

DEN KOGNITIVE REVOLUTION ?

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

Resumé: Artiklen skitserer kognitionsforskningens historiske rødder, forskningsprogram og forskningsparadigmer og gætter på nogle udviklingstendenser i de kommende år. På denne baggrund diskuteres spørgsmålet, om kognitionsforskning i dag kan karakteriseres som en videnskabelig revolution.

1. Indledning

Kognitionsforskere hævder ofte, at deres forskning repræsenterer en videnskabelig revolution. Videnskabelige revolutioner er ikke så almindelige og der er derfor god grund til at kigge påstanden efter i sømmene. Også fordi den er kontroversiel. Nogle har stadig en anden opfattelse af kognitionsforskning, nemlig at den er et overfladisk og forbigående fænomen skabt af 'funding agencies', tidens fascination af moderne teknologi og forskere, der ikke gør sig gældende inden for seriøs disciplinær forskning. Inden temperaturen stiger i debatten er det imidlertid værd at gøre sig klart, at udtrykket "revolution" brugt om videnskabelige udviklinger ikke har nogen klar semantik. Det gælder for øvrigt mange andre prædikater ("EF Union"), hvis anvendelse om et bestemt fænomen (Maastricht-aftalen) man strides heftigt om. Når semantikken er uklar, kan diskussionen fortsætte i det uendelige og parterne kan til enhver tid forsikre sig selv om, at de har ret. Men frugtbart er det sjældent. Hvad udtrykket videnskabelig "revolution" angår er standard-referencen Thomas Kuhn (1970). Men inden man forsøger at bruge Kuhns videnskabsteori som algoritme til at afgøre debatten med bør man kigge i Masterman (1970), der hævder, at Kuhn bruger sit paradigmebegreb på 21 forskellige måder. Siden man hos Kuhn kun kan diskutere videnskabelige revolutioner med udgangspunkt i paradigmebegrebet, er det temmelig klart at Kuhns videnskabsteori kun er til begrænset hjælp i den foreliggende diskussion.

Det fornuftigste, der formodentlig kan gøres, er derfor først at få en så klar idé som muligt om kognitionsforskningens krav på at repræsentere videnskabelig fornyelse. Det vil blive forsøgt i det følgende (for en mere omfattende fremstilling se Bernsen og Ulbæk 1992a). Derefter kan enhver bruge sit eget begreb om videnskabelige "revolutioner", hvad enten det så er videnskabsteoretisk funderet eller ikke, til at gøre sin stilling op.

Udtrykket "kognitiv revolution" kan for øvrigt også forstås på en anden måde, nemlig ud fra antagelsen, at menneskeligt arbejde gennem det sidste halve århundrede er blevet stadig mere afhængigt af samspillet mellem mennesker og avanceret teknologi. Siden optimeringen af dette samspil kræver forståelse af menneskelige kognitive processer, kan kognitionsforskningen ses som drevet frem af behovet for at optimere menneskelige arbejdsprocesser i nye tekniske omgivelser. Udtrykket "den kognitive revolution" betegner i så fald denne udvikling snarere end en videnskabelig revolution. Hvor meget, der end taler for denne opfattelse, skal den ikke diskuteres i det følgende.

2. Historien fra moderne naturvidenskab til vort århundrede

Den matematiske naturvidenskabs gennembrud i 1600-tallet viste, at en række naturfænomener lod sig beskrive matematisk efter mekaniske principper med henblik på beregning og forudsigelse. De begrænsede paradigmer, man havde på tilnærmelsesvis korrekt matematisk-mekanisk beskrivelse, tillod den hypotese, at en langt større klasse af naturfænomener efterhånden ville kunne beskrives efter de samme principper. Et centralt spørgsmål var derfor, om alle fænomener i naturen i sidste ende kunne beskrives matematisk eller om naturen rummer klasser af fænomener, for hvilket dette ikke gælder. Filosofen Descartes, der tidligt analyserede spørgsmålet, hævdede at grænsen for mulig matematisk naturbeskrivelse gik ved de sjælelige fænomener. Kroppen er en mekanisme, der vil kunne beskrives matematisk inklusive de fænomener, vi i dag regner til de perifere kognitive processer såsom dele af syns- og høreprocesserne. Sjælen, derimod, er ifølge Descartes ikke en mekanisme, men opererer efter helt anderledes principper (se også Bernsen 1992).

