

A fogyasztói termékválasztás sztochasztikus modellezése

Stochastic Modeling of Consumers' Product Choice

VERES ZOLTÁN

CSc, Pannon Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, e-mail: veres.zoltan@gtk.uni-pannon.hu

TARJÁN TAMÁS

CSc, Budapesti Gazdasági Egyetem, Kutatóközpont, e-mail: Tarjan.Tamas@uni-bge.hu

HARGITAI DÁVID MÁTÉ

PhD, Pannon Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, e-mail: hargitai.david@gtk.uni-pannon.hu

Absztrakt

A cikk célja, hogy multidiszciplináris forráselőzmények alapján feltárja az attribútumpreferencia-alapú termékválasztási magatartás egyes matematikai következményeit. A mögöttes preferenciák kinyilvánított preferenciákba történő átranzformálását az agyi preferenciafüggvénnyel modellezzük. Az agyi preferenciafüggvény eltér a főáramlattól két vonatkozásban. Az egyik az, hogy az összes attribútumhoz rendelünk mögöttes preferenciarangsorot, a másik, hogy a rangsorolás itt részbenrendezést is jelenthet. A függvény működésének megértéséhez a kísérletes módszert javasoljuk a kísérleti feltételek olyan manipulálásával, amellyel felerősíthetjük azokat a hatásokat, amelyek a választás inkonzisztenciáját eredményezik. Ilyen manipuláció a termékválasztási teszt leszűkítése a semleges attribútumokra. Egy pilot kísérlet igazolta, hogy a termékválasztás a döntési kontinuumon Markov-lánccal írható le. Az elemzés eredményeként megállapítható, hogy a Markov-modell képes két termékválasztási döntési magatartási szegmenst egy modellbe integrálni, és kielégítő módon leírni.

Kulcsszavak: preferenciafüggvény; szimuláció; termékválasztás

Köszönetnyilvánítás: A kutatást az NKFIH az OTKA K 116040 számú alapkutatói pályázat alapján támogatja.

Abstract

The paper aims to reveal some mathematical implications of the attribute preference-based product choice behaviour based on multidisciplinary sources. The transformation of underlying preferences into revealed preference order is modelled by the so-called brain-function. The brain-function differs from the mainstream in two respects. One is to assign underlying preferences to all the attributes, and the other is the ranking here may mean partial order, as well. To understand the functioning of the brain-function, we recommend experimenting with the manipulation of experimental conditions to amplify the effects that result in the inconsistency of choice. Such manipulation is a narrowing of the product choice test to neutral attributes. A pilot experiment proved that product choice could be described by Markov-chain on the decision continuum. In sum it is to conclude that Markov-chain is able to integrate two choice behavioral segments of consumers in one model and to describe them in an acceptable way.

Keywords: preference function; simulation; product choice

Acknowledgement: The research is supported by Hungarian Scientific Research Fund (No. OTKA K 116040) of National Research, Development and Innovation Office.

1. Bevezetés

Tanulmányunk a fogyasztói magatartás egyik kulcskategóriájával, a preferenciákkal foglalkozik. A fogyasztó termékválasztását meghatározó preferenciák modellezése és mérése hosszú ideje foglalkoztatja a kutatókat (néhány alapforrás időrendben: LANCASTER, 1971; JAIN et al., 1979; HAUSER – SHUGAN, 1980; WALSH - ROE 1987; MOORE - SEMENIK 1988; SRINIVASAN, 1988; GREEN - SRINIVASAN 1990; GREEN et al., 1993; TORRES - GREENACRE, 2002; NETZER et al., 2007; BOND et al., 2008; SCHOLZ et al., 2010; NETZER – SRINIVASAN, 2011). A sokattribútumos fogyasztói döntésekben szabályosságok és szabálytalanságok egyaránt megfigyelhetők. A témával foglalkozó különböző elméleti megközelítések erős versenyben vannak egymással, azonban egyik sem vált meghatározóvá. Szükség lenne tehát egy olyan konszenzusos matematikai modellre, amely a választás jelenségét a lehető legjobban általánosítva írja le. Tanulmányunk célja, hogy hozzájáruljunk az attribútumpreferencia-alapú termékválasztási magatartás egyes matematikai következményeinek feltárásához. Ehhez – szakítva a leegyszerűsítő modellekkel – meg kell értenünk a döntés valós természetét.

