

PRACE NAUKOWE

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

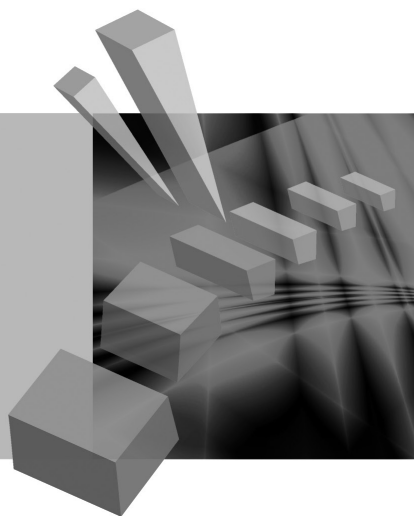
RESEARCH PAPERS

of Wrocław University of Economics

278

Taksonomia 20

Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania



Redaktorzy naukowi

Krzysztof Jajuga

Marek Walesiak



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2013

Redaktor Wydawnictwa: Aleksandra Śliwka

Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz

Korektor: Barbara Cibis

Łamanie: Małgorzata Czupryńska

Projekt okładki: Beata Dębska

Publikacja jest dostępna w Internecie na stronach:

www.ibuk.pl, www.ebscohost.com,

The Central and Eastern European Online Library www.ceeol.com,

a także w adnotowanej bibliografii zagadnień ekonomicznych BazEkon

http://kangur.uek.krakow.pl/bazy_ae/bazekon/nowy/index.php

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania znajdują się

na stronie internetowej Wydawnictwa

www.wydawnictwo.ue.wroc.pl

Tytuł dofinansowany ze środków Narodowego Banku Polskiego

oraz ze środków Sekcji Klasyfikacji i Analizy danych PTS

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie

wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

Wrocław 2013

ISSN 1899-3192 (Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu)

ISSN 1505-9332 (Taksonomia)

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk: Drukarnia TOTEM

Spis treści

Wstęp	9
Józef Pocięcha: Wskaźniki finansowe a klasyfikacyjne modele predykcji upadłości firm	15
Eugeniusz Gatnar: Analiza miar adekwatności rezerw walutowych	23
Marek Walesiak: Zagadnienie doboru liczby klas w klasyfikacji spektralnej	33
Joanicjusz Nazarko, Joanna Ejdyś, Anna Kononiuk, Anna M. Olszewska: Analiza strukturalna jako metoda klasyfikacji danych w badaniach foresight	44
Andrzej Bąk: Metody porządkowania liniowego w polskiej taksonomii – pakiet <code>pllord</code>	54
Aleksandra Łuczak, Feliks Wysocki: Zastosowanie mediany przestrzennej Webera i metody TOPSIS w ujęciu pozycyjnym do konstrukcji syntetycznego miernika poziomu życia	63
Ewa Roszkowska: Zastosowanie rozmytej metody TOPSIS do oceny ofert negocjacyjnych	74
Jacek Batóg: Analiza wrażliwości metody ELECTRE III na obserwacje nietypowe i zmianę wartości progowych	85
Jerzy Korzeniewski: Modyfikacja metody HINoV selekcji zmiennych w analizie skupień	93
Małgorzata Markowska, Danuta Strahl: Wykorzystanie referencyjnego systemu granicznego do klasyfikacji europejskiej przestrzeni regionalnej ze względu na filar inteligentnego rozwoju – kreatywne regiony	101
Elżbieta Sobczak: Inteligentne struktury pracujących a efekty strukturalne zmian zatrudnienia w państwach Unii Europejskiej.....	111
Elżbieta Gołata, Grażyna Dehnel: Rozbieżności szacunków NSP 2011 i BAEL.....	120
Iwona Foryś: Wykorzystanie analizy historii zdarzeń do badania powtórnych sprzedaży na lokalnym rynku mieszkaniowym	131
Hanna Dudek, Joanna Landmesser: Wpływ relatywnej deprivacji na subiektywne postrzeganie dochodów.....	142
Grażyna Łaska: Syntaksonomia numeryczna w klasyfikacji, identyfikacji i analizie przemian zbiorowisk roślinnych	151
Magdalena Osińska, Marcin Faldziński, Tomasz Zdanowicz: Analiza zależności między procesami fundamentalnymi a rynkiem kapitałowym w Chinach	161

