

Artificial Intelligence og ekspertsystemer

Af Klavs Hornum*)

Indenfor de seneste to årtier er der opstået en ny, selvstændig forskningsdisciplin, der vinder større og større udbredelse. Disciplinen kaldes »Artificial Intelligence« eller på dansk, »Kunstig Intelligens«.

Som navnet antyder drejer det sig om at etablere computerbaserede systemer, der er i stand til at optræde intelligent.

Disciplinen har forskere indenfor vidt forskellige dele af de mere traditionelle forskningsområder, f.eks. biologi, datalogi og lingvistik.

Det er især indenfor den heuristiske programmering, man i dag har opnået de mest lovende resultater. Ved heuristisk programmering søger man at reproducere den menneskelige beslutningsproces i simplificerede computerprogrammer.

Inden en nærmere redegørelse for de opnåede resultater skal det nævnes, at realia fortsat ligger langt fra de opstillede mål. Samtidig skal det også fremhæves, at især japanske forskere arbejder på højtryk for at nå den kunstige intelligens først i 1990'erne.

Et væsentligt problem i forbindelse med AI har været, at de intuitive processer, der foregår i en naturlig adfærd, skal foregå med utrolig stor hastighed i computeren, hvis den skal handle rationelt, og i det hele taget optræde »intelligent«. De eksisterende computere, de såkaldte 4. generations computere, er i den sammenhæng for langsomme. 5. generations computere er imidlertid en realitet i dag. Dels indeholder disse meget kraftige CPU-enheder, dels er disse enheder fremstillet på basis af gallium-arsenid, hvilket sætter dem i stand til at behandle data 5-10 gange hurtigere end de hidtil kendte. De er bl.a. i stand til at foretage op til 1 mia. beregninger pr. sekund.

Samtidig med, at disse mere tekniske bestanddele nu tillader en langt hurtigere databehandling, forskes der med en parallelforbinding af processorerne, der tillader computeren at afsøge flere »grene« på én gang, hvorved gennemløbstiden yderligere vil blive reduceret. Igen er det især de japanske forskere, der er længst fremme.

*) Stud. merc. Artiklen modtaget marts, 1986.

Artificial Intelligence og ekspertsystemer

Af Klavs Hornum*)

Indenfor de seneste to årtier er der opstået en ny, selvstændig forskningsdisciplin, der vinder større og større udbredelse. Disciplinen kaldes »Artificial Intelligence« eller på dansk, »Kunstig Intelligens«.

Som navnet antyder drejer det sig om at etablere computerbaserede systemer, der er i stand til at optræde intelligent.

Disciplinen har forskere indenfor vidt forskellige dele af de mere traditionelle forskningsområder, f.eks. biologi, datalogi og lingvistik.

Det er især indenfor den heuristiske programmering, man i dag har opnået de mest lovende resultater. Ved heuristisk programmering søger man at reproducere den menneskelige beslutningsproces i simplificerede computerprogrammer.

Inden en nærmere redegørelse for de opnåede resultater skal det nævnes, at realia fortsat ligger langt fra de opstillede mål. Samtidig skal det også fremhæves, at især japanske forskere arbejder på højtryk for at nå den kunstige intelligens først i 1990'erne.

Et væsentligt problem i forbindelse med AI har været, at de intuitive processer, der foregår i en naturlig adfærd, skal foregå med utrolig stor hastighed i computeren, hvis den skal handle rationelt, og i det hele taget optræde »intelligent«. De eksisterende computere, de såkaldte 4. generations computere, er i den sammenhæng for langsomme. 5. generations computere er imidlertid en realitet i dag. Dels indeholder disse meget kraftige CPU-enheder, dels er disse enheder fremstillet på basis af gallium-arsenid, hvilket sætter dem i stand til at behandle data 5-10 gange hurtigere end de hidtil kendte. De er bl.a. i stand til at foretage op til 1 mia. beregninger pr. sekund.

Samtidig med, at disse mere tekniske bestanddele nu tillader en langt hurtigere databehandling, forskes der med en parallelforbinding af processorerne, der tillader computeren at afsøge flere »grene« på én gang, hvorved gennemløbstiden yderligere vil blive reduceret. Igen er det især de japanske forskere, der er længst fremme.

*) Stud. merc. Artiklen modtaget marts, 1986.

