylarna med inbyggda datorer att utbyta information om kapacitet och funktionalitet, så skulle de kunna använda varandras tjänster för att ge användaren en helt annan service än den vi får idag. På fackspråk pratar man om självkonfigurerande nätverk och menar då att datorerna själva ska svara för att utbyta den information som behövs för att de ska kunna samarbeta.

På vägen mot en miljö där tekniska hjälpmedel samarbetar beroende på om de är nära varandra eller inte, finns en del svåra utmaningar för forskarna. Ett projekt syftar till att de datorer som ska knytas samman också måste våga lita på varandra. Tänk dig att du tar bilder med digitalkameran som ska skickas via din mobiltelefon till en vän. Då behöver mobiltelefonen förstå att den ska tillåta kameran att utnyttja den för att sända bilden. Utmaningen här ligger i att skapa ett första förtroende mellan maskinerna som de sedan kan bygga vidare på. ■

Mattias Wiggberg



”Ett projekt syftar till att de inbyggda datorerna som ska knytas samman, också måste våga lita på varandra.”



# Hitta fel är helt rätt för en del datorer

Forskargrupp utvecklar programvara som automatiskt upptäcker fel

**Den 4 juni 1996 sprängde den europeiska bärraketen Ariane 5 sig själv i luften mindre än en minut efter uppskjutningen. Olyckan orsakades inte av något mekaniskt fel utan av ett designfel i programvaran. Vid IT-institutionen finns en forskargrupp som utvecklar programvara som automatiskt upptäcker fel av detta slag.**

Idag är det möjligt att fullständigt designa och verifiera komplexa datorchips innan den första prototypen är byggd. Först designar ingenjörer chips med hjälp av specialiserad programvara, sedan kan en dator simulera dessa chips och automatiskt finna svaga punkter med hjälp av matematiska metoder.

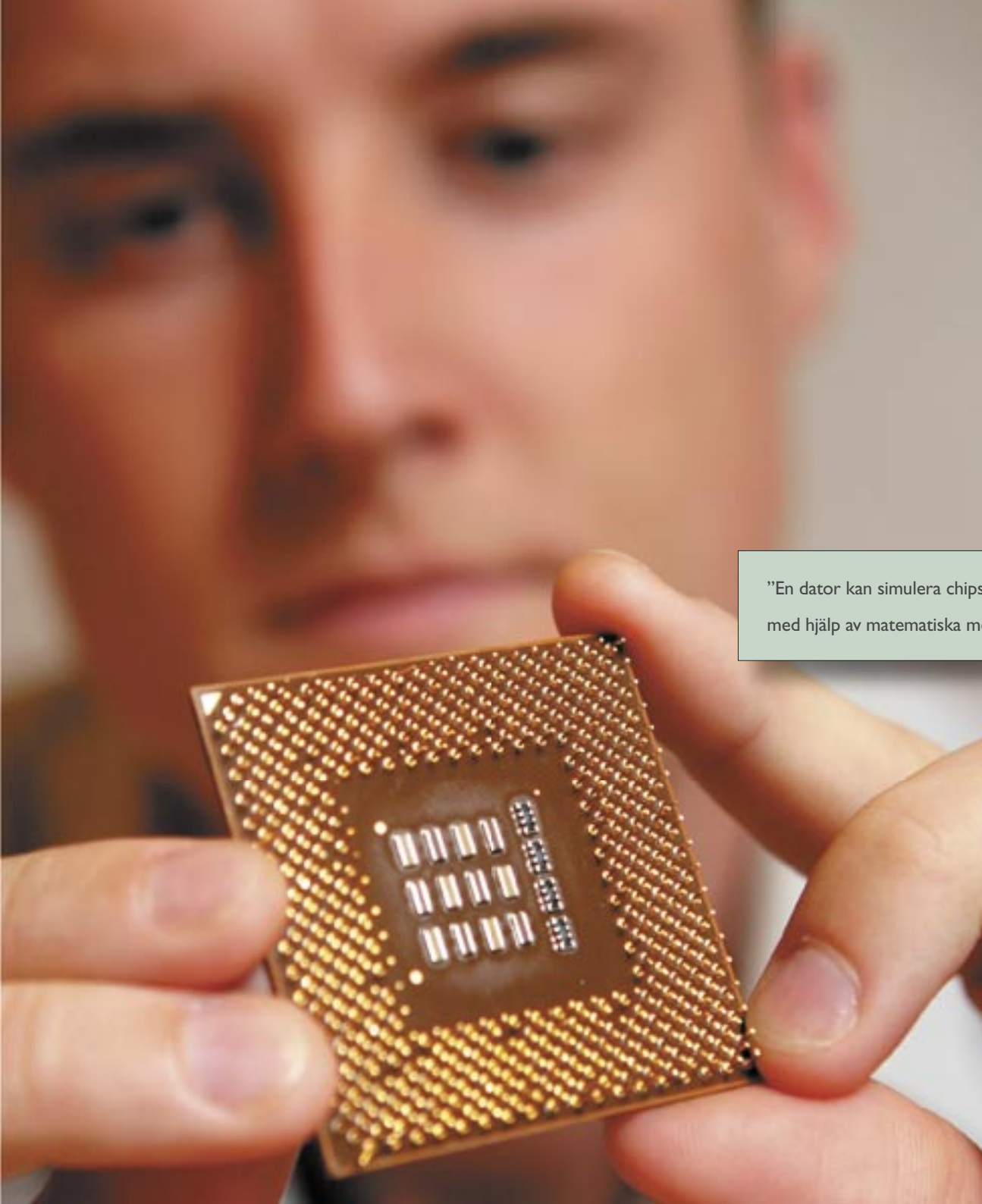
Utvecklingen har gått snabbt. De första Pentiumprocessorerna kunde göra misstag när de dividerade två tal. Idag använder de flesta gjutare av datorchips programvara för att upptäcka och rätta till dessa

