

Datamaskinen som menneskets *nye spill*

Kunstig intelligens og en ny bevissthet?

Av Steinar Thorvaldsen, professor, Universitet i Tromsø

1. IKT – et kraftig potensiale

Mange av oss spiller og leker med datamaskiner. I boka *The Second Self* hevder psykologen og sosiologen Sherry Turkle at datamaskinen nå mer og mer fungerer som menneskets *nye spill*. Før var det kjæledyr eller husdyr som hadde denne rollen. Spillet gir oss en viktig del av våre referanser og selvforståelse.

Informasjons- og kommunikasjonsteknologien (IKT) ser ut til å ha et kraftig potensiale – et potensiale som ligger opptil mye av det som vi trodde var reservert for mennesket. Den kan hjelpe oss å søke etter informasjon fra hele verden. Å spille mot den kan også være morsomt. Den kan også kjøre bil et godt stykke, også på ikke-oppmerkede veier. Kan vi snart stole på at maskiner kan hjelpe oss å ta vanskelige avgjørelser på samme måte som vi allerede stoler på maskinene når vi bestiller reiser eller skal kommunisere over lange avstander?

Ettersom utviklingen av utstyret har gått fremover, har det oppstått ulike og motstridende holdninger om hva datamaskinen skulle kunne brukes til.

En holdning går ut på at datamaskiner er og blir dumme, lite fleksible og avhengige av mange eksperter for å fungere tilfredsstillende. Det henvises gjerne til maskinenes velfylte «tabbевote» (da.: bommertevote) og alle programsystemer som har «ligget nede» og til slutt måttet trekkes tilbake for kortere eller lengre periode.

Andre hevder at maskinens evne til å lære, tenke og skape kommer til å øke raskt slik at de i fremtiden vil kunne behandle de samme problemer som mennesket, med samme grad av sikkerhet. Få sider av menneskets intellekt vil dermed kunne holdes utenfor datamaskinenes rekkevidde.

Definisjoner er viktig for forståelse. Hvordan vi definerer «intelligens», «bevissthet» og det «å tenke», har mye å si for hvordan man skal beskrive om en datamaskin kan være smart eller i stand til å tenke. De fleste vil nok mene at en datamaskin eller et dataprogram ikke kan ha en «sjel» eller «personlighet», og heller ikke være «bevisst», siden den bare følger et gitt mengde regler og algoritmer som mennesker har skrevet inn. Andre mener derimot at hjernen egentlig også bare kan bestå av et sett med regler og instruksjoner for hvordan man tenker og resonnerer seg frem til løsninger.

Kunstig intelligens (KI) har vi studert i mange tiår, og lenge var det liten fremdrift i forskningen. Men i de siste årene har det skjedd en god del. Ulike typer spill er et yndet forskningsområde. «Deepmind» heter et selskap som publisert forskning på datasystemer som kan spille ulike typer spill, og samtidig lære å spille bedre underveis. Dette gjelder alt fra bordspillet «GO» til videospill og sjakk. Dagens sjakkprogrammer er så kraftige at de kan vinne over alle mennesker. Sjakkmeisteren Magnus Carlsen sier at han ofte trener mot slike sjakkprogrammer når han er alene, selv om han har liten sjanse for å



Fig.7 Magnus Carlsen ved Sjakkolympiaden 2016. Dagens sjakkprogrammer er så kraftige at de kan vinne over alle mennesker. Sjakkmeisteren Magnus Carlsen sier at han ofte trener mot slike sjakkprogrammer når han er alene, selv om han har liten sjanse for å vinne. – Foto © By Andreas Kontokanis from Piraeus, Greece - Carlsen Magnus, CC BY-SA 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=52473806>

vinne. I følge tankegangen bak slike spilleprogrammer kan menneskelig intelligens oppnås når en maskin kan lære å spille et veldig bredt spekter av spill og overføre forståelse på tvers av spillene. Vi snakker altså om KI som er i stand til å skape litt bedre KI-programmer, på veien til en form for superintelligens.

AlterEgo er et prosjekt ved et av de store amerikanske universitetene (MIT). Systemet søker å øke menneskelig intelligens og gjøre databehandling, Internett og KI til en naturlig forlengelse av brukerens egen tenkning. Det bærbare systemet leser elektriske impulser fra overflaten av huden i ansikt og nakke – uten faktisk tale eller stemme. Systemet er et eksperimentelt alternativ til måten vi i dag kommuniserer med datamaskiner. -->s.8

ORIGO

Vi vet ikke hvordan slike prosjekter vil ende. Men det snakkes høyt om å skape en ny virtuell virkelighet, inklusive en «digital teologi», der man også kan «laste opp» hjernen fra et menneske til en datamaskin. Mye av dette er rene spekulasjoner.

