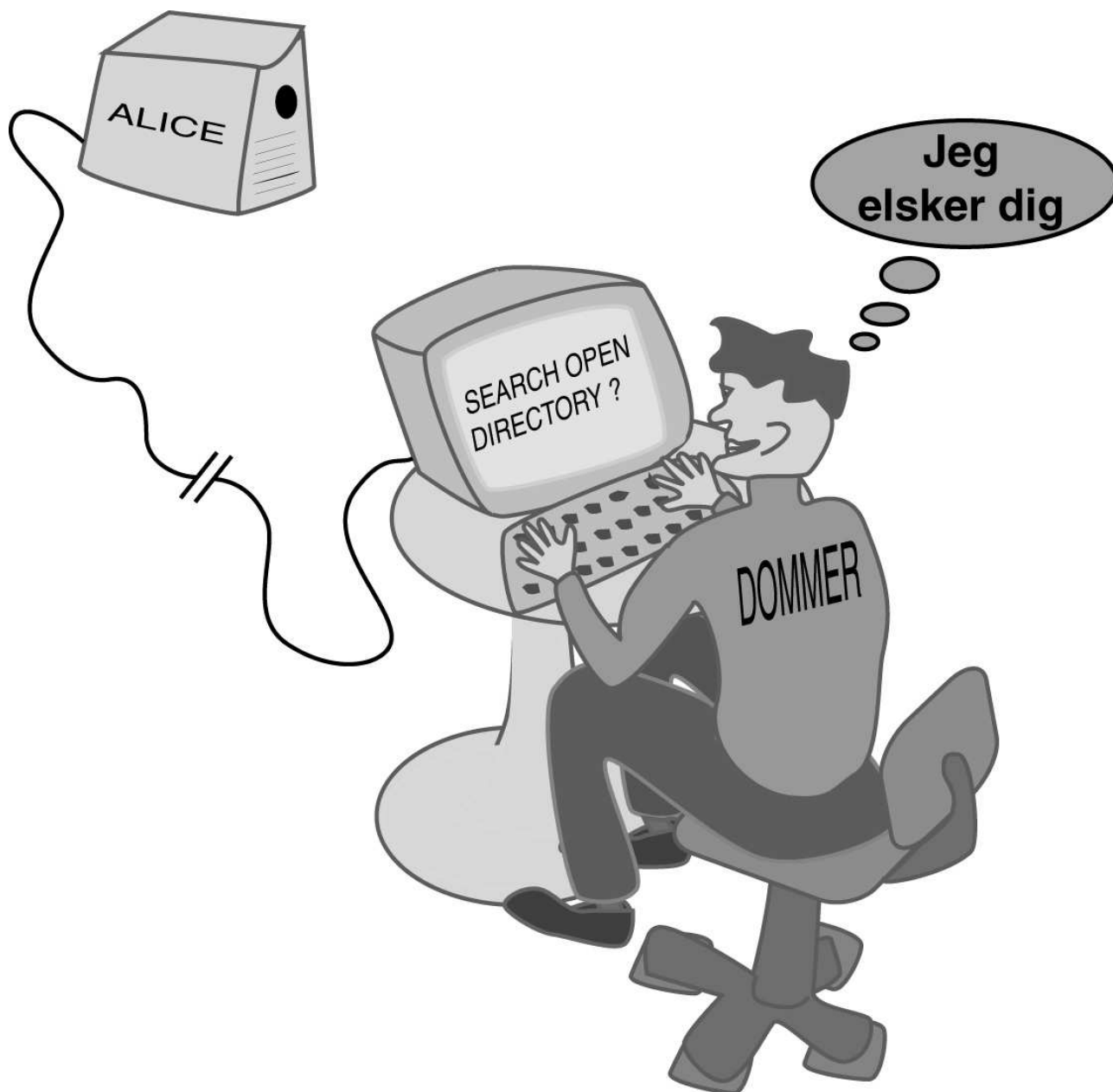


MASKINEL INTELLIGENT NATURSPROGSDIALOG VED FORMEL VIDENSREPRÆSENTATION



NAT-BAS, 3. Semester Projekt, Efterår 2000, Hus 14.2
Roskilde Universitets Center

Vejleder: Henning Schroll & Bo Vincents
Gruppe: Kasper G. Christensen, Amer Munir, Turgay Gün & Lars Schjøth

ABSTRACT

Projektet er skrevet med udgangspunkt i problemformuleringen: Kan en maskine bringes til at føre en intelligent skriftlig dialog på natursprog? Valget af problemformulering begrundes ud fra den vægt, der har været lagt på natursprogsforståelse inden for forskningen i kunstig intelligens. Her kan specielt Turings test fremdrages. For at besvare problemformuleringen, er det nødvendigt, at afgøre hvad der forstås ved begreberne intelligens og maskine. I dette projekt defineres en maskine som værende et automatisk formelt system, og det forklares hvad dette vil sige. Intelligensbegrebet belyses ved at se på forskellige teoretiske tilgange til dette, og sammenfatte disse i tre hovedtilgange. Derefter ses på et konkret eksempel på et system, der benytter natursprog, nemlig chatrobotten Alice. Der ses også på ontologier, der er en teknologi, der kan give fremtidige systemer en bedre natursprogsforståelse. Det konkluderes, at ved brug af ontologier vil det i fremtiden være muligt at føre en rimeligt overbevisende dialog på natursprog. Hvorvidt denne dialog også bliver intelligent, afhænger på afgørende vis af den valgte definition af dette. Det konkluderes, at chatrobotten Alice ikke er intelligent ifølge nogen af de fremdragne teorier.

1	INDLEDNING	5
1.1	PROBLEMFOMULERING	5
1.1.1	<i>Uddybning af problemformulering</i>	5
2	RAPPORTENS OPBYGNING	7
3	HVAD ER EN MASKINE?	8
3.1	FORMELLE SYSTEMER.....	8
3.1.1	<i>Symbol-manipulerende systemer</i>	9
3.1.2	<i>Digitale systemer</i>	9
3.1.3	<i>Medieafhængighed</i>	10
3.2	AUTOMATISKE FORMELLE SYSTEMER	10
3.2.1	<i>Implementation og universalitet</i>	10
3.2.1.1	Turings universelle maskine.....	11
3.2.1.2	Algoritmer og heuristik.....	12
3.3	NOGLE KONSEKVENSER AF DEN VALGTE DEFINITION.....	12
3.3.1	<i>Digital simulation</i>	13
3.3.2	<i>Fortolkning</i>	13
3.3.3	<i>Uløselige opgaver</i>	13
4	HVAD ER INTELLIGENS?	15
4.1	UDGANGSPUNKTET FOR DISKUSSIONEN: MÆNNEKET ER INTELLIGENT	15
4.2	FORSKELLIGE PERSPEKTIVER	16
4.3	DEN OPERATIONELLE TILGANG	16
4.3.1	<i>Turings test</i>	16
4.4	DEN KVALITATIVE TILGANG.....	17
4.4.1	<i>Teorien om de mange intelligenser</i>	18
4.4.1.1	Beskrivelser af de syv intelligenser	18
4.4.1.1.1	Sproglig intelligens	18
4.4.1.1.2	Logisk-matematisk intelligens	18
4.4.1.1.3	Spatial intelligens.....	19
4.4.1.1.4	Krops-kinæstetisk intelligens.....	19
4.4.1.1.5	Musikalsk intelligens.....	19
4.4.1.1.6	Interpersonel intelligens.....	19
4.4.1.1.7	Intrapersonel intelligens.....	19
4.4.1.2	Hvad definerer en intelligens.....	19
4.4.1.2.1	Potentiel isolation ved hjerneskade	20
4.4.1.2.2	Eksistensen af vidunderbørn, idiot savants og andre ekstraordinære individer.....	20
4.4.1.2.3	En tydelig udviklingsbane	20
4.4.1.2.4	Støtte fra psykometriske iagttagelser	21
4.4.1.2.5	Støtte fra eksperimentopsykologiske studier	21
4.4.1.2.6	En tydelig kernefunktion eller samling af funktioner.....	21

4.4.1.2.7	Åbenhed over for indkobling i et symbolsystem	22
4.4.1.3	Nøglepunkter i MI teorien.....	22
4.4.1.3.1	Alle mennesker er intelligente – og intelligens kan udvikles	22
4.4.1.3.2	Intelligenserne arbejder sædvanligvis sammen på komplekse måder	23
4.4.1.4	Eksistensen af andre intelligenser.....	23
4.4.2	<i>Intentionalitet: Intelligens og Forståelse</i>	24
4.4.2.1	Den intentionelle metode	25
4.4.2.2	Original og nedarvet intentionalitet	25
4.4.2.3	Intentionalitet og normativitet	26
4.4.2.4	Intentionelle niveauer	26
4.4.2.5	Om at forstå	27
4.4.2.5.1	Det kinesiske rum.....	27
4.5	DEN FUNKTIONELLE TILGANG	28
4.6	HVORLEDES DE TRE TILGANGE SAMEKSISTERER.....	29
4.7	DE TRE TILGANGES BETYDNING FOR MASKINEL INTELLIGENS	29
4.8	SPROG OG INTELLIGENS	30
5	NATURSPROGSFORSTÅELSE.....	32
5.1	HVERDAGSVIDEN	32
5.2	SITUATIONSFORSTÅELSE.....	32
6	LOEBNERPRISEN OG ALICE.....	34
6.1	CHAT-ROBOTTEN ALICE	35
6.1.1	Dommernes bedømmelser fra Loebnerprisen 2000.....	35
6.1.2	Chat med Alice	35
6.1.2.1	Videnskrævende spørgsmål.....	36
6.1.2.2	Er Alice intelligent?.....	38
7	ONTOLOGI.....	40
7.1	FILOSOFISK ONTOLOGI.....	40
7.2	DATALOGISK ONTOLOGI	40
7.3	PRAKTISK ANVENDELSE AF ONTOLOGI.....	41
7.3.1	Cycorp.....	41
7.3.1.1	Praktisk anvendelse af Cyc@	41
7.3.1.2	Cyc@s opbygning.....	42
7.3.1.2.1	Vidensbasen.....	42
7.3.1.2.2	Inferensmaskinen	43
7.3.1.2.3	Natursprogsbehandlingssystemet	43
7.3.1.2.3.1	Leksikon.....	43
7.3.1.2.3.2	Syntaktisk analysator	43
7.3.1.2.3.3	Semantisk tolker	44
7.3.2	Mikrokosmos.....	44
7.3.3	Ontologi til forståelse af natursprog.....	47
7.3.3.1	Hvornår går det godt?.....	47

7.3.3.2	Hvornår går det ikke godt?.....	48
7.3.3.3	Afrunding.....	49
8	KONKLUSION	51
9	PERSPEKTIVERING	53
10	EFTERSKRIFT	55
11	KILDER	56

1 INDLEDNING

Dette projekt er skrevet som et 3. semesters projekt på den naturvidenskabelige basisuddannelse på RUC, dvs. under semesterbindingen: Refleksion over naturvidenskab og naturvidenskabsformidling. På det semesterintroducerende kursus blev det præciseret, at man kunne vælge enten at beskæftige sig med et formidlingsaspekt, med refleksioner eller evt. med begge dele. I dette projekt har vi valgt at beskæftige os med refleksion.

Projektet henvender sig til naturvidenskabsstuderende, på et niveau der svarer til naturvidenskabelig basis på RUC. Læseren vil kunne drage fordel af en grundlæggende forståelse for datalogi.

Vi har valgt at fokusere på en refleksion over det område af datalogien, som til tider betegnes kunstig intelligens. Dett område giver specielt anledning til en refleksion over, hvad intelligens egentlig er, samt om computere kan være intelligente i teorien, og om de er det i praksis. For at konkretisere denne problemstilling lidt, har vi valgt at interessere os specielt for computeres evne til at forstå natursprog (dvs. menneskesprog som f.eks. dansk og engelsk). Dette valg bygger dels på en af de første pionerer inden for området Allan M. Turings tanker om tænkende maskiner, dels på de observation, at sprog ofte inddrages på betydende vis, i de forskellige tilgange til intelligensbegrebet.

Udover den generelle diskussion af intelligensbegrebet i forhold til maskiner, har vi valgt at kigge på en konkret teknologi til natursprogsforståelse. Der findes naturligvis adskillige teknologier til dette, men de teknologier, der p.t. forskes mest i, er neurale netværk og ontologier [Stilling; 2000]. For at begrænse projektets omfang, samt af interesseårsager, har vi valgt at fokusere på ontologier og se bort fra de andre teknologier. For at belyse natursprogsforståelsens nuværende stade, har vi udvalgt en chat-robot, hvis funktionalitet og mangler vi ser nærmere på.

Vores projekt kommer således til at bygge på følgende problemformulering.

1.1 Problemformulering

Kan en maskine bringes til at føre en intelligent skriftlig dialog på natursprog?

1.1.1 Uddybning af problemformulering

I dette projekt vil vi afholde os fra at forsøge at definere begrebet natursprog formelt, og yderligere refleksioner over begrebet vil ikke forekomme, da det ikke er projektets mål at undersøge sprogvidenskabelige forhold. Natursprog bruges i dette projekt, som synonym for menneskesprog (som f.eks. dansk og engelsk) som de skrives i dag.

For at kunne besvare vores problemformulering vil vi forsøge at tage stilling til følgende punkter:

- Hvad forstår vi ved en maskine?
- Hvad er intelligens, og kan en maskine være intelligent?

- Hvilke problemer opstår i forbindelse med maskinel natursprogsforståelse, og kan disse problemer løses vha. en konkret teknologi? Af hensyn til omfang vil vi som nævnt fokusere på ontologier.
- Hvilke styrker og svagheder har nuværende systemer, der arbejder med natursprog? Her vil vi se på et konkret system (chat-robotten Alice).

2 RAPPORTENS OPBYGNING

Rapporten kan inddeles i 2 hoveddele. Den første del er overvejende filosofisk og beskæftiger sig med begreberne maskine og intelligens på et abstrakt niveau, samt reflekterer over maskiners teoretiske muligheder for at opnå intelligens. (Afsnittene: 3 Hvad er en maskine? og 4 Hvad er intelligens?) Afsnittet om intelligens rundes af med en kort argumentation for natursprogs relevans i forbindelse med intelligensdiskussionen.

Derefter følger en lidt mere konkret del, der ser på nogle problemer ved maskinel natursprogsforståelse (Afsnit:5 Natursprogsforståelse). Som eksempel ser vi på et system, der benytter sig af natursprog, nemlig chat-robotten Alice, der er udvalgt som eksempel, da den fik tildelt Loebnerprisen i år 2000 (Afsnit: 6 Loebnerprisen). Desuden ser vi på hvad ontologier er samt muligheden for at løse nogle af problemerne ved maskinel forståelse af natursprog vha. disse. (Afsnit: 7 Ontologi).

Til sidst rundes projektet af med en konklusion, hvor problemformuleringen besvares samt en perspektivering af projektet. Endelig følger et efterskrift, hvor vi tager subjektivt stilling til spørgsmålet om hvorvidt intelligens kan implementeres i en maskine.

3 HVAD ER EN MASKINE?

For at besvare vores problemformulering, må vi se på hvad en maskine egentlig er. Imidlertid er begrebet maskine måske ikke så entydigt. Turing påpegede f.eks. allerede i 1950, at hvis det en dag blev muligt at fremstille et levende individ ud fra en enkelt celle, ville han ikke betegne denne frembringelse som en maskine. Hans eneste argument for dette er en henvisning til, at det ikke er hvad vi normalt forbinder med begrebet, og at biologiske frembringelser ikke er det område, der har hans interesse indenfor kunstig intelligens. Turing vælger at definere maskine som: digital computer, og argumenterer for at dette ikke er så restriktivt, som det umiddelbart kan se ud. [Turing; 1950] I dette projekt vil vi, for at afgrænse vores problemfelt, på samme vis vælge at vedtage, at biologiske frembringelser ikke kvalificerer til betegnelsen maskine. Vi vil således ved begrebet maskine forstå automatiske formelle systemer eller i mere dagligdags sprog: Computere. Man kan bygge et automatisk formelt system mekanisk, dvs. ikke som en computer, men en computer kan nøjagtigt emulere et sådant system, og det er derfor ikke en væsentlig skellen (Afsnit: 3.2.1.1 Turings universelle maskine). I det følgende vil vi definere og udforske begrebet "automatisk formelt system", men for at gøre dette muligt vil vi først bestemme hvad der forstås ved et formelt system. Når vi har på plads, hvad en maskine i dette projekt er (et automatisk formelt system) vil vi se på, hvilke teoretiske begrænsninger dette sætter for maskiners rækkevidde.

Inden vi helt forlader tanken om biologiske maskiner så lad os lige overveje dette maskin-begreb et øjeblik. Den tanke at mennesket vil kunne fremstille biologiske organismer der, i kraft af at være menneskefremstillede til et bestemt formål, på sin vis vil kunne betragtes som maskiner, er med genteknologien ikke ren utopi. Man kunne også forestille sig maskiner, der er en kombination af mekaniske og biologiske komponenter. Disse typer maskiner kan give nye vanskeligheder, når spørgsmålet om tænkende maskiner skal diskuteres, for hvornår er der tale om en maskine, og hvornår er der tale om et genmodificeret individ? I sidste ende kan man diskutere, hvorvidt mennesket overhovedet er andet end en kompliceret maskine. Denne diskussion kunne f.eks. bygge på et maskin-begreb, der tager udgangspunkt i, at maskiner er determinerede, hvorimod levende væsener har en fri vilje. Dette rejser selvfølgelig mange nye spørgsmål, og vi vil ikke forfølge diskussionen længere her, men blot gøre opmærksom på at begrebet maskine ikke nødvendigvis er entydigt, og at dette har stor betydning for besvarelsen af vores problemformulering. Vi vælger imidlertid, som netop nævnt, at betragte en maskine som et automatisk formelt system – hvilket viser sig at svare nøjagtigt til nutidens digitale computere.

3.1 Formelle systemer

Et formelt system kendetegnes ved følgende 3 karakteristika:

Formelle systemer er

- symbol-manipulerende systemer
- digitale

- medie-uafhængige

[Haugeland; 1996]

Lad os i de følgende afsnit se nærmere på disse karakteristika.

3.1.1 *Symbol-manipulerende systemer*

Et symbol-manipulerende system kan defineres fuldstændigt ved at specificere 3 ting:

- Et symbolsæt
- En eller flere tilladte start-positioner, dvs. arrangementer af de tilladte symboler.
- Et regelsæt der specificerer hvordan et arrangement af symboler kan eller skal manipuleres til et nyt arrangement.

[Haugeland; 1996]

Som et eksempel på et formelt system kan vi bruge skak. Et skakspil består af et bræt med 64 felter og 6 forskellige typer af brikker i 2 farver. Bræt og brikker udgør skakspillets symbolsæt. I skak er der kun én tilladt startposition, hvo et fast antal brikker er placeret på en ganske bestemt måde på brættet. Endelig angiver spillets regler, hvordan brikken må rykkes (symbolerne manipuleres) så der fremkommer nye formelle arrangementer. [Haugeland; 1996]

Ovenstående definition implicerer at de formelle regler kun specificerer hvilke arrangementer der er tilladt, og kun i termer af det nuværende arrangement. Oversat til skak – reglerne omhandler kun hvilke træk der er tilladt (f.eks. ingen regler om hvad man bør), og kun brikkenes nuværende stilling er relevant for at afgøre hvilke træk der kan foretages. Tidligere træk såvel som kommende træk har ingen betydning for hvordan brikkerne må rykkes. I rigtig skak findes specialregler, der overtræder dette (f.eks. at slå en-passant). Dette kan imidlertid løses ved at betragte flere symboler i det formelle system, udover de brikker vi normalt opfatter som skak-brikker. [Haugeland; 1996] Denne detalje vil vi dog se bort fra her, da skak-eksemplet udelukkende skal tjene som et eksempel til belysning af begreberne.

