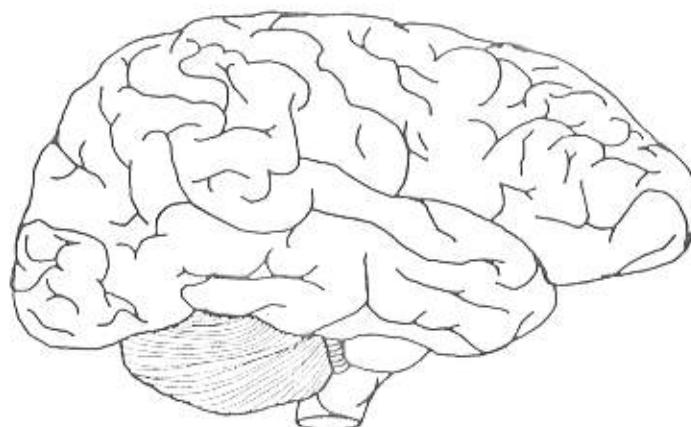


# KAPITEL 1

## 1. INDLEDNING

### 1.1 Om neurale netværk

Forståelsen af den menneskelige hjernes opbygning og virkemåde er én af menneskehedens største videnskabelige og intellektuelle udfordringer. Man ved i grove træk, hvordan hjernen er opbygget og virker, men der er lang vej endnu, før man har rede på alle de biokemiske processer og elektriske udladninger, der foregår i hjernen, og deres betydning, se figur 1.1.

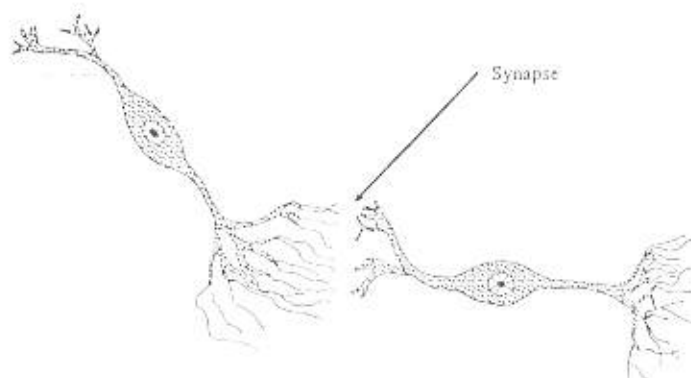


Figur 1.1 Den menneskelige hjerne

Så meget ved man dog om hjernens bearbejdning af modtagen information, at den er i stand til at behandle information med et meget stort antal operationer, som udføres samtidigt, altså parallelt. Informationsbehandlingen sker i et netværk af indbyrdes forbundne nerveceller ("neuroner"), der hver fungerer som en beregningsenhed. Den menneskelige hjerne fylder ca.  $1\frac{1}{2}$  liter, og da den hovedsageligt består af vand, er vægten ca.  $1\frac{1}{2}$  kg. Det er hjernens overflade - hjernebarken - der rummer de fantastiske informationsbearbejdende egenskaber. Hjernebarken har et udfoldet areal på ca.  $2000\text{ cm}^2$  og er ca. 3 mm tyk med neuroner liggende i 6 lag. Den indeholder omkring 100 milliarder neuroner,

hvilket er af samme størrelsesorden som antallet af stjerner i Mælkevejen. I hjernebarken har man for eksempel kunnet lokalisere de områder, der behandler ordgenkendelse, kropsbevægelse, tale, hørelse og øjenbevægelse. Det vi sammenfatningsvis kalder intelligens, intuition eller ånd lader sig imidlertid ikke lokalisere til et enkelt område, men formodes at være en kollektiv effekt af mange neuroners informationsbehandlende vekselvirkning. Hjerneforskningen har foreløbig ført til opdagelse af mere end 50 forskellige neurontyper, hvoraf nogle menes at udføre op mod 150 funktioner. Dette kan med tiden måske bidrage til forklaring af hjernens fantastiske egenskaber. Meget tyder på, at der ikke kun findes ét men et utal af forskellige, sammenvirkende neurale netværk i hjernen til løsning af de mangeartede opgavetyper menneskelivet stiller.

Neuronerne er små selvstændige processorer forbundet med hinanden ved hjælp af "synapser", som er det punkt eller felt, hvori en neuronimpuls kan passere fra én neuron til en anden, se figur 1.2. En synapse kan modtage et signal fra en neuron og videregive det til en anden - vægtet med forbindelsens "synaptiske styrke" - hvis synapsen er "tændt", hvorved nogle inputs får mere indflydelse på en neuron end andre inputs. Hver neuron har kontakt med fra 1000 til 200.000 andre neuroner, og af sådanne kontakter findes der omkring en million milliard eller  $10^{15}$  i hjernen.

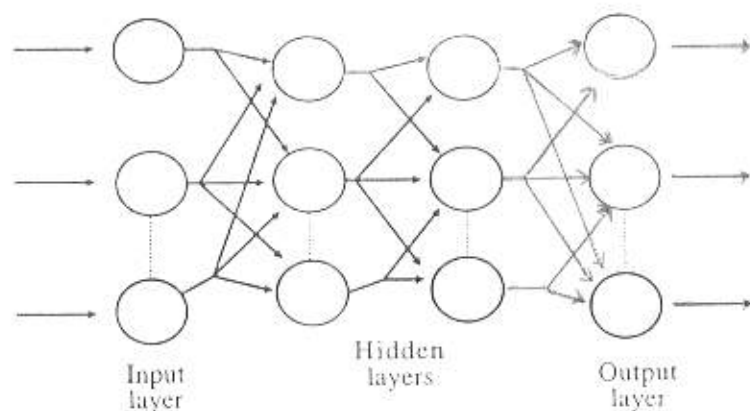


Figur 1.2 Biologisk synapse

Som de involverede størrelsesordener viser, er det med nuværende teknik ikke muligt at opbygge netværk, der tilnærmelsesvis tåler sammenligning med den menneskelige hjernes kapacitet, men det er muligt i beskeden skala at efterligne nogle af de databehandlingsmetoder, som hjernen tilsyneladende anvender.

## 1.2 Neurale netværksmodeller

Den første neurale netværksmodel blev beskrevet allerede i 1943 af McCulloch og Pitts. Det var imidlertid først i midten af 80'erne, at man indså muligheden for at operere med ét eller flere lag af neuroner indskudt mellem input- og output-laget, de såkaldte "skjulte lag" (hidden layers), se figur 1.3, hvor de indbyrdes neuronforbindelser mellem lagene er vist. Input-laget er neuroner, som bliver påtrykt data fra den omgivende verden. De skjulte lag indeholder neuroner, som ikke har kontakt til den omgivende verden, men alene til neuroner i andre lag. Output-laget er neuroner, hvormed netværkets svar afgives. Det viste sig, at neurale netværk besad nyttige egenskaber, når de havde ét eller flere skjulte lag.



Figur 1.3 Neuralt netværk

Uden at det er tilfredsstillende forklaret, hvorledes neurale netværk egentlig bærer sig ad, så er det et faktum, at disse netværk gennem "træning" kan bringes i stand til at finde iboende sammenhænge i en forelagt kombination af input- og output-data og siden at afbilde nye input-data i output-data med den fundne indre sammenhæng, altså som en slags inter- eller ekstrapolation.

Neurale netværk er en form for "kunstig intelligens", der adskiller sig fra regelbaserede systemer (ekspertsystemer) ved:

- at der ikke skal indprogrammeres definitioner eller regler, da netværket selv via træningen tilegner sig den nødvendige "viden" ud fra de anvendte træningsdata.
- at den form for parallel databehandling, som foregår i neurale netværk, giver mulighed for meget små afviklings-tider, (hvilket har animeret producenter af hardware til at udvikle neurale chips).

### 1.3 Problemformuleringer

Da tilvejebringelse af valide trænings- og testdata er en meget tidskrævende proces, er opgaverne valgt, så data til disse formål kan genereres i ubegrænset mængde.

Der er udvalgt tre forskelligartede opgaver, som søges løst ved hjælp af neurale netværk:

Første opgave består i, at opstille og træne et neuralt netværk til løsning af andengradsligninger med reelle rødder. Træningen udføres ved, at ligningskoefficienter og rødder påtrykkes netværket. Efter træningen undersøges det, hvor godt netværket har lært sig at løse sådanne ligninger.

Anden opgave består i at opstille og træne et netværk til bestemmelse af, om en given andengradsligning har reelle eller komplekse rødder. Herefter undersøges det, hvor godt netværket behersker problemet.

Tredje opgave falder inden for området "billedgenkendelse", på engelsk "Optical Character Recognition" (OCR), idet et neuralt netværk opstilles og trænes til at kunne genkende visse karakterer.

Yderligere ønskes det at integrere et optrænet netværk i traditionel programmering.

#### 1.4 Dokumentering

Det er hensigten, at dokumenteringen af projektresultaterne udformes, så den kan danne grundlag for praktisk anvendelse af neurale netværk af læsere, uden større forhåndskendskab til neurale net.

Kapitel 2 i denne rapport indeholder en generel beskrivelse af neurale netværk og introduktion til anvendelsen heraf, samt en fastlæggelse af nødvendige definitioner og begreber.

I kapitel 3 belyses nogle anvendelsesområder, hvor neurale net har vist sig anvendelige.

Kapitel 4 til 6 omhandler løsning til og diskussion af de i punkt 1.3 beskrevne opgaver.

I kapitel 7 vises et færdigt trænet netværk integreret i C-programmering.

Kapitel 8 indeholder brugervejledning til programmet omtalt i kapitel 7.

I kapitel 9 afrundes projektet med konklusion.