

Jarosław Wątróbski*

Katarzyna Witkowska**

WYKORZYSTANIE ROZMYTYCH MAP KOGNITYWNYCH W MODELOWANIU PRZEKAZU INTERAKTYWNEGO

Streszczenie

Obecne trendy w dziedzinie marketingu elektronicznego oraz promocji on-line wskazują na rosnącą popularność reklam internetowych. Sposób projektowania reklam zaczyna ewoluować w kierunku *one to one*. Wymusza to na twórcach reklam tworzenie spersonalizowanych przekazów. W przypadku modelowania przekazu interaktywnego zmiany mogą zachodzić w sposób dynamiczny. W związku z tą cechą modelowania przekazu interaktywnego przedstawiono model doboru treści reklamy bazujący na metodologii rozmytych map kognitywnych przy zastosowaniu eye trackingu.

Słowa kluczowe: rozmyte mapy kognitywne, reklama internetowa, eye tracking

Wprowadzenie

Obecnie w działaniach marketingowych wykorzystuje się różne instrumenty oraz środki promocji, przy pomocy których firma komunikuje się z otoczeniem. Wzrost znaczenia technologii interaktywnych, a w szczególności internetu w działalności marketingowej organizacji, związany jest między innymi z rozwojem nowych mediów, do których powstania doprowadził rozwój technologii informatycznych. Kotler i Postma (Kotler, Postma, 1999) podkreślają wejście marketingu w nową erę, gdzie zaznaczyły swoją obecność nowe, nieznanie wcześniej media interaktywne. Funkcje tradycyjnych środków przekazu przejmowane są przez media elektroniczne lub ich połączenie w postaci multimediów. Media inte-

* Jarosław Wątróbski, dr inż., Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Informatyki i Technologii Informatycznych, e-mail: jwatrobski@wi.zut.edu.pl

** Katarzyna Witkowska, mgr inż., Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Informatyki i Technologii Informatycznych, e-mail: kwitkowska@wi.zut.edu.pl

raktywne zapewniają możliwość korzystania z nowych form komunikacji, które stosuje się również w działaniach reklamowych (Hoffman, Novak, 1995). Zasadniczą rolę w rozwoju marketingu i reklamy z wykorzystaniem internetu odegrała bezpośrednia komunikacja i interakcja z jednostkowym odbiorcą przekazu. Wykorzystywane media masowe, takie jak telewizja i model komunikacji „jeden do wielu” (*one to many*) nie zapewniają możliwości analizowania bezpośredniego wpływu działań marketingowych na reakcje konsumenta (Rust, 1989). Podstawową cechą, która wyróżnia media elektroniczne (w tym internet) jest możliwość komunikacji dwukierunkowej, co doprowadziło do powstania nowych modeli komunikacyjnych (Hoffman, Novak, 1995). Model „jeden do jednego” (*one to one*) pozwala na przesłanie komunikatu do odbiorcy i otrzymanie informacji zwrotnej.

Sposób projektowania reklam zaczyna ewoluować w kierunku maksymalizowania personalizacji przekazu, co wymusza tworzenie nowych metod umożliwiających dopasowanie przekazu do gustów określonego odbiorcy. Wyższy poziom spersonalizowania pozwala na osiąganie wyższych wyników związanych z efektywnością akcji promocyjnych. W przypadku modelowania przekazu interaktywnego jego zmiany mogą zachodzić w sposób dynamiczny. Na podstawie obserwacji w czasie *t* można wprowadzać na bieżąco zmiany w celu porównania różnych koncepcji.

Wspomaganie procesów decyzyjnych związanych z emisją reklam ma duże znaczenie dla efektywności prowadzonych w internecie kampanii reklamowych. Szereg uwarunkowań powoduje trudności z wyborem właściwego kryterium optymalności prowadzonych działań. Większość proponowanych rozwiązań w zakresie optymalizacji kampanii reklamowych uwzględnia tylko jedno kryterium (Jankowski, 2009) i zakłada deterministyczne wartości parametrów techniczno-ekonomicznych modelu na podstawie uśrednionych wartości uzyskanych z pomiarów (Chickering, Heckerman, 2000).

