

Zusammenfassung

Praktische Übung: Knifflige Ziffern

## **7 Die große Herausforderung**

Von zwei zu mehr Klassen

1-aus-n-Codierung

1-aus-n-Codierung in Aktion

Die Antworten des Klassifizierers  
decodieren

Mehr Gewichte

Die Matrixdimensionen überprüfen

Der Augenblick der Wahrheit

Zusammenfassung

Praktische Übung: Minensucher

## **8 Das Perzeptron**

Gestatten, das Perzeptron!

Perzeptrone kombinieren

Die Grenzen von Perzeptronen

Linear separierbare Daten

Nicht linear separierbare Daten

Die Geschichte des Perzeptrons

Der entscheidende Schlag

Nachwehen

## **Teil 2    Neuronale Netze**

---

### **9 Das Netz entwerfen**

Ein neuronales Netz aus Perzeptronen  
zusammenstellen

Perzeptrone verketteten

Wie viele Knoten?

Die Softmax-Funktion

Der Entwurf

Zusammenfassung

Praktische Übung: Auf eigene Faust

## **10 Das Netz erstellen**

Die Forward-Propagation programmieren

Die Softmax-Funktion schreiben

Die Klassifizierungsfunktionen schreiben

Kreuzentropie

Zusammenfassung

Praktische Übung: Test durch Zeitreise

## **11 Das Netz trainieren**

Wozu Backpropagation?

Von der Kettenregel zur Backpropagation

Die Kettenregel in einem einfachen Netz

Es wird komplizierter

Backpropagation anwenden

Auf Kurs bleiben

Den Gradienten von  $w_2$  berechnen

Den Gradienten von  $w_1$  berechnen

Die Funktion `back()` erstellen

Die Gewichte initialisieren

Gefährliche Symmetrie

Tote Neuronen

Korrekte Gewichtsinitialisierung

Das fertige neuronale Netz

Zusammenfassung

Praktische Übung: Fehlstart

## **12 Funktionsweise von Klassifizierern**

Eine Entscheidungsgrenze einzeichnen

Heimspiel für das Perzeptron

Klassifizierung verstehen

Eine Gerade reicht nicht aus

Die Entscheidungsgrenze krümmen

Zusammenfassung

Praktische Übung: Albtraumdaten

## **13 Das Mini-Batch-Verfahren**

Der Lernvorgang grafisch dargestellt

Batch für Batch

- Batches erstellen

- Training mit Batches

Was geschieht bei verschiedenen Batchgrößen?

- Ein Zickzackpfad

- Große und kleine Batches

- Vor- und Nachteile von Batches

Zusammenfassung

Praktische Übung: Das kleinste Batch

## **14 Die Kunst des Testens**