Descartes og cartesianismen har i høj grad været i skudlinien i dette århundredes filosofi. Derfor er det vigtigt at gøre sig klart, at Descartes havde saglige grunde for sin påstand om, at udtrykket "sjælen" afgrænser en naturlig klasse af kognitive fænomener for hvilken matematisk beskrivelse er umulig. Descartes mente på baggrund af sine hypoteser om de perifere kognitive processer, at sjælelige fænomener som *målrettet adfærd, kreativitet og sprogkompetence* ikke lod sig beskrive mekanisk. Mange andre af tidens filosoffer (Hobbes, Locke, Hume, Leibniz, m.fl.) tog del i overvejelserne af disse spørgsmål, og vi finder størstedelen af de antagelser, der i dag kendetegner kognitionsforskningen, spredt mellem dem. Når Descartes' teori gik ud af diskussionen som vinder, er grunden formentlig den, at man savnede en række elementer fra nutidens kognitionsforskning som kunne have vist mulige udveje til løsning af de problemer, teorien rejste. Blandt elementerne hører den moderne formelle logik og formelle symbolmaskiner som nutidens computere.

Descartes efterlod sig med andre ord en række teoretiske udfordringer til senere videnskabelig undersøgelse. Udfordringerne kunne man enten tage op eller man kunne simpelt hen være enig med Descartes og indrette sin forskning derefter. Udfordringerne blev faktisk taget op af mange (såsom de klassiske materialister) i de følgende århundreder, men blot ikke med den effekt, at Descartes teori blev væltet. I stedet skete der det, at nu-tidens forskellige videnskaber om det mentale blev etableret og udvikledes i den relative isolation, der kommer af mangelen på et fælles konceptuelt eller teoretisk fundament. Det gælder neurovidenskaben, psykologien, lingvistikken og den moderne logik. Det ville være inter-essant at se videnskabshistoriske studier gennemført med denne problemstilling: Hvordan forholdt grundlæggerne af disse videnskaber og deres efterfølgere sig til den omstændighed, at videnskaberne alle i en ganske vist intuitiv, men alligevel indlysende forstand drejer sig om forskellige aspekter af "det mentale", "det kognitive" eller af "intelligens", men at videnskaberne på den anden side savnede ethvert dybere fælles grundlag?

3. Kognitionsforskningen forberedes og opstår

Jeg vil nu kort nævne en række videnskabelige opdagelser fra dette århundrede, som til sammen muliggør den genoptagelse af spørgsmålet om en "sjælens matematik", som kognitionsforskningen repræsenterer. Historien er naturligvis mere kompliceret end fremstillet.

Matematikeren *Hilbert* bragte matematikken langt i retning af at udelukke den indflydelse fra matematikernes intuition, der bl.a. i årtusinder havde blokeret for opdagelsen af alternativer til Euklids geometri. Hilbert opfattede matematikken som et formelt "spil med tegn" som kunne

gennemføres gennem rent syntaktiske operationer. Denne forståelse af matematik som formelle systemer førte direkte til hypotesen, at matematiske operationer kunne gennemføres mekanisk af en maskine, der havde de formelle systemers symboler og reglerne for operationer med dem indkodet. I 1930'erne viste *Turing, Church* og andre, at en abstrakt maskine ville være i stand til at mekanisere formelle systemer. Herfra var skridtet igen kort til at foreslå konkrete fysiske maskiner som kunne implementere principperne fra den abstrakte maskine. McCulloch og Pitts viste i 1940'erne, at elektriske kredsløb, forløbere for nutidens neurale netværk, kunne mekanisere simple formelle systemer. Kort tid efter angav *von Neumann* principperne for den arkitektur, der stadig findes i de fleste af nutidens computere. Med bygningen af von Neumann maskinerne var grunden lagt til direkte at adressere Descartes' udfordringer.

