Intelligente Systeme
Prof. Dr.-Ing. habil. Sanaz Mostaghim
Dr.-Ing. Christoph Steup, M.Sc. Carlo Nübel
Niklas Krinke, Lasse Slaar, Colin Heidfeld

Winter 2024/25

2. Übungsblatt

besprochen vom 04.11. bis 08.11.2024

Aufgabe 1 Observer/Controller Architektur

Identifizieren Sie die Observer/Controller (O/C) Architektur und deren Komponenten innerhalb eines Systems von autonom fahrenden Fahrzeugen in einer Stadt mit automatisierter Verkehrsflussoptimierung. Erklären Sie dabei in eigenen Worten was die O/C Architektur ist, wofür sie angewendet wird und aus welchen Komponenten sie besteht.

Aufgabe 2 Schwellenwertelemente I

Bestimmen Sie die Gewichte und den Schwellenwert *einzelner* Schwellenwertelemente (*kein* Netz von Schwellenwertelementen), sodass sie die folgenden Booleschen Funktionen berechnen:

- $x_1 \wedge x_2 \wedge \neg x_3$
- $\neg x_1 \vee (x_2 \wedge \neg x_3)$
- $(x_1 \wedge \neg x_2) \vee (x_2 \wedge \neg x_3)$

Aufgabe 3 Schwellenwertelemente II

Gegeben sei eine Menge von Punkten in einem zweidimensionalen Raum (also Punkte in einer Ebene). Für eine festgelegte Teilmenge dieser Punkte soll ein Schwellenwertelement eine Ausgabe von 1 erzeugen, für die übrigen eine Ausgabe von 0.

- Unter welchen Bedingungen kann ein Schwellenwertelement diese Aufgabe lösen?
- Wenn die Aufgabe lösbar ist: Ist sie eindeutig lösbar? D.h.: Gibt es einen eindeutigen Satz von Gewichten und einen eindeutigen Schwellenwert, sodass die Aufgabe gelöst wird? Wenn nicht: Welche Variationsmöglichkeiten gibt es?
- Wie könnte man eine „beste“ Lösung der Aufgabe definieren?

Aufgabe 4 Gradientenabstieg

Eine Möglichkeit zum Training neuronaler Netze ist der *Gradientenabstieg*. D.h., man berechnet den Gradienten der Fehlerfunktion bzgl. der Parameter des neuronalen Netzes (Gewichte und Biaswerte) und bewegt sich dann ein kleines Stück (durch die Lernrate und die Größe des Gradienten bestimmt) in die dem Gradienten entgegengesetzte Richtung. (Der Gradient gibt ja die Richtung der stärksten *Steigung* der Funktion an, wir wollen aber den Fehler *minimieren*, daher müssen wir uns in die Gegenrichtung bewegen.) In dieser Aufgabe veranschaulichen wir uns dieses Verfahren anhand der Minimierung einer einstelligen Funktion. Der Gradient ist in diesem Fall einfach die Ableitung der Funktion nach ihrem Argument. Wir betrachten die Funktion

$$f(x) = \frac{(x)(x-3)(-x+5)(-x-3)}{15} + 5$$

Versuchen Sie, das Minimum dieser Funktion durch Gradientenabstieg zu bestimmen!

- mit Startwert $x_0 = -0.4$ und Lernrate $\eta = 0.1$,
- mit Startwert $x_0 = -0.4$ und Lernrate $\eta = 0.9$,
- mit Startwert $x_0 = 3$ und Lernrate $\eta = 0.2$.

Veranschaulichen Sie den Vorgang durch eine Skizze! Welche Probleme treten auf?