

Analiza Wyborów Dyskretnych

Preferencje oznajmione i ujawnione

21 kwietnia 2012

Econometric Issues in Estimating Consumer Preferences from Stated Preferences data: A case study of the Value of Automobile Travel Time

Jonh Calfe, Clifford Wilson, Randolph Stempki *The Review of Economics and Statistics*, vol 83, pp. 699-707.

- Preferencje oznajmione vs preferencje ujawnione
- Preferencje ujawnione mogą być bardzo podobne dla kilku alternatyw a ich determinanty mogą charakteryzować się niską wariancją.
- Preferencje oznajmione są pozobawione tego problemu, ale...
- Wymagają aby na podstawie badania możliwe było utworzenie kompletnego (spójnego) rankingu preferencji.

- Celem analizy jest zbadanie preferencji względem czasu i kosztu podróży samochodem.
- Badano jedynie podróżujących samochodem pytając ich o wybór między proponowanymi scenariuszami.
- Każdy respondent miał przedstawione 13 alternatyw opisujących najważniejsze charakterystyki podróży (czas podróży bez zatłoczenia i z zatłoczeniem dróg, czas podróży, ciężarówka).
- Scenariusze były przygotowane w dwóch wariantach dla różnych przeciętnych czasów podróży

TABLE 1.—SCENARIOS

Scenario	Description
1	“smart cars”: no tolls, no congestion component
2	“smart cars”: no tolls
3	toll roads: unspecified use of revenues
4	toll roads: revenues to maintenance and construction
5	toll roads: revenues to state highway fund
6	toll roads: revenues to mass transit
7	toll roads: revenues to the poor
8	public toll roads: unspecified use of revenues
9	private toll roads: unspecified use of revenues
10	public toll roads: revenues to maintenance and construction
11	private toll roads: revenues to maintenance and construction
12	toll roads: flat traffic growth, unspecified use of revenues
13	toll roads: rapid traffic growth, unspecified use of revenues

- Gdy pozytywny efekt jest uzyskiwany dzięki wprowadzeniu dodatkowych opłat, oszacowanie skłonności do zapłaty może być obciążone z uwagi na efekt unikania opłat. Zapobiegają temu scenariusze 1 i 2.
- Scenariusz 3 wprowadza opłaty
- Scenariusze 4-7 analizują różne cele wprowadzania opłat
- Scenariusze 8-11 rozróżniają między opłatami na drogach publicznych/prywatnych
- Scenariusze 12 i 13 różnią się tempem wzrostu zatłoczenia dróg

FORTY-MINUTE MAXIMUM PACKAGES:

Package	Price (One Way)	Travel Time (Minutes One Way)	Trucks on the Road?
1	\$0.00	40	Trucks
2	\$0.35	30	Trucks
3	\$0.70	30	Trucks
4	\$1.00	30	Trucks
5	\$0.35	20	Trucks
6	\$0.70	20	Trucks
7	\$1.35	20	Trucks
8	\$2.00	10	Trucks
9	\$3.35	10	Trucks
10	\$0.35	40	No trucks
11	\$0.70	30	No trucks
12	\$1.75	20	No trucks
13	\$4.00	10	No trucks

Package	Price (One Way)	Travel Time (Minutes One Way)			Trucks on the Road?
		Congested Time	Uncongested Time	Total Time	
1	\$0.00	30	10	40	Trucks
2	\$0.35	20	10	30	Trucks
3	\$1.35	20	10	30	Trucks
4	\$0.35	10	20	30	Trucks
5	\$0.70	10	20	30	Trucks
6	\$0.35	10	10	20	Trucks
7	\$1.35	10	10	20	Trucks
8	\$2.00	0	10	10	Trucks
9	\$3.35	0	10	10	Trucks
10	\$0.35	30	10	40	No trucks
11	\$0.70	20	10	30	No trucks
12	\$1.75	10	10	20	No trucks
13	\$4.00	0	10	10	No trucks