W celu odwzorowania złożoności problemu doboru treści reklamowej wskazane jest zastosowanie metod rozmytych (Jankowski, 2011). Jedną z możliwych reprezentacji są rozmyte mapy kognitywne (FCM). W modelowaniu z wykorzystaniem FCM należy wziąć pod uwagę fakt, że tworzone charakterystyki opierają się w większości przypadków na wiedzy człowieka. W celu uniknięcia subiektywnych opinii w pracy zaproponowano rozwiązania wykorzystujące eye tracking do obliczenia relacji pomiędzy elementami badanego zjawiska. W rozdziale pierwszym przedstawiono zagadnienia teoretyczne dotyczące narzędzi użytych do budowy modelu, tj. rozmytych map kognitywnych oraz metodologii badań

okulograficznych. Rozdział drugi zawiera autorski przykład wykorzystania map kognitywnych w modelowaniu przekazu interaktywnego oraz opis eksperymentu z wykorzystaniem eye trackera, zaś w rozdziale końcowym przedyskutowano uzyskane wyniki.

Charakterystyka narzędzi użytych do opracowania modelu

Rozmyte mapy kognitywne – matematyczna reprezentacja i budowa

Pierwsze mapy wiedzy zostały zaproponowane przez politologa Roberta Axelroda w roku 1976 (Axelrod, 1976). Były wykorzystywane do prezentacji społecznej wiedzy naukowej. Rozmyta mapa kognitywna występuje w postaci grafu skierowanego, który można zapisać w następujący sposób (Froelich, Juszczyk, 2009):

$$\langle N, w \rangle,$$

gdzie:

$N = [N_1, \dots, N_n]^T$ – wartości czynników mapy powiązane między sobą zależnościami,

$w = \{w_{ij}\}$ – wartość powiązań (krawędzi) między węzłami x wyrażana w postaci macierzy relacji, gdzie w_{ij} są liczbami z przedziału $[-1, 1]$; $i, j = 1, \dots, n$,

n – liczba czynników.

Każda krawędź w_{ij} związana jest z określonym węzłem N_n i posiada przypisaną wartość. Wartość w_{ij} wskazuje na rodzaj relacji między czynnikami. Jeśli krawędź z węzła N_1 do węzła N_2 posiada wartość < 0 , oznacza to pozytywny wpływ czynnika A na czynnik B. Jeśli krawędź wychodząca z czynnika B w kierunku A będzie posiadała ujemną wartość, oznacza to, że czynnik B wpływa negatywnie na czynnik A. W przypadku, gdy wartość krawędzi równa jest 0, wzajemny wpływ czynników nie występuje. Należy również zaznaczyć, że waga krawędzi $w_{ij} \neq w_{ji}$.

Słabym punktem map kognitywnych była prezentacja relacji pomiędzy czynnikami, która wskazywała jedynie na rodzaj powiązania. W latach osiemdziesiątych Kosko zaproponował zmianę metody określania siły powiązań węzłów. Zamiast stosowania jedynie znaków, każda krawędź miała przypisaną liczbę, która określała stopień powiązania między badanymi czynnikami. Prezentowane były wartości z przedziału $[-1, 1]$. Dzięki temu relacja między czynnikami mogła zo-

stać opisana za pomocą pojęć rozmytych, takich jak słaby, średni, silny (Kosko, 1986). Wartość czynników warunkowana jest przez określenie dynamiki mapy danej wzorem:

$$x_i(t + 1) = f(x_i(t) + \sum_{j \neq i}^n x_j(t) * w_{ij})$$

gdzie: i, j – numery czynników ($i, j = 1, \dots, n$); n – liczba czynników; f – funkcja progowa; t – dyskretny czas, x_i – wartość i -tego czynnika; w_{ij} – wartość krawędzi między czynnikiem x_i a czynnikiem x_j (Froelich, Juszczuk, 2009).

Konstrukcja rozmytej mapy kognitywnej w dużej mierze opiera się na danych wejściowych, których dostarczają eksperci danej dziedziny lub strony zainteresowane. Metodologia ta wykorzystuje wiedzę wskazanych podmiotów do odwzorowania ich doświadczenia i zachowania za pomocą mapy. Wskazany sposób zbierania informacji jest subiektywny, dlatego ważne jest zebranie jak największej grupy ekspertów lub oparcie się na badaniach, które obejmowały dużą próbę badawczą (Sobczak, 2007).