3.1.2 *Digitale systemer*

Når man skal karakterisere et system, der fremstiller noget, mere nøjagtigt symboler af et fastlagt antal typer, og senere identificerer disse symboler, kalder man systemet digitalt, hvis det er muligt og sandsynligt at systemet foretager en perfekt identifikation af det fremstillede. Som eksempel kan vi igen bruge skakspillet. Når en skakspiller flytter en brik (fremstiller et nyt symbol-arrangement efter de tilladte regler), så er den anden spiller umiddelbart i stand til entydigt at identificere den nye skakstilling for at fortsætte spillet på baggrund af denne. Et spil som f.eks. billard er derimod ikke digitalt, da en perfekt identifikation af en given situation ikke er mulig – selv den mindste forskel i elasticitet, gnidningsmodstand osv. gør en forskel. [Haugeland; 1996]

Et andet eksempel på et formelt system er ligningsløsning, som vi kender fra matematikken. Systemet består af en række symboler og tilladte omstruktureringer af disse. Her gælder det som for skak, at hvis en matematiker ud fra de tilladte regler kommer frem til symbol arrangementet: $d=b^2-4ac$, så vil en anden matematiker kunne identificere dette arrangement og arbejde videre med dette efter de gældende regler for ligningsløsning. Dette er altså et digitalt system, da det er både muligt og sandsynligt at systemet vil kunne identificere en tidligere fremstillet ligning (symbol-arrangement).

Bemærk at det kun er et krav, at det er sandsynligt at systemet kan identificeres perfekt. Det er således ikke et krav at det altid lykkedes, men derimod at det oftest lykkedes. [Haugeland; 1996]

3.1.3 *Medieafhængighed*

At et formelt system er medieafhængigt betyder, at systemet kan implementeres på mange måder, og at dette er irrelevant for systemets beskaffenhed. F.eks. kan et skakspil spilles med træbrikker på et træbræt med menneskestore plastikbrikker på et ternet fliseareal eller for den sags skyld med grafiske symboler på en skærm. Så længe symbolerne er implementeret således, at man ikke kan tage fejl af dem (de skal kunne identificeres entydigt), og at det er muligt at manipulere dem efter de angivne regler (i skak-eksemplet skal det f.eks. være muligt at flytte brikkerne), så er den konkrete implementation uden betydning. [Haugeland; 1996]

Det at systemet er medieafhængigt er interessant i forbindelse med kunstig intelligens, for hvis intelligens kan implementeres som et medieafhængigt system, så kan den implementeres i mange forskellige typer af maskiner. Hvis intelligens derimod ikke er medieafhængig, vil implementation kun være mulig i bestemte medier, og således vil det måske vise sig, at kun en nøjagtig kopi af hjernen (af samme materialer osv.) kan være intelligent. Vi må altså forudsætte medieafhængighed, hvis vi på nogen måde skal kunne gøre os håb om at programmere nutidens computere til at være intelligente. Ideen om medieafhængig intelligens er altså den tanke, at intelligens kan forekomme i forskellige typer af systemer – og dermed ikke nødvendigvis behøver at knytte sig til en biologisk hjerne.

3.2 *Automatiske formelle systemer*

Da vi nu har fået på plads, hvad et formelt system er, kan vi begynde at se på, hvad det vil sige at det er automatisk. Et automatisk formelt system er et system, der så at sige flytter sig af sig selv. Mere nøjagtigt er det en maskine, hvis dele eller stadier kan opfattes som symboler, og arrangementer af disse symboler, i et formelt system, og som når den kører, vil manipulere disse symboler i henhold til systemets regler. Dette svarer nøje til den opgave en computer udfører, når man kører et computerprogram. [Haugeland; 1996] For rigtigt at forstå rækkevidden af dette, må vi se på implementation og universalitet.

3.2.1 *Implementation og universalitet*

Den måske mest grundlæggende idé indenfor computervidenskaben er den, at man kan bruge ét formelt system til at implementere et andet. Dette kan lade sig gøre, når nogle udvalgte symboler og arrangementer i det første system kan

opfattes som symboler i det andet system, således at når det første system følger sine egne formelle regler, vil dette automatisk medføre, at det andet system bliver manipuleret i henhold til sine regler. [Haugeland; 1996] Alt dette lyde temmelig indviklet, men hvis man tænker på et computerprogram, så er det der foregår jo egentlig computeren manipulation af sit grundlæggende formelle system, i form af ændringer af bits i hukommelsen efter de for systemet gældende regler. Dette formelle system kan på et andet niveau f.eks. opfattes som et skak-program. Man kan også tænke på det formelle system der består i et programmeringssprog, computeren udfører programlinierne en ad gangen efter sine formelle regler, resultatet af denne manipulation kan så på et andet niveau f.eks. betragtes som et system til ligningsløsning.

Med denne omstændelige beskrivelse kan man spørge sig selv, hvor tit det egentlig er muligt at implementere et formelt system i et andet. Det overraskende svar, som Turing viste i 1937, er at det altid er muligt. Ydermere viste han, at der kan fremstilles en universel maskine, som kan implementere et hvilket som helst veldefineret automatisk formelt system under den forudsætning, at den har nok lagerkapacitet og tid til dens rådighed. Enhver programmerbar computer er en universel maskine i denne forstand, eller sagt med andre ord, så kan en hvilken som helst computer implementere et hvilket som helst andet formelt system, hvis blot der er tid og kapacitet nok til rådighed. [Haugeland; 1996] Hovedtrækkene i Turings argumentation følger her.

3.2.1.1 Turings universelle maskine

Et diskret system, dvs. et system der kan opfattes som havende et antal faste entydige stadier, imellem hvilket systemet springer uden at befinde sig i nogle mellemliggende tilstande. Dette kan altid beskrives ved simple tabeller, der viser hvordan output afhænger af input [Turing; 1950]. Et formelt system er et diskret system, idet det er digitalt, og dermed kun kan befinde sig i entydige stadier, samt at systemets regler for manipulation af dets symboler altid transformerer et stadie til et andet.

Lad os betragte et simpelt diskret system, der f.eks. kunne være et ”lykkehjul” med 3 felter. Hjulet vil altid være i 1 af 3 mulige stadier. Lad os yderligere antage at hjulet er forsynet med en pedal, og at når denne pedal aktiveres, drejer hjulet et felt. Hjulets næste stadie er altså udelukkende afhængig af, om pedalen aktiveres samt hjulets nuværende stadie. Dette diskrete system (som også er et formelt system) kan beskrives i en tabel, der angiver hvilket stadie, hjulet bringes i:

		Nuværende stadie		
		S ₁	S ₂	S ₃
Aktiveres pedalen	Ja	S ₂	S ₃	S ₁
	Nej	S ₁	S ₂	S ₃

Associerer vi nu et givent output til hver af de 3 stadier, vi kunne f.eks. lade en lampe lyse med forskellig farve afhængig af stadiet, vil vi have et komplet system med input (pedalen), interne stadier (hjulets felter) samt output (forskelligfarvet lys). Dette eksempel er en tilpasset version af Turings eget eksempel og tjener det formål at vise, at et diskret system kan beskrives ved entydige regler, der f.eks. kan sættes på tabelform. [Turing; 1950]

Turing argumenterer nu, at der ikke er noget i vejen for at indlægge tabeller, der beskriver et formelt system, som regler i en digital computer. Altså at fremstille et automatisk formelt system, der vil resultere i det samme output som det oprindelige system. Eneste hindring er evt. manglende kapacitet og hastighed – og en computer vil være i stand til at implementere et hvilket som helst formelt system! [Turing; 1950]

3.2.1.2 Algoritmer og heuristik

Når et problem skal løses på en computer, findes der to grundlæggende metoder. Algoritmiske løsninger og heuristiske. En algoritme er en systematisk metode til (opskrift på) løsning af et givent problem, som kan garanteres at fremkomme med løsningen inden for endelig tid. Mange problemer har algoritmiske løsninger, f.eks. problemet: Givet et antal punkter, de mulige veje imellem dem og de enkelte vejes længder – find den korteste vej. En mulig algoritme til løsning af dette problem kan f.eks. systematisk afprøve alle veje fra en ende af, beregne deres længder og til sidst sammenligne disse for at finde den korteste vej. En sådan fremgangsmåde vil altid resultere i et korrekt resultat inden for endelig tid, da der er et endeligt antal veje at undersøge. Nogle problemer kan dog ikke løses algoritmisk. Enten fordi man af teoretiske årsager ikke kan finde en algoritme, eller fordi der findes en algoritme, men denne er så beregningstung, at den ikke er praktisk anvendelig. Det sidste gælder f.eks. for problemet: Vind et skakspil. Det er muligt at beregne alle mulige skakpositioner og, på baggrund af denne komplette information, spille et optimalt parti. Imidlertid er antallet af positioner så svimlende højt, at ingen eksisterende computer er i stand til at spille skak på denne måde, hvis ikke modspilleren skal dø af alderdom før computeren trækker. Denne type problemer løses ved at benytte heuristiske løsningsmodeller. Heuristiske regler kan nærmest opfattes som tommelfingerregler, og er metoder der ikke er ufejlbarlige, men som kan optimeres til oftest at give et godt resultat. I skak indfører man f.eks. en række heuristiske regler, der gør computeren i stand til at afgøre hvilket træk der er bedst uden at regne spillet helt til ende. Disse regler er f.eks. brikernes værdi, og værdien af at beherske bestemte områder af skakbrættet. Man kan måske undre sig over, hvordan en computer kan implementere vurderinger, men sagen er, at der kun er tale om vurderinger anskuet på ét niveau. På et andet niveau er der tale om konkrete beregninger på baggrund af faste regler om f.eks. brikernes værdi. [Haugeland; 1996]

3.3 Nogle konsekvenser af den valgte definition

Det at vi har valgt at definere en maskine som et automatisk formelt system har naturligvis nogle teoretiske konsekvenser. Vi har allerede set (Afsnit: 3.2.1.1 Turings universelle maskine), at alle diskrete systemer (dvs. alle formelle systemer) kan implementeres i andre formelle systemer og dermed også i computere, og at computeren som maskine derfor kan opføre sig som alle andre maskiner (forudsat tilstrækkelig kapacitet). Dermed er computeren det naturlige maskin-valg, hvis vi vil fremstille en maskine der kan benytte natursprog, eller hvis vi vil fremstille en intelligent maskine. Der er imidlertid et par teoretiske aspekter, der kan være interessante at overveje, et aspekt handler om det faktum, at vi har at gøre med digitale systemer, og at analoge systemer derfor må simuleres digitalt. Et andet er den betydning vi tillægger et systems opførsel (dvs. vores fortolkning af systemet) og et tredje aspekt er, at visse spørgsmål aldrig vil kunne besvares af denne type maskine. Disse 3 aspekter vil vi se på her.

3.3.1 *Digital simulation*

Formelle systemer, og dermed computersystemer, er som sagt kendetegnet ved bl.a. at være digitale. Nu findes de imidlertid mange systemer, der ikke har denne egenskab (f.eks. fysiske systemer). Disse systemer må, for at kunne behandles på en computer, omsættes til digital form. Vi kender problematikken fra billeder. Et billede er ikke digitalt men indeholder uendeligt mange nuancer. Når et billede digitaliseres, deles det op i meget små punkter, som hver tildeles en entydig farve. På denne måde går der information tabt, men ikke information som det menneskelige øje er i stand til at skelne. [Haugland; 1996] Det er imidlertid et åbent spørgsmål om alle ikke-digitale (analoge) systemer kan simuleres digitalt, uden at vi mister essentiel information. Denne overvejelse er interessant set i lyset af, at vi ikke ved, om den menneskelige intelligens er digital eller om den kan beskrives som et formelt system, hvis ikke dette er tilfældet, vil spørgsmålet om digital simulation af analoge systemer blive relevant for diskussionen af, om vi kan implementere menneskelig intelligens på en maskine.

3.3.2 *Fortolkning*

Når man prøver at forestille sig et formelt system, kan man for sig se en række symboler, der manipuleres efter faste regler. Imidlertid er det ikke umiddelbart en selvfølge, at et sådant system har nogen form for betydning. Man kunne sagtens forestille sig en computer, der manipulerede tal efter bestemte regler, og som derved fremstillede en tilsyneladende tilfældig talrække, som ingen som helst betydning havde. For at et formelt system kan betyde noget, må man fortolke det. Umiddelbart er en række bogstav- og talkombinationer udskrevet på en skærm ikke meningsfulde, men tolket på den rigtige måde er der måske tale om trækkene i et spil skak eller om løsningen på et matematisk problem. Hvis et automatisk formelt system skal give mening, er det altså nødvendigt med en fortolkning. [Haugland; 1996]

Fortolkede formelle systemer er interessante, fordi man f.eks. kan forestille sig et system der, i den fortolkning vi giver det, ser ud til at føre en samtale. Abstrakt betragtet er der imidlertid tale om formel manipulation af indlejrede symboler (ord og sætninger) efter bestemte regler, og kun fordi vi tillægger symbolerne særlig mening, kan vi tale om at systemet fører en dialog. Dette rejser spørgsmålet, om et formelt system der kræver fortolkning, kan siges at have intelligens, eller om der blot er tale om hovedløs regelbunden manipulation af for systemet betydningstomme symboler. Svaret på spørgsmålet afhænger af, hvad man vil forstå ved intelligens. Er det kun resultatet af processen, der er væsentlig for at vurdere intelligens, og er menneskets intelligens udtryk for andet end avanceret intern symbol-manipulation? Denne diskussion er central i spørgsmålet om muligheden for kunstig intelligens, og forskellige syn på dette vil fremstå i afsnit: 4 Hvad er intelligens?

3.3.3 *Uløselige opgaver*

Turing har påpeget, at der findes visse spørgsmål en maskine i den nu definerede forstand, aldrig vil kunne besvare korrekt. Der er tale om spørgsmål af typen: "Givet en maskine specificeret således: ... Vil denne maskine nogensinde svare "ja" til noget spørgsmål? Prikkerne skal skiftes ud med en standardiseret beskrivelse af maskinen. Turing, der selv

tror på muligheden for kunstig intelligens, mener ikke, at dette er et argument for, at menneskelig intelligens altid vil være maskinel intelligens overlegen, idet det ikke er bevist, at der ikke findes sådanne begrænsninger for den menneskelige intelligens. Endvidere påpeger han, at mennesker ofte kommer med forkerte svar, eller ikke er i stand til at svare, og vi derfor ikke kan konkludere at maskiner ikke kan gøres intelligente, blot fordi de ikke kan besvare visse spørgsmål. [Turing; 1950]

Som et tænkt eksempel på hvordan et spørgsmål af ovennævnte type kan forblive ubesvaret af en maskine, kunne man forestille sig at man spurgte en maskine om: "Hvordan vil en maskine specificeret således: ...besvare dette spørgsmål?" En maskine kunne gribe spørgsmålet an, ved at emulere den specificerede maskine og stille den spørgsmålet, dette ville imidlertid føre til en uendelig gentagelse, og svaret ville aldrig fremkomme.

4 HVAD ER INTELLIGENS?

For at besvare vores problemformulering må vi se på, hvad begrebet intelligens egentlig dækker over. Der er mange teoribygninger og forskellige indgangsvinkler til dette, og vi kan ikke inden for rammerne af dette projekt, se på alle disse. I stedet vil vi i det følgende foreslå en generel klassificering af de forskellige perspektiver på intelligensbegrebet, som forskellige mennesker til forskellige tider har benyttet. Under vejs vil vi også se på nogle af de teoribygninger, som vi finder interessante i forbindelse med nærværende projekt.

4.1 Udgangspunktet for diskussionen: Mennesket er intelligent

Fælles for de teoribygninger vi har set på er, at de alle mere eller mindre eksplicit identificerer intelligens med menneskelig intelligens. For at en definition på intelligens er fornuftig, forlanges det således at flertallet af mennesker kan leve op til de opstillede kriterier. Et andet generelt udgangspunkt er at genstande/døde ting ikke er intelligente. Dette udgangspunkt fører til, at der argumenteres for bestemte definitioner, ud fra hvilke objekter der kan tillades at falde ind under intelligensbegrebet, og hvilke som ikke kan betegnes som intelligente. Der tages med andre ord udgangspunkt i en intuitiv forståelse af intelligensbegrebet som noget menneskeligt. Et meget tydeligt eksempel på dette udgangspunkt i mennesket ses i teorien om de mange intelligenser (Afsnit: 4.4.1 Teorien om de mange intelligenser). Desuden viser følgende citater, hvordan denne antagelse kommer til udtryk i andre argumentationer:

The appearance of conflict [between Searle and Dennet], however, is artificially heightened by overemphasis on a few strategic examples – particularly computers and AI. [Haugeland; 1994] Haugeland gør det klart at Dennet og Searle, der er uenige om hvorvidt computere er intelligente, er enige om de fleste objekters intelligens. De objekter de er enige om er som ovennævnt, at ting ikke er intelligente, hvorimod mennesker er.

...the answer to the question "Can machines think?" is to be sought in a statistical survey such as a Gallup poll [Turing; 1950]. Her gør Turing det klart, at han opfatter intelligens som et subjektivt begreb. Det enkelte menneske afgør med sig selv hvem/hvad der er intelligent. Man kunne tilføje at eksempler som døde ting og raske veluddannede mennesker, dog almindeligvis kategoriseres ens af alle mennesker.

A way to test any theory of mind is to ask oneself what it would be like if one's own mind actually worked on the principles that the theory says all minds work on. [Searle; 1980] Her sætter Searle et klart kriterie for en intelligensteoris rigtighed: Passer den med menneskelig intelligens?

Diskussionen kommer således til at stå om, præcis ud fra hvilke kriterier grænsen mellem de intelligente mennesker og de ikke-intelligente ting skal trækkes, og om tvivlsområderne som f.eks. computersystemer og dyr falder i den ene eller den anden kategori. En del af diskussionen kommer dermed også til at handle om, hvor mange af de egenskaber vi opfatter som specifikt menneskelige, der bør høre til intelligensbegrebet. Er intelligens simpelthen dén egenskab, der adskiller vores mentale evner fra ikke-menneskers, eller er egenskaber som f.eks. følelser og sprog andre egenskaber der sammen med intelligensen er med til at gøre os anderledes? Denne tvivl kan for øvrigt bruges til at tilbagevise stort

set ethvert modargument mod en intelligensteori, der bygger på at teorien ikke kan forklare menneskelig intelligens. Det er simpelt hen muligt at henvise til, at den del af menneskelig adfærd/evner den ikke forklarer ikke er intelligens, men en anden evne mennesket har.

4.2 Forskellige perspektiver

De forskellige tilgange til diskussionen om intelligensbegrebet, har vi valgt at dele op i tre kategorier: Den operationelle, den kvalitative og den funktionelle tilgang. De kilder vi har studeret, falder hver især hovedsageligt ind under en af disse kategorier, om end de ofte belyser intelligensbegrebet ud fra flere tilgange. De følgende afsnit vil kort forklare, hvad vi mener med kategorierne samt beskrive nogle interessante teoribygninger inden for nogle af disse.

4.3 Den operationelle tilgang

Den operationelle tilgang tager udgangspunkt i et systems opførsel og prøver at fastslå hvilken opførsel, der må kræves af et system, for at det kan kaldes intelligent. Som et eksempel på denne tilgang kan man f.eks. nævne en meget almindelig fortolkning af Turings imitationsspil [Turing; 1950] (oftest kaldet Turings test) som definition på intelligens. Denne definition er meget operationel, idet spørgsmålet ”Kan maskiner tænke” bliver transformeret til en entydig test, som et system kan bestå eller dumpe. En tilsvarende operationel synsvinkel repræsenteres af fortalere for IQ-tests. Her er intelligens også defineret ved evnen til at bestå en bestemt prøve med et tilstrækkeligt godt resultat. [Hansen; 1998] Den operationelle tilgang tager altså udgangspunkt i de objektive spørgsmål: ”Hvordan opfører et intelligent system sig? Hvad kan det?”

Det følgende afsnit beskriver Turings tilgang til intelligensbegrebet:

4.3.1 Turings test

Matematikeren A. M. Turing har betydet meget for udviklingen af computere, f.eks. skriver P. N. Furbank i forordet til en samling af Turing's artikler: *”At all events it is now widely known that he was, to the extent that any single person can claim to have been so, the inventor of the ”computer” ”* [Furbank; 1992]. Turing har skrevet en ofte refereret artikel (Computing machinery and intelligence [Turing; 1950]), der beskriver den såkaldte Turing-test. I det følgende beskrives pointer fra denne artikel – samt Turings oprindelige test.