I 1940'erne foreslog *Wiener*, at kybernetiske systemer som den i dag almindelige termostat mekanisk kunne realisere formål. Måltrettet adfærd forekom derefter ikke længere uden for mulighederne for mekanisk realisation. I 1950'erne viste *Chomsky*, at mekaniserbare formelle systemer var i stand til at generere alle og kun de syntaktisk korrekte sætninger i naturlige sprog i det omfang, lingvisterne ellers kunne blive enige om de nødvendige formelle regler. Sprogkompetence var med andre ord ikke længere principielt uden for matematikkens domæne. Samtidig viste *Newell og Simon*, at et computerprogram var i stand til at bevise logiske teoremer. Måske mere søgt denne gang, men alligevel: Computeren kunne måske også udvise kreativitet.

Ideerne om formelle systemer og deres mekanisering havde med andre ord bragt det grundlag til veje, der havde manglet i 1600-tallet for at man havde kunnet se konkrete mulige veje til at løse Descartes' problemer. På dette grundlag opstod kognitionsforskningen.

Newell og Simon havde demonstreret ideen om kunstig intelligens i praksis. *Miller, Broadbent* og andre begyndte allerede sidst i 1950'erne at udvikle modeller for informationsbehandlingen i menneskelig hukommelse og opmærksomhed. Den kognitive psykologi var dermed skabt. I 1970'erne opstod den kognitive neurovidenskab da neuroforskerne opdagede, at forståelsen af neurale mekanismer som mekanismer til informationsbehandling viste sig nyttig til at analysere disse mekanismers funktionalitet. I 1980'erne har vi så fået den kognitive lingvistik med udgangspunkt i psykologiske studier af menneskelig kategorisering og begrebsdannelse. Det er stadig uklart, hvordan og i hvilket omfang den kognitive lingvistik vil udvikle sig som et kraftigt komplement til datalingvistikken og den traditionelle lingvistik. Men hvis vi ser tilbage på de videnskabelige discipliner, der i forrige århundrede udviklede sig i relativ indbyrdes isolation, er det alene logikken, der nu mangler at have fået tilføjet prædikatet "kognitiv". Det er der mange grunde til som det vil føre for vidt at komme ind på her.

4. Forskningsprogrammet

I grunden var det, der var sket i den beskrevne videnskabshistoriske udvikling, at de forskellige videnskaber om det mentale havde fået et hypotetisk *fælles konceptuelt fundament*. Begreberne om information, data og processer til manipulation af information er blevet fælles for alle videnskaber om det mentale eller om intelligens, og de udgør det første fælles konceptuelle fundament nogensinde for kognitionsforskningens kernerdiscipliner. Begreberne drager igen mange andre med sig, såsom kognitiv arkitektur, input, output, lagring og genfindelse af information, kontrol, osv. Kognition er data- eller informationsbehandling realiseret af (eller implementeret i) en eller anden mekanisme. Mere præcist er kognition de processer til

informationsbehandling, der producerer intel-ligent adfærd. Intelligent adfærd forstås her meget bredt og inkluderer f.eks. helt simple former for adaptation som observeret i primitive organismer.

Kognitionsforskningens fundament er konceptuelt snarere end teoretisk. Denne sondring skal understrege, at vi ikke dermed har fået et fælles teoretisk grundlag for kernedisciplinerne. Der er heller ikke tale om, at vi dermed har noget i retning af et præcist og udtømmende konceptuelt fundament. Navnlig er det vigtigt at lægge mærke til, at der vides alt for lidt om den matematik, der eventuelt med succes vil kunne beskrive den cartesianske sjæls operationer. Von Neumann-maskinen og dens principper er det næppe. Ikke desto mindre er det konceptuelle fundament for kognitionsforskningen historisk set ubestrideligt en nydannelse med ganske kraftige konsekvenser, omend man, i lyset af den historiske skitse ovenfor, kunne hævde, at hvad vi har at gøre med er en evolution snarere end en revolution. Konsekvenserne kan præsenteres i form af et forskningsprogram for kognitionsforskningen om hvilket der i dag hersker en betydelig international konsensus (se f.eks. Posner 1989):