Zgodnie z tym w pierwszym etapie należy zebrać główne czynniki, które mają najistotniejszy wpływ na badane zjawisko. Czynniki te wybierane są na podstawie ilości wystąpień. Jeśli czynnik wśród wielu niezależnych opinii ekspertów występuje wielokrotnie, należy umieścić go w modelu (Sobczak, 2007). Kolejnym krokiem jest wskazanie powiązań między wybranymi czynnikami na podstawie realnych oddziaływań czynników względem siebie. Określenie krawędzi oraz ich kierunku pozwala na zdefiniowanie siły oddziaływania między nimi. Jest ona określana na podstawie wiedzy ekspertów lub systemu. Siłę oddziaływania relacji C_i w stosunku do C_j można opisać za pomocą zmiennych lingwistycznych (Papa-georgiou, Kontogianni, 2011). Po przypisaniu wartości lingwistycznych ze zbioru T do krawędzi mapy można określić dla każdej z nich wartość liczbową. Rozmycie otrzymanych zależności pomiędzy węzłami mapy wpływa na poprawniejsze odwzorowanie rzeczywistych relacji między elementami badanego środowiska.

Eye tracking

Mianem eye trackingu określa się zbiór technik badawczych umożliwiających uzyskanie informacji na temat ruchu gałek ocznych w danym przedziale czasu oraz punktów fiksacji wzroku. Pozyskane dane pozwalają na scharakteryzowanie aktywności wizualnej oraz sprawdzenie, w jaki sposób przetwarzany jest

kod obrazowy i tekstowy. Pierwsza nieinwazyjna metoda śledzenia ruchu gałek ocznych została przedstawiona przez Dodge'a i Cline'a (1901). Od tego czasu badania okulograficzne ewoluowały tworząc przy tym nowe techniki badań, urządzeń i oprogramowań.

Jedną z najpopularniejszych metod eye trackingu jest rejestracja wideo aktywności wzrokowej za pomocą urządzeń zamontowanych na głowie (tzw. eye-tracking mobilny), umożliwiających przemieszczanie się badanego, lub umieszczonych zdalnie. Wyniki pomiarów mogą być prezentowane w trzech głównych formatach: mapy fiksacji, mapy cieplnej i mapy przeźroczystości. Głównymi miarami stosowanymi w eye trackingu są fiksacje oraz sakady. W badaniach wykorzystuje się również wskaźniki pochodne tych miar.

Mianem fiksacji określa się zjawisko polegające na nakierowaniu środkowej części siatkówek obu oczu na oglądany przedmiot trwające od 0,15 do 1,5 sekundy. Miara fiksacji może być interpretowana w zależności od kontekstu, w jakim jest rozpatrywana. Może dotyczyć obszaru zainteresowania (Poole, Ball, 2006), czasu trwania (Just, Carpenter, 1980), powtarzalności fiksacji (Goldberg, Kotval, 1999), procentowego udziału fiksacji w AOI (Albert, 2002) czy gęstości przestrzennej (Cowen, 2001). Dzięki takiemu podejściu miara ta wykorzystywana jest w wielu obszarach badawczych, m.in. w projektowaniu reklam (Jacob, Karn, 2003). Sakada określana jest jako bardzo szybki i skokowy ruch oka między dwoma fiksacjami. Występuje ok. 4–6 razy na sekundę i trwa w granicach 0,03 do 0,06 sekundy. Podobnie jak fiksacja, sakada może być interpretowana w zależności od kontekstu (Cowen, Ball, 2002). Opisane wartości służą do definiowania ścieżki wzroku i stanowią podstawę dalszych analiz.

Model doboru treści reklamy z wykorzystaniem rozmytych map kognitywnych

Założenia do eksperymentu

Uniwersalność FCM przekłada się na ich szerokie zastosowanie w różnych dziedzinach. W literaturze można znaleźć przykłady ich zastosowania w rozwiązywaniu problemów inżynierskich (Mohr, 1997), przemysłowych (Stylios, Groumpos, 2000) oraz w takich sektorach jak wojskowość (Kosko, 1988) czy ekonomia (Tsadiras, Margaritis, 1999). Mapy kognitywne mogą zostać również zaadaptowane dla problemów związanych z optymalizacją przekazu reklamowego on-line. Problem optymalizacji jest związany z dynamiką zmian kontentu

przekazu reklamowego oraz jego mnogością. Poprzez zastosowanie FCM można w szybki sposób określić efektywność danej kombinacji i wybrać najbardziej korzystną. Takie podejście minimalizuje czas poświęcony na utrzymywanie na stronach internetowych mało efektywnych reklam.

