

## Prüfung "Künstliche Intelligenz in der Fahrzeugtechnik" 10.03.2020

**Bearbeitungszeit: 90 Minuten**

Die Prüfung besteht aus 12 Aufgaben auf 30 Blättern

**Hilfsmittel: keine Unterlagen,**  
nur einfacher, nichtprogrammierbarer Taschenrechner,  
nichtelektronisches Wörterbuch (wird während der Prüfung überprüft)

**Bitte verwenden Sie ausschließlich DOKUMENTENSICHERE Schreibgeräte und  
NICHT die Farbe ROT.  
Der Rechenweg ist anzugeben und wird mitbewertet.**

Name	Vorname	Matrikelnummer

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Punkte												
<b>Punkte (maximal)</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>16</b>
										<b>Summe</b>		

Hiermit bestätige ich, dass ich vor Prüfungsbeginn darüber in Kenntnis gesetzt wurde, dass ich im Falle einer plötzlich während der Prüfung auftretenden Erkrankung das Aufsichtspersonal umgehend informieren muss. Dies wird im Prüfungsprotokoll vermerkt. Danach muss unverzüglich ein Rücktritt von der Prüfung beim zuständigen Prüfungsausschuss beantragt werden. Ein vertrauensärztliches Attest – ausgestellt am Prüfungstag – kann gegebenenfalls innerhalb der nächsten Tage nachgereicht werden. Wird die Prüfung hingegen in Kenntnis der gesundheitlichen Beeinträchtigung dennoch regulär beendet, kann im Nachhinein kein Prüfungsrücktritt aufgrund von Krankheit beantragt werden.

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

Garching, den .....

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift)

## 1. Aufgabe: Einführung in die künstliche Intelligenz

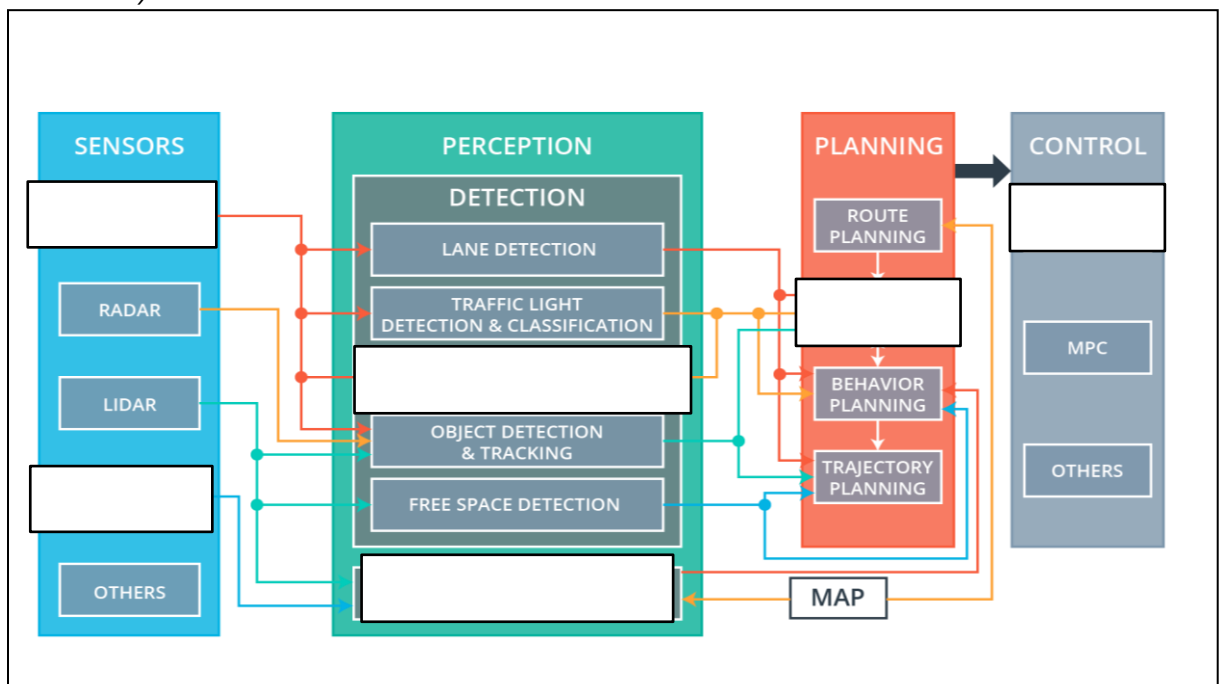
a: /4	b: /4	c: /4	d: /3	/ 15 Punkte
-------	-------	-------	-------	-------------

- a) Nennen Sie eine mögliche Einteilung von künstlicher Intelligenz, die vier mögliche Ziele aufzeigt, die mit künstlicher Intelligenz erreicht werden können. Geben Sie für jede diese Kategorie ein Beispiel, wie sich die Intelligenz in dieser Kategorie darstellen kann. *(English translation: Name a possible classification of artificial intelligence, which shows four possible goals that we can pursue with artificial intelligence. For each of these categories, give an example of how the intelligence in that category may be presented.)*

- b) Erklären Sie, was der Unterschied zwischen Artificial Intelligence, Machine Learning und Deep Learning ist. Erläutern Sie in Stichpunkten, was die Vorteile von Deep Learning ggü. Machine Learning ist. *(English translation: Explain the difference between Artificial Intelligence, Machine Learning and Deep Learning. Explain in key points what the advantages of Deep Learning compared to Machine Learning are.)*

- c) In der Vorlesung haben wir das Sub-Problem der Argumentation und Problemlösung kennen gelernt. Erläutern Sie kurz, was unter diese Problemdefinition fällt und nennen Sie zwei Methoden und Algorithmen, mit welcher wir dieses AI-Problem lösen können! *(English translation: In the lecture we got to know the sub-problem of reasoning and problem solving. Briefly explain what falls under this problem definition and name two methods and algorithms with which we can solve this AI problem!)*

- d) Im nachfolgenden Diagramm finden Sie die Software Pipeline, die für das autonome Fahren nötig ist. Bitte ergänzen sie die fehlenden Softwarebausteine mit den entsprechenden Fachausdrücken. *(English translation: In the following diagram you will find the software pipeline, which is necessary for autonomous driving. Please add the appropriate technical terms to the missing software modules.)*