1. Kognitive systemer må beskrives på mindst to forskellige niveauer: Et niveau, hvorpå de beskrives som repræsenterende noget eller som manipulerende repræsentationer, og et andet, hvorpå den fysiske implementering af deres repræsentationer og de processer, der opererer på repræsentationerne, beskrives.
2. Et og samme sæt af repræsentationer og processer over disse kan implementeres i forskellige fysiske mekanismer. Eksempelvis kan en slutning fra, at udsagnet A er sandt og at udsagnet B er sandt, til at udsagnet "A og B" er sandt implementeres af mange forskellige fysiske indretninger.
3. Hvis den hypotese, der ligger i kognitionsforskningens konceptuelle fundament, er rigtig, betyder (2) at kunstig intelligens er mulig i princippet. Den informationsbehandling, der f.eks. producerer menne-skelignende intelligent adfærd, behøver ikke nødvendigvis at være fysisk implementeret i menneskeligt biologisk materiale. Silicium kunne måske være godt nok til formålet. At kunstig intelligens er mulig i princippet indebærer på den anden side ikke nødvendigvis, at kunstig intelligens kan realiseres i praktiske systemer. Men muligheden indebærer, at kognitionsforskning omfatter både studiet af naturlige og kunstigt intelligente systemer samt af abstrakte og normative teorier for intel-ligens såsom logikken.
4. Når et kognitivt system beskrives som manipulerende repræsentationer, er dette beskrivelsesniveau irreducibelt til systemets fysiske implementering (jfr. 1 ovf.), systemets adfærd, samt til eventuelle bevidste oplevelser hos systemet. Irreducibiliteten til adfærd er temmelig grundlæggende i kognitionsforskningen. Den kognitive psykologi efterfulgte netop behaviorismen, der havde forsøgt at reducere alle udsagn om kognitive fænomener til udsagn om adfærd og dennes sammenhæng med ydre betingelser. Den kognitive psykologi gjorde det påny videnskabeligt legitimt at danne hypoteser om de processer, der finder sted *mellem* input til et kognitivt system (f.eks. gennem sanserne) og den adfærd, der udgør systemets output. Endelig er irreducibiliteten til bevidste oplevelser helt central. Kognitionsforskningens program indebærer, at en stor del af de informationsprocesser, der må antages for at forklare intelligent adfærd, ikke er bevidste.
5. Kognitionsforskning er mekanistisk, simpelt hen fordi alle processer til behandling af information i et konkret system må realiseres af en eller anden form for fysisk mekanisme.
6. Kognitionsforskning indebærer en eller anden form for funktionalisme. En fuldstændig beskrivelse af et kognitivt system består i at beskrive de funktioner til informationsbehandling

(syn, hørelse, ræsonneren, sprog-forståelse, osv.), systemet udfører, på repræsentationsniveauet og på det fysiske implementeringsniveau. Funktionalismen har flere varianter hvoraf nogle er kontroversielle, men den diskussion lader vi ligge her (se Bernsen og Ulbæk 1992a).

7. Kognitionsforskning er nært knyttet til computeren og dens muligheder på flere måder. Computeren er den stærke symbolmaskine, der var med til at etablere kognitionsforskningens konceptuelle grundlag. Computeren er central for udførelse af simuleringer af kognitive processer, herunder for simuleringer, der benytter en matematik som er forskellig fra computerens egen. Computeren har også en vigtig rolle i teknologidrevet kognitionsforskning (se nedenfor).

8. Kognitionsforskning er multidisciplinær. Kernerdisciplinerne er allerede nævnt, men mange flere videnskabelige og tekniske discipliner er berørt eller involveret. Tag som eksempel forskningen i synsprocesserne, som i dag er stærkt interdisciplinær og udføres af ingeniører, matematikere, dataloger, psykologer, neuroforskere og forskere i kunstig intelligens, og som har et vigtigt grænseområde fælles med lingvistikken.

9. Kognitionsforskning er en ny kombination af grundforskning og anvendt forskning. Det er ikke vanskeligt at opstille grove specifikationer for systemer med større intelligens end de, vi har i dag. Men forsøger man at realisere systemerne teknisk, viser det sig ofte meget hurtigt, at man først er nødt til at løse en række specifikke problemer som klart har karakter af grundforskning. Problemerne er ofte, men ikke altid, kendt i forvejen inden for de berørte fagdiscipliner, og det tekniske behov for at løse dem har vist sig at kunne være en vigtig drivkraft for den mere teoretiske forskning.