For at kunne besvare spørgsmålet ”Kan maskiner tænke?” Bør man først definere begreberne ”at tænke” og ”maskine”. Hvilket ifølge Turing er ret absurd, da begreberne er meget subjektive, og derfor nærmest kun kan bestemmes gennem en statistisk undersøgelse, der viser hvordan ordene oftest forstås. I stedet forestiller Turing sig et andet problem/spørgsmål som er tæt relateret til det første, men som er udtrykt i utvetydige ord. [Turing; 1950] Turing påstå altså ikke med dette nye spørgsmål, at opstille et kriterie for intelligens, men derimod at fremsætte et helt nyt (men dog relateret) problem, i stedet for det håbløse ”Kan maskiner tænke”. Mange senere fortolkninger overser dog dette. [Whitby; 1996] Et eksempel på en sådan tolkning af Turing, ses f.eks. i dette citat:

In 1950 the pioneering computer scientist A. M. Turing suggested that intelligence is a matter of behavior or behavioral capacity: whether a system has a mind, or how intelligent it is, is dermined by what it can and cannot do. [Haugeland; 1996]

Turings nye spørgsmål til afløsning af spørgsmålet om hvorvidt en computer kan tænke, kommer af et spil mellem tre mennesker. En mand, en kvinde og en tredje person som forhører de to første. Dialogen foregår ideelt set ved hjælp af computerterminaler, men kan evt. foregå via et sendebud, der bærer spørgsmål og svar frem og tilbage. Pointen er, at d kommunikerende personer/systemer ikke har visuel eller auditiv, men udelukkende skriftlig, kontakt. Det er den tredje persons opgave, at finde ud af hvem af de to første personer der er en kvinde, og hvem der er en mand. Forestiller man sig så, at manden er udskiftet med en maskine, lyder Turings spørgsmål således: "Vil personen der foretager forhøret gætte forkert lige så ofte når der er tale om en maskine og en kvinde, som når det er en mand og en kvinde og begge prøver at overbevise personen der forhører dem om, at de er kvinden?" [Turing; 1950]

I hans leg vil han ikke kun tage de maskiner (digitale computere) som eksisterer på daværende tidspunkt i betragtning, men også dem han forestiller sig vil eksistere engang i fremtiden. Turing postulerer, at i år 2000 vil computeren være i stand til spille imitations spillet så godt, at personen der forhører den, kun vil være i stand til at lave den rigtige identifikation 70% af gangene efter 5 minutters forhør. [Turing; 1950]

Som begrundelse for at imitationsspillet er et interessant problem at behandle, angiver Turing bl.a. at netop ved at tage fat på samtale, åbner vi op for at stille maskinen alle former for spørgsmål, og dermed tester vi meget andet end evnen til sprog. Vi kan f.eks. stille computeren spørgsmål om kunst, matematik eller skak. Samtidig skærer spillet en hel række menneskelige egenskaber som f.eks. kropssprog og stemmeføring væk. Dette opfatter Turing som positivt, da han mener, at det ikke er disse egenskaber, vi bør stræbe efter at opnå i maskinen. [Turing; 1950]

Turing påpeger, at man kan kritisere imitationsspillet for at være for svært for maskinen at mestre. Hvis man forestillede sig den omvendte situation, at et menneske skulle give sig ud for en maskine, ville mennesket hurtigt blive afsløret på baggrund af f.eks. langsomme og upræcise aritmetiske beregninger. Turing tror imidlertid på, at det vil blive muligt at konstruere en maskine, der kan gennemføre spillet, og dermed er det ikke nødvendigt at bekymre sig om, at testen er for svær! [Turing; 1950]

4.4 Den kvalitative tilgang

Den kvalitative tilgang er en mindre praktisk og mere filosofisk måde at forsøge at nærme sig intelligensbegrebet på. Her tages udgangspunkt i hvilke egenskaber et intelligent system må have, men der tales ikke om, at disse egenskaber nødvendigvis kommer til udtryk eller i givet fald hvordan. Som eksempel på en hovedsageligt kvalitativ tilgang, kan man se på teorien om de mange intelligenser, hvor intelligensbegrebet forsøges beskrevet som en sammensætning af mange intelligenser. Teorien tager således ikke stilling til hvem eller hvad der kan være intelligent, eller hvordan dette afgøres, men udelukkende hvad intelligensbegrebet dækker over. En anden kvalitativ teoribygning er ideen om intelligens karakteriseret ved intentionalitet. Her sættes fokus på en ganske bestemt egenskab, som ikke nødvendigvis kan måles, men som antages at være et grundlæggende træk ved intelligente systemer i forhold til ikke-intelligente.

De følgende afsnit beskriver teorien om de mange intelligenser, samt om intelligens kendetegnet ved intentionalitet.

4.4.1 *Teorien om de mange intelligenser*

I 1904 bad undervisningsministeren i Paris den franske psykolog Alfred Binet samt en gruppe af hans kolleger om at udvikle en metode til at afgøre hvilke elever, der var ”i fare” for fiasko. Ved at udvikle metoden kunne man give disse elever støtteundervisning. Ud af deres antagelser kom de første intelligens-tests. Flere år senere blev intelligens-tests også indført i USA. De blev meget udbredt – ligesom den opfattelse, at der fandtes noget, der hed ”intelligens”, som objektivt kunne måles og reduceres til et IK (Intelligens Kvotient) resultat. [Armstrong; 1998]

Næsten fire år efter at de første intelligens-tests blev udviklet, satte en psykolog fra Harvard universitet ved navn Howard Gardner spørgsmålstegn ved denne almindeligt udbredte antagelse. Han mente, at vores kultur havde defineret intelligens for snævert, derfor forelagde han i bogen *Frames of Mind* (Gardner 1983) eksistensen af mindst syv grundlæggende intelligenser. I sin teori om de mange intelligenser (MI teorien) søgte Gardner at udvide rammerne for det menneskelige potentiale hinsides de snærende IK resultater. Han betvivlede gyldigheden af at afgøre en persons intelligens ved at tage en person ud af sit naturlige indlæringsmiljø og bede ham lave isolerede opgaver, han aldrig før havde lavet – og formodentlig aldrig ville vælge at lave igen. Gardner ledte i stedet tanken hen på, at intelligens mere har at gøre med evnen til problemløsning samt udformning af produkter i en righoldig sammenhæng og et naturligt miljø. [Armstrong; 1998] Man kan hævde, at Gardner på denne måde udvidede intelligensbegrebet, således at der ved intelligens ikke blot skulle forstås evnen til matematisk/logisk problemløsning, men også en række andre evner som ikke tidligere var blevet tillagt den samme store betydning.

4.4.1.1 **Beskrivelser af de syv intelligenser**

Der har været givet mange forskellige bud på antallet af intelligenser, samt hvilke af de foreslåede intelligenser der virkelig kan betegnes som sådanne. Gardner indførte 7 intelligenser, som vil blive introduceret i de følgende afsnit. Efterfølgende vil vi fremsætte nogle af de andre forslag til intelligenser der har været fremsat, samt se på hvilke krav der stilles til en intelligens inden for denne teoribygning.

4.4.1.1.1 **Sproglig intelligens**

Sproglig intelligens er evnen til at bruge sproget effektivt såvel mundtligt (f.eks. som fortæller, ordfører eller politiker) som skriftligt (f.eks. som poet, dramatiker, redaktør eller journalist). [Armstrong; 1998]

4.4.1.1.2 **Logisk-matematisk intelligens**

Dette er evnen til at bruge tal (f.eks. matematiker, skatterevisor eller statistiker) og til logiske ræsonnementer (f.eks. videnskabsmand eller programmør). Denne intelligens indbefatter forståelse for logiske mønstre, udsagn og påstande (hvis - så, årsag - virkning) samt andre relaterede abstraktioner. [Armstrong; 1998]

4.4.1.1.3 Spatial intelligens

Evnen til at opfatte visuelt-rumlige forhold nøjagtigt (f.eks. som jæger, spejder eller guide) og at benytte denne erkendelse (f.eks. som arkitekt, kunstner eller opfinder). Denne intelligens involverer forståelse for farver, linier, facon, form, rum og det forhold, der eksisterer mellem disse elementer. [Armstrong; 1998]

4.4.1.1.4 Krops-kinæstetisk intelligens

Ekspertise i at bruge hele kroppen til at udtrykke idéer og følelser (f.eks. som skuespiller, mimiker, atlet eller danser) og færdighed i at bruge hænderne til at producere eller omforme ting (f.eks. som håndværker, skulptør, mekaniker eller kirurg). Denne intelligens inkluderer specifikke fysiske færdigheder såsom koordination, balance, behændighed og styrke. [Armstrong; 1998]

4.4.1.1.5 Musikalsk intelligens

Evnen til at opfatte (f.eks. som musikalsker), skelne (f.eks. som musikanmelder), transformere (f.eks. som komponist) og udtrykke (som optrædende kunstner) musikalske former. Denne intelligens indbefatter følsomhed over for rytme, tonehøjde og melodi samt klangfarve eller stemning i et musikalsk stykke. Man kan have en helhedsmæssig og intuitiv, eller en formel, forståelse for musikken, eller begge dele. [Armstrong; 1998]

4.4.1.1.6 Interpersonel intelligens

Inter-personel (inter = imellem). Evnen til at opfatte og skelne sindsstemninger, intentioner, motivationer og følelse hos andre mennesker. Dette kan indbefatte følsomhed over for ansigtsudtryk, stemmeføring og bevægelser. Samt evnen til at reagere på mange forskellige mellemmenneskelige signaler (f.eks. påvirke en gruppe mennesker til at følge en bestemt handle måde). [Armstrong; 1998]

4.4.1.1.7 Intrapersonel intelligens

Intra-personel (intra = inden i). Selvindsigt og evnen til at handle på en måde der er tilpasset denne indsigt. Denne intelligens indbefatter at have et nøjagtigt billede af sig selv (ens styrkesider og begrænsninger), samt evnen til selvdisciplin, selvforståelse og selvværd. [Armstrong; 1998]

4.4.1.2 Hvad definerer en intelligens

Man kan som læser godt undre sig over, hvorfor Howard Gardner kaldte dem intelligenser og ikke talenter eller anlæg. Gardner erkendte, at man er vant til at høre udtryk som "Han er ikke særlig intelligent, men han har et vidunderligt talent for musik", derfor brugte han ordet intelligens meget bevidst. I et interview sagde han: "Det er med fuldt overlæg, at jeg er ret provokerende. Hvis jeg sagde, at der var syv kompetencer, ville folk gabe og sige "Ja, ja". Men ved at kalde dem "intelligenser" fortæller jeg, at vi har været tilbøjelige til at sætte én variant ved navn intelligens op på en piedestal, og at der faktisk er et stort antal af dem – samt at der er nogle af dem, som vi aldrig har tænkt på som intelligens overhovedet." [Armstrong; 1998] Her ses det tydeligt, som også nævnt i indledningen, at Gardner var ude efter en udvidelse af intelligensbegrebet, for på den måde at anerkende flere af de menneskelige evner som væsentlige.

Gardner opstillede bestemte grundlæggende kriterier. Hver intelligens skulle opfylde disse kriterier for at blive betragtet som en fuldgyldig intelligens og ikke bare et talent, anlæg eller en færdighed. [Armstrong, 1998] Nogle af de kriterier Gardner brugte, er beskrevet i de følgende afsnit.

4.4.1.2.1 Potentiel isolation ved hjerneskade

Gardner arbejdede med personer, som havde været ude for sygdomme eller ulykker, der havde påvirket særlige områder i hjernen. I flere tilfælde viste det sig, at hjernelæsionerne kun havde skadet én intelligens og efterladt de øvrige intakte. F.eks. kunne en person med læsion i frontallappen have fået ødelagt en betydelig del af sin sproglige intelligens. Da kunne han alligevel være i stand til at danse, synge, lave matematik, og reflektere over følelser. En person med en læsion i højre hjernehalvdels temporallap havde fået beskadiget sine musikalske evner, mens personlige intelligenser primært påvirkes ved frontallaplæsioner. [Armstrong; 1998] Det kriterie at en intelligens har til huse i et bestemt område af hjernen, giver problemer med at overføre intelligensbegrebet til en datamaskine, medmindre denne implementerer en simulation af hjernens funktioner. En sådan tilgang til intelligens vil vi betegne som funktionel (Afsnit: 4.5 Den funktionelle tilgang).

4.4.1.2.2 Eksistensen af vidunderbørn, idiot savants og andre ekstraordinære individer

Gardner henleder opmærksomheden på, at nogle mennesker har enkelte intelligenser, der arbejder på højt niveau. Idiot savants har overlegne evner inden for én intelligens, mens andre intelligenser fungerer på lavt plan. De eksisterer for hver af de syv intelligenser som f.eks. i filmen Rain Man (baseret på en sand historie), hvor Dustin Hoffman spiller rollen som Raymond. Han kan lynhurtigt regne med store tal i hovedet og yde forbløffende matematiske præstationer. På den anden side har han et elendigt forhold til andre, dårlig sprogfunktion og total mangel på selvindsigt. Der er ligeledes "savants", som tegner ualmindelig godt, nogle har en forbløffende musikalsk hukommelse og andre kan læse indviklet materiale og alligevel ikke forstå hvad de læser. [Armstrong; 1998] Dette kriterie er igen knyttet tæt til menneskelig intelligens, og kan kun bruges i forbindelse med kunstig intelligens ved at antage det synspunkt, at de evner vi hos mennesker kalder intelligenser, må implementeres i en maskine for at kunne kalde denne intelligent. Kriteriet kan ligesom kriteriet om potentiel isolation ved hjerneskade bruges til at vælge én opdeling af menneskets evner frem for en anden.

4.4.1.2.3 En tydelig udviklingsbane

Gardner foreslår, at intelligenserne bliver realiseret gennem kulturel aktivitet, og at den enkeltes udvikling i en aktivitet har sit eget forløb, dvs. hver aktivitet har sit eget tidspunkt at dukke op på, sit eget tidspunkt at toppe i løbet af livet samt sit eget mønster for enten hurtigt eller gradvist at svækkes. At komponere musik ser f.eks. ud til, at være blandt de tidligste kulturelle aktiviteter som kan udvikles til et højt færdighedsniveau. Mozart var fire, da han begyndte at komponere. Adskillige komponister og udøvende kunstnere har været aktive langt op i 90 års alderen, så ekspertisen inden for musikkomposition viser sig at forblive stærk højt op i årene. Høj matematisk ekspertise derimod, ser ud til at have et anderledes forløb. Den dukker ikke op så tidlig som evnen til musikkomposition. Mange store matematiske og videnskabelige idéer blev udviklet af teenagere som Blaise Pascal og Karl Friedrich Gauss. Ser man tilbage på matematiske idéers historie, opdager man, at kun få matematiske erkendelser er kommet til folk, efter at de har passeret fyrrer. [Armstrong; 1998] Dette kriterie er endnu et eksempel på, hvordan Gardner forsøger at dele alle de menneskelige

evner op i nogle adskilte og veldefinerede entiteter kaldet intelligenser. Igen gælder det, at med henblik på kunstig intelligens, bliver en eventuel implementering af dette, et spørgsmål om at give en maskine de samme intelligenser, som er fundet og kategoriseret hos menneskene.

4.4.1.2.4 Støtte fra psykometriske iagttagelser

Gardner er ikke nogen mester inden for standardiserede prøver, men han har været begejstret af alternativer til formel testning. Alligevel foreslår han, at man ser på mange af de eksisterende standardiserede prøver efter støtte til teorier om de enkelte intelligenser (selv om Gardner vil påpege at standardiserede prøver vurderer intelligenser på en måde, der er påfaldende isoleret fra sammenhængen). F.eks. indeholder Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC) under-tests, der kræver sprolig intelligens, logisk-matematisk intelligens, spatial intelligens og i indre omfang krops-kinæstetisk intelligens. Andre prøvetyper trækker på de personlige intelligenser. [Armstrong; 1998] Gardner går altså ind på tanken om, at intelligenserne kan testes enkeltvis, om end han påpeger, at det ikke vil yde dem fuld retfærdighed. Dette kan muligvis være interessant i forbindelse med kunstig intelligens, da det åbner en lille mulighed for at teste og implementere intelligenser enkeltvis.

4.4.1.2.5 Støtte fra eksperimentopsykologiske studier

Lige som man kan studere de enkelte intelligenser vha. standardiserede prøver, foreslår Gardner, at man også kan kigge på specifikke psykologiske studier, og på denne måde se på intelligenserne enkeltvis. I nogle af disse studier kan vi se forsøgspersoner, der behersker særlige færdigheder, men ikke kan overføre evnen til et andet område. Bestemte personer har måske en klar opfattelse af musikalske lyde men ikke af verbale lyde. Dette viser, at folk kan have forskellige færdigheds niveauer inden for hver af de syv intelligenser. [Armstrong; 1998]

4.4.1.2.6 En tydelig kernefunktion eller samling af funktioner.

Gardner siger, at på nogenlunde samme måde som for at et computerprogram skal kunne fungere, kræves et sæt grundfunktioner i form af styresystem, har hver intelligens også et sæt grundfunktioner, der styrer de forskellige medfødte aktiviteter til den pågældende intelligens. I musikalsk intelligens kan disse elementer eksempelvis omfatte rytme og tonehøjde. I krops-kinæstetisk intelligens kan kernefunktioner bl.a. være evnen til at efterligne andres fysiske bevægelser eller evnen til at beherske grundfæstede finmotoriske rutiner til opbygning af strukturer. Gardner forestiller sig, at disse kernefunktioner måske en dag kan identificeres så nøjagtigt, at de kan implementeres på en computer. [Armstrong; 1998] Gardners tilgang til kunstig intelligens belyses her tydeligt, idet han antager, at intelligens er de menneskelige egenskaber, som han har et håb om at klassificere tilstrækkeligt nøjagtigt, til at de kan implementeres på en computer. Umiddelbart er der dog mange problemer med at implementere den nuværende klassificering, idet der ikke er taget stilling til, hvordan de enkelte intelligenser virker. Når vi ser nærmere på de store problemer, der knytter sig til natursprogsforståelse, bliver det tydeligt, at hvis de andre intelligenser byder på tilsvarende vanskeligheder, og hvorfor skulle de ikke det, så er det en enorm og på nuværende tidspunkt uoverskuelig opgave at implementere dem alle.

4.4.1.2.7 Åbenhed over for indkobling i et symbolsystem.

Ifølge Gardner er en af de bedste kendetegn for intelligent adfærd den menneskelige evne til at bruge symboler. Ordet "kat" er en samling af tegn trykt på en speciel måde, og alligevel fremmaner det formodentlig en række associationer, billeder og minder. Det der er sket, er en slags opdatering til nutiden af noget, der ikke er her. Gardner fremviser, at evnen til at udtrykke sig vha. symboler er en af de vigtigste faktorer, der adskiller mennesker fra de fleste andre arter. Gardner bemærker, at hver af de syv intelligenser i hans teori opfylder kriteriet mht. at være i stand til at blive oversat til symbolsprog. Hver intelligens har sit eget unikke symbol- eller notationssystem. For sproglig intelligens er der en række talte og skrevne sprog som f.eks. engelsk, fransk og spansk. Spatial intelligens omfatter på til svarende måde en række grafiske sprog, der bliver brugt af ingeniører, arkitekter og designere. [Armstrong; 1998] Det er interessant at Gardner tilknytter et symbolsprog til alle intelligenserne. Dette åbner muligheder for en evt. implementation i en maskine, da dette må forudsætte en repræsentation på symbolform. Det kan umiddelbart være svært at indse, hvilket symbolsprog vi f.eks. kan tillægge musikalsk intelligens? Svaret kan ikke være noder, da man sagtens kan være en dygtig og begavet musiker uden at have lært noder. Men man kan hævde, at musikken kan udtrykke følelser, via musikkens symbolsprog, der består af toner, rytme, tonearter osv. Man kan også hævde, at musikalsk intelligente har en intern symbolrepræsentation af musikken, men dette må vel forudsætte, at man antager at hjernen internt arbejder med symboler, hvilket vi endnu ikke har set en overbevisende argumentation for.