Andrzej Bąk, Tomasz Bartłomowicz: Mikroekonometryczne modele wielomianowe i ich zastosowanie w analizie preferencji z wykorzystaniem programu R	169
Andrzej Dudek, Bartosz Kwaśniewski: Przetwarzanie równoległe algorytmów analizy skupień w technologii CUDA	180
Michał Trzęsiok: Wycena rynkowej wartości nieruchomości z wykorzystaniem wybranych metod wielowymiarowej analizy statystycznej	188
Joanna Trzęsiok: Wybrane symulacyjne techniki porównywania nieparametrycznych metod regresji.....	197
Artur Mikulec: Kryterium Mojeny i Wisharta w analizie skupień – przypadek skupień o różnych macierzach kowariancji	206
Artur Zaborski: Analiza <i>unfolding</i> z wykorzystaniem modelu grawitacji	216
Justyna Wilk: Identyfikacja obszarów problemowych i wzrostowych w województwie dolnośląskim w zakresie kapitału ludzkiego	225
Karolina Bartos: Analiza ryzyka odejścia studenta z uczelni po uzyskaniu dyplomu licencjata – zastosowanie sieci MLP	236
Ewa Genge: Segmentacja uczestników Industriady z wykorzystaniem analizy klas ukrytych	246
Izabela Kurzawa: Wielomianowy model logitowy jako narzędzie identyfikacji czynników wpływających na sytuację mieszkaniową polskich gospodarstw domowych	254
Marek Lubicz, Maciej Zięba, Konrad Pawelczyk, Adam Rzechonek, Jerzy Kołodziej: Modele eksploracji danych niezbilansowanych – procedury klasyfikacji dla zadania analizy ryzyka operacyjnego.....	262
Aleksandra Łuczak: Zastosowanie rozmytej hierarchicznej analizy w tworzeniu strategii rozwoju jednostek administracyjnych	271
Marcin Pelka: Rozmyta klasyfikacja spektralna c -średnich dla danych symbolicznych interwałowych	282
Małgorzata Machowska-Szewczyk: Klasyfikacja obiektów reprezentowanych przez różnego rodzaju cechy symboliczne	290
Ewa Chodakowska: Indeks Malmquista w klasyfikacji podmiotów gospodarczych według zmian ich względnej produktywności działania	300
Beata Bieszk-Stolorz, Iwona Markowicz: Wykorzystanie modeli proporcjonalnego i nieproporcjonalnego hazardu Coxa do badania szansy podjęcia pracy w zależności od rodzaju bezrobocia	311
Marcin Salamaga: Weryfikacja teorii poziomu rozwoju gospodarczego J.H. Dunninga w ujęciu sektorowym w wybranych krajach Unii Europejskiej	321
Justyna Wilk, Michał Bernard Pietrzak, Stanisław Matusik: Sytuacja społeczno-gospodarcza jako determinanta migracji wewnętrznych w Polsce.	330
Hanna Gruchociak: Delimitacja lokalnych rynków pracy w Polsce na podstawie danych z badania przepływów ludności związanych z zatrudnieniem	343

Radosław Pietrzyk: Efektywność inwestycji polskich funduszy inwestycyjnych z tytułu doboru papierów wartościowych i umiejętności wykorzystania trendów rynkowych	351
Sabina Denkowska: Procedury testowań wielokrotnych	362

Summaries

Józef Pocięcha: Financial ratios and classification models of bankruptcy prediction	22
Eugeniusz Gatnar: Analysis of FX reserve adequacy measures	32
Marek Walesiak: Automatic determination of the number of clusters using spectral clustering	43
Joanicjusz Nazarko, Joanna Ejdys, Anna Kononiuk, Anna M. Olszewska: Structural analysis as a method of data classification in foresight research	53
Andrzej Bąk: Linear ordering methods in Polish taxonomy – pllord package	62
Aleksandra Łuczak, Feliks Wysocki: The application of spatial median of Weber and the method TOPSIS in positional formulation for the construction of synthetic measure of standard of living	73
Ewa Roszkowska: Application of the fuzzy TOPSIS method to the estimation of negotiation offers.....	84
Jacek Batóg: Sensitivity analysis of ELECTRE III method for outliers and change of thresholds	92
Jerzy Korzeniewski: Modification of the HINoV method of selecting variables in cluster analysis	100
Małgorzata Markowska, Danuta Strahl: Implementation of reference limit system for the European regional space classification regarding smart growth pillar – creative regions	110
Elżbieta Sobczak: Smart workforce structures versus structural effects of employment changes in the European Union countries	119
Elżbieta Gołata, Grażyna Dehnel: Divergence in National Census 2011 and LFS estimates.....	130
Iwona Foryś: Event history analysis in the resale study on the local housing market	141
Hanna Dudek, Joanna Landmesser: Impact of the relative deprivation on subjective income satisfaction	150
Grażyna Łaska: Numerical syntaxonomy in classification, identification and analysis of changes of secondary communities	160
Magdalena Osińska, Marcin Faldziński, Tomasz Zdanowicz: Analysis of relations between fundamental processes and capital market in China.....	166
Andrzej Bąk, Tomasz Bartłomowicz: Microeconomic polynomial models and their application in the analysis of preferences using R program.....	179

