

**Wiesław Dobrowolski, Anna
Dobrowolska, Ewa Prałat**

**Zastosowanie metod wspomaganie
podejmowania decyzji do wyboru
usługi hostingowej dla e-biznesu**

Ekonomiczne Problemy Usług nr 104, 179-187

2013

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach
dozwolonego użytku.

WIESŁAW DOBROWOLSKI, ANNA DOBROWOLSKA, EWA PRAŁAT
Politechnika Wroclawska

ZASTOSOWANIE METOD WSPOMAGANIA PODEJMOWANIA DECYZJI DO WYBORU USŁUGI HOSTINGOWEJ DLA E-BIZNESU

Wprowadzenie

Jednym z fundamentów technologii gospodarki elektronicznej są usługi serwerowe. Firmy, które prowadzą sprzedaż towarów czy usług przez Internet, niechętnie wykorzystują własne serwery. Przyczyny są różne, m.in. kosztowny sprzęt, oprogramowanie i przyłącza, brak specjalisty, konieczność dbania o bezpieczeństwo, zbyt mała skala działalności itp. Na rynku jest wiele firm oferujących usługi w postaci fizycznych lub wirtualnych serwerów, dzierżawionych sklepów internetowych oraz hostingu, czyli dzierżawy zasobów serwera, z możliwością zainstalowania wielu programów realizujących dowolne funkcje, w tym handel internetowy.

Mnogość ofert na rynku, zróżnicowanie ich funkcjonalności, parametrów i ceny sprawiają, że wybór odpowiedniej oferty jest niełatwy. W przypadku tego rodzaju problemu decyzyjnego, gdzie jest szereg wariantów ocenianych pod względem różnych kryteriów, można zastosować matematyczne metody wspomagania podejmowania decyzji. Operują one na ocenach wariantów według poszczególnych kryteriów. W przypadku wyboru usługi hostingowej dla decydenta może być użyteczne operowanie także na poziomie cech ogólnych, agregatów kryteriów. Celem niniejszego opracowania jest wykazanie możliwości analizy ofert za pomocą metody uogólnionego parametru, która pozwala na porównywanie wariantów na bazie ocen zarówno wszystkich kryteriów, jak i ich grup.

1. Metody wspomaganie podejmowania decyzji

Istnieje wiele sposobów wsparcia decydenta w procesie decyzyjnym. W przypadkach, gdy istnieje wiele wariantów i wiele kryteriów ich oceny, stosować można matematyczne metody wielokryterialne. Wymagają one zwykle zebrania wariantów i precyzyjnego wyspecyfikowania kryteriów ich oceny (atrybutów, cech, własności, skutków) wraz z określeniem pożądanego kierunku zmiany (większy–lepszy lub mniejszy–lepszy). Każdy wariant jest następnie oceniany w macierzy według każdego kryterium. W zależności od charakterystyki kryterium oceny mogą być mierzalnymi wartościami obiektywnymi lub subiektywnymi wartościami funkcji użyteczności decydenta wyrażonymi liczbowo w wybranej skali, np. Likerta. Powstaje w ten sposób macierz decyzyjna.

Wartości w macierzy decyzyjnej mają zwykle różne jednostki i rzędy wartości. Ich porównywanie lub agregowanie byłoby niemożliwe lub obciążone błędem. Stosuje się więc jedną z procedur normalizacji, dzięki której przy założeniu liniowego rozkładu funkcji użyteczności, oceny wariantów przyjmują porównywalne wartości z przedziału $<0,1>$. Jako że atrybuty (kryteria) mogą być w różnym stopniu ważne dla decydenta, wprowadza się niekiedy do macierzy ich wagi, które liczbowo pokazują, jak ważne jest każde kryterium względem innych. W zależności od dalszej procedury wagi mogą być liczbami całkowitymi lub z przedziału $<0,1>$, określonymi arbitralnie lub za pomocą formalnej metody.

Tak przygotowana macierz decyzyjna jest następnie przeliczana z zastosowaniem pewnej funkcji – jednej z metod wspomaganie podejmowania decyzji. Celem obliczeń jest zredukowanie dwuwymiarowej macierzy do jednowymiarowego wektora, zawierającego pojedyncze, syntetyczne wartości oceny każdego wariantu. Wyniki obliczeń pozwalają na odrzucenie wariantów najgorszych lub na wyłonienie najlepszych w porównaniu z innymi.

Istnieje wiele metod wielokryterialnych wspomaganie podejmowania decyzji¹. Najprostsze metody wyliczają sumę lub średnią ważoną pozycji wartości kryteriów lub ich znormalizowanej wartości (SAR: *Simple Additive Ranking*, SAW: *Simple Additive Weighting*). Metoda TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) mierzy odległość od wartości idealnej i najgorszej. W AHP (*Analytic Hierarchy Process*) stosuje się porównywanie parami i badanie spójności. W metodach DEA (*Data Envelopment Analysis*) stosuje się techniki nieparametrycznego programowania liniowego. Metoda PROMETHEE (*Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation*) stosuje kilka rodzajów funkcji preferencji kryteriów i zestaw algorytmów, aby wyeliminować zjawisko wzajemnego kompensowania się dobrych i złych wartości cech. Metod tych jest więcej; są

¹ C.L. Hwang, K. Yoon: *Multiple Attributes Decision Making Methods and Applications*, Springer-Verlag, 1981.

także ich kombinacje i modyfikacje, polegające głównie na zastosowaniu zbiorów rozmytych czy dodatkowych kryteriów określających niepewność i ryzyko².

2. Metoda uogólnionego parametru

Metoda uogólnionego parametru (GPM) została pierwotnie zaproponowana do oceny złożonych obiektów i procesów w logistyce³ i badaniu jakości życia⁴. Metoda pozwala na syntetyczną ocenę zarówno całego obiektu, jak i jego składników czy podprocesów oraz ich grup. Może być także użyta do zbadania zmian struktury lub przebiegu zjawisk w czasie i porównywania z innymi. Zastosowana jako metoda wspomagania podejmowania decyzji operuje na atrybutach wariantów, które są kryteriami ich oceny. Charakterystyczne dla tej metody jest to, że kryteria zorganizowane są w logiczne grupy, które mogą być osobno analizowane i porównywane.

Procedura oceny metodą GPM odbywa się w czterech krokach. W pierwszym kroku gromadzone są warianty, po czym są wstępnie selekcjonowane, aby wykluczyć warianty zdominowane lub niespełniające określonych wymagań. Identyfikowane są też kryteria oceny – atrybuty badanego obiektu oraz ich wagi. Atrybuty są organizowane w grupy, a w przypadku cech złożonych są one dekomponowane na składowe i tworzą osobną grupę. Dla każdej cechy-kryterium ustalana jest skala wartości i jej rodzaj, określający pożądany kierunek zmiany. W metodzie są trzy rodzaje cech: stymulanta – większe wartości są lepsze, destymulanta – mniejsze wartości są lepsze, oraz nominanta, która ma wartość optymalną i wartości mniejsze lub większe są niepożądane. Każdemu atrybutowi nadaje się wagę, która jest miarą znaczenia cechy dla decydenta względem innych cech. Odrębne wagi przydziela się grupom kryteriów. Wagi grup są wyznaczane względem innych grup, a nie kryteriów.

W drugim kroku warianty są oceniane według każdego kryterium w macierzy decyzyjnej. Wartości są następnie normalizowane metodą unitaryzacji, dzięki czemu mają jednakowy przedział wartości od $\min=0$ do $\max=1$. Wartość po normalizacji zależy od rodzaju cechy. Dla stymulanty stosuje się wzór (1), a dla destymulanty wzór (2). Dla nominanty stosuje się wzór (1) lub (2) w zależności od tego, czy pożądana wartość optymalna jest większa, czy mniejsza od wartości cechy.

² J. Geldermann, A. Schöbel: *On the Similarities of Some Multi-Criteria Decision Analysis Methods*, „Journal Of Multi-Criteria Decision Analysis” 2011, Vol. 18, Iss. 3–4, s. 219–230.

³ A. Dobrowolska, J. Mikuś: *Ocena jakości procesu logistycznego metodą uogólnionego parametru*, „Badania Operacyjne i Decyzje” 2004, nr 2, s. 5–36.

⁴ A. Dobrowolska: *Zastosowanie metody uogólnionego parametru do oceny jakości życia*, w: E. Skrzypek, *Uwarunkowania jakości życia w społeczeństwie informacyjnym*, UMCS, Lublin 2007, s. 221–228.

$$y_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{i,\min}}{x_{i,\max} - x_{i,\min}}, \quad (1)$$

$$y_{ij} = 1 - \frac{x_{ij} - x_{i,\min}}{x_{i,\max} - x_{i,\min}}, \quad (2)$$

gdzie:

y_{ij} – znormalizowana wartość i -tej cechy ($i = 1, \dots, n$) i j -tego wariantu ($j=1, 2, \dots, m$),

x_{ij} – pierwotna wartość i -tej cechy dla j -tego wariantu,

$x_{i,\max}$ – maksymalna wartość i -tej cechy dla wszystkich wariantów,

$x_{i,\min}$ – minimalna wartość i -tej cechy dla wszystkich wariantów.

Po normalizacji w macierzy są wartości wyłącznie z przedziału $\langle 0, 1 \rangle$ z najbardziej pożądaną wartością równą 1 bez względu na rodzaj cechy, co zapewnia ich porównywalność. Następnie usuwane są te kryteria, według których wszystkie warianty zostały ocenione identycznie – jako nic niewnoszące do analizy.

W trzecim kroku, dla każdego wariantu i dla każdej z grup cech wyliczany jest parametr uogólniony grup (GPMG), wg wzoru (3).

$$GPMG_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i^{(k)} y_{ij}^{(k)}}{\sum_{i=1}^n w_i^{(k)}}, \quad (3)$$

gdzie:

$GPMG_{kj}$ – parametr uogólniony dla j -tego wariantu, dla cech k -tej grupy,

$w_i^{(k)}$ – waga i -tej cechy, jeżeli cecha jest w grupie k ,

$y_{ij}^{(k)}$ – znormalizowana wartość i -tej cechy i j -tego wariantu, jeżeli w grupie k .

W ostatnim, czwartym kroku, wyliczana jest wartość zagregowana (końcowa) uogólnionego parametru GPMT dla każdego wariantu, według wzoru (4).

$$GPMT_j = \frac{\sum_{k=1}^l w_k GPMG_{kj}}{\sum_{k=1}^l w_k}, \quad (4)$$

gdzie:

$GPMT_j$ – wartość końcowa parametru uogólnionego dla j -tego wariantu,

$GPMG_{kj}$ – parametr uogólniony dla j -tego wariantu, dla cech k -tej grupy,

w_k – waga k -tej grupy cech ($k=1,2,\dots,l$).

Wszystkie otrzymane wyniki GPMG i GPMT – grupowe i końcowe parametry uogólnione, przyjmują wartości z zakresu $\langle 0,1 \rangle$.

Podobnie jak w przypadku wielu innych metod wspomagania podejmowania decyzji, końcowe wyniki GPMT mogą być użyte do wyłonienia zwycięskiego wariantu poprzez stworzenie ich uszeregowania wg malejącej wartości parametru.

3. Przykład zastosowania metody do oceny ofert hostingu e-commerce

W celu pokazania możliwości zastosowania proponowanej metody zbadany zostanie przypadek firmy sprzedającej towary fizyczne oraz elektroniczne kody, bony, doładowania i pobierane oprogramowanie, która zamierza rozwinąć działalność w Internecie. Dotychczasowy model biznesowy sprzedaży w oparciu o lokalną sieć salonów i sklep internetowy okazał się obiecujący. Planowana jest ekspansja działalności online, co wiąże się z koniecznością zmiany serwera hostingowego i zakupu lub dzierżawy abonamentowej zaawansowanego oprogramowania sklepu internetowego.

Opracowana przez zarząd koncepcja rozwoju przewiduje budowę internetowego systemu portalowego typu CMS, systemu CRM i forum do obsługi zgłoszeń i dyskusji klientów, oraz sklepu internetowego z biblioteką towarów cyfrowych dystrybuowanych wieloma kanałami i dostarczanych przez wielu dostawców komercyjnych i społecznościowych (głównie towarów cyfrowych).

Na bazie koncepcji rozwoju opracowano specyfikację wymagań i zestaw kryteriów oceny ofert rynkowych. Oferty usługodawców zostały skatalogowane według deklarowanych cech, a w przypadku braku informacji podejmowano e-mailowe i telefoniczne próby pozyskania danych o parametrach usług. Te oferty, które nie spełniały wymaganych parametrów, zostały wykluczone. Wylimitowane zostały także cechy redundantne i spełniane w stopniu maksymalnym przez wszystkie alternatywy. Ostateczny zestaw kryteriów-cech C zaszeregowanych do grup G zaprezentowano w tabeli 1.

Podjęto decyzję, że na początkowym etapie cena usługi nie będzie uwzględniana jako kryterium analizy. Oferty z ceną znacząco przekraczającą budżet zostały odrzucone. Do dalszej analizy zakwalifikowano pięć kryteriów, które będą ocenione według przyjętych zasad. Ostateczny wybór zostanie dokonany przez personel IT i zarekomendowany zarządowi. Jeżeli okaże się, że cena najlepszego wariantu przekracza zakładany budżet, rozważony zostanie wybór tańszej usługi lub zwiększenie budżetu.

Tabela 1

Kryteria (cechy) usług hostingowych w grupach, po wstępnej selekcji

Cecha	Nazwa i opis
G1	Parametry ilościowe: pojemność, moc i dostęp do serwera
C1.1	Przezeń dyskowa: pojemność dla usługobiorcy – w gigabajtach.
C1.2	Wykorzystanie zasobów: mocy procesora, pamięci, itp. – w procentach
C1.3	Liczba domen: możliwych do powiązania z jednym kontem klienta
C1.4	Liczba kont FTP: dla różnych użytkowników (identyfikatorów)
G2	Niezawodność: zapewnienie nieprzerwanego działania usługi
C2.1	Pewność usługi: nieprzerwane działanie w miesiącu – w procentach
C2.2	Czas oczekiwania na wsparcie techniczne: deklarowana liczba godzin
C2.3	Cykl kopii bezpieczeństwa: liczba dni od ostatniej kopii
C2.4	Renoma usługodawcy: subiektywna ocena renomy – w skali 1–5
G3	Połączenie: szybkość i limity połączenia internetowego z serwerem
C3.1	Transfer miesięczny: dozwolony limit, po wyczerpaniu którego następuje degradacja usługi lub konieczność zapłaty – w gigabajtach
C3.2	Przepustowość łącza: szybkość łącza internetowego – w Mbps
C3.3	Przepustowość po przekroczeniu limitu: degradacja usługi (szybkości łącza), po wykorzystaniu limitu transferu miesięcznego – w Mbps
C3.4	Szybkość stwierdzona: zmierzony czas realizacji ządania usługi na koncie testowym dla sklepu i skryptu PHP – śr. w milisekundach
G4	Bazy danych: możliwości i cechy usługi serwera baz danych
C4.1	Liczba baz MySQL: wartość deklarowana
C4.2	Liczba baz PostgreSQL: wartość deklarowana
C4.3	Liczba kont bazy danych: wartość deklarowana
G5	Poczta elektroniczna: możliwości i cechy usługi serwera e-mail
C5.1	Liczba kont pocztowych: maksymalna liczba użytkowników poczty
C5.2	Funkcja „catch-all”: opcja serwera poczty – tak/nie (0/1)
C5.3	Antyspam: opcja serwera poczty – tak/nie (0/1)
C5.4	Regulowana pojemność: dla poczty i pozostałych plików – tak/nie (0/1)
G6	Narzędzia e-biznesowe: udogodnienia integracji w ofercie, bez konieczności podpisywania odrębnych umów, dokupowania modułów
C6.1	Sprzedawcze: narzędzia SEO, mailingowe, integracja lub współpraca z porównywaremami cen, katalogami, aukcjami – skala 1–5
C6.2	Finansowe: obsługa płatności online, systemy ratalne – skala 1–5
C6.3	Logistyczne: integracja lub współpraca z systemami hurtowni i dostawców, kurierami, druk listów przewozowych – skala 1–5
C6.4	Społecznościowe: integracja lub współpraca z portalami testów i opinii konsumentów oraz z witrynami społecznościowymi – skala 1–5

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 2 przedstawiono macierz decyzyjną wraz z wagami grup cech i wagami poszczególnych cech-kryteriów. Wszystkie wagi kryteriów zostały przydzielone przez zespół IT zgodnie z wymogami koncepcji zarządu. Stymulanty i destymulanty oznaczono odpowiednimi literami S i D.

Tabela 2

Macierz decyzyjna

Grupa	Waga grupy	Cecha	Waga cechy	Rodzaj cechy	Wartości cech dla wariantów A1–A5				
					A1	A2	A3	A4	A5
G1	3	C1.1	2	S	4	10	25	50	50
		C1.2	2	S	3	5	5	5	4
		C1.3	1	S	10	10	3	10	5
		C1.4	1	S	10	10	1	10	100
G2	2	C2.1	2	S	99,9	99,5	99,5	99,5	99,7
		C2.2	2	D	24	48	3	1	12
		C2.3	1	D	1	1	3	1	2
		C2.4	1	S	5	1	4	5	5
G3	2	C3.1	2	S	50	100	400	200	100
		C3.2	3	S	100	1000	1000	1000	500
		C3.3	1	S	50	100	1000	10	100
		C3.4	2	D	150	40	500	1500	800
G4	2	C4.1	2	S	10	20	10	30	50
		C4.2	1	S	1	5	5	1	1
		C4.3	1	S	2	1	3	2	1
G5	1	C5.1	2	S	10	100	50	100	1000
		C5.2	1	S	1	1	0	0	1
		C5.3	1	S	1	0	1	1	1
		C5.4	2	S	1	1	1	1	0
G6	4	C6.1	3	S	4	5	3	5	5
		C6.2	2	S	3	5	5	5	5
		C6.3	2	S	2	5	4	5	2
		C6.4	1	S	2	5	1	1	3

Źródło: opracowanie własne.

Po znormalizowaniu wartości macierzy decyzyjnej wyliczony został parametr uogólniony dla grup cech (GPMGn) oraz końcowe wyniki GPMT (tabela 3).

Tabela 3

Oceny wariantów – wyniki dla grup cech i syntetyczny GPMT

Wynik	A1	A2	A3	A4	A5
GPMG1	0,18	0,56	0,49	0,85	0,71
GPMG2	0,84	0,17	0,44	0,67	0,67
GPMG3	0,24	0,67	0,92	0,48	0,33
GPMG4	0,13	0,38	0,50	0,38	0,50
GPMG5	0,67	0,53	0,51	0,53	0,67
GPMG6	0,22	1,00	0,42	0,88	0,69
GPMT	0,32	0,62	0,53	0,69	0,61

Źródło: opracowanie własne.

Najwyższą ocenę syntetyczną uzyskał wariant A4. Oferta tego usługodawcy może zostać wybrana jako najlepsza, jednak decydent może także uszeregować malejąco oferty wg wartości GPMT i zbadać różnice np. pierwszych trzech wariantów, porównując wyniki grupowe.

Podsumowanie

Metody wspomaganie podejmowania decyzji są w zarządzaniu stosowane coraz częściej w obszarach takich jak produkcja, finanse i wiele innych⁵, w tym w dziedzinie technologii informacyjnych do wyboru dostawców urządzeń⁶. Jest to zrozumiałe, gdy w procesie decyzyjnym przeanalizować należy wiele wariantów posiadających wiele cech – kryteriów wyboru. Sytuacja taka bywa dużym wyzwaniem dla decydenta ze względu na zróżnicowanie przeciwstawnych ocen kryteriów.

Proces wyboru dostawcy hostingowego dla e-biznesu należy do klasy problemów wielokryterialnych i można tu posłużyć się jedną z metod wspomaganie podejmowania decyzji. W niniejszym artykule pokazano możliwość zastosowania metody uogólnionego parametru. Ma ona zaletę taką, że w przypadku identycznej lub zbliżonej wartości parametrów końcowych dla kilku wariantów decydent może porównać wartości parametrów grupowych, aby znaleźć różnicujące je grupy kryteriów – bez konieczności badania poszczególnych wartości cech na najniższym poziomie.

Literatura

1. Dobrowolska A.: *Zastosowanie metody uogólnionego parametru do oceny jakości życia*, w: *Uwarunkowania jakości życia w społeczeństwie informacyjnym*, red. E. Skrzypek, UMCS, Lublin 2007.
2. Dobrowolska A., Mikuś J.: *Ocena jakości procesu logistycznego metodą uogólnionego parametru*, „Badania Operacyjne i Decyzje” 2004, nr 2.
3. French S.: *Decision Theory – An Introduction to the Mathematics of Rationality*, Chichester Ellis Horwood Ltd, 1986.
4. Geldermann J., Schöbel A.: *On the Similarities of Some Multi-Criteria Decision Analysis Methods*, „Journal Of Multi-Criteria Decision Analysis” 2011, vol. 18, issue 3–4.

⁵ D.L. Keefer, C.W. Kirkwood, J.L. Corner: *Perspective on decision analysis applications*, „Decision Analysis” 2004, Vol. 1, No. 1, s. 4–22.

⁶ M. Kasim et al.: *Multi-criteria decision making methods for determining computer preference index*, „Journal of Information and Communication Technology” 2011, Vol. 10, No. 1, s. 137–148.

5. Hwang C.L., Yoon K.: *Multiple Attributes Decision Making Methods and Applications*, Springer-Verlag, 1981.
6. Kasim M. et al.: *Multi-criteria decision making methods for determining computer preference index*, „Journal of Information and Communication Technology” 2011, Vol. 10, No. 1.
7. Keefer D.L., Kirkwood C.W., Corner J.L.: *Perspective on decision analysis applications*, „Decision Analysis” 2004, Vol. 1, No. 1.

APPLICATION OF DECISION SUPPORT METHODS TO SELECT A HOSTING SERVICE FOR AN E-BUSINESS

Summary

Many decision support methods exist and can be used to select a hosting service for an e-business. They operate on individual criteria to produce a compound measure for each alternative. The objective of this work is to analyze the possibility of applying a method that calculates additional measures for groups of criteria. We propose the Generalized Parameter Method to support the hosting service selection decisions and we present a case study to demonstrate its use.

Translated by Wiesław Dobrowolski