



Methoden Verkehrsökonomie für Master-Studierende

Winter semester 2021/22, Tutorial No. 7

Aufgabe 7.1: Entscheidung Fuß, Rad oder ÖV mit trinomialen Logit- und i.i.d. Probitmodellen

Ein bestimmter Weg dauert zu Fuß $T_1 = 40$ min und mit dem Rad $T_2 = 15$ min. Man könnte auch den ÖV nehmen, was ebenfalls $T_3 = 15$ min dauert und $C_3 = 2$ Euro kostet. Ein Auto steht nicht zur Verfügung. Der deterministische Nutzen für die Alternativen $i = 1$ (zu Fuß), $i = 2$ (Rad) und $i = 3$ (ÖV) wird folgendermaßen modelliert:

$$V_i = \beta_1 \delta_{i1} + \beta_2 \delta_{i2} + \beta_3 T_i + \beta_4 C_i.$$

Die Parameter für das Logit-Modell seien auf die Werte

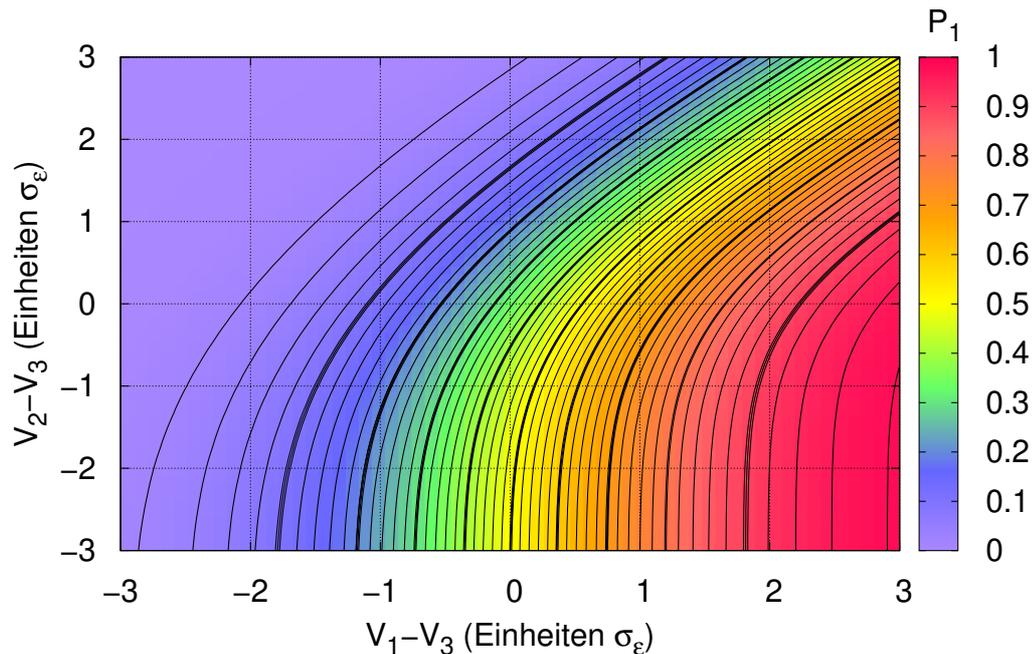
$$\hat{\beta}_1 = -1, \quad \hat{\beta}_2 = -2, \quad \hat{\beta}_3 = -0.1, \quad \hat{\beta}_4 = -1$$

geschätzt.

- Welches ist bezüglich der alternativenspezifischen Konstanten (ACs) die Referenzalternative? Was sagen die geschätzten Werte von β_1 und β_2 aus?
- Mit wieviel Zeitdifferenz und mit welcher Gelddifferenz wird eine Nutzeinheit (NE) verrechnet? Wie hoch ist also der implizite Zeitwert?
- Berechnen Sie mit dem Logitmodell die Auswahlwahrscheinlichkeiten.

- (d) Berechnen Sie für das trinomiale Probitmodell mit i.i.d. $N(0,1)$ -verteilten Zufallsnutzen die Auswahlwahrscheinlichkeiten, falls nach Reskalierung die Parameter des Probitmodells denen des Logitmodells entsprechen.