Andrzej Dudek, Bartosz Kwaśniewski: Parallel processing of clustering algorithms in CUDA technology	187
Michał Trzęsiok: Real estate market value estimation based on multivariate statistical analysis	196
Joanna Trzęsiok: On some simulative procedures for comparing nonparametric methods of regression.....	205
Artur Mikulec: Mojena and Wishart criterion in cluster analysis – the case of clusters with different covariance matrices	215
Artur Zaborski: Unfolding analysis by using gravity model	224
Justyna Wilk: Determination of problem and growth areas in Dolnośląskie Voivodship as regards human capital.....	235
Karolina Bartos: Risk analysis of bachelor students' university abandonment – the use of MLP networks	245
Ewa Genge: Clustering of industrial holiday participants with the use of latent class analysis.....	253
Izabela Kurzawa: Multinomial logit model as a tool to identify the factors affecting the housing situation of Polish households.....	261
Marek Lubicz, Maciej Zięba, Konrad Pawelczyk, Adam Rzechonek, Jerzy Kołodziej: Modelling class imbalance problems: comparing classification approaches for surgical risk analysis	270
Aleksandra Łuczak: The application of fuzzy hierarchical analysis to the evaluation of validity of strategic factors in administrative districts.....	281
Marcin Pełka: A spectral fuzzy c-means clustering algorithm for interval-valued symbolic data	289
Małgorzata Machowska-Szewczyk: Clustering algorithms for mixed-feature symbolic objects	299
Ewa Chodakowska: Malmquist index in enterprises classification on the basis of relative productivity changes	310
Beata Bieszk-Stolorz, Iwona Markowicz: Using proportional and non proportional Cox hazard models to research the chances for taking up a job according to the type of unemployment	320
Marcin Salamaga: Verification J.H. Dunning's theory of economic development by economic sectors in some EU countries	329
Justyna Wilk, Michał Bernard Pietrzak, Stanisław Matusik: Socio-economic situation as a determinant of internal migration in Poland	342
Hanna Gruchociak: Delimitation of local labor markets in Poland on the basis of the employment-related population flows research.....	350
Radosław Pietrzyk: Selectivity and timing in Polish mutual funds performance measurement	361
Sabina Denkowska: Multiple testing procedures.....	369

Artur Zaborski

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

ANALIZA UNFOLDING Z WYKORZYSTANIEM MODELU GRAWITACJI

Streszczenie: W artykule zaprezentowano modyfikację wielowymiarowej analizy *unfolding* poprzez wykorzystanie w jej konstrukcji funkcji grawitacji. Modyfikacja ta pozwala na uwzględnienie w analizie dodatkowych czynników (takich jak udział w rynku lub lojalność względem marki), które mają wpływ na oceny preferencji respondentów. W klasycznej analizie *unfolding* udział ten jest ignorowany lub przyjmuje się, że jest on taki sam dla wszystkich obiektów.

Słowa kluczowe: *unfolding*, model grawitacyjny, analiza preferencji.

1. Wstęp

Jedną z metod skalowania wielowymiarowego najczęściej wykorzystywanych w badaniach preferencji jest analiza *unfolding*. Jej celem jest odkrycie, na podstawie danych preferencji, wspólnej przestrzeni punktów reprezentujących respondentów i badane obiekty.

W klasycznej analizie *unfolding* przyjmuje się założenie, że preferencje wszystkich respondentów determinowane są przez takie same wymiary, a każdy respondent posiada w przestrzeni swoje najbardziej preferowane miejsce (punkt idealny), które jest traktowane jako punkt odniesienia do oceny preferencji obiektów poprzez porównanie odległości punktów reprezentujących obiekty od punktu idealnego.