Før vi tar fatt på analysen av datamaskinens muligheter og begrensninger som informasjonsbærer, trenger vi å definere nærmere hva vi mener med en datamaskin – og hva vi mener om oss selv i denne sammenheng.

1.1 Hva er en datamaskin?

En datamaskin kan betraktes som bestående av to hoveddeler: Den har elektronisk *hardware* som gjør det mulig å behandle symbolske koder (*software*). *Hardware* (maskinvare) er det som maskinen er bygget opp av: mikroprosessorer, ledninger, tastatur, nettverk og slikt. *Software* (programvare) er programmer som er lagret i datamaskinen. Grunnfunksjonene i datamaskinen er å lagre, hente frem, addere og å sammenlikne tall. Disse funksjonene er alltid lagt inn i maskinens *hardware*.

Datamaskinen kjører kun regelbaserte programmer. I 1966 viste C. Bøhm og G. Jacopini formelt at alle problemer som lar seg løse ved hjelp av datamaskin, kan løses ved bruk av tre begreper⁵:

- sekvens (begin ... end, tilordning, input, output)
- valg (if ... then ... else ...)
- iterasjon [gjentakelse] (while ... do ...)

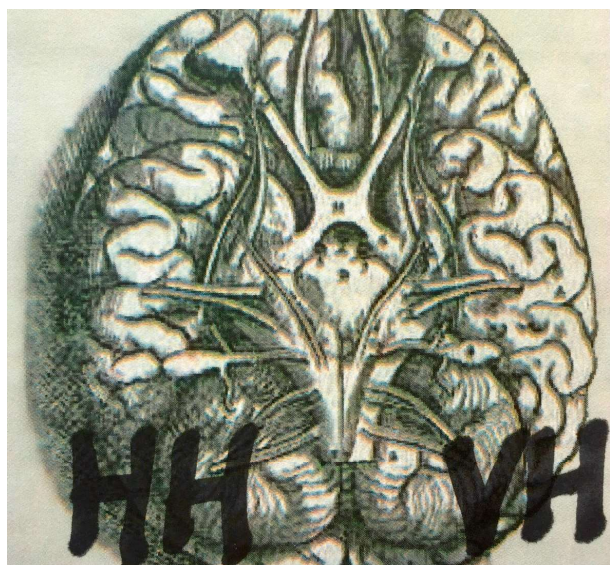


Fig.8.1 Hjernene er ikke direkte å likne med en datamaskin, men kanskje mer som et stort «fellesskap» sammenkoblet med et selv-regulerende nettverk. Illu.: Andreas Vesalius' *Fabrica*, fra 1543, viser det nederste av den menneskelige hjerne set nedefra. © Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=750131> med vor tilføyelse.

1.2 Hva er da et menneske?

Dette er et av de dyper spørsmål vi kan stille oss, og sprenger vel egentlig grensene for en teknisk tilnærming. Men la oss for helhetens skyld gi noen stikkord fra vår nåværende viten om oss selv.

Allerede fra fødselen av er mennesket utstyrt med en god samling «programvare» som kontrollerer hjerteaktivitet, pusting (da.: åndedræt), næringsopptak osv. Det finnes også pro-

grammer som gjør at barnet vil utforske verden, lære å gå, leke osv. Nye programmer for dette utvikles etter hvert i stort tempo.

Ingen har vel ennå forståelsen av om disse programmene er lagret biokjemisk, elektrisk eller på annen måte i hjernens enorme nettverk bestående av rundt 10 milliarder nerveceller (nevroner). Vi vet ikke om sentralnervesystemet fungerer digitalt (som datamaskinen) eller ikke. Det eneste vi vet med sikkerhet, er at programmene utvikles i selve hjernen og lagres der. Etter hvert gjør de oss i stand til å kjenne igjen ting, snakke, skrive, lese, regne og kanskje også skape kunst, musikk og programmere datamaskiner.