SIXTY-MINUTE MAXIMUM PACKAGES:

Package	Price (One Way)	Travel Time (Minutes One Way)	Trucks on the Road?
1	\$0.00	60	Trucks
2	\$0.50	45	Trucks
3	\$1.00	45	Trucks
4	\$1.50	45	Trucks
5	\$0.50	30	Trucks
6	\$1.00	30	Trucks
7	\$2.00	30	Trucks
8	\$3.00	15	Trucks
9	\$5.00	15	Trucks
10	\$0.50	60	No trucks
11	\$1.00	45	No trucks
12	\$2.50	30	No trucks
13	\$6.00	15	No trucks

Package	Price (One Way)	Travel Time (Minutes One Way)			Trucks on the Road?
		Congested Time	Uncongested Time	Total Time	
1	\$0.00	45	15	60	Trucks
2	\$0.50	30	15	45	Trucks
3	\$2.00	30	15	45	Trucks
4	\$0.50	15	30	45	Trucks
5	\$1.00	15	30	45	Trucks
6	\$0.50	15	15	30	Trucks
7	\$2.00	15	15	30	Trucks
8	\$3.00	0	15	15	Trucks
9	\$5.00	0	15	15	Trucks
10	\$0.50	45	15	60	No trucks
11	\$1.00	30	15	45	No trucks
12	\$2.50	15	15	30	No trucks
13	\$6.00	0	15	15	No trucks

- Każdemu respondentowi przedstawiano jeden wybrany losowo scenariusz
- Badany określał, wykorzystując 10-punktową skalę, stopień akceptacji scenariusza
- Przebadano w ten sposób 1170 respondentów

- Użyteczność

$$U_{ij} = V(s_{ij}, x_{ij}) + \varepsilon_{ij} = V_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

- Niech $r = [r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{iJ}]$ będzie rankingiem wyborów.
Wówczas prawdopodobieństwo wyboru alternatywy wynosi

$$Pr[U_i(r_{i1}) > U_i(r_{i2}) > \dots > U_i(r_{iJ})] =$$

$$Pr[U_i(r_{i1}) > U_i(r_{ij}) \quad \forall j > 2]$$

$$Pr[U_i(r_{i2}) > U_i(r_{ij}) \quad \forall j > 3] \dots$$

- Oszacowanie parametrów modeli a więc skłonności do zapłaty (WTP) w celu zmniejszenia czasu podróży przeprowadzono przy pomocy modelu uporządkowanego probitowego, modelu uporządkowanego probitowego na rangech oraz modelu mieszanego (mixed) probitowego.

$$Pr(k_j = 0) = \Phi(-\beta' x_j)$$

$$Pr(k_j = 1) = 1 - \Phi(\mu_1 - \beta' x_j) - \Phi(-\beta' x_j)$$

$$Pr(k_j = J) = 1 - \Phi(\mu_{J-1} - \beta' x_j)$$

$$\ln \ell(\beta) = \sum_{j=1}^j \sum_{k=1}^j \ln \left[\Phi(\mu_j - \beta' x_j) - \Phi(\mu_i - \beta' x_k) \right]$$

TABLE 2.—ORDERED PROBIT PARAMETER ESTIMATES BASED ON RATINGS

Scenario	Price (cents)		Congested Time (min.)		Uncongested Time (min.)		Trucks on the Road		Number of Observations**
	Coefficient	T-statistic	Coefficient	T-statistic	Coefficient	T-statistic	Coefficient	T-statistic	
1*	-0.00014	-0.79769	0.02332	15.59593			0.39858	5.49473	728
2	-0.00020	-0.93515	0.00257	1.04682	0.04778	8.91076	0.29730	3.52064	715
3	-0.00028	-1.40107	0.00373	1.55602	0.04915	9.41988	0.29438	3.57416	780
4	0.00070	3.41868	0.01576	6.50115	0.07971	15.25957	0.35713	4.62509	832
5	0.00016	0.67520	0.01242	4.52609	0.06290	10.68649	0.45001	5.53061	715
6	0.00087	4.06561	0.02571	10.12432	0.04809	8.86867	0.59595	8.08880	871
7	0.00057	2.43798	0.01847	6.67712	0.05325	9.01764	0.58688	7.37693	741
8	0.00065	2.92814	0.01750	6.61883	0.05936	10.49238	0.53008	6.82138	780
9	-0.00129	-5.40192	0.00243	0.90374	0.03829	6.66306	0.42253	5.38669	806
10	0.00083	3.55627	0.01454	5.24214	0.05783	9.74965	0.53599	6.56403	715
11	-0.00115	-4.97608	0.00584	2.19702	0.04130	7.25558	0.29933	3.70753	767
12	0.00055	2.34376	0.01982	7.13605	0.05889	9.91407	0.59202	7.20590	702
13	-0.00206	-7.62923	0.00568	1.90053	0.04261	1.90053	0.26777	3.07566	676

* Travel time in scenario 1 was not subdivided into congested and uncongested components. For this scenario, the travel-time coefficient is the effect of total travel time.

** Number of observations equals the number of respondents times the number of packages placed in order (=13).

$$Pr[U(r_1) > PrU(r_1) > \dots > PrU(r_j)] = \prod_{h=1}^{J-1} \frac{e^{\beta x(r_k)}}{\sum_{m=h}^J e^{\beta x(r_m)}}$$

$$L(\beta) \sum \ln \left[\prod_{h=1}^{J-1} \frac{e^{\beta x(r_k)}}{\sum_{m=h}^J e^{\beta x(r_m)}} \right]$$

TABLE 3.—RANK-ORDERED LOGIT PARAMETER ESTIMATES BASED ON RANKINGS

Scenario	Price (cents)		Congested Time (min.)		Uncongested Time (min.)		Trucks on the Road		Number of Observations**
	Coefficient	T-statistic	Coefficient	T-statistic	Coefficient	T-statistic	Coefficient	T-statistic	
1*	-0.00946	-36.730	-0.05697	-33.032			-0.28299	-3.241	728
2	-0.00853	-32.039	-0.07765	-27.477	-0.02876	-4.620	-0.25993	-2.564	715
3	-0.00627	-25.486	-0.05394	-19.974	-0.01985	-3.382	-0.11505	-1.206	780
4	-0.00839	-30.914	-0.06049	-22.068	-0.01158	-1.909	-0.12178	-1.317	832
5	-0.00974	-30.266	-0.06382	-20.398	-0.00937	-1.377	-0.06960	-0.703	715
6	-0.00814	-28.798	-0.05014	-17.423	-0.02805	-4.531	-0.12845	-1.468	871
7	-0.00960	-30.127	-0.05983	-18.803	-0.01678	-2.464	-0.14362	-1.507	741
8	-0.00832	-28.078	-0.04694	-15.528	-0.00932	-1.416	-0.16088	-1.706	780
9	-0.00886	-29.718	-0.05807	-19.125	-0.01801	-2.777	-0.08248	-0.891	806
10	-0.00828	-25.930	-0.04376	-13.958	-0.01674	-2.500	0.02449	0.251	715
11	-0.00920	-29.552	-0.04780	-16.143	-0.01044	-1.613	-0.02255	-0.238	767
12	-0.01002	-30.740	-0.06121	-19.427	-0.02505	-3.724	-0.07746	-0.777	702
13	-0.01087	-30.257	-0.05826	-17.120	-0.01525	-2.112	0.10241	0.996	676

* Travel time in scenario 1 was not subdivided into congested and uncongested components. For this scenario, the travel-time coefficient is the effect of total travel time.

** Number of observations equals the number of respondents times the number of packages placed in order (=13).

- W przypadku modelu uporządkowanego pomimo istotnych statystycznie oszacowań parametry czasu podróży są dodatnie co jest sprzeczne z intuicją
- W przypadku modelu z rangami znaki są poprawne, ale wielkości parametrów sugerują że czas spędzony na niezatłoczonej drodze jest mniej ceniony niż ten spędzony na zatłoczonej
- Stanie się to oczywiste przy wyrażeniu wyników w postaci skłonności do zapłaty

TABLE 4.—VALUE OF CONGESTED TIME BASED ON DIFFERENT ESTIMATION METHODS

Scenario	Value of Congested Time (dollars/hour) (Standard errors in parentheses) ^a			Value of Congested Time as a Proportion of Hourly Wage		
	Ordered Probit Based on Ratings	Ordered Probit Based on Rankings	Ordered Logit Based on Rankings	Ordered Probit Based on Ratings	Ordered Probit Based on Rankings	Ordered Logit Based on Rankings
1*	-\$97.07** (125.74)	\$2.92 (.34)	\$3.61 (.21)	-499%	15%	19%
2	-\$7.92** (14.79)	\$5.21 (.54)	\$5.47 (.37)	-36%	24%	25%
3	-\$7.86** (10.29)	\$5.47 (.68)	\$5.16 (.48)	-39%	27%	26%
4	\$13.49 (5.25)	\$4.48 (.50)	\$4.33 (.36)	63%	21%	20%
5	\$47.80** (71.08)	\$4.02 (.48)	\$3.93 (.35)	273%	23%	22%
6	\$17.65 (5.25)	\$3.69 (.56)	\$3.70 (.38)	90%	19%	19%
7	\$19.47 (9.34)	\$3.55 (.51)	\$3.74 (.35)	82%	15%	16%
8	\$16.10 (6.85)	\$3.35 (.50)	\$3.38 (.38)	83%	17%	18%
9	-\$1.14** (2.09)	\$3.83 (.50)	\$3.93 (.37)	-5%	17%	17%
10	\$10.51 (4.46)	\$3.49 (.54)	\$3.17 (.40)	48%	16%	14%
11	-\$3.06 (2.39)	\$3.40 (.47)	\$3.12 (.34)	-15%	16%	15%
12	\$21.64 (10.52)	\$3.47 (.51)	\$3.67 (.34)	102%	16%	17%
13	-\$1.65 (1.47)	\$3.06 (.45)	\$3.21 (.33)	-8%	14%	15%
Average	\$2.15	\$3.84	\$3.88	10%	18%	19%

* Travel time in scenario 1 was not subdivided into congested and uncongested components. For this scenario, the travel-time coefficient is the effect of total travel time.

** These values of time estimates are based on price and/or time coefficients that are not statistically different from zero.

^a Standard errors for the ratio of two normally distributed random variables are based on an approximation given by M. G. Kendall and A. Stuart, *Advanced Theory of Statistics* (1977).

- W celu uchylenia założenia o braku podobieństwa alternatyw (braku skorelowania błędów) oszacowano model mieszany
- Skorelowanie jest efektem heterogeniczności względem czasu i kosztu podróży.

- Warunkowe prawdopodobieństwo wyboru alternatywy j przez osobę i

$$Q_{ij}(\beta_i) = \frac{e^{\beta_i x_{ij}}}{\sum_{j=1}^J e^{\beta_i x_{ij}}}$$

- Aby uzyskać bezwarunkowe prawdopodobieństwo należy zsumować wszystkie możliwe wartości β_i

$$Q_{ij}(\theta^*) = \int \frac{e^{\beta_i x_{ij}}}{\sum_{j=1}^J e^{\beta_i x_{ij}}} f(\beta_i | \theta^*) d\beta$$

- Funkcja wiarygodności

$$L(\theta) = \sum_{i=1}^N \ln \int \prod_{h=1}^{J-1} \frac{e^{\beta_i x_{ih}}}{\sum_{j=1}^J e^{\beta_i x_{ij}}} f(\beta_i | \theta^*) d\beta$$

TABLE 5.—MIXED LOGIT PARAMETER ESTIMATES BASED ON RANKINGS

Scenario	ln Price (cents)				ln Congested Time (min.)				Uncongested Time (min.)		Trucks on Road		Mean Willingness to Pay	90th Percentile WTP	10th Percentile WTP
	St. dev.		St. dev.		St. dev.		St. dev.		Coeff.	St. Dev.	Coeff.	St. Dev.			
	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ							
1*	1.592	0.078	0.178	0.087	1.075	0.112	0.203	0.155			0.399	0.055	\$3.71	\$5.06	\$2.53
2	1.532	0.050	0.121	0.074	1.433	0.067	0.001	0.473	0.048	0.089	0.297	0.035	\$5.47	\$6.34	\$4.66
3	1.187	0.095	0.061	0.327	0.999	0.139	0.347	0.074	0.049	0.094	0.294	0.035	\$5.29	\$7.81	\$3.16
4	1.834	0.075	0.268	0.069	1.529	0.091	0.159	0.162	0.080	0.153	0.357	0.046	\$4.64	\$6.59	\$2.97
5	1.962	0.065	0.250	0.067	1.495	0.087	0.165	0.156	0.063	0.107	0.450	0.055	\$3.93	\$5.52	\$2.56
6	1.699	0.078	0.068	0.242	1.184	0.136	0.360	0.115	0.048	0.089	0.596	0.081	\$3.83	\$5.73	\$2.24
7	1.868	0.074	0.179	0.100	1.420	0.113	0.190	0.124	0.053	0.090	0.587	0.074	\$3.97	\$5.36	\$2.74
8	1.786	0.076	0.251	0.095	1.160	0.142	0.451	0.132	0.059	0.105	0.530	0.068	\$3.66	\$6.21	\$1.66
9	1.843	0.066	0.127	0.118	1.445	0.089	0.149	0.177	-0.018	0.028	-0.082	0.009	\$4.11	\$5.18	\$3.13
10	1.814	0.092	0.249	0.084	1.180	0.153	0.205	0.264	-0.016	0.025	0.024	0.003	\$3.35	\$4.81	\$2.10
11	1.854	0.069	0.139	0.122	1.183	0.127	0.213	0.201	-0.010	0.016	-0.023	0.002	\$3.17	\$4.25	\$2.21
12	1.983	0.063	0.230	0.069	1.488	0.093	0.118	0.172	-0.025	0.037	-0.000	0.008	\$3.78	\$5.09	\$2.63
13	2.077	0.090	0.332	0.090	1.489	0.110	0.061	0.392	-0.015	0.021	0.102	0.010	\$3.53	\$5.13	\$2.16

μ and σ represent the estimated parameters for the coefficients specified to be randomly distributed; σ is not to be confused with the standard deviation of the parameter estimate μ . The standard deviations of the parameter estimates μ and σ are recorded in the columns headed "St. dev."

* Travel time in scenario 1 was not subdivided into congested and uncongested components. For this scenario, the travel-time coefficient is the effect of total travel time.

TABLE 6.—ORDERED LOGIT WILLINGNESS TO PAY; PARTIAL RANKINGS

Scenario	Fully Ranked	Top 8 Ranks	Top 5 Ranks
1*	\$3.62	\$3.72	\$4.31
2	\$5.43	\$5.35	\$5.26
3	\$5.17	\$5.20	\$5.88
4	\$4.34	\$4.92	\$5.17
5	\$3.84	\$4.20	\$4.17
6	\$3.72	\$3.81	\$4.33
7	\$3.85	\$3.92	\$3.91
8	\$3.35	\$3.41	\$3.93
9	\$3.88	\$4.11	\$4.77
10	\$3.22	\$3.61	\$3.99
11	\$3.10	\$3.45	\$3.85
12	\$3.71	\$4.01	\$3.77
13	\$3.19	\$3.33	\$3.63

* Travel time in scenario 1 was not subdivided into congested and uncongested components. For this scenario, the travel-time coefficient is the effect of total travel time.