



Methoden Verkehrsökometrie für Master-Studierende

Winter semester 2021/22, Tutorial No. 6

Aufgabe 6.1: Analyse heteroskedastischer Daten: Gier-Rate

Für neue Fahrerassistenzsysteme (z.B. ein Kreuzungsassistent oder eine verbesserte Navigation) ist es wichtig, zu bestimmen, wie stark sich die Fahrtrichtung innerhalb eines bestimmten Zeitraums ändert. Diese Änderung kann prinzipiell auf dreierlei Arten gemessen werden:

1. Über den aufgezeichneten Lenkwinkel und die Geschwindigkeit,
2. über einen "Gierratensensor", welcher direkt die Drehung des Fahrzeuges misst,
3. und über die Auswertung der vom Navigationssystem gelieferten Positionen.

Für eine tatsächliche Änderung der Fahrtrichtung von 30 Grad liefern alle Methoden im Mittel das richtige Ergebnis, aber mit Unsicherheiten (einfachen Standardabweichungen) von $\sigma_1 = 2$ Grad, $\sigma_2 = 2$ Grad und $\sigma_3 = 4$ Grad. Kann man durch Kombinationen der einzelnen Messungen den Fehler verringern?

- (a) Berechnen Sie zunächst die Standardabweichung der Richtungsbestimmung, falls dazu das arithmetische Mittel der drei Messungen verwendet wird.
- (b) Kann man die Genauigkeit optimieren, indem man die "schlechtere" Messmethode 3 ignoriert oder weniger gewichtet? Bestimmen Sie dazu die Varianz eines gewichteten arithmetischen Mittels der drei Messungen, wobei Sie die ersten beiden Messungen gleich gewichten. Minimieren Sie die Varianz durch Variation der Gewichtungen. Mit welchem Anteil trägt die Messmethode 3 im optimalen Fall noch bei? Wie hoch ist die resultierende Varianz?
Hinweis: Die Summe der Wichtungen muss 1 betragen!

Aufgabe 6.2: Vorlesungsbefragung

Bei einer Befragung zur Verkehrsmittelwahl (Alternativen Fuß/Rad bzw. ÖV) für einen angenommenen Arbeitsweg wurde von den $n = 19$ Teilnehmern das bevorzugte Verkehrsmittel in verschiedenen hypothetischen Situationen erhoben. Die Zeitangaben geben dabei die komplexe Reisezeit und die Geldbeträge die Ad-Hoc-Kosten an:

Hypothetische Situation	Alternative 1: Fuß/Rad	Alternative 2: ÖV	Wahl 1	Wahl 2
1	30 min	30 min, kostenlos	3	16
2	30 min	40 min, kostenlos	6	13
3	30 min	50 min, kostenlos	19	0
4	30 min	30 min + 1 €	17	2
5	30 min	30 min + 2 €	19	0
6	20 min	30 min, kostenlos	14	5
7	10 min	30 min, kostenlos	19	0

Der deterministische Nutzen der beiden Alternativen in Abhängigkeit der Zeiten T_i und der Kosten K_2 und in Einheiten der Standardabweichung des Zufallsnutzens wird folgendermaßen modelliert:

$$\begin{aligned} V_1 &= \beta_1 + \beta_2 T_1, \\ V_2 &= \beta_2 T_2 + \beta_3 K_2. \end{aligned} \quad (1)$$

- (a) Begründen Sie, warum β_2 und β_3 negative Werte aufweisen sollten. Warum wurde für die Alternative 2 kein konstanter Anteil zum Nutzen hinzugefügt? Was gibt also β_1 an?
- (b) Die Parameter-Schätzung unter Verwendung des Probit-Modells mit i.i.d. standardnormalverteilten Zufallsnutzen liefert (jeweils geschätzter Wert \pm Parameter-Standardabweichung):

$$\hat{\beta}_1 = -1.90 \pm 0.46, \quad \hat{\beta}_2 = -0.229 \pm 0.041, \quad \hat{\beta}_3 = -3.67 \pm 0.71.$$

Sind die Parameter signifikant von null verschieden und damit wichtige Einflussfaktoren? Gehen Sie davon aus, dass die $\hat{\beta}$ -Werte asymptotisch gaußverteilt sind und testen Sie auf Null. Alles mit p -Werten kleiner als 0.05 (also Realisierungen der Test-Variablen $Z = (\hat{\beta} - \beta_0)/\sigma_{\hat{\beta}}$ mit Realisierungen z , welche $|z| > z_{1-0.05/2} = 1.96$ genügen) kann als signifikant angesehen werden.

- (c) Welche Auswahlwahrscheinlichkeiten werden vom Probit-Modell in den ersten drei Situationen vorausgesagt?
- (d) Vergleichen Sie die Auswahlwahrscheinlichkeiten, wenn statt dem Probit- das Logitmodell verwendet wird, welches auf $\hat{\beta}_1 = -2.42$, $\hat{\beta}_2 = -0.283$, $\hat{\beta}_3 = -4.59$ geschätzt wurde.
- (e) Multiplizieren Sie die Probit-Parameter mit $\pi/\sqrt{6}$ und diskutieren Sie die dann erhaltene Ähnlichkeit mit den Logit-Schätzern.

- (f) Zeigen Sie auch, dass Quotienten der Parameter wie der implizite Zeitwert bei beiden Modellen nahezu gleich sind (unabhängig von einer Reskalierung zur Berücksichtigung der unterschiedlichen Zufallsnutzen-Standardabweichungen).

Aufgabe 6.3: Versuchspläne der Conjoint-Analyse

In einer Stated-Choice-Erhebung sollen das Wahlverhalten für die Alternativen "MIV" und "ÖV" bei Arbeitswegen für Situationen untersucht werden, in denen andere Modi unpraktisch sind. Die Einflussfaktoren sind die Zeitdifferenzen MIV-ÖV mit den möglichen Werten $\{-20 \text{ min}, 0, 20 \text{ min}\}$ und die Kostendifferenzen MIV-ÖV mit den möglichen Werten $\{-1\text{€}, 1\text{€}\}$.

- (a) Geben Sie den Versuchsplan, also die Menge der Choice Sets, für das *full factorial design* (vollständige Enumeration) an.
- (b) Untersuchen Sie, ob der durch die Choice Sets $(-20 \text{ min}, -1\text{€})$, $(20 \text{ min}, -1\text{€})$, und $(20 \text{ min}, 1\text{€})$ definierte Versuchsplan dem orthogonalen Design genügt, also die Zeit- und Kostendifferenzen keine Korrelation aufweisen.