

Übung zur Vorlesung  
Computergestützte Statistik  
Wintersemester 2018/2019  
Übungsblatt Nr. 9

Abgabe ist Montag der 10.12.2018 an CS-abgabe@statistik.tu-dortmund.de oder Briefkasten 138

---

**Aufgabe 1**

**(4 Punkte)**

Beweisen Sie die Aussagen der 4 Spiegelpunkte auf Folie 412, je Spiegelpunkt gibt es 1 Punkt:

Seien dazu  $f_1, f_2: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$  konvexe Funktionen,  $A \in \mathbb{R}^{n \times m}$  und  $b \in \mathbb{R}^n$ . Zeigen Sie jeweils, dass dann auch  $g$  eine konvexe Funktion ist:

- a) (1 Punkt)  $g(\theta) = f_1(A\theta + b)$
- b.i) (0.5 Punkte)  $g(\theta) = \max \{f_1(\theta), f_2(\theta)\}$
- b.ii) (0.5 Punkte)  $g(\theta) = f_1(\theta) + f_2(\theta)$

Zeigen Sie weiterhin, dass  $g(\theta) = f_4(f_3(\theta))$  eine konvexe Funktion ist, falls:

- c) (1 Punkt)  $f_3: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$  konvex und  $f_4: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  konvex und monoton nicht-fallend ist,
- d) (1 Punkt)  $f_3: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$  konkav und  $f_4: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  konvex und monoton nicht-steigend ist.

**Aufgabe 2**

**(4 Punkte)**

Betrachten Sie die BFGS Verfahren aus dem Skript.

- a) (2.5 Punkte) Implementieren Sie ein BFGS Verfahren. Falls Ihr Vorname eine ungerade Anzahl Buchstaben hat, so wählen Sie bitte das DFP Update, bei einer geraden Anzahl das BFGS Update. Ihre Funktion soll zusätzlich die Anzahl Iterationen zählen und zurückgeben.
- b) (1.5 Punkte) Testen Sie Ihre Implementierung in einer kleinen Studie. Optimieren Sie dazu erneut die Dichte einer bivariaten Normalverteilung. Variieren Sie den Korrelationsparameter  $\rho$  der zugehörigen Kovarianzmatrix und stellen Sie den Zusammenhang zwischen  $\rho$  und der Iterationsanzahl Ihrer Implementierung grafisch dar.

**Hinweis:** Sie brauchen die Ableitung der Dichte der bivariaten Normalverteilung. Diese können Sie entweder analytisch ausrechnen, oder numerisch mit der Funktion `grad` aus dem Paket `numDeriv` bestimmen.

**Aufgabe 3**

**(4 Punkte)**

Implementieren Sie die Studie zur logistischen Regression. An Stelle von G-D, Newton und BFGS vergleichen Sie bitte die Verfahren CG und BFGS aus der Funktion `optim`. Beantworten Sie mit einem geeigneten statistischem Verfahren: Welcher der beiden Algorithmen erreicht bessere Suboptimalitäten?