

Name:

Matrikelnummer:

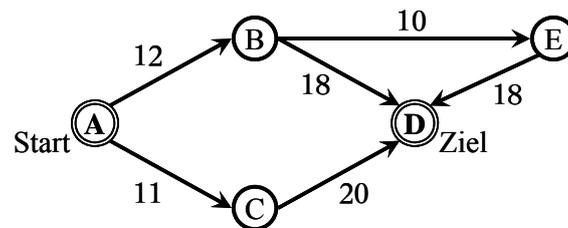
Aufgabe 1: (Suche)

a) (1 Punkt)
Ist Tiefensuche optimal, wenn Aktionskosten als identisch angenommen werden?

b) (1 Punkt)
Geben Sie eine Bedingung an, die ein Problemraum erfüllen muss, damit Tiefensuche vollständig ist.

c) (1 Punkt)
Welches Speicherprinzip verwendet Breitensuche?

d) (2 Punkte)
Gegeben sei folgender Problemraum:



Es sei A der Startzustand und D der Zielzustand. Gerichtete Kanten repräsentieren die Aktionen, d.h. die gerichtete Kante (A, B) bedeutet, dass es eine Aktion gibt, die Zustand A in Zustand B überführt. Die Umkehrung gilt jedoch nicht.

Die Restwegkostenschätzung sei

$$h(A) = h(C) = h(E) = 17$$

$$h(B) = 24$$

$$h(D) = 0$$

Punkte	
--------	--

Name:**Matrikelnummer:**

Warum kann A* mit der angegebenen Restwegkostenschätzung nicht mit einer optimalen Lösung terminieren?

Korrigieren Sie die Restwegkostenschätzung, so dass gilt:

- Die Schätzungen $h(A)$, $h(B)$, $h(C)$, $h(E)$ sind größer 0,
- A* garantiert eine optimale Lösung.

e)**(2 Punkte)**

Wenden Sie den A* Algorithmus auf das in Aufgabe 2c) gegebene Problem an. Verwenden Sie dabei die von Ihnen korrigierte Restwegkostenschätzung. Notieren Sie in unten stehender Tabelle für jeden Suchschritt die Queue von Teilpfaden. Die Kosten müssen Sie nicht angeben.

Iteration	Queue

Punkte	
---------------	--

Name:

Matrikelnummer:

Aufgabe 2: (Planen)

Modellierung eines Verschiebepuzzles in STRIPS

C	A
B	

Startzustand

A	B
C	

Ziel

- a) **(1 Punkt)**
Definieren Sie geeignete Konstantensymbole, Prädikatensymbole und Variablen für die Modellierung des Verschiebepuzzles in STRIPS. Wählen Sie dabei Namen für die Symbole, aus denen sich sofort die beabsichtigte Bedeutung ablesen lässt. Tipp: Verwenden Sie Positionen und Nachbarschaftsbeziehungen.

- b) **(2 Punkte)**
Formulieren Sie den Startzustand (linke Konfiguration) und das Ziel (rechte Konfiguration) in STRIPS. Sie dürfen dabei nur die in Aufgabenteil a) definierten Konstanten, Prädikate und Variablen verwenden.

Punkte	
---------------	--

Name:**Matrikelnummer:**

c) (3 Punkte)

Formulieren Sie ein Aktionsschema `move`, das die Vorbedingungen und Effekte eines Zuges beschreibt. Der Zug soll die Verschiebung des leeren Feldes beschreiben. Das Aktionsschema soll so formuliert werden, dass man einen Plan angeben kann, der den Startzustand in den Zielzustand überführt. Wie in den vorigen Aufgabenteilen dürfen Sie nur die in Aufgabenteil a) definierten Konstanten, Prädikate und Variablen verwenden.

d) (1 Punkt)

Geben Sie einen Plan an, der den Startzustand in einen Zielzustand überführt.