Den menneskelige hjerne består av to halvdelene kalt høyre hemisfære (HH) og venstre hemisfære (VH). HH og VH er spesialisert mot ulike typer tenkning og funksjoner. Hos de høyrehendte, og også hos de fleste venstrehendte, er VH spesialisert for logikk, numerisk tenkning og språk. I HH har vi spesialisering for bearbeiding av bilder, romlige forhold og intuisjon. Hos et barn som mister den ene hemisfæren, kan den andre i stor grad overta alle funksjoner.

Slik sett er hjernen ikke direkte å likne med en datamaskin, men kanskje mer som et stort «fellesskap» sammenkoblet med et selv-regulerende nettverk. Måten den er organisert på, virker ulik de elektroniske datamaskiner. Alt biologisk liv er dessuten selv-reparerende, selv-reproduserende og kan leve på mange typer energi. Mennesket er også helt avhengig av vekselvirkning med sitt bestemte miljø både før og etter fødselen, og er dermed fra starten av et produkt av både arv og miljø.



Fig.8.2 Menneskehjernen utvikles i et forrygende tempo.

Allerede fra fødselen av er mennesket utstyrt med en god samling «programvare» som gjør at barnet vil utforske verden, lære å gå, leke osv. Etter hvert gjør det oss i stand

til å kjenne igjen ting, snakke, skrive, lese, regne og kanskje også skape kunst, musikk og programmere datamaskiner. Foto: Aron Mellow, Unsplash.com



Fig.8.3 Om konstant at tage temperaturen.

Den opståede mål-hele-tiden-hvordan-jeg-har-det-kultur har måske medført den forsnævrede opfattelse at alt i menneskelivet, inkl. vores tænkning, vores fantasi, vores

kreativitet, kan vejes & måles, smidets på formel, overføres til IT-systemer – og i sidste ende til en robot-efterligning af mennesket via kunstig intelligens (KI). Foto: rawpixel, Unsplash.com

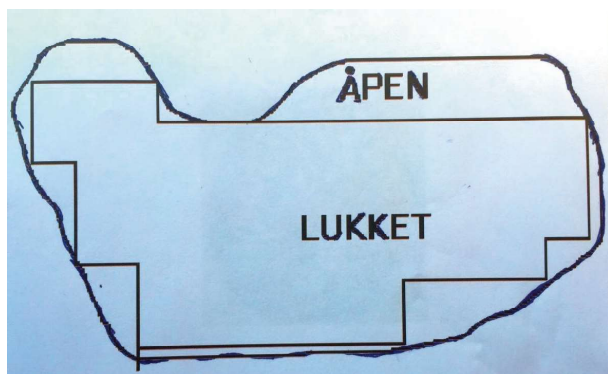


Fig.9.1 Logiske begrensninger på bruk av datamaskine. Et problem består ofte av både en åpen og en lukket del. Datamaskinen krever et lukket og presist språk. Slik har vi en prinsipiell grense for hva datamaskinen kan overta. Å prøve å behandle en åpen situasjon med KI alene, har vi ingen mulighet til å lykkes med. Det blir som å trekke en tvangstrøye over seg.

1.3 Hva er intelligens?

Som begrep defineres intelligens meget forskjellig. Definisjonen kan spenne fra «evnen til å kombinere fakta slik at de kan gi løsning på et problem» til «evnen til hensiktsmessig tilpasning til nye situasjoner». Psykologer hevder gjerne at intelligensen har visse kjennetegn, som forestillingsrikdom, konsentrasjonsevne og oppfinnsomhet. Man har altså ennå på langt nær kommet frem til en presis definisjon av ordet.

Er f.eks. menneskets syn, smak og hørsel en del av intelligensen, eller blir disse sansene bare intelligent brukt?

Grunnet uklarhet om begrepet intelligens, så finnes det heller ingen grunnleggende enighet om hva fagfeltet «intelligens på datamaskin» (KI) går ut på, og hva man vil frem til.

På den ene side har vi de som mener at mennesket aldri vil komme frem til en enhetlig teori om intelligens og KI. Videre arbeid må da skje ut fra mer eller mindre adskilte enkeltprosjekter som de spillene vi allerede har nevnt.

Andre igjen leter etter generelle og altomfattende rammer for KI som kan innpasse alt vi vet om intelligens.

KI-forskeren Douglas R. Hofstadter mener at noe av hemmeligheten ved menneskets intelligens ligger i evnen til å operere på flere nivåer samtidig. Dette gjelder både våre sanser og vår tenkning. Vi ser både skogen og det enkelte tre på samme tid. Synsfeltet konsentrerer seg på detaljene, men følger med i helheten. Denne evnen til å tenke i flere nivåer gjør også at vi kan takle paradokser og være kreative.