## 2. Aufgabe: Perception

a: /2	b: /6	c: /2	d: /5	/15 Punkte
-------	-------	-------	-------	------------

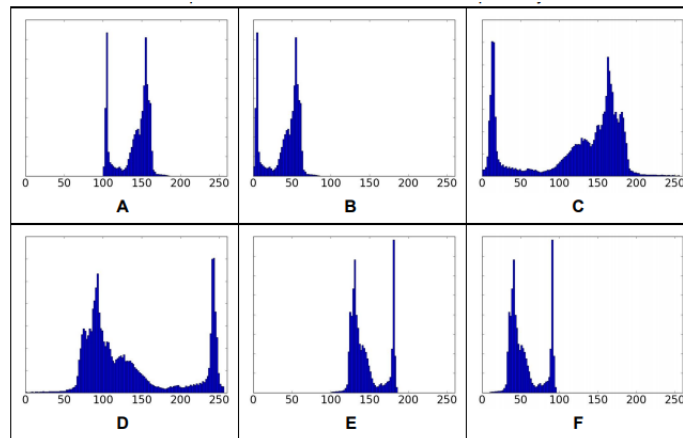
- a) Nennen Sie vier Methoden, ein digital aufgenommenes Bild zu verarbeiten.  
(English translation: Name four methods of processing a digitally captured image.)

Gegeben ist folgendes digitales Bild (English translation: The following digital image is given):

0	0	1	6
2	3	6	0
9	4	2	5
8	2	0	5

- b) Wenden Sie einen convolutional mean-Filter auf das Bild an und fügen Sie die neuen Pixelwerte in die untenstehenden freien Zellen ein. (English translation: Apply a convolutional mean filter to the image and insert the new pixel values into the free cell below.)


Sehen Sie sich die folgenden Histogramme A, B, C, D, E und F an, die dieselbe Szene repräsentieren. Die Werte 0-255 stehen für die Schwarz-Weiß-Intensität. (English Translation: Refer to the following histograms for images A, B, C, D, E, and F that represent the same scene; The values 0-255 represent the black and white intensity.)



- c) Welches der drei Histogramme B, D und E hat den höchsten Kontrast und warum? (English Translation: Which of the histograms B, D and E has the highest contrast and why?)

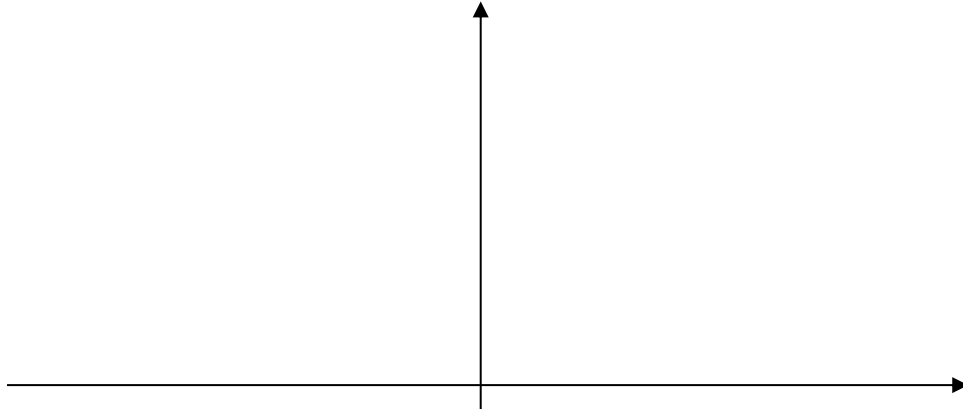
- d) Welches der oben gezeigten Histogramme A-F entspricht dem folgenden Bild? Erklären Sie Ihre Antwort. (English Translation: Which of the above histograms A-F corresponds to the following Picture? Explain your answer.)



### 3. Aufgabe: Regression

a: /2	b: /2	c: /6	d: /4	/ 14 Punkte
-------	-------	-------	-------	-------------

- a) Skizzieren Sie qualitativ den Verlauf einer L1 und Huber Verlustfunktion und beschriften Sie diese entsprechend. (*English translation: Please sketch the qualitative behavior of a L1 and Huber loss function and label them accordingly.*)



- b) Nennen Sie einen Vor- und einen Nachteil dafür, dass eine Huber anstatt einer L1 Verlustfunktion für das Regressionsproblem verwendet werden soll. (*English translation: Name one advantage and one disadvantage of using a Huber instead of an L1 loss function for a regression problem.*)

- c) Sie erhalten die Aufgabe, einen Algorithmus zur Identifikation der Kalibrierparameter  $c_1$  und  $c_0$  des Modells  $y = c_1x + c_0$  auf einem Mikrocontroller zu implementieren. Auf Grund der beschränkten Rechenkapazität kann die L2-optimale Lösung  $\vec{w} = (X^T X)^{-1} X^T \vec{y}$  nicht zur Laufzeit berechnet werden. Dabei bezeichnet  $X$  die Design-Matrix,  $\vec{w}$  den Gewichtsvektor und  $\vec{y}$  den Vektor mit den gemessenen Kalibrierwerten. Die Kalibrierwerte werden stets an folgenden Punkten gemessen:

$$x_1 = -2 \quad x_2 = 0 \quad x_3 = 2$$

Bestimmen Sie den L2-optimalen Prädiktor  $P$ , so dass  $\vec{w} = P\vec{y}$  gilt.

*(English translation: You have been given the task to design an algorithm for the identification of the calibration parameters  $c_1$  and  $c_0$  of the model  $y = c_1x + c_0$  for the implementation on a microcontroller. Due to limited calculation-power, you cannot calculate the L2-optimal solution  $\vec{w} = (X^T X)^{-1} X^T \vec{y}$  at runtime.  $X$  is the design matrix,  $\vec{w}$  the weight vector and  $\vec{y}$  the calibration value vector. The calibration values are always measured at the following points:*

$$x_1 = -2 \quad x_2 = 0 \quad x_3 = 2$$

*Calculate the L2-optimal predictor  $P$  such that  $\vec{w} = P\vec{y}$  holds.)*

d) Für ein anderes Kalibrierproblem wurde der folgende Prädiktor bestimmt:

$$P = \begin{pmatrix} -0.5 & 0 & 0.5 \\ 0.333 & 0.333 & 0.333 \end{pmatrix}$$

Dabei werden die Kalibrierwerte an den Stellen  $x_1 = -1$ ,  $x_2 = 0$   $x_3 = 1$  aufgenommen und der Messvektor lautet wie folgt:  $y = (y_1 \ y_2 \ y_3)^T$ .