Punkte	
---------------	--

Name:**Matrikelnummer:**

Aufgabe 3: (Resolution)**(8 Punkte)**

Beweisen Sie mit der Resolutionsmethode folgenden Schluss:

$$\forall x [(t(x) \vee o(x)) \rightarrow (m(x) \wedge g(x))] \vdash \forall x [(t(x) \vee o(x)) \rightarrow m(x)]$$

Beschreiben Sie Ihre Schritte und gestalten Sie alle Beweisteile nachvollziehbar.

Punkte	
---------------	--

Name:**Matrikelnummer:**

Aufgabe 4: (Unifikation)**(3 Punkte)**

Bilden Sie mit Hilfe des Unifikationsalgorithmus den allgemeinsten Unifikator für

$$f(x, g(x), y) \quad \text{und} \quad f(g(A), g(h(z)), g(z))$$

x, y, z sind Variablen, A eine Konstante. Gestalten Sie die Schritte nachvollziehbar.

Punkte	
---------------	--

Name:**Matrikelnummer:**

Aufgabe 5: (Satz von Bayes, Bayes Netze)Der Satz von Bayes lautet für zwei Ereignisse A und B :

$$P(A|B) = (P(B|A) * P(A)) / P(B).$$

a) **(2 Punkte)**
Benutzen Sie die Definition der bedingten Wahrscheinlichkeit um den Satz von Bayes zu beweisen!

b) **(3 Punkte)**
Ihr Arzt informiert Sie, dass ein Test T für Krankheit K positiv ausfiel.
Wie hoch ist in Anbetracht dieses Testergebnisses die Wahrscheinlichkeit, dass Sie die Krankheit haben?

Es gilt: Der Test erkennt die Krankheit zu 98% (d.h., die Wahrscheinlichkeit, dass der Test positiv ausfällt, wenn die Krankheit vorliegt, ist 0.98, $P(T=w | K=w) = 0.98$) und weist die Abwesenheit der Krankheit zu 99% nach (d.h., die Wahrscheinlichkeit, dass er negativ ausfällt, wenn die Krankheit nicht vorliegt, ist 0.99, $P(T=f | K=f) = 0.99$). Die Krankheit ist allerdings selten, und betrifft nur einen aus 5000 Menschen Ihrer Altersgruppe.

[Den Rechenweg nachvollziehbar darstellen! Falls kein Taschenrechner vorhanden, sind Formeln, Einsetzen der Zahlenwerte und ggf. Kürzen ausreichend.]

Punkte	
---------------	--

Name:**Matrikelnummer:**

c)**(1 Punkt)**

Konstruieren Sie ein Bayes Netz, das folgende Zusammenhänge über die Erbkrankheit Chorea Huntington *kausal* darstellt:

- Die Krankheit kann vom Vater an den Sohn weitergegeben werden
- Ihre Symptome zeigen sich meist zwischen dem 30. und dem 45. Lebensjahr.

Benutzen Sie dazu folgende Codierung für die Knoten:

- V – Vater hat die Krankheit
- S – Sohn hat die Krankheit
- M – Der Vater zeigt Symptome der Krankheit
- A – Alter des Vaters

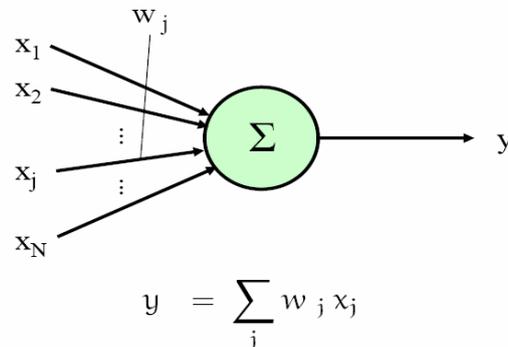
Punkte	
---------------	--

Name:

Matrikelnummer:

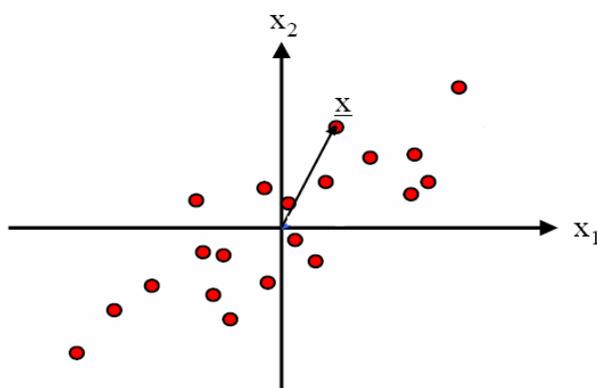
Aufgabe 6: (Neuronale Netze)

Die folgende Abbildung zeigt ein lineares konnektionistisches Neuron y mit Eingaben x_1, x_2, \dots, x_N . Die Menge $\{\vec{x}^{(a)}\}$ enthalte Vektoren $(x_1^{(a)}, x_2^{(a)}, \dots, x_N^{(a)})$ von Beobachtungen.



- a) (1 Punkt)**
Geben Sie die Änderung eines Gewichtes Δw_j für das Hebb'sche Lernen einer einzelnen Beobachtung \vec{x} an!

- b) (2 Punkte)**
Beschreiben Sie in Worten, was die Konsequenz Hebb'schen Lernens ist, wenn es für zufällige Elemente aus der Menge $\{\vec{x}^{(a)}\}$ von Beobachtungen iterativ durchgeführt wird! Zeichnen Sie den resultierenden Gewichtsvektor für die in der Skizze gezeigten Beobachtungen zweidimensionaler reeller Merkmale ein!



Punkte

--

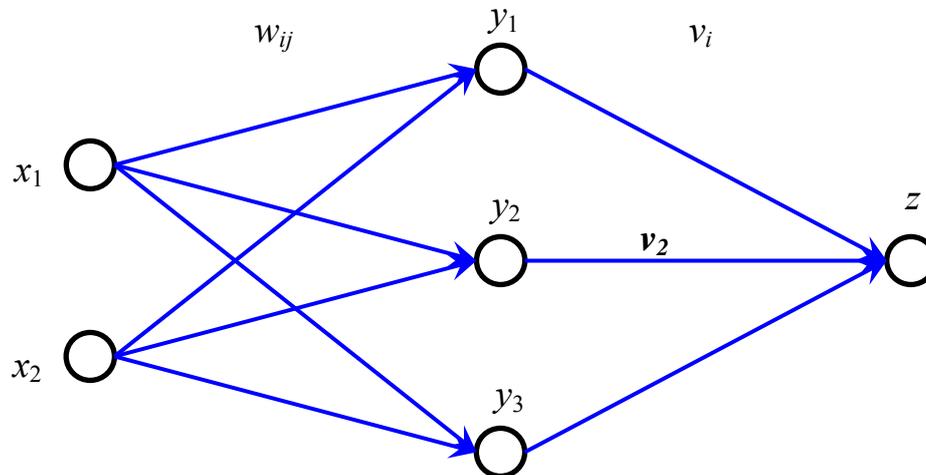
Name:

Matrikelnummer:

c)

(5 Punkte)

Betrachten Sie nun das folgende Multilagen-Perzeptron mit einer versteckten Schicht:



Die Eingaben $\vec{x} = (x_1, x_2)$ seien reellwertig. Die Transferfunktion aller Neuronen y_i und z sei die logistische Funktion $f(h) = 1 / (1 + \exp(-\beta h))$, wobei h die Gesamteingabe des jeweiligen Neurons ist. Die Kostenfunktion für ein einzelnes Trainingsbeispiel (\vec{x}^*, z^*) ist der quadratische Fehler $e^* = \frac{1}{2} (z^* - z(\vec{x}^*, \vec{w}))^2$.