2. Begrensninger for datateknologien

Det finnes flere barrierer som KI stadig arbeider innenfor. Disse begrensningene ser ikke ut til å være gitt en gang for alle, men er heller grensefeltet som teknologien og programutviklingen stadig flytter eller kan flytte. Men grensene er der og definerer hva som på et gitt tidspunkt ligger innenfor, og hva som er utenfor datamaskinens domene. La oss se på noen av disse grensefeltene:

2.1 Logiske begrensninger

For å kunne bruke datamaskinen i en bestemt sammenheng, må vi først lage en strukturert oppskrift (algoritme) for denne bruken. Slik kan en datamaskin bare brukes til oppgaver og

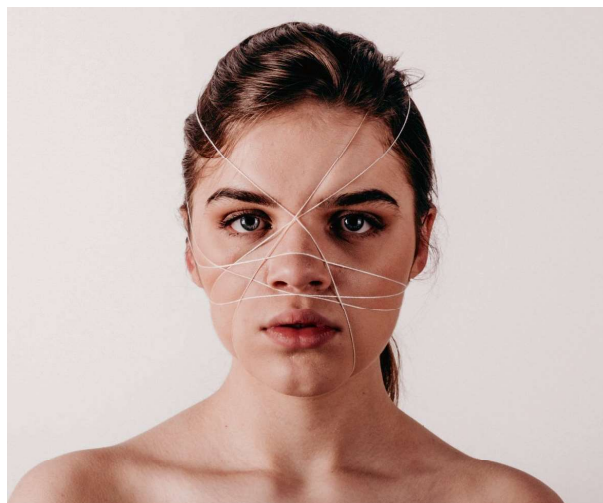


Fig.9.2 Moderne spændetrøje. Er vi godt i gang med en forsøvsprosessen over for mennesket, i vores forsøg på at digitalisere hele tilværelsen? Foto: Noah Buscher, Unsplash.com

aktiviteter som er formaliserbare. I boka *Hva datamaskiner ikke kan*, deler forfatterne naturlige problemer og oppgaver inn i en ÅPEN og en LUKKET del². Bare den lukkede delen vil kunne struktureres til en formell beskrivelse.

I våre samfunn er mange aktiviteter blitt formalisert lenge før datamaskinen ble oppfunnet. Vi kan tenke på regnskapsføring, arkivering og tekstbehandling. Her har IKT kommet til et ferdigdekket bord, og anvendelsene har da også kommet raskt.

Hvor skillet mellom det åpne og det lukkede skal legges, er langt fra klart. Her er det en flytende grense. Men datamaskinen programmeres i og krever et lukket og presist språk. Slik får vi en grov prinsipiell grense for hva datamaskinen kan overta. Å prøve å behandle en åpen situasjon med KI alene, har vi ingen mulighet til å lykkes med. Det blir som å trekke en tvangstrøye over seg. Derimot kan det være av nytte å behandle en lukket delmengde av hele situasjonen.

Ettersom kunnskapene øker og formaliseringen av samfunnsoppgavene blir sterkere, skulle man tro at mer og mer ville ligge til rette for bruk av IKT. Rasjonalisering vil ofte kreve formalisering. Dette er nok også riktig.

Men er ikke den menneskelige hjerne også et «formelt logisk system» og dermed underlagt de samme logiske begrensninger som en datamaskin? Dette vet vi vel ennå ikke særlig mye om, men sikkert er det at menneskets kreativitet, intuisjon og språk er noe som forundrer oss til stadighet.

2.2 Programmeringsmessige begrensninger

Selv om maskinvaren er meget komplisert, så er det programvaren som er mest kompleks og koster mest å utvikle. Det legges da også ned enorm arbeidsinnsats fra store programmeringsteam i å utvikle god og effektiv programvare til å takle formaliserte oppgaver. Store programsystemer er noe av det mest kompliserte mennesker har laget.

Utviklingskostnadene til et programprodukt er sterkt økende med programmets kompleksitet. Et stort system (100 000 programlinjer) kan være nærmere 100 ganger så dyrt som et lite system (10 000 programlinjer). Når virkelig store programsystemer skal utvikles, må vi være klar over denne eksplosjonsartede økning av arbeidstimer. -->s.10

ORIGO

Brukere av IT kjenner også godt til at praktisk talt alle programsystemer i bruk har sine feil og mangler. Når et system er kommet i så mange versjoner at det er feilfritt, er det ofte allerede foreldet.