Hinweis: Die Wahrscheinlichkeit P_1 in Abhängigkeit der auf die Zufallsnutzen-Standardabweichung σ_ϵ skalierten Nutzendifferenzen $V_1 - V_3$ und $V_2 - V_3$ kann man anhand folgender Abbildung grafisch bestimmen. Die anderen Wahrscheinlichkeiten ergeben sich aus $P_2(V_1 - V_3, V_2 - V_3) = P_1(V_2 - V_3, V_1 - V_3)$ und $P_3 = 1 - P_1 - P_2$.



Beim Logitmodell sind die Nutzendifferenzen nicht in Einheiten der Standardabweichung des Zufallsnutzens sondern in Einheiten des $\pi/\sqrt{6}$ fachen dieser Standardabweichung gegeben. Ändern Sie die Schätzparameter entsprechend und bestimmen Sie die Probit-Auswahlwahrscheinlichkeiten.

- (e) Diskutieren Sie die geringen Differenzen zwischen dem Logit- und dem i.i.d. Probitmodell.
- (f) Betrachten Sie nun ungeänderte Zeiten für alle drei betrachteten Verkehrsmodi ($T_1 = 40$ min, $T_2 = 15$ min und $T_3 = 15$ min), aber durch eine Initiative ist der ÖV nun kostenlos verfügbar. Zeigen Sie, dass das Verhältnis der Wahrscheinlichkeiten P_1/P_2 sich beim Logitmodell nicht mit der dritten Alternative ändert (IIA-Eigenschaft), beim Probitmodell hingegen schon!

Aufgabe 7.2: Revealed choice: Vorlesungsumfrage

Die Studentenbefragung über den Modal-Split auf dem Weg zur Uni ergab Folgendes:

Klasse \ Modus	$i = 1$ (Fuß)	$i = 2$ (Rad)	$i = 3$ (ÖPNV)	$i = 4$ (Kfz)
$n = 1$: 0-2 km, kein Rad	2	–	3	1
$n = 2$: 0-2 km, Rad	1	5	1	0
$n = 3$: 2-6 km, kein Rad	1	–	2	1
$n = 4$: 2-6 km, Rad	0	7	6	0
$n = 5$: 6-10 km	0	2	8	3
$n = 6$: 10-20 km	0	0	1	5

Als einzige sozioökonomischen Variable wurde die Fahrradverfügbarkeit berücksichtigt und Personen mit denselben Wert dieser Variable sowie ähnlichen Werten der einzigen generischen Variablen (der Weglänge) in Klassen zusammengefasst.

Der deterministische Anteil der MNL-Nutzenfunktion, den Personengruppe n für Alternative i empfindet, wird folgendermaßen definiert:

$$V_{ni}(\vec{\beta}) = \beta_1 r_n \delta_{i1} + \beta_2 r_n \delta_{i2} + \beta_3 r_n \delta_{i3} + \beta_4 \delta_{i1} + \beta_5 \delta_{i2} + \beta_6 \delta_{i3} + V_{ni}^{\text{Rad}}. \tag{1}$$

Hierbei gibt r_i die Distanz für Personengruppe i (in km) an und die Selektor-Dummyvariable δ_{ij} ist =1, falls $i = j$ und =0 sonst.

- (a) Ist die deterministische Nutzenfunktion V_{ni} linear, quasilinear oder nichtlinear?
- (b) Was wird durch die Summanden mit den Vorfaktoren β_4 bis β_6 modelliert? Warum wäre ein weiterer Summand $\beta_7 \delta_{i4}$ sinnlos und würde das Modell fehlspezifizieren?
- (c) Der Nutzenfunktionsanteil V_{ni}^{Rad} soll dafür sorgen, dass nur bei Verfügbarkeit eines Rades dieses auch als Verkehrsmodus gewählt werden kann. Finden Sie einen (parameterfreien) mathematischen Ausdruck für V_{ni}^{Rad} , welcher diese Vorgaben erfüllt.
- (d) Zeigen Sie, dass Modell (1) identisch zu einer nichtlinearen Nutzenfunktion in Form einer negativen komplexen Reisezeit gemäß dem Ansatz

$$V_{ni} = -T_{ni} = - \left(T_i^{(0)} + \frac{r_n}{v_i} \right)$$

ist. Bringen Sie die Parameter β_1 bis β_6 mit den Rüstzeiten $T_i^{(0)}$ und Geschwindigkeiten v_i der verschiedenen Verkehrsmittel in Beziehung.