designfel redan innan de når marknaden. Eftersom chips blir mer och mer komplexa tvingas forskarna ständigt förbättra sina metoder för att göra snabbare verifieringsprogram.

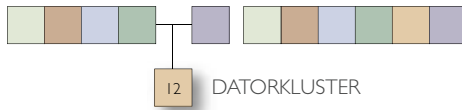
Ytterligare ett område där automatisk verifiering är användbar är kommunikationsprotokoll. De används till exempel inom mobiltelefoni för att ge människor möjligheter att kommunicera med varandra. Den första generationens telefoner var begränsade till röstöverföring, men moderna apparater kan även överföra bilder och videofilmer. Nya protokoll måste därför konstrueras. Varje protokoll måste kunna garantera att data tas emot av rätt destination inom rimlig tid.

Det finns många fler exempel på tillämpningar. Det faktum att datorer finner vägen in i allt fler system utökar ständigt fältet av tillämpningar. Behovet av att utveckla nya algoritmer växer stadigt. ■

Johann Deneux & Pritha Mahata



”En dator kan simulera chips och automatiskt finna svaga punkter med hjälp av matematiska metoder.”



# Smart att få datorer att arbeta tillsammans

Samarbetsprojektet DSZOOM utvecklar effektiv klusterteknik

**Den som någon gång använt en sökmotor på Internet har med ganska stor sannolikhet använt tjänster från ett datorkluster. Sådana kluster har som första fördel att de är billiga att konstruera. Vissa typer av program kan inte köras effektivt på dagens kluster. Ny forskning håller nu på att ta fram kluster som klarar just detta.**

Ett datorkluster är två eller flera datorer sammankopplade i ett nätverk som med hjälp av klusterprogramvara arbetar tillsammans som en enhet. Ett bra exempel på ett datorkluster är världens största sökmotor, Google, som består av över 10 000 PC-datorer. Datorkluster är ingen ny företeelse, de har funnits sedan mitten av 70-talet då de mest användes för att få tillförlitliga datorsystem.

Dagens största servrar har runt 100 processorer i ett skåp och kan kosta tiotals miljoner kronor. Det finns flera fysiska begränsningar för att bygga större servrar, exempelvis: utrymme och värmeutveckling.

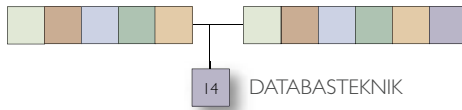
Vissa typer av program har dock krävt stora och dyra servrar, det vill säga har inte gått att köra på billiga kluster. En grupp med forskare vid institutionen för informationsteknologi arbetar nu med en ny klusterprogramvara. Arbetet görs inom ett projekt kallat *DSZOOM*, som är ett samarbete mellan Uppsala universitet, datorföretaget *Sun Microsystems* och ett institut som stödjer samarbete mellan den akademiska världen och industrin kallat *PSCI (Parallel Scientific Computing Institute)*.

Syftet med forskningen är att kunna köra samma program i ett *DSZOOM*-kluster som i en större och mycket dyrare server. Möjligheten finns då att köpa flera mindre datorsystem och koppla dem samman i ett kluster. Den totala kostnaden för det systemet skulle på så sätt bli mycket lägre. ■

Zoran Radovic och Håkan Zeffer



”Vissa typer av program kan inte köras effektivt på dagens kluster. Syftet med forskningen är att kunna köra samma program i ett DSZOOM-kluster som i en större och mycket dyrare server.”