3. Datamaskinen som ekspert

IKT's inngripen i de akademiske yrker kommer sannsynligvis til å merkes like sterkt som inngrepene i arbeidet til de faglærte og halvfaglærte. Essensen i et akademisk yrke er informasjonsformidling, og her vil IKT komme inn som et naturlig hjelpemiddel.

Regnskapsførsel var noe av det første som ble overtatt av data-systemer. Grunnlaget for en slik anvendelse var det formaliseringsgrunnlag all økonomisk virksomhet fra før av fungerte på. Eiendom, varer og gjeld var representert ved navn og pengebeløp.

Tanken om å bruke datamaskinen som *lærer* kom også tidlig. Læremaskiner eller DSL (DataStøttet Læring) ble utprøvd med betydelig innsats rundt 1960. Men eksperimentet, som bygget på B.F. Skinners psykologi og ikke i særlig grad på lærernes erfaring, falt mislykket ut. Utgangspunktet hadde vært forenklete og feilaktige prinsipper om hva som var god undervisning. Å stadig forholde seg til en bestemt maskin gjennom flere år, blir jo fort problematisk og tørt for en tenåring.

Å bringe datamaskinen inn i undervisningen er et mål som har vært temmelig vanskelig å nå. Utviklingen av pedagogisk programvare gjøres nå under forutsetningen av at dette skal fungere som hjelpemiddel (og ikke erstatning) for læreren. Programmene er svært varierte i opplegg og innhold. Programmenes læringsverdi øker jo bedre de settes inn i en faglig ramme. Til forskjell fra film og bøker er slike systemer interaktive og reagerer på signaler fra brukeren. Konsekvensene av de valg



Fig.10 "God morgen! Jeg er den nye overlegen. Vær vennlig å tast inn hvordan det står til med Dem i dag!" (Tegning: Carsten Gitt). – Denne vittighet kræver næsten en dansk kommentar. Nu hvor vi i sygehusvæsenet skal slås med "næste-ekspersystemer", ville det være smart om beslutningstagerne ville gøre sig følgende vigtige budskab klart fra denne artikel: Svarene på selv enkle spørgsmål i en konsultation er ofte åbne. Det er ikke bare selve svaret som er interessant. Også måden hvorpå der svares, indeholder vigtig information. Overdriver patienten sine symptomer? bagatelliserer han? skjuler han noget? er der nervøsitet med i billedet? Lægen som ekspert udøver skøn i denne situation. Det kan en maskine næppe. Og derfor kan lægesekretæren ikke undværes. red.: kb

som gjøres, kommer på skjermen. Dette gir en meget realistisk opplæringsituasjon. Mange knytter forhåpninger om store pedagogiske gevinster til slike systemer. Andre er mer skeptiske.

Slike undervisningssystemer vil kunne brukes på faglig forsvarelig måte innen det vi har kalt formaliserbare situasjoner. Datamaskinen kan også brukes i åpne situasjoner som språk-undervisning. Forutsetningen er da at den åpne delen kan ignoreres og tas opp i andre sammenhenger enn direkte på skjermen.

I sin bok *Computer Power and Human Reason* forteller professor Joseph Weizenbaum at han under en diskusjon med en kollega ble utfordret med spørsmålet: «Hva er det en *dommer* vet som vi ikke kan fortelle en datamaskin?» Svaret den andre ga, var «ingenting». Kan det altså tenkes at en rettsak med avgjøring av skyldspørsmål og straffeutmåling kan formaliseres?

Bevisførsel i juridisk sammenheng må, slik praksis er i vår rettspleie, karakteriseres som en åpen situasjon. Det er ikke snakk om rent formelle beviser, men om vurdering av et utall av mulige og umulige situasjoner. Straffeutmåling er også en åpen vurdering, selv om dette er noe mer ryddig i og med at rammebetingelsene er gitt i lovtekstene. Å ville innføre et data-system som dommer måtte altså gjøres ved å ignorere den åpne del av situasjonen. Dette ville bety en innsnevring av virkelighetsforståelsen som det vil bli vanskelig å få både jurister og politikere med på, unntatt i krisesituasjoner. Alle akademiske fag ønsker jo å bevege seg i motsatt retning, nemlig mot økende innsikt og større virkelighetskontakt.