Hardware-siden er således i dag i stand til at arbejde med høje hastigheder og store datamængder. Lidt mere problematisk stiller det sig imidlertid med software. Målet er dels udvikling af systemer til automatiske metoder til problemløsning (de såkaldte ekspertsystemer) dels til forståelse og oversættelse af naturlige sprog.

Med hensyn til ekspertsystemer vil disse blive behandlet nedenfor, hvorfor her kun skal fremhæves de problemer, der er med etablering af »naturligt« sprog.

Målet er at sætte systemet i stand til at kommunikere med brugeren på brugerens præmisser, hvad angår sprog – den såkaldte Intelligent-Man-Machine-Interface (IMMI). Systemet skal være i stand til at forstå det talte sprog (evt. på et formaliseret niveau) og kunne give sine resultater til kende på en for brugeren forståelig måde. Han skal ikke nødvendigvis have særlige programmeringskundskaber.

Hovedproblemet med sprog er imidlertid, at det er yderst vanskeligt at strukturere og formalisere, når det samtidig skal forblive »forståeligt« for enhver. Generelt ligger problemet indenfor en eller flere af tre områder: *Syntaks – Semantik – Ambivalens*.

Hvordan sætter man computeren i stand til at skelne, om brugeren f.eks. anvender ordet »fyr« i den ene eller anden betydning? – Ordet har en række betydninger:

- en ung mand
- et træ
- bydemåde af »at fyre«
- et ildsted

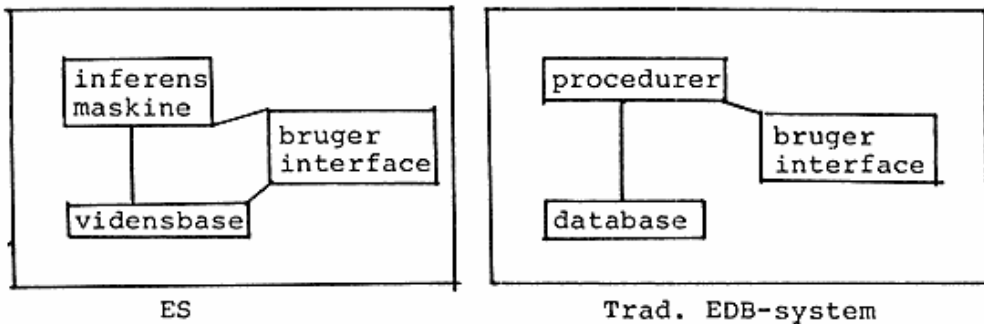
Det er selvklart, at den rette betydning er essentiel for den rette behandling og det rette resultat. Tilsvarende betragtninger gør sig gældende for syntaktiske og semantiske problemer.

Ekspertsystemer

Dér, hvor man i dag er nået længst indenfor AI, er så udpræget indenfor udviklingen af ekspertsystemer (ES). Et ES er, som ordet siger, et datamatisk system, der opfører sig som en menneskelig ekspert indenfor et specifikt område. ES adskiller sig på en række punkter væsentligt fra de traditionelle databehandlingssystemer.

Et ES er sammensat af tre hovedkomponenter, jvf. fig. 1, der er vidt forskellige fra komponenterne i et traditionelt EDB-system.

Figur 1: Ekspertsystemer og traditionelt EDB-system.



Ideen ligger gemt i ES's eksplicitte repræsentation af viden og den måde, denne viden anvendes på. Dels er der repræsenteret viden i den såkaldte vidensbase, der skal opfattes som et videre begreb end de traditionelle databaser, dels fungerer inferensmaskinen v.h.a. viden – nemlig viden om anvendelsen af viden.

Nedenstående vil være en gennemgang af komponenterne i et ES.

Vidensbasen

Problemerne omkring etablering af vidensbaser koncentrerer sig om tre centrale områder:

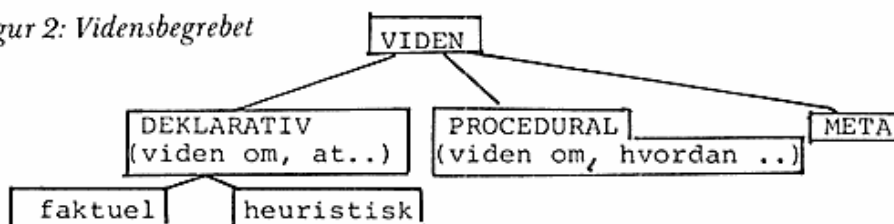
- 1) At uddrage den »rigtige« viden
- 2) At repræsentere viden
- 3) Valg af ræsoneringsmetode

De enkelte områder vil blive gennemgået nedenfor, men det skal allerede nu nævnes, at den i fig. 1 omtalte inferensmaskine skal opfattes som en del af vidensbasen, men vel at mærke en uafhængig/selvstændig del, der sætter systemet i stand til at trække på sin vidensbase og kombinere/ræsonere sig frem til løsningsforslag.