# Genom förmedlare kan användare komma åt data från många olika databaser

Mediatorer gör det enklare och snabbare att söka komplex information

**Via olika databaser tillgängliga på Internet kan man få svar på frågor om allt från medicin till rymdteknik. Ibland vill man söka efter och kombinera data från flera olika databaser. För att göra det lättare och snabbare att göra sådana sökningar över olika sorters data har forskarna vid Uppsala DataBase Laboratory utvecklat ny teknik, s.k. mediatorer, som förmedlar information från flera olika datakällor för att kombinera i ett färdigt svar.**

Mediatorer är ett slags programvara för att hämta information från olika externa datakällor. Genom mediatorsen ser användaren data genom en speciell vy. Denna kan liknas vid en virtuell databas vars struktur och innehåll hämtats och konverterats från de olika datakällorna utspridda över Internet. Användaren kan enkelt ställa frågor inom det område han eller hon arbetar inom, till exempel astronomi eller medicin. På så sätt kan användaren och databasen kommunicera på samma "språk".

Eftersom datakällorna är olika sinsemellan måste ett mediatorsys-

tem innehålla kunskap om hur olika vyer kan beräknas från källornas innehåll och om likheter och motsägelser mellan liknande data i olika källor. Vidare måste mediatorsena ta hänsyn till att databaserna kan vara utspridda över hela Internet. Tack vare speciell teknik kan flera mediatorer spridda över Internet samverka och utnyttja varandras kunskap. Detta gör det möjligt att bygga effektiva mjukvarusystem för integrering av stora och komplexa distribuerade datamängder.

Forskarna utvecklar mediatorteknik för rymdfysik, medicin, ingenjörsvetenskap och för utbildning. För rymdtillämpningar, till exempel, utvecklas en databashanterare för frågor om data producerade av ett distribuerat digitalt radioteleskop som utvecklas i Europa. Inom medicin handlar de om databasfrågor som hittar delar av hjärnbilder. Modern produktdesign kräver tillgång till och samverkan mellan många olika sorters distribuerade data. För utbildningsändamål behöver man komma åt och kombinera många olika sorters data beskrivna genom en Internet meta-data standard som kallas semantic web. ■

Tore Risch



”Eftersom flera mediatorer på Internet kan samverka och utnyttja varandras kunskap, blir det möjligt att bygga effektiva mjukvarusystem för integrering av stora och komplexa datamängder.”



# Institutionen för informationsteknologi vid Uppsala universitet

Utbildning och forskning av hög internationell kvalitet

**Institutionen för informationsteknologi har en unik bredd. Inom en väl sammanhållen organisation spänner verksamheten över hela fältet för informationsteknologi. Från datainsamling och datahantering av via signalbehandling, beräkningsteknik och reglerteknik, till kommunikation av resultaten med hjälp av databashantering och människa-datorinteraktion. Som en gemensam grund ligger forskning inom bland annat teoretisk datavetenskap, realtidssystem och datorarkitektur.**

## **Hög internationell klass**

Institutionen bedriver utbildning och forskning av hög internationell klass. Ungefär 4 000 studenter läser årligen här och ett 30-tal forskargrupper är kopplade hit. Den starka fokuseringen på forskning präglar

och ger en god bas för institutionens grundutbildning. Institutionen bygger på verksamhet inom IT som pågått sedan mitten av 60-talet.

## **Forskning**

Forskningen tillhör i många fall den internationella frontlinjen både inom grund- och tillämpad forskning. Institutionen medverkar i ett stort antal samarbeten över olika discipliner inom näringsliv och offentlig sektor, liksom inom den akademiska världen. Totalt arbetar hundra doktorander och tjugofem professorer med olika forskningsprojekt. Många av professorerna har industriell bakgrund och koppling till industrin. 70% av den totala forskningsbudgeten består av externa medel.