Mimo że w wielu przypadkach preferencje konsumentów są pod silnym wpływem wielkości udziału w rynku poszczególnych marek, w modelach punktu idealnego udział ten jest ignorowany lub przyjmuje się, że jest on taki sam dla wszystkich obiektów.

Celem artykułu jest przedstawienie modyfikacji procedury skalowania wielowymiarowego w analizie *unfolding* poprzez wykorzystanie w jej konstrukcji funkcji grawitacji. Modyfikacja ta pozwala na uwzględnienie w analizie dodatkowych czynników (takich jak np. udział w rynku badanych marek), które mają wpływ na oceny preferencji respondentów.

2. Podstawy analizy *unfolding*

Celem analizy *unfolding* jest znalezienie dla ustalonych ocen preferencji f_{ij} i -tego respondenta względem j -tego obiektu ($i = 1, \dots, N$; $j = 1, \dots, n$) takiego odwzorowania φ , dla którego:

$$d_{ij} \approx \hat{d}_{ij} = \varphi(f_{ij}), \quad (1)$$

gdzie: $d_{ij} = \sqrt{\sum_{a=1}^r (x_{ja} - y_{ia})^2}$ – odległość między $\mathbf{x}_j = (x_{j1}, \dots, x_{jn})$ a

$$\mathbf{y}_i = (y_{i1}, \dots, y_{iN}),$$

x_{ja} – a -ta współrzędna punktu reprezentującego j -ty obiekt,

y_{ia} – a -ta współrzędna punktu reprezentującego i -tego respondenta,

\hat{d}_{ij} – monotoniczna funkcja regresji między d_{ij} a f_{ij} .

Dla ocen preferencji mierzonych na skali porządkowej funkcja φ spełnia zależność [Takane, Young, de Leeuw 1977]:

$$f_{ij} < f_{i'j'} \Rightarrow \hat{d}_{ij} \leq \hat{d}_{i'j'}. \quad (2)$$

W analizie *unfolding* współrzędne punktów \mathbf{X} i \mathbf{Y} są wyznaczone tak, aby minimalizowały wartość funkcji dopasowania STRESS¹:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i < j} (d_{ij} - \hat{d}_{ij})^2}{\sum_{i < j} d_{ij}^2}}. \quad (3)$$

Najbardziej powszechną metodą wyznaczania w kolejnych cyklach iteracyjnych konfiguracji punktów w analizie *unfolding* jest transformacja Guttmana. W wyniku jej zastosowania współrzędne punktów po K -tym cyklu iteracyjnym wynoszą [Borg, Groenen 2005, s. 298]:

$$\begin{aligned} \mathbf{X}^K &= \mathbf{V}_{11}^+ [\mathbf{B}_{11}(\mathbf{X}^*, \mathbf{Y}^*)\mathbf{X}^* + \mathbf{B}_{12}(\mathbf{X}^*, \mathbf{Y}^*)\mathbf{Y}^*] \\ \mathbf{Y}^K &= \mathbf{V}_{22}^+ [\mathbf{B}_{12}(\mathbf{X}^*, \mathbf{Y}^*)^T \mathbf{X}^* + \mathbf{B}_{22}(\mathbf{X}^*, \mathbf{Y}^*)\mathbf{Y}^*], \end{aligned} \quad (4)$$

gdzie: $[\mathbf{V}_{11}^+]_{n \times n} = N^{-1}(\mathbf{I} - (n + N)^{-1}\mathbf{1}\mathbf{1}^T)$,

¹ Inne postacie funkcji dopasowania prezentują m.in. [Borg, Groenen 2005, s. 251-253; Zaborski 2001, s. 53].

$$[\mathbf{V}_{22}^+]_{N \times N} = n^{-1}(\mathbf{I} - (n + N)^{-1} \mathbf{1}\mathbf{1}^T),$$

$\mathbf{1}$ – kolumnowy wektor jedynek,

$$\mathbf{B}_{12}(\mathbf{X}^*, \mathbf{Y}^*) - \text{macierz o elementach } b_{ij} = \begin{cases} \frac{-f_{ij}}{d_{ij}(\mathbf{X}^*, \mathbf{Y}^*)} & \text{dla } d_{ij}(\mathbf{X}^*, \mathbf{Y}^*) \neq 0 \\ 0 & \text{dla } d_{ij}(\mathbf{X}^*, \mathbf{Y}^*) = 0 \end{cases},$$

$$\mathbf{B}_{11}(\mathbf{X}^*, \mathbf{Y}^*) - \text{diagonalna macierz o elementach } b_{ii} = -\sum_j b_{ij},$$

$$\mathbf{B}_{22}(\mathbf{X}^*, \mathbf{Y}^*) - \text{diagonalna macierz o elementach } b_{jj} = -\sum_i b_{ij},$$

$\mathbf{X}^*, \mathbf{Y}^*$ – macierze \mathbf{X} i \mathbf{Y} wyznaczone w $K - 1$ cyklu iteracyjnym.

