Bartłomiej Jefmański
Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

Rozmyta metoda TOPSIS jako narzędzie identyfikacji determinant jakości usług i produktów

Streszczenie

Metoda TOPSIS należy do metod porządkowania liniowego, których zadaniem jest ustalenie hierarchii obiektów wielowymiarowych ze względu na przyjęte kryterium syntetyczne. Nowym zastosowaniem tej metody jest możliwość ustalenia kluczowych atrybutów jakości usługi bądź produktu, które decydują o ogólnej ocenie jakości, traktowanej w tym przypadku właśnie jako kryterium syntetyczne. Celem rozważań jest charakterystyka sposobu identyfikacji determinant jakości usług i produktów z zastosowaniem rozmytej metody TOPSIS. Przedstawiono podejście do transformacji punktów skali porządkowej do postaci zbiorów rozmytych, uwzględniając w ten sposób niejednoznaczność i nieprecyzyjność opinii respondentów. Artykuł ma charakter metodologiczny. Użyteczność proponowanego podejścia zaprezentowano na przykładzie oceny jakości strony internetowej Głównego Urzędu Statystycznego. Ze względu na to, że otrzymywane z zastosowaniem proponowanego podejścia wyniki badań mają postać rankingów, artykuł może stanowić inspirację do dalszych zastosowań rozmytej metody TOPSIS, szczególnie w obszarze badań porównawczych jakości usług i produktów.

Słowa kluczowe: rozmyta metoda TOPSIS, liczby rozmyte, WebQual.

Kody JEL: C38, C44, C46, L15, L86, M31

Wstęp

Identyfikacja i hierarchizacja czynników wpływających na jakość usługi jest ważnym i obecnie mocno rozwijanym obszarem badań jakości usług i produktów. Wiedza na temat tego, które z atrybutów jakości są kluczowe z punktu widzenia satysfakcji klientów wydaje się być nieoceniona. Nie powinna zatem dziwić duża liczba publikacji naukowych poświęconych tej tematyce. Wiele z nich dotyczy analizy możliwości zastosowania metod analitycznych, w szczególności narzędzi statystycznych, które pozwalają na identyfikację tych atrybutów. Aktualne osiągnięcia w tym obszarze pozwalają dodatkowo połączyć metody statystyczne z uwzględnieniem subiektywizmu i braku precyzyjności w opiniach respondentów poprzez odpowiednie transformacje wyników pomiaru do postaci zbiorów rozmytych.

W niniejszym artykule zaprezentowano propozycję nowego podejścia do identyfikacji kluczowych atrybutów jakości z zastosowaniem rozmytej metody TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)*. W wersji przedstawionej w artykule nie jest niezbędne stosowanie specjalistycznego oprogramowania statystycznego, a wszystkie obliczenia można wykonać przy pomocy popularnych arkuszy kalkulacyjnych.

Transformacja punktów skali pomiaru

Obecnie stosowane narzędzia pomiaru opinii na temat jakości produktów bądź usług najczęściej oparte są na porządkowych skalach pomiaru. Dodatkowo dominuje podejście, że punktami skali są kategorie słowne. I tak bardzo często spotykamy się np. z pytaniem „Jak oceniasz rzetelność obsługi?" a udzielenie na nie odpowiedzi wiąże się z wyborem jednego z wariantów typu: „bardzo nisko", „nisko", „średnio", „wysoko" i „bardzo wysoko". Oczywiście nasuwa się słuszna obawa o interpretację tych pojęć przez poszczególnych respondentów. W związku z tym w literaturze z zakresu badań marketingowych, w szczególności badań satysfakcji, pojawiły się propozycje zastosowania zbiorów rozmytych celem uwzględnienia niejednoznaczności i nieprecyzyjności tych pojęć. Ogólnie rzecz biorąc polegają one na potraktowaniu punktów skali jako zbiorów rozmytych rzucając tym samym nowe spojrzenie na kwestię pomiaru opinii oraz oferując bardziej dogłębną analizę uzyskanych w ten sposób wyników (Jefmański 2011, s. 184-191).

Zdefiniujmy zatem kilka niezbędnych pojęć celem lepszego zrozumienia mechanizmu proponowanego w artykule podejścia. Zbiór rozmyty $\widetilde{A}$ w przestrzeni $X = \{x\}$ oznaczony jako $\widetilde{A} \subseteq X$ definiowany jest przez zbiór par $\widetilde{A} = \{(x, \mu_{\widetilde{A}}(x)) | x \in X\}$ $\forall x \in X$, gdzie $\mu_{\widetilde{A}} : X \to [0,1]$ jest funkcją przynależności do zbioru rozmytego $\widetilde{A}$, która każdemu elementowi $x \in X$ przypisuje jego stopień przynależności do zbioru rozmytego $\widetilde{A}$ (Zimmermann 2001, s. 11-12). Zatem zastosowanie zbiorów rozmytych w powyższym przykładzie będzie oznaczało dopuszczenie możliwości częściowej przynależności obiektu do wyszczególnionych zbiorów (kategorii „bardzo nisko", „nisko", „średnio" itd.). Jeżeli założymy, że zbiór rozmyty $\widetilde{A} \subseteq R$ określony w zbiorze liczb rzeczywistych spełnia następujące warunki (Zimmermann 2001, s. 59):

- $\widetilde{A}$ jest zbiorem normalnym,
- $\widetilde{A}$ jest zbiorem wypukłym,
- funkcja przynależności zbioru $\widetilde{A}$ jest funkcją kawałkami ciągłą,

to wówczas przyjmie on postać trójkątnej liczby rozmytej (por. wykres 1).