Till institutionen är ett antal forskningscentra knutna, ASTEC

### Kortfakta

- 4 000 studenter årligen (1 000 helårsstudenter)
- 240 personer har institutionen som arbetsplats
- 80 lärare varav 25 professorer som delar tiden mellan forskning och utbildning
- 100 heltidsanställda doktorander
- 14 utbildningsprogram, totalt 150 kurstillfällen per läsår
- 43 doktors- och 53 licentiatexamen i forskarutbildningen 1999–2003
- 260 datorarbetsplatser för studenter
- 3 forskningscentra och 2 kompetenscentra knutna till institutionen
- 1 ledamot i Kungliga vetenskapsakademien (KVA)
- 3 ledamöter i Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA)

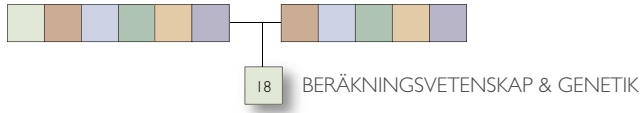
(Advanced Software Technology), ARTES (A network for Real-Time research and Education in Sweden) och PSCI (Parallel and Scientific Computing Institute) och kompetenscentrerna, Forskarskolan Matematik & beräkningsvetenskap och UPPMAX (Uppsala Multidisciplinary Center for Advanced Computational Science). Centrum för bildanalys är ett samarbete mellan Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) och Uppsala universitet med forskning inom datoriserad bildanalys.

### Utbildningar

Vid Institutionen för Informationsteknologi erbjuds ett stort utbud av utbildningar. *Informationsteknologi (ITP)* är ett civilingenjörsprogram om fyra och ett halvt år. Programmet ger den grund som krävs för att kunna vara med och utveckla nya system, tekniker och tillämpningar

inom IT. *Datavetenskap (DVP)*, på fyra år har hög grad av valfrihet i olika inriktningar och kurser. Utbildningen leder till filosofie magisterexamen i datavetenskap (Master of Science in Computer Science). *System i Teknik och Samhälle (STS)* är en civilingenjörsutbildning med fokus på hur tekniken fungerar i samhället och består av fördjupade studier i humaniora och samhällsvetenskap.

Andra utbildningar med olika grad av valfrihet och profilering är *Naturvetarprogrammet med inriktning mot matematik/data (NV)* och *Teknisk fysik (F)*. Institutionen erbjuder även enstaka kurser under terminstid, på distans, eller på sommaren och nätbaserade kurser. Utbudet innehåller såväl orienteringskurser på nybörjarnivå som specialistkurser. ■



# Var i arvsmassan finns gener som arbetar ihop?

Tvårvetenskapligt samarbete analyserar genetiska data

**Cancer är ett exempel på en delvis ärftlig sjukdom som beror av flera olika gener. Risken att drabbas av cancer är en så kallad polygen egenskap. Vid IT-institutionen arbetar en forskargrupp med att utveckla beräkningsmetoder som gör det möjligt att hitta var i arvsmassan generna som påverkar polygena egenskaper hos djur finns.**

Hur vi ser ut, hur snabbt vi växer och hur lätt vi har att bli sjuka beror till stor del av våra gener. De egenskaper som styrs av flera gener som samarbetar kallas för polygena egenskaper. Risken för en enskild person att få till exempel cancer är en polygen egenskap. Ett annat exempel på en polygen egenskap är kvaliteten på kött hos till exempel gris.

Med hjälp av nya beräkningsmetoder för att analysera genetiska data kan man hitta var i arvsmassan det finns gener och/eller genreglerande element som påverkar polygena egenskaper i djur. Man vill alltså kunna räkna ut var i arvsmassan de gener som ger ärftliga sjukdomar eller som påverkar köttkvaliteten finns.

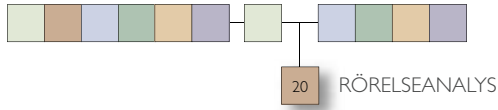
Projektet är ett tvårvetenskapligt samarbete mellan genetik, statistik och beräkningsvetenskap. Genetiska data från många djur används för att ställa upp ett statistiskt problem. Den beräkningsvetenskapliga uppgiften är att med hjälp av datorer räkna ut lösningen på detta problem, det vill säga få reda på var i arvsmassan de intressanta generna finns.

Det som är gemensamt för köttkvalitet och cancer, och som gör beräkningarna svåra, är att de bakomliggande generna kan samverka som ett lag. Det gör att man behöver leta efter flera gener samtidigt, vilket leder till jättelika mångdimensionella optimeringsproblem. Man kan jämföra med uttagningen av ett fotbollslag. Det räcker inte att studera hur enskilda spelare klarar av att till exempel skjuta straffar, det viktigaste för lagets framgång är hur spelarna fungerar tillsammans. Problemet blir ännu svårare av att miljöfaktorer också påverkar egenskaperna, och att man inte vet hur många gener som är inblandade. ■

Kajsa Ljungberg



”Hur vi ser ut, hur snabbt vi växer och hur lätt vi har att bli sjuka beror till stor del av våra gener. Beräkningsvetenskap används för att hitta gener som arbetar ihop”



# Teknikutveckling i människans tjänst

Systemtekniker hjälper patienter med neurologiska skador

**Människan kan med ett snabbt ögonkast känna igen en annan människa på gången. Att vetenskapligt beskriva samma människas rörelser är ett gigantiskt problem. Forskarna på IT-institutionen arbetar med att analysera rörelsemönster med syfte att hjälpa personer med till exempel neurologiska skador eller ledproteser.**

Forskning i gånganalys har funnits i över hundra år och grundproblemet har varit detsamma, nämligen att försöka beskriva mekaniken i människans mycket komplicerade system av kroppssegment. Att formulera de mekaniska ekvationerna är i sig ett svårt problem. Att sedan lösa dem kräver avancerade metoder i numerisk analys och snabba datorer för beräkningarna.

