

Online-Hausarbeit 4

Intelligente Systeme im Sommersemester 2020

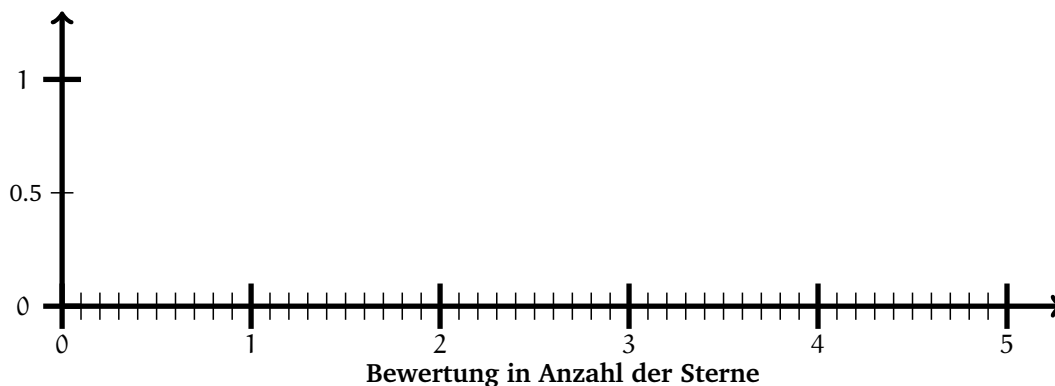
Abgabetermin: Geben Sie Ihre Lösung im Uni2Work bis zur Abgabefrist am 10.07.2020, 18:59 Uhr, ab! Sollten Sie nachweislich Internetprobleme haben, die eine Abgabe bis 18:59 Uhr nicht ermöglichen, so geben Sie bitte bis 23:59 Uhr ab und schreiben uns parallel dazu eine E-Mail, in der Sie um eine verlängerte Abgabefrist bitten und Ihre Umstände erklären.

Aufgabe 1: Fuzzy-Mengen

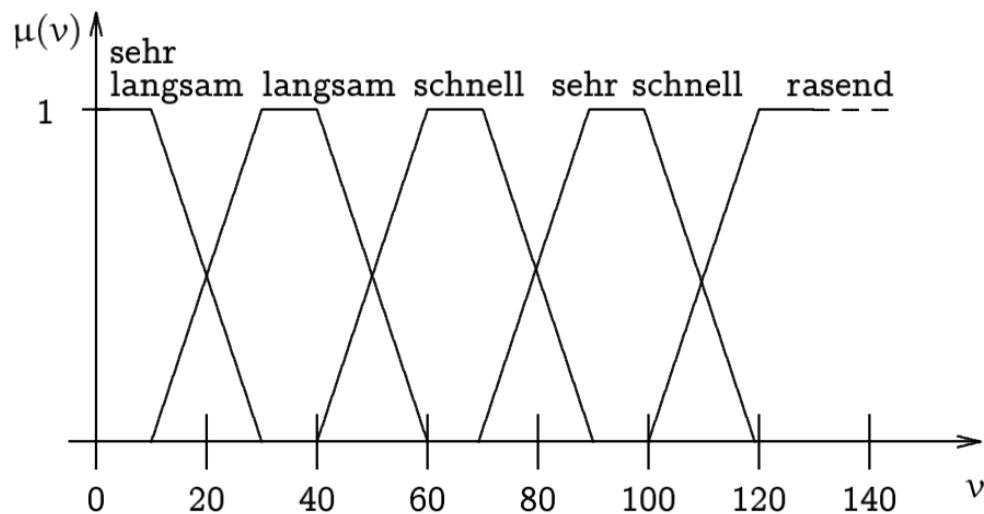
(2+1,5+0,5+4 Pkt.)

- a. Filme werden häufig mittels einer Skala von 0-5 Sternen bewertet (je besser ein Film, desto mehr Sterne). So lässt sich schnell erkennen, ob es sich um einen sehenswerten Film handelt. Die Bewertung eines Films in *Anzahl der Sterne* sei nun die linguistische Variable. Außerdem stehen folgende linguistischen Werte zur Verfügung: *schlecht* (s), *durchschnittlich* (d), *gut* (g), *sehr gut* (sg).