4.4.1.3 Nøglepunkter i MI teorien

Udover at have beskrevet de syv intelligenser og deres teoretiske grundlag, er der visse punkter i modellen, der er vigtige at huske. Disse er beskrevet følgende:

4.4.1.3.1 Alle mennesker er intelligente – og intelligens kan udvikles

MI-teorien er ikke en "type-teori" hvor hvert individ tildeles en bestemt type intelligens. Det er en teori om kognitiv funktionsdygtighed, der fastslår, at alle mennesker har evner inden for alle syv intelligenser. Nogle mennesker besidder ekstremt høje funktionsniveauer inden for alle eller de fleste af de syv intelligenser. Andre mennesker, f.eks. udviklingshæmmede mangler alle andre evner end de mest fundamentale aspekter af intelligenserne. De fleste af os passer ind et eller andet sted mellem disse poler – højt udviklet i nogle intelligenser og mindre udviklet i resten. [Armstrong; 1998]

Gardner hævder, at stort set alle har kapacitet til at udvikle de syv intelligenser til et rimelig højt niveau. Som et eksempel henviser Gardner til Suzukis Talent Education Program, hvor mennesker kan opnå et højt færdighedsniveau, mht. at spille klaver eller violin, gennem kombination af de rigtige miljømæssige påvirkninger. Disse påvirkninger kunne være engagerede forældre, påvirkning af klassisk musik fra den tidlige barndom samt tidlig undervisning. Tilsvarende uddannelsesmodeller kan også findes inden for andre intelligenser. [Armstrong; 1998]

Det at alle mennesker besidder alle intelligenser, og at intelligenserne hos alle kan udvikles til et rimeligt højt niveau, giver kunstig intelligens meget trange kår inden for denne teoribygning, hvis vi kræver, at computeren skal være intelligent på niveau med almindelige mennesker. For at en computer kan være dette, må den implementere alle

intelligenserne, på et niveau svarende til almindelige menneskers kompetence. Som vi vil se senere, så giver bare det at implementere sprog-forståelse store praktiske problemer, og dette er kun en del af en af intelligenserne! Imidlertid kan man forsøge på at fremstille et computersystem, der kun besidder nogle af intelligenserne, og som man kunne betragte som en "idiot savants". Et sådant system ville i denne teoribygning stadig være intelligent på nogle områder.

Der findes ikke nogen entydige kriterier for, om man er intelligent inden for et bestemt område. F.eks. kan en person, der har problemer med at læse, godt være meget sprogligt intelligent, fordi vedkommende har et stort ordforråd eller er en fantastisk historiefortæller. MI teorien fremhæver den rige forskellighed af måder, hvorpå folk viser deres talenter. [Armstrong; 1998] Det at der ingen entydige kriterier findes for intelligens, gør det svært at afgøre om man har fremstillet et intelligent system. Samtidig er det et af de kendetegn, der gør at vi vil karakterisere denne teoribygning som kvalitativ. Det vigtige er ikke at kunne genkende intelligens ud fra intelligent opførsel, men at kunne beskrive hvad intelligens er.

4.4.1.3.2 Intelligenserne arbejder sædvanligvis sammen på komplekse måder

Gardner peger på, at hver af intelligenserne er en "fiktion". Dette betyder, at ingen intelligens forekommer isoleret bortset fra meget sjældne tilfælde hos idiot savants og hjerneskadede personer. Intelligenserne arbejder altid i samspil med hinanden. Hvis man vil lave et måltid mad må man læse opskriften (sproglig), måske skal det beregnes til færre personer (logisk-matematisk), sammensætte en menu, så alle i familien bliver tilfredse (interpersonel) og samtidig stille sin egen sult (intrapersonel). På tilsvarende måde behøver et barn, der vil spille fodbold, sin krops-kinæstetiske intelligens. Dette skal han bruge til at løbe og sparke. Til at orientere sig på banen og forudse retningen af den flyvende bold skal han bruge sin spatiale intelligens. Den sproglige og interpersonelle intelligens kommer i spil, hvis der opstår uenighed om et mål i løbet af kampen. I MI teorien er intelligenser kun taget ud af sammenhængen med det formål, at undersøge deres grundlæggende særpræg og lære hvordan disse kan bruges mere effektivt. [Armstrong; 1998] Det at intelligenserne ikke bare sameksisterer parallelt, men også samarbejder, gør problemet vedrørende implementation i en maskine endnu større. Da fremgangsmåden med at implementere én intelligens ad gangen, som en særskilt funktion, vil være problematisk, når intelligenserne skal samarbejde. Intelligens er altså ikke blevet delt op i et antal forskellige funktioner. Intelligens betragtes stadig som en kompleks helhed, der ikke kan adskilles i praksis, men kun i teorien, med det formål at forsøge at få et overblik.

4.4.1.4 Eksistensen af andre intelligenser

Gardner gør opmærksom på at hans model med de syv intelligenser kun er en foreløbig formulering. Ved en yderligere undersøgelse opfylder nogle af intelligenserne på hans liste måske ikke visse af de kriterier, han har opstillet, og kan derfor ikke længere kvalificere sig som intelligenser. Derimod kan man måske finde nye intelligenser, der opfylder kriterierne. Andre foreslåede intelligenser er følgende:

- Spiritualitet
- Moralsk følsomhed
- Seksualitet

- Humor
- Intuition
- Kreativitet
- Kulinariske evner (madlavning)
- Lugtdifferentering (lugtesans)
- Evnen til at sammenfatte de øvrige intelligenser

Et af de spørgsmål der stadigvæk står, er hvorvidt de foreslåede intelligenser faktisk opfylder de kriterier, som Gardner har opstillet. [Armstrong; 1998]

4.4.2 *Intentionalitet: Intelligens og Forståelse*

Nogle kilder hævder, at intentionalitet er kendetegnende for intelligens. Hvad begrebet intentionalitet dækker over kan være svært at indfange, men et godt sted at starte er med ordbogens forklaringer på nogle beslægtede ord:

- **Intention:** hensigt, bestræbelse, forehavende
- **intentionalisme:** filos. lære der hævder at enhver moralsk handling skal bedømmes efter sin hensigt, ikke efter sin virkning.
- **intentionalistisk:** som indebærer en hensigt el. et formål.
- **intentionalitet:** den lære at bevidstheden altid er rettet mod et objekt

[Brüel; Nielsen, 1987]

Intentionel opførsel er opførsel, der har et formål eller en retning. Det objekt en intentionel handling retter sig imod, kalder vi det intentionelle objekt. Som eksempel på et intentionelt system kan vi tage sprog. Sætningen: "Bilen er rød." Handler om bilen og dens farve. Tilsvarende er ønsker og drømme intentionelle: Jeg drømmer om at vinde 1 million. Har et intentionelt objekt nemlig den ønskede gevinst, og har således et indhold. Intentionalitet kan betragtes som en helt speciel form for relation, mellem den/det der har intentionalitet og så det intentionelle objekt. Min drøm om at vinde 1 million er således en relation mellem mig og millionen. Dette eksempel belyser hvorfor det er en meget anderledes relation – den ene part i relationen, her den ønskede gevinst, behøver ikke nødvendigvis at eksistere. Tilsvarende kan sproget også behandle ikke eksisterende genstande. [Haugeland; 1996] Det at sproget er intentionelt, giver et argument for Turings tests relevans for intelligens – hvis vi altså godtager, at intentionalitet er et tegn på intelligens. Imidlertid vil de færreste vel godtage, at en sætning på et stykke papir er intelligent, selvom den faktisk har et intentionelt objekt. Derfor er det nødvendigt med en skelnen mellem flere former for intentionalitet, hvilket vi vender tilbage til (Afsnit 4.4.2.2 Original og nedarvet intentionalitet). Først vil vi dog forsøge at uddybe intentionalitetsbegrebet lidt mere.

4.4.2.1 Den intentionelle metode

Når vi forsøger at forudsige et systems opførsel, findes der flere metoder. Vi kan bruge den fysiske metode, som er effektiv, når vi taler om begrænsede systemer, der påvirkes af kendte fysiske love, og hvor vi let kan fastslå de indvirkende elementer. Den klassiske fysik har som forudsætning, at alt kan forudsiges ved at vurdere alle indgående fysiske elementer, beregne hvilke kræfter der virker imellem dem, og derudfra forudsige hvordan systemet vil opføre sig. Denne metode er imidlertid upraktisk, ja måske ligefrem umulig, hvis vi har med mere komplicerede systemer at gøre. I stedet kan vi så benytte design-metoden til forudsigelser. Hvis vi f.eks. ser på et vækkeur og konstaterer, at det er sat til at ringe kl. 7.00, så vil de fleste af os sikkert uden tøven regne med, at det vil opføre sig nøjagtigt sådan, for det er det designet til. Vi vil ikke begynde at se på tandhjul og fjedre i uret, regne på de fysiske kræfter, og til sidst konstatere hvornår uret vil ringe – nej, vi bruger design-metoden til, at forudsige hvordan uret vil opføre sig, og for det meste er det en simpel og pålidelig metode. [Dennet; 1981]

Når det drejer sig om dyr og i særdeleshed mennesker, er begge de to nævnte metoder imidlertid vanskelige. Hvad er et levende individ designet til? For slet ikke at tale om det uoverskuelige projekt at betragte alle fysiske aktiviteter i et menneske, for på den måde at forudsige hvad det sandsynligvis vil gøre. I stedet bruger vi en tredje metode – den intentionelle metode. Når vi bruger denne metode, forudsætter vi to ting. Vi forudsætter nogle mål hos det betragtede system, og vi forudsætter at systemet vil opføre sig rationelt. På den måde kan vi f.eks. se på et menneske, konstatere at han ser træt ud og sikkert har lyst til at sove, og på den baggrund forudsige, at han snart går i seng. Denne metode viser sig ofte at holde stik, når vi betragter mennesker. Dyr kan også forudsiges med denne strategi, og faktisk bruger vi den også til tider i forhold til maskiner [Dennet; 1981] ”Når træerne ude for huset svajer i vinden, tror bevægelsessensoren, at der er nogen der bevæger sig, og så tænder den lyset.” Her har vi tillagt vores bevægelsessensor tro! Den intentionelle metode er ofte meget stærk, når vi vil forudsige noget, og vi bruger den som mennesker i vid udstrækning. Dette kunne give os den tanke, at det at bruge den intentionelle metode måske er et særligt kendetegn for intelligens. [Dennet; 1981] Når vi som mennesker bruger den intentionelle metode, tillægger vi systemer intentionalitet, men i det følgende bliver argumenteret for, at visse systemer faktisk har intentionalitet som en egen egenskab. Måske disse systemer er kvalificerede til at blive kaldt intelligente?

4.4.2.2 Original og nedarvet intentionalitet

Når vi siger at en sætning på et stykke papir er intentionel, så er det udelukkende fordi vi som læsere tilægger ordene en bestemt betydning. Sætningen handler således først om noget, når vi fortolker den. Man kunne sige, at det er os, der tillægger den intentionalitet ved at bruge den intentionelle metode. Vi kalder denne type af intentionalitet for nedarvet. Bl.a. Daniel C. Dennet mener, at kunstigt intelligente computersystemer også udelukkende har denne form for intentionalitet. [Haugeland; 1994] Det systemerne foretager sig, betyder kun noget i kraft af, at vi fortolker dem, og deres intentionalitet er derfor på niveau med en bogs – nedarvet. Prøv at sammenligne dette standpunkt med afsnittet om fortolkede formelle systemer (Afsnit: 3.3.2 Fortolkning). Det er ikke svært at tilslutte sig, at i hvert fald nogle computersystemer har denne karakter, der er imidlertid blevet stillet spørgsmålstejn ved, om det også gælder alle de forsøg, der har været på at fremstille kunstigt intelligente systemer. [Haugeland; 1994] Denne diskussion vender vi tilbage til.

Når vi taler om nedarvet intentionalitet, så må vi forudsætte, at der et sted findes nogen eller noget at arve intentionaliteten fra, som selv har en form for intentionalitet, der ikke er nedarvet. Vi kalder denne ikke-arvede intentionalitet for ”original intentionalitet”. Nogle kilder vil hævde, at mennesket som den eneste skabning besidder original intentionalitet, andre at dyr også besidder den. [Haugeland; 1994]

Det er muligt at tage det standpunkt, at mennesker ikke er andet og mere end automatiske formelle systemer, (det vil i praksis sige uden fri vilje – rene input/output maskiner) og at en skelnen mellem nedarvet og original intentionalitet ikke giver nogen mening – da hele verden dybest set blot er et determineret system. Hvis man imidlertid fastholder det standpunkt, at mennesket har en form for fri vilje, bliver det muligt at indtage det standpunkt, at det vi som mennesker gør, har en mening i sig selv (formuleret anderledes: en mening vi selv tillægger det vi gør), før end det bliver fortolket. Dermed kan vi skelne mellem vores originale intentionalitet og bøgers nedarvede. Diskussionen om hvordan vi skal betragte kunstigt intelligente computersystemer, såvel som dyr, kræver dog nok en mere nuanceret skelnen, som først vil blive taget op i afsnit: 4.4.2.4 Intentionelle niveauer, når begrebet intentionalitet er udforsket yderligere.

4.4.2.3 Intentionalitet og normativitet

Det at noget er intentionelt, gør os i stand til at fastsætte nogle normer for hvordan dette bør forholde sig til virkeligheden. En sætning som: King er en brun hund. Kan således være rigtig eller forkert, afhængig af om King faktisk er en hund, og om han er brun. Denne afgørelse er imidlertid kun mulig, fordi sætningen handler om noget – er intentionel, i dette tilfælde med King som det intentionelle objekt. Tilsvarende kan ønsker gå i opfyldelse og forestillinger være rigtige eller forkerte. Både ønsker og forestillinger er også intentionelle. [Haugeland; 1994] Hvis vi imidlertid tænker på noget ikke-intentionelt, som f.eks. en sten på stranden, så giver det ingen mening at tale om, at stenen er rigtig eller forkert. Ingen normative begreber passer rigtigt på en sten – ikke før vi giver stenen intentionalitet. Hvis vi f.eks. taler om en mursten, så tillægger vi stenen et formål, og nu kan vi pludselig sige at den er for stor, eller har en forkert farve, men sådanne normative udtalelser er altså kun mulige når vi har at gøre med objekter med intentionalitet.

Det at vi er i stand til at bruge den intentionelle metode, tillægge andre ting og systemer intentionalitet, adskiller os fra ting og måske fra dyr og kunstigt intelligente systemer. I følgende afsnit vil vi udforske de forskellige niveauer at have intentionalitet på, lidt nærmere.

4.4.2.4 Intentionelle niveauer

Searle har opstillet 3 forskellige niveauer at tale om intentionalitet på:

1. original/indre intentionalitet
2. nedarvet intentionalitet
3. som-om intentionalitet

Original intentionalitet er den form for intentionalitet som mennesket har. Intentionalitet der ikke er lånt noget sted fra, men som afspejler vores udforskning af verden omkring os. Nedarvet intentionalitet er, som tidligere nævnt, intentionalitet i kraft af den fortolkning vi giver det intentionelle system. Det er denne form for intentionalitet som bøger, og ifølge Searle også kunstigt intelligente systemer, har. Som-om intentionalitet er i virkeligheden slet ikke intentionalitet. Det er den intentionalitet, vi tillægger ting, når vi bruger den intentionelle metode, men som egentlig bare er en ren metafor. [Haugeland; 1994] Som eks på som-om intentionalitet, kan man tænke på, når man lægger papir i sin printer, men papiret driller og vil ikke ligge lige. Selvfølgelig kan papir hverken drille eller ville!

Bøger, papir og mennesker kan vi relativt let kategorisere efter ovenstående, men dyr og kunstigt intelligente robotte kan det være sværere at enes om. Skal dyr tillægges original intentionalitet, og dermed forestillinger, tro og formål på linje med mennesker, eller kan vi kategorisere dem som rene mekanismer, der kun har den intentionalitet, vi tillægger dem? John Haugeland argumenterer omtrent således: Prøv at forestille dig en kunstigt intelligent robot, der bevæger sig rundt på en parkeringsplads. Den noterer hvor længe den enkelte bil har stået der, den har sensorer, så den er i stand til at køre uden om forhindringer, og den kan måske endda skrive bøder ud. Dette er ikke noget helt urealistisk scenarie. Er denne robots intentionalitet ikke forskellig fra den passive intentionalitet en bog har? Kan man ikke sige, at robotens interne repræsentationer faktisk svarer til noget i den virkelige verden, og at den bruger disse representationer til at begå sig? På den anden side så er alle robotens mål og muligheder lagt i den og så at sige forudsat den. Man kan ikke påstå, at robotten egentlig har en idé om verden, og det den foretager sig (et stærkere argument for dette følger i næste afsnit). Derfor må det være rimeligt at indføre en fjerde form for intentionalitet. Haugeland foreslår at kalde dette for ersatz intentionalitet (ersatz på tysk = erstatning). Ersatz intentionalitet er den form for intentionalitet, som gode kunstigt intelligente robotter kan opnå hen ad vejen, og det er også den form for intentionalitet, som dyr kan tillægges. Dyr handler faktisk i forhold til deres omgivelser og opfører sig i høj grad, som om de har intentionalitet, men de har f.eks. ikke samme form for drømme og forhåbninger som mennesker, og må derfor karakteriseres som havende ersatz intentionalitet. [Haugeland; 1994] Hvorvidt dyrene er placeret rigtigt i hierarkiet, vil vi ikke komme nærmere ind på her, men det kan uden tvivl diskuteres.

4.4.2.5 Om at forstå

Der er allerede nu eksempler på computerprogrammer, der kommunikerer på nogenlunde fornuftigt menneskesprog, om end de fleste er primitive og forholdsvist dumme. Der er dog ikke noget til hinder for at teknikken udvikles, til en grad hvor en computer måske kan bestå Turings test. Dette rejser spørgsmålet om et computerprogram på det niveau kan siges at have intelligens. John R. Searle [Searle; 1980] og senere John Haugeland [Haugeland; 1994] vil afvise dette, med henvisning til at computeren ikke forstår hvad den laver, og dermed stadig ikke har mere end nedarvet intentionalitet, eller måske i bedste fald ersatz intentionalitet. John R. Searle har fremsat følgende eksempel, der kan medvirke til at belyse hvad det så vil sige at forstå.

4.4.2.5.1 Det kinesiske rum

Forestil dig en dansk-talende mand, som absolut intet kender til det kinesiske sprog, lukket inde i et tomt rum. Ind i rummet stikkes nogle ark med kinesiske tegn, samt et ark med nogle formelle regler skrevet på dansk. Når der udefr

stikkes en strimmel papir med kinesiske tegn ind, kigger manden på tegnene. Ud fra de danske regler udvælger han nogle af tegnene, samt nogle af tegnene fra de ark han allerede har liggende, og tegner dem på en ny strimmel papir, som han afleverer ud af rummet. Uden for står nogle meget forundrede kinesere. De har lige stukket først en historie (de første ark med tegn) og derpå et spørgsmål til historien (strimlen med yderligere kinesiske tegn) ind i rummet, og ud kom et fornuftigt svar på kinesisk! Sagen er den, at manden der sidder i rummet, ikke har gjort andet end at kombinere nogle formelle symboler efter nogle formelle regler, og afleveret resultatet tilbage. Kan man med nogen rimelighed påstå, at manden har lært kinesisk? Svaret må være nej. Manden i rummet har ingen anelse om, hvad de kinesiske tegn betyder, eller hvad han har svaret. Alligevel vil kineserne uden for rummet være klar til at kalde systemet, bestående af manden og rummet, for intelligent, hvis de altså fastholder Turingtesten som definition på dette. [Searle; 1980]

Hvad er den væsentlige forskel på manden i ovenstående eksempels kendskab til dansk og så hans kendskab til kinesisk? Jo, de danske ord refererer til noget – er intentionelle, hvorimod de kinesiske tegn for manden i vores eksempel, udelukkende er formelle symboler. For hans skyld kunne reglerne for kombination af disse, laves fuldstændigt om, og det ville ikke gøre en forskel. Med andre ord, forstår manden ikke kinesisk, og man kan således ikke bede ham om noget på kinesisk, men han er fuldt ud i stand til at føre en fornuftig samtale på sproget, udelukkende ved at følge sine formelle regler. Mandens opfattelse af kinesisk, svarer nøje til en computers opfattelse af natursprog, og Searle hævder dermed, at disse programmer ikke har antydningen af intelligens, men udelukkende er fortolkede formelle systemer. Den eneste intentionalitet de har, er den vi tillægger dem – altså nedarvet intentionalitet. [Searle; 1980]

4.5 Den funktionelle tilgang

Den funktionelle tilgang tager ikke udgangspunkt i hvordan intelligente systemer opfører sig eller hvilke kriterier der gør, at vi vil betegne dem som intelligente. I stedet tages udgangspunkt i hvordan de fungerer. Denne tilgang dækker bl.a. over tanken at kun systemer med funktionsmæssig lighed med den menneskelige hjerne, kan opnå intelligens. Det at implementere intelligens, bliver således et spørgsmål om at eftergøre processerne i hjernen. Til denne skole hører nogle fortalere for neurale netværk, nemlig dem der hævder, at neurale netværk er den mest lovende vej til kunstig intelligens, fordi nettene minder om hjernens opbygning.