2. Egy javaslat: az egyéni (agyi) preferenciafüggvény

Az első lépés az, hogy leírjuk a kapcsolatot – egy általános matematikai keret feltételei mellett – a *mögöttes* és *kinyilvánított preferenciák* között, feltéve, hogy nem csak egy, hanem több *mögöttes preferencia* van. Annyi, amennyi az n tárgy/alternatíva figyelembe veendő attribútumainak a száma. A fogyasztók választási döntéseinél ezek az alternatívák jelentik a termék változatait és a mögöttes preferenciák tükrözik vissza az attribútumok összehasonlító (azaz relatív) hasznosságát. A modell matematikailag megegyezik a döntés- és szavazáselméletben jól ismert aggregálási problémával, amelyben egy rangsort kell előállítani több rangsorból, újszerűsége az, hogy a fogyasztó mögöttes preferenciáit a hagyományos vektoros értelmezéssel szemben többdimenziós mátrixformában képzeljük el. Feltételezzük, hogy a fogyasztók agya rendelkezik egy mögöttes preferencia-értékkel/rangsorral az összes k attribútum esetén: $[u_{ij}]_{n \times k}$. Ami az u hasznosság értéktartományát illeti, ordinális hasznosság esetén alkalmas egész számot jelent, míg kardinális hasznosság esetén u bármilyen valós szám lehet. Mindazonáltal az az álláspontunk, hogy csak az attribútumváltozatok ordinális rangsora a releváns. Végül az alany agya csak egy preferencia értéket/rangsort "aggregál" belőlük, amit általában *kinyilvánított preferenciának* nevezünk: $[r_i]_n \times 1$. Mind a *mögöttes*, mind a *kinyilvánított preferenciák* esetén feltételezzük, hogy azok *részbenrendezések* (vagy a gráfelmélet nyelvén megfogalmazva *tranzitív irányított gráfok*). A leképezés képletben az alábbi:

$$B : \begin{bmatrix} u_{11} & \Lambda & u_{1j} & \Lambda & u_{1k} \\ M & O & M & O & M \\ u_{i1} & \Lambda & u_{ij} & \Lambda & u_{ik} \\ M & O & M & O & M \\ u_{n1} & \Lambda & u_{nj} & \Lambda & u_{nk} \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} r_1 \\ M \\ r_i \\ M \\ r_n \end{bmatrix}$$

A fenti elrendezésben az alany n objektumra vonatkozó *mögöttes preferencia* értéke/rangsorszáma a j -edik attribútumnak megfelelő j -edik (u_j) oszlopvektorban található, amelyből alany agya állít elő egy (r) *kinyilvánított preferencia* érték/rangsor-vektort, egy B mátrix \rightarrow vektor leképezés által. Jegyezzük meg, hogy a mögöttes preferenciák kinyilvánított

preferenciákba történő átranzformálásának modellezésével a fenti ún. agyi preferenciafüggvény pusztán egy matematikai leképezést jelent anélkül, hogy megmagyaráznánk azt. Hangsúlyozzuk tehát, hogy célunk nem a leképezés konkrét formulaszerű definiálása, ugyanis az egyértelműen nem kvantifikálható. Koncepciónk az, hogy a kutatók feladata, hogy egy multidiszciplináris keretben feltárják/leírják az agyi preferenciafüggvény működését különféle helyzetekben. Így például a fogyasztói választási feladatok megoldásának idegtudományi (neuroscience) kísérleti eredményei közelebb vihetnek a leképezés feltáráshoz annak korlátozott kvantifikálhatóságával.

