Institut für Wissens- und Sprachverarbeitung
Computational Intelligence
Prof. Dr. R. Kruse, C. Moewes

Magdeburg, den 18. Juli 2012

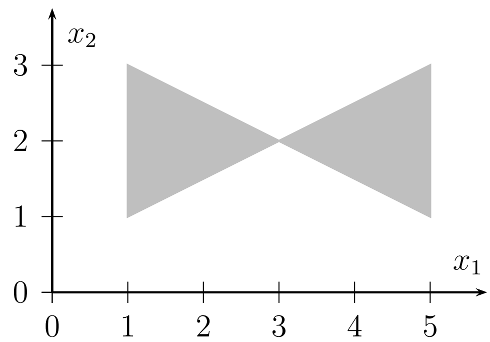
Klausur zur Vorlesung „Neuronale Netze“

Name, Vorname:	Fakultät:	Studiengang:	Matrikelnr.:
Prüfungsart: ☐ 1./2. Versuch ☐ unbenoteter Schein ☐ benoteter Schein	Unterschrift der Aufsicht:		#Blätter:

Aufgabe 1	Aufgabe 2	Aufgabe 3	Aufgabe 4	Aufgabe 5	Summe
/11	/12	/10	/7	/15	/55

Aufgabe 1 Netze aus Schwellenwertelementen (10 Punkte, ca. 20 Minuten)

Geben Sie ein neuronales Netz aus Schwellenwertelementen an, das für Punkte (x_1, x_2) innerhalb der beiden Dreiecke (des grau schraffierten Bereiches) in der rechts dargestellten Skizze den Wert 1 und für Punkte im restlichen Bereich den Wert 0 liefert!



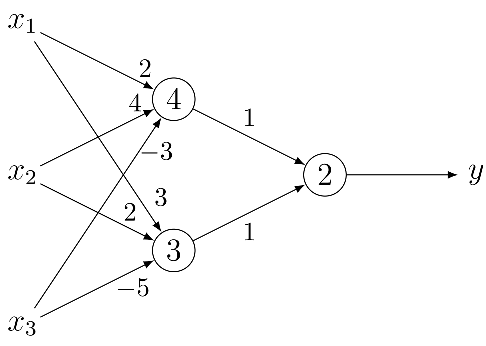
Aufgabe 2 Boole'sche Funktionen (11 Punkte, ca. 30 Minuten)

a) Wie viele verschiedene Boole'schen Funktionen existieren für n Boole'sche Variablen? Begründen Sie Ihre Antwort.

b) Geben Sie ein einzelnes Schwellenwertelement oder ein Netz aus Schwellenwertelementen an, das die folgende Boole'sche Funktion berechnet:

$$(x_1 \leftrightarrow x_2) \wedge \neg x_3.$$

c) Gegeben sei das rechts dargestellte Netz aus Schwellenwertelementen. Welche Boole'sche Verknüpfung der drei Eingabevariablen berechnet es?



Aufgabe 3 Funktionsapproximation (12 Punkte, ca. 20 Minuten)

Betrachten Sie die Funktion $f(x) = x^3 - x^2$ im Intervall $[-2, 2.5]$.

a) Geben Sie ein mehrschichtiges Perzeptron mit ca. 10 Neuronen an, das diese Funktion im gegebenen Intervall durch eine Treppenfunktion annähert. Zeichnen Sie auch die Ausgabe des Netzes.

b) Geben Sie ein Radiale-Basisfunktionen-Netz mit ca. 10 Neuronen an, das diese Funktion im gegebenen Intervall durch eine Treppenfunktion annähert. Zeichnen Sie auch die Ausgabe des Netzes.

c) Wie kann man beide Näherungen verbessern? Geben Sie zwei Möglichkeiten an.

Aufgabe 4 Lernende Vektorquantisierung (7 Punkte, ca. 20 Minuten)

Gegeben seien die in der rechts stehenden Tabelle aufgeführten Punkte P_i in der x-y-Ebene mit Klassenzuordnung.

i	x_i	y_i	Kl.
1	2	2	a
2	4	2	a
3	2	4	a
4	4	4	a
5	6	4	b
6	4	6	b
7	6	6	b

a) Bestimmen Sie graphisch die Voronoi-Zerlegung des Eingaberaums, wenn die Punkte P_i als Zentren der Voronoi-Zellen betrachtet werden. Ist diese Zerlegung eindeutig? Warum (nicht)?

b) Wenden Sie die lernende Vektorquantisierung (LVQ) auf die Punkte P_i an. Benutzen Sie dabei zwei Referenzvektoren $\vec{v}_1$ bzw. $\vec{v}_2$, die mit den Koordinaten $(1, 1)$ bzw. $(7, 7)$ initialisiert werden. Verwenden Sie nur die Anziehungsregel, d.h. keine Klassenzuordnung. Wo werden die Referenzvektoren nach Beendigung der LVQ in etwa liegen?

c) Wenden Sie die LVQ nochmal auf die Punkte P_i an, allerdings jetzt mit Klassenzuordnung. Benutzen Sie dieselben Referenzvektoren wie in b). $\vec{v}_1$ sollen die Punkte der Klasse b zugewiesen werden und $\vec{v}_2$ die Punkte der Klasse a. Wo werden die Referenzvektoren nach dem Ausführen der LVQ in etwa liegen?