Forskning inom området kan sägas vara en teknikutveckling i män-

niskans tjänst. Det handlar om att analysera rörelsemönster hos barn med neurologiska skador och människor som fått sina rörelsemönster förändrade genom stroke, Parkinsons sjukdom, inopererade ledproteser i höft eller knä, eller amputation.

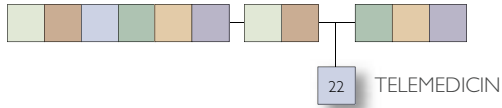
De flesta behandlingar inom ortopedi och sjukgymnastik ska ju förbättra patientens funktion och därför är det viktigt att med gånganalys kunna fastställa patientens rörelseförmåga före, under och efter en behandling. Forskare vid institutionen samarbetar med motoriklabbet på Akademiska sjukhuset och med ortopedier om hur amputationer ska göras för bästa möjliga rehabilitering.

CP-skador på barn är det område där man kommit längst och i USA finns redan en klinisk praxis att genomföra gånganalys före operationer. ■

Håkan Lemshammar



”Det handlar om att analysera rörelsemönster hos människor som fått sina rörelsemönster förändrade genom stroke, Parkinsons sjukdom, inopererade ledproteser i höft eller knä, eller amputation.”



# Telemedicin ger tillgång till läkarexpertis oavsett var man bor

Avgörande är hur användbar tekniken kan göras

**Inom telemedicin används bilder för konsultation på distans. Att ställa diagnos baserat på tolkning av bilder är krävande. Det är därför viktigt att utforma tekniken så att den inte lägger hinder mellan människor och datorer.**

Många sjukhus kan idag producera digitala medicinska bilder. Ett exempel är datortomografi, som gör det möjligt att skapa bilder där hjärnans struktur och håligheter syns. Ett annat är magnetresonans, som med stor skärpa och detaljrikedom kan ge bilder av organ och skelett.

Bilderna innehåller information som är nödvändig för en korrekt diagnos, men de är inte enkla att tolka. Ofta skickas bilderna för konsultation till en erfaren specialist.

