FAKULTÄT IV
Fachgebiet Elektronische Mess- und Diagnosetechnik
24. Juli 2017

Mustererkennung und Technische Diagnose

Name: ....

Vorname: ....

Matr.-Nr.: ....

Hiermit erkläre ich gemäß § 39 Abs. 10 AllgStuPo, dass ich prüfungsfähig bin.

Unterschrift: ....

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Clemens Gühmann & Hauke Brunken

Bearbeitungszeit: 90 Minuten

- Trennen Sie den Aufgabensatz **nicht** auf.
- Benutzen Sie für die Lösung der Aufgaben **nur** das mit diesem Deckblatt ausgeteilte Papier. **Lösungen, die auf anderem Papier geschrieben werden, können nicht gewertet werden.** Weiteres Papier kann bei den Assistenten angefordert werden.
- **Notieren Sie bei der Aufgabe einen Hinweis, wenn die Lösung auf einem Extrablatt fortgesetzt wird**
- **Schreiben Sie deutlich!** Doppelte, unleserliche oder mehrdeutige Lösungen können nicht gewertet werden.
- **Vereinfachen Sie** alle Lösungen soweit wie möglich. Auf nicht vollständig vereinfachte Lösungen kann keine volle Punktzahl gegeben werden.
- Schreiben Sie **nicht** mit Bleistift! (Auch **nicht** in Zeichnungen und Skizzen!)
- Schreiben Sie nur in **blau** oder **schwarz**!
- Handys ausschalten und einpacken! **Klingelndes Handy bedeutet, dass die Klausur als nicht bestanden gewertet wird.**

A1	A2	A3	A4	A5	A6	Summe

1. Aufgabe (5 Punkte): Mustererkennungssystems

Kontext Struktur

Aufgabe Skizzieren Sie in Form eines Blockschaltbildes das in der Vorlesung verwendete Mustererkennungssystem. Geben Sie dabei die hierzu notwendigen Komponenten (Blöcke) an und beschreiben Sie in Stichpunkten die Funktionen der Blöcke.

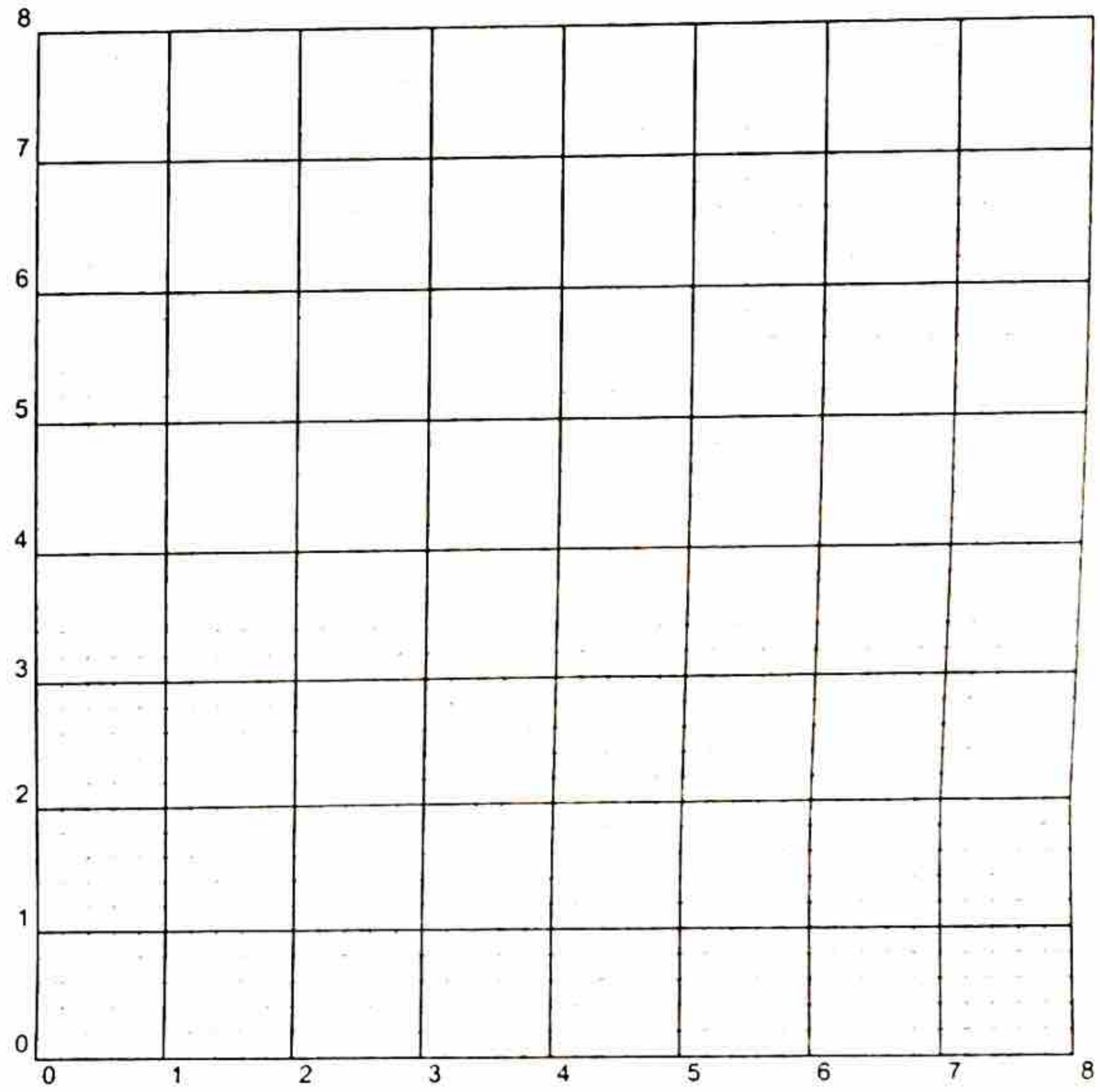
2. Aufgabe (5 Punkte): Klassifikation mit Linearer Trennfunktion

