

Blatt 10 (8 Punkte + 3 Bonuspunkte)

Abgabe durch Hochladen (nur PDF-Format bzw. Python-Code) auf der eCampus-Seite bis
Sonntag, 23.06.2024, 12:00 Uhr, in Gruppen von 3 Personen.

Aufgabe 10.1: Verstärkendes Lernen: Naives Aktualisieren (2)

Betrachten Sie eine Modellwelt mit vier Zuständen A, B, C und D, in der sich ein Agent bewegen kann. D sei Terminalzustand mit dem *Reward* von +1 Utility-Einheiten. Jeder Zustandsübergang kostet den Agenten -0.1 Utility-Einheiten.

Beim passiven Lernen gibt es nur eine einzige von der (durch die Umwelt erzeugten) Strategie π festgelegte Aktion $\pi(s)$ in jedem Zustand s . Diese ist hier der Einfachheit halber $a \Rightarrow$ ("Right") für jeden nichtterminalen Zustand. Folgende Trainingssequenz wurde beobachtet:

$$A \rightarrow B \rightarrow A \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow D (+1).$$

Berechnen Sie die Nutzen U^π der einzelnen Zustände nach der Methode des *Naiven Aktualisierens* gemäß den Algorithmen *Passive-RL-Agent* und *Naive Update* (Vorl. 17, Folien 12, 17, 18). Geben Sie die Werte nach jedem Besuch eines Zustandes in einer Tabelle nach der folg. Form an. Zu Ihrer eigenen Benotungssicherheit geben Sie auch die Berechnungen dazu an.

Besuch	$U^\pi(A)$	$U^\pi(B)$	$U^\pi(C)$	$U^\pi(D)$
#1				
#2				
#3				

Aufgabe 10.2: Verstärkendes Lernen: ADP (2)

Betrachten Sie dieselbe Modellwelt und die dieselbe Trainingssequenz wie in der letzten Aufgabe:

$$A \rightarrow B \rightarrow A \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow D (+1).$$

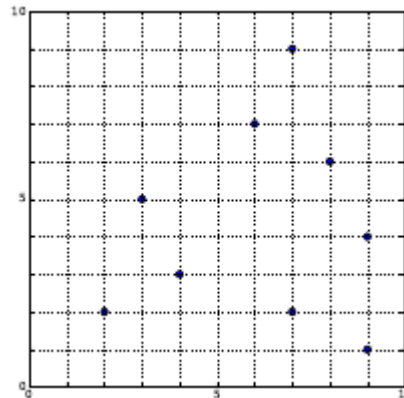
Berechnen Sie folgende Werte nach der Methode des *Adaptiven Dynamischen Programmierens* (s. Algm. *Passive-ADT-Agent*):

1. $U(A)$ und $R(A)$ nach dem 1. Besuch von Zustand A;
2. nach dem 1. Besuch von Zustand B:
 - $U(B)$ und $R(B)$,
 - $N_{sa}(A, \rightarrow)$, $N_{sas'}(A, \rightarrow, B)$ und $M(A, \rightarrow, B)$,
 - $U(A)$.

Aufgabe 10.3: k-Means

(2)

Das folgende Bild zeigt Datenpunkte, die bezüglich zwei Attributen dargestellt sind:



Wenden Sie den k-Means Algorithmus an. Initialisieren Sie die Schwerpunkte mit den Werten $m_1^{(0)} = (2, 2)$, $m_2^{(0)} = (7, 9)$ und $m_3^{(0)} = (9, 4)$. Ordnen Sie für jede Iteration die Datenpunkte ihren zugehörigen Clusterzentren zu und geben Sie diese Zuordnung explizit an. Berechnen Sie dann die neuen Schwerpunkte $m_i^{(t+1)}$. Geben Sie die Herleitung der Schwerpunkte wieder. Iterieren Sie solange, bis die Cluster stabil sind, d.h. keine Neuzuweisung von Datenpunkten zu Schwerpunkten mehr vorgenommen wird.

Aufgabe 10.4: Clustering über Single-, Complete-Linkage, DBSCAN, OPTICS

(0.5 + 1.5 + 1.5(Bonus) + 0.5(Bonus) + 0.5(Bonus) + 0.5(Bonus) = 2 + 3 Bonus)

Gegeben sind die folgenden 2-dimensionalen Datenpunkte:

$$a = (1, 2), b = (3, 1), c = (2, 4), d = (6, 5), e = (8, 4), f = (1, 6).$$

- a) Vervollständigen Sie die folgende Tabelle mit den Distanzen zwischen den Punkten. Es reicht hierbei aus, nur die Werte oberhalb der Diagonale einzutragen.

	a	b	c	d	e	f
a	0	$\sqrt{5}$	$\sqrt{5}$	$\sqrt{34}$	$\sqrt{53}$	$\sqrt{16}$
b		0				
c			0			
d				0		
e					0	
f						0

- b) Wenden Sie den Algorithmus für das AGGLOMERATIVE CLUSTERING durch SINGLE-LINKAGE an. Hierbei soll der Algorithmus terminieren, wenn eine Distanz von $\sqrt{5}$ überschritten würde. Die Lösung muss dabei nach jedem Agglomerationsschritt die jeweils neue Distanztabelle zeigen. Die Werte in den neuen Distanztabelle dürfen wie in der der Ausgangstabelle unausgerechnete Wurzeln von Zahlen enthalten.

- c) Bonus-Aufgabe: Welches Ergebnis liefert der gleiche Algorithmus mit COMPLETE-LINKAGE und einer Distanzgrenze von $\sqrt{10}$? Wieder muss die Lösung dabei nach jedem Agglomerationsschritt die jeweils neue Distanztabelle zeigen. Die Werte in den neuen Distanztabelle dürfen wie in der Ausgangstabelle unausgerechnete Wurzeln von Zahlen enthalten. Ist das Ergebnis eindeutig? Begründen Sie Ihre Antwort bzgl. der Eindeutigkeit!
- Bemerkung: Im 2. Schritt des Algorithmus AGGLOMERATIVES CLUSTERING sind dennoch immer die ähnlichsten Cluster-Paare für die Zusammenfassung im 3. Schritt zu ermitteln - nun aber eben nach dem COMPLETE-LINKAGE-Kriterium.
- d) Bonus-Aufgabe: Welches sind die Kernobjekte bei den oben gegebenen Datenpunkten und DBSCAN mit der Parameterbelegung $\text{minNeighbors} = 2, \epsilon = \sqrt{5}$?
- e) Bonus-Aufgabe: Berechnen Sie die OPTICS Kerndistanz für jeden Punkt mit der Parameterbelegung $\text{minNeighbors} = 2, \epsilon = \sqrt{5}$.
- f) Bonus-Aufgabe: Ist die Wahl der Euklidischen Distanz bei periodischen Größen, wie Wochentagen, sinnvoll? Begründen Sie Ihre Antwort.