2.1. Intranszitivitás az agyi preferenciafüggvénnyel kapcsolatosan

Az agyi preferenciafüggvény eltér a főáramlattól két fontos vonatkozásban. Az egyik az, hogy a *mögöttes preferencia értékelés/rangsor* hagyományos felfogásával szemben, ahol csak egy (aggregált) *preferencia értékelést/rangsorolást* feltételezünk, itt az összes k attribútumhoz rendelünk *mögöttes preferencia értékelést/rangsorolást*, ezzel modellezve a választást megelőző attribútum konfliktusok lehetőségét. A jóléti közgazdaságtanból ismert Káldor-Scitovsky kritériumok (próbák) és az agyi preferenciafüggvény közötti nyilvánvaló matematikai párhuzamok ellenére esetünkben nem az egyéni preferenciák közösségi szintű aggregálását, hanem az egyén több termékattribútumra vonatkozó mögöttes preferenciáinak egy kinyilvánított preferenciába történő transzformálását modellezzük. Megjegyezzük, hogy ebben a modellben a költségvetési korlát nem jelenik meg. Másrészt a rangsorolás nálunk már nemcsak teljes rendezést, de részbenrendezést is jelenthet. Az utóbbi felveti az *intranszitivitás* kezelhetőségének kérdését is.

Jegyezzük meg, hogy még ha a B mátrix oszlopai (azaz a *mögöttes preferenciák*) teljes rendezést alkotnak is (vagyis a gráfelmélet nyelvén tranzitív körmérkőzések), a kinyilvánított preferencia sorrend csak egy irányított gráf. Matematikailag kifejezve a fenti B mátrix \rightarrow vektor leképezés (agyai preferenciafüggvény) nem feltétlenül őrzi meg a tranzitivitást a *mögöttes preferenciáknak egy kinyilvánított preferenciába* való leképezése során. Ennek a megjegyzésnek a fontosságát az adja, hogy – TVERSKY alpművének köszönhetően – 1969 óta bebizonyosodott, hogy olyan kísérleti helyzetet is létre lehet hozni, amelyben az egyének az intranszitiv preferenciák következetes mintáit nyilvánítják ki (SHAFIR, 2004).

2.2. Markáns és semleges attribútumok

Az agyi preferenciafüggvény működésének megértéséhez – a döntésszichológia tudományos gyakorlatához hasonlóan – a *kísérletes módszerek* vihetnek közelebb. A kísérletekben a mögöttes preferenciákkal „érkező” kísérleti alanyok szimulált vagy valós környezetű termékválasztások során nyilvánítják ki szituatív preferenciáikat. A választási döntés feltételeinek manipulálásával egyrészt csökkenthetjük a kísérleti alanyok mentális terhelését, másrészt felerősíthetjük azokat a hatásokat, amelyek a választás inkonzisztenciáját eredményezik.

Ez támasztja alá, hogy – az inkonzisztens választási mechanizmus erősítése érdekében – *vizsgálatunkat a kevésbé extrém, kevésbé markáns, ún. semleges attribútumokra korlátozzuk*. Ennek a megoldásnak „járulékos haszna” a másik oldalról nézve, hogy a magas illetve csekély attribútum-fontosságokból származó döntési evidenciák hatását is kiszűrjük. A kísérlet ilyen manipulálásával a nyilvánvaló választások (azaz a könnyű feladat) gyakoriságát drasztikusan le tudjuk csökkenteni, miután a markánsan különböző attribútum hasznosságok

közötti választás kis mentális terhelést jelent, így az egyértelműen, konzisztens módon teljesíthető lenne.

Az attribútumok markáns vagy semleges jellege az egyén szintjén a fontosságok értékelésével tárható fel. Ehhez a Q-módszerből, közelebbről a kényszerválasztásos Q-rácsból kölcsönözhetjük a módszertant (STEPHENSON, 1953; BROWN, 1966). A Q-módszernél a válaszadóknak az összes attribútumot be kell vonniuk ("rate all"), és minden egyes fontossági szinthez rögzített számú attribútumot kell hozzárendelniük. Ezzel a módszerrel minden résztvevő ugyanannyi közömbös/semleges attribútum dimenziót fog kiválasztani. A kiválasztott attribútumok eloszlása természetesen kísérleti személyenként eltérhet. Fontos módszertani megoldás lehet, hogy a szubjektív megítélésből származó eltéréseket a számítógépes kísérleti program megőrzi és egyéenként "viszi magával" a következő, szekvenciális páros összehasonlításon alapuló termékválasztási fázisba.

2.3 Egy pilot kísérlet

Az inkonzisztens preferenciák méréséhez egy $N=112$ elemű mintán számítógéppel támogatott pilot kísérletet végeztünk. A résztvevők feladata az volt, hogy egy termékcsoport változatai közötti preferenciáikat szekvenciális páros összehasonlítással nyilvánítsák ki. A kísérleti alanyainkat arra kértük, hogy egy komplex termék 11 attribútuma közül - a szerinte - a semlegesnél fontosabb 3-at és a kevésbé fontos 3-at válassza ki, így a középső oszlopban 5 attribútum marad. A megmaradt 5 tulajdonságból 9 reprezentáns, virtuális terméket „gyártunk”. A vizsgált termék esetén a termékváltozatok közül pseudo-random sorrendben $\binom{9}{2} = 36$ termékpárt mutatunk be, amelyek esetében a középben maradó 5 "semleges" attribútumból alkotott reprezentáns elemből bármely kettő, legalább 3 attribútumában különbözik. Így ezeket tekinthetjük pseudo-random pároknak. *Esetünkben a kísérlet ott ért véget, amikor a résztvevő már minden lehetséges 36 párt összehasonlított.*

A pilot kísérletből kiderült, hogy a mért intranzitív Δ -szögek számának eloszlása egy $\square = 0,153$ paraméterű exponenciális eloszláshoz illeszkedik [tisztá illeszkedésvizsgálat; $\chi^2 = 13,9$; $\chi^2_{0,05}(\text{kritikus}) = 33,9$]. Tegyük fel most, hogy ha az $N = 112$ -elemű kísérlet esetén összesen kapott 575 db intranzitív Δ -szög az elvileg lehetséges $\binom{9}{3} = 84$ helyre n és p paraméterű $B(n, p)$ binomiális eloszlást követ, akkor ennek empirikus valószínűségi paramétere $p = 575/(112 \cdot 84) = 6,11\%$ és $n = 84$, $\chi^2 = 51,3$, ahol a kritikus érték $\chi^2_{0,05}(\text{kritikus}) = 33,9$. Tehát az illeszkedési (null)hipotézist magas szinten el kell vetnünk. Jegyezzük meg, hogy a kísérletben a maximális gyakoriság az volt, hogy 18-an "hibátlanul" ($p_{k=0} = 18/112$), tehát intranzitív Δ -szögmentesen teljesítették a tesztet, 10-en csak egyszer "hibáztak" ($p_{k=1} = 10/112$) az összesen 36 lépésben, míg a tisztán binomiális eloszlás esetében ezen két esemény gyakorisága éppen nem a maximumon, hanem a minimális érték 0 és 3 között alakul. Tehát *jogos annak a hipotézisnek a felállítása, hogy a kísérleti alanyokat legalább két részre bontsuk, szegmentáljuk: 1) akik nagyon tudatosan átlátják és érvényesíteni tudják döntéseik során az ún. "mögöttes preferenciájukat" és azokra, 2) akik erre nem nagyon képesek, vagy ha tetszik, nem tartják fontosnak mindezt.*

Ennek modellezésére egy nagyon egyszerű sztochasztikus szabályt állítunk fel: egy "hibátlan" lépés után egy kisebb p valószínűséggel tételezzük fel (engedjük meg) a "hibázást" míg egy "hibás" lépés után megengedőbbek vagyunk, és egy nagyobb q valószínűséggel engedjük meg a "hibázást" (ahol tehát $0 \leq p \leq q \leq 1$). Így nem egy szokásos p paraméterű binomiális eloszlás áll fenn, hanem egy annál kissé bonyolultabb szabályt követünk¹⁷. A kérdés az, hogy ezzel a modell-módosítással sikerül-e feloldani az "ellentmondást", és közelebb kerülünk-e a valós empiriához? A binomiális eloszlást kissé általánosító $B(n, p, q)$ két (p, q) -paraméterű matematikai modellt, ahol p, q két adott valószínűség ($0 \leq p \leq q \leq 1$). Jegyezzük meg, hogy a binomiális eloszlás fenti kétparaméteres általánosítását stacionárius átmenetvalószínűségű (homogén) Markov-láncként is felfoghatjuk. E modell esetén a két ismert induló relatív gyakoriságból, azaz a $p_{k=0} = 18/112$ és $p_{k=1} = 10/112$ valószínűségekből egyszerű algebrai levezetéssel meghatározhatjuk a p és q paramétert. Azt kaptuk, hogy $p = 0,0215$ és $q = 0,710$. Miután kiszámítottuk a modell p és q paraméterét a 112-es kísérlet eredményeiből, a modell sztochasztikus szabályait követve lefuttattunk egy szimulációs számítást (egy milliót is meghaladó esetre), és azt kaptuk, hogy az illeszkedés mértéke itt már igen erős, hiszen az illesztési $\chi^2 = 7,7$ érték jóval kisebb a $\chi^2_{0,05}(\text{kritikus}) = 33,9$ értéknél.

3. Az eredmények értelmezése

A fenti elemzés eredményeit ábrázolva az 1. ábrán az intranzitív Δ -szögek számának gyakoriságfüggvényét (\bullet), és egy "fej-vagy-írásos" ($N = 998400$)-as random-teszt gyakoriságfüggvényének (x) összehasonlítását láthatjuk. A valós ($N = 112$)-es kísérlet gyakoriságfüggvénye (\bullet) tehát a két véglet, a jobboldali random un. "fej-vagy-írásos" teszt gyakoriságfüggvénye (x) és egy bal szélre eső (függőleges nyíl \uparrow) elméleti eloszlás között helyezkedik el, amely utóbbi olyan lenne, mintha egyáltalán nem fordulna elő intranzitív Δ -szög. Szemmel láthatóan a tényleges ($N = 112$)-es kísérlet gráfja 5,13-as átlaggal jóval közelebb van az origóban lévő, nullás átlagot jelentő bal oldali véglethez, mint a jobb oldali (x) 21-es átlagú un. random gráfhoz. A \bullet és x gráf a 13 db Δ -szögnél metszik egymást, azaz itt jól elválasztódnak.

A preferencia-alapú döntési kontinuum egyik végpontja tehát azt a tudatos fogyasztót képviseli, aki képes

- teljes mértékben kontrollálni a döntését,
- az attribútum hasznosságok ellentmondásmentes észlelésére,

következésképpen bármely szituációban képes konzisztens, azaz tranzitív döntések meghozatalára (ún. formális racionalitás jellemzi a választást). A kontinuum másik végére azt a fogyasztót helyezük, aki döntését minden megfontolás nélkül, teljesen random módon hozza meg. Ez utóbbi úgy dönt, mint egy pénzérme feldobásakor a fej-vagy-írás „választásakor”. A valós döntéshozatal, azaz a nem-végletes magatartás a két végpont között helyezkedik el, és Markov-lánccal írható le. Az elemzés eredményeként megállapítható, hogy a Markov-modell képes – alkalmasan választott két (p, q) paraméter segítségével – két termékválasztási döntési magatartási szegmenst egy modellbe integrálni, és kielégítő módon leírni.

¹⁷ Jegyezzük meg, hogy abban a speciális esetben, amikor $p = q$, akkor a jól ismert $B(n, p)$ binomiális eloszlásról van szó.

4. Összegzés

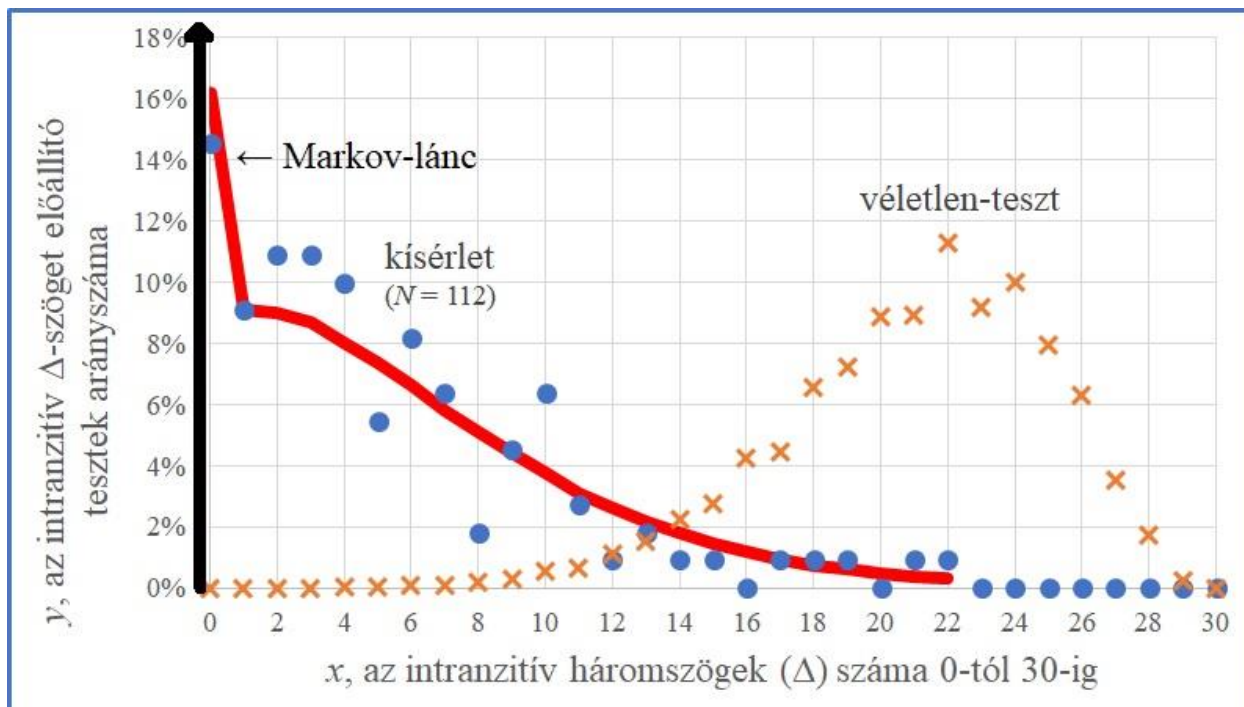
A mögöttes preferenciák és a kinyilvánított preferenciák kapcsolatának alapkérdése, hogy a teljesen vagy részben rendezett mögöttes preferenciák vezetnek-e, és ha igen, milyen feltételek mellett, intranzitív kinyilvánított preferenciákhoz. Megjegyezzük, hogy – ahogy azt pilot kísérletünk is igazolta - általánosságban nem állítható a fogyasztói viselkedés inkonzisztenciája (intranzitivitása). Szignifikáns arányban tapasztaltuk ugyanis a feladat tranzitív megoldását is.

Az agyi preferenciafüggvény számos dimenziót megenged, tkp. annyit, ahány észlelhető és mérhető termék-attribútum számításba vehető. Ebben a modellben a mögöttes preferencia egy általánosabb, sokdimenziós érték/rangsor. Az agyi preferenciafüggvény lehet mind determinisztikus mind sztochasztikus mapping, más szavakkal a mögöttes preferenciából megnyilvánuló választás természeténél fogva lehet determinisztikus és sztochasztikus.

A marketinggyakorlat nézőpontjából az empirikus kutatásunk eredményének tanulsága az lehet, hogy alapvetően két fogyasztói döntési szegmenst célszerű megcélzni. Az egyik, amelyik törekszik a tudatos döntéshozatalra, a másik magatartási csoport pedig hajlamos az esetleges (ad hoc) választásra. A marketing menedzsment számára egymástól eltérő befolyásoló eszközök állnak rendelkezésre e két szegmens elérésére.

1. ábra:

Intranzitív háromszögek számának az (N=112)-es kísérletben és egy "fej-vagy-írásos" (N = 998400) random-teszt gyakoriságfüggvényének összehasonlítása



Forrás: saját szerkesztés

Kutatásmódszertani nézőpontból megállapítható, hogy a modell működésének vizsgálatához a preferencia-alapú attribútum-választás szimulációja vihet közelebb. Ehhez olyan kísérleti eljárások kidolgozására van szükség, ahol a termékvariánsok összehasonlítását

még kezelhető mentális terhelés mellett kell a kísérleti alanyoknak végrehajtaniuk. A multiattributív választási döntések jelentős nehézségei miatt célszerűnek látszik az attribútumkészlet szisztematikus minimalizálása. A cikkben egy ilyen kísérleti manipulációra teszünk javaslatot.

Irodalomjegyzék

Bond, S. D. - Carlson, K. A. - Keeney, R. L. (2008): Generating objectives: Can decision makers articulate what they want? *Management Science*, 54 (1), 56–70.

Brown S. R. (1966): The history and principles of Q methodology in psychology and the social sciences, *Qualitative Health Research*, 6 (4), 561-7.

Green, P. E. - Krieger, A. M. - Agarwal, M. K. (1993): A cross validation test of four models for quantifying multiattribute preferences, *Marketing Letters*, 4 (4), 369-380.

Green, P. E. - Srinivasan, V. (1990): Conjoint Analysis in Marketing: New Developments with Implications for Research and Practice, *Journal of Marketing*, 54 (4), 3-19.

Hauser, J. R. - Shugan, S. N. (1980): Intensity Measures of Consumer Preference, *Operations Research*, 28 (2), 278-320.

Jain, A. K. - Mahajan, V. - Malhotra, N. K. (1979): Multiattribute Preference Models For Consumer Research: a Synthesis, in *NA - Advances in Consumer Research*, Vol. 06, ed. William L. Wilkie, Ann Arbor, MI: Association for Consumer Research, 248-252.

Moore, W. L. - Semenik, R. J. (1988): Measuring preferences with hybrid conjoint analysis: The impact of a different number of attributes in the master design, *Journal of Business Research*, 16 (3), 261-274.

Netzer, O. - Srinivasan, V. (2011): Adaptive Self-Explication of Multiattribute Preferences, *Journal of Marketing Research*. 48 (1), 140-156.

Netzer, O. - Toubia, O. - Bradlow, E. T. - Dahan, E. - Evgeniou, Th. - Feinberg, F. M. - Feit, E. M. - Hui, S. K. - Johnson, J. - Liechty, J. C. - Orlin, J. B. - Rao, V. R. (2007): Beyond Conjoint Analysis: Advances in Preference Measurement, Manuscript, Seventh Triennial Invitational Choice Symposium, "Choices Under Restrictions," hosted by the Wharton School, University of Pennsylvania, June 2007

Scholz, S. W. - Meissner, M. - Decker, R. (2010): Measuring Consumer Preferences for Complex Products: A Compositional Approach Based on Paired Comparisons, *Journal of Marketing Research*. 47 (4), 685-698.

Shafir, E. (ed.) (2004): *Preference, Belief, and Similarity. Selected Writings by Amos Tversky*, A Bradford Book, Cambridge, Massachusetts: The MIT Press

Srinivasan, V. (1988): A conjunctive-compensatory approach to the self-application of

multiattributed preferences, *Decision Sciences*, 19 (2), 295–305.

Stephenson, W. (1953): *The study of behavior: Q-technique and its methodology*, Chicago (IL): University of Chicago Press

Torres, A. - Greenacre, M. (2002): Dual scaling and correspondence analysis of preferences, paired comparisons and ratings, *International Journal of Research in Marketing*, 19 (4), 401-405.

Tversky, A. (1969): The intransitivity of preferences, *Psychological Review*, 76, 31–48.

Walsh, J. - Roe, P. (1987): Preference modelling: conjoint analysis and multi-attribute models, *Irish Marketing Review*, 2, 126-137.