

## Vorlesung: *Mustererkennung*

Name, Vorname: \_\_\_\_\_

Matrikelnummer: \_\_\_\_\_ Studiengang: \_\_\_\_\_

### Hinweise zur Klausur:

- Schreiben Sie auf **jedes Blatt** deutlich Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer.
- Die Verwendung von Bleistiften ist nicht erlaubt.
- Die Vorder- und Rückseiten der Blätter können verwendet werden, es werden Ihnen aber ausreichend leere Blätter zur Verfügung gestellt.

### 1. Aufgabe (11 Punkte) *Principal Component Analysis (PCA)*

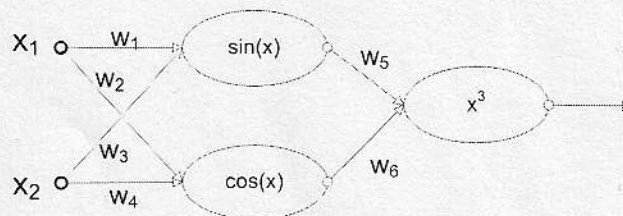
- (1 Punkt) Definieren Sie den Begriff *Hauptkomponente* für die Eingabevektoren  $\{x_1, \dots, x_m\}$ .
- (5 Punkte) Geben Sie den *Algorithmus von Oja* in Pseudocode an.
- (5 Punkte) Begründen Sie die Konvergenz dieses Lernalgorithmus ausführlich.

### 2. Aufgabe (11 Punkte) *Klassifikation von Daten*

- (8 Punkte) Beschreiben Sie die Vorgehensweise der beiden Ihnen bekannten Algorithmen: *k-nächste-Nachbarn* und *k-means* zur Klassifizierung von Daten.
- (2 Punkte) Was sind die Vor- bzw. Nachteile dieser Verfahren?
- (1 Punkt) Wie anfällig sind die Verfahren gegenüber verrauschten Daten?

### 3. Aufgabe (15 Punkte) *Backpropagation*

Gegeben sei folgendes Feed-Forwardnetz:



- (2 Punkte) Berechnen Sie die Ableitungen in den Knoten und geben Sie sie an.
- (6 Punkte) Geben Sie alle Korrekturterme ( $\Delta w_1, \Delta w_2, \Delta w_3, \Delta w_4, \Delta w_5, \Delta w_6$ ) für die Gewichte nach einem Durchlauf (online-Verfahren) an.
- (1 Punkt) Geben Sie an, nach welcher Vorschrift die Gewichte  $w$  angepasst werden, wenn  $\Delta w$  gegeben ist.
- (2 Punkte) Erläutern Sie den Unterschied zwischen dem *Online-* und *Offline-Backpropagationalgorithmus*.
- (4 Punkte) Geben Sie drei weitere Varianten des Backpropagationalgorithmus an und erläutern Sie diese. Beschreiben Sie die jeweiligen Strategien im Umgang mit den Lernraten.

**4.Aufgabe (13 Punkte) Assoziativspeicher**

- a) (3 Punkte) Beschreiben Sie die Netztopologie und Dynamik eines allgemeinen *Hopfield-netzes*. Wie wird die Energie eines Hopfieldnetzes mit Schwellwerten definiert?
- b) (6 Punkte) Geben Sie das Hebbsche Lernverfahren an um die Attraktoren  $\{x_1, \dots, x_m\}$  für ein Hopfieldnetz lernen. Zeigen und argumentieren Sie, dass die Ausgabe eines Hopfieldnetzes für eine verrauschte Eingabe  $x_i + \epsilon$  für ein hinreichend kleines  $\epsilon$  wieder  $x_i$  ist. Wovon ist dies abhängig?
- c) (4 Punkte) Beweisen Sie, dass ein Hopfieldnetz, wenn eine Zustandsänderung vorgenommen wird, immer zu einem energieärmeren Zustand konvergiert.

**5.Aufgabe (8 Punkte) Boosting**

- a) (8 Punkte) Beschreiben Sie die den Algorithmus *AdaBoost*.
- b) (2 Zusatzpunkte) Geben Sie die Berechnungsvorschrift für das *Integral Image* aus dem paper von Viola und Jones an.

**6.Aufgabe (6 Punkte) Fisher LDA**

- a) (4 Punkte) Beschreiben Sie die Eigenschaften der *Fisher LDA*. Welcher Ansatz wird hierbei verfolgt? Geben Sie die für diesen Ansatz zu maximierende Zielfunktion  $J(w)$  an und definieren Sie alle beteiligten Variablen für einen Datensatz mit zwei Klassen.
- b) (1 Zusatzpunkt) Geben Sie die Berechnungsvorschrift für die Lösung  $w$  an.
- c) (2 Punkte) Wie wird ein neues Datum  $x$ , gegeben  $w$  klassifiziert?

VIEL ERFOLG!