Bestimmen Sie die Kalibrierparameter  $c_1$  und  $c_0$  für jede der folgenden Messreihen:

Messreihe A mit Datenpunkten der Form  $(x, y): (1, 3); (0, 0); (-1, -3)$

Messreihe B mit Datenpunkten der Form  $(x, y): (1, 4); (0, 0); (-1, -1)$

*(English translation: For another calibration problem the following predictor was determined:*

$$P = \begin{pmatrix} -0.5 & 0 & 0.5 \\ 0.333 & 0.333 & 0.333 \end{pmatrix}$$

*The calibration values are located at  $x_1 = -1$ ,  $x_2 = 0$   $x_3 = 1$  and the calibration value vector is given as  $y = (y_1 \ y_2 \ y_3)^T$ .*

*Determine the calibration parameters  $c_1$  and  $c_0$  for each of the following measurement datasets:*

*Dataset A with data points of the form  $(x, y): (1, 3); (0, 0); (-1, -3)$*

*Dataset B with data points of the form  $(x, y): (1, 4); (0, 0); (-1, -1)$*



#### 4. Aufgabe: Classification

a: /2	b: /1	c: /2	d: /3	e: /4	f: /4	/ 16 Punkte
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------------

- a) Ordnen Sie die folgenden Begriffe, soweit möglich, den Methoden „Classification“ und „Clustering“ richtig zu (*English translation: Correctly assign the following terms to the "Classification" and "Clustering" methods as far as possible*):

„discrete output“, „continuous output“, “supervised”, “unsupervised”

--

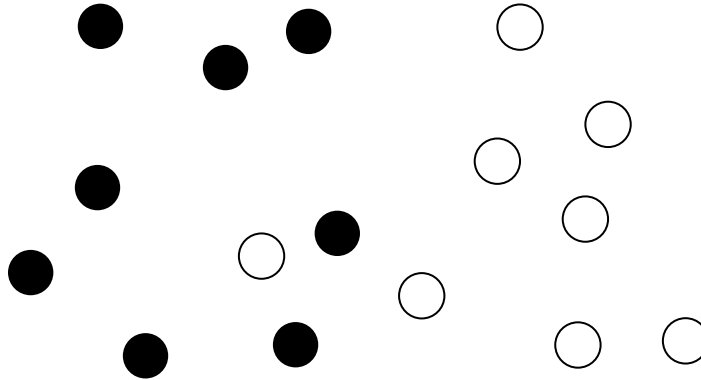
- b) Sie wollen k-NN mit  $k=7$  anwenden. Welche Besonderheit ergibt sich für das „Training“ dadurch das k-NN eine Methode mit „lazy evaluation“ ist? (English translation: You want to apply k-NN with  $k=7$ . What is special about the "training" considering k-NN is a method with "lazy evaluation"?)

[illegible]

- c) Wie können bei k-NN „Overfitting“ oder zu starke „Generalisation“ auftreten?  
(English translation: How can "overfitting" or excessive "generalisation" occur with k-NN?)

[illegible]

- d) Nennen Sie zwei Methoden zur Gewichtung von k-NN (weighted k-NN). Welche der beiden Methoden macht im folgenden Beispiel zur Klassifikation der Punkte keinen Unterschied zu k-NN (ohne Gewichte) und warum? (*English translation: Name two methods for weighting k-NN (weighted k-NN). Which of the two methods makes no difference to k-NN (without weights) in the following classification example for the points and why?*)



- e) Sie wollen eine SVM für die weitere Klassifizierung nutzen. Nennen und beschreiben Sie kurz zwei Möglichkeiten wie Sie mit den nicht linear trennbaren Daten von Aufgabe d) umgehen können. (*English translation: You want to use an SVM for further classification. Briefly name and describe two ways in which you can handle the non-linearly separable data from task d)*)

- f) Berechnen Sie aus der folgenden Konfusions-Matrix die Precision (Genauigkeit) und die Specificity (Spezifität) für „Klasse 3“. (*English translation: Calculate the precision and specificity for “Klasse 3” from the following Confusions Matrix.*)

Classified as

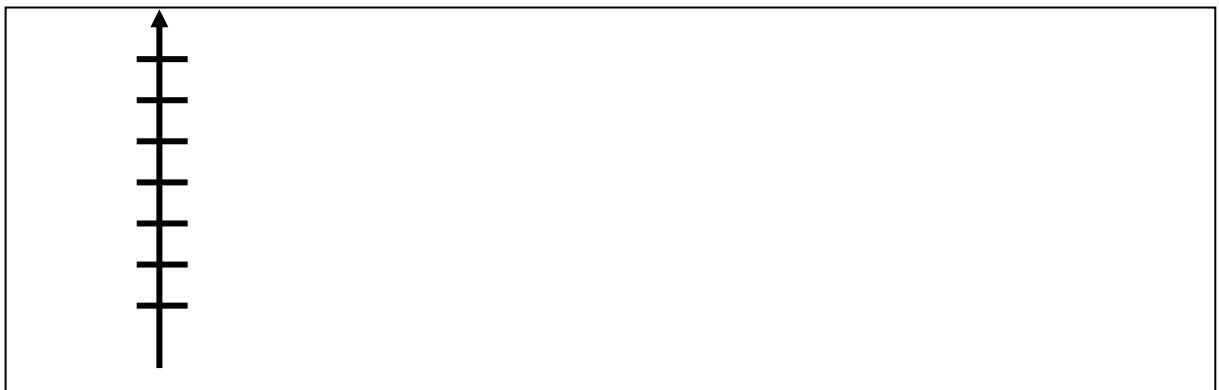
Correct Label		Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
	Klasse 1	23	8	4
	Klasse 2	2	36	0
	Klasse 3	3	2	78

## 5. Aufgabe: Clustering

a: /3	b: /5	c: /4	d: /2	/ 14 Punkte
-------	-------	-------	-------	-------------