10. Kognitionsforskning har forårsaget en reorganisering af forskningen inden for sit område. I stedet for en disciplinær opdeling har vi fået en opdeling efter kognitive delfunktioner, hvor hver delfunktion er genstand for interdisciplinær udforskning. Vi så det med hensyn til synsforskningen ovenfor (pkt. 8), og et tilsvarende billede tegner sig hvis man ser på forskningen i taleforståelse og -produktion, i robotik, i dataloging-vistik eller i kognitive centralprocesser som tænkning, ræsonneren og planlægning.

5. Forskningsparadigmerne

Vi skal ikke ind i en diskussion af forholdet til Kuhns videnskabsteori. Men i det mindste når det drejer sig om kognitionsforskning, forekommer det vigtigt at skelne mellem forskningsprogram og forskningsparadigmer. Paradigmerne er anderledes konkrete. De beror i sidste ende på konkrete demonstrationer af modeller og simuleringer af kognitive repræsentationer og processer inden for kognitionsforskningens delområder (syn, hørelse, sprogforståelse, ræsonneren, planlægning, o.s.v.). Den tidlige moderne naturvidenskab hvilede på sådanne paradigmer, såsom Galileis beregninger over pendulet. Newell og Simons demonstration af maskinel bevisførelse (jfr. afsnit 3 ovf.) er et tilsvarende paradigme, og der har været mange siden inden for kognitionsforskningens delområder.

Paradigmer er konkrete og begrænsede demonstrationer af forskningsprogrammet i praksis. Men de er mere end det. De rummer et ubestemt løfte om, at deres principper kan generaliseres til langt større dele af kognitionsforskningens domæne. Afprøvningen af dette løfte i praksis for at afgøre dets holdbarhed og rækkevidde er en vigtig del af forskningen i kognitive fænomener. Desuden kan forskningsprogrammet give rum for flere forskellige paradigmer: De er alle

forenelige med forskningsprogrammet, men de er faktisk eller tilsyneladende indbyrdes uforenelige. Paradigmekonflikter af den slags er forskningsmæssigt set produktive, så længe paradigmerne kan brydes frit og deres respektive tilhængere ikke isolerer sig fra kritisk diskussion. Isolation er for øvrigt normalt et tegn på, at vi har at gøre med et degenererende forsknings-paradigme.

Paradigmerne er brændstof til forskningsudviklingens motor. Så længe kognitionsforskningen har paradigmer under udvikling, er forsknings-programmet levedygtigt. Forskningsprogrammet uden aktive paradigmer er derimod kun en stillestående mekanisme.

Op gennem 1980'erne har kognitionsforskningen set en voksende paradigmatkonflikt (Bernsen og Ulbæk 1992b). Det drejer sig om konflikten mellem paradigmet fra klassisk kunstig intelligens, der begyndte med Newell og Simons demonstration, og det konnektionistiske paradigme eller paradigmet fra neurale netværk. Begge kan fremvise paradigmatisk demonstrationer af deres potens til modellering af kognitive fænomener, men de er i øvrigt forskellige i en lang række henseender (Bernsen og Ulbæk 1992a). Medens det klassiske paradigme direkte mekaniserer formelle systemer, er det konnektionistiske paradigme baseret på ligheder med biologiske nervesystemers opbygning af stærkt forbundne, men relativt simple processorer. De matematiske principper for konkrete systemer under de to paradigmer er ofte vidt forskellige. Det konnektionistiske paradigme er indtil videre ikke i samme grad som det klassiske blevet udviklet til en overordnet teoretisk ramme for kognitionsforskning (Smolensky et al. 1992).

Paradigmerne har vist sig at have en tendens til at appellere til forskellige af kognitionsforskningens kerediscipliner. Logikere og lingvister har hidtil foretrukket det klassiske paradigme, kognitive neuroforskere og kognitive psykologer har foretrukket det konnektionistiske paradigme, og forskere i kunstig intelligens har, naturligt nok, været delte. Systemer under paradigmerne har desuden vist sig særligt egnede til at håndtere vidt forskellige klasser af kognitive fænomener. Konnektionistiske systemer er fortrinsvis blevet bygget til at håndtere perifere kognitive processer såsom talegenkendelse og andre former for mønstergenkendelse, medens klassiske systemer fortrinsvis er blevet bygget til at håndtere kognitive centralprocesser såsom sprogforståelse og ræsonneren. Billedet er imidlertid nu ved at skifte, og det er ikke længere så klart som før, at vi har at gøre med fundamentalt forskellige paradigmer til modellering, simulering og kunstig realisering af kognitive processer (Bernsen 1993).