Den idé at intelligens er tæt sammenknyttet med fysiologiske evner, som f.eks. sansning, og at intelligens adskilt fra kroppen er umulig, vil vi også karakterisere som et funktionelt synspunkt. Her fokuseres på, at intelligens er en bestemt proces, og ikke er karakteriseret hverken ved en bestemt opførsel, eller ved bestemte egenskaber løsrevet fra kroppen. Hvis man antager dette standpunkt, vil en intelligent maskine være en umulighed, da vi har defineret en maskine som et automatisk formelt system, og dermed som værende medieafhængig (Afsnit: **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**
Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.)

Et eksempel på en funktionel tilgang kan findes i teorien om de mange intelligenser, hvis man vælger at fokusere på, at en intelligens kun kan defineres som en sådan, hvis den kan lokaliseres til et bestemt sted i hjernen. På denne måde vælger man at definere intelligens, som noget der udspringer af processerne i en bestemt del af hjernen. (Afsnit: 4.4.1.2.1 Potentiel isolation ved hjerneskade)

Hvis man vælger den funktionelle tilgang, kan man stadig tale om intelligens, selvom man er strengt deterministisk. Intelligens er den determinerede proces, der foregår i hjernen og som skyldes dens kemiske og fysiske sammensætning, samt de påvirkninger den udsættes for, ligesom en stens fald er den determinerede proces, der foregår når tyngdekraft, vind, friktion osv. får stenen til at udføre en ganske bestemt bevægelse. Dette ekstremt deterministiske synspunkt har vi ikke eksempler på tilhængere af, men citater som følgende, viser at en lidt mere opblødt determinismetanke, og en delvist funktionel tilgang, forekommer:

Moreover, they [Dennet and Searle] are each materialists, at least to the extent of holding that (as a matter of fact, so far as we know) matter, suitably arranged and interacting, is necessary and sufficient for intentionality [which in turn is "the mark of the mental"]. In other words, two worlds that were materially identical would be mentally identical as well; but if you took away the matter, or sufficiently rearranged it, you would destroy all intentionality too. [Haugeland; 1994]

4.6 Hvorledes de tre tilgange sameksisterer

Nedenstående skema opridser kort hvilke argumenter man, med en valgt hoved-tilgang, kan bruge for de andre tilganges underordnede karakter.

Argumenter for øvrige tilganges underordnede karakter			
Hoved-tilgang	Operationel	Kvalitativ	Funktionel
Operationel		Et system kan kun karakteriseres som intelligent, hvis det opfører sig som sådan. Dermed er kvalitative overvejelser betydningsløse.	Det væsentlige er ikke hvordan et intelligent system virker, med hvad det gør.
Kvalitativ	Systemets evt. opførsel er en logisk følge af dets egenskaber. Opførsel er ikke en afgørende kvalitet ved intelligens.		Det væsentlige er ikke hvordan et intelligent system virker, men hvad det er.
Funktionel	Systemets opførsel er en logisk følge af dets virkemåde.	Systemets egenskaber er en logisk følge af dets virkemåde.	

I praksis vil man dog ofte vælge at overveje flere tilganges betydning.

4.7 De tre tilganges betydning for maskinel intelligens

Når man diskuterer intelligensbegrebet, med henblik på at fremstille intelligente maskiner, vil ens konklusion helt komme til at afhænge af den valgte tilgang.

Vælger man den funktionelle tilgang, vil spørgsmålet blive, om det er muligt at fremstille en maskine med tilstrækkelig funktionel lighed med mennesket, som man stadig kan kalde en maskine. Heraf kan springe mindst tre diskussioner: Hvor stor skal den funktionelle lighed være, før end systemet er intelligent? Hvor går grænsen mellem maskiner og genmanipulerede mennesker? (Dette spørgsmål giver selvfølgelig kun mening, hvis man forsøger at redefinere maskinbegrebet i forhold til den definition vi har vedtaget) Fungerer den menneskelige intelligens i bund og grund som et formelt system? Det sidste spørgsmål leder diskussionen videre til en diskussion om, hvorvidt verden er determineret eller ej. Disse uafklarede spørgsmål, vil ud fra den funktionelle synsvinkel være afgørende for, om vi kan fremstille en intelligent maskine.

Vælger vi den kvalitative tilgang, vil et af de problematiske spørgsmål være: Hvordan afgør vi om en maskine besidder visse kvalitative egenskaber, som ikke nødvendigvis udtrykkes som handlinger? Antager man intentionalitet som kendetegn for intelligens, kan man afvise at computere som de nuværende, der udelukkende er formelle systemer, kan være intelligente, men hvis man genovervejer maskin-begrebet og medtager biologiske (eller delvist biologiske) konstruktioner, kan det være svært at udtale sig om, og spørgsmålet om grænsen mellem menneske og maskine vil opstå igen. En anden problematik vedrørende den kvalitative tilgang, kan være spørgsmålet om, hvordan man skal afgøre hvilke kvaliteter der er de afgørende. Prøv blot at overveje de to ret forskellige tilgange: Teorien om de mange intelligenser og intentionalitet som kendetegn for intelligens.

Med den operationelle tilgang bliver spørgsmålet om kunstig intelligens forholdsvist simpelt. Hvis et intelligent system er et system, der opfører sig på en bestemt måde, så kan ethvert system testes for intelligens, ved at observere om systemet opfører sig som foreskrevet. Dette kan dog stadig føre til mange uenigheder, idet der kræves en meget entydig test for at udelukke forskellige fortolkninger. Bruger vi f.eks. Turings test, er der vanskeligheder med, at afgøre hvilke mennesker computeren skal kunne snyde, og om disse på forhånd skal vide, at de muligvis kommunikerer med en maskine. Den operationelle tilgang har desuden en svaghed, der er i familie med den funktionelle tilgangs problem: At afgøre, hvor stor funktionsligheden skal være, og den kvalitative tilgangs: At udvælge de relevante kvaliteter. For den operationelle tilgang, drejer det sig om at vælge den betydningsfulde opførsel. Turing valgte den skrevne natursprogs-kommunikation, men man kunne lige så vel mene, at et intelligent system må kunne kommunikere fuldt på højde med mennesker, dvs. også kunne bruge kropssprog, lugt osv.

4.8 Sprog og intelligens

På baggrund af ovenstående diskussion af intelligensbegrebet, som, trods dens omfang, slet ikke har fat i alle teorier, dannes der et billede af et meget uhåndterligt begreb, der til stadighed kan forstås og misforstås på mange måder. Man må således enten vælge at tage skyklapperne på og gå ud fra sin yndlingsteori, eller forsøge at droppe begrebet. Det første har mange forskere inden for GOFAI (Good Old Fashioned Artificial Intelligence) traditionen gjort, bl.a. dem der har brugt Turings test som en operationel definition på intelligens, det andet var det oprindelige formål med Turings test. Turing indså at intelligensbegrebet ikke var anvendeligt og indførte i stedet sin test.

En detalje der går igen, i de teorier vi har set på undervejs i diskussionen, er menneskers evne til at kommunikere på natursprog. Det er således ikke kun Turing, der finder dette interessant. Teorien om de mange intelligenser har således,

som en del af intelligensbegrebet, indført en sproglig intelligens. Intentionalismen tillægger sproget nedarvet intentionalitet, der godt nok ikke har noget med intelligens at gøre, men som dog siger, at sproget har denne særlige egenskab, som oprinder fra intelligente systemer. På baggrund af dette, har vi valgt at lade den filosofisk interessante diskussion om intelligensbegrebet hvile her, til fordel for en mere pragmatisk diskussion om computeres muligheder for at kunne kommunikere på natursprog. Dette viser sig ikke at være en triviell sag, men dog er begrebet natursprog mere veldefineret end begrebet intelligens, og derfor mere håndterligt i praktiske sammenhænge.

5 NATURSPROGSFORSTÅELSE

Umiddelbart kan forståelse af natursprog måske syntes trivielt, det er jo noget vi alle benytter ganske ubesværet hver dag. Der findes grammatiske regler for hvordan sætninger kan opbygges, og ordene har hver deres betydning. For en computer er det imidlertid ikke så simpelt, idet vi som mennesker underforstår og forudsætter mange ting, som computeren derfor bliver nødt til at implementere, for at kunne tolke sætningerne korrekt. Herunder vil nogle af de problemer en computer har med tvetydige sætninger blive belyst, for at give en lille fornemmelse for hvilke vanskeligheder man står over for, når man vil programmere en computer til at forstå natursprog.

Udover problemerne med at forstå flertydige sætninger korrekt, er der naturligvis også spørgsmålet om at implementere grammatiske regler, alle undtagelserne fra disse samt tage højde for stavfejl og andre mindre sproglige fejl, som ikke vil forstyrre et menneskes sprogforståelse væsentligt, men som kan give computeren problemer med at genkende ord og sætninger korrekt. Dette mere sprogvidenskabelige aspekt vil vi ikke belyse i nærmere detaljer her.

5.1 Hverdagsviden

Når vi bruger sprog, forudsætter vi en masse hverdagsviden. F.eks. vil vi alle ud fra sætningen: "Aben spiste bananen, fordi den var sulten", kunne forstå at det er aben og ikke bananen, der var sulten. Dette fremgår imidlertid på ingen måde af sætningen, men sluttes ud fra vores almindelige viden om aber og bananer. På denne måde underforstår vi ofte viden, når vi taler. Denne viden må computeren på en eller anden måde være i besiddelse af, for at kunne forstå en sætning korrekt. [Haugeland; 1979] En måde at forsøge at opnå dette på er ved hjælp af ontologier, som vi ser nærmere på i afsnit 7 Ontologi.

Et andet eksempel hvor vi har brug for vores hverdagsviden, er sætningen: "The box is in the pen". Her vil vi naturligt oversætte sætningen til: "Kassen er i kravlegården" og ikke: "Kassen er i kuglepennen." Dette skyldes vores viden om kasser, kravlegårde og kuglepennes typiske størrelser. [Haugeland; 1979]

5.2 Situationsforståelse

Udover en passende dagligdags viden bruger vi også i vores sprogforståelse vores evne til at forstå en bestemt situation. Ser vi f.eks. på sætningen "He left his raincoat in the tub because it was wet" og oversætter den til dansk, vil vi selvfølgelig sige: "Han efterlod sin regnjakke i badekarret, fordi den var våd." Imidlertid kunne sætningen lige så godt betyde: "Han efterlod sin regnjakke i badekarret, fordi det var vådt." Hvis ikke det var fordi, vi forestiller os formålet med at efterlade regnjakken i badekarret, og deraf slutter, at det må være regnjakken og ikke badekarret der er vådt, kunne vi lige så godt tro at det er badekarret der er vådt. Her trækker vi altså ikke på vores hverdagsviden om regnjakker og badekar (begge dele ville naturligt kunne være våde), men derimod på en forståelse af situationen.

Tager vi igen fat i eksemplet ”The box is in the pen”, så vil vi måske, hvis det i en film bliver hvasket i øret på James Bond, netop forstå sætningen, som at der er en kasse i kuglepennen. Her spiller vores forståelse for situationen ind, og gør at vi vil tolke sætningen anderledes, end vi ville under andre (mere normale) omstændigheder. [Haugeland; 1979]

I det følgende afsnit vil vi dels se på et konkret fungerende system, til natursprogsdialog nemlig chat-robotten Alice, der har vundet Loebnerprisen, samt en teknologi der i fremtiden kan være med til at give en bedre maskinel natursprogsforståelse, nemlig ontologier. Disse afsnit tjener til at se på nogle af de netop skitserede problemer i en konkret sammenhæng.

6 LOEBNERPRISEN OG ALICE

I 1990 startede Dr. Hugh Loebner sammen med "The Cambridge Center for Behavioral Studies" en konkurrence, hvor man valgte at implementere Turingtesten. Hugh Loebner lovede 100.000 dollars og en guldmedalje for personen med den første computer, hvis reaktioner (i en chat/samtale) ikke ville kunne skelnes fra et menneskes. [Loebner; 1999] I dag er det stadigvæk ikke lykkedes, at kunne lave en chat-robot som vil reagere fuldstændig menneskeligt. Vi har valgt at se på botten Alice som vandt Loebnerprisen [Loebner; 1999]. Men først ser vi på nogle af de regler, som gælder for Loebnerprisen 2000, som Alice [Alice; 2000] har vundet.

Nogle af de officielle regler for Loebnerprisen 2000.

- 1) Formålet med Loebnerprisen 2000 - konkurrencen i kunstig intelligens, er at kunne identificere det computer system, som klarer sig bedst i at gennemføre en moderne version af Turingtesten. Baseret på interaktion mellem dem selv og konkurrencedeltagerne, vil dommerne forsøge at skelne computersystemer fra mennesker. Dommerne kan inkludere børn, mennesker med handicap, eksperter i psykologi, sprogvidenskab eller kunstig intelligens. [Loebner; 1999a]
- 2) Det er computerdeltagerens opgave at reagere på dommernes input, på en måde som efterligner et menneskes reaktion. Konkurrencen og alle logs (gemte chat-filer) vil blive offentliggjort. Alle deltagere må tage ansvaret for deres egen opførsel. Som i normale samtaler har begge deltagere (dommer og computer) en rolle i at bestemme retningen for konversationen, og de er begge frie til at diskutere et hvilket som helst emne som de selv har lyst eller ikke lyst til. Deltagerne må forberede sig på at kommunikere i et ubestemt tidsrum. [Loebner; 1999a]
- 3) Systemerne må være af en hvilken som helst type, så længe de ikke indeholder noget biologisk materiale og så længe computerens reaktioner foregår i realtime (dvs. at programmet bearbejder dommerens input med det samme), og uden at mennesker eller andre organiske systemer kontrollerer reaktionerne. [Loebner; 1999a]
- 4) Under konkurrencen vil dommerne have en eller flere muligheder for at kunne snakke sammen med hver af computerterminalerne. Dommerne vil blive tilladt ubegrænset kommunikation, og de vil blive informeret om at mindst 2 af terminalerne er computerstyret og mindst en menneskestyret. [Loebner; 1999a]
- 5) Interaktion blandt dommerne er ikke tilladt. Hver dommer vil lave 2 vurderinger af hver samtale. Efter 5 minutters samtale (Turings oprindelige tidsgrænse) vil hver dommer bedømme, om deltageren bag samtalen er et menneske eller en computer. Dommerne vil også give en individuel vurdering (efter mindst 15 minutters samtale) af den ubekendtes menneskelighed og dens reaktioner. Derefter vil de bedømme alle terminalerne først på baggrund af medianen og derefter på gennemsnittet af deres karakter, derefter chat-robotens menneskelighed og evne til modspil, hvis det er nødvendigt. På denne måde vil de alle blive placeret i en rangorden, hvor den højest placerede vil blive kåret som årets prisvinder. For at kunne kvalificeres til hovedpræmierne, kræves det at man opfylder Turings forventning, om at kunne narre 30% af dommernes bedømmelser. [Loebner; 1999a]
- 6) Computer programmerne skal kommunikere på engelsk [Loebner; 1999a].

6.1 Chat-robotten Alice

Alice blev skabt af Dr. Richard S. Wallace. "Hun" blev aktiveret for første gang den 23. november 1995, i Bethlehem Pennsylvania. Lige siden har hun været et projekt under udvikling. I dag kan Alice hentes i mange forskellige versioner, og i forskellige programmeringssprog (f.eks. Java, C og mange andre). Den originale version er blevet udviklet med AIML (Artificial Intelligence Markup Language) som er en XML specifikation som benyttes til programmering af chatbotter.

6.1.1 Dommernes bedømmelser fra Loebnerprisen 2000

Efter hver chat med en ukendt deltager har dommerne givet karakterer (fra 0 til 10), med 0 som den bedste karakter, dernæst har man valgt at beregne medianen og gennemsnittet (se punkt 5 under de officielle regler). Karakteren for menneskelig kvalitet har man valgt at give som points fra 0 -10, men med 10 som det bedste. Ud fra resultaterne for medianen, har man kåret chat-robotten med den bedste karakter som årets Loebnerpris vinder. Ud fra tabellen kan det ses, at Alice ikke blev kåret til at være den mest menneskelige chat-robot i konkurrencen. I chat loggen [Chatlog; 2000] har vi adskillige gange set, at Alice afslører sig selv meget hurtigt som værende en robot. Vores begrundelse for at vælge Alice som eksempel, er at hun er vinderen af Loebnerprisen.

Dommere →	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6	D-7	D-8	D-9	D-10	Median	Gennemsnit	Evne til modspil	Menneskelig kvalitet
Menneske #1	5	7	2	4	4	3	5	2	3	4	4	3.9	7.20	7.80
Menneske #2	2	9	4	1	3	2	2	4	2	2	2	3.1	7.65	9.00
Alice	4	3	9	10	8	6	6	10	6	5	6	6.7	2.95	2.35
A-Life	8	6	6	5	10	10	4	5	7	10	6.5	7.1	3.81	3.75
Algernon	9	10	10	9	9	9	10	9	10	9	9	9.4	0.28	0.56

Tabel 1: Loebnerprisens dommers bedømmelser [Loebner; 2000]

Vi har kun valgt at medtage nogle af deltagerenes karakterer, da vi mente det ville være irrelevant at se på dem alle sammen.

6.1.2 Chat med Alice

Selv om Alice ikke kan opfylde Turings krav, kan hun alligevel nogle imponerende ting i forhold til mange andre chatbotter. Vi har valgt at se på den gemte chatlog fra Loebnerprisen 2000 som Alice vandt. Udfra chatten har vi valgt, at analysere nogle svar som giver mening, samt dem som viser hvor lidt der skal til, for at Alice afslører sig selv som en maskine. Udover chatloggen har vi selv valgt at teste Alice, for at kunne få et større indblik i hvordan hun virker. I de

spørgsmål vi har stillet Alice, har vi ændret de ord i spørgsmålene fra eksemplerne herunder, som vi har gættet på at Alice ikke genkender, til tilfældige bogstavkombinationer. Vores konklusion på denne test er, at Alice benytter et genkendelsesmønster, hvor hun vælger et standardsvar ud fra nogle få genkendte ord.

Alle de følgende chat uddrag i kursiv er taget fra chatloggen på Loebnerprisens hjemmeside [Chat log; 2000].

JUDGE11[9:32:46]HAVE YOU READ ANY GOOD BOOKS

Alice [9:32:46]The best book I read recently was 'Mason and Dixon' by

Alice [9:32:46]Thomas Pynchon. Have you read it?

I første omgang genkender Alice tilstrækkelig meget af sætningen til at give et meningsfyldt svar. Men chatten fortsætter således:

JUDGE11[9:32:51]NOPE

Alice [9:32:51]Me either.

Det viser sig, at Alices reaktion til ordet "Nope" altid er "Me either". Dette standard svar, vil i mange tilfælde, give god mening, men i dette tilfælde afslører det, at Alice ikke holder en rød tråd igennem samtalen.

JUDGE11[9:40:43]DO YOU DAYDREAM

Alice [9:40:43]I have a lot of dreams but I cannot remember them all.

JUDGE11[9:40:52]WHICH ONES DO YOU REMEMBER

Alice [9:40:52]The first one, I think.

JUDGE11[9:40:56]WHAT WAS IT

Alice [9:40:56]"I think"? What was it?

JUDGE11[9:41:10]THE FIRST DREAM

Alice [9:41:10]I have never heard about it.

Her ses det igen, hvordan Alice ikke kan holde den røde tråd, præcis den samme problematik som i eksemplet ovenover.

JUDGE11[9:26:0]I WANT YOU TO GIVE ME CORRECT ANSWERS AND RELEVANT RESPONSES

Alice [9:26:0]Why do you want the robot to give you correct answers and relevant responses ?

I dette eksempel ser det ud som om, Alice har forstået det spørgsmål hun fået stillet men vil vide hvorfor. I bund og grund viser det sig, at Alice analyserer sætningen som dommeren stiller, og omdanner den til et spørgsmål.

6.1.2.1 Videnskrævende spørgsmål

JUDGE11[9:26:35]WHERE IS SUE SNOSE WHEN SUE IS IN HER HOUSE

Alice [9:26:35]Where it belongs. Try searching the open directory.