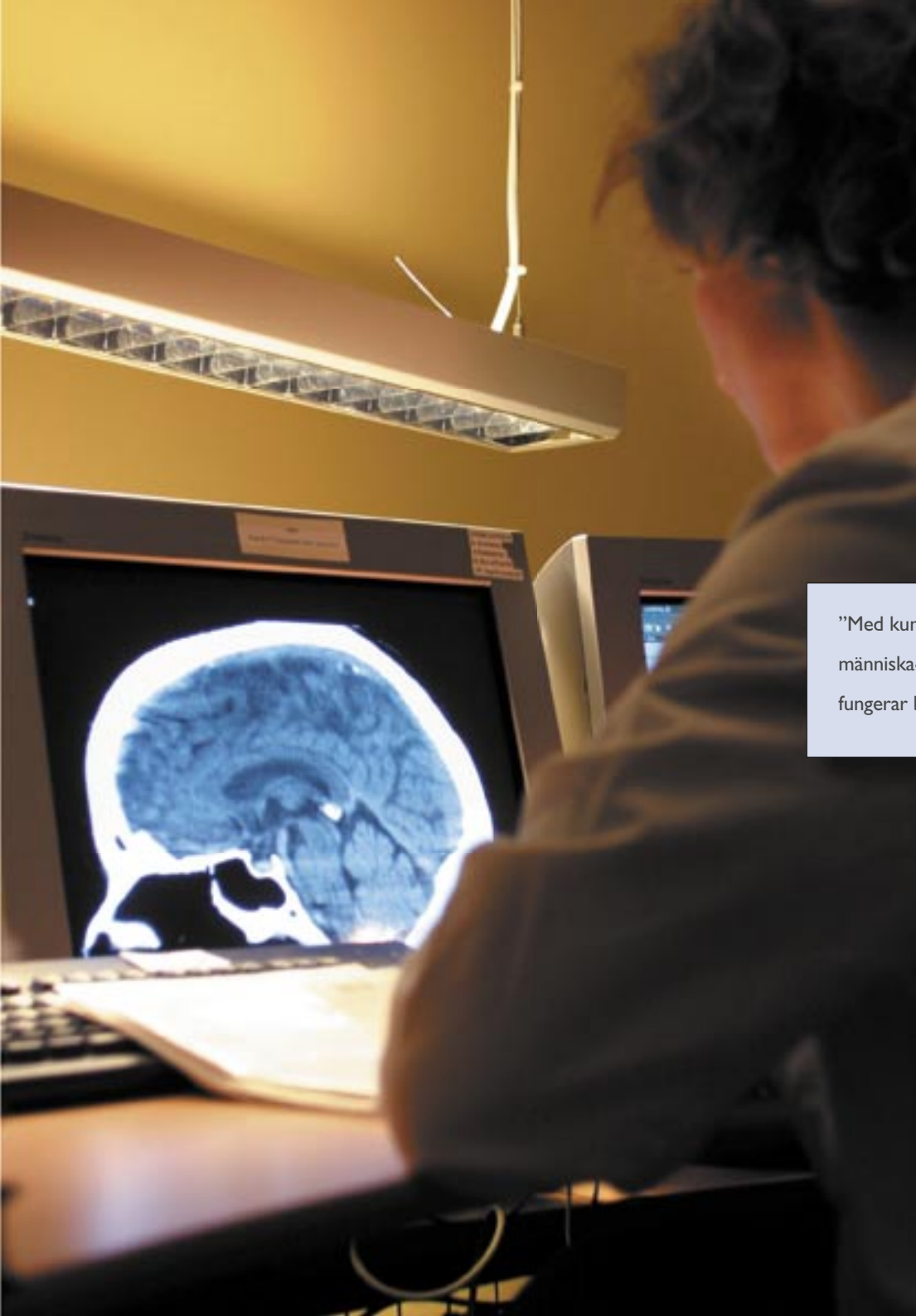
Förhoppningen är att telemedicin, till exempel att skicka bilderna via Internet, ska effektivisera verksamheten. Andra viktiga aspekter är ökad rättvisa genom att expertkunskap kan bli tillgänglig överallt, oavsett var man är bosatt eller befinner sig.

Nackdelarna hittills har varit att få datorstöd är användbara inom sjukvården. Systemen har visat sig svåra att använda eller helt enkelt inte passa för den komplexa arbetsmiljön som vårdpersonalen befinner sig i.

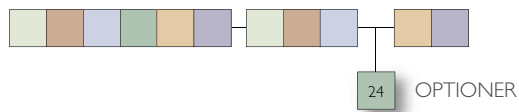
Därför blir utformning av datorsystemen avgörande för resultatet. Med kunskap om design och människor, så kan specialister inom människa-datorinteraktion utforma och konstruera system som fungerar bättre i sjukvården.

CHILI är ett exempel på hur människa-datorinteraktion hjälpt till att konstruera ett system som är enkelt att använda. Systemet har utformats med tanke på användbarhet och personalens effektivitet. Den gör de vanligaste behoven till enkla handgrepp – att skicka en bild för konsultation tar inte mer än tre klick. Mer än 7 miljoner bilder har skickats fram och tillbaka med systemet. ■

Erik Burälv



”Med kunskap om människor och design, kan specialister inom människa-datorinteraktion utforma och konstruera system som fungerar bättre i sjukvården.”



# Vinst eller förlust på aktiemarknaden?

Ekvationer i datorn ger rätt pris på optionen

**Den som handlar med optioner spekulerar oftast i upp- eller nedgång på aktiemarknaden. Med datorns hjälp kan man med avancerade ekvationer räkna fram det rätta priset på en option.**

En så kallad europeisk köpoption ger ägaren rätten att köpa en viss aktie till ett specifikt pris vid ett förbestämt tillfälle i framtiden. För den som handlar med optioner är det väldigt viktigt att snabbt och enkelt kunna beräkna vad värdet på en option bör vara.

För de enklaste optionerna finns det formler som löser detta problem. Men för de mer komplicerade optionerna finns det oftast inga färdiga formler. I dessa fall får man ta datorn till hjälp. Ett sätt att med datorns hjälp prissätta en europeisk köpoption är att lösa den partiella differentialekvation (PDE) som 1976 presenterades av de amerikanska forskarna Black, Scholes och Merton. Genom att hitta en ungefärlig lösning till denna PDE får man fram ett rimligt pris på optionen. Scholes och Merton fick 1973 "Riksbankens pris i ekonomi", även kallat "Nobelpriset i ekonomi", för deras banbrytande insatser inom området.

