

## Praktikum 2

### Aufgabe 1 (1D-Optimierung)

In der Datei `A1.m` wird eine Funktion  $f(x)$  graphisch dargestellt. Außerdem ist die Ableitung  $f'(x)$  als Matlab-Funktion gegeben.

(a) In der Vorlesung wurden die drei folgenden Varianten des Gradientenabstiegs vorgestellt:

- Einfacher Gradientenabstieg
- Nesterov-Accelerated Gradient Descent (NAG) mit Momentum
- RMS-Prop (ohne Momentum)

Versuchen Sie ausgehend vom Startpunkt  $x_0 = 4.7$  (nicht ändern!) mit einer dieser Methoden das Minimum der Funktion zu erreichen. Zeichnen Sie die Spur des Gradientenabstiegs in den Plot der Funktion ein. Finden Sie eine Parameter-Konfiguration, die möglichst wenig Schritte braucht.

(b) Schreiben Sie eine Matlab-Funktion `gaRmsPropNAG`, in der Sie die Gradientenabstiegs-Varianten *NAG mit Momentum* und *RMS-Prop* kombinieren. Mit welcher Parameter-Kombination können Sie hier das Minimum erreichen?

### Aufgabe 2 (System-Identifikation)

Ein PT1-Glied hat die Übertragungsfunktion  $H(s) = \frac{K}{1 + T \cdot s}$ . Die Sprungantwort ist

$$g(t) = K \left(1 - e^{-t/T}\right).$$

PT1-Glieder werden z.B. oft für die Modellierung von Regelstrecken ohne Schwingungsverhalten (z.B. Heizvorgänge) verwendet. Für eine bestimmte Regelstrecke wurde die Sprungantwort gemessen. Leider wurde ein ungenauer Sensor verwendet, so dass das Signal stark verrauscht ist. In der Datei `A2.m` werden diese Daten geladen und graphisch dargestellt.

Verwenden Sie Ihre Lieblingsvariante des Gradientenabstiegs, um die Parameter  $K$  und  $T$  der Regelstrecke aus der gemessenen Sprungantwort mit der Methode der kleinsten Quadrate zu bestimmen.

Stellen Sie die Sprungantwort mit den optimalen Parametern im gleichen Achsenkreuz wie die Messdaten graphisch dar. Stellen Sie außerdem den Verlauf der Kostenfunktion über die Iterationen graphisch dar.

Optional: Stellen Sie die Kostenfunktion in einem 3D-Plot über der  $K$ - $T$ -Ebene graphisch dar und zeichnen Sie die Parameterspur des Gradientenabstiegs ein.

*Hinweis:* Sehen Sie sich noch einmal die Gradientenberechnung mit der Delta-Regel (Slide 12 in Kapitel 4) und das Regressions-Beispiel auf Slide 20 in Kapitel 5 und den entsprechenden Matlab-Code für dieses Beispiel an.

### Aufgabe 3 (Spam-Datensatz)

Analysieren Sie den Spam-Datensatz von Praktikum 1 mit der Methode der Softmax-Klassifizierung und versuchen Sie eine möglichst geringe Testfehlerrate zu erreichen. Können Sie eine Konfiguration finden, die eine Testfehlerrate von 7,5% unterschreitet?

*Hinweis:* Führen Sie die Hyperparametersuche nur mit den Trainingsdaten durch. Benutzen Sie die Testdaten nur, um die Fehlerrate Ihres besten Modells zu überprüfen.