

9. Jänner 2008	Prüfung aus Einführung in die Mustererkennung — SS 2007	14.00 – 15.30
Matr.Nummer:	Nachname:	
Kennzahl:	Vorname:	

Bei der vorliegenden Prüfung können Sie eine maximale Anzahl von 30 Punkten erreichen. Bitte verwenden Sie den für die Beantwortung der Frage vorgesehen Platz und beantworten Sie die folgenden Fragen kurz aber aussagekräftig. Sie können die Fragen auf Englisch oder Deutsch beantworten. **Keine Unterlagen sind erlaubt.**

1 Kurze Fragen

1. Ist der k -NN Klassifikator ein Überwachtes oder unüberwachtes Lernverfahren? Die nicht-passende Antwort durchstreichen. (1 Punkt)

Überwachtes Verfahren / Unüberwachtes Verfahren

Begründung:

2. Ist der k -NN Klassifikator ein parametrisches oder nicht-parametrisches Verfahren? Die nicht-passende Antwort durchstreichen. (1 Punkt)

Parametrisches Verfahren / Nicht-parametrisches Verfahren

Begründung:

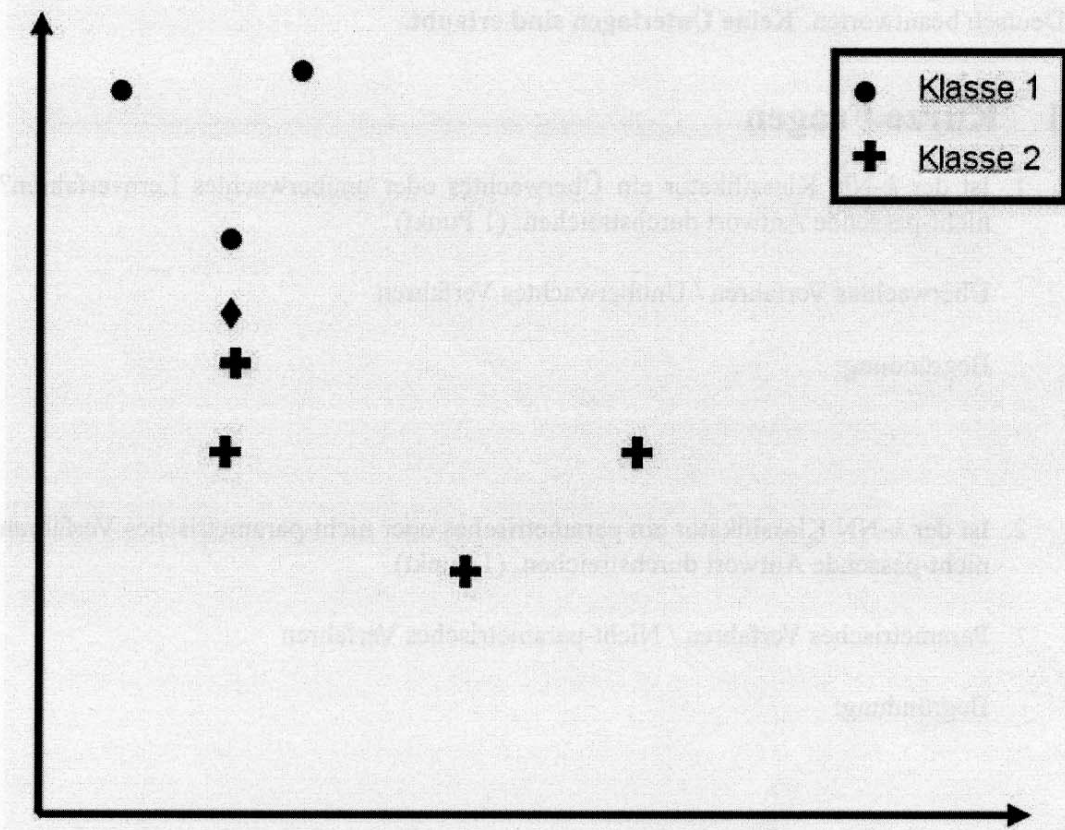
3. Die Aktivierungsfunktion in einem Backpropagation neuronalen Netz muss

differenzierbar / eine Signum Funktion

sein. Die nicht-passende Antwort durchstreichen. (1 Punkt)