Aufgabe 5 Multiple Choice (5 × 3 Punkte, ca. 30 Minuten)

a) Welche Aussagen über die Aktivierungen von MLP- und RBF-Netzen treffen zu?

- ☐ Die Aktivierung eines versteckten Neurons im MLP ist konstant auf der $(d-1)$-dimensionalen Hyperebene, welche es berechnet.
- ☐ Die Aktivierung eines versteckten Neurons im MLP ist konstant auf Flächen, die aus parallelen $(d-1)$-dimensionalen Hyperebenen bestehen.
- ☐ Die Aktivierung eines RBF-Neurons sinkt monoton auf konzentrischen $(d-1)$-dimensionalen Hyperkugeln (eigentlich Hyperellipsoiden).
- ☐ Die Aktivierung eines RBF-Neurons ist konstant auf konzentrischen $(d-1)$-dimensionalen Hyperkugeln (eigentlich Hyperellipsoiden).
- ☐ Keine der genannten.

b) Welche Aussagen über das Training von MLP- und RBF-Netzen treffen zu?

☐ Nur die Parameter der Ausgabeschicht eines MLP werden normalerweise zur gleichen Zeit bestimmt durch das Gradientenabstiegsverfahren.

☐ Alle Parameter eines MLP werden normalerweise zur gleichen Zeit bestimmt durch ein überwachtes Lernverfahren.

☐ Ein RBF-Netz wird typischerweise in zwei Schritten trainiert, unüberwacht erst die Basisfunktionen in der ersten Schicht (z.B. durch Clustering) und dann überwacht die Gewichte der Ausgabeschicht (z.B. durch Berechnen der Pseudoinversen).

☐ Ein RBF-Netz wird typischerweise in zwei Schritten trainiert, überwacht erst die Basisfunktionen in der ersten Schicht (z.B. durch Gradientenabstieg) und dann unüberwacht die Gewichte der Ausgabeschicht (z.B. durch Clustering).

☐ Keine der genannten.

c) Welche Boole'sche(n) Funktion(en) berechnet das unten rechts dargestellte Perzeptron mit binären Eingaben?

☐ $x_1 \wedge x_2$

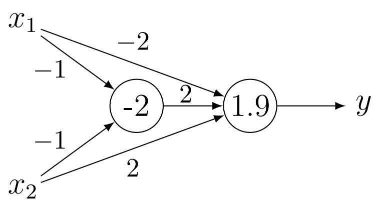
☐ $x_1 \vee x_2$

☐ $x_1 \oplus x_2$ wobei $\oplus$ XOR berechnet

☐ $x_1 \leftrightarrow x_2$

☐ $(\neg x_1 \wedge (x_1 \vee x_2)) \vee (x_1 \wedge x_2)$

☐ Keine der genannten.



d) Ein MLP, in dem alle Neuronen die logistische Funktion als Aktivierungsfunktion verwenden und eine differenzierbare Ausgabefunktion verwenden, können mittels Gradientenabstieg trainiert werden. Welche der folgenden Aussagen treffen zu?

☐ Die Zeit bis zum Erreichen des globalen Fehlerminimums lässt sich immer durch Erhöhen der Lernrate verkürzen.

☐ Der Lernprozess erreicht immer das globale Fehlerminimum, daher ist Gradientenabstieg allen anderen Lernverfahren überlegen.

☐ Gradientenabstieg kann sowohl per Batch- als auch per Online-Training durchgeführt werden.

☐ Eine sehr kleine Lernrate begünstigt in jedem Fall das Finden des globalen Fehlerminimums.

☐ Keine der genannten.

e) Welche der folgenden Aussagen über die Berechnungsfähigkeiten neuronaler Netze treffen zu?

☐ MLP-Netze können Riemann-integrierbare Funktionen berechnen.

☐ RBF-Netze können Riemann-integrierbare Funktionen berechnen.

☐ Selbstorganisierende Karten können zum Clustering verwendet werden.

☐ Rekurrente Netze sind ausdrucksmächtiger als Hopfield-Netze.

☐ Netze aus Schwellenwertelementen, in denen die Aktivierungs- und Ausgabefunktion die Identität ist, können lineare Funktionen berechnen.

☐ Keine der genannten.