1) Vidensekstrahering

Viden er mange ting, men en grov inddeling splitter vidensbegrebet op i de i fig. 2 nævnte elementer.

Figur 2: Vidensbegrebet



I forbindelse med vidensuddragelse til et ES er det naturligvis nødvendigt, at denne proces foretages i samarbejde med menneskelige eksperter indenfor det pågældende fagområde. Og dermed er der også skabt risiko for konflikter/misforståelser mellem programmør (i AI-terminologi: knowledge engineer) og ekspert. Den største fordel ved ES, og samtidig det mest problematiske, er indholdet af heuristisk viden. Ofte er det tilsyneladende således, at eksperter ikke altid ved, hvorfor de træffer et givet valg i en given situation. Disse »tommefinger-regler« er selvfølgelig langt vanskeligere at uddrage (og repræsentere) end den eksakte viden, der f.eks. kan hentes i lærebøger, opslagsværker etc. En række forskellige teknikker er blevet anvendt for at reducere problemet. F.eks. har Kowalski og Tyrcha⁶ tilladt en vis usikkerhed, i erkendelse af, at det indenfor visse områder kan være svært at få sikker viden. Eksperterne fik derfor lov til at komme med deres formodninger om visse sammenhænge. Noget tilsvarende bliver i øvrigt anvendt af bl.a. H. Penny Nii⁷, der er ekspert indenfor heuristisk programmering.

2) Vidensrepræsentation

Et er at ekstrahere den rette viden, noget andet at få denne viden indlagt i vidensbasen. Der eksisterer en række teknikker til vidensrepræsentation, der vil blive gennemgået nedenfor, men inden, er det på sin plads at slå fast, at disse teknikker ikke er anvendelige indenfor alle problemspecifikke områder. Det er derfor essentielt, at den rette teknik vælges til repræsentation af specifik viden. Et andet problem, der opstår, drejer sig om »samkøring« af systemer. Hvordan sætter man to systemer i stand til at kommunikere sammen, hvis f.eks. en vidensbase ikke kan rumme et områdes viden i en base (det kunne f.eks. tænkes, at den heuristiske viden nødvendigvis måtte repræsenteres ved en anden teknik, end den faktuelle)?

Forskningen har her delt sig i to retninger. Een, hvor der forsøges etableret en slags standardmetode til vidensrepræsentation – en metode, der vil kunne kapere alle specifikke fagområder. Den anden, og mere søgte retning, gør mod udviklingen af et kommunikationssystem, der sætter to systemer i stand til at interagere på trods af forskellige repræsentationsteknikker.

At benyttede teknikker kan nævnes:

- logik
- produktionsregler
- frames
- semantisk net
- procedurer

(kilde 3 og 5)

Det er ikke formålet her at gennemgå disse teknikker i detaljer, men jeg vil kort fremhæve de væsentligste fordele og ulemper ved de mest benyttede teknikker, nemlig de 3 førstnævnte.

Ved at repræsentere viden v.h.a. *logiske regler* arbejdes med en vel-defineret syntaks og semantik, en præcis notation og et relativt simpelt begrebsapparat. Af ulemper kan nævnes de få muligheder, der er for strukturering af viden. Som navnet antyder benytter *produktionsregl-teknikken* sig af regler. Et ES's vidensbase vil ofte bestå af regler, hvorfor fordelene ved denne teknik er indlysende. Men igen gælder, at muligheden for en strukturering af viden er begrænset.

Endelig skal nævnes frames. Denne teknik er især velegnet, hvor der indgår taxanomi, men den har en ufuldstændig semantik.

Som nævnt, er valget af teknik vitalt – og afhængig af strukturen af det domænespecifikke område.

Inferensmaskinen

Navnet er måske en smule misvisende, idet der ikke er tale om en maskine i fysisk forstand.