Alice er programmeret således, at hun ofte kommer med reaktionen "Where it belongs. Try searching the open directory", når de 2 første ord som hun genkender i spørgsmålet er "Where is", resten af sætningen er ligegyldig, fordi hun ignorerer den.

Eks: TURGAY: where is abcdefghi jklmno la la la
Alice: Where it belongs. Try searching the open directory

Alice erstatter til tider den sidste sætning med andre sætninger, som har samme betydning.

JUDGE11[9:26:49]WHAT HAPPENS TO AN ICE CUBE IN A HOT DRIN

Alice [9:26:49]Try it.

Her ser vi, at Alice får stillet et krævende spørgsmål, forstået på den måde at Alice skal have en forståelse af den fysiske verden og fysiske objekter, for at kunne komme med et fornuftigt svar. Dette uddybes i afsnit: 7 Ontologi. Det som er interessant ved Alices svar er, at det er provokerende. Hun har ikke forstået hvad spørgsmålet går ud på, men lader som om hun ved det, og ikke har lyst til at svare. Vores test af Alice har vist, at alle de spørgsmål vi stiller hende, som starter med "What happens", besvares med "Try it".

JUDGE11[9:27:7]ALTOGETHER HOW MANY FEET DO FOUR CATS HAVE

Alice [9:27:7]Do you have any idea what I am talking about?

Her ser vi, at Alice lader som om hun har styr på spørgsmålet, men hun vil helst ignorere det, og hun provokerer dommeren ved at påstå, at det er ham som ikke forstår hvad, det er Alice snakker om. I stedet for dette svar, kan Alice variere sig ved at fortage et emneskift. Disse reaktioner forekommer typisk, når Alice ikke kan genkende noget af sætningen.

JUDGE11[9:27:25]HOW IS THE FATHER OF ANDY S MOTHER RELATED TO AND

Alice [9:27:25]Fine as far as I know.

Endnu et eksempel på at Alice ikke har nogen viden om verden, men udelukkende svarer ud fra den del af sætninge hun genkender. I dette tilfælde genkender hun "how is". Hvis hun genkender mere af sætningen, giver hun mere konkrete svar.

JUDGE11[9:27:46]WHAT LETTER DOES THE LETTER M LOOK LIKE WHEN TURNED UPSIDE DOWN

Alice [9:27:46]I'll come back to that later. Try searching the open directory.

Et udmærket spørgsmål som kan teste en persons intelligens på billedplanet. Eftersom Alice hverken kan forstå noget, eller forstille sig noget (M på hovedet) kan hun ikke besvare spørgsmålet.

JUDGE11[9:28:6]WHAT COMES NEXT AFTER A1 B2 C3

Alice [9:28:6]That's a good question. Try searching the open directory.

JUDGE11[9:28:18]REVERSE THE DIGITS IN THE NUMBER 41

Alice [9:28:18]If you could have any kind of robot what would it be?

Disse spørgsmål er spændende, netop fordi de stiller et krav til Alice som hun ikke har, nemlig en eller anden form for logisk forståelse, eller sund fornuft. Sidste spørgsmål og svar er et godt eksempel på, at Alice forsøger at bringe et nyt emne op, når hun ikke genkender noget af sætningen.

JUDGE05[9:51:41]IF JOHN IS A SKILFUL VIOLINIST AND I NOW FIND OUT THAT HE IS ALSO A SWIMMER CAN I CONCLUDE THAT HE IS A SKILFUL SWIMMER

Alice [9:51:41]That is a hypothetical question.

Alice er ikke i besiddelse af evnen til at ræsonnere, og kan derfor ikke besvare spørgsmålet korrekt. Det virker dog som om Alice har fat i hvilken type spørgsmål hun får stillet, men det viser sig....

JUDGE05[9:51:57]WHAT IS A HYPOTHETICAL QUESTION

Alice [9:51:57]I would look into the web for that knowledge. Ask the open directory.

Hun ved ikke engang selv hvad et hypotetisk spørgsmål er. Det hun gør, er at besvare spørgsmål begyndende med "if", som hun ikke kan genkende mere af, med "That is a hypothetical question". Dette svar er rigtigt, men vil ofte ikke virk særligt overbevisende, da det ikke er det spørgeren ønsker at høre.

6.1.2.2 Er Alice intelligent?

Vi vil besvare dette spørgsmål ud fra hver af de 3 tidligere beskrevne tilgange til intelligensbegrebet. Vi starter med at se ud fra den operationelle tilgang – hvor vi vælger Turingtesten som kriterie (Afsnit 4.3.1 Turings test), her må vi konkludere at Alice ikke er intelligent. Dette skyldes, at hun på nuværende tidspunkt ikke kan opfylde de krav, som Turingtesten stiller. Ud fra Loebnertesten, som er anderledes end Turingtesten, må vi sige at vores konklusion er den samme. Alice har på intet tidspunkt været dømt for at være et menneske, og som nævnt før, kan det ses at Alice afslører sig selv som værende en chat-robot. Vores test af Alice har også vist, at til mange af de spørgsmål man kan stille Alice, reagerer hun med nogle standard svar, som hun er blevet programmeret med. Eksemplet for oven med "if" sætningerne er bevis på dette, eftersom Alice ofte svarer tilbage med "That is a hypothetical question". Alice bruger et simpelt genkendelsesmønster for sætnings konstruktioner, til stort set de fleste spørgsmål man kan stille hende. F.eks. besvares sætninger som starter med "what if, what happens if, do you know, who is" osv. med generelle standardsvar.

Ud fra den funktionelle tilgang til intelligensbegrebet må vi konkludere at Alice ikke er intelligent, eftersom der he eksempelvis stilles et krav til en maskines implementerede "intelligens", som skal efterligne hjernens (menneskelige) opførsel. Her kunne man vælge at betragte neurale netværk.

Den sidste tilgang til intelligensbegrebet er den kvalitative. Herunder har vi de forskellige former for intentionalitet. Ersatz intentionalitet er en af intentionaliteterne, som Alice godt ville kunne opnå. Dette skyldes at Alice og andre robotter godt kan udvikles til et niveau, hvor det kan siges, om deres opførsel i bestemte omgivelser, at robotter opfører sig som om de har intentionalitet. Men der findes også et argument som afviser robotternes evne til at opnå original intentionalitet og dermed intelligens. Nemlig Searles eksempel med "det kinesiske rum" (Afsnit: 4.4.2.5.1 Det kinesiske rum).

Som afrunding ser vi på slutresultaterne fra Loebnerprisen 2000. Her er der, på baggrund af 5 minutters chat, blevet gættet på hvilke af de ubekendte deltagere, der sandsynligvis var computere henholdsvis mennesker. De tabelceller der er markeret med grå baggrund, viser at der er blevet gættet forkert.

Dommer →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Menneske 1	C	C	M	M	M	M	C	M	C	M
Menneske 2	C	C	M	M	M	M	M	C	M	M
Menneske 3	C	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Menneske 4	M	M	M	M	M	C	M	M	M	M
Alice	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
ChatRascal	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Algernon	C	C	C	C	C	C	C	C	*	C
Talk	*	C	C	C	C	C	C	C	C	C
A-Life	C	C	C	C	C	*	C	C	C	*
e-Brain	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Tabel 2: Dommernes vurderinger.

* Utilstrækkelig information til at kunne træffe en beslutning, hvilket skyldes at programmet gik i stå. [Loebner; 2000]

I denne test viser det sig, at dommerne havde ret i 91% af tilfældene efter 5 minutter. Ingen af computerne blev fejlagtigt taget for at være et menneske. [Loebner; 2000]

På baggrund af disse resultater må vi konkludere, at Turings forudsigelse fra 1950 (en dommer vil kun have 70% chance for at gætte rigtig) er blevet afkræftet. Dog er vi uenige i dommernes måde at dømme de enkelte deltagere på. Det er helt tydeligt at se, at nogle af dommerne har overdrevet deres iver efter at afsløre computerne i hver chat. Dette har medført, at nogle af menneskene fejlagtigt er blevet dømt for at være computere, dette virker meget absurd. Ud fra chat loggene må vi også konkludere, at den 1. regel for Loebnerprisen (*Dommerne kan inkludere børn*) ikke er blevet benyttet. Vi mener at hvis man havde brugt børn til at bedømme de enkelte deltagere, havde sandsynligheden for at en computer blev dømt for at være menneske nok opstået.

De 9% procents usikkerhed som man har beregnet sig frem til, skyldes kun de fejltagelser, hvor mennesker er dømt for at være computere. Dvs. at hvis de 4 menneskelige deltagere alle sammen havde været dømt for at være computere, ville det betyde, at ca. 42% af dommernes gæt havde været ukorrekte, dette ville være mere end Turings krav (30%). Dette betyder, at hvis menneskene svarer meget uintelligent, eller hvis dommerne er overdrevent forsigtige, med at bedømme deltagerne til at være mennesker, vil robotterne pludselig blive anset for at være intelligente. Dette er en konsekvens af Turings idé med at bedømme intelligens ved sammenligning med mennesker.

7 ONTOLOGI

7.1 Filosofisk ontologi

Oprindeligt er ontologi en filosofisk retning, formuleret allerede i det 18. århundrede. Indenfor de filosofiske discipliner er ontologi 'læren om væren'. I vores århundrede er begrebet revideret af den fremtrædende fænomenolog og eksistentiaalist Martin Heidegger, som skelner mellem menneskets væren og dets omgivelseres væren. Forstået således at tingenes væren kun har relevans i det, at mennesket anerkender deres væren. Således vil al væren for et menneske grebet af angst, i eksempelvis en nærdødsoplevelse, miste sin betydning for derefter først, når en vis glemsel har indtrådt, at få sin betydning igen. [Olsen; 1993]

Inden for praktisk filosofi anvendes ontologi i en noget anderledes forstand. For den praktiske filosof er ontologi en klassificering af begreber med individuel og uafhængig eksistens i den virkelige verden, opdelt på baggrund af deres egenskaber og indbyrdes relationer, for igennem ontologien, at opnå en større indsigt i verdens beskaffenhed. Det handler stadig om væren men i en mere praktisk forstand. Den praktiske filosof ønsker at skabe en beskrivelse af verden, eller et område af denne, der er uafhængig af det sprog den udtrykkes i. I denne form anvendes ontologi til at løse kommunikations problemer inden for medicin, marketing, jura m.m. [Smith; 2000]

7.2 Datalogisk ontologi

Datalogisk ontologi har mere med denne sidste gren af den filosofiske ontologi at gøre end med Heideggers. Den, inden for datalogien, mest anerkendte definition på ontologi er formuleret af T.R Gruber (1993).

*An **ontology** is an explicit specification of a conceptualization.*

Som det ses hænger denne definition tæt sammen med den ovenstående filosofiske tanke. Altså en specifik og udførlig metode til inddeling af viden efter betydningmæssige sammenhænge. En ontologidatabase kunne således indeholde viden om hvilke koncepter, der eksisterer inden for et område, hvilke egenskaber de har og hvordan de relaterer til hinanden. [Gruber; 1993]

Inden for datalogi, er ontologi således en måde at repræsentere viden, så den afspejler den virkelige verden i en formaliseret udgave, som er forståelig for en maskine. For datalogen er en ontologi altså et praktisk værktøj, hvis første prioritet er at opfylde sit formål bedst muligt. De overvejelser datalogen gør sig når han designer en ontologi, er derfor ikke de samme som filosofen. Datalogens mål er ikke indsigt men funktionalitet. For ham skal ontologien virke indenfor et specifikt område af datalogien, og samtidig er han begrænset af at skulle følge syntaksen i sit programmeringssprog.

7.3 Praktisk anvendelse af ontologi

Anvendelsen af ontologi indenfor datalogien er omfattende og meget forskelligartet. Ontologier bruges indenfor så forskellige områder som søgemaskiner, militærapplikationer, databaser, sprog oversættelse, kunstig intelligens (KI) og chat-robotter [Smith; 2000]. Det er klart at en ontologi til brug sammen med en database ikke er opbygget på samme måde som en til brug for en chat-robots forståelse af natursprog. Skønt strukturen godt kan være meget ens så vil de vidensområder de repræsenterer være meget forskellige.

For at følge eksemplet vil en chat-robots ontologi bygge på et generelt og meget bredt vidensområde indenfor dagligdags begreber. Det skal siges, at der kan være (og ofte er) undtagelser som f.eks. specialisering indenfor specielle vidensområder afhængig af funktion, målgruppe, m.m. Et eksempel kunne være en chat-robot på en dating hjemmeside henvendt til unge mellem 16-25. En sådan chat-robot ville kunne drage nytte af et specielt udvidet videnskatotek indenfor kærlighed, men stadig vil dens ontologi skulle indeholde en bred generel viden om dagligdags begreber.

Omvendt vil en databases ontologi selvfølgelig udelukkende bygge på den viden som databasen indeholder. Altså et helt specifikt vidensområde. Hvad vil så være fordelene ved at have en database, der er bygget sammen med en ontologi? Kommunikation mellem forskellige databaser bygget på en ontologi ville kunne foregå mere uproblematisk, forstået således at der vil kunne drages fordel af dataenes betydningsmæssige sammenhæng. Desuden vil søgning på databasen kunne foretages på baggrund af betydning fremfor søgning på eksakte ord. [Cycorp; 2000]

I det følgende vil vi komme ind på to aktuelle firmaer, der arbejder med ontologi. De to firmaer er Cycorp og Mikrokosmos og deres mål er henholdsvis at bruge ontologi til udvikling af KI og oversættelse af natursprog. Skønt disse mål virker meget forskellige, så har de det til fælles, hvilket også er grund til at de er aktuelle for os, at de begge bruger ontologien til forståelse af natursprog. Afslutningvis vil vi komme ind på hvordan en ontologi helt specifikt kan bruges til forståelse af natursprog, og hvori ontologiens forcer og svagheder ligger, i forbindelse med dette.

7.3.1 Cycorp

Cycorp er et amerikansk firma der udvikler deres helt egen software som de kalder Cyc®. Udviklingen af Cyc® startede i 1984, på initiativ af Doug Lenat en af de store fortalere for KI, men først i de seneste år er produktet begyndt at blive anvendeligt. Ikke på en måde som opfylder Doug Lenat's hovedformål, nemlig udvikling af KI, men til forskellige kommercielle opgaver der hovedsageligt omfatter avanceret søgning. [Cycorp; 2000]

7.3.1.1 Praktisk anvendelse af Cyc®

Cyc® kan således i dag benyttes til søgning i databaser, i artikler og billedtekst, og på Internettet. Ved databasesøgning adskiller en Cyc® database sig ved, modsat en normal database, at "vide" noget om den viden den indeholder. Cyc® er koblet til databasen således at tabeller og felter i databasen svarer til Cyc® konstanter. Cyc® vil så vide at en given tabel eller felt indeholder data, med den betydning som ontologien foreskriver. F.eks. vil den vide om en professor på et universitet at han sandsynligvis underviser og at det han underviser i sandsynligvis er indenfor det felt han er

professor i. Altså ville en søgning på ”undervisere i filosofi på RUC”, blandt andre give Søren Kjølrup. Trods det at de eneste informationer databasen har om Søren Kjølrup (som kunne ligge under feltet navn i tabellen person) er at han er professor (under f.eks. tabellen ’ansatte’) i filosofi og tilknyttet RUC. Derudover kan databasen også forstå hele sætningen ’undervisere i filosofi på RUC’ altså natursprogsforståelse.

Fordelen ved søgning på Internettet kunne ligeledes være natursprogsgenkendelse, men også en mere fornuftig forståelse af de ord man søger på. Søgtes der f.eks. på seriemordere vil man ikke få forslag som ’Find de bedste priser på seriemordere her’ eller ’Find en liste med seriemordere i de gule sider’. [Cycorp; 2000]

7.3.1.2 Cyc®’s opbygning

Her følger en kort beskrivelse af Cyc®’s opbygning. Cyc® består grundlæggende af en vidensbase, en inferens maskine og et natursprogsbehandlingssystem. Derudover er Cyc® tilsluttet et større antal databaser, et intranet og Internettet via en semantik integrations forbindelse, som vi ikke vil komme nærmere ind på. Kort kan det dog nævnes, at idéen er at denne semantik integrations forbindelse skulle give Cyc® mulighed for at benytte før nævnte medier som en udvidelse til dens database. [Cycorp; 2000]

7.3.1.2.1 Vidensbasen

Den viden som er umiddelbart til rådighed for Cyc® er formaliseret og organiseret efter deres ontologi. Da målet med Cyc® er forståelse af natursprog, giver det mening at deres ontologi dækker et enormt bredt område. Næmlig ideelt set som en beskrivelse af ethvert eksisterende begreb ned til mindste detalje. En beskrivelse af det enkelte begrebs mulige egenskaber og betydninger samt de relationer de forskellige betydninger har til andre begreber. Slår man op i Cyc® vidensbasen under f.eks. hjerne, kan man se at en hjerne er en *unik anatomisk del type*, dette er hvad Cyc® kalder en kollektion hvilket er en samling af begreber, der har en vigtig egenskab til fælles. Derudover er en hjerne også del af en kollektion kaldet *kropsdel fra dyr*. En hjerne relaterer endvidere til begreberne *organ* og *biologisk levende objekt*. [Cycorp; 2000]

Som Mikrokosmos, der beskrives senere, har Cyc® udviklet deres eget sprog til vidensformalisering. Dette sprog kalder de CycL (*Cyc representation language*), og det er det sprog vidensbasen er skrevet i. CycL er et formelt sprog, der benytter sig af variable, symboler og logiske operatører (og, eller, ikke). Det er en udvidelse af første-ordens prædikat logik, som er et simpelt sprog til vidensrepræsentation, som programmeringssproget Prolog også bygger på [Brna; 1988]. For at forstå tanken bag CycL, Prolog og andre vidensrepræsentationssprog følger her et eksempel med en første-ordens prædikat formel:

$$\forall X. (\text{bog}(X) \Rightarrow \text{tung}(X))$$

$$\text{bog}(\text{RingenesHerre}) \Rightarrow \text{tung}(\text{RingenesHerre})$$

Her står der: alle bøger er tunge derfor er bogen Ringenes Herre tung. De logiske operatører er: \forall som betyder *for alle* og \Rightarrow som betyder *medfører*. X er en vilkårlig variabel, RingenesHerre og bog er konstanter (dog med den forskel

at bog er en kollektion og RingenesHerr er et element) og tung er et prædikat, altså et ord der siger noget om noget andet. Dette eksempel viser altså en meget simpel måde at repræsentere viden på. Alle bøger er tunge:

$\forall X. (\text{bog}(X) \Rightarrow \text{tung}(X))$ og Ringenes Herre er en bog: $\text{bog}(\text{RingenesHerre})$. Men eksemplet viser også hvordan en inferensmaskine kan drage konklusioner ud fra dens videnbase, forudsat at vidensbasens viden er repræsenteret på den rigtige måde. Ringenes Herre er en bog, derfor er den tung:

$\text{bog}(\text{RingenesHerre}) \Rightarrow \text{tung}(\text{RingenesHerre})$

Både CycL og Prolog bygger altså på første-ordens prædikat logik. Forskellen er, at disse sprog er mere komplekse. I det følgende vil vi kort komme ind på Cyc®'s inferensmaskine, som altså er den der drager ovennævnte konklusioner.

7.3.1.2.2 Inferensmaskinen

Inferensmaskinen foretager logisk deduktion ud fra den viden, som videnbasen besidder og det input den modtager. Den benytter sig af et større antal heuristikker og mikroteorier til at afgrænse sin søgning i vidensbasen, for derfra hurtigere at komme frem til en anvendelig konklusion. [Cycorp; 2000]

7.3.1.2.3 Natursprogsbehandlingssystemet

Det er natursprogsbehandlingssystemet (NBS), der arbejder med forståelse af natursprog, både som oversættelse fra natursprog til CycL, men også den anden vej rundt, fra CycL til natursprog. NBS består af tre komponenter, et leksikon, en syntaktisk analysator og en semantisk tolker. [Cycorp; 2000]

7.3.1.2.3.1 Leksikon

Indeholdt i leksikonet er semantisk og syntaktisk information om de fleste kendte engelske ord. Således kan NBS, ved hjælp af leksikonet, tildele én de forskellige ord i en natursprogssætnings ordklasser. Flertalsformen af *ordklasser* er brugt med fuldt overlæg. Mange ord kan nemlig tilhøre flere forskellige ordklasser, f.eks. ordet lys som både kan være navneordet et lys som i ordet et stearinlys, udsagnsord lys i bydende form som i 'lys herhen!' og tillægsordet lys, som i en lys farve eller en lys øl.