- a) Die 9 Elemente A bis I liegen auf einem Raster. Zeichnen Sie das Dendrogramm für ein Hierarchisches Clustering unter Verwendung von Single Link und der Manhattan Distanz. Beschriften Sie die Hochachse vollständig. *(English translation: The 9 elements A to I lie on a grid. Draw the dendrogram for hierarchical clustering using Single Link and the Manhattan Distance. Label the vertical axis completely.)*

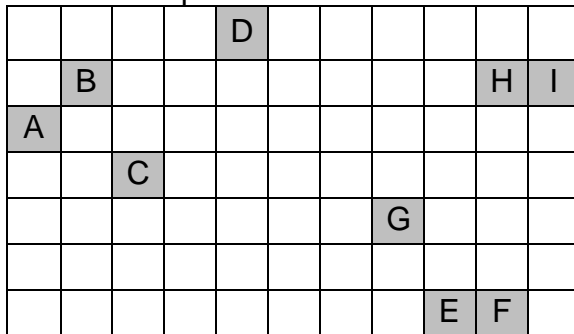
				D						
	B								H	I
A										
		C								
							G			
								E	F	



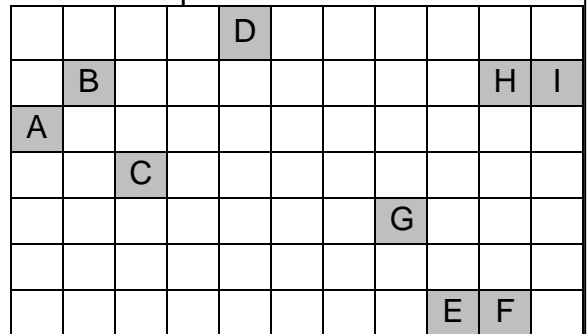
- b) Nutzen Sie das Dendrogramm, um die beste Aufteilung der 9 Elemente in 2 Cluster zu bestimmen. Berechnen Sie dann den Silhouetten Koeffizienten für das Element D und interpretieren Sie das Ergebnis. *(English translation: Use the dendrogram to determine the best division of the 9 elements into 2 clusters. Then calculate and interpret the silhouette coefficient for element D.)*

- c) Nutzen Sie nun k-means mit  $k=2$  um die gleichen 9 Elemente in dem Raster zu clustern. Als initiale Repräsentanten wählen Sie Element E und F. In den drauf folgenden Iterationsschritten können künstliche Repräsentanten erstellt werden. Schätzen Sie die Euklidischen Distanzen zwischen den Elementen visuell ab und zeichnen Sie zu jedem Iterationsschritt die Repräsentanten und die Clusterzugehörigkeit der 9 Elemente ein. (*English translation: Now use k-means with  $k=2$  to cluster the same 9 elements in the grid. As initial representatives choose element E and F. Artificial representatives can be created in the following iteration steps. Estimate the Euclidean distances between the elements visually and draw the representatives and the cluster association of the 9 elements for each iteration step.*)

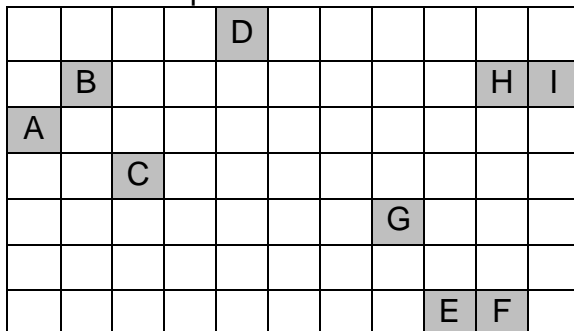
Schritt 1/Step 1



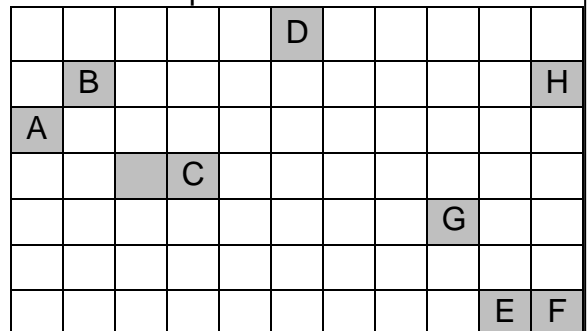
Schritt 2/Step 2



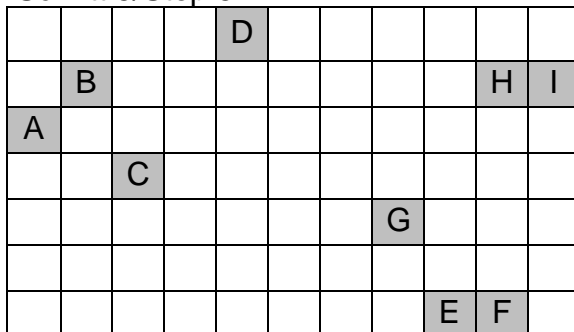
Schritt 3/ Step3



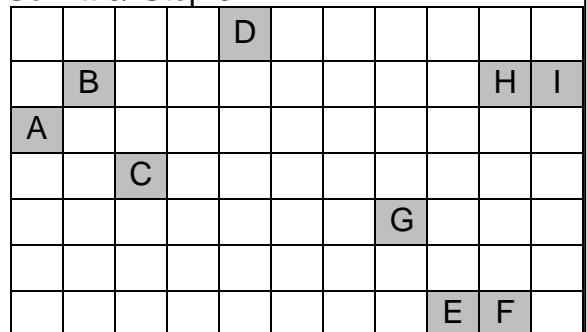
Schritt 4/ Step 4



Schritt 5/Step 5



Schritt 6/ Step 6



- d) Welche Probleme können durch die initiale Wahl der Repräsentanten auftreten? Nennen Sie eine Methode um dem entgegenzuwirken. (*English translation: Which problems can arise from the initial choice of representatives? Name one method to deal with these.*)