Gegeben sind die zwei Klassen mit jeweils drei Mustern.

Für Klasse 1 gilt: $\underline{x}_{11} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ $\underline{x}_{12} = \begin{bmatrix} 2.5 \\ 1 \end{bmatrix}$ $\underline{x}_{11} = \begin{bmatrix} 1.5 \\ 2 \end{bmatrix}$;

Für Klasse 2 gilt: $\underline{x}_{21} = \begin{bmatrix} 4 \\ 3 \end{bmatrix}$ $\underline{x}_{22} = \begin{bmatrix} 6 \\ 3.5 \end{bmatrix}$ $\underline{x}_{21} = \begin{bmatrix} 6.5 \\ 4 \end{bmatrix}$;

a) Bestimmen Sie eine Lineare Trennfunktion, die den Merkmalsraum in zwei Regionen teilt, sodass die vorhandenen Muster voneinander separiert werden. Geben Sie hierzu die Gleichung der Trennfunktion an. Hinweis: Es existieren unendlich viele richtige Lösungen. (2 Punkte)



b) Gegeben ist das Muster $\underline{x} = \begin{bmatrix} 3.5 \\ 4 \end{bmatrix}$. Bestimmen Sie mithilfe der Trennfunktion die Klassenzugehörigkeit. Begründen Sie die Entscheidung mit einem numerischen Maß. (2 Punkte)

c) Nicht alle disjunkten Klassen lassen sich durch Lineare Trennfunktionen trennen. Geben Sie eine Möglichkeit (Gleichung) an, wie nichtlineare Hyperebenen im Raum R_n realisiert werden können. (1 Punkt)

3. Aufgabe (5 Punkte): Neuronale Netze

Kontext Mithilfe eines Multilayer-Perceptron-Netzes ist die Klassifikation von Mustern möglich.

a) Geben Sie die mathematische Beschreibung (Gleichung) eines Neurons (Perceptrons) an. (1 Punkt)

b) Zeichnen Sie die Struktur eines Multilayer-Perceptron-Netzes mit drei Schichten. Erklären Sie exakt die verwendeten Ein- und Ausgänge des Netzes im Kontext der Mustererkennung. (2 Punkte)

c) Beschreiben Sie prinzipiell den Back-Propagation-Algorithmus. (2 Punkte)