En annen måte IKT kan brukes på av jurister, er til å lagre og holde oversikt over diverse lovttekster og forskrifter. Oversikter over tidligere dommer kan også kobles inn på systemet og slik bli en effektiv hjelp i saksforberedelsene. Slike systemer er allerede utviklet.

Leggekonsultasjon

Man har også forsøkt å få en datamaskin til å stille spørsmål og hente svar på de vanlige innledningsspørsmålene ved en leggekonsultasjon. Disse systemene har imidlertid ennå ikke fått noe særlig gjennomslag. Selv denne enkle spørsmålsrunden er åpen. Det er ikke bare opplysningene i svaret som interesserer legene. Hvordan svarene ble gitt formidler også viktige fakta. Var det en klient som f.eks. så ut til å overdrive symptomene? bagatellisere? skjule? Var det nervøsitet inn i bildet? Legen må utøve skjønn i slike situasjoner.

I medisinen er det utviklet flere andre og større diagnosesystemer. Hvilken utbredelse de vil få, gjenstår å se.

Ekspertsystemer

Slike ekspertsystemer er altså bygget opp omkring store mengder fakta knyttet til et bestemt område for menneskelig ekspertise. I tillegg innebygges også regler for tolkning av fakta og fremstilling av konklusjoner. Slik har man «tappet» ekspertens kunnskaper over i systemet. I hva for grad man lykkes med et ekspertsystem, vil være avhengig av hvor flink man har vært til å formalisere, og om man har klart å skille åpne og lukkede deler fra hverandre. Har man presset åpne deler inn i maskinens lukkede ramme? Selvfølgelig kan det tenkes krisepregede situasjoner hvor f. eks. et lukket og begrenset legesystem vil

være å foretrekke fremfor intet system eller en håndbok i medisin.

Vi må ikke forveksle intelligens og ekspertise med å ha blitt intelligent *laget*. En maur [da.: myre] er ikke intelligent, men den er mye mer fleksibelt laget enn noen robot mennesket til nå har produsert. Slik sett arbeider ikke ekspertsystemer på ekspertnivå, men på «*biblioteksnivå*». Vel og merke et bibliotek som oppdateres. En ekspert benytter ikke oppslag og regler, men assosierer situasjoner ut fra sin tidligere erfaring, og handler etter en nokså kompleks tolkning av totalsituasjonen, inklusive konteksten.

4. Kunstig intelligens?

Vil fremtidens datamaskiner kunne tenke? Får vi snart maskiner med «menneskets fornuft» som bl.a. er i stand til å lære?

Blant forskerne, også de innenfor kunstig intelligens (KI), er de fleste skeptiske. Med den teknologi vi i dag ser for oss kommer vi ikke i nærheten av intelligens. Etter manges skjønn må det grunnleggende nye oppdagelser til for å løse problemet, men muligheten kan ikke utelukkes. I dag snakkes det derfor mer om kunnskapsprosessering, kunnskapsbehandling, agenter, adaptiv programvare og nevralt nett enn om KI.

KI-programmeringen konsentrerer seg om å bygge opp avanserte søkealgoritmer som ved skrittvis og langvarig prøving og feiling bygger opp en løsning. Tilgjengelige kunnskaper om problemområdet representeres som data til programmet i form av regler og rammebetingelser. Der det er umulig å finne sikre (perfekte) løsninger på problemet, benyttes usikkerhetsfaktorer. Disse antyder den mest brukbare løsning.

Moderne sjakkprogrammer er i stand til å vinne alle kamper og gir oss derfor bare mulighet til å sammenlikne datateknologien med våre egne evner og muligheter innen komplekse, men *lukkede* problemområder. Innen *åpne* problemstillinger kan datamaskinene ikke anvendes alene. Mennesket kan altså fremdeles hevde at dets kreativitet, intuisjon og dømmekraft fortsatt vil triumfere over silisiumbrikkene (da.: chipsene), selv om spillet sjakk nå er over i «silisiumtiden».