Erstellen Sie nun eine Fuzzy-Partition der linguistischen Variable, indem Sie die untenstehende Abbildung um die Zugehörigkeitsfunktionen der einzelnen linguistischen Werte ergänzen. Die Zugehörigkeitsfunktionen folgen in der Fuzzy-Logik immer der subjektiven Einschätzung eines Experten. Dies sind in dieser Aufgabe Sie. Sie dürfen jedoch keine scharfen Grenzen ziehen.



- b. Es seien die Bewertungen dreier Filme gegeben, nämlich $a = 1,5$ Sterne, $b = 2,2$ Sterne und $c = 4$ Sterne. Geben Sie für jede Bewertung a, b, c jeweils die Zugehörigkeitsgrade für jeden linguistischen Wert an. Wenn es notwendig ist, so runden Sie die Zugehörigkeitsgrade auf eine Nachkommastelle.
- c. Geben Sie eine Bewertung für einen Film an, die in Ihrem Beispiel eine “fuzzy” (und somit keine “crisp”) Zugehörigkeit besitzt. Geben Sie zudem alle entsprechenden Zugehörigkeitsgrade an.
- d. Gegeben seien nun die unten abgebildeten Zugehörigkeitsfunktionen, die Sie bereits aus der Übung kennen. Die linguistische Variable *Geschwindigkeit* v eines Fahrzeugs im Ortsgebiet wurde anhand der linguistischen Variablen *sehr langsam* (sl), *langsam* (l), *schnell* (s), *sehr schnell* (ss) und *rasend* (r) “fuzzifiziert”.



Ferner sind die folgenden zwei Operationen gegeben:

- sehr langsam ODER (sehr schnell UND rasend)
- (sehr langsam ODER (sehr schnell UND rasend)) UND langsam

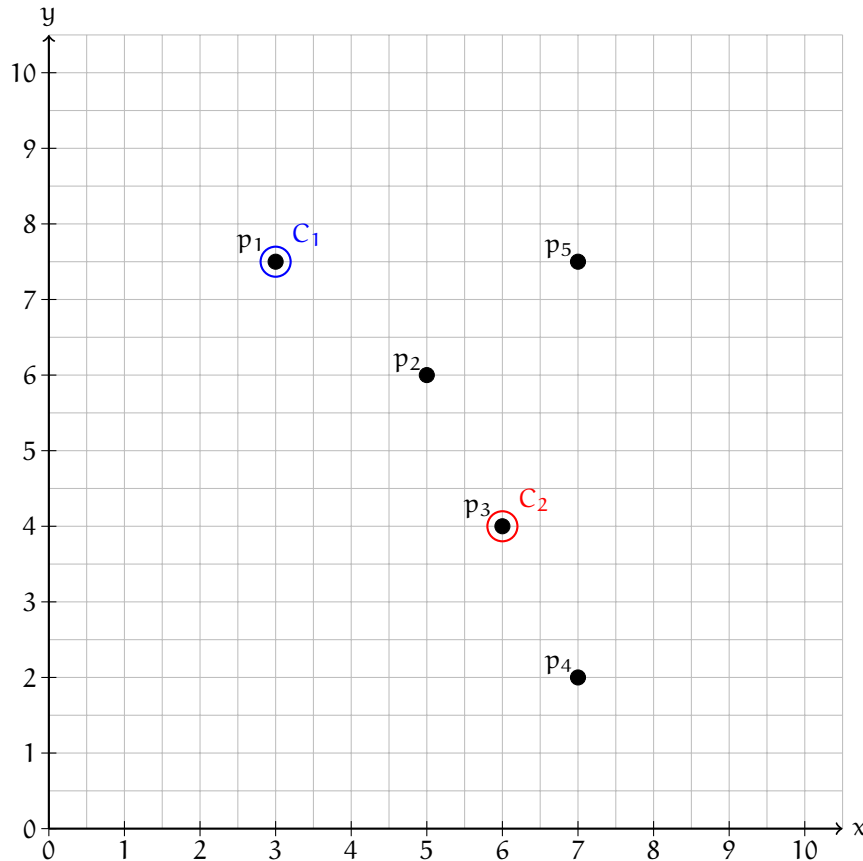
Geben Sie nun jeweils alle Geschwindigkeitsbereiche an, die sich aus den oben genannten Operationen ergeben. Beschreiben Sie die Geschwindigkeitsbereiche auf drei unterschiedliche Art und Weisen:

- a. Kombination aus min- und max-Operatoren. Beispiel: $\max(\mu_{s1}, \mu_1)$.
- b. Beschreibung durch Zahlenwerte. Beispiel: $0 \leq v \leq 5$ und $100 \leq v \leq 105$.
- c. Grafische Darstellung. Beispiel: relevante Markierung innerhalb der gegebenen Abbildung. Achten Sie darauf, dass die grafische Darstellung eindeutig zu erkennen ist. Verwenden Sie also unterschiedliche Farben oder kopieren Sie die Grafik.

Aufgabe 2: K-Means Algorithmus

(5 Pkt.)

Im folgenden Koordinatensystem sehen Sie fünf Datenpunkte p_i für $i \in [1, 5]$. Die initialen Clusterzentren befinden sich auf den Koordinaten $(3, 7.5)$ (Clusterzentrum C_1 , markiert mit dem blauen, nicht ausgefüllten Kreis) und $(6, 4)$ (Clusterzentrum C_2 , markiert mit dem roten, nicht ausgefüllten Kreis).



Beachten Sie, dass die Punkte p_1 und p_3 **nicht** die Clusterzentren **selbst sind**, sondern eigenständige, beobachtete Datenpunkte. Die Zentren besitzen lediglich zufällig dieselben Koordinaten wie die Datenpunkte p_1 und p_3 .

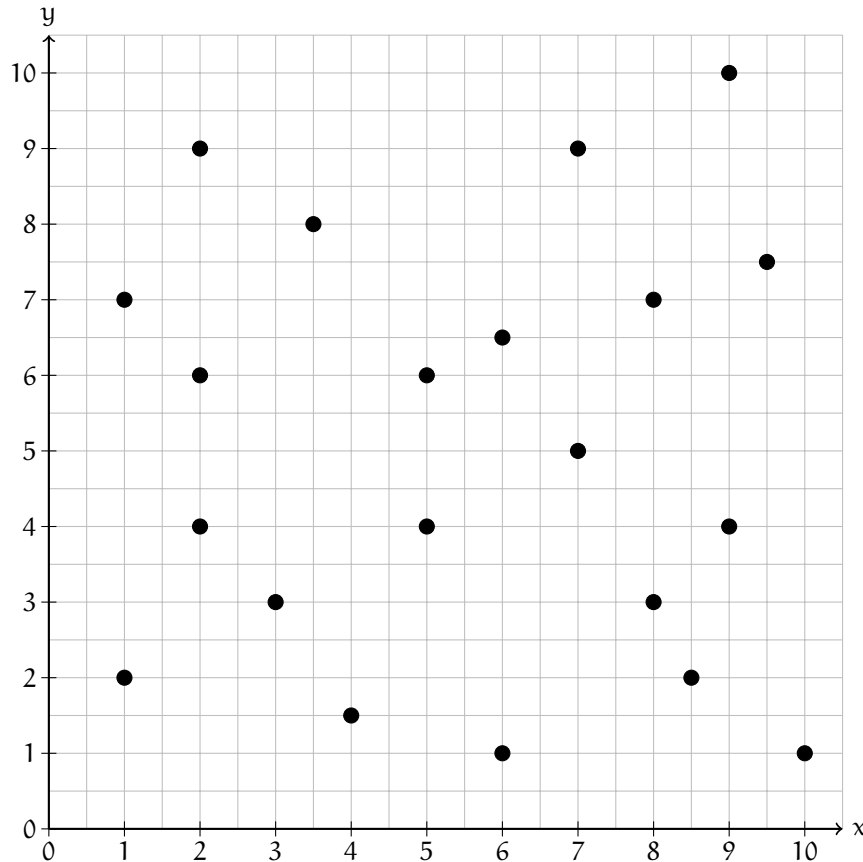
Führen Sie nun den k-Means-Algorithmus mit den gegebenen Datenpunkten und den initialen Clusterzentren C_1 und C_2 aus. Verwenden Sie als Distanzfunktion die Manhattan-Distanz. Füllen Sie hierzu für jede Iteration die beiden Tabellen **Aktualisierung Clusterzentren** sowie **Zuordnung Datenpunkte zu Clusterzentren** aus. In die Zeile *Koordinaten* tragen Sie die Koordinaten der aktualisierten Clusterzentren ein. In die Zeilen der Form $d(p_i, C_j)$ tragen Sie den Abstand des Datenpunkts p_i zum Clusterzentrum C_j ein. In die Zeile *Cluster* tragen Sie ein, welchem Clusterzentrum $\in [C_1, C_2]$ der jeweilige Punkt zugeordnet wird. Ergänzen Sie die Tabelle um so viele Zeilen, wie die Ausführung des Algorithmus benötigt, d.h. bis das Abbruchkriterium von k-Means erfüllt ist.