3. Model grawitacyjny w analizie preferencji

W klasycznej analizie *unfolding* przyjmuje się założenie, że preferencje wszystkich respondentów determinowane są przez takie same wymiary. Nie uwzględnia się jednak pewnych czynników, które mają wpływ na preferencje. Jednym z takich czynników może być udział w rynku różnych marek. Konsumenci mogą bardziej preferować produkty powszechne, sprawdzone, gdzie w przypadku sprzętu elektronicznego czy samochodów spodziewają się większej dostępności części zamiennych lub serwisu. Z drugiej strony, jeżeli np. preferencje mierzone są wielkością zakupów danej marki, na oceny preferencji może wpływać wielkość dochodów lub liczba dzieci w gospodarstwie domowym. Ponadto inaczej kształtują się preferencje młodych gospodarstw domowych, a inaczej gospodarstw „dojrzałych”.

Te dodatkowe czynniki w modelu grawitacyjnym określa się jako masy. W zależności od tego, czy są to czynniki wynikające z własności badanych obiektów czy respondentów, będziemy je nazywać masą obiektu bądź masą respondenta.

Model grawitacyjny określony jest równaniem (por. [DeSarbo i in. 2002]):

$$f_{ij} = \varphi_i \left(\frac{M_j^\beta S_i^\alpha}{d_{ij}^2} \right), \quad (5)$$

gdzie: f_{ij} – ocena preferencji i -tego respondenta względem j -tego obiektu,
 φ_i – pewna monotonicznie niemalejąca funkcja dla i -tego respondenta,

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{a=1}^r (x_{ja} - y_{ia})^2} - \text{odległość między } \mathbf{x}_j \text{ a } \mathbf{y}_i,$$

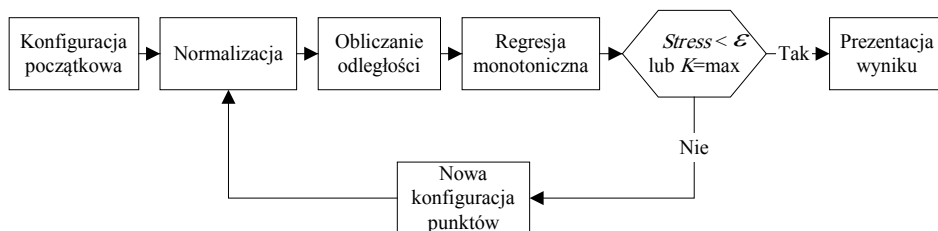
- M_j – masa j -tego obiektu (np. udział w rynku, wartość marki),
- S_i – masa i -tego respondenta (np. wielkość dochodu, lojalność względem marki),
- β i χ – parametry masy.

W modelu grawitacyjnym przyjmujemy założenie, że oceny preferencji są wprost proporcjonalne do iloczynu mas obiektu i respondenta, a odwrotnie proporcjonalne do odległości między punktem respondenta a punktem obiektu na mapie percepcyjnej.

Ponieważ w pracy skoncentrowano się na niemetrycznej analizie *unfolding*, w której oceny preferencji mierzone są na skali porządkowej, w dalszej części pominięto masę respondenta i przyjęto, że parametr masy obiektu jest równy 1.

4. Algorytm grawitacyjnej analizy *unfolding*

Algorytm analizy *unfolding* z wykorzystaniem modelu grawitacji ma charakter iteracyjny i jest analogiczny jak w przypadku innych metod skalowania wielowymiarowego. Kolejne etapy analizy prezentuje rys. 1.



Rys. 1. Algorytm analizy *unfolding*

Źródło: opracowano na podstawie [Zaborski 2001, s. 65].

Dla ustalonych M_j oraz ocen preferencji f_{ij} wyznacza się kwadraty odległości:

$$d_{ij}^2 = \frac{M_j}{f_{ij}}. \tag{6}$$

Jeżeli wielkości M_j nie są znane, wtedy przyjmuje się, że $\forall_j M_j = 1$.