Für das gezeichnete Netzwerk und ein Trainingsbeispiel (\vec{x}^*, z^*) , schreiben Sie die Gewichtsveränderung Δv_2 des eingezeichneten Gewichtes v_2 explizit auf! Verwenden Sie Online-Gradientenabstieg mit Backpropagation. Benennen und interpretieren Sie die einzelnen Bestandteile des erhaltenen Ausdrucks!

Punkte

Name:**Matrikelnummer:**

d)**(2 Punkte)**

Warum benutzt man Kreuzvalidierung? Wie führt man Sie durch?

Aufgabe 7: (Bayes'sche Inferenz)

Bei Bayes'scher Inferenz wird eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für Zustände y über Attribute \vec{x} durch eine Marginalisierung über die betrachtete Modellklasse generiert:

$$P(y | \vec{x}; Y, X) = \int P(y | \vec{x}, \vec{w})P(\vec{w} | Y, X)d^N \vec{w},$$

wobei \vec{w} der N -dimensionale Parametervektor der Modellklasse und (X, Y) die vorhandenen Trainingsdaten sind.

a)**(2 Punkte)**

Geben Sie eine Möglichkeit an, $P(\vec{w} | Y, X)$, also die Wahrscheinlichkeit eines bestimmten Modells aus der Modellklasse, gegeben die Daten (X, Y) , zu berechnen! Kennzeichnen Sie in dem erhaltenen Ausdruck den Prior, Posterior, sowie die Likelihood der Daten!

Punkte	
---------------	--

Name:

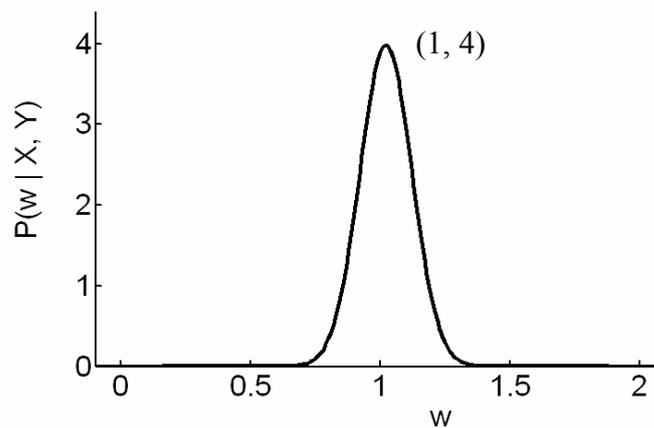
Matrikelnummer:

b) (1 Punkt)

Wie würden Sie den Prior wählen, wenn Sie über keinerlei Vorwissen verfügt?

c) (3 Punkte)

Es sei nun der reellwertige Zustand y aus dem reellwertigen Attribut x zu bestimmen. Die gewählte Modellklasse sei $y = w * x + \eta$ mit Gaußschem Rauschen η , also $P(\hat{y} | x, w) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}(\hat{y} - y(x, w))^2\right)$. Der Posterior $P(w | X, Y)$, erhalten aus den Trainingsdaten (X, Y) ist im folgenden Diagramm abgebildet.



Beschreiben Sie, wie Bayes'sche Inferenz durch das Maximum-A-Posteriori Prinzip vereinfacht wird!

Wenden Sie die Maximum-A-Posteriori Methode auf das oben abgebildete Beispiel an, um das wahrscheinlichste y zum Messwert $x = 3$ vorherzusagen!

Punkte	
--------	--

Name:**Matrikelnummer:**

Aufgabe 8: (Lerntheorie / SVM)

In der Vorlesung wurde die VC-Dimension zur Beurteilung des Potentials einer Modelklasse für induktives Lernen eingeführt.

a)**(1 Punkt)**

Was gibt die VC-Dimension an?

b)**(2 Punkte)**

Welche Vorteile hat die C-„Support Vector“ Maschine gegenüber der Standard SVM?

Punkte	
---------------	--