5. Konklusjon

Vi har sett at datamaskinen har et stort potensiale som informasjons- og kommunikasjonsbehandler. Virkelige problemer har oftest både en formaliserbar (lukket) og en ikke-formalisert (åpen) side. Innen *formaliserbare* sammenhenger vil IKT kunne anvendes både til arkivering, begrensede ekspert-systemer og robotstyring. Det *ikke-formaliserbare* må fortsatt tas hånd om av mennesker. Mennesket krever mindre formaliseringsgrad enn datamaskinen. Slik sett vil datamaskinen bli en nyttig «*arbeidshest*» og ikke noe som «*overtar*». Kunsten er å finne de rette jobbene til den, og forbli humane på de områder der dette er viktig.

Mange programsystemer er under utvikling med sikte på å ta seg av de lukkede deler av diverse oppgaver. Et problem her er at systemene blir enormt store. Man mister rett og slett oversikten. Det kan tenkes at å utvikle de virkelig store systemer blir like vanskelig og ressurskrevende for oss som å reise i verdensrommet.

Den elektroniske datamaskin har neppe sporen i seg til å kunne «tenke» og ha bevissthet. Maskinen følger visse regler for behandling av data. Den har en beregnende fornuft, og

beregningene skjer hurtig. Et menneske arbeider også slik under innlæring av nytt stoff. Men når vår bevissthet fungerer i all sin prakt, arbeider den intuitivt og «gjennomtrenger» problemet som er for hånden. Menneskets bevissthet har også spesielt evnen til å tenke i bilder, analogier og se helheter, mens teknologien har ikke noe rom for miljøet. En sammenlikning av den menneskeskapt informasjonsteknologi og den biologiske «teknologi» kommer altså ut med visse avgjørende fordeler til sistnevnte.

En teknologisk fristelse vi kanskje vil møte i fremtiden, er å presse områder som egentlig er åpne inn i en lukket ramme, for dermed å kunne sette et datasystem over saken. Slik brukt blir IKT en tvangstrøye. Mennesket kan bli innsnevret til å «tenke som maskiner».

Uten et realistisk syn på den nye teknologien, kan vi lett komme til å kaste penger ut av vinduet. Vi må kjenne både muligheter og begrensninger. Albert Einstein sa en gang: «Min blyant er flinkere enn meg.» Med dette ville han vel si at med blyant og papir er vi betydelig flinkere enn uten dette verktøy. Bevæpnet med datautstyr vil vi da i denne sammenheng kunne bli enda noen hakk flinkere enn med blyanten og papiret. •

Litteratur

1. Hofstadter, D.R. : Gödel, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid. Basic Books, Inc. 1979.
2. Jervel, H.R. og Olsen, K.A.: Hva datamaskiner ikke kan. Universitetsforlaget 1984. p.48ff.
3. Popper,K.R. og Eccles,J.C.: The Self and its Brain. Springer 1977.
4. Roszaah,T.: Smart Computers at insecure stage. New Scientist 3.Apr. 1986.
5. Schneider,G.M. og Bruell,S.C.: Advanced programming and problem solving with Pascal. John Wiley and Sons 1981. p.134
6. Thorvaldsen, S.: Matematisk kulturhistorie. Kap. 11. Eureka forlag, 2003.
7. Turkle,S.: The second self. Simon and Schuster 1984.
8. Turkle, S.: Life on the screen. Orion Publishing Co 1997
9. Tørresen, J.: hva er KUNSTIG INTELLIGENS. Universitetsforlaget, 2013,
10. Weizenbaum, J.: Computer power and Human reason. W. H.Freeman and Company 1976.

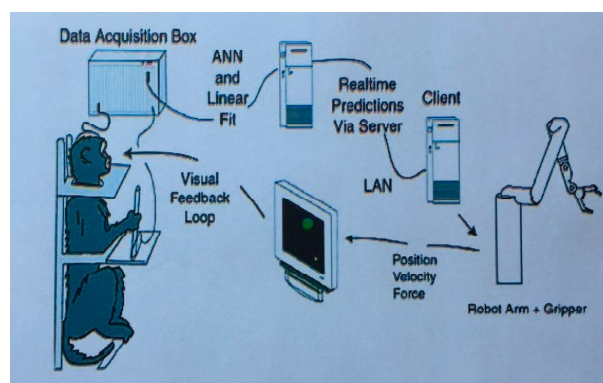


Fig.11 Hjerneaftapning. Vil man, lidt som i denne forsøgsopstilling, kunne lære maskiner at tænke. De fleste forskere i KI er skeptiske ... Illu.: © Figure 1. doi:10.1371/journal.pbio.0000042, CC BY 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4017606>