Następnie dla macierzy $\mathbf{C} = [d_{ij}]$ przeprowadza się jej dekompozycję według wartości własnych:

$$\mathbf{C} = \mathbf{U}\mathbf{A}\mathbf{V}^T, \tag{7}$$

Gdzie: $\Lambda = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_r)$ jest diagonalną macierzą wartości własnych macierzy \mathbf{A} , przy czym $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_r$. \mathbf{U} jest macierzą wektorów własnych macierzy $\mathbf{C}\mathbf{C}^T$, odpowiadających wartościom własnym $\lambda_1^2, \lambda_2^2, \dots, \lambda_r^2$. Natomiast \mathbf{V} jest macierzą wektorów własnych macierzy $\mathbf{C}^T\mathbf{C}$ odpowiadających tym samym wartościom własnym.

Konfiguracje początkowe $\mathbf{X}^{(0)}$ punktów reprezentujących obiekty oraz punktów idealnych $\mathbf{Y}^{(0)}$ wyznaczone są jako:

$$\begin{aligned}\mathbf{X}^{(0)} &= \mathbf{V}\Lambda^{1/2} \\ \mathbf{Y}^{(0)} &= \mathbf{U}\Lambda^{1/2}\end{aligned}\quad (8)$$

Współrzędne punktów konfiguracji wspólnej należy znormalizować tak, aby w każdym cyklu iteracyjnym ich środek ciężkości znajdował się w początku układu współrzędnych, a średni kwadrat odległości punktów od początku układu współrzędnych był równy 1, tzn.:

$$\begin{aligned}\sum_{j=1}^n x_{ja} + \sum_{i=1}^N y_{ia} &= 0 \quad (a = 1, \dots, r) \\ \sum_{j=1}^n \sum_{a=1}^r x_{ja}^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{a=1}^r y_{ia}^2 &= n + N\end{aligned}\quad (9)$$

Dla znormalizowanej konfiguracji punktów oblicza się odległości d_{ij} oraz, na podstawie równania (6), wartości F_{ij} .

Ponieważ oceny preferencji f_{ij} są mierzone na skali porządkowej, poszukuje się wartości $\hat{F}_{ij} \approx F_{ij}$ spełniających warunek monotoniczności: $f_{ij} \succ f_{i'j'} \Rightarrow \hat{F}_{ij} \geq \hat{F}_{i'j'}$, przy jednoczesnej minimalizacji wartości wyrażenia $\sum_{j=1}^n (F_{ij} - \hat{F}_{ij})^2$ dla każdego $i = 1, \dots, N$.

W kolejnym etapie należy wyznaczyć wartość funkcji dopasowania STRESS w postaci [Imaizumi 2005]:

$$S = \sqrt{\frac{1}{N} \frac{\sum_{j=1}^n (F_{ij} - \hat{F}_{ij})^2}{\sum_{j=1}^n (F_{ij} - \bar{F}_i)^2}}, \quad (10)$$

gdzie $\bar{F}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \hat{F}_{ij}$.

Przedstawiona postać funkcji dopasowania jest modyfikacją funkcji STRESS zaproponowanej przez Kruskala i Carrolla [1969], która zapobiega pojawianiu się rozwiązań zdegenerowanych.

Jeżeli wartość funkcji dopasowania jest mniejsza od ustalonej wcześniej stałej lub wartość funkcji STRESS nie ulega zmianie w kolejnych cyklach iteracyjnych, następuje prezentacja wyników. W przeciwnym wypadku przechodzi się do kolejnego cyklu iteracyjnego.

Jeżeli wartości M_j nie są znane, nowe współrzędne punktów oraz wartości M_j wyznaczane są za pomocą metody gradientowej. Po K -tym cyklu iteracyjnym wynoszą one:

$$x_{ja}^K = x_{ja}^{K-1} + \alpha \frac{\delta S}{\delta x_{ja}}, \quad (11)$$

$$y_a^K = y_{ia}^{K-1} + \alpha \frac{\delta S}{\delta y_{ia}}, \quad (12)$$

$$M_j^K = M_j^{K-1} + \alpha \frac{\delta S}{\delta M_j}, \quad (13)$$

przy czym α jest współczynnikiem kroku zmieniającym się w każdym cyklu iteracyjnym (zob. np. [Bąk 2004, s. 101]).

Jeżeli znane są wartości M_j , nowe konfiguracje punktów można również wyznaczyć za pomocą wzoru (4).