Metoden kan generaliseras till att ge en PDE som beskriver värdet

på en så kallad portföljoption som ger innehavaren rätten att köpa flera olika aktier. Denna ekvation blir flerdimensionell eftersom den beror på alla ingående aktier samtidigt.

Forskarna vid IT-institutionen löser de PDEer som på detta sätt beror av flera aktier samtidigt med så kallade finita differensmetoder.

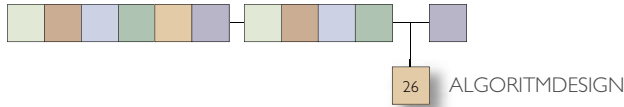
I många fall kräver detta att flera mycket stora ekvationssystem med flera miljoner obekanta variabler måste lösas. Storleken på ekvationssystemen växer dramatiskt med antalet aktier som optionen är utställd på. Lösningen kan ta lång tid att räkna fram, även för dagens snabba datorer – om det ens är möjligt att få in ekvationssystemen i datorns minne.

För att minska storleken på dessa ekvationssystem, och därmed tiden det tar att lösa problemet, har forskarna utvecklat adaptiva metoder. Med dessa metoder hålls de beräkningsfel som görs under kontroll. Det är därmed möjligt att räkna noggrannare på de ställen det behövs och mindre noggrant på andra ställen. På så sätt kan lösningen till PDEn beräknas mycket snabbare och problem som tidigare inte gick att lösa, på grund av datorns minnesbegränsningar, kan nu lösas. ■

Jonas Persson



”För den som handlar med optioner är det väldigt viktigt att snabbt och enkelt kunna beräkna vad värdet på en option bör vara.”



# Dataprogram hjälper till vid komplex budgivning

Algoritmdesign skapar nya förhandlingstekniker

**Inom elektronisk handel är det viktigt att hantera bud i stil med ”om jag vinner kontrakt 2 och 9 lämnar jag fem procent rabatt”. Dessa så kallade kombinatoriska bud ger upphov till optimeringsproblem som är svåra att lösa. Men med hjälp av algoritmtteoretisk forskning och kunskap om verkliga förhandlingssituationer kan man utveckla mekanismer som medger en kontrollerad typ av kombinationsbudgivning.**

Algoritmdesign handlar om att låta datorprogram lösa problem och utföra arbetsuppgifter snabbt och effektivt. I många fall handlar det om stora datamängder och komplexa frågeställningar, där den mänskliga hjärnan inte har en möjlighet att pussla ihop lösningen.

Ett tydligt exempel finns inom avancerad elektronisk handel. I en förhandling där några leverantörer tävlar om att vinna ett antal kontrakt, finns det ofta stora fördelar att vinna genom att tillåta *kombinatoriska bud* i stil med: ”jag vill vara med och tävla på alla tio kontrakt, men jag kan åta mig högst fyra”. Har vi hundra kontrakt och tio leverantörer, blir antalet möjliga kombinationer av leverantör och kontrakt  $10^{20}$ .

Kombinatorisk budgivning tillhör en klass av problem där det är mycket svårt att garantera att man hittar en lösning på kort tid. I det generella fallet kan man inte ens vara säker på att hitta en god unge-

färlig lösning. De flesta forskare tror att man någon gång i framtiden kommer att kunna bevisa att någon generell och snabb algoritm inte existerar.

För ändå kunna hantera situationen med dessa svåra beräkningsproblem, kan man göra ett antal framgångsrika ansatser:

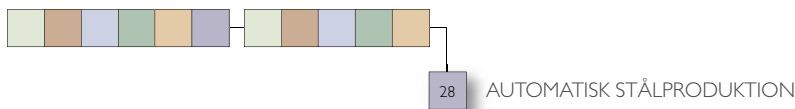
- Genom att kombinera algoritmiska metoder med kunskap om verkliga förhandlingssituationer, kan man ta fram metoder som väl klarar av att hantera många typer av förhandlingar i praktiken.
- Baserat på forskning inom ett antal discipliner, såsom mikroekonomi, spelteori och algoritmdesign, är det möjligt att utveckla specialanpassade marknadsmekanismer som medger en kontrollerad typ av kombinationsbudgivning. Samtidigt kan nödvändiga optimeringar göras på ett effektivt sätt.

Denna forskning som bedrivs vid IT-institutionen är inte bara intellektuellt stimulerande, utan har dessutom resulterat i industriell avknoppningsverksamhet, där metoder och tekniker blivit avancerade IT-produkter. ■

Arne Andersson



”Jag vill vara med och tävla på tio kontrakt, men jag kan åta mig högst fyra. Har vi hundra kontrakt och tio leverantörer, blir antalet möjliga kombinationer av leverantör och kontrakt  $10^{20}$ .”