En inferensmaskine er ES's ræsonerende komponent. Den indeholder viden om, hvordan den skal anvende de regler, procedurer etc., der er indlæst i vidensbasen til at skaffe de rette løsninger/svar.

For at få en forståelse af, hvorledes computeren er i stand til at ræsonere, kan det være en hjælp et øjeblik at se på, hvorledes den menneskelige ræsonering finder sted.

Simplificeret gælder, at ræsoneringsprocessen vil være en af to metoder:

DEDUKTION

- at bevæge sig fra det almene mod det specielle.
(backward-reasoning)

INDUKTION

- at bevæge sig fra det specielle mod det almene.
(forward-reasoning)

Brugen af binære søgetræs-strukturer er almen udbredt i forbindelse med inferens. Det er selvfølgelig bestemmende for inferensens virkemåde, hvilken vidensrepræsentationsteknik, der er valgt for vidensbasen. Af forskellige søgestrategier, der benyttes kan nævnes:

- Blindsøgning
- Heuristisk søgning

Ser vi nærmere på blindsøgning (det vil sige, systematisk afsøgning af søgetræet) findes der en række metoder: top-down, bottom-up, parallel, dybde-først, backtracking og look-ahead.

Det er netop i forbindelse med denne søgning, at den tidligere nævnte parallellforbinding (se s. 2) kan gå hen og reducere gennemløbstiden betydeligt. Den rette vej gennem systemet bestemmes selvfølgelig af de regler/procedurer systemet indeholder (f.eks. logiske regler).

MYCIN – Et ekspertsystem

Over halvdelen af de nuværende ES er af typen medicinske analyse-/klassificeringssystemer. Vel primært fordi, analyser (i dette tilfælde diagnosticeringer) er relativt simple at strukturere og opstille regler for i såvel vidensbase som inferensmaskine.

Et af de første, og mest kendte, ES blev udviklet på Stanford universitet. Det fik navnet MYCIN. Der er tale om et diagnosticeringssystem, der fungerer som ekspert indenfor blod- og meningitissygdomme. Som det fremgår af tabel 1 er MYCIN fortræffelig som diagnosestiller.

Tabel 1: MYCIN som ekspert.

	Rigtig diagnose (% af tilfælde)
Medicinske eksperter	80
MYCIN	78
Alm. læger	50
Medicinstuderende	25

Det turde fremgå, at de »almindelige« læger ville have stor glæde af et system som MYCIN. Og det er måske netop på dette område, ES i dag har deres mission – som ekspert/konsulent, der gør den »lille« til en »stor« ekspert.

Mange andre eksisterende ES kunne nævnes, også systemer, der ikke er medicinske diagnosticeringssystemer (disse udgør som nævnt ca. 50% af alle ES i dag), men det falder uden for denne gennemgangs område.

Istedet skal nævnes, at kommercialiseringen af ES allerede er godt i gang. Den typiske udviklingstid for et ES ligger på omkring 5 år med deraf følgende omkostninger og pris.

Tager man i stedet et udviklet system, og fjerner den specifikke viden står man med et tomt ES – en såkaldt »shell« – hvori kan indlægges en ny viden. Kravet er imidlertid, at den nye viden hidrører et fagområde, der kan struktureres ind efter den vidensrepræsentationsteknik, der er benyttet i det oprindelige system.

Og noget sådant finder større og større udbredelse. Til eksempel kan f.eks. nævnes MYCIN, der blev til EMYCIN (essentiel MYCIN), der blev til det nye ES kaldet SACON. SACON er en »ingeniørekspert« indenfor strukturanalyseproblemer. Udviklingen tog bare 6 måneder.

Konsekvenser

Det er vanskeligt at gisne om de konsekvenser, ES og AI får for fremtidens erhvervsvirksomheder.

Der er i dag en stor mængde litteratur om konsekvenserne af indførelse af EDB, beslutningsstøttende systemer o.m.a. for virksomheden i almindelighed og ledelses-/beslutningsprocessen i særdeleshed. Disse

erfaringer kan imidlertid ikke umiddelbart overføres til ES eller AI-systemer, som de kommer til at se ud engang. Dertil er forskellene for stor.

Det er jo oplagt at forestille sig disse nye systemer i en række forskellige stabsfunktioner, hvor rådgivnings- og analyseelementet er fremtrædende. Fordelene på såvel det taktiske som det strategiske ledelsesplan er oplagte. Tilsvarende på det operationelle plan, hvor ES eksempelvis kunne tænkes anvendt som styringsværktøj eller i robotteknologien.