5. Przykład zastosowania grawitacyjnej analizy *unfolding* w badaniu preferencji

Wybranych osobom, które zajmują się sprzedażą sprzętu komputerowego, przedstawiono 8 marek monitorów LCD o największym udziale w rynku (zob. rys. 2) z prośbą o określenie swoich preferencji poprzez przyporządkowanie poszczególnym markom liczb od 1 do 8, przy czym liczba 8 oznaczała markę najbardziej preferowaną. Otrzymaną w ten sposób macierz preferencji prezentuje tab. 1.

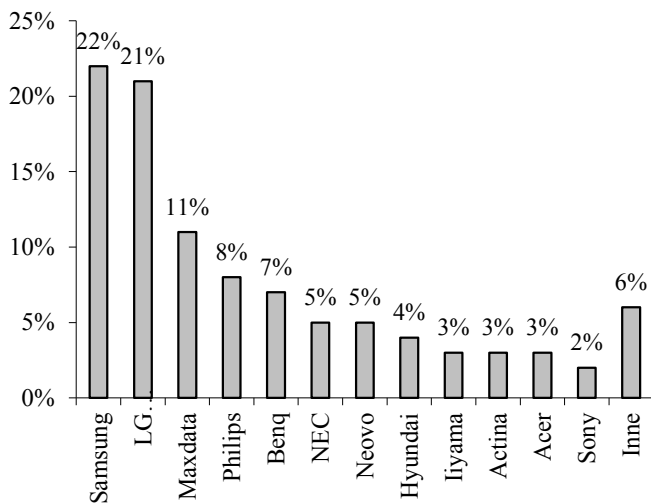
Tabela 1. Macierz preferencji marek monitorów LCD

Respondenci	Marki monitorów LCD							
	Samsung	LG	Maxdata	Philips	Benq	NEC	Neovo	Hyundai
1	7	8	1	6	5	2	3	4
2	6	4	3	8	7	2	1	5
3	8	4	3	7	2	6	1	5
4	7	4	1	6	5	8	2	3
5	6	8	4	7	5	3	2	1
6	8	5	4	6	3	7	2	1

Tabela 1, cd.

7	8	7	2	5	4	3	6	1
8	6	7	4	8	3	5	2	1
9	6	8	4	7	5	3	2	1
10	8	7	6	3	1	5	4	2
11	8	5	1	7	6	3	2	4
12	5	4	3	6	8	7	2	1
13	7	8	1	6	4	5	3	2
14	4	8	2	7	5	6	1	3
15	8	3	7	4	2	1	6	5
16	7	5	3	8	6	2	1	4
17	8	7	2	6	3	4	1	5
18	8	6	1	7	5	2	3	4
19	8	6	2	7	4	3	1	5
20	7	6	3	8	2	4	1	5
21	7	6	3	8	2	1	4	5
22	7	8	1	5	4	2	6	3
23	7	8	1	6	4	5	3	2
24	4	8	1	7	5	6	2	3
25	3	7	6	8	1	4	5	2
26	8	4	5	6	3	7	2	1
27	7	2	6	8	1	4	5	3
28	6	8	2	7	5	1	4	3

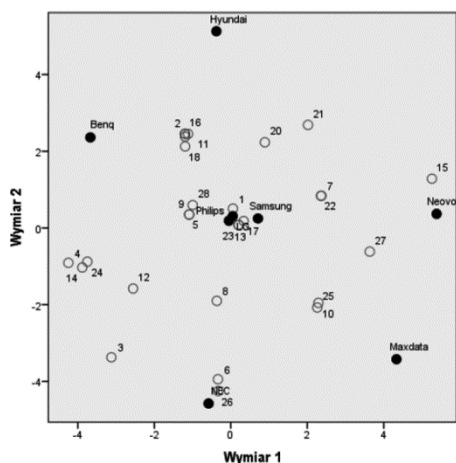
Źródło: opracowanie własne.



Rys. 2. Udział w rynku wybranych marek monitorów LCD

Źródło: [Kuśmierz 2006].

Na podstawie danych zawartych w tab. 1 przeprowadzono grawitacyjną analizę *unfolding*, w której za wagi obiektów przyjęto udziały w rynku analizowanych marek monitorów. Wyniki analizy prezentuje rys. 3.



Miary dopasowania		
Iteracje		187
Niedopasowanie	Znormalizowany STRESS	,01372
	STRESS-I Kruskala	,11713
	STRESS-II Kruskala	,29867
	S-STRESS-I Younga	,18627
	S-STRESS-II Younga	,28641
Dobroć dopasowania	Wyjaśniana dyspersja	,98628
	Wyjaśniana wariancja	,92917
	Rho Spearmana	,89439
	Tau-b Kendalla	,81150
Wskaźniki degeneracji	Surowy wskaźnik Shepada braku degeneracji	,71301

Rys. 3. Konfiguracja punktów reprezentujących marki monitorów i respondentów

Źródło: opracowanie własne.

Rozkład punktów na mapie percepcyjnej pozwala stwierdzić, że najbardziej preferowanymi markami monitorów są Samsung, Philips i LG. Jednocześnie można zauważyć, że wyniki grawitacyjnej analizy *unfolding* wskazują na większe podobieństwo pod względem preferencji wymienionych marek, niż wykazało to badanie przy wykorzystaniu klasycznej analizy *unfolding* (por. [Zaborski 2011]). Na uwagę zasługuje pozycja monitorów Maxdata. Mimo że pod względem udziału w rynku monitory te plasowały się na trzeciej pozycji, to w opinii respondentów są jedną z najmniej preferowanych marek.

6. Podsumowanie

Zastosowanie modelu grawitacyjnego pozwala na uwzględnienie dodatkowych czynników mających wpływ na oceny preferencji konsumentów, takich jak np. udział w rynku, lojalność względem marki czy wielkość dochodów potencjalnych nabywców. W klasycznej analizie *unfolding* udział tych czynników jest ignorowany lub przyjmuje się założenie, że jest on jednakowy dla wszystkich obiektów.

W części empirycznej przedstawiono wyniki badania autora, którego celem była ocena preferencji względem wybranych marek monitorów LCD, oraz dokonano ich porównania z wynikami uzyskanymi przy wykorzystaniu klasycznej analizy *unfolding*.

W zaprezentowanym przykładzie rozmieszczenia na mapie percepcyjnej punktów idealnych oraz punktów reprezentujących obiekty dokonano przy założeniu, że masy badanych obiektów są znane. W dalszych badaniach zostanie podjęta próba wykrycia na podstawie danych preferencji zarówno wspólnej konfiguracji punktów idealnych i punktów reprezentujących obiekty, jak i udziałów dodatkowych czynni-

ków (mas) wpływających na oceny preferencji, jednak wymaga to przygotowania właściwego oprogramowania komputerowego.

Literatura

- Bąk A., *Dekompozycyjne metody pomiaru preferencji w badaniach marketingowych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2004.
- Borg I., Groenen P., *Modern Multidimensional Scaling. Theory and Applications. Second Edition*, Springer-Verlag, New York 2005.
- DeSarbo W.S., Kim J., Choi S.C., Spaluding M., *A gravity-based multidimensional scaling model for deriving spatial structures underlying consumer preference/choice judgments*, „Journal of Consumer Research” 2002, vol. 29, s. 91-100.
- Kruskal J.B., Carroll J.D., *Geometrical Models and Badness-Of-Fit Functions*, [w:] *Multivariate Analysis*, P.R. Krishnaiah (red.), Academic Press, New York 1969, vol. 2, s. 639-671.
- Imaizumi T., *A Gravity-Based Multidimensional Unfolding Model for Preference Data*, [w:] *Innovations in Classification, Data Science, and Information Science*, D. Baier, K.-D. Wernecke (red.), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 2005, s. 238-245.
- Kuśmierz M., *Monitory ciekłokrystaliczne zdobywają rynek*, „Gazeta Prawna”, nr 164 (1782), 2006, s. 10.
- Takane Y., Young F.W., de Leeuw J., *Nonmetric individual differences MDS: An alternating least squares method with optimal scaling features*, „Psychometrika” 1977, no. 42, s. 7-67.
- Zaborski A., *Zastosowanie algorytmu SMACOF do badań opartych na prostokątnej macierzy preferencji*, [w:] K. Jajuga, M. Walesiak (red.), *Taksonomia 18, Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu nr 176, Wydawnictwo UE, Wrocław 2011, s. 262-271.
- Zaborski A., *Skalowanie wielowymiarowe w badaniach marketingowych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2001.

UNFOLDING ANALYSIS BY USING GRAVITY MODEL

Summary: The article presents a modification of the multidimensional unfolding analysis by using gravity function in its structure. This modification allows to consider in the analysis the additional factors (such as market share or brand loyalty), which affect the assessment of the respondents preference scores. These factors are ignored or assumed to be the same for all objects in classical unfolding models.

Keywords: unfolding, gravity model, preference analysis.