4. Sie verwenden einen k -NN Klassifikator auf den folgenden 2-dimensionalen Datensatz mit zwei Klassen, um den diamant-förmigen Punkt zu klassifizieren. Zur welchen Klasse gehört dieser Punkt für $k = 1$, $k = 2$ und $k = 3$? Füllen Sie die Tabelle aus. (1 Punkt)

k	Klasse
1	
2	
3	



5. Wenn PCA für Gesichtserkennung eingesetzt wird, heißen die Eigenvektoren oft

_____ (1 Punkt)

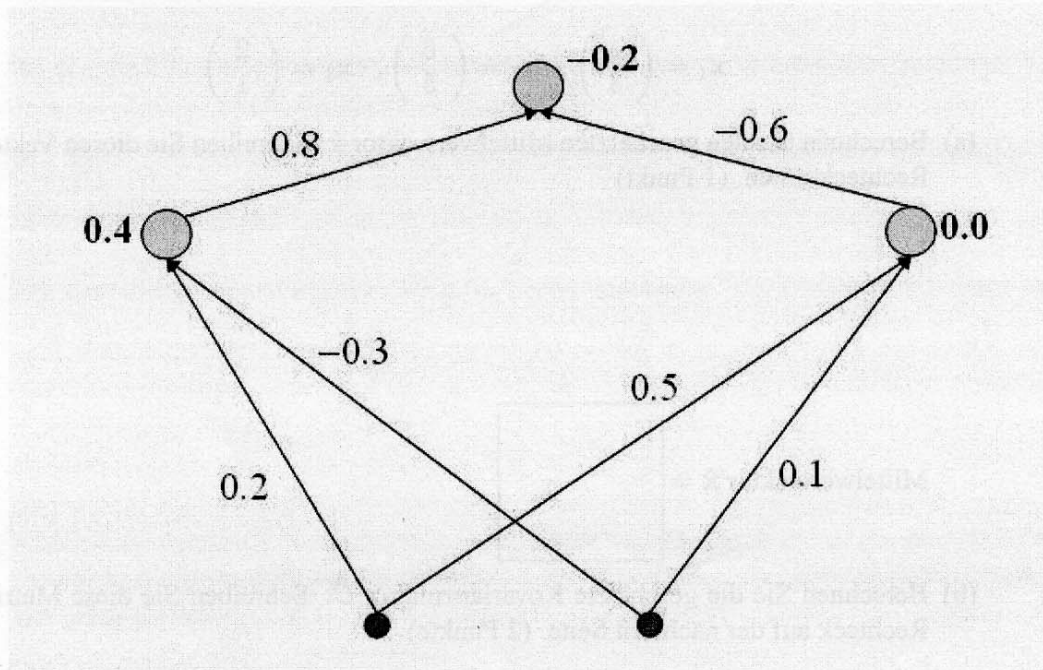
6. Was ist die Hamming-Distanz zwischen den folgenden zwei Binärcodes? Schreiben Sie diese Distanz ins Rechteck unten. (1 Punkt)

1001010101
1100100101

Hamming Distanz:

2 Rechenbeispiele

1. Im folgenden neuronalen Netz sind die Gewichte neben den Verbindungen angegeben und den Bias-Werten neben den Einheiten (fettgedruckt). Die Aktivierungsfunktion von jeder Einheit ist $g(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$.



Der folgende Eingabe-Vektor ist zu verwenden:

$$\mathbf{x} = \begin{pmatrix} 1.0 \\ 2.0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Was ist der Ausgabewert von diesem neuronalen Netz mit dem gegebenen Eingabe-Vektor? Schreiben Sie diesen Wert ins Rechteck auf der nächsten Seite. (2 Punkte)

Ausgabewert vom neuronalen Netz:

2. Sie wollen eine PCA auf den folgenden Vektoren verwenden.

$$\mathbf{x}_1 = \begin{pmatrix} 4 \\ 3 \end{pmatrix}, \mathbf{x}_2 = \begin{pmatrix} 6 \\ 5 \end{pmatrix}, \mathbf{x}_3 = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