## 6. Aufgabe: Pathfinding

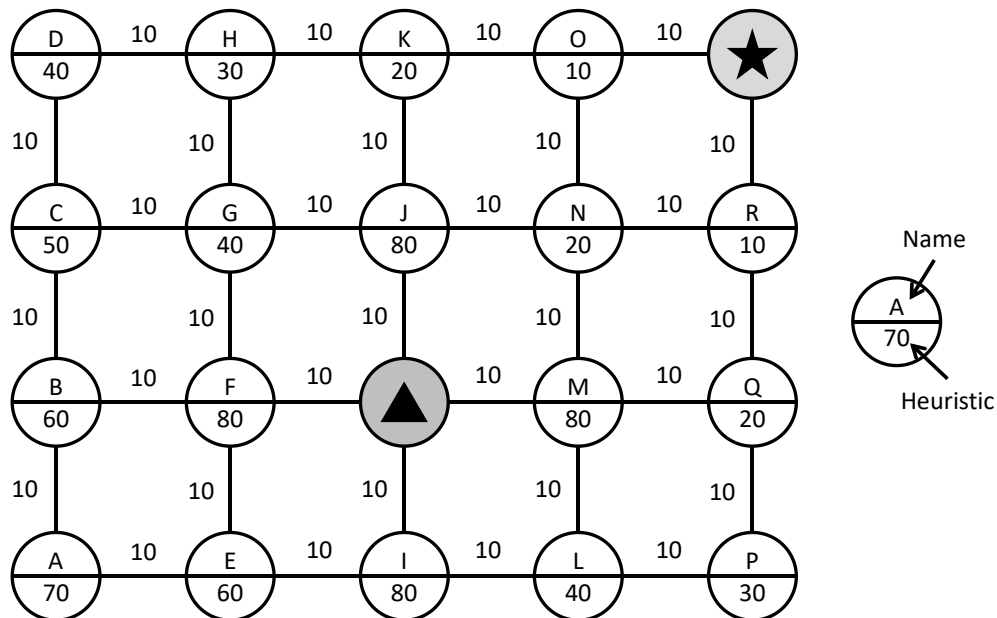
a: /4

b: /5

c: /6

/ 15 Punkte

Für die Aufgabenteile a) und b) liegt Ihnen folgender, routingfähiger Graph vor:  
(For tasks a) and b), consider the following routable Graph:)



Die Kantenlänge zwischen zwei benachbarten Knoten beträgt stets 10 Einheiten. Nehmen Sie an, dass „Dreieck“ der Startpunkt und „Stern“ der Zielpunkt ist!  
(The edge length between two adjacent nodes is always 10 units. Let “triangle” be the origin and “star” the destination!)

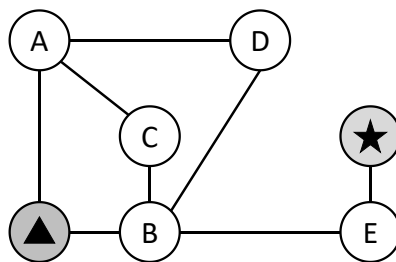
- a) Wenden Sie den A\*-Algorithmus an! Verwenden Sie an Stelle der Luftliniendistanz den im jeweiligen Knoten gegebenen Wert als Heuristik. Nennen sie den sich ergebenden Pfad! Ist dieser Pfad optimal bezüglich seiner Länge?  
(Apply the A\*-algorithm! Instead of the airline distance, use the value given in the respective node as a heuristic. Name the resulting path! Is this path optimal regarding its length?)

- b) Welche Werte dürfen die Heuristiken der Knoten J und M maximal einnehmen, wenn die Heuristik für den Knoten F auf 10 Einheiten und die Heuristik für den Knoten I auf 20 Einheiten gesetzt wird und ein optimaler Pfad mit dem A\*-Algorithmus gefunden werden soll?

*(What are the maximum values for the heuristics of nodes J and M if the heuristic for node F is set to 10 units and the heuristic for node I to 20 units and an optimal path is to be found using the A\*-algorithm?)*

- c) Gegeben ist der untenstehende Graph. Nehmen Sie an, dass „Dreieck“ der Startpunkt und „Stern“ der Zielpunkt ist. Zeichnen Sie je einen Suchbaum für die Breitensuche mit Wiederbesuch („revisitation“) und die Breitensuche ohne Wiederbesuch.

*(Consider the graph below. Assume that "triangle" is the origin and "star" is the destination. Draw one search tree for the Breadth-First-Search with revisitation and one for the Breadth-First-Search without revisitation)*