4. Aufgabe (5 Punkte): Merkmalsselektion und Transformation

Kontext Merkmale lassen sich bezüglich Ihrer Trennungswirksamkeit bewerten.

a) Geben Sie ein Kriterium an, mit dem die Trennungswirksamkeit von Merkmalen numerisch bewertet werden kann. Bezeichnen Sie die verwendeten Symbole. (1 Punkt)

b) Warum ist das Spurkriterium geeignet, die Trennungswirksamkeit von Merkmalen zu bewerten? Erklären Sie den Zusammenhang anhand eines Bildes. (1 Punkt)

Kontext Hauptachsentransformation. Gegeben ist eine Intraklassenkovarianzmatrix $\underline{W}$.

c) Wie bestimmt man für diese Matrix die Hauptachsentransformation $\underline{V}$? Geben Sie die mathematischen Schritte (Formeln) hierzu an. (1 Punkt)

d) Wie bestimmt man die transformierte Intraklassenkovarianzmatrix $\underline{\Lambda}_{\underline{W}}$? (1 Punkt)

d) Erklären Sie die Wirkung der Hauptachsentransformation grafisch im zweidimensionalen Merkmalsraum. (1 Punkt)

5. Aufgabe (5 Punkte): Modellgestützte Diagnose - Zustandsbeobachter

Kontext Beobachtung eines linearen, zeitinvarianten Systems.

a) Wie lautet die Zustandsraumdarstellung eines linearen, zeitinvarianten Systems? Sie können ein zeitdiskretes oder zeitkontinuierliches System wählen. (1 Punkt)

a) Wie lautet die Zustandsraumdarstellung eines dazu passenden Zusstandsbeobachters? (1 Punkt)

b) Leiten Sie die Fehler-Differentialgleichung für $\dot{\underline{e}}(t) = \dot{\underline{x}}(t) - \dot{\hat{\underline{x}}}(t)$ oder Fehler-Differenzengleichung für $\underline{e}(k+1) = \underline{x}(k+1) - \hat{\underline{x}}(k+1)$ her. (2 Punkte)

c) Unter welcher Bedingung wird der Zustandsfehler für $t \to \infty$ null? Wie erreichen Sie das? (1 Punkt)

6. Aufgabe (5 Punkte): Modellgestützte Diagnose - Kalman-Filter

Kontext Gegeben ist ein lineares zeit-invariantes diskretes System der Form

$$x(k+1) = -\frac{1}{\tau} \cdot x(k) + \frac{1}{\tau} \cdot u(k) \quad x(0) = x_0,$$

wobei die Ausgangsgröße x(k) ist. Die gemessene Ausgangsgröße wird durch ein weißes, mittelwertfreies Rauschen gestört.

a) Stellen Sie das System in einem Blockschaltbild (Signalfluss) dar und zeichnen Sie in dieses Bild zur Diagnose ein Kalman-Filter. (2 Punkte)

b) Führen Sie aus dem in a) gezeichnetem Bild die Residuen heraus. (1 Punkt)

c) Welche Eigenschaft muss der Residuenprozess besitzen, wenn der Prozess fehlerfrei ist und Ihr verwendetes Modell mit dem Prozessmodell übereinstimmt? (1 Punkt)

d) Wie kann der Residuenprozess ausgewertet werden, um Fehler im Prozess zu entdecken? (1 Punkt)

7. Aufgabe: Fragen zur Klausur

1. **Multiple-Choice** Sie erhalten einen halben Extrapunkt für die Klausur, wenn sie jede Frage vollständig beantworten. (0.5 Punkte)

Fragen	Antworten
1. Sind Sie mit ihrer Leistung zufrieden?	☐ Ja ☐ Nein
2. Hatten Sie genug Zeit für die Klausur?	☐ Ja ☐ Nein
3. Wie fanden Sie die gestellten Aufgaben?	☐ Zu schwer ☐ Zu einfach

2. Welche Aufgaben fanden Sie am unverständlichsten? Geben sie die Nummer der Aufgabe an.

3. Haben Sie weitere Anmerkungen oder Anregungen zu der Klausur? Bitte in ganzen Sätzen.

Vielen Dank!