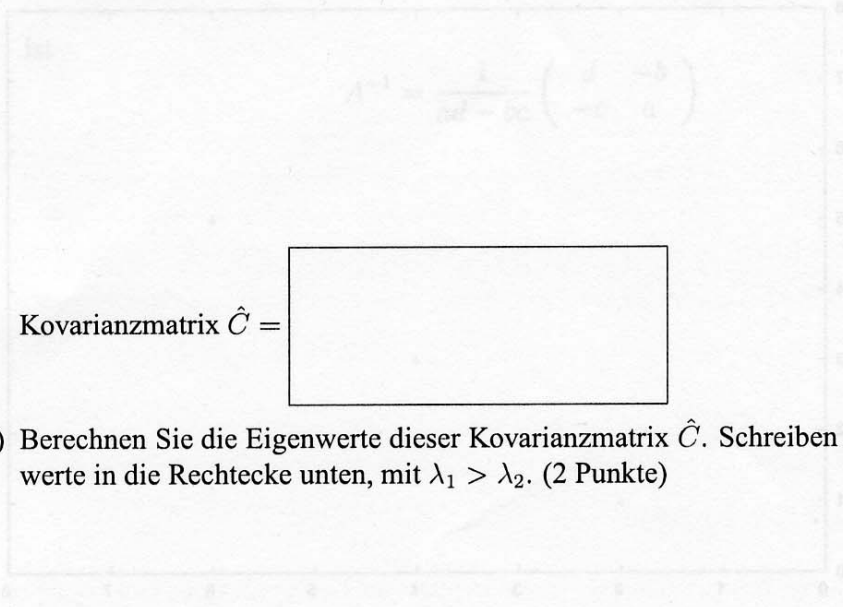
(a) Berechnen Sie den geschätzten Mittelwertvektor $\hat{\mathbf{x}}$. Schreiben Sie diesen Vektor ins Rechteck unten. (1 Punkt)

Mittelwertvektor $\hat{\mathbf{x}} =$

(b) Berechnen Sie die geschätzte Kovarianzmatrix \hat{C} . Schreiben Sie diese Matrix ins Rechteck auf der nächsten Seite. (2 Punkte)

(b) Zeichnen Sie graphisch die Orientierung der Hauptachsen des Ellipsoids und beschriften Sie sie. Jeder Eigenvektor soll mit dem entsprechenden Eigenwert beschriftet werden. (1 Punkt)

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}$$



Kovarianzmatrix $\hat{C} =$

(c) Berechnen Sie die Eigenwerte dieser Kovarianzmatrix \hat{C} . Schreiben Sie die Eigenwerte in die Rechtecke unten, mit $\lambda_1 > \lambda_2$. (2 Punkte)

Mahalanobis-Distanz $d =$

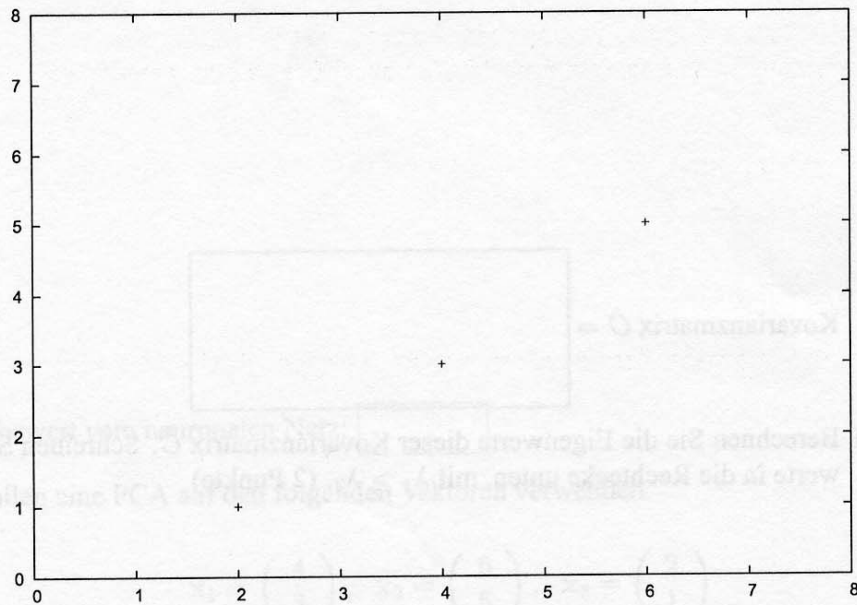
4. Sie bekommen den Auftrag, eine Maschine zu entwickeln, die automatisch zwischen zwei verschiedenen Arten von Helligkeitsmerkmalen unterscheidet. Ein diskretes Helligkeitsmerkmal x kann 3 Werte annehmen kann, wird für jeden Fisch gemessen ($x = 1, 2$ oder 3). Die Klassenwahrscheinlichkeiten sind $P(x=1) = 0.0$ und $P(x=2) = 0.1$. Vor Trainingszeit wird die folgende Merkmalsverteilung für jede Klasse $P(x = i | \omega = j)$ experimentell gemessen:

	$\omega = 1$	$\omega = 2$
$x = 1$	0.7	0.0
$x = 2$	0.0	0.0
$x = 3$	0.0	0.0

$\lambda_1 =$

$\lambda_2 =$

- (d) Zeichnen Sie ungefähr die Orientierungen des Haupteigenvektors und Zweiten Eigenvektors. Jeder Eigenvektor soll mit dem korrespondierenden Eigenwert beschriftet werden. (1 Punkt)



3. Mahalanobis Distanz:

- (a) Schreiben Sie den Ausdruck für die Mahalanobis-Distanz d zwischen einem beliebigen Vektor \mathbf{x} und einer Klasse mit Mittelwertvektor $\hat{\mathbf{x}}$ und Kovarianzmatrix \hat{C} . (1 Punkt)

- (b) Berechnen Sie die Mahalanobis Distanz zwischen einer Klasse mit Mittelwertvektor

$$\hat{\mathbf{x}} = \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (3)$$

und Kovarianzmatrix

$$\hat{C} = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 9 \end{pmatrix} \quad (4)$$

und dem Vektor

$$\mathbf{x}_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (5)$$

Schreiben Sie die berechnete Distanz ins Rechteck auf der nächsten Seite. (2 Punkte)

TIP: Die Inverse von einer 2×2 Matrix

$$A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \quad (6)$$

ist

$$A^{-1} = \frac{1}{ad - bc} \begin{pmatrix} d & -b \\ -c & a \end{pmatrix} \quad (7)$$

3	2	1	1

Mahalanobis Distanz $d =$

4. Sie bekommen den Auftrag, eine Maschine zu entwickeln, die automatisch zwischen zwei Fischarten, Forelle (Klasse 1, $\omega = 1$) und Karpfen (Klasse 2, $\omega = 2$), unterscheidet. Ein diskretes Helligkeitsmerkmal x , das 3 Werte annehmen kann, wird für jeden Fisch gemessen ($x = 1, 2$ oder 3). Die *a priori* Klassenwahrscheinlichkeiten sind: $P(\omega = 1) = 0.6$ und $P(\omega = 2) = 0.4$. Vom Trainingsset wird die folgende Merkmalsverteilung für jede Klasse $P(x = i | \omega = j)$ experimentell gemessen:

i	1	2	3
$P(x = i \omega = 1)$	0.7	0.2	0.1
$P(x = i \omega = 2)$	0.3	0.4	0.3

(a) Berechnen Sie $P(x = i)$ für $i = 1, 2, 3$. Füllen Sie die folgende Tabelle aus (1 Punkt):

i	1	2	3
$P(x = i)$			

(b) Wie berechnen sich gemäß Bayes-Theorem die *a posteriori* Wahrscheinlichkeiten (posteriors)? (1 Punkt)

3 Detaillierte Fragen

- Wie wird ein Klassifikator als eine Gruppe von Diskriminantenfunktionen dargestellt? Was sind *Entscheidungsregionen* und *Entscheidungsgrenzen*? Wie werden diese anhand der Diskriminantenfunktionen definiert? Zeichnen Sie ein 2-dimensionelles Beispiel mit 3 Klassen worin diese Definitionen klar erklärt werden. (3 Punkte)

4. Aufsatz

Wählen Sie ein der folgenden Themen und schreiben Sie 100-200 Wörter darüber (2 Punkte).
Die Themen sind:

1. PCA in Gesichtserkennung

2. Mustererkennung in der automatisierten Chromosom-Klassifizierung

3. Bias, Varianz und Generalisierbarkeit

2. Beschreiben Sie das *Single Linkage Hierarchical Clustering* Verfahren. Wie funktioniert der Algorithmus? Erklären Sie mittels einem 2-dimensionalen Beispiel. (2 Punkte)

4 Aufsatz

Wählen Sie **ein** der folgenden Themen und schreiben Sie 100–200 Wörter darüber (6 Punkte).
Die Themen sind:

1. PCA in Gesichtserkennung.
2. Mustererkennung in der automatischen Chromosom-Klassifizierung.
3. Bias, Varianz und Generalisierungsfähigkeit.

3 Detaillierte Fragen

1. Wie wird ein Klassifikator als eine Gruppe von Diskriminationsfunktionen dargestellt? Was sind Entscheidungsgrenzen und Entscheidungsgrenzen? Wie werden diese anhand der Diskriminationsfunktionen definiert? Zeichnen Sie ein 2-dimensionales Beispiel mit 3 Klassen, worin diese Definitionen klar erklärt werden. (3 Punkte)