Dodatkowo, w celu zminimalizowania ludzkiego wkładu w szacowanie wartości korelacji między węzłami mapy, zdecydowano się na przeprowadzenie badań okulograficznych. Podejście to zakłada zaangażowanie człowieka i jego wpływ na kształtowanie wyników, przy jednoczesnym wykluczeniu subiektywnych opinii. Przebieg eksperymentu z użyciem eye trackera, analiza otrzymanych wyników oraz przełożenie ich na działanie modelu rozmytej mapy kognitywnej zostały przedstawione w kolejnym podrozdziale pracy.

Przebieg eksperymentu

W eksperymencie zgodziło się wziąć udział 16 respondentów. Treści, które zostały wykorzystane w eksperymencie, zostały stworzone na jego potrzeby i żaden z badanych nie widział ich przed przystąpieniem do eksperymentu. Stworzono 27 stron internetowych. Każda zawierała 4 elementy. Trzy z nich prezentowały tekst opatrzone nagłówkiem. Treści dotyczyły bieżących wydarzeń związanych z e-commerce. Czwarty element przedstawiał reklamę zbudowaną na bazie 3 elementów: intensywności koloru, wielkości i lokalizacji na stronie. Każda z cech mogła wystąpić w 3 wariantach, co dało w sumie 27 kombinacji możliwych do uzyskania reklam. Dopuszczalne wartości każdej z cech zostały przedstawione w tabeli 1.

Tabela 1

Wartości cech reklam

Wartość cechy w skali (1–3)	Cecha		
	intensywność koloru (P)	położenie na stronie (L)	wielkość (S)
1	low	top	big
2	medium	middle	medium
3	high	down	small

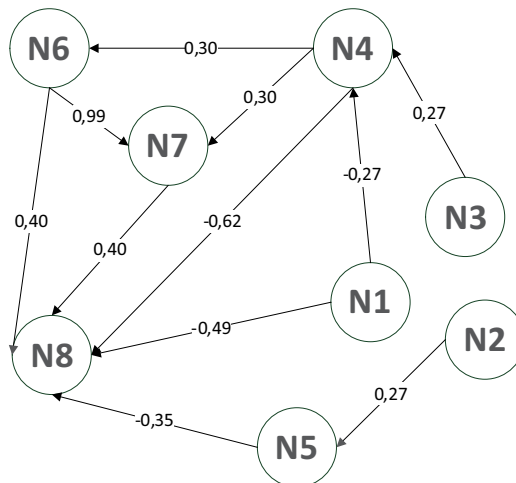
Źródło: opracowanie własne.

Zadanie polegało na przeczytaniu nagłówków i pierwszych zdań każdego z akapitów. Każdy z rzutów ekranu strony WWW był prezentowany w czasie

15 sekund, po czym następowało automatyczne przejście do kolejnego zrzutu. Po zebraniu wszystkich próbek oraz wyznaczeniu dla badanych stron obszarów zainteresowań otrzymano dane na temat efektywności dla każdej z zaproponowanych kombinacji reklamy. Za pomocą analizy ANOVA możliwe było wyliczenie macierzy korelacji pomiędzy zmiennymi niezależnymi oraz zależnymi, które obciążają badaną efektywność.

Postać modelu FCM

Do zasymulowania zjawiska związanego z projektowaniem reklamy posłużono się danymi uzyskanymi w trakcie badania eye trackerem. Wymienione w nim dane stanowią N_i czynników z informacjami o cechach reklamy oraz jej efektywności. Zmiennymi niezależnymi, którymi można sterować w sposób bezpośredni, są wielkość, kolor oraz lokalizacja reklamy. Pozostałe informacje uzyskane na podstawie badań urządzeniem traktowane są jako zmienne zależne, których wartość uzależniona jest od reakcji użