

TENTAMEN A482: NEURALE NETWERKEN

vrijdag, 18 augustus 1995, 09.00 - 12.00 uur

1. Leerregels

Onderstaand zijn enige verschillende typen leerregels genoemd. Geef van elk een korte tekstuele (d.w.z. zonder mathematische formules) typing, waarin zo goed mogelijk de essentie naar voren komt.

- a. Leerregel van Hebb (Coincidence learning)
- b. Performance learning
- c. Competitive learning
- d. Filter learning
- e. Spatiotemporal learning.

2. Hopfield Netwerk

- a. Beschrijf architectuur van Hopfield netwerk van n neuronen; geef tekening.
- b. Geef de "update regel" voor het Hopfield netwerk.
- c. Geef de formule voor de energie van het Hopfield netwerk.
- d. Toon mathematisch aan dat een toestandsverandering van het Hopfield netwerk altijd plaats vindt in de richting van *niet-toenemende* energie.
- e. Is het Hopfield netwerk een feedforward of recurrent netwerk? Verklaar antwoord.
- f. Is het Hopfield netwerk een "accretive" of "interpolative" netwerk? Verklaar antwoord.
- g. Is het Hopfield netwerk een auto-associatief of hetero-associatief netwerk? Verklaar antwoord.

3. Kohonen Netwerk

- a. Bespreek 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 van update-regel
 - laat geometrisch zien dat nieuwe gewichten-vector **dichter** bij input-vector komt te liggen.
 - Bespreek hoe de zgn. "learning rate" en omgeving van het winnend neuron gedurende het trainingsproces **moeten** veranderen om goede resultaten te verkrijgen.
 - Voor het boeken van goede resultaten zijn in het algemeen additionele technieken **nodig** als "radial sprouting" en het inbouwen van "conscience". Geef kort **aan** wat deze technieken inhouden.

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-dimensionale structuur (d.w.z. een "string" van 21 neuronen).

Veronderstel verder dat $\frac{1}{3}$ van de mensen die **u** gemeten heeft een erg **lage** bloeddruk en erg **lage** **hartslag** blijkt te hebben (binnen de grenzen van bovengenoemde rechthoek), $\frac{1}{3}$ 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 gewichtenmatrix van het netwerk
- de "feature map" op het netwerk zelf (topologische continuïteit).

Maak gebruik van tekeningen voor "feature maps" en geef hierbij het nodige commentaar.

4. Backpropagation

a. Bij backpropagation kan het verschijnsel van "overtraining" optreden.

- Wat verstaat men onder "overtraining"?
- Wat is het verschil tussen een "training set" en een "training test set"?
- Geef in een figuur het kwalitatieve verloop van de "mean squared error" voor **voornoemde** "training set" en "training test set". Waar moet de training idealiter gestopt worden?

b. Als foutmaat gebruikt men **veelal** de zgn. "mean squared error".

- Wat verstaat men onder de "mean squared error"? Geef formule.
- Hoe luidt het functie-approximatie **theorema** voor backpropagation netwerken?
- Voornoemde error hangt af van de gewichten in het backpropagation netwerk. Wat verstaat men in dit **verband** onder het error-oppervlak?
- Geef enige eigenschappen van het error-oppervlak voor het backpropagation netwerk.