Når det er sagt skal det også siges, at den komplekse hverdag, beslutningstageren befinder sig i idag ikke uden videre lader sig afbilde i et computersystem, det være sig så avanceret det være kan. Der må nødvendigvis etableres en viden omkring disse ting før de kan indlægges i et ES. Og det er stadig et stort og uløst problem indenfor det erhvervsøkonomiske område (tænk blot på teorier som kybernetik).

At anlægge en samfundsmæssig synsvinkel forenkler ikke konsekvensproblematikken, snarere tværtimod. Feigenbaum² er dog ikke i tvivl om AI-systemer og ES betydning for fremtidens informationsamfund. I fremtidens verden er viden lig magt (et synspunkt mange deler med ham) og han mener, det i den sidste ende drejer sig om intet mindre end verdensherredømmet (i en økonomisk forstand). Og han frygter, Japan løber af med »sejren«.

Det er altid uhyre vanskeligt at udtale sig om fremtiden, men det er min fulde overbevisning, at ES er kommet for at blive, og at AI-forskning indenfor ganske få år vil producere resultater, der ganske overgår fantasien.

Dansk forskning bør gå aktivt ind i arbejdet med AI og ES. Der finder idag spredt forskning sted, men tiden må være kommet, hvor indsatsen koncentrerer.

Anvendt og supplerende litteratur:

1. »Problem-solving Methods in AI«. Nilson, Nils. USA 1971.
2. »The Fifth Generation«. Feigenbaum, E. A. USA 1983.
3. »AI – Eine Einführung«. Retti, J. o.a. Stuttgart 1984.
4. »SUGGEST – Microcomputer system to improve knowledge bases«. Kowalski og Tyrcha. Abstract fra international workshop i Zürich 1985 om AI.
5. »Introductory Readings in Expert Systems«. Michie, Donald. GB 1984.

erfaringer kan imidlertid ikke umiddelbart overføres til ES eller AI-systemer, som de kommer til at se ud engang. Dertil er forskellene for stor.

Det er jo oplagt at forestille sig disse nye systemer i en række forskellige stabsfunktioner, hvor rådgivnings- og analyseelementet er fremtrædende. Fordelene på såvel det taktiske som det strategiske ledelsesplan er oplagte. Tilsvarende på det operationelle plan, hvor ES eksempelvis kunne tænkes anvendt som styringsværktøj eller i robotteknologien.

Når det er sagt skal det også siges, at den komplekse hverdag, beslutningstageren befinder sig i idag ikke uden videre lader sig afbilde i et computersystem, det være sig så avanceret det være kan. Der må nødvendigvis etableres en viden omkring disse ting før de kan indlægges i et ES. Og det er stadig et stort og uløst problem indenfor det erhvervsøkonomiske område (tænk blot på teorier som kybernetik).

At anlægge en samfundsmæssig synsvinkel forenkler ikke konsekvensproblematikken, snarere tværtimod. Feigenbaum² er dog ikke i tvivl om AI-systemer og ES betydning for fremtidens informationsamfund. I fremtidens verden er viden lig magt (et synspunkt mange deler med ham) og han mener, det i den sidste ende drejer sig om intet mindre end verdensherredømmet (i en økonomisk forstand). Og han frygter, Japan løber af med »sejren«.

Det er altid uhyre vanskeligt at udtale sig om fremtiden, men det er min fulde overbevisning, at ES er kommet for at blive, og at AI-forskning indenfor ganske få år vil producere resultater, der ganske overgår fantasien.

Dansk forskning bør gå aktivt ind i arbejdet med AI og ES. Der finder idag spredt forskning sted, men tiden må være kommet, hvor indsatsen koncentrerer.

Anvendt og supplerende litteratur:

1. »Problem-solving Methods in AI«. Nilson, Nils. USA 1971.
2. »The Fifth Generation«. Feigenbaum, E. A. USA 1983.
3. »AI – Eine Einführung«. Retti, J. o.a. Stuttgart 1984.
4. »SUGGEST – Microcomputer system to improve knowledge bases«. Kowalski og Tyrcha. Abstract fra international workshop i Zürich 1985 om AI.
5. »Introductory Readings in Expert Systems«. Michie, Donald. GB 1984.