# Att tillverka stål är en konst

Att göra det automatiskt är informationsteknologi

**Idag tillverkas stål nästan uteslutande med konverterprocessen, en dyr och energikrävande metod. Nu tas nästa generation av styrsystem fram i ett forskningsprojekt där metallurger och reglertekniker samarbetar. Så ska framtidens ståltillverkning bli mindre energikrävande, mer miljövänlig och säker.**

Konverterprocessen har använts i mer än 50 år och är idag den helt dominerande metoden för att tillverka stål. Dess syfte är att reducera mängden kol och kisel och andra föroreningar i råjärnet som kommer från masugnen. Detta görs genom att rent syre blåses mot den smälta metallens yta och oxiderar föroreningarna. Kostnaderna för att driva konverterprocessen är höga, främst eftersom den är långsam och förbrukar stora mängder rent syre.

Styrningen av processen går ut på att få rätt kemisk sammansättning av stål och en given temperatur av smältan. Eftersom varken temperaturen eller halterna av kol och kisel kan mätas tillförlitligt i realtid, styrs processen manuellt. En skicklig och erfaren blåsare vet

hur man använder sig av de mätbara och kännbara storheterna för att uppskatta vad konsekvenserna av styrningsgreppen blir.

Att blåsa syre i överljudshastighet mot flytande stål i 1 700°C är ingen lek och det är mycket som kan gå snett. Därför står ett automatiskt system för styrning av konverterprocessen högt på stålindustrins önskelista.

Vid IT-institutionen samarbetar reglertekniker med metallurger från Kungliga Tekniska Högskolan i ett forskningsprojekt som ska resultera i ett nytt tillförlitligt och effektivt styrsystem. För att utveckla ett sådant system måste först alla kemiska och fysikaliska fenomen som uppstår vid blåsning av konverter beskrivas med ekvationer. Matematiska modellbyggen ger inte bara insikter i hur processen fungerar utan också i hur processen ska förbättras och var begränsningarna för tekniken ligger. Det är där som ett nära samarbete mellan metallurger, reglertekniker, fysiker och matematiker behövs. ■

Alexander Medvedev



”Att blåsa syre i överljudshastighet mot flytande stål i 1 700°C är ingen lek. Därför står ett automatiskt system för styrning av konverterprocessen högt på stålindustrins önskelista.”

# Tolv artiklar säger inte allt

Många forskningsområden har vi inte berättat om

**Syftet med den här broschyren har varit att göra några snabba nedslag i aktuell forskning som bedrivs vid Institutionen för informationsteknologi. Av utrymmesskäl kan vi inte berätta hela historien om de olika projekten. Inte heller kan vi berätta om all den forskning vi bedriver. Det finns nämligen ett stort antal andra områden som ryms inom institutionens forskning. Nedan har vi listat de flesta, men det är ändå inte alla. Vill du veta mer eller hålla dig uppdaterad om vårt arbete är du välkommen att besöka vår hemsida [www.it.uu.se/research](http://www.it.uu.se/research)**

- Algoritmer och datastrukturer
- Algoritmer och mjukvara för högpresterande datorer
- Beräkningsvetenskap
- Bildanalys
- Bioinformatik
- Bioinformatik
- Databaser
- Datakommunikation
- Datasäkerhet
- Datavetenskaplig didaktik
- Datorarkitektur
- Datornätverk
- Datortomografi
- Design och utvärdering av användbarhet
- Distribuerade system

- E-handel
- Estimering
- Feldetektering
- Formella metoder för specifikation och analys av datorprogram
- Komplexitetsteori
- Kompiator teknik
- Lärande system
- Medicinsk teknik
- Mjukvaruteknologi
- Människa-datorinteraktion
- Numerisk analys
- Numerisk elektromagnetism
- Numerisk strömningsmekanik
- Numeriska aspekter av finansiell matematik
- Numeriska metoder för livsvetenskaperna
- Processreglering med tillämpningar inom miljö- och medicin
- Radar och syntetisk apertur radar
- Realtidssystem
- Reglerteknik
- Resursallokering
- Signalmodellering och -behandling
- Spektralanalys
- Styrning av mekaniska system
- Stödsystem i arbetslivet
- Systemidentifiering
- Trådlös kommunikation
- Verifiering





Institutionen för  
informationsteknologi  
Box 337  
751 05 Uppsala  
[www.it.uu.se](http://www.it.uu.se)