

TENTAMEN A482: NEURALE NETWERKEN

vrijdag 20 juni 1997, 14.00 - 17.00 uur

1. Neural control

Onderdeel van veel neural control systemen vormt de "**neural identifier**".

- a.** Wat is een "neural identifier"?
- b.** Verklaar de noodzaak van zgn. TDLs (Tapped Delay Lines) bij gebruik van een backpropagation netwerk als identifier.
- c.** Wat is Iterative Inversion Control? Geef configuratie-schema en verklaar de rol van de "neural identifier" hierin.
- d.** Wat is Forward-Modelled Inverse Control? Geef configuratie-schema en verklaar de rol van de "neural identifier" hierin.

2. 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 neurale netwerk
- Wat verstaat men onder een input slab?

d. Bij (formele) neurale netwerk definities hanteert men m.b.t. de connectie-geometrie het begrip “fascicle”. Wat is een fascicle en welke zijn de hierbij gebruikte conventies? Schenk bij beantwoording aandacht aan achtereenvolgens de volgende aspecten:

- source region (NB: het begrip “region” hoeft niet formeel gedefinieerd te worden in uw antwoord)
- target region
- data typen van de getransporteerde signalen
- input class
- selectie functie (geef ook een voorbeeld van een selectie-functie).

3a. Backpropagation training

Bij het backpropagation netwerk gebruikt men veelal de zgn. “mean squared error” als foutmaat.

a. Wat verstaat men onder de “mean squared error”? Geef formule.

b. Hoe luidt het functie-approximatie theorema voor backpropagation netwerken?

c. Voornoemde error hangt af van de gewichten in het backpropagation netwerk. Wat verstaat men in dit verband onder het error-oppervlak?

d. Geef enige eigenschappen van het in punt c. genoemde error-oppervlak voor het backpropagation netwerk.

3b. Clustering van gegevens met behulp van backpropagation

a. Wat is het essentiële verschil tussen clustering met behulp van een Backpropagation Netwerk en clustering met behulp van een Kohonen Netwerk?

- b.** Bespreek de clustering met behulp van een **Backpropagation Network**. Beschouw hiertoe achtereenvolgens de volgende aandachtspunten:
- b1.** Architectuur van het netwerk (d.w.z. hoeveel input neuronen, hidden neuronen en output neuronen heeft u nodig). Verklaar uw antwoord.
 - b2.** De training aan de hand van prototypen gegevens.
 - b3.** De eigenlijke clustering via “generalisatie” van het getrainde netwerk.

4. Brain-State-in-a-Box (BSB) Network

- a.** Beschrijf architectuur van het BSB netwerk van n neuronen; geef tekening.
- b.** Wat zijn de essentiële verschillen tussen een Hopfield netwerk en een BSB netwerk?
- c.** Geef de “update regel” voor het BSB netwerk.
- d.** Kunt u globaal aan de hand van voorgaande update-regel beredeneren dat het BSB netwerk convergeert naar een stabiele eindtoestand. --
- e.** Is het BSB netwerk een feedforward of recurrent netwerk? Verklaar antwoord.
- f.** Is het BSB netwerk een “accretive” of “interpolative” netwerk? Verklaar antwoord.
- g.** Is het BSB netwerk een auto-associatief of hetero-associatief netwerk? Verklaar antwoord.

5. Kohonen netwerk

- a.** Bespreek kort de training van een Kohonen netwerk. Beschouw hiertoe achtereenvolgens:
 - de competitie tussen de neuronen onderling (geef in dit verband ook de formule voor Euclidische afstand tussen input-vector en gewichten-vector van een neuron)
 - de aanpassing van de gewichten-vector van het winnend neuron en diens omgeving; geef mathematische formulering.
- b.** Veronderstel, u doet bij enige duizenden mensen metingen m.b.t. hun bloeddruk en hartslag. Alle gemeten waarden liggen in de “(bloeddruk, hartslag)-ruimte” in een gegeven rechthoek, bepaald door de minimale en maximale waarden van deze metingen. U wilt de statistische eigenschappen van de metingen bepalen met behulp

van een Kohonen netwerk, bestaande uit 21 neuronen in een 1-dimensionele structuur (d.w.z. een "string" van 21 neuronen).

Veronderstel verder dat 1/3 van de mensen die u gemeten heeft een erg lage bloeddruk en erg lage hartslag blijkt te hebben (binnen de grenzen van bovengenoemde rechthoek), 1/3 van de mensen een erg hoge bloeddruk en erg hoge hartslag, terwijl het overige deel van de metingen uniform verdeeld blijkt over het restant van de rechthoek.

Hoe kunt u deze verdeling aflezen uit het getrainde Kohonen netwerk? Beschouw achtereenvolgens

- de "feature map" in de **gewichtenruimte** van het netwerk
- de "feature map" op het **netwerk zelf** (topologische continuïteit).

- C.** In zijn boek "Neurocomputing" rangschikt Robert Hecht-Nielsen het Kohonen netwerk onder de "Mapping Neural Networks". Hij maakt daarbij onderscheid tussen de "feature-based networks" (zoals backpropagation en GMDH) en "prototype-based networks" (bv. Kohonen netwerk). Verklaar hoe het Kohonen netwerk gebruikt kan worden om een mapping $y=f(x)$ te benaderen.

.....