Måske endnu vigtigere er leksikonet et bindeled mellem normale engelske ord og videnbasen. De forskellige engelske ord er knyttet til deres betydningsmæssigt korrekte konstanter i videnbasen. Tager man f.eks. navneordet lys, så har det to betydninger i videnbasen, nemlig et lysapparat som f.eks. et stearinlys og lysenergi som f.eks. lys fra solen. [Cycorp; 2000]

7.3.1.2.3.2 Syntaktisk analysator

Efter, ved hjælp af leksikonet, at havde givet de forskellige ord i natursprogssætningen deres mulige ordklasser, gives sætningen videre til den syntaktiske analysator. Det er den syntaktiske analysators opgave, at analysere sætningens syntaks, for ved hjælp af givne grammatiske regler at gengive de grammatisk mulige sætningsforståelser som sætningen kunne tænkes at indeholde. Altså en analyse der kun tager grammatikken i betragtning og ikke ordenes ontologiske betydning. [Cycorp; 2000]

7.3.1.2.3.3 *Semantisk tolker*

Her tolkes, ud fra den ontologiske vidensbase, den betydningsmæssige sammenhæng af de, fra den syntaktisk analysator kommende, grammatisk mulige sætningsforståelser. På baggrund af denne tolkning udvælges så den sætningsforståelse hvis betydning med størst sandsynlighed er den korrekte. Mere præcist er det den semantiske tolker gør, at den oversætter den eller de grammatisk mulige sætning(er) til CycL, hvorpå den vælger den sætning der give mest mening ud fra vidensbasen. [Cycorp; 2000]

7.3.2 *Mikrokosmos*

Folkene bag Mikrokosmosprojektet er en sammenslutning af forskere fra New Mexico State University, Carnegie Mellon University og forskellige amerikanske regeringsagenturer. Deres mål er at udvikle en ontologi til brug ved vidensbaserede maskin oversættelsesapplikationer (frit oversat fra *knowledge-based machine translation (KBMT) applications*). En sådan applikation skal være i stand til at oversætte natursprog til et sprogneutral format, som de har valgt at kalde tekst betydning repræsentation (frit oversat fra *text meaning representation (TMR)*). Med et sådant format vil KBMT frit kunne oversætte større tekster mellem forskellige sprog. Dette er attraktivt idet, at når et sprog kan oversættes til TMR vil det samtidigt kunne oversættes til et hvilket som helst andet sprog, der også kan oversættes til TMR.

Her kommer så det interessante. For selvom Mikrokosmos ikke ønsker at udvikle kunstig intelligens, har de, for at kunne forstå og oversætte natursprog til TMR, udviklet deres egen ontologi. Mikrokosmos har således stort set det samme mål som Cyc®, nemlig forståelse af natursprog gennem en ontologi. Deres ontologi illustreres på deres hjemmeside ved hjælp af et træ eller hierarki, der præsenterer hovedkoncepterne. De tre hovedkoncepter er ting, egenskab og begivenhed. Disse forgrener sig igen ud i underkoncepter, og følger man, som vi har valgt, et af disse underkoncepter (her: ti ng fysiske-ti ng martrialer, ser man at dette igen forgrener sig til andre underkoncepter. Se følgende illustrationer (Illustration 1: Øverste del af Mikrokosmos' ontologi og Illustration 2: Fysiske objekter i Mikrokosmos ontologi) [Mikrokosmos; 2000].

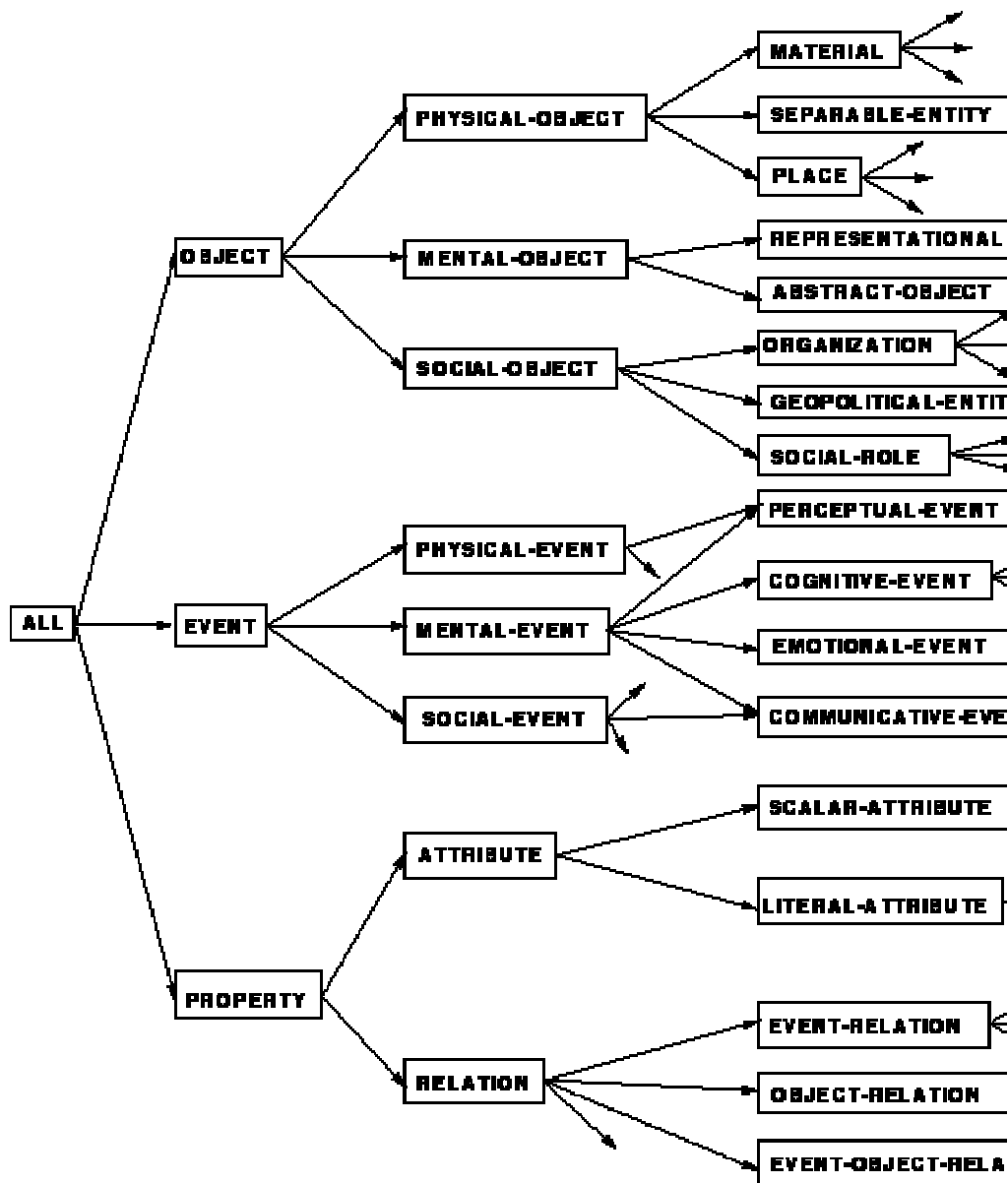


Illustration 1: Øverste del af Mikrokosmos' ontologi

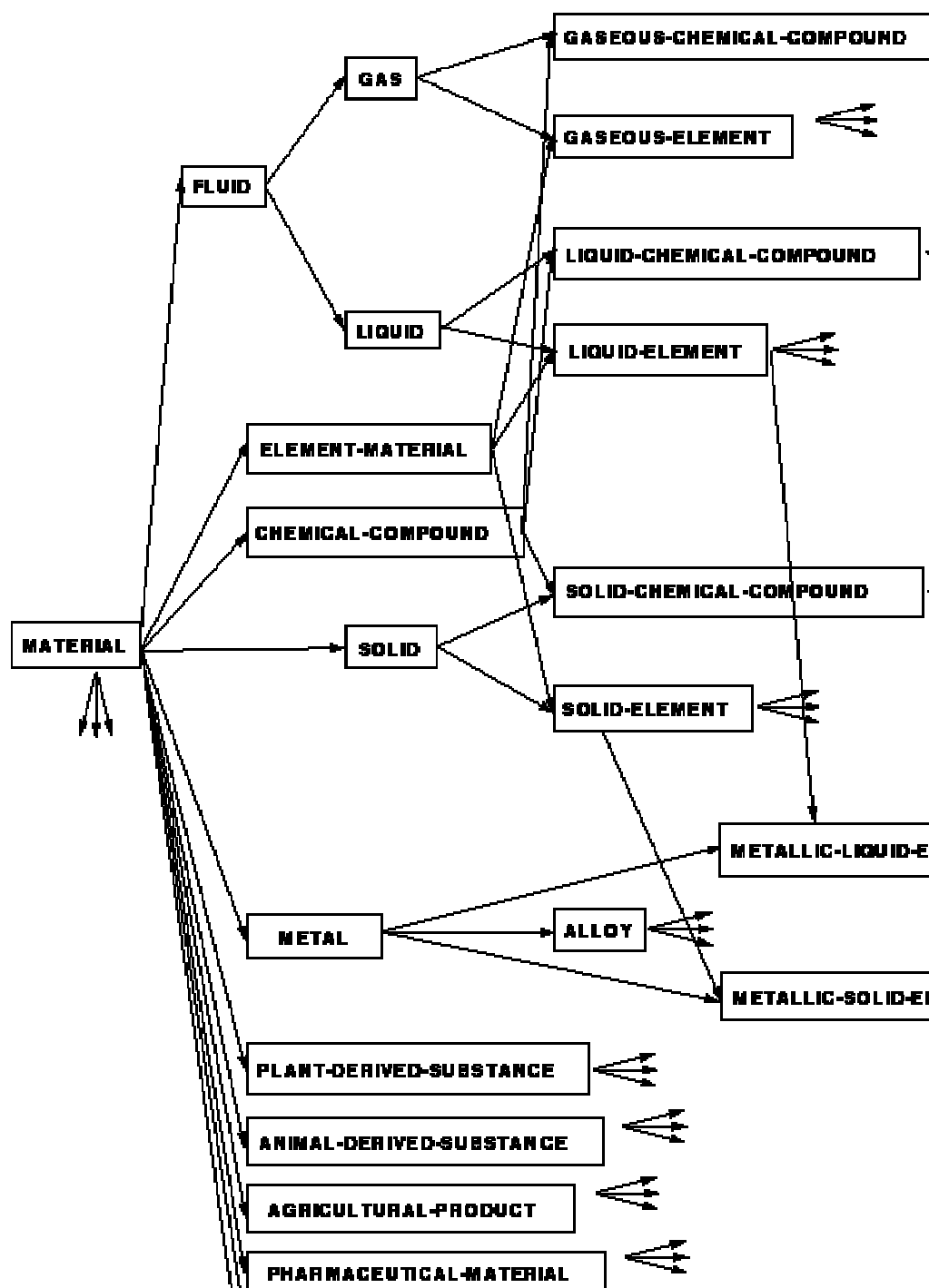


Illustration 2: Fysiske objekter i Mikrokosmos ontologi

Ligesom Cycorp har de dog valgt at lade den nederste del af hierarkiet forblive hemmeligt. Begrundelsen herfor er at der er tale om firma hemmeligheder, som bygger på mange års arbejde.

7.3.3 *Ontologi til forståelse af natursprog*

Vi har nu set på begrebet ontologi ud fra en praktisk datalogisk synsvinkel, samt undersøgt to eksempler hvor ontologi bruges i praksis til forståelse af natursprog. På baggrund af dette vil vi diskutere fordele og ulemper ved ontologisk videnrepræsentation til forståelse af natursprog. I diskussionen vil vi inddrage en 'grand old man' indenfor kunstig intelligens, Cyc®'s skaber Doug Lenat, og som hans modstykke vil vi se Hubert L. Dreyfuss' synspunkter. Indædt kritiker af tanken om at det er muligt at skabe intelligente formelle systemer. Derudover vil vi belyse forcer og svagheder ved ontologisk vidensrepræsentation, med generelle eksempler fra før omtalte chatrobot Alice.

Spørger man sig selv om det i hele taget kan lade sig gøre at forstå natursprog ved hjælp af en ontologi, støder man uvægerligt på nye spørgsmål. Et rent praktisk spørgsmål er om de steder, hvor ontologien i dag ikke slår til, har mulighed for at blive forbedret, altså at årsagen til sådanne problemer ene og alene grunder i, at de nuværende ontologier ikke er udbyggede nok. Eller om problemerne er fundamentale for ontologier, og simpelthen uløselige med denne teknik. Her overvejes selve idéen, at den forestilling vi som mennesker har om den virkelige verden, kan kategoriseres og formaliseres. At abstrakte idéer som tanker, følelser, humor, filosofi, ironi, løgn, social kontekst og kultur kan vurderes og konceptualiseres. Vi vil vende tilbage til denne diskussion sidst i afsnittet.

Chatbotten Alice bygger, som man kan se i afsnit 6.1 Chat-robotten Alice, ikke på en ontologi. Alice fejler derfor i de spørgsmål, stillet af dommerne i Loebnertesten, som den ellers ville kunne svare fornuftigt på, hvis dens vidensbase havde været bygget på en ontologi. Ligeledes findes der spørgsmål hvor en ontologi ikke ville slå til. I de følgende afsnit vil vi se på, hvornår det går godt og hvornår det ikke går godt.

7.3.3.1 **Hvornår går det godt?**

Så godt som al kommunikation på natursprog er indbefattet af tvetydighed. Men alligevel sker der meget sjældent fejltolkning, ene og alene af den grund at vi bruger vores sunde fornuft. Det er ikke påkrævet, at vi er koncise når vi kommunikerer, og det ville endda gøre al samtale træg og tidskrævende. Hvis man forestiller sig at man altid skulle uddybe sine sætninger så de ikke kan misforstås ville en tvetydig, men ganske forståelig, sætning som 'aberne spiste bananerne, fordi de var sultne' skulle ændres til 'aberne spiste bananerne, fordi aberne var sultne', se i den forbindelse afsnit 5.1 Hverdagsviden. Så netop fordi vi har vores sunde fornuft, og idet vi går ud fra andre også har en, kan vi vær sjuskede, når vi benytter os af natursprog. Vi går altså ud fra et basalt kendskab til fysik, kemi, kendte mennesker, bøger, musik osv. Det kommer også an på hvem der snakker med hvem, to biologer der snakker sammen har f.eks. en mængde fagtermer, som de tager for givet, og man kunne sige, at de kommunikerede ud fra en faglig kontekst. Mens hvis en af de ovenstående biologer talte med sin mor, og hun kaldte ham for nuser og han hende for morlil, da ville de tale ud fra en social kontekst [Lenat; 1998].

Så hvor vil vi hen med alt dette? Jo, sætninger som den ovenstående, vil de fleste chat-robotter fejltolke. En lignende tvetydig sætning kunne være 'Politiet greb ind mod demonstranterne, fordi de var voldelige' her er der også, hvis man ikke ved noget om begrebets betydning, rig mulighed for fejltolkning. Hvem var voldelig? Politiet eller demonstranterne? En chat-robot som Alice skal have fortalt specifikt, at det var demonstranterne, der var voldelige og

ikke politiet. Anderledes skulle det, i følge Lenat(1995), forholde sig med et ontologibaseret natursprogsforståelsesprogram (som f.eks. Cyc®). Det ville vide, at politi normalt prøver at forhindre vold, og demonstranter til tider kan finde på at starte voldeligheder, og derfor være i stand til at besvare spørgsmålet fornuftigt. Politiet vil være tilknyttet handlingen 'at forhindre' som henviser til begrebet 'vold', og demonstranter er tilknyttet handlingen 'at forårsage' som her også henviser til begrebet 'vold'. I en veludbygget ontologi vil disse begreber både være vægtede og mere nuancerede.

Hvor går det ellers godt? Man kan eksempelvis tage et af de førnævnte spørgsmål (Afsnit 6.1.2.1 Videnskrævende spørgsmål) som Alice ikke kan besvare fornuftigt:

WHERE IS SUE S NOSE WHEN SUE IS IN HER HOUSE

Alice forsøger ikke engang at besvare spørgsmålet, men giver som sagt bare et standard svar på spørgsmåls typen 'where is/are...'. Benytter man sig derimod af et ontologibaseret natursprogsforståelsesprogram, vil den 'vide' at Sue's næse 'er en anatomisk del' af Sue og derfor, i så godt som alle tilfælde afhængig af kontekst, er samme sted som Sue. Der skal tages højde for kontekst, da der altid kan forefindes undtagelser. Havde Sue mistet sin næse i et trafikuheld inden hun løb ind i sit hus, havde hendes næse måske befundet sig i vejsiden og så havde konteksten været en anden.

Eksemplet fra før hvor en dommer spørger Alice (Afsnit: 6.1.2.1 Videnskrævende spørgsmål), hvad der sker med en isterning, hvis den puttes i en varm drik, er et andet eksempel, hvor det ontologibaserede program udskiller sig fra en normal chat-robot. Den basale fysiske viden vi, som mennesker, indbyrdes tager for givet, nemlig at is smelter i noget varmt, er ikke på forhånd givet. For hvor varmt er varmt og hvor koldt er koldt? Det hænger igen sammen med kontekst. For det første snakker vi om væske og ikke om luft, brændeovne eller strygeapparater for den sags skyld. Men der er også forskel på varmt vand, for varmt badevand har ikke den samme temperatur som varmt tevand. Så når vi siger en varm drik går vi ud fra at det er te, kaffe eller måske varm chokolademælk og at det har en temperatur på omkring 70-90 grader celsius, men mere præcise er vi heller ikke. Det er unødvendigt. Hvad så med isterningen, nå ja den kommer fra en fryser så den er vel -18 grader celsius, og det er allerede at præcisere for meget. Dens temperatur er under vands frysepunkt, og det er nok. For ontologien virker det nogenlunde på samme måde. Den ved også, at en varm drik kan drikkes, og det kan være kaffe, te, eller lign. og derfor har en høj temperatur. Den ved, at en isterning har en temperatur på under 0 grader celsius, og at den skifter fase til væske, når den bliver varmet op, hvilket den gør i en varm væske.

7.3.3.2 Hvornår går det ikke godt?

Som det fremgik i foregående afsnit ligger en ontologis force i, at den tilfører maskinen en form for menneskelig fornuft, som gør den i stand til at forstå helt basale natursprogssætninger, men som også gør den i stand til at tolke tvetydige sætninger, som vi benytter os af. Som det skal ses i det følgende er det dog ikke altid at en ontologi slår til. Tager man eksempelvis sætningen fra afsnit 5.2 Situationsforståelse.

HE LEFT HIS RAIN COAT IN THE TUB BECAUSE IT WAS WET

Her vil ontologien støde ind i et teknisk problem, der har at gøre med den måde hvorpå den repræsenterer sin viden. Problemet opstår ved sammenfaldende egenskaber. Begrundelsen for at lægge regnfrakken i badekaret var, at en af delene var våd, men var det her på grund af regnfrakken eller badekaret at handlingen blev udført? For både et badekar og en regnfrakke har den egenskab at kunne være våd, og grammatikken (i den engelske sætning) antyder heller ikke, hvilken der er tale om. Så ved sammenfaldende egenskaber kan ontologien støde ind i problemer.

Et andet problem som ontologien kan støde ind i, er hvad man kunne kalde et visuelt eller kropsligt forestillingsproblem. Problemet kommer sig af, at ontologien skal repræsentere viden som den reelt ikke kan have kendskab til. En ontologi kan sagtens beskrive en kat, men den har aldrig set en, den kan sige at følelsen af sandpapir er ru, men den kender ikke selv til følelsen. Så hvor går det galt? Det går galt, når en dommer fra Loebnertesten spørger Alice:

WHAT LETTER DOES THE LETTER M LOOKS LIKE WHEN TURNED UPSIDE DOWN

Medmindre man direkte fortæller ontologien at stort M ligner W vendt på hovedet, har ontologien ikke en chance for at svare korrekt på spørgsmålet. Pointen her er ikke, at maskinen ikke vil kunne besvare spørgsmålet, men derimod at den datamængde der skal til er enorm. Idet ontologien ikke er hjulpet af evnen til visuel forstilling, betyder det at alt skal formaliseres. Tanken at M vendt på hovedet ligner W er således ikke nødvendigvis noget vi VED før spørgsmålet bliver stillet, men derimod noget vi kan forestille os. Vi behøver således ikke at vide alt, da vores forstillingsevne hjælper os et langt stykke hen ad vejen.