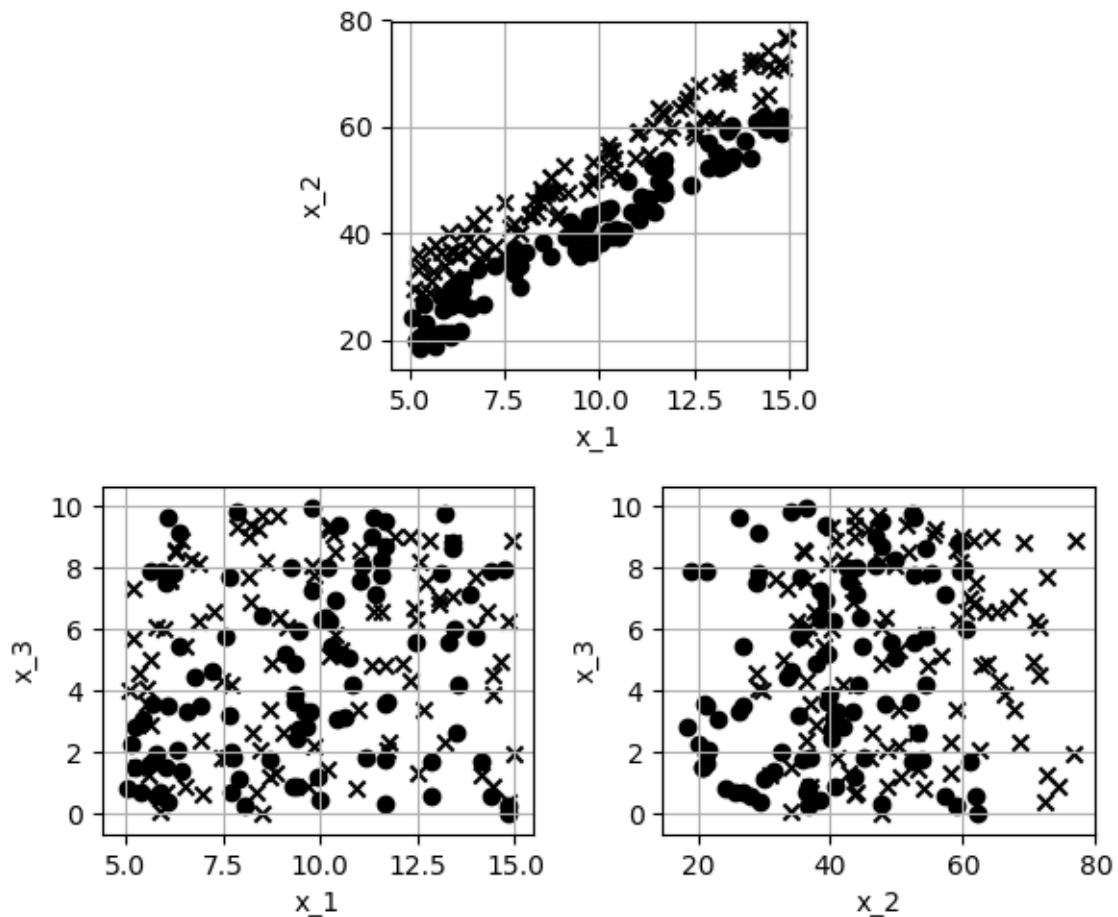


## 7. Aufgabe: Introduction to Artificial Neural Networks

a: /2	b: /2	c: /8	d: /3	/ 15 Punkte
-------	-------	-------	-------	-------------

Folgender, dreidimensionaler Datensatz mit zwei unterschiedlichen, gekennzeichneten Klassen (Kreise und Kreuze) liegt Ihnen vor:

*(Consider the following three dimensional data set with two differently labeled classes (circles and crosses):)*



- a) Sie wollen für unbekannte Punkte bestimmen, ob diese Kreuze oder Kreise sind.  
Wie nennt sich diese Problemkategorie genau?  
*(You want to determine for unknown points whether they are crosses or circles.  
What is this problem category called exactly?)*

- b) Sie möchten ein einzelnes künstliches Neuron trainieren, um zwischen Kreuzen und Kreisen zu unterscheiden. Welche Aktivierungsfunktion wählen Sie?  
(*You want to train a single artificial neuron to distinguish between crosses and circles. Which activation function do you choose?*)

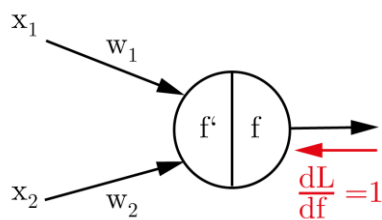
- c) Skizzieren Sie den Berechnungsgraphen eines künstlichen Neurons mit maximal zwei Eingängen, das dazu trainiert werden kann, zwischen Kreuzen und Kreisen zu unterscheiden! Begründen Sie die Wahl Ihrer Eingänge.  
(*Sketch the computational graph of an artificial neuron with a maximum of two inputs, which can be trained to distinguish between crosses and circles! Justify your choice of inputs.*)

- d) Wäre ein künstliches Neuron mit drei Eingängen besser für die Lösung des Problems geeignet? Begründen Sie Ihre Antwort.  
(*Would an artificial neuron with three inputs be better suited to solve the problem? Justify your answer.*)

## 8 Aufgabe: Deep Neural Networks

a: /8	b: /2	c: /3		/ 13 Punkte
-------	-------	-------	--	-------------

- a) Sie haben ein neues künstliches Neuron entwickelt und möchten die Änderung der Gewichte berechnen. Vervollständigen hierzu den angegebenen Computational Graph und berechnen Sie mithilfe der Backpropagation die Änderung des Gewichtes  $w_1$  nach einer Trainingsiteration. Der eingehende downstream Gradient ist gegeben. *(English translation: You developed a new artificial neuron and want to calculate the weight update. Complete the given computational graph and calculate the weight update after one training iteration with help of the backpropagation algorithm. The incoming downstream gradient is given)*



$$f = \frac{1}{e^{x_1 w_1} + e^{x_2 w_2}}$$

$$x_1 = 1$$

$$x_2 = 2$$

$$w_1 = 0.5$$

$$w_2 = -1$$

$$\alpha = 0.01$$

- b) Sie wollen ein Netzwerk zur Klassifizierung von Objekten entwickeln. Welche Aktivierungsfunktion nehmen Sie für den letzten Layer? Warum haben Sie diese Aktivierungsfunktion gewählt? *(English translation: You want to develop a new artificial neural network for image classification. Which activation function are you choosing for the last layer and why?)*

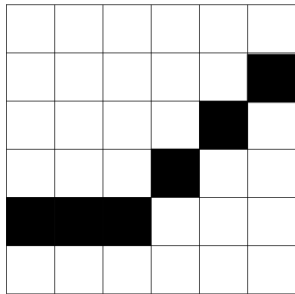
- c) In der Regel wird das Batch Gradient Descent Verfahren zum Training künstlicher Neuronaler Netze angewandt. Warum wird dieses Verfahren verwendet? Nennen Sie einen Vor- und Nachteil des Verfahrens z.B. gegenüber dem Stochastic Gradient Descent. *(English translation: Usually the batch gradient descent algorithm is used for training artificial neural networks. Why is this algorithm used? State one advantage and one disadvantage compared to e.g. stochastic gradient descent!)*

## 9 Aufgabe: Convolutional Neural Networks

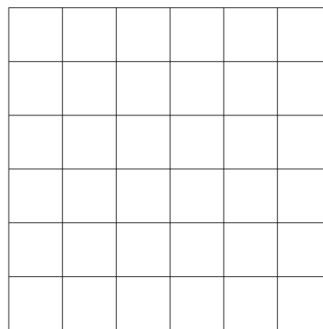
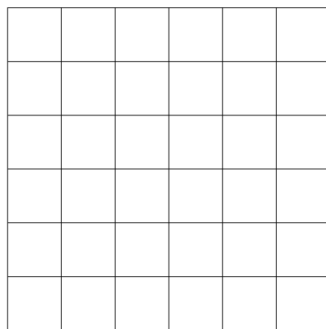
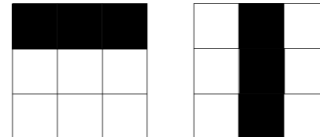
a: /4	b: /5	c: /1	d: /2	e: /2	/ 14 Punkte
-------	-------	-------	-------	-------	-------------

