Methoden Verkehrsökonometrie für Master-Studierende

Winter semester 2021/22, Tutorial No. 11

Aufgabe 11.1: Kombinierte Ziel- und Verkehrsmittelwahl: Nested-Logit Modell

Zur Untersuchung der Auswirkung großer Discounter auf Tante-Emma-Läden sowie auf die Verkehrsmittelwahl wurde von 10 Personen die Ladenkategorie ($l = 1$: Tante Emma, $l = 2$: Discounter) sowie das Verkehrsmittel ($m = 1$: ÖV, $m = 2$: MIV) der letzten Einkaufstouren befragt. Dabei wurden auch die jeweiligen Reisezeiten T_{lm} sowie der "Füllstand" F des Kühlschranks vor dem Einkauf ($F = 0$: total leer, $F = 1$: voll) erfasst:

Person	T [min] Emma, ÖV	T [min] Emma, MIV	T [min] Disc, ÖV	T [min] Disc, MIV	Füll-stand F	y_{11}	y_{12}	y_{21}	y_{22}
1	25	15	25	20	0.9	1	2	0	0
2	25	30	40	30	0.8	3	0	0	1
3	20	20	30	30	0.7	2	1	1	1
4	25	10	25	10	0.6	0	3	0	2
5	15	5	30	20	0.5	1	2	0	2
6	15	15	25	20	0.4	1	1	0	1
7	15	20	45	45	0.3	3	1	0	1
8	15	15	15	15	0.2	1	0	2	3
9	25	15	40	30	0.1	1	1	0	1
10	25	10	25	20	0.0	0	1	1	3

(a) Wieviel (kombinierte) Entscheidungen hat die letzte Person durchgeführt? Wie viele Entscheidungen N gibt es insgesamt?

(b) Strukturieren Sie ein geeignetes Nested-Logit-Modell mit der Ladentypwahl als oberster Entscheidungsebene. Welche exogenen Faktoren kommen in welche Entscheidungsebene?

(c) Die Entscheidungen innerhalb der Nester $l = 1$ (Tante Emma) und $l = 2$ (Discounter) werden durch formal identische skalierten Nutzenfunktionen modelliert, wobei die Skalierungsfaktoren λ_l noch unbekannt sind:

$$\tilde{V}_{1m}/\lambda_1 = \beta_1 T_{1m} + \beta_2 \delta_{m1}, \quad (1)$$
$$\tilde{V}_{2m}/\lambda_2 = \beta_3 T_{2m} + \beta_4 \delta_{m1}. \quad (2)$$

Geben Sie die Bedeutung der Parameter β_1 bis β_4 an. Werden bestimmte Vorzeichen erwartet? Werden in jedem Nest die Zeiten generisch oder alternativenspezifisch modelliert? Welches ist jeweils die Referenzalternative?

(d) Die Maximum-Likelihood-Schätzung (vgl. Contourplots im Skript) ergibt

$$\hat{\beta}_1 = -0.18, \quad \hat{\beta}_2 = +0.88, \quad \hat{\beta}_3 = -0.29, \quad \hat{\beta}_4 = -0.42.$$

Berechnen Sie für die letzte Person alle vier skalierten Nutzenfunktionen, die bedingten Auswahlwahrscheinlichkeiten $P_{m|l}$ und vergleichen Sie letztere mit den realisierten bedingten relativen Häufigkeiten.

(e) Berechnen Sie für die letzte Person die beiden für die übergeordnete Entscheidung relevanten Inklusionswerte I_l. Was sagen sie aus?

(f) Die deterministische Nutzenfunktion des Top-Level-Entscheidung wird nun mit

$$W_l = \beta_5 F \delta_{l1} + \beta_6 \delta_{l1} + \lambda_1 I_l \delta_{l1} + \lambda_2 I_l \delta_{l2} \tag{3}$$

angesetzt. Eine ML-Parameterschätzung ergibt

$$\hat{\beta}_5 = 2.9, \quad \hat{\beta}_6 = -2.0, \quad \hat{\lambda}_1 = 0.17, \quad \hat{\lambda}_2 = 0.21.$$

Was sagen die Parameter β_5 und β_6 aus? Sind die Vorzeichen plausibel? Liegen die Korrelationsparameter λ_1 und λ_2 im erlaubten Bereich? Was sagen sie über die Korrelation der beiden Gesamt-Zufallsnutzens innerhalb eines Nests aus? Könnte man die Korrelationsstruktur auch generisch mit einem einzigen Parameter λ modellieren? Wie sähe dann das Modell aus?

(g) Ermitteln Sie für die letzte Person die Wahrscheinlichkeiten P_l dafür, bei "Tante Emma" oder beim Discounter einzukaufen. Vergleichen Sie die Modellwerte mit den relativen Häufigkeiten. Geben Sie nun für alle 2×2 Entscheidungskombinationen dieser Person die modellierten Wahrscheinlichkeiten $P_l P_{m|l}$ und realisierten relativen Häufigkeiten an.

(h) Anstelle eines NL-Modells könnte man auch ein normales MNL auf den Sachverhalt ansetzen, wobei $i = 1, ..., 4$ die Kombinationen $(l, m) = (1, 1)$, (1,2), (2,1) und (2,2) abbildet. Zeigen Sie, dass die sechs Parameter des Modells

$$V_i = \beta_1 T_i(\delta_{i1} + \delta_{i2}) + \beta_2 \delta_{i1} + \beta_3 T_i(\delta_{i3} + \delta_{i4}) + \beta_4 \delta_{i3} + \beta_5 F(\delta_{i1} + \delta_{i2}) + \beta_6(\delta_{i1} + \delta_{i2}) \tag{4}$$

dieselbe Bedeutung wie beim NL-Modell haben und in der Tat das NL-Modell (1), (2) und (3) für $\lambda_l = 1$ in das MNL (4) übergeht. Welche Schwäche hat das MNL im Vergleich zum ursprünglichen NL-Modell?

(i) Gerade bei eher vollem Kühlschrank liegt es nahe, überhaupt nicht einkaufen zu gehen. Erweitern Sie das Nested-Logit-Modell (3) durch ein triviales drittes Nest so, dass auch diese Option berücksichtigt ist und diskutieren Sie das erwartete Vorzeichen des neuen Sensitivitätsparameters bezüglich des Kühlschrank-Füllstands.