Hinweis: Sie können natürlich die oben stehende Grafik zu Hilfe nehmen. Da der Algorithmus jedoch gerechnet werden soll, wird nur die ausgefüllte Tabelle gewertet und nicht der grafische Ansatz, wie er beispielsweise in der Vorlesung auf Seite 263 zu finden ist.

Aufgabe 3: Delaunay-Triangulierung und Voronoi-Diagramm

(1+1 Pkt.)

In der folgenden Aufgabe sollen Sie eine Delaunay-Triangulierung sowie das zugehörige Voronoi-Diagramm erstellen. Dafür ist folgende Menge an Datenpunkten gegeben:



Definieren Sie zunächst **vier unterschiedliche** Punkte aus der oben gegebenen Punktmenge als Clusterzentren. Diese werden im weiteren Verlauf der Aufgabe als Clusterzentren dienen. Damit die Clusterzentren gut verteilt sind, müssen Sie je einen Punkt aus jedem der folgenden Bereiche in die Menge der Clusterzentren wählen:

- 1. Bereich: $x \leq 4, y \leq 4$
- 2. Bereich: $x \leq 4, y \geq 6$
- 3. Bereich: $x \geq 8, y \leq 4$
- 4. Bereich: $x \geq 7, y \geq 7$

Tragen Sie in die folgenden Felder die Koordinaten der Punkte ein, die Sie als Clusterzentren gewählt haben:

Gewählte Clusterzentren:				
--------------------------	--	--	--	--

- a. Bestimmen Sie eine gültige Delaunay-Triangulierung für die von Ihnen gewählten Clusterzentren und zeichnen Sie diese in das oben gegebene Koordinatensystem ein. Markieren Sie ebenso in Ihrer Zeichnung die Clusterzentren.

- b. Zeichnen Sie das zugehörige Voronoi-Diagramm. Wenn möglich, kopieren Sie Ihre Lösung aus a) und zeichnen das Voronoi-Diagramm in diese Kopie ein und geben für Ihre Lösung der Aufgabe 3 zwei getrennte Zeichnungen ab. Sollte dies nicht möglich sein, so achten Sie bitte darauf, dass Ihre Zeichnung klar und deutlich ist und sowohl die Delaunay-Triangulierung als auch das Voronoi-Diagramm gut zu erkennen sind. Wenn es Unklarheiten zwischen Mitten-senkrechten und Voronoi-Diagramm gibt, so markieren Sie das Voronoi-Diagramm farblich.

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, dass die abgegebene Lösung alleinig durch mich angefertigt wurde und ohne die Hilfe Dritter entstanden ist. Insbesondere habe ich keine Lösungen von Dritten teilweise oder gänzlich abgegeben.

Matrikelnummer, Name

Ort, Datum

Unterschrift