7.3.3.3 Afrunding

Som det kan ses af det foregående er en ontologi et stærkt værktøj til forståelse af natursprog, der er således mange situationer, hvor dens evne til at forstå dagligdags begreber kan hjælpe den til, korrekt at tolke vanskelige flertydige sætninger. Ligeledes er der også steder, hvor ontologien ikke slår til. Her er f.eks. nævnt problemet med sammenfaldende egenskaber og forestillingsproblemet.

Forestillingsproblemet fra forrige afsnit, er et af de problemer Dreyfuss (1992) har behandlet. Han mener, at vores brug af sund fornuft i høj grad afhænger af vores forestillingsevne. Hermed sætter han spørgsmålstejn ved selve den idé, at vores menneskelige fornuft kan formaliseres og konkretiseres i en sådan grad, at den kan bruges i et formelt system. Han argumenterer for dette ved at spørge, hvordan en maskine, ud fra de millioner af informationer den indeholder, er i stand til at udvælge de informationer, som er relevante for forståelsen af en sætning i en specifik situation. For at forstå sætningen skulle den kunne forstå situationen, altså konteksten noget vi mennesker ubesværet kan i kraft af vores forestillingsevne, og derfor ville den skulle kategorisere mulige kontekster. Hvis man har fantasi til at dette kan lade sig gøre, stiller det én i et nyt problem, nemlig mængden af data: *Indeed, AI researchers have long recognized that the more a system knows about a particular state of affairs, the longer it takes to retrieve the relevant information* [Dreyfuss; 1992].

Lenat (1998) har også indset dette problem, hvilket nærmest har være uundgåeligt idet Cyc® indeholder mere end 1 million regler og formodninger. For at undgå lang søgetid og en overdreven mængde af søgeresultater, benytter Lenat

sig, foruden kontekster, af en underkategori han kalder dimensioner. Lenat har valgt at dele sin kontekster op i 12 dimensioner. Disse dimensioner er bl.a. kultur, tid og geografisk placering. En kontekst specificeres ved at angive, værdier, regler og formodninger for hver af de tolv dimensioner.

Spørgsmålet er, om Lenat får idéen om kontekster og dimensioner til at lyde som en force, hvor det måske i virkeligheden kun er en kortsigtet løsning, der medfører nye problemer. Det er ikke givet at det kan løse problemet med lang søgetid og for mange søgeresultater, da hver kontekst og hver dimension er nye fakta, der fylder op i vidensbasen [Dreyfuss; 1992]. Så hvordan skal computeren finde den rigtige kontekst og dimension? Desuden afskærer det søgningen fra andre kontekster, der kunne være relevante, selv hvis de ikke er relaterede til den givne kontekst. Dette leder tilbage til den problemstilling, vi ridsede op i afsnit 7.3.3 Ontologi til forståelse af natursprog, nemlig spørgsmålet om hvorvidt menneskelige viden kan repræsenteres i et formelt system på en funktionel måde.

At Lenat afgrænser og opdeler sin søgning, er en funktionel nødvendighed, men problemet er, at det begrænser Cyc® og nedsætter dets evner til forståelse af natursprog. Mennesker er ikke bundet af kontekst og kan frit springe fra en kontekst til en anden. Der kan ikke herske tvivl om, at Cyc®'s vidensrepræsentation ligger langt fra den menneskelige. Dette besvare ikke vores spørgsmål fra før, om hvorvidt menneskelige viden kan formaliseres, men ud fra den operationelle indfaldsvinkel (Afsnit: 4.3 Den operationelle tilgang), som Lenat tilhører, har dette ikke betydning, så længe Cyc® kan opfylde sit formål: Kunstig intelligens.

Kan den så det? Dette vil komme helt an på den valgte definition på intelligens. Ifølge Turings test er svaret at ontologibaserede natursprogsforståelsesprogrammer trods deres svagheder, nok en dag vil kunne gennemføre intelligent samtale. Der vil nok altid forefindes situationer, hvor de klart vil falde igennem som en maskine, men i følge Turing vil de være intelligente.

8 KONKLUSIO

På spørgsmålet om hvad en maskine er, har vi valgt at svare, at en maskine er et automatisk formelt system. Dette betyder, at det naturlige maskin-valg for implementation af intelligens er en digital computer (Afsnit: 3.1.2 Digitale systemer). Dette svar er et valg der har stor betydning for vores konklusion, da accepten af biologiske frembringelser, f.eks. frembragt ved genteknologi, ville betyde at dyr og i sidste instans mennesker, kan betragtes som maskiner. Dette ville naturligvis påvirke konklusionen.

Besvarelsen af spørgsmålet om hvorvidt maskiner teoretisk set kan være intelligente, og om de er det i praksis, give forskellige resultater, alt efter hvilken af de 3 tilgange til intelligensbegrebet man vælger.

Vælger man den operationelle tilgang (Afsnit: 4.3 Den operationelle tilgang), må man konkludere, at det er teoretisk muligt for en maskine at være intelligent. Hvorvidt man vil konkludere at nuværende systemer er intelligente, afhænger af hvilket operationelt kriterie man opstiller. Vælger man Turingtesten, må man således på baggrund af løbnerprisen konkludere at der ikke deltog intelligente maskiner. Endvidere må man ud fra diskussionen af ontologiers styrker og svagheder (Afsnit: 7.3.3.3 Afrunding) antage, at det i fremtiden kan blive muligt at fremstille computerprogrammer på baggrund af denne teknologi, som vil udvise intelligens i henhold til Turingtesten.

Vælger man den kvalitative tilgang (Afsnit: 4.4 Den kvalitative tilgang), afhænger spørgsmålet om den teoretiske mulighed for at fremstille en intelligent maskine, af hvilke kvaliteter man vælger som karakteristiske for intelligens. Vælger man således at gå ud fra teorien om de mange intelligenser (Afsnit: 4.4.1 Teorien om de mange intelligense), er der ikke umiddelbart belæg for at afvise den teoretiske mulighed for en tænkende maskine. Teorien er svær at anvende i forbindelse med kunstig intelligens, da det egentlig ikke er dette den omhandler. Da der er tale om en kvalitativ teori, findes der ikke en egentlig intelligentest i denne teori. Teorien kan betragtes som en klassificering/opdeling af menneskelig intelligens, som Gardner opfattede den. Man kan dog sige, at det vil kræve enormt meget og foreløbig være uden for rækkevidde, at implementere alle intelligenserne i MI-teorien da intelligenser som f.eks. den spatiale og den krops-kinæstetiske kun vil kunne realiseres i en avanceret robot. Man kunne evt. tale om maskiner, der har nogle af intelligenserne, som f.eks. den sproglige intelligens. På denne måde kunne det evt. blive muligt at fremstille en ”delvist intelligent” maskine.

Hvis man i stedet går ud fra den kvalitative teori om intentionalitet (Afsnit: 4.4.2 Intentionalitet: Intelligens og Forståelse), er svaret anderledes entydigt. Inden for denne teoribygning er en maskine ikke intelligent, og vil aldrig kunne blive det, da den altid udelukkende vil have nedarvet eller i bedste fald ersatz intentionalitet. Et stærkt argument for maskinernes manglende evne til intelligens, gives af Searle i eksemplet med det kinesiske rum (Afsnit: 4.4.2.5 Om at forstå).

Endelig kan man vælge den funktionelle tilgang (Afsnit: 4.5 Den funktionelle tilgang). Her afhænger konklusionen af, hvor stor funktionel lighed man vil kræve. Således kan man hævde at digitalt simulerede neurale netværk er intelligente, eller man kan hævde at maskiner ikke kan være intelligente, da kun biologiske hjerner kan besidde denne egenskab.

Med hensyn til natursprogsforståelse, har vi påpeget problemer vedrørende tvetydige sætninger, der må tolkes ud fra kontekst og hverdagsviden/sund fornuft samt forestillingsproblemet. En del af disse problemer kan løses vha. ontologier (Afsnit: 7.3.3 Ontologi til forståelse af natursprog), men problemer med egenskabssammenfald og visualisering ser vi endnu ingen løsning på – da datamængden simpelthen bliver uhåndterligt stor.

Endelig må vi konkludere, at Alicebotten ikke er intelligent i henhold til nogen af de definitioner vi har fremdraget i dette projekt. Det er naturligvis muligt at definere en operativ test, eller et kvalitativt krav, som hun kan klare, men eftersom vi ikke har stødt på sådanne krav, og da det virker som et urimeligt kunstgreb, at opstille kravene med henblik på at Alice kan leve op til dem, vil vi konkludere at Alice ikke er intelligent. Alicebottens styrke er, at den bygger på en simpel og overskuelig teknologi. Dens største svagheder er, at den ikke kan holde en emnetråd, og ikke har noget begreb om hvad den taler om, men blot bruger standardsvar, valgt ud fra den del af sætningen den genkender. Yderligere må nævnes, at ved mere krævende samtaler vil det ofte kun være få ord i sætningen, den kan genkende, og svarene vil derfor hurtigt blive af en generel og undvigende karakter, blive gentaget eller være meningsløse.

Opsamlende må vi konkludere, at spørgsmålene om de teoretiske muligheder for maskinel intelligens, samt om hvo langt ude i fremtiden en sådan intelligens kan fremstilles, hvis ikke muligheden udelukkes teoretisk, ikke kan besvares entydigt. Entydigt kan det dog siges, at de konkrete deltagere i konkurrencen om løbnerprisen ikke er intelligente i nogen af de betydninger vi har fremdraget i dette projekt. Ser vi i vores problemformulering lidt stort på kravet om en intelligent dialog, og nøjes med at kræve, at dialogen er meningsfuld, må vi sige at en maskine vha. en ontologi sandsynligvis i fremtiden vil kunne føre en rimeligt overbevisende skriftlig dialog på natursprog.

9 PERSPEKTIVERING

Vi har i konklusionen skrevet, at man, ved benyttelse af en ontologi, kan komme langt, men man kan ikke løse alle de problemer, der opstår ved natursprogsforståelse. Vi har i vores opgave kun fokuseret på ontologi for at løse problemerne. Herved ses der bort fra de andre teknologier, der findes. Disse teknologier kunne være værd at se på, for måske kunne disse (være med til at) løse problemerne ved natursprogsforståelse. Disse teknologier kunne f.eks. være:

- Neurale netværk
- Kombination af teknologier

Neurale netværk er en anvendt teknologi. Her repræsenterer man viden på en anden måde end i en ontologi. Med henblik på at få et billede af om man kunne løse problemer med natursprogsforståelse ved at benytte denne teknologi, kunne man, i forlængelse af dette projekt, undersøge neurale netværk. Kort sagt hentes ideen til neurale netværks arkitektur fra den viden vi har om hjernen, men formålet med netværkets arkitektur er således ikke at kopiere hjernen. Neurale netværks største force er mønstergenkendelse.

Vi ved, at ontologien ikke løser alle problemer, der er ved forståelse af natursprog. Den interessante tanke her er kombination. Hvis man kunne kombinere de forskellige teknologier, så kunne det være man kunne løse problemerne. Hvis vi nu som et eksempel kunne tænke os at kombinere ontologi og neurale netværk, så skulle man starte med at se på henholdsvis de stærke og svage sider ved disse teknologier og derefter kombinere dem. Måske kan man kombinere mere end to forskellige teknologier. Om man kan løse problemet ved kombination af disse teknologier vides ikke, men om kombination er muligt, på trods af repræsentationsforskel, er et interessant spørgsmål, som man bør undersøge nærmere.

Et andet aspekt vi ikke har behandlet i vores projekt, er lærende systemer. Ved at programmere et lærende system, der selv opdaterer sin vidensbase, kunne man måske løse problemerne ved natursprogsforståelse. Programmet kunne implementeres således, at det på egen hånd gemmer de input den får fra brugerne, så den derved gør sig selv klogere.

Men hvad er læring egentlig? Indlæring opfattes forskelligt. Man kan vel sige, at en ontologi i en vis forstand kan lære, da udvikleren kan tilføje ny viden. Om systemet lærer fra programmøren eller fra brugeren gør vel ikke systemet mere intelligent? Dette kunne være et argument for at læring ikke er væsentlig. Imidlertid kunne man påstå, at intelligente individer kendetegnes bl.a. ved evnen til lære. Dette ville være en ny operationel eller kvalitativ teoribygning. Den ville være kvalitativ, hvis det ikke kræves at indlæringsevnen kan testes, modsat ville den være operationel, hvis vi krævede en test. Hvis det vælges at lade systemet lære fra brugeren, så giver det udvikleren mindre indtastningsarbejde. Her opstår der et problem: Hvilke data er sande og relevante? En anden interessant problematik er datamængden. Jo større datamængden er, jo mere spiller det ind på søgetiden.

En generel problematik, som vi har lært noget om gennem vores projektarbejde i dette semester, er forståelsen for begreberne. Disse forstås forskelligt, da de ikke er entydigt defineret, og derved kan misforstås. Denne problematik kan ses inden for forskellige fagområder. Konklusionen afhænger af hvordan man definerer begreberne. I vores projekt e

dette oplagt. Folk har normalt deres egen forstilling om begrebernes betydning, men den er ikke altid den samme. Hvis definitionen ikke på forhånd er givet, så kan der meget let ske misforståelser. Hvis vi f.eks. går ud fra Turings definition for intelligens, og fortæller at vi har fremstillet en intelligent maskine, vil vi let blive misforstået, da mange mennesker vil forstå noget andet ved intelligensbegrebet, og tror at vi har fremstillet en tænkende maskine i en anden forstand.

Endelig kan man overveje, hvorfor vi ikke kan vælge en enkelt definition på intelligens, når vi normalt vælger definitioner på så mange andre begreber som f.eks. fysikkens kraft-begreb, eller dagligdags begreber som sten og stol. Her kan man henvise til at vi tilslutter os bestemte paradigmer. Vi vil ikke begynde at diskutere paradigme-begrebet her, men man kunne måske forestille sig, at årsagen til at vi med sindsro kan bruge de førnævnte begreber uden at blive misforstået, skyldes at der findes en bred enighed om hvad disse begreber dækker over. En sådan konsensus findes ikke i tilfældet intelligens. En årsag til at intelligensbegrebet er så svært at opnå enighed om, kan måske være at intelligens er et abstrakt begreb, hvorimod begreber som stol og sten henviser til ting vi kan udpege når vi sætter ord på. Fysikkens kraft-begreb er også abstrakt, og vil da sikkert også kunne misforstås af mange ikke-fysikere, men i fysiker-kredse er det så almindeligt accepteret, at man normalt ikke sætter spørgsmålstegn ved det.

10 EFTERSKRIFT

Vi har i vores konklusion givet et stort set objektivt svar på vores problemformulering. Hvad vi ikke har kunne tage med, er de mange spændende subjektive diskussioner, vores projekt har medført. Dette er grunden til, at vi har valgt at skrive et efterskrift. Et efterskrift der giver os mulighed, for at luften vores egne meninger i en grad der ligger udenfor perspektivering og diskussion.

Essensen af vores diskussioner om hvorvidt det i teorien kan lade sig gøre at fremstille en intelligent maskine, har hver gang endt i diskussionen om, hvorvidt mennesket er determineret. At et system er determineret vil sige, at man med komplet information kan forudsige alle det determinerede systems fremtidige handlinger. En maskine er determineret, dette kommer af definitionen på en maskine. Det er derfor forudbestemt, hvilke handlinger en maskine vil udføre til ethvert tidspunkt. Den kan derfor ikke selv vælge sine handlinger, den besidder ikke en fri vilje. Input medfører output. I gruppen er vi enige om, at som manden i Searles kinesiske rum, har en maskine ikke begreb om sine handlinger. Vi opfatter altså intelligensbegrebet som kædet sammen med en idé om forståelse. Modargumentet mod dette kunne være, at mennesket er determineret, og at den påståede forskel mellem mennesker og maskiner ikke eksisterer. Hvis man således er determinist, dvs. tror at mennesket er determineret, må man acceptere, at enten er mennesker ikke intelligente, eller også kan maskiner programmeres til at være det.

Problemet med determinisme er, at vi hverken kan bevise eller modbevise tanken. I sidste konsekvens er spørgsmålet om determinisme religiøst. Det er et spørgsmål om tro, hvorvidt man tror på om mennesket er determineret eller ej. Det er ved dette spørgsmål, at vores gruppe har forskellige meninger.

En holdning i gruppen er, at mennesker ikke er determinerede, men derimod har en fri vilje. Dermed er Searles argument holdbart, hvilket igen vil sige, at man aldrig vil kunne skabe en intelligent maskine. Fra dette synspunkt fremføres også det argument, at intelligens uden fri vilje er et meningsløst begreb: Hvad er evnen til at ræsonnere/tænke værd, hvis vi ikke selv kan vælge hvad vi vil gøre?

En anden holdning er, at man, ud fra en religiøs synsvinkel, godt kunne skabe en intelligent maskine. Dette kommer af, at hvis gud ved alt, så er alt allerede forudbestemt, så har mennesker heller ikke en fri vilje, hermed falder Searles argument til jorden. Dette skyldes at hvis mennesket er determineret, er det muligt at dets hjerne arbejder som et formelt system. Hvilket igen betyder at den forskel Searle påpeger mellem manden i det kinesiske rum og en kineser, ikke eksisterer. Om maskiner nogen sinde i praksis bliver intelligente, vides ikke (af andre end gud), men i teorien er dette muligt.

11 KILDER

Alice (2000), <http://www.alicebot.org/>

Armstrong, Thomas (1998), *Mange intelligenser i klasseværelset*. Adlandia.

Brna, Paul (1998), *Prolog Programming A First Course*. Swedish Institute of Computer Science.

Brüel, Svend og Nielsen, Niels Åge (1987), *Gyldendals Fremmedordbog*. Nordisk Forlag A.S.

Chat log (2000), Loebner Prisens hjemmeside: http://www.dartmouth.edu/~phil/events/Logs/Alice_Log.html

Cycorp (2000), <http://www.cyc.com/>

Dennet, Daniel C. (1981). True Believers: The intentional strategy and why it works. Mind Design II Ed. Haugeland, John s. 57-79. The MIT Press (1997)

Furbank, P. N. (1992) Preface. *Mechanical Intelligence* Ed. Ince, D.C. North-Holland (1992)

Gruber, Thomas R. (1994), *Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing*. s. 5. Stanford Knowledge Systems Laboratory.

Hansen, Mogens (1998), *Intelligens og tænkning*. Forlaget åløkke a/s.

Haugeland, John (1994). Understandig: Dennet and Searle. *Having Thought* s.291-304. Harvard University press (1998)

Haugeland, John (1996). What is Mind Design? Mind Design II Ed. Haugeland, John s. 1-21. The MIT Press (1997)

Lenat, Doug B. (1998), *The Dimensions of Context-Space*. Cycorp.

Lenat, Doug M. (1995), *Artificial Intelligence*. *Scientific American* (September 1995). .

Loebner (1999), Loebner Prisens hjemmeside: <http://www.loebner.net/Prize/loebner-prize.html>

Loebner (1999a), Loebner Prisens hjemmeside: <http://www.dartmouth.edu/~phil/events/LoebnerPrize2000.html> o
derunder : Application and Rules

Loebner (2000), Loebner Prisens hjemmeside: http://www.dartmouth.edu/~phil/events/Contest_Results.htm

Mikrokosmos (2000), <http://clr.nmsu.edu/Research/Projects/mikro/>

Olsen, Kasper N. (1993). *Labyrint – für freie Geister*. Kunstakademiets forlag.

Searle, John R. (1980). Minds, Brains and Programs. *Mind Design II* s. Ed. Haugeland, John 183-204. The MIT Press (1997)

Smith, Barry (2000), *Ontology: Philosophical and Computational*. Udkast, ikke udgivet endnu.

Stilling, Rune (2000), *Pers. comm.* Ansat hos acsys.

Turing, Allan M. (1948). Intelligent Machinery. *Mechanical Intelligence* Ed. Ince, D.C. s.107-127. North-Holland (1992)

Turing, Allan M. (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mechanical Intelligence* Ed. Ince, D.C s.133-160. North-Holland (1992)

Whitby, Blay (1996), *Reflections on artificial intelligence*. Intellect books.