

TENTAMEN
A482: NEURALE NETWERKEN

vrijdag, 26 augustus 1994, 09.00 - 12.00 uur

1. Onderstaande vragen hebben betrekking op algemene concepten en definities met betrekking tot neurale netwerken.

a. Geef een uitgebreide beschrijvende definitie van een neuraal netwerk. Schenk bij de beantwoording aandacht aan achtereenvolgens de volgende aspecten:

- Directed graph met nodes en links
- Input en output verbindingen van de processing elements
- Verbindingen van en naar de buitenwereld
- Schematische weergave (tekening) van algemene neuraal netwerk architectuur.

b. Geef een uitgebreide beschrijvende definitie van een generiek processing element. Schenk hierbij aandacht aan achtereenvolgens de volgende aspecten:

- Input signalen, input klassen; output signaal
- Activate signaal
- Transfer function, local memory
- Schematische weergave (tekening) van een generiek processing element.

c. Geef een uitgebreide beschrijvende definitie van een slab (of layer). Schenk hierbij aandacht aan achtereenvolgens de volgende aspecten:

- Transfer function en input klassen van de processing elements
- Scheduling function (activate signal) voor de processing elements; scheduling processing element
- Geometrie voor een slab en voor een volledig neuraal netwerk
- Wat verstaat men onder een input slab?

2. De ADALINE is een eenvoudig type processing element voor de vorming van affiene combinaties:

$$\begin{aligned}y' &= w_0 + w_1x_1 + \dots + w_nx_n = w^T x \\w &= (w_0, w_1, \dots, w_n)^T \\x &= (x_0, x_1, \dots, x_n)^T; \quad x_0 = 1.\end{aligned}$$

We wensen een gewichtsvector $w = w^*$ te bepalen zodanig dat de ADALINE een willekeurig proces $y = f(x)$ zo goed mogelijk benadert, d.w.z. dat de LMS (Least Mean Square) error:

$$F(w) = E[(y_k - y'_k)^2]$$

minimaal is (E is de verwachtingsoperator, $y_k = f(x_k)$, y'_k is de ADALINE-output voor input x_k ; x_k ($k = 1, 2, 3, \dots$) wordt uit R_{n+1} getrokken overeenkomstig een waarschijnlijkheidsdichtheid p).

a. Toon aan dat de vector w loodrecht staat op het hypervlak $w^T x = \text{constant}$.

b. Wat verstaat men onder voornoemde verwachtingsoperator E ?

c. Hoe ziet het oppervlak $F(w)$ in R_{n+2} eruit en welke conclusie volgt hieruit voor het bestaan van w^* (vector w waarvoor $F(w)$ minimaal is)?

d. w^* kan gevonden worden via de gradient (steepest descent) methode:

$$w_{k+1} = w_k + \alpha E[\delta_k x_k]; \quad \delta_k = y_k - y'_k.$$

Leid dit af.

e. De Widrow/Hoff regel (of Delta Rule) luidt:

$$w_{k+1} = w_k + \alpha \delta_k x_k.$$

Vergelijk deze regel met de in punt d. genoemde gradient methode.

f. De Widrow/Hoff regel kent twee veelvoorkomende varianten: de hatch versie en de momentum versie. Wat houden deze varianten in?

3. Gegeven een Hopfield netwerk van n neuronen.

a. Geef de "update regel" voor het Hopfield netwerk.

b. Geef de formule voor de energie van het Hopfield netwerk.

c. Toon mathematisch aan dat een toestandsverandering van het Hopfield netwerk altijd plaatsvindt in de richting van *afnemende* energie.

d. Toon aan dat de energie van het netwerk een minimum waarde bereikt in een eindig aantal stappen (toestandsveranderingen) en hierin blijft hangen (stabiele toestand).

e. Is het in punt d. gevonden minimum een absoluut of een lokaal minimum? Verklaar uw antwoord.

4. Beschrijf het Backpropagation Approximatie Theorema voor functies.

5. Beschrijf in hoofdlijnen het Neocognitron netwerk.

=====