Verkehrsökonometrie für Bachelor-Studierende

Sommersemester 2018, Übung Nr. 5

Aufgabe 5.1: Trip-Interchange-Ansatz vs. Trip-End-Ansatz

(a) Beschreiben Sie kurz den Trip-Interchange-Ansatz bzw. den Trip-End-Ansatz der Verkehrsverteilung und -aufteilung.

(b) Nennen Sie jeweils ein wesentliches konzeptionelles Problem des Trip-Interchange und Trip-End Ansatzes, welches durch die simultane Verteilung und Aufteilung gelöst wird.

Aufgabe 5.2: Verkehrsaufteilung mit dem LOGIT-Modell

Ein gegebener Verkehrsstrom kann sich aus mehreren Verkehrsmitteln k zusammen setzen. Die Verkehrsaufteilung beantwortet die Frage, zu welchen Teilen $P(k)$ bestimmte Verkehrsmittel k in einem Verkehrsfluss vertreten sind.

In einem autofreien Bezirk stehen den Einwohnern die drei Verkehrsmittel 'FuSS', 'Rad' und 'ÖV' zur Verfügung. Abhängig von der Reiseweite r_i (1, 5 und 10 km) sind in folgender Tabelle die entsprechenden komplexen Reisezeiten T_k aufgezeigt:

T_{ki}	$i = 1$: 1 km	$i = 2$: 5 km	$i = 3$: 10 km
$k = 1$ (FuSS)	12 min	60 min	120 min
$k = 2$ (Rad)	4 min	20 min	40 min
$k = 3$ (ÖV)	17 min	25 min	35 min

Nach dem Grundmodell der Verkehrsmittelwahl berechnet sich der relative Anteil $P(k)$ eines Verkehrsmittels k im einfachsten Fall (nur Zeiten als Einflussfaktoren, Wilson'schen Bewertungsfunktion $B(w) = e^{-\beta W}$) mit der Formel

$$P(k) = \frac{B(W_k)}{\sum_{k'=1}^{K} B(W_{k'})} = \frac{\exp(-\beta\, T_k)}{\sum_{k'=1}^{K} \exp(-\beta\, T_{k'})}$$

(a) Geben Sie exogene und endogene Variable sowie den/die Modellparameter einschließlich der Einheiten an. Unterteilen Sie die exogenen Variablen in Charakteristika (alternativenspezifische Werte), sozioökonomische Variable, externe Variable sowie alternativenspezifische Konstanten.

(b) Das Standardmodell der diskreten Wahltheorie, das Multinomial-Logit Modell, besitzt in der allgemeinen Formulierung (exogener Variablenvektor $\vec{x}$, Parametervektor $\vec{\beta}$, deterministische Nutzenfunktion U_k^{det} für die Alternative k) die Auswahlwahrscheinlichkeiten

$$P(k) = \frac{\exp[U_k^{\text{det}}(\vec{x};\vec{\beta})]}{\sum_{k'} \exp[U_{k'}^{\text{det}}(\vec{x};\vec{\beta})]}$$

Zeigen Sie, dass das Wilson-Modell des Modal Splits ein Spezialfall des allgemeinen Multinomial-Logit-Modells ist. Geben Sie dazu $\vec{x}$, $\vec{\beta}$ sowie U_k^{det} an.

(c) Es sei nun $\beta = 0.1\,\text{min}^{-1}$. Berechnen Sie für alle drei Reiseweiten die relative Aufteilung auf die Verkehrsmittel.

(d) Das ÖV-Verkehrsunternehmen erwägt, durch Erniedrigung der Taktzeit von 30 min auf 10 min die komplexen Reisezeiten zu reduzieren. Wie verändern sich die mittleren Zeiten für die drei Entfernungen bei spontanem Reisebeginn und wenn in keinem Fall umgestiegen werden muss? Zu welchen Anteilen würden die Verkehrsmittel dann jeweils genutzt werden?

(e) Gesucht ist nun der kalibrierte (geschätzte) Modellparameter β bzw. sein Inverses $W_0 = 1/\beta$ für die Reiseweite $r_2 = 5\,\text{km}$ und Reisezeiten gemäß der ursprünglichen Tabelle bei folgenden beobachteten absoluten Häufigkeiten für die drei Modi (in Wirklichkeit benötigt man natürlich für alle Reiseweitenklassen n und alle Modi k empirische Daten der absoluten Häufigkeit h_{nk}):

$$h_1 = 5, \quad h_2 = 63, \quad \text{und} \quad h_3 = 32$$

(i) bei paarweisen Vergleich Fuß-Rad, Fuß-ÖV und Rad-ÖV (Sie erhalten drei verschiedene Werte)

(ii) bei der korrekten Kalibrierung mit Hilfe der Maximum-Likelihood-Methode. Diskutieren Sie das Ergebnis.

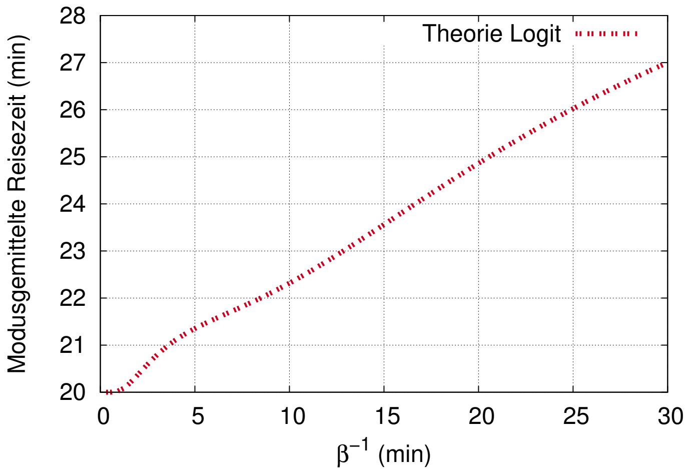
Hinweis: Die (erst später bzw. in der Master-Vorlesung diskutierte) Maximum-Likelihood Methode führt hier auf folgende Bedingung:

$$\text{Beobachteter Mittelwert über alle Modi } T_{\text{data}} = \text{theoretischer Mittelwert } T_{\text{theo}}$$

mit

$$T_{\text{data}} = \sum_{k=1}^{3} f_k T_k, \quad T_{\text{theo}}(\beta) = \sum_{k=1}^{3} P(k|\beta) T_k.$$

Lösen Sie diesen Aufgabenteil graphisch unter Verwendung folgender Abbildung:



(f) Diskutieren Sie kurz eine Schwäche des Logit-Modells, wenn man unterstellt, dass ein Anteil der komplexen Reisezeit T_k der Rüstzeit t_0 entspricht. Diese „Rüstzeit" entspricht der Vor- und Nachbereitung bei der Nutzung eines Verkehrssystems. Für den öffentlichen Verkehr enthält sie die Zu- und Abgangszeiten zur jeweils nächsten Haltestelle sowie die mittleren Warte- und ggf. Umsteigezeiten. Für den Radverkehr ist es die mittlere Zeit zum Holen und Abstellen des Fahrrades. Bei Wegen zu „Fuss" existieren solche Rüstzeiten aber nicht. Es soll nun die Rüstzeit des Verkehrssystems Rad ignoriert werden, während die Rüstzeit des Öffentlichen Verkehrs 10 min beträgt.

Berechnen Sie für eine Reiseweite von 50 m (also vernachlässigbare reine Fahr- bzw. Gehzeiten) und $\beta = 0.1\,\text{min}^{-1}$ die Aufteilung auf die drei Verkehrssysteme. Halten Sie die berechneten Werte für realistisch?

(g) Eine detailliertere deterministische Nutzenfunktion des Verkehrssystems k für Person i hat die Form

$$V_{ki} = \beta_1 T_{1i}\delta_{k1} + \beta_2 T_{2i}\delta_{k2} + \beta_3 T_{3i}\delta_{k3} + \beta_4\delta_{k2} + \beta_5\delta_{k3}.$$

Geben Sie die Bedeutung der Modellparameter an. Welchem Spezialfall dieses Modells entspricht die in den vorhergehenden Aufgabenteilen betrachtete Modellierung?