- a) Gegeben ist ein Input Layer und zwei Filter eines Convolutional Layers. Skizzieren Sie die dazugehörigen Activation Maps! (*English translation: Given is one input layer and two filters of a convolutional layer. Sketch the corresponding activation maps!*)

Input Layer:



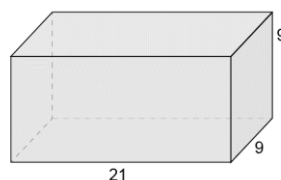
Filter:



- b) Gegeben ist der Input und Output eines Convolutional Layers mit Relu Aktivierungsfunktion. Berechnen Sie den fehlenden Wert des dazugehörigen Filters (kein Bias)! Markieren Sie zudem den falschen Wert im Output Layer und begründen Sie warum dieser falsch ist. *(English translation: Given is the input and output of a convolutional layer with Relu activation function. Calculate the missing value of the corresponding filter (no bias). In addition, mark the wrong value in the output layer and state why this value is wrong!)*

Input Layer						Filter			Output Layer					
-2	8	2	5	1	-6	2	-1	-1	0	43	103	21	0	0
5	1	-4	2	-4	8	7	0	5	0	0	54	55	144	40
-3	7	6	-6	-3	-8		-9	-9	56	61	53	60	0	14
3	-6	3	-9	6	-3				20	82	45	152	0	24
-4	-2	-7	-7	-5	0				11	0	0	0	0	-12
-2	0	3	8	2	0				6	2	50	29	47	4

- c) Auf den unten gezeigten Ausgang eines Convolutional Layers wird ein 3x3 MaxPool Layer mit Schrittweite 3 angewandt. Welche Dimension hat der Ausgang des MaxPool Layer? *(English translation: A 3x3 MaxPool layer with stepsize 3 is applied to the output of a convolutional layer shown below. What are the dimensions of the MaxPool layer's output?)*



- d) Berechnen Sie die Ausgangsmatrix eines 2x2 AveragePool Layers für die gegebene Eingangsmatrix!. *(English translation: Calculate the output of a 2x2 Average Pool layer for the given input!)*

Eingangsmatrix:

0.9	1.0	-17.0	-21.0
1.0	1.1	-11.0	-15.0
-5.0	0.9	10.0	0.0
0.5	-0.3	-3.0	1.0

Ausgangsmatrix:


- e) Bevor Sie mit dem Training von neuronalen Netzen beginnen können, sollten Sie Ihre Trainingsdaten vorbereiten. Welcher Schritt ist hierzu in der Regel vorher notwendig und warum sollten Sie diesen durchführen? *(English translation: Before training artificial neural networks, you should usually prepare the training data. Which step is usually required and why should you prepare the training data?)*

## 10. Aufgabe: Recurrent Neural Networks

a: /3	b: /2	c: /9	/ 14 Punkte
-------	-------	-------	-------------

- a) Nennen Sie drei sinnvolle Ansätze um den versteckten Zustand  $\mathbf{h}_0$  zu initialisieren!  
(English translation: Name three reasonable approaches to initialize the hidden state  $\mathbf{h}_0$  !)

- b) Bei der Initialisierung der Gewichte von rekurrenten neuronalen Netzen ist die Xavier Initialisierung weit verbreitet. Welche möglichen Probleme kann man durch die Benutzung dieser Methode reduzieren? Was ist der Mittelwert von Gewichten, welche mittels dieser Methode initialisiert wurden?  
(English Translation: When initializing the weights of recurrent neural networks, a common approach is to use the Xavier initialization. Which possible problems can be reduced using this approach? What is the mean of the weights initialized using Xavier initialization?)



c) Die Berechnungsformeln für ein rekurrentes neuronales Netz lauten:

$$h_t = \tanh(a \cdot h_{t-1} + x_t)$$

$$k_t = \tanh(b \cdot k_{t+1} + x_t)$$

$$y_t = c \cdot (h_t + k_t)$$

c.1) Um welche Art von rekurrentem neuronalem Netz handelt es sich?

c.2) Berechnen Sie  $L = y_1^2 + y_2^2$  für die gegebenen Eingangswerte und Startwerte!

$$h_0 = 0; \quad k_3 = 0; \quad a = 2; \quad b = 2; \quad c = 1$$

$$x_1 = 1; \quad x_2 = -1$$

c.3) Würde sich  $L$  vergrößern oder verkleinern für ein neues  $c_{neu} = c - \alpha \frac{\partial L}{\partial c}$  mit sehr kleinem  $\alpha$ ?

Runden Sie auf 2 Nachkommastellen!

(*English:* The formula of a recurrent neural network is given above.

c.1) What type of recurrent neural network is it?

c.2) Compute  $L = y_1^2 + y_2^2$  for the input and starting values given above!

c.3) Would  $L$  increase or decrease if we would use a new  $c_{new} = c - \alpha \frac{\partial L}{\partial c}$  with a sufficiently small  $\alpha$ ?

Round all values to 2 decimal places!)