6. Gæt om udviklingen

Man kan forsøge at gætte på nogle tendenser i kognitionsforskningens udvikling i de kommende år:

Vi så, at kognitionsforskningen havde ført til en forskningsmæssig reorganisering. I stedet for en disciplinær opdeling har vi fået en opdeling efter kognitive delfunktioner, hvor hver delfunktion er genstand for interdisciplinær udforskning (afsnit 4 pkt. 10 ovf.). Det næste skridt ville være at begynde at fusionere forskningen inden for flere af delområderne til større, integrerede forskningsopgaver. Denne udvikling er på vej inden for bl.a. områderne tale og naturligt sprog og inden for synsforskning og robotik. Selvsagt er fusioner som disse nødvendige skridt på vejen mod integrerede kognitive teorier.

Der kan ikke være megen tvivl om, at integrationen af kognitionsforskningens kernerdiscipliner vil fortsætte og gradvist stærkere inddrage andre og nye discipliner. Vi vil i endnu højere grad se de forskellige discipliner bidrage med deres individuelle metoder til etablering af fælles teorier, modeller og systemer. Holder dette, vil vi se etableringen af et *fælles metodearsenal* for forskningen i kognitive fænomener.

Endelig kan man gætte på, 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- og teknologidreven forskning* (jfr. Bernsen et al. 1992):

- (a) Et givet, allerede konstrueret system (synssystem, taleforståelses-system, 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* (Larsen et al. 1992).

7. En kognitiv revolution?

Vi har nu set nogle kendsgerninger og gætterier. Hvad er da konklusionen: Er vi vidner til en "kognitiv revolution" eller ikke?

På den ene side har kognitionsforskningen fat i en historisk ny tilgang til forståelsen af det måske vanskeligst tilgængelige af alle videnskabelige hovedområder, nemlig "sjælen", det mentale, intelligent informationsbehandling, eller hvad man nu vælger at kalde det. At en disciplinær og konceptuel (r)evolution er i gang er næppe heller til at komme uden om. Inden for kognitionsforskningens kernerdiscipliner er det i dag blevet vanskeligt at *tænke* uafhængigt af det konceptuelle fundament, forskningsprogrammet og forskningsparadigmerne. En vis succes i modellering og simulering af både perifere og centrale kognitive fænomener og processer kan man heller ikke frakende kognitionsforskningens første tredive år. Kognitionsforskningens paradigmer er i høj grad i live og under udvikling.

Mønten har imidlertid stadig en anden side, om man så må sige.

Hvis man spørger kognitive psykologer, om kognitionsforskningen har givet anledning til revolutionære opdagelser, vil mange af dem formentlig svare nej efter kortere eller længere betænkningstid. Der var en diskussion om empiriske fund vedrørende mental rotation omkring 1980; vigtige resultater er opnået mht. mental kategorisering og ligger nu til grund for den kognitive semantik; en anden vigtig diskussion begyndte i slutningen af 1970'erne vedrørende menneskelig ræsonneren over sandsynligheder; vi har fået implementeret nogle globale, men spekulative modeller for kognition; mental modelteori har haft en vis indflydelse, men den er stadig kun på skitseplanet og blev for øvrigt allerede udkastet i 1930'erne (Bernsen og Ulbæk 1992). I det hele taget genkender de kognitive psykologer mange af deres nutidige problemstillinger fra tiden før og under (i Europa) behaviorismens dominans. På den anden side er der sket mange væsentlige videnskabelige begivenheder, og flere er undervejs, men en egentlig revolution er der næppe tale om.

