

Aktuel

NATURVIDENSKAB

2 | 2 0 0 7 m a j



Fremtidens griberoboter

Kroppens indre antenner

Fluer i flysimulatoren

Influenza

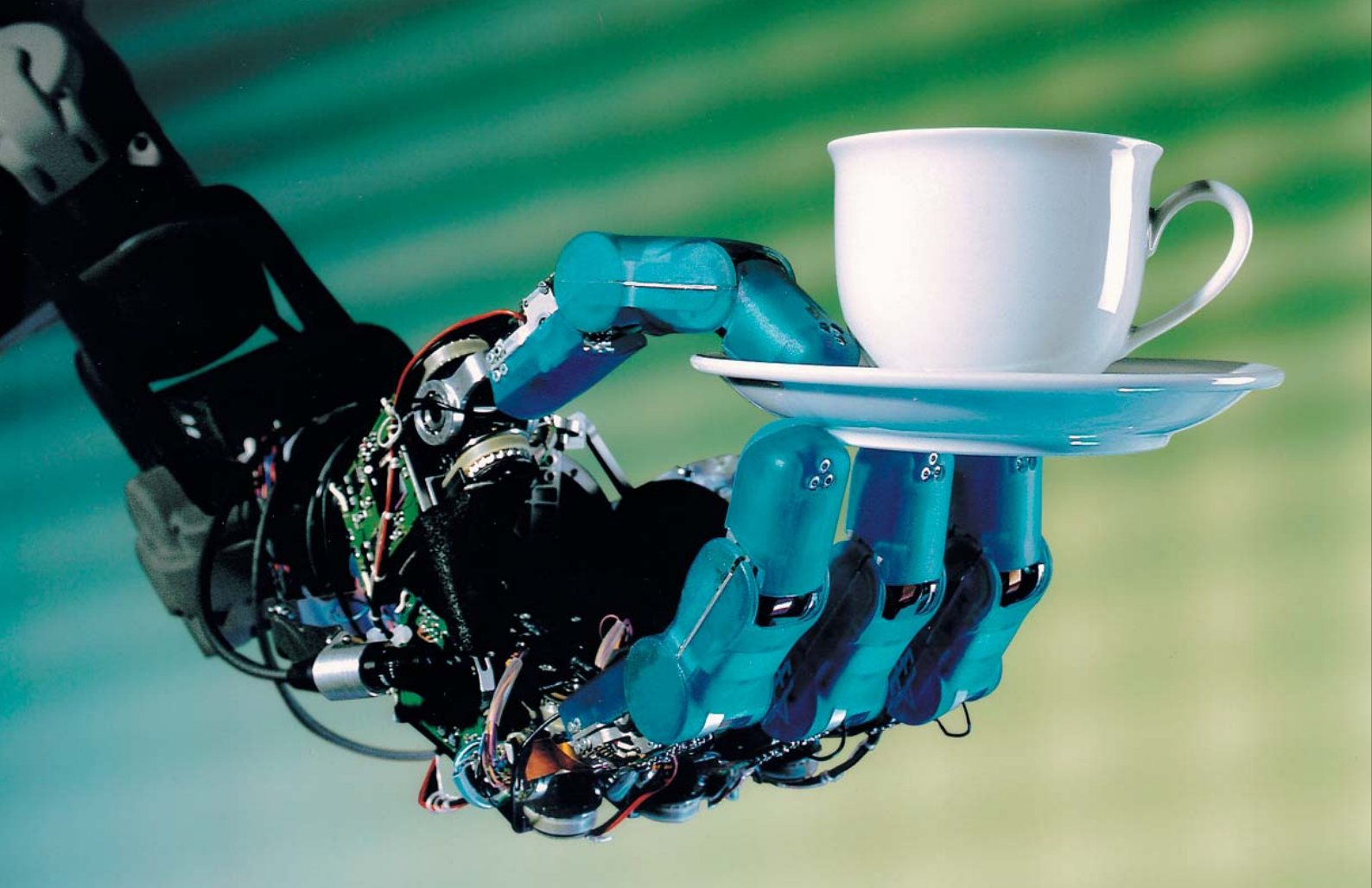


Foto: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

En Handyman til industrien

Et nyt forskningsprojekt skal udvikle software til fremtidens højteknologiske griberoboter. Ambitionen er at frigøre robotterne fra deres snærende begrænsninger, så de bliver langt mere fleksible end i dag.

Af Claus Risager og Carsten R. Kjaer

■ I de industrialiserede lande er mange hænder efterhånden blevet udskiftet med robotter i produktionsvirksomhederne. Også i Danmark er robotterne på hastig fremmarch i virksomhederne, og ligesom udviklingen hele tiden kræver, at medarbej-

dere udvikler deres kompetencer, må også robotterne følge med, hvis produktionen skal forblive konkurrencedygtig. Robotterne skal kunne stadig mere og være mere fleksible.

Strukturen af erhvervslivet i Danmark er præget af mange

mindre og mellemstore virksomheder, og netop i sådanne virksomheder vil behovet for mere fleksible og "intelligente" robotter med stor sandsynlighed stige i fremtiden. Det skyldes, at de danske virksomheder i stadig højere grad må konkur-

rere på fleksibilitet og kvalitet frem for volumen. Og det stiller store krav til de robotter, der skal indgå i produktionen. Dette er baggrunden for forskningsprojektet Handyman, der startede den 1. marts. Teknologisk Instituts Center for Robot-

← Det tyske forskningscenter DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) har udviklet en 7-akset robotarm med en meget menneskeliggende hånd, der har 13 bevægelige led. Hånden indeholder sensorer, der lader den reagere på og give efter for modtryk og dermed udføre meget fine bevægelser. Robothånden er ca. dobbelt så stor som en menneskehånd. Til industrielt brug er den dog for skrøbelig.

til lynhurtigt at tilpasse vores handlinger til nye situationer. I en produktionsproces betyder det f.eks., at en arbejder ved et samlebånd helt ubesværet kan genkende en bestemt genstand blandt forskellige emner, gribe fat om den, vurdere dens tyngde, form og overflade og ud fra erfaringen planlægge andre måder at gribe fat om den samme genstand på, som er mere hensigtsmæssige i forhold til den overordnede opgave. Det er nutidens robotter slet ikke i stand til. En robot skal have programmeret sin "adfærd" ned til mindste detalje, og hvis en robot skal udføre en anden handling, kan det være en omstændelig proces at omprogrammere den – og kræver selvfølgelig også, at robotens anatomi passer til den nye opgave.

Handyman-projektets mål er i al sin enkelhed at frigøre robotterne fra tidligere tiders snærende begrænsninger, og gøre dem mere "menneskelige" – i hvert fald hvad angår håndtering af emner i en produktionslinje. Det er en stor udfordring, hvor viden fra mange forskellige teknologiområder er i spil.

Plukkerobotter

Et af de konkrete mål for Handyman-projektet er at sætte griberobotter i stand til at plukke objekter fra en palle, kasse eller transportbånd, hvor objekterne ikke nødvendigvis ligger i orden, men kan ligge tilfældigt og være af forskellig form, størrelse og "fasthed". Sådanne robotter vil kunne bruges i mange former for industriel produktion eller i fødevarerindustrien. En typisk griberobot i industrien i dag kræver, at den præcist ved, hvilket objekt den skal gribe fat i, og den skal have præsenteret objekterne et ad gangen. Det vil altså sige, at man ikke bare kan stille en kasse hen foran robotten, hvor objekterne ligger hulter til bulter. Heller ikke selv om alle objekterne er ens, da robotten kun vil kunne se en lille del af de fleste objekter. Derfor må man have indholdet af kassen

teknologi har været initiativtager til projektet, der ledes af RoboCluster – et syddansk netværk af virksomheder og forskningsinstitutioner.

Handyman-projektet skal udvikle software til fremtidens højteknologiske griberobotter, der kan medvirke til, at avanceret produktion bevares og udvikles i Danmark.

Det overlegne menneske

At robotter med stor succes kan erstatte mennesker ved et samlebånd har vi set mange eksempler på gennem tiden, hvor stadig færre hænder er nødvendige for at fremstille alt fra biler til biler. En robot kan programmeres til at udføre bestemte opgaver lynhurtigt og med stor præcision – og arbejde i døgn-drift. Men når det kommer til fleksibilitet er selv den mest avancerede robot mennesket håbløst underlegent.

Millioner af års evolution har udstyret os med et mekanisk bevægelsesapparat, sanser og en hjerne, der gør os i stand



Foto: Scape Technologies

Det danske firma Scape Technologies har udviklet en robot, der med en sugeskop kan plukke metalemner direkte fra en kasse, hvor emnerne ligger hulter til bulter.

Handyman-projektet

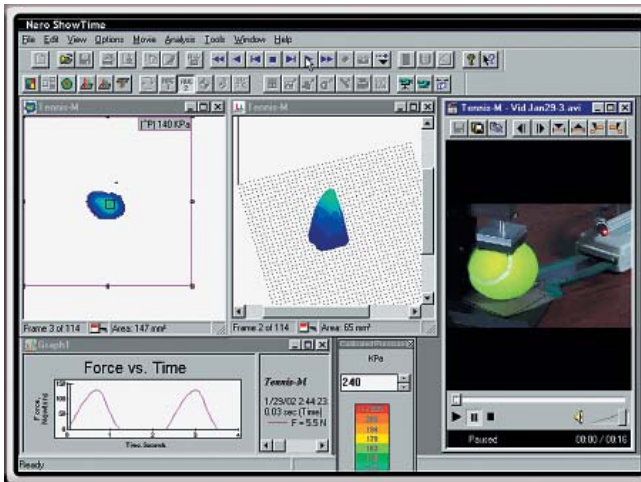
Handymanprojektet er etableret i et samarbejde mellem Teknologisk Institut, Syddansk Universitet og en række virksomheder, der er knyttet sammen i netværket RoboCluster. RoboCluster er et kompetence-netværk i den syddanske region omkring robotter, automation og intelligente mekaniske systemer. Netværket består af leverandører og aftagere i branchen samt forsknings- og uddannelsesinstitutioner med speciale i robot- og automationsteknologi. Højteknologifonden har støttet Handyman med 15 millioner kr. over fire år.

hældt ud af kassen og skilt fra hinanden – f.eks. på et transportbånd.

Mere avancerede robotter er dog udviklet. Den danske virksomhed Scape Technologies har således udviklet en robot, der er udstyret med kamera og software til billedbehandling, der gør den i stand til at plukke metalemner direkte fra en kasse. Robotten kan på nuværende tidspunkt genkende ca. 20 % af de metalemner, der produceres i industrien. Selve gribe-mekanismen er en suges-

kop, hvilket selvfølgelig er en begrænsning, idet den ikke vil kunne tage fat i emner, der ikke har en jævn, glat overflade den kan suge sig fast på. En videreudvikling af denne teknologi kunne dels omfatte et mere fleksibelt griberedskab og mere avanceret objektgenkendelse, hvor man udover kamera forsyner robotterne med lasere, der kan hjælpe robotterne med at "se" objekter ved at scanne overfladen og derudfra danne et tredimensionelt billede af objektets form.

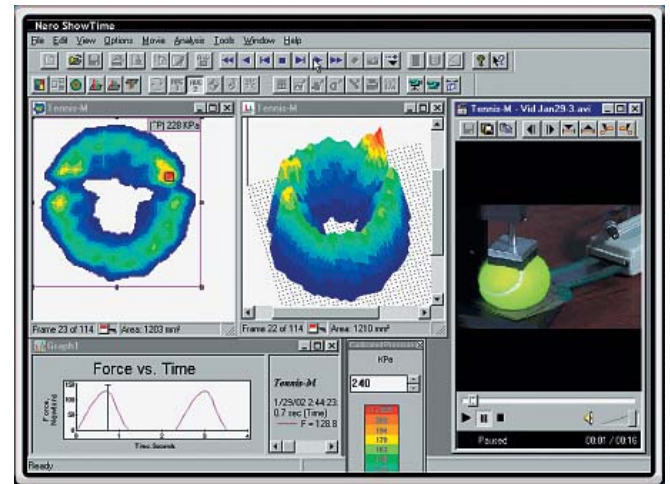
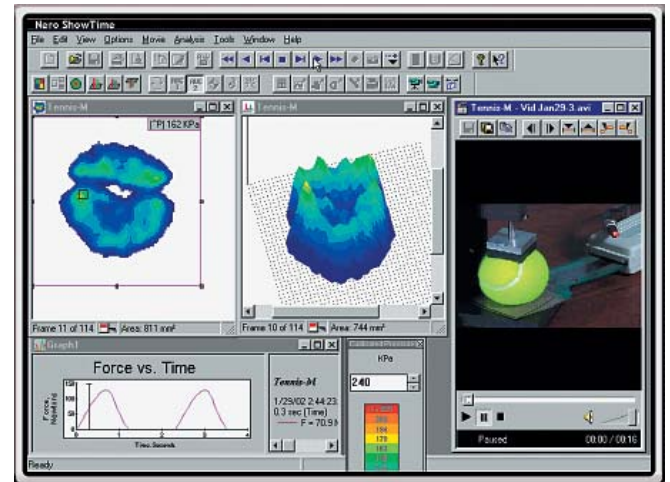
Robotfølelse



En robot kan udstyres med trykfølsomme sensorer på dens fingre og derigennem sættes i stand til at mærke de emner, den skal håndtere. På en trefingret robot, som den Handyman-projektet bl.a. skal arbejde med, er de trykfølsomme sensorer placeret på kvadratiske felter af gummi, hvor hvert felt indeholder 256 sensorer. Da der er to led på hver finger er der i alt seks trykfølsomme områder, og når robotten griber om noget, kan belastningen af hvert enkelt felt visualiseres som et 3D-landskab, der viser hvor meget de enkelte sensorer belastes på et givet tidspunkt. Ud fra denne store mængde løbende data skal robotens software tolke situationen – f.eks. for at afgøre, om er

emnet hårdt eller blødt, tungt eller let eller om det er ved at glide fra den. Udfordringen er derfor at udvikle software, der er i stand til at tolke forskellige situationer korrekt ud fra de sensorinput, der registreres, og som samtidig kan udløse en reaktion fra robotten, der tilpasser dens greb om emnet til situationen – så den f.eks. ikke taber et tungt emne eller tværer en tomat ud.

De tre screen dumps viser tre øjeblikksbilleder af en simpel situation, hvor en tennisbold trykkes sammen mellem to "fingre". Belastningen på de trykfølsomme sensorer (som er placeret på den nederste plade) illustreres grafisk af det 3D-landskab, der vokser frem og ændrer sig i takt med at trykket øges. Hvis det til



sammenligning havde været den førnævnte trefingrede robot, skulle gribe om tennisbolden,

ville der altså være seks gange så mange data at håndtere for robotens software.

Robothåndens anatomi

Mange griberobotter har i dag "hænder", der helt specifikt er tilpasset det emne, den skal håndtere. Hvis robotten skal håndtere andre emner, skal den derfor have skiftet gribeværktøj. Da det let kan koste 100.000 kr. at lave et griberedskab til et bestemt emne, er det i sagens natur en dårlig forretning, hvis der er tale om en produktion af relativt små serier af emner.

Den ideelle griberobot vil derfor efterligne den enorme fleksibilitet, der er indbygget i den menneskelige hånd. En del griberobotter er i dag to-fingrede, og der findes også tre-fingrede robotter på mar-

kedet. Men disse er ikke nødvendigvis særlig fleksible, da fleksibiliteten ikke ligger i mekanikken, men i kombinationen af avanceret mekanik og den kunstige intelligens – dvs. software – robotten er udstyret med.

Mange ressourcer investeres i dag i at udvikle gribehænder, der er udstyret med trykfølsomme sensorer. Når robotten griber om noget, vil sensorerne således løbende registrere hvor meget tryk, der er på de enkelte områder af fingrene. Robotten skal så kunne tilpasse sit tryk til det emne, den har taget fat i, så den ikke kommer til at tabe emnet eller ødelægge det ved at trykke for hårdt.

Der findes robotter med trykfølsomme sensorer på markedet i dag, men de er kun i det små ved at finde vej ud på virksomhederne – bl.a. fordi der endnu ikke findes software endnu, der er avanceret nok til at forsyne robotterne med en kunstig intelligens, der virkelig vil gøre en forskel. Det skulle Handyman-projektet meget gerne være med til at rette op på.

Robotter der lærer selv

En virkelig fleksibel griberobot må i en vis grad være selv-lærende, så den ud fra sine erfaringer kan genkende ting, den ikke nødvendigvis har set fuldstændig magen til før. Her

kan man forestille sig, at man forsyner robotten med en computermodel af de grundlæggende egenskaber ved f.eks. en kaffekop, og ud fra denne grundlæggende viden om kaffekopper skal robotterne kunne genkende kaffekopper generelt selvom de jo kan være forskellige mht. både form, farve og overflade. Umiddelbart lyder det som en stor mundfuld at udvikle en sådan form for kunstig intelligens, men der er gjort erfaringer med selv-lærende systemer, der giver håb om, at det vil kunne lade sig gøre.

Erfaringer er f.eks. gjort med skakcomputere, der er i stand til at tilpasse dens strategier

efter modstanderens spil. Et andet eksempel er en robot, som er udviklet af Søren Tranberg Hansen, der nu er ansat ved Center for Robotteknologi, som kan indsamle lyskilder i et mørkt rum. Robotten er på forhånd programmeret til at udføre simple manøvrer, men ikke til at indsamle lyskilderne på en bestemt måde. Den planlægger derfor selv dens strategier ud fra erfaringerne.

Ambitionen med Handyman-robotterne er derfor, at de skal udstyres med et grundlæggende adfærdsmønster og evnen til at lære af deres erfaringer, frem for at skulle programmeres ned i mindste detalje.

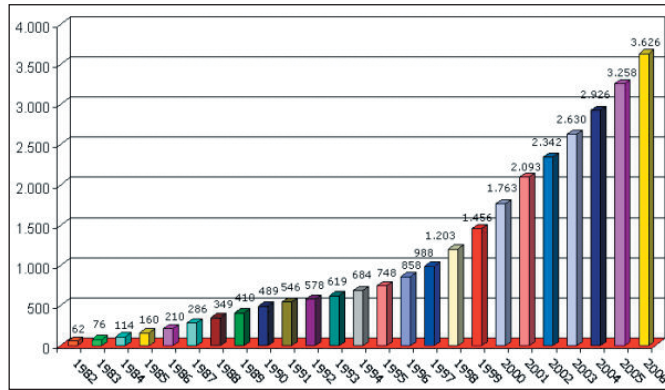
Selvfølgelig vil det altid være nødvendigt at programmere robotter, og ambitionen i Handyman-projektet er, at denne programmering skal være så enkel, at den kan udføres af robotens daglige brugere. Ideelt set skal Handyman-robotterne kunne forstå simpel dialog med mennesker som f.eks.: »grib objektet og læg det på hylden«. Robotten skal kunne genkende ordene og lagre oplysningerne, så den kan bruge dem igen.

Handyman på arbejde

I første omgang er det udpeget tre områder, som forskerne mener det er realistisk at nå inden for de fire år, der er bevilget midler til projektet fra Højteknologifonden. For det første skal robotterne som beskrevet kunne anvendes som fleksible "plukkerobotter".

For det andet skal de kunne bruges til montage, hvor man f.eks. skal lime, svejse eller hæfte et emne fast på eller ind i et andet emne. Styringen af robotten skal altså i dette tilfælde kunne koordinere to eller flere emner samtidig, der kan have forskellige former og overflader og kan bestå af forskellige materialer.

For det tredje skal robotterne kunne bruges til at placere, pakke eller ophænge forskellige emner i f.eks. kasser eller på kroge eller hylder. I denne funktion skal hastigheden selv-



Danske robotter

Ifølge tal fra Dansk Robot Forening "arbejdede" der ved udgangen af 2006 3.626 robotter i dansk industri. År 2006 blev endnu et rekordår hvad angår automatiseringen af dansk industri, idet der blev installeret 368 industrirobotter i 2006 mod 332 i 2005, som også var et rekordår.

Den stærke danske økonomi kombineret med lav rente og mangel på arbejdskraft har været en væsentlig drivkraft for de store investeringer i robotter, der ser ud til fortsat at være stigende her i 2007, men derudover satser mange danske virksomheder på øget automatisk produktion som en del af en langsigtet strategi for at bevare konkurrenceevnen.

De mest almindelige robotter i de danske virksomheder bliver brugt til at tage ting ind og ud af maskinerne, pakke produkterne eller sætte ting på paller.

følgelig være høj, og der kan være andre udfordringer som dårlige pladsforhold og omskiftelige omgivelser, som robotterne skal kunne tage højde for.

I alle tilfælde gælder det, at robotten nemt skal kunne programmeres af de folk, der arbejder med den i det daglige, og at den nemt skal kunne omstilles til andre formål og evt. også nemt kunne flyttes til andre arbejdssteder.

På vej mod den intelligente robot?

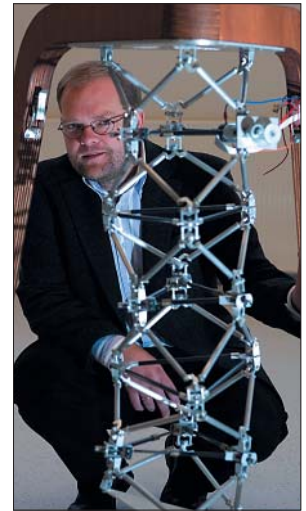
Gennem tiden er den intelligente robot mange gange blevet annonceret at være lige på trapperne. Men den dag i dag er de mest intelligente robotter stadig milevidt fra de mentale evner af selv de mest primitive organismer. At der trods mange bristede forventninger er begrundet håb om, at robotterne i fremtiden kan tage et ryk fremad på intelligensstigen er, at der som

beskrevet faktisk er gjort forskellige positive erfaringer med f.eks. selvlærende robotter. Handyman-projektet kan ses som et forsøg på at integrere en lang række positive delresultater i en konkret helhed som en griberobot.

I et større perspektiv skyldes vanskelighederne ved at lave intelligente robotter selvfølgelig også begrænsningerne i vores forståelse af intelligens som sådan. Hvad er det egentlig vores egen hjerne gør, når den udsættes for de opgaver, vi gerne vil sætte robotter til?

Et større gennembrud inden for robotteknologien kan meget vel vise sig at gå via gennembrud inden for helt andre fagområder som fysiologi, hjerneforskning eller psykologi. EU's robotprogram, der er en del af det 7. rammeprogram, sigter netop på at koble klassisk robotteknologi med den erkendelse, der er opnået inden for sådanne områder. ■

Om forfatterne



Claus Risager er sektionsleder ved Teknologisk Institut, Center for Robotteknologi
Tlf.: 2270 5962

E-mail: claus.risager@teknologisk.dk



Carsten R. Kjaer
Aktuel Naturvidenskab
Tlf.: 89425555

E-mail: red@aktuelnat.au.dk

Yderligere oplysninger:
Center for robotteknologi
www.teknologisk.dk/robot

www.robocluster.dk
www.scapetechnologies.com

Dansk Robot Forening:
www.dira.dk