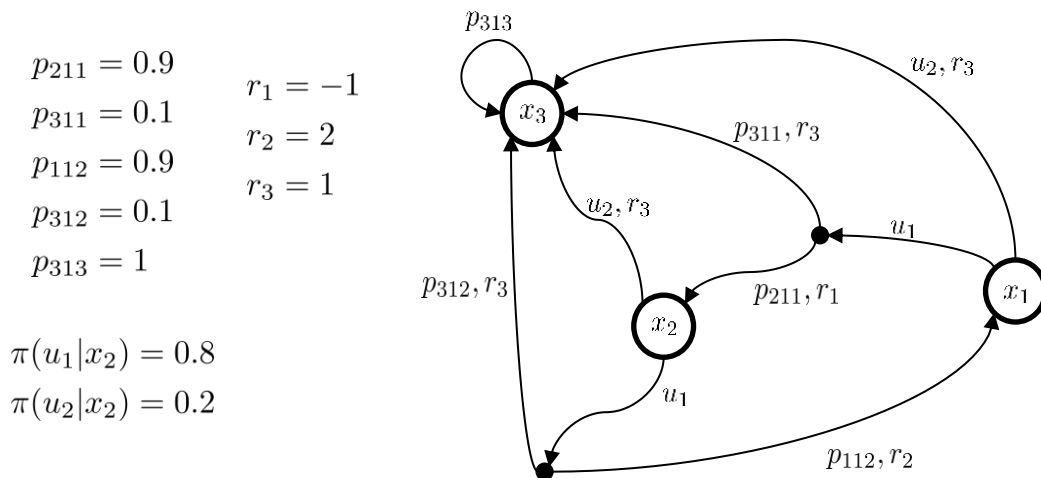
## 11. Aufgabe: Reinforcement Learning

a: /10

b: /2

c: /2

/ 14 Punkte



a) Der gegebene Markov-Prozess besteht aus 3 Zuständen, mit dem Endzustand  $x_3$  und somit  $V(x_3) = 0$ . Es gilt  $\gamma = 0.9$ .

Bestimmen Sie im Zustand  $x_1$  eine neue  $\epsilon$ -greedy Policy mit  $\epsilon = 0.1$ . Gehen Sie dazu wie folgt vor:

a.1) Es ist gegeben  $V(x_1) = 1,08$ . Bestimmen Sie  $V(x_2)$ !

a.2) Berechnen Sie  $Q(x, u)$  für alle Aktionen in  $x_1$ .

a.3) Geben Sie die neue  $\epsilon$ -greedy Strategie in  $x_1$  an, mit  $\epsilon = 0.1$ .

(English Translation: The Markov-Process given above consists of three states, with an absorbing state  $x_3$  and thus  $V(x_3) = 0$ . We have  $\gamma = 0.9$ . Find an improved  $\epsilon$ -greedy policy in the state  $x_1$  with  $\epsilon = 0.1$ , by following the steps:

a.1) Determine  $V(x_2)$ , given that  $V(x_1) = 1,08$ !

a.2) Determine  $Q(x, u)$  for all actions in  $x_1$ .

a.3) Write down the new  $\epsilon$ -greedy strategy in  $x_1$  with  $\epsilon = 0.1$ .

- b) Wieso kann der einfache Q-learning Algorithmus, so wie er in der Vorlesung gezeigt wurde, nicht für das Training einer KI für das Spiel "Go" benutzt werden? (*English Translation: What is a reason that simple Q-learning, as presented in the lecture, cannot be applied to train an AI for the boardgame "Go"?*)

- c) Wieso wird eine Aktions-Wertefunktion (action value function) anstatt nur einer Wertefunktion (value function) für die meisten Algorithmen des Reinforcement-Learning benötigt? (*English Translation: Why do we learn an action value function rather than just a value function in most Reinforcement Learning algorithms?*)

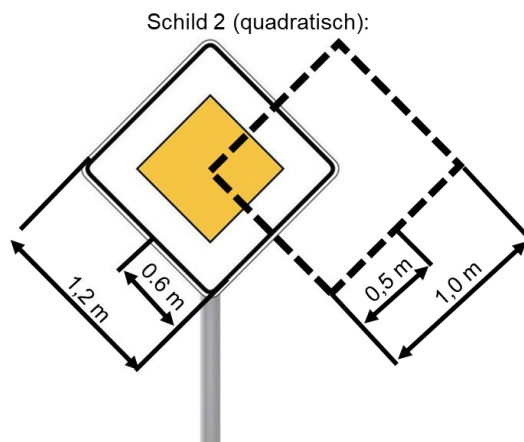
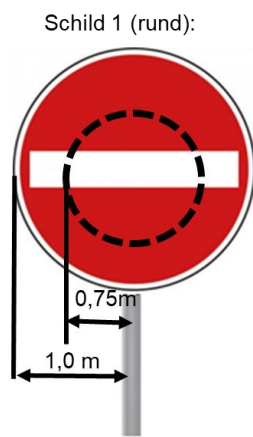
## 12. Aufgabe: AI-Development

a: /4	b: /2	c: /6	d: /4	/ 16 Punkte
-------	-------	-------	-------	-------------

- a) Skizzieren Sie, welche Möglichkeiten es im Transfer Learning gibt, Neuronale Netze anzupassen und wodurch die Entscheidung für die finale Auswahl getroffen wird. (*English Translation: Outline which possibilities exist in Transfer Learning to adapt the neuronal network and how the decision for the final selection is made.*)

- b) Nachdem Sie Transfer Learning mit einem kleinen Datenset für ein komplett anderes Problem angewandt haben: Kann es passieren, dass Ihr Netz weiterhin ein Overfitting zeigt? Falls ja, wie würden Sie dies verhindern? (*English Translation: After you have applied Transfer Learning with a small data set for a completely different problem: Can it happen that your network still shows an overfitting? If so, how would you prevent this?*)

- c) Als Entwickler für die Detektion von Straßenschildern wollen Sie die Methoden der künstlichen Intelligenz nutzen. Sie haben dafür das ihnen bekannte „AlexNet“ eingesetzt und mit einem ihnen vorliegenden Datensatz für Straßenschilder trainiert. Als Ergebnis liefert Ihnen die Detektion für folgende ausgewählte Schilder die Bounding Boxes in gestrichelten Formen. Wählen Sie eine geeignete Metrik zur Beurteilung der Qualität der Detektion und berechnen Sie diesen Wert für beide Schilder. *(English Translation: As a developer for the detection of road signs, you want to use the methods of artificial intelligence. You are using the well-known "AlexNet" and you trained this ANN for street signs with a data set available to you. As a result, the detection for the following selected signs provides bounding boxes with the dotted forms. Select a suitable metric to assess the quality of the detection and calculate this value for both signs.)*



- d) Sie möchten das folgende Problem lösen: Entwickeln Sie einen Algorithmus, der genau dann auslöst, wenn er das Wort „Kardinal“ in einem 10 Sekunden langen Audioclip erkennt. Erklären Sie in einem kurzen Absatz, was die beste Vorgehensweise für den Aufbau des Datensatzes ist. *(English Translation: You want to solve the following problem: build a trigger word detection algorithm to spot the word “cardinal” in a 10 second long audio clip. Explain in a short paragraph what the best practice for building the dataset is.)*