Den anvendte forskning i menneske-maskine og menneske-computer interaktion er et friskt eksempel på overdreven optimisme inden for kognitionsforskningen. Og det er ikke det første eksempel. Tænk bare på de vilde påstande fra de tidlige forskere i kunstig intelligens, på ophidselsen over ekspertsystemer i begyndelsen af 1980'erne, eller på den begejstring over neurale netværk, der endnu ikke helt har fundet sit naturlige leje. Det har været en udbredt antagelse, at menneske-computer interaktion som anvendt videnskab havde sit videnskabelige fundament i den kognitive psykologi. Men fundamentet holder ikke. Dels er det alt for spinkelt, eftersom menneske-computer interaktion drejer sig om adfærd hos komplette kognitive systemer (nemlig brugere) som langt fra kan modelleres i dag; og dels har man genopdaget den historiske lektie, at anvendt videnskab ikke består i simpel deduktion fra videnskabelige grundsætninger. Forskningen drejer sig nu hen imod at tage studiet af faktisk systemdesign som udgangspunkt for en nyorientering (Carroll 1991, Barnard et al. 1992).

Skepsis og modstand fra traditionel disciplinær forskning er en faktor, man stadig må regne med. Et friskt eksempel er diskussionen i *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 kognitionsforskning.

Men frem for alt savner kognitionsforskningen stadig et fælles *teoretisk* fundament. Man har talrige modeller inden for snart sagt alle kognitive domæner, inklusive modeller af emotioner eller "følelser". Man har frugt-bare paradigmekonflikter. Man har implementerede bud på generelle kognitive arkitekturer. Man har et forskningsprogram. Men man har ikke et fælles teoretisk grundlag for det alt sammen; et grundlag, hvori centrale ideer fra de to paradigmer, og fra kernedisciplinerne, konvergerer i et sådant omfang, at den videre forskning kan orientere sig inden for det.

8. 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 absolute grænser at øjne for en realisering af forskningsprogrammet. Men der kan være 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. 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 sine fundamentale spørgsmål eller love hurtigt at etablere et fælles teoretisk grundlag. Hvordan man end forsøger at angribe kognition videnskabeligt støder man på den modstand, der består i massiv empirisk under-determination af teorier og mere ambitiøse modeller. Menneskehjernen er et uhyre kompliceret system som det har taget naturen mange millioner år at konstruere. Selv om kognitionsforskningens program er rigtigt og gennemførligt, kan dette systems rekonstruktion tage mange år endnu at gennemføre.

Referencer

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* (to appear 1992).

Bernsen, N.O.: Descartes og kognitionsforskningens program. *Philosophia* 21. Årgang No. 1-2, September 1992, pp. 81-93.

Bernsen, N.O., Granström, B., Giachin, E., Klein, E., Mariani, J., Nooteboom, 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.

Bernsen, N.O.: Systematicity in the vision to language "chain". In Hookway, C. and Peterson, D. (Eds.): *Philosophy and the Cognitive Sciences*. Cambridge University Press 1993 (to appear).

Bernsen, N.O. and Ulbæk, I. (1992a): *Naturlig og Kunstig Intelligens. Introduktion til Kognitionsforskning*. København: Nyt Nordisk Forlag 1992.

Bernsen, N.O. and Ulbæk, I. (1992b): 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 pp. 25-30.

Carroll, J.M. (Ed.): *Designing Interaction*. Cambridge: Cambridge University Press 1991.

Kuhn, T.: *The structure of Scientific Revolutions*. 2nd ed. Chicago: University of Chicago Press 1970.

Larsen, L.B., Brøndsted, T., Dybkjær, H., Dybkjær, L., Music, B., Povlsen, C., Bernsen, N.O., and Ravnholt, O.: *Spoken Language Dialogue Systems. A Survey of the State-of-the-Art* Report 1.1 from the project: Spoken Language Dialogue Systems. STC, Aalborg University, CLT, Copenhagen University and CCI, Risø National Laboratory and Roskilde University, september 1992.

Masterman, M.: The nature of a paradigm. I Lakatos, I. og Musgrave, A. (Eds.): *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press 1970.

Posner, M.I. (Ed.): *Foundations of Cognitive Science*. Cambridge MA: MIT Press 1989.

Smolensky, P., Legendre, G. and Miyata, Y.: Principles for an Integrated Connectionist/Symbolic Theory of Higher Cognition. *Report 92-08, Institute for Cognitive Science, University of Colorado at Boulder*. July 2, 1992.