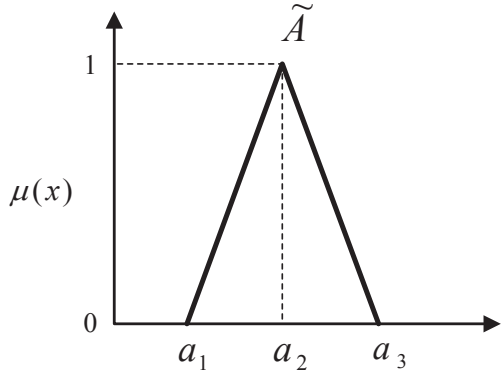
Jeżeli każdemu punktowi skali (kategoriom słownym) przyporządkujemy jedną trójkątną liczbę rozmytą to wynik takiego postępowania możemy przedstawić na wykresie 2.

W powyższym przykładzie przyjęto, że transformowane wyniki będą mieściły się w przedziale <0-1>. Co jeszcze można odczytać z tego wykresu? Weźmy pod uwagę np. określenie „średnio". Zgodnie z wykresem, wartością najlepiej oddającą znaczenie tego wyrażenia jest 0,5. Mamy ponadto dodatkową informację o tym, że respondent jest skłonny przyporządkować tej kategorii inne wartości mieszczące się w przedziale <0,3-0,7>, a więc w zakresie dziedziny liczby rozmytej. Lewy a_1 = 0,3 i prawy a_3 = 0,7 zakres dziedziny bywają określane mianem wartości pesymistycznej i optymistycznej. Wartość środkowa a_2 = 0,5 najlepiej oddaje znaczenie danej kategorii. Reasumując w analizowanym przypadku respondent

stwierdza, że kategorii „średnio" przyporządkowałby wartości z przedziału <0,3-0,7> przy czym najlepiej pasującą wartością do tej kategorii jest jego zdaniem 0,5. W podobny sposób należy analizować pozostałe kategorie.

Wykres 1

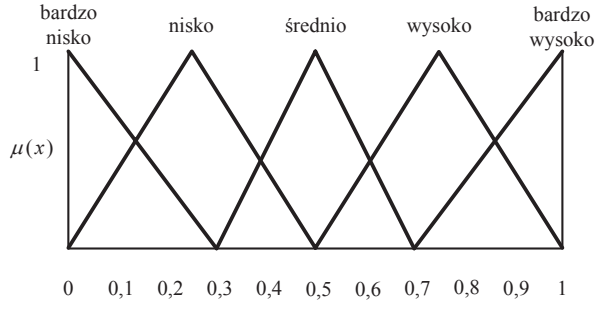
Graficzna interpretacja trójkątnej liczby rozmytej*



* Parametry a_1, a_3 i a_2 stanowią odpowiednio lewy i prawy zakres dziedziny liczby rozmytej oraz wartość środkową.
Źródło: Jefmański (2011, s. 288-300).

Wykres 2

Przykład transformacji kategorii do postaci trójkątnych liczb rozmytych



Źródło: jak w wykresie 1.

Nasuwa się pytanie, w jaki sposób ustalić parametry trójkątnych liczb rozmytych? Inaczej mówiąc, na jakiej podstawie ustalić, która z liczb rzeczywistych z pewnego przedziału dopuszczalnych wartości najlepiej oddaje sens kategorii słownej stanowiącej jeden z punktów skali (np. „bardzo nisko") oraz ile wynosi wartość pesymistyczna i optymistyczna?

Najczęściej odbywa się to przez zawarcie w kwestionariuszu ankiety dodatkowego pytania, które umożliwia jeszcze przed analizą wyników badania dokonanie transformacji wyników pomiaru do postaci liczb rozmytych. Kilka propozycji tego typu pytań wraz z charakterystyką procedury transformacji wyników pomiaru, które pojawiły się ostatnio w literaturze przedmiotu, zestawiono np. w opracowaniu Jefmańskiego (2011, s. 184-191). Jedna z nich została wykorzystana w niniejszym artykule.

Podstawy teoretyczne proponowanego podejścia

Metody porządkowania liniowego stosowane są najczęściej do analizy obiektów scharakteryzowanych za pomocą pewnego kryterium syntetycznego, które ma charakter złożony i wielowymiarowy, przez co nie daje się skwantyfikować za pomocą jednej cechy. Pozwalają na identyfikację relacji dominacji między obiektami podlegającymi badaniu, co umożliwia uszeregowanie obiektów od „najlepszego" do „najgorszego" ze względu na poziom przyjętego kryterium syntetycznego. W badaniach marketingowych stosowane są m.in. do określania pozycji produktów na rynku na tle produktów konkurencyjnych. Przegląd zastosowań tej grupy metod w badaniach marketingowych można znaleźć m.in. w opracowaniu Walesiaka (1996, s. 130-132).

Do najnowszych osiągnięć w tym obszarze należą próby połączenia metod porządkowania liniowego i elementów teorii zbiorów rozmytych. Wynikiem tych prac są propozycje modyfikacji klasycznych algorytmów określane mianem rozmytych metod porządkowania liniowego. Znalazły one szerokie zastosowanie w badaniach jakości usług, czego dowodem mogą być m.in. opracowania: Amirzadeh i Mousavi (2011), Cheng i in. (2011), Kabir i Hasin (2012), Toloie-Eshlaghy (2011). Nowym zastosowaniem tych metod na gruncie badań jakości usług jest hierarchizacja atrybutów usługi przez konstrukcję rankingu ważności. Podejście takie zastosowano m.in. w opracowaniach: Abdolvand i Taghipouryan (2011), Mehrparvar i in. (2012) oraz Nejati i Nejati (2009).

W literaturze przedmiotu z zakresu badań satysfakcji i jakości usług metody porządkowania liniowego stosowane są głównie do analiz porównawczych organizacji pod względem oceny jakości świadczonych przez nie usług. Nowym zastosowaniem tej grupy metod jest hierarchizacja ważności atrybutów jakości usług i produktów w kontekście satysfakcji klientów. Ponieważ oceny respondentów oceniających usługi są zazwyczaj nadawane w postaci kategorii słownych, które można następnie transformować do postaci zbiorów rozmytych, pojawiły się opracowania, w których autorzy zmodyfikowali klasyczne metody porządkowania liniowego do postaci umożliwiającej analizy z zastosowaniem zbiorów rozmytych. Metody te określane są mianem rozmytych metod porządkowania liniowego. W artykule zastosowano jedną z nich – rozmytą metodę TOPSIS.

Metoda TOPSIS, najczęściej stosowana w literaturze zagranicznej, zaproponowana została przez Hwanga i Yoona (1981) i umożliwia budowę syntetycznego miernika rozwoju oraz porównanie go ze wzorcem oraz antywzorcem. W rozmytej modyfikacji metody

TOPSIS zaproponowanej przez Chena (2000) wartości ocen kryteriów wyrażone są w postaci liczb rozmytych.

Załóżmy, że dany jest zbiór obiektów $A = \{A_i | i = 1,...,n\}$ i zbiór kryteriów $C = \{C_j | j = 1,...,m\}$, gdzie $\widetilde{X} = \{\widetilde{x}_{ij} | i = 1,...,n; j = 1,...,m\}$ oznacza zbiór rozmytych ocen a $\widetilde{W} = \{\widetilde{w}_j | j = 1,...,m\}$ zbiór rozmytych wag. Zastosowanie rozmytej metody TOPSIS wymaga realizacji następujących kroków (Chen 2000, s. 1-9):

Krok 1. Obliczenie znormalizowanych ocen:

$$\widetilde{z}_{ij}(x) = \frac{\widetilde{x}_j}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} \widetilde{x}_j^2}},\ i = 1,...,n;\ j = 1,...,m. \tag{1}$$

Krok 2. Obliczenie ważonych znormalizowanych ocen:

$$\widetilde{v}_{ij}(x) = \widetilde{w}_j \widetilde{z}_j(x). \tag{2}$$

Krok 3. Wyznaczenie wzorca A^+ i antywzorca A^- rozwoju:

$$\widetilde{A}^+ = \{\widetilde{v}_1^+(x)\ \widetilde{v}_2^+(x)\ ...,\widetilde{v}_j^+(x)\ \widetilde{v}_m^+(x)\} \quad \{(\max_i \widetilde{v}_j(x) | j \in J_1)\ (\min_i \widetilde{v}_j(x) | j \in J_2) | i = 1,...,n\}, \tag{3}$$

$$\widetilde{A}^- = \{\widetilde{v}_1^-(x)\ \widetilde{v}_2^-(x)\ ...,\widetilde{v}_j^-(x)\ \widetilde{v}_m^-(x)\} \quad \{(\min_i \widetilde{v}_j(x) | j \in J_1)\ (\max_i \widetilde{v}_j(x) | j \in J_2) | i = 1,...,n\}, \tag{4}$$

gdzie J_1 oraz J_2 są odpowiednio kryteriami wpływającymi stymulująco i destymulująco na kryterium syntetyczne.

Krok 4. Obliczenie dla każdego obiektu odległości od wzorca d_i^+ i antywzorca rozwoju d_i^- (w oryginalnej pracy jest to odległość euklidesowa).

Krok 5. Obliczenie miary syntetycznej:

$$C_i^+ = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-},\ i = (1,...,n). \tag{5}$$

Krok 6. Ustalenie rankingu obiektów. Najlepszy obiekt posiada największą wartość miary syntetycznej.

Wyniki zastosowania rozmytej metody TOPSIS do oceny ważności atrybutów jakości strony internetowej Głównego Urzędu Statystycznego

Celem badania była ocena ważności atrybutów jakości strony internetowej Głównego Urzędu Statystycznego. Ocenę przeprowadzono z zastosowaniem narzędzia WebQual zaproponowanego przez Loiacono i in. (2007). Kwestionariusz ankiety składa się z 27 pytań zgrupowanych w czterech kategoriach: użyteczność, jakość informacji, jakość obsługi, ogólne wrażenie. Wykorzystywany jest głównie do oceny jakości serwisów internetowych zaliczających się do grupy *e-commerce*. Ze względu na informacyjny charakter ocenianej w niniejszym badaniu strony internetowej nie można zastosować wszystkich, oryginalnie zaproponowanych pytań. Ponadto oryginalny kwestionariusz zakłada jedynie ocenę poszczególnych atrybutów jakości strony internetowej. Na potrzeby niniejszego badania kwestionariusz rozbudowano o pytania związane z oceną ważności poszczególnych atrybutów na kształt zbliżony do popularnego narzędzia SERVQUAL. Atrybuty jakości uwzględnione w zmodyfikowanym przez autora kwestionariuszu ankiety wyszczególniono w tabeli 1.

Tabela 1

Atrybuty jakości strony internetowej

Symbol	Atrybuty jakości
	UŻYTECZNOŚĆ
A_1	Łatwa i zrozumiała interakcja ze stroną
A_2	Łatwość nawigowania (system nawigacji na stronie to zespół odnośników prowadzących do poszczególnych podstron)
A_3	Łatwość znalezienia na stronie informacji oraz jej funkcjonalność
A_4	Szybkość uruchamiania się i reagowania strony
A_5	Atrakcyjny wygląd strony
A_6	Adekwatność wyglądu strony do jej typu
A_7	Rzeczowość/fachowość strony
A_8	Pozytywne doświadczenia dostarczane przez stronę
	JAKOŚĆ INFORMACJI
A_9	Wiarygodność informacji zawartych na stronie
A_{10}	Aktualność informacji zawartych na stronie
A_{11}	Istotność informacji zawartych na stronie
A_{12}	Zrozumiała prezentacja informacji na stronie
A_{13}	Wystarczająca szczegółowość informacji prezentowanych na stronie
A_{14}	Właściwa forma informacji prezentowanych na stronie
	JAKOŚĆ OBSŁUGI
A_{15}	Poczucie personalizacji oferowane przez stronę
A_{16}	Łatwy kontakt z poszukiwanym działem informacji
A_{17}	Strona daje poczucie bezpieczeństwa co do zabezpieczenia danych osobowych użytkownika
A_{18}	Strona ułatwia kontakt z działem obsługi klienta

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Zborowski (2012) oraz Barnes i Vidgen (2012).

W celu oceny rzetelności pomiaru z zastosowaniem zmodyfikowanego kwestionariusza oszacowano wartość statystyki alfa Cronbacha na poziomie 0,857. Wynik dla poszczególnych punktów skali wyszczególniono w tabeli 2.

Tabela 2

Wyniki oceny rzetelności zastosowanej skali z wykorzystaniem statystyki alfa Cronbacha

Atrybut	Średnia skali po usunięciu pozycji	Wariancja skali po usunięciu pozycji	Korelacja pozycji Ogółem	Alfa Cronbacha po usunięciu pozycji
A_1	69,8659	47,377	0,277	0,857
A_2	70,0732	46,316	0,285	0,858
A_3	69,6707	48,174	0,231	0,858
A_4	70,5244	43,166	0,540	0,847
A_5	71,5122	41,808	0,544	0,847
A_6	71,2805	40,352	0,580	0,846
A_7	69,9146	45,091	0,526	0,848
A_8	70,8659	41,352	0,580	0,845
A_9	69,6220	47,942	0,313	0,856
A_{10}	69,6829	46,170	0,511	0,850
A_{11}	70,0610	47,367	0,235	0,859
A_{12}	70,0732	45,476	0,526	0,849
A_{13}	70,1707	44,909	0,482	0,850
A_{14}	70,3659	43,321	0,645	0,843
A_{15}	71,2195	42,791	0,520	0,848
A_{16}	70,3049	45,301	0,466	0,850
A_{17}	70,3049	44,140	0,506	0,848
A_{18}	70,5732	42,149	0,582	0,844

Źródło: obliczenia własne z zastosowaniem SPSS 20.0 PL.

Wartości współczynników korelacji dla czterech pozycji: A_1, A_2, A_3, A_{11} nie przekroczyły wartości 0,3. W ostatecznej analizie wyników uwzględniono jednak wszystkie pozycje skali, bowiem usunięcie jednej spośród wymienionych nie wpływa znacząco na wzrost rzetelności skali sumarycznej. Ponadto wyszczególnione pozycje skali dotyczą ważnych aspektów jakości, ocenianej w badaniu, strony internetowej.

Badanie przeprowadzono w październiku 2012 r. na próbie celowej 82 studentów Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu i Krakowie. Do badania celowo wybrano studentów tych kierunków studiów, w ramach których korzysta się z zasobów internetowych gromadzonych przez Główny Urząd Statystyczny. Przyjęto podejście, w którym atrybuty stanowiły wielowymiarowe obiekty scharakteryzowane za pomocą cech będących ocenami

ważności nadanymi przez respondentów. Respondenci ocenili ważność każdego z atrybutów za pomocą skali porządkowej o następujących kategoriach: „zdecydowanie nieważne", „nieważne", „średnio ważne", „ważne", „zdecydowanie ważne". Kategorie zostały następnie transformowane do postaci trójkątnych liczb rozmytych. Transformacja była możliwa dzięki umieszczeniu w kwestionariuszu ankiety pytania o następującej treści:

„Dla każdej z pięciu kategorii dotyczących oceny (zdecydowanie nieważne, ważne itd.) proszę przyporządkować liczbę z zakresu [0-100%], która najlepiej oddaje Pana/Pani zdaniem natężenie danej kategorii." **Podpowiedź**: Np. „bardzo ważne – około 90%".

Odpowiedź na pytanie polegała na uzupełnieniu poniższego zestawienia:

zdecydowanie nieważne	około …… %
nieważne	około …… %
średnio ważne	około …… %
ważne	około …… %
bardzo ważne	około …… %

Następnie na podstawie wyników z próby badawczej dla każdej kategorii słownej obliczono wartość dominującą oraz wartości minimalne i maksymalne ustalając w ten sposób odpowiednio parametry a_2, a_1 i a_3. Przyjęto, że wartości parametrów będą unormowane w przedziale <0; 1>. Ostateczne wyniki transformacji przedstawiono w tabeli 3 i na wykresie 3.

Tabela 3

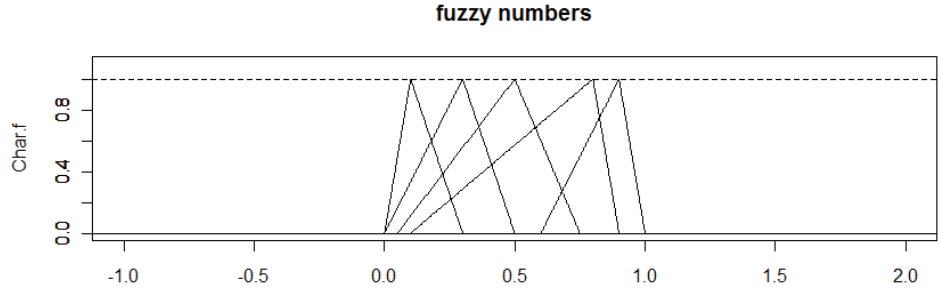
Parametry trójkątnych liczb rozmytych przyporządkowanych kategoriom słownym

Kategoria	Parametry liczb rozmytych (zakresy dziedzin)		
	Wartość pesymistyczna (parametr a_1)	Wartość najlepiej pasująca (parametr a_2)	Wartość optymistyczna (parametr a_3)
zdecydowanie nieważne	0	0,1	0,3
nieważne	0	0,3	0,5
średnio ważne	0,05	0,5	0,75
ważne	0,1	0,8	0,9
zdecydowanie ważne	0,6	0,9	1

Źródło: opracowanie własne.

Wykres 3

Graficzna prezentacja trójkątnych liczb rozmytych przyporządkowanych kategoriom słownym



Źródło: opracowanie własne z zastosowaniem pakietu fuzzyOP w programie R.

Dysponując oszacowaną dla każdej kategorii liczbą rozmytą można było dokonać transformacji odpowiedzi respondentów (wyrażonych w postaci kategorii słownych) do postaci liczb rozmytych o parametrach wyszczególnionych w tab. 3. Pozwoliło to zbudować rozmytą macierz danych, której fragment zamieszczono poniżej (por. tabela 4).

Tabela 4

Fragment rozmytej macierzy danych

Atrybuty	Zmienne			
	C_1	C_2	…	C_{82}
A_1	(0,6; 0,9: 1)	(0,1; 0,8; 0,9)	…	(0,6; 0,9: 1)
A_2	(0,6; 0,9: 1)	(0,6; 0,9: 1)	…	(0,1; 0,8; 0,9)
…	…	…	…	…
A_{18}	(0,9; 0,8: 1)	(0,1; 0,8; 0,9)	…	(0,05; 0,5; 0,75)

Źródło: jak w tabeli 3.

W macierzy jako wartości poszczególnych cech podano trzy parametry liczb rozmytych. Jak interpretować te wartości? Weźmy pod uwagę na przykład wartość pierwszej zmiennej dla pierwszego atrybutu, która wyniosła (0,6; 0,9: 1). Wynik ten oznacza, że atrybut został oceniony jako „zdecydowanie ważny" (por. tabela 3), przy czym większość respondentów stosując ten termin uważa, że liczbą, która najlepiej oddaje ich zdaniem znaczenie tej kategorii, jest wartość 0,9. Pamiętajmy jednak, że termin „zdecydowanie ważny" jest subiektywny, mało precyzyjny i niejednoznaczny dlatego dopuszczamy możliwość jego wahań w przedziale <0,6-1>.

Rozmyta macierz danych stanowiła podstawę wszystkich obliczeń, które przewidują poszczególne kroki rozmytej metody TOPSIS. W badaniu przyjęto jednakowe wagi dla

wszystkich cech. We wzorcu i antywzorcu znalazły się liczby rozmyte o zakresach dziedzin odpowiednio: (1; 1; 1), (0; 0; 0). Do pomiaru odległości między liczbami rozmytymi zastosowano metodę *vertex* zaproponowaną przez Chena (2000). Ostateczny ranking atrybutów, jako wynik realizacji poszczególnych kroków metody, zaprezentowano w tabeli 5.

Tabela 5

Wyniki rankingu ważności atrybutów z zastosowaniem rozmytej metody TOPSIS

Atrybut	Odległość od wzorca d_i^+	Odległość od antywzorca d_i^-	C_i^+	Pozycja w rankingu
A_1	0,352	0,791	0,692	3
A_2	0,397	0,757	0,656	5
A_3	0,296	0,821	0,735	2
A_4	0,489	0,682	0,583	12
A_5	0,636	0,512	0,446	17
A_6	0,604	0,554	0,478	16
A_7	0,359	0,782	0,685	4
A_8	0,540	0,623	0,536	14
A_9	0,282	0,828	0,746	1
A_{10}	0,295	0,818	0,735	2
A_{11}	0,403	0,760	0,654	6
A_{12}	0,411	0,759	0,649	7
A_{13}	0,426	0,742	0,635	8
A_{14}	0,467	0,710	0,603	11
A_{15}	0,601	0,564	0,484	15
A_{16}	0,463	0,721	0,609	10
A_{17}	0,449	0,719	0,616	9
A_{18}	0,494	0,673	0,577	13

Źródło: jak w tabeli 3.

Wyniki badania wskazały, ze najważniejszym dla respondentów atrybutem jakości strony internetowej Głównego Urzędu Statystycznego jest wiarygodność zawartych na niej informacji. Równie ważna okazała się aktualność informacji zawartych na stronie oraz łatwość ich znalezienia, a także funkcjonalność strony. Na ostatnim miejscu w rankingu ważności znalazł się atrakcyjny wygląd strony oraz jego adekwatność do typu strony. Nisko w rankingu uplasowały się również takie atrybuty, jak poczucie personalizacji oferowane przez stronę czy też pozytywne doświadczenia przez nią dostarczane.

Zastosowany w badaniu kwestionariusz ankiety umożliwia również gromadzenie informacji na temat postrzegania przez respondentów poszczególnych atrybutów. Pozwala to zbadać, czy najważniejsze, zdaniem respondentów, atrybuty jakości są również wysoko przez nich oceniane. Jeżeli nie, wówczas będzie to sygnałem i wskazówką dla kierunków

doskonalenia strony internetowej. Respondenci nadali ocenę każdemu z atrybutów za pomocą skali porządkowej o następujących kategoriach: „bardzo niska", „niska", „średnia", „wysoka", „bardzo wysoka". Poszczególnym kategoriom przyporządkowano odpowiednio liczby całkowite z przedziału <1; 5>. Uśrednione wyniki ocen respondentów zestawiono w tab. 6.

Tabela 6

Wyniki oceny atrybutów jakości

Atrybut	Ocena	Pozycja w rankingu	Atrybut	Ocena	Pozycja w rankingu
A_1	3,293	16	A_{10}	4,049	3
A_2	3,432	12	A_{11}	3,988	4
A_3	3,232	17	A_{12}	3,793	8
A_4	3,951	5	A_{13}	3,691	10
A_5	3,395	13	A_{14}	3,683	11
A_6	3,817	7	A_{15}	3,134	18
A_7	4,061	2	A_{16}	3,370	15
A_8	3,378	14	A_{17}	3,741	9
A_9	4,561	1	A_{18}	3,852	6

Źródło: jak w tabeli 3.

Najważniejszy, zdaniem respondentów, atrybut dotyczący wiarygodność zawartych na stronie internetowej informacji został również najwyżej przez nich oceniony. Wysoko została również oceniona aktualność informacji zamieszczanych na stronie, która jest jednym z najważniejszych atrybutów. Niestety, łatwość znalezienia informacji na stronie oraz jej funkcjonalność uzyskała przedostatnią notę w rankingu ocen, a przypomnijmy, że atrybut ten zajmuje drugą pozycję w rankingu ważności. Podobną sytuację zaobserwowano w przypadku oceny ważności i percepcji interakcji ze stroną. Z drugiej strony można zauważyć, że wysoko zostały ocenione atrybuty, które zdaniem ankietowanych nie mają większego wpływu na poziom satysfakcji z jakości usług oferowanych przez stronę internetową (np. szybkość uruchamiania się i reagowania strony). Reasumując należy jednak podkreślić, że większość atrybutów o najniższych ocenach percepcji również ma niewielkie znaczenie dla respondentów.

Podsumowanie

Z uwagi na to, że jakość usługi/produktu jest kategorią złożoną, której nie można opisać za pomocą jednej zmiennej, pożądanym podejściem analitycznym w obszarze badań jakości i satysfakcji są statystyczne metody wielowymiarowe. Jedną z nich jest scharakteryzowana w artykule metoda TOPSIS. W wariancie rozmytym metody możliwe jest uwzględnienie

nieprecyzyjności analizowanych danych, których źródłem jest subiektywizm i niejednoznaczność opinii respondentów. Dodatkowo, cenną, z punktu widzenia poruszonego w artykule obszaru badawczego, właściwością metody jest to, że wyniki analizy mają postać rankingu. Pozwala to na szeregowanie usług/produktów czy też usługodawców/producentów od „najlepszego" do „najgorszego" z punktu widzenia kryterium syntetycznego (np. postrzeganej jakości usługi/produktu). Umożliwia również, co wykazano w niniejszym artykule, konstruowanie rankingów ważności atrybutów jakości usługi bądź produktu.

Zastosowane w artykule podejście pozwoliło wskazać kluczowe atrybuty jakości strony internetowej Głównego Urzędu Statystycznego, a następnie zbadać postrzeganie tych atrybutów przez respondentów. Dzięki temu stwierdzono, że najważniejsze kierunki doskonalenia strony, w opinii respondentów, winny dotyczyć ułatwienia interakcji ze stroną oraz uproszczenia sposobu wyszukiwania informacji. Stanowić to będzie prawdopodobnie trudne zadanie biorąc pod uwagę informacyjny charakter badanej strony oraz olbrzymi zasób informacji na niej zamieszczonych.

W artykule dokonano transformacji kategorii stosowanych w ocenie ważności do postaci trójkątnych liczb rozmytych. W przypadku pomiaru percepcji respondentów zastosowano klasyczne podejście polegające na przyporządkowaniu poszczególnym kategoriom liczb całkowitych z określonego zakresu. Prawdopodobnie transformacja kategorii stosowanych w ocenie percepcji do postaci liczb rozmytych (w sposób podobny do tego jak w przypadku ocen ważności) spowodowałaby zmiany w rankingu ocen atrybutów. Trudno jednak określić, czy zmiany byłyby na tyle istotne, by odwrócić sugerowane kierunki doskonalenia rekomendowane w artykule. Przypomnijmy bowiem, że pewne atrybuty były na przeciwnych biegunach rankingu ważności i percepcji. Niezależnie od tego interesujący wydaje się być pomysł stworzenia w pełni rozmytej wersji kwestionariusza WebQual oraz porównanie otrzymywanych z jego zastosowaniem wyników z wynikami oferowanymi przez oryginalną wersję tego kwestionariusza.

Bibliografia

Abdolvand M.A., Taghipouryan M.J. (2011), *Evaluation of Customs Service Quality by Using Fuzzy SERVQUAL and Fuzzy MCDM*, "American Journal of Scientific Research", Iss. 35.

Amirzadeh R., Mousavi M. (2011), *Ranking E-Banking Service Quality Factors Using a Fuzzy TOPSIS Approach: A Study about Automatic Teller Machine (ATM)*, "Asian Journal of Business Management Studies", Vol. 2, No. 3.

Barnes S., Vidgen R. (2000), *WebQual: An Exploration of Web-site Quality*, (w:) *Proceedings of the Eighth European Conference on Information Systems,* Vienna, http://homepage.ufp.pt/lmbg/formacao/web_quality.pdf [dostęp: 01.10.2012].

Chen C.-T. (2000), *Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment*, "Fuzzy Sets and Systems", Vol. 114, Iss. 1.

Cheng Y.-L., Lin Y.-H., Tseng M.-L. (2011), *Analysis of Hotel Service Quality Perceptions Using Fuzzy TOPSIS*, "Progress in Business Innovation & Technology Management", Vol. 1, No. 3.

Hwang C.L., Yoon K. (1981), *Multiple attribute decision making. Methods and applications*, Springer, Berlin.

Jefmański B. (2011), *Nowe podejście w pomiarze opinii respondentów z zastosowaniem skal porządkowych i elementów teorii zbiorów rozmytych – charakterystyka wybranych aspektów metodologicznych*, „Prace Naukowe UE we Wrocławiu", nr 236.

Jefmański B. (2011), *Pomiar i ocena jakości usług z zastosowaniem liczby rozmytych – aspekty metodologiczne i przykłady zastosowań*, „Prace Naukowe UE we Wrocławiu", nr 151.

Kabir G., Hasin A.A. (2012), *Comparative analysis of TOPSIS and fuzzy TOPSIS for the evaluation of travel website service quality*, "International Journal for Quality Research", Vol. 6, No. 3.

Loiacono E., Watson R., Goodhue D. (2007), *WebQual: An Instrument for Consumer Evaluation of Web Sites*, "International Journal of Electronic Commerce", Vol. 11, Iss. 3.

Mehrparvar E., Shahin A., Shirouyehzad H. (2012), *Prioritizing internal service quality dimensions using TOPSIS Technique (With a case study in Isfahan Steel Mill Co.)*, "International Journal of Business and Social Science", Vol. 3, No. 2.

Nejati M., Nejati M. (2009), *Ranking airlines' service quality factors using a fuzzy approach: study of the Iranian society*, "International Journal of Quality & Reliability", Vol. 26, No. 3.

Toloie-Eshlaghy A., Ghafelehbashi S. (2011), *An Investigation and Ranking Public and Private Islamic Banks Using Dimension of Service Quality (SERVQUAL) Based on TOPSIS Fuzzy Technique*, "Applied Mathematical Sciences", Vol. 5, No. 61.

Walesiak M. (1996), *Metody analizy danych marketingowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Zborowski M. (2012), *Wykorzystanie zmodyfikowanego narzędzia eQual 5.0 do badania jakości stron internetowych wybranych polskich uczelni wyższych o profilu ekonomicznym*, (w:) Materiały z konferencji nt. *Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji*, Zakopane, http://www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk_pdf_2012/p061.pdf [dostęp: 01.10.2012].

Zimmermann H.J. (2001), *Fuzzy set theory and its applications*, Kluwer Academic Publishers, Boston.

The Fuzzy TOPSIS Method as a Tool for Identification of Services and Products Quality Determinants

Summary

The TOPSIS method belongs to the linear ordering methods whose task is to determine the multidimensional objects hierarchy by the adopted synthetic criterion. A new application of this method is a possibility to determine the key attributes of quality of the service or product that decide an overall assessment of quality being treated here as a synthetic criterion. An aim of the deliberations is to describe the way of identification of the determinants of quality of services and products applying the fuzzy TOPSIS method. The author presents an approach to transformation of the points of the order scale to the form of fuzzy sets, thus considering ambiguity and imprecision of respondents' opinions. The article is of a methodological nature. Usefulness of the proposed approach is presented on the example of assessment of quality of the website of the Central Statistical Office in Poland. Having in mind that the research findings obtained with the use of the proposed approach have the form of rankings, the article may be an inspiration for further applications of the fuzzy TOPSIS method, particularly in the area of comparative surveys of services and products quality.

Key words: fuzzy TOPSIS method, fuzzy numbers, WebQual.

JEL codes: C38, C44, C46, L15, L86, M31

Нечеткий (размытый) метод TOPSIS как инструмент выявления детерминантов качества услуг и продуктов

Резюме

Метод TOPSIS относится к классу методов линейного упорядочивания, задача которых состоит в определении иерархии многомерных объектов по принятому синтетическому критерию. Новым применением этого метода является возможность определения основных атрибутов качества услуги или продукта, которые решают вопрос об общей оценке качества, воспринимаемого в этом случае именно в качестве синтетического критерия. Цель рассуждений – характеристика способа выявления детерминантов качества услуг и продуктов с применением нечеткого (размытого) метода TOPSIS. Представлен подход к преобразованию точек порядковой (ранговой) шкалы в вид нечетких множеств, учитывая таким образом необнозначность и неточность мнений респондентов. Статья имеет методологический характер. Пригодность предлагаемого подхода представили на примере оценки качества вебсайта Центрального статистического управления Польши. Учитывая, что получаемые с применением предлагаемого подхода результаты исследований имеют вид рейтингов, статья может представлять собой инспирацию к дальнейшим применениям размытого метода TOPSIS, в особенности в области сопоставительных исследований качества услуг и продуктов.

Ключевые слова: нечеткий (размытый) метод TOPSIS, нечеткие числа, WebQual.

Коды JEL: C38, C44, C46, L15, L86, M31

Artykuł nadesłany do redakcji w czerwcu 2013 r.

© All rights reserved

Afiliacja:
dr Bartłomiej Jefmański
Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wydział Ekonomii, Zarządzania i Turystyki
Katedra Ekonometrii i Informatyki
ul. Komandorska 118/120
53-345 Wrocław
tel.: (75) 753 82 71
e-mail: bartlomiej.jefmanski@ue.wroc.pl