

# EN KOGNITIV REVOLUTION I VIDENSKABEN

*Niels Ole Bernsen, Center for Kognitiv Informatik (CCI), Roskilde Universitet og  
Forskningscenter Risø*

Jeg vil forsøge kort at svare på spørgsmålet, om kognitionsforskning repræsenterer en revolutionerende nyudvikling inden for en række videnskaber eller ikke [2].

## 1. Det fundamentalt nye

Det afgørende nye i kognitionsforskningen er hypotesen, at *intelligent adfærd produceres af en særdeles kompliceret mekanisme til behandling af information*. Der er i det mindste i dag ikke noget alternativ at øjne til denne hypotese. Begreberne *information, data og proces* og deres matematiske og datalogiske følgebegreber (system, kontrol, arkitektur, modul, input, output, etc.) er i færd med dybt at forandre forskning og teoridannelse i kognitionsforskningens kernerdiscipliner: psykologi, lingvistik, logik, neurovidenskab og kunstig intelligens. Disse begreber og hypotesen om, hvordan intelligent adfærd produceres, udgør det første fælles fundament nogen sinde for disse videnskaber [6]. En illustration er, at kognitiv psykologi opstod omkring 1960, kognitiv neurovidenskab i 1970'erne, og kognitiv lingvistik i 1980'erne. Vi kan i dag ikke se grænserne for den nye indsigt, der kan opnås på det fælles fundament. Udtrykket "intelligent adfærd" skal i denne forbindelse forstås ganske bredt, omfattende ikke blot intelligent adfærd hos mennesker men også simple mekanismer bag lavtstående dyrs tilpasning til omgivelserne.

## 2. Delområder

Kognitionsforskning er i dag opdelt i stærkt interdisciplinære *delområder* med tilhørende forskersamfund, der hver studerer en klasse af de processer til informationsbehandling, der producerer intelligent adfærd. Klasserne selv er velkendte. Det drejer sig om kognitive egenskaber eller delfunktioner såsom at kunne se, høre, forstå og producere sprog, tænke, osv. Den interdisciplinære opdeling antyder, at en revolutionerende udvikling er i gang. Her følger nogle eksempler:

- synsforskningen er stærkt interdisciplinær. Den udføres af ingeniører, matematikere, dataloger, psykologer, neuroforskere og forskere i kunstig intelligens, og har grænser til lingvistikken;
- forskning i taleforståelse og -produktion er stærkt interdisciplinær. Den udføres af ingeniører, matematikere, dataloger, lingvister, psykologer, neuroforskere og forskere i kunstig intelligens;
- forskning i robotik er interdisciplinær. Den udføres af ingeniører, matematikere, dataloger, forskere i kunstig intelligens, neuroforskere og psykologer;
- datalingvistikken (computer-behandling af sprog) er stærkt interdisciplinær. Den udføres af lingvister, dataloger, ingeniører, matematikere, logikere, forskere i kunstig intelligens, og psykologer, og har grænser til neuroforskningen;

- forskningen i kognitive centralprocesser (vidensrepræsentation, tænkning, inferens, ræsonneren) er stærkt interdisciplinær. Den udføres af forskere i kunstig intelligens, psykologer, logikere og dataloger, og har grænser til lingvistikken og neurovidenskaben.

Fælles for forskningen inden for delområderne er, at de deltagende videnskabelige discipliner hver bidrager med deres individuelle metoder og teoretiske baggrund til at konstruere fælles modeller for bestemte kognitive egenskaber eller delfunktioner.

### 3. Forskningsparadigmer

Kognitionsforskning er så vidt karakteriseret af en overordnet hypotese om intelligent adfærd som frembragt gennem informationsbehandling, af tværvideenskabelige delområder og af fælles modeller af kognitive delfunktioner. "Informationsbehandling" er imidlertid et vidt begreb. Hvis vi i dag skal forsøge at præcisere, hvordan vi nærmere forstår den informationsbehandling, der frembringer intelligent adfærd, viser det sig, at der findes to forskellige hovedopfattelser. De to opfattelser udgør kognitionsforskningens to forskningsparadigmer.

Ifølge den ene opfattelse, som vi kan kalde *hypotesen om fysiske symbolsystemer*, frembringes intelligent adfærd gennem regelstyret behandling af symbolsk information. Kognitionsforskning består primært i at finde frem til reglerne og symbolerne, og det vil nærmest sige at opdage de datalogiske programmer, hvis operationer frembringer intelligens. Ifølge den anden opfattelse, som vi kan kalde *konnektionismen*, frembringes intelligent adfærd af netværk af simple enheder eller processorer, der hver især kun kan udføre ganske enkle operationer til behandling af information.

Det er uklart, hvor forskellige de to paradigmer egentlig er, selv om de hviler på forskellig matematik, og deres indbyrdes forhold er for tiden genstand for omfattende diskussion [3], [5]. Men deres eksistens betyder, at kognitionsforskningen endnu mangler et centralt kendetegn på videnskabelig enhed, nemlig et fælles og stabilt teoretisk grundlag. De modeller for kognitive delfunktioner, man udvikler, er typisk enten symbolske eller konnektionistiske, og hviler derfor i en vigtig henseende ikke på fælles teori. Man kunne sige, at kognitionsforskningen har et fælles *begrebsligt* fundament, nemlig hypotesen om intelligens som produceret gennem informationsbehandling, men savner et fælles *teoretisk* fundament, nemlig en fælles teori om den informationsbehandling, der frembringer intelligent adfærd på udvalgte områder.

### 4. Udviklingen fremover

Nogle gæt om udviklingen i de kommende år er

- at integrationen af kognitionsforskningens discipliner vil fortsætte og inddrage endnu flere videnskaber. Vi vil i endnu højere grad se de forskellige discipliner bidrage til etablering af fælles teorier, modeller og systemer. Holder dette, vil vi se etableringen af et *fælles metodearsenal* for kognitionsforskning;
- at forskningen (og forskersamfundene) fra de forskellige delområder langsomt vil *integreres* ;
- at konkret model- og systemudvikling i stigende grad vil få en drivende indflydelse på forskningen, også på grundforskningen, i kognition efter følgende grove model for *opgave-dreven forskning* [4]:

- (a) Et givet, allerede konstrueret system (synssystem, taleforståelsessystem, etc.), S1, kan med en rimelig præstation udføre opgaverne O1, O2 og O3.
- (b) For at et efterfølgende system, S2, kan blive i stand til at udføre den mere avancerede opgave O4, er det nødvendigt med bedre modeller af de kognitive domæner D1, D2, D3.
- (c) Ny grundforskning og strategisk forskning er nødvendig for at modellere D1-D3, herunder forskning i, hvordan biologiske systemer løser O4.

Et eksempel på denne model er udviklingen i dag på området menneske-maskine dialogsystemer med talt input. Maskinerne til talegenkendelse bliver langsomt bedre, og man kan i dag konstruere systemer som automatisk gennemfører simple dialoger med menneskelige partnere [7], [8]. Man kan også temmelig præcist sige hvad det er for problemer, grundforskningen og den strategiske forskning nu må løse for at det kan blive muligt at konstruere bedre maskiner til sprogforståelse. En sådan forskning er opgave-drevet: Den studerer ikke kognitive fænomener og processer i isolation fra teknologisk udvikling, men i nær sammenhæng med den teknologiske udvikling af intelligente systemer.

## 5. Forbehold

Det er langt fra givet, at udviklingen hen imod modellering og konstruktion af stadig mere intelligente systemer vil gå stærkt. Der er mange og store uløste problemer. Kognitionsforskningen kan ikke love hurtige løsninger på disse, og ingen kan sige, hvornår et fælles teoretisk grundlag eventuelt vil foreligge.

Videnskabshistorien har mange eksempler på, at nye ideer har skabt overdreven optimisme. Her er nogle eksempler fra kognitionsforskningens korte historie: Forskere i kunstig intelligens troede for 30 år siden, at maskiner med menneskelig intelligens kunne konstrueres inden for de følgende 30 år. Fremkomsten af de såkaldte "ekspertsystemer" for 15 år siden fik mange til at tro, at maskiner snart ville erstatte menneskelig ekspertise. Opblomstringen af det konnektionistiske paradigme inden for de sidste 10 år har skabt forventninger, som vi allerede i dag kan se var for store.

Et nyligt eksempel på afsløring af overdreven optimisme i kognitionsforskningen kan ses inden for forskningen i menneske-computer interaktion. Den kognitive psykologi har vist sig ikke at være et holdbart fundament for forståelsen af de problemer, der må løses for at skabe brugervenlig og risikofri avanceret informationsteknologi. Det videnskabelige fundament er dels alt for spinkelt, eftersom menneske-computer interaktion drejer sig om adfærden hos komplette kognitive systemer (brugerne) som langt fra kan modelleres i dag; og dels har man genopdaget den historiske lektie fra ingeniørvidenskaben, at anvendt videnskab ikke blot består i at udlede praktiske løsninger fra videnskabelige grundsætninger [1].

Kognitionsforskningen kan ikke garantere en løsning på sine fundamentale spørgsmål ved hjælp af de nu kendte teoretiske tilgange. Nye forskningsparadigmer kan vise sig nødvendige. Eksempelvis er der grund til at antage, at biologiske neuroner er langt mere komplicerede processorer af information end de simple enheder i konnektionistiske netværk.

Skepsis og modstand fra traditionel disciplinær forskning er en faktor, man stadig må regne med. Et eksempel er den nylige diskussion i tidsskriftet *Nature* af indholdet af det internationale Human Frontier Science Program (Wada, *Nature* 4.6.1992, to artikler af *Nature* redaktionen 13.8.1992, Tocchini-Valentini i *Nature* 20.8.1992, Bernsen i *Nature* 10.9.1992). Diskussionen afspejler en konflikt, der har stået på siden programmets start i 1989, om hvorvidt programmet skal støtte andet og mere end biologisk forskning, herunder også kognitionsforskning.

På den anden side er der betydelig opmærksomhed over for kognitionsforskning i mange nationale forskningssystemer i Europa. F.eks. startede det britiske *Joint Council Initiative* i kognitionsforskning og menneske-computer interaktion i 1987 og det franske *Cogniscience* program i 1991.

## 6. Konklusion

Kognitionsforskning hviler på nogle ganske dybe ideer som for første gang muliggør en teoretisk integration af videnskaber, der hidtil har udviklet sig i større eller mindre indbyrdes isolation. Der er ingen absolutte grænser at øjne for realiseringen af forskningsprogrammet [6]. Men der er tvivl om, hvorvidt de forskningsparadigmer, der dominerer i dag, er tilstrækkelige til at realisere programmet. Om man vil beskrive denne situation som en 'kognitiv revolution' eller ikke er en fortolkningssag. Der kan gives grunde for begge positioner. En kognitiv evolution er der under alle omstændigheder tale om.

## Referencer

- [1] Barnard, P., Bernsen, N.O., Brehmer, B., and Funke, J.: Towards applied basic research in HCI. *Joint Task Force Report on Esprit Basic Research Actions MOHAWC, AMODEUS AND KAUDYTE* (udkommer 1993).
- [2] Bernsen, N.O.: Den kognitive revolution? Proceedings fra Første Danske Årsmøde i Kognitionsforskning, Roskilde Universitet, Oktober 1992. *CCI TopiCS in Cognitive Science and HCI*, Vol. 2, CCI 1993.
- [3] Bernsen, N.O.: Systematicity in the vision to language "chain". I Hookway, C. and Peterson, D. (Eds.): *Philosophy and the Cognitive Sciences*. Cambridge University Press 1993.
- [4] Bernsen, N.O., Granström, B., Giachin, E., Klein, E., Mariani, J., Nootboom, S., Thompson, H. and Uszkoreit, H.: *European Strategic Research in Speech and Natural Language*. Report by the ELSNET (European Language and Speech Network) Research Coordination Task Group. Draft 3.2, Edinburgh, Centre for Cognitive Science, 11 August, 1992.
- [5] Bernsen, N.O. and Ulbæk, I.: Two games in town. Systematicity in distributed connectionist systems. *Artificial Intelligence and Simulation of Behaviour Quarterly*, Special Issue on Hybrid Models of Cognition Part 2, No. 79, Spring 1992, 25-30.
- [6] Bernsen, N.O. and Ulbæk, I.: *Naturlig og Kunstig Intelligens. Introduktion til Kognitionsforskning*. København: Nyt Nordisk Forlag 1993.
- [7] Larsen, L.B. (Ed.), Bernsen, N.O., Brøndsted, T., Dybkjær, H., Dybkjær, L., Music, B., Povlsen, C., and Ravnholt, O.: *State-of-the-Art of Spoken Language Systems - a Survey*. Report 1 from the project: Spoken Language Dialogue Systems. STC, Aalborg University, CST, Copenhagen University and CCI, Risø National Laboratory and Roskilde University. September 1992.

[8] Larsen, L.B. (Ed.), Bernsen, N.O., Brøndsted, T., Dybkjær, H., Dybkjær, L., Kristiansen, J., Lindberg, B. and Music, B.: *Overall Specification and Architecture of P1*. Report 2 from the project: Spoken Language Dialogue Systems. STC, Aalborg University, CST, Copenhagen University and CCI, Risø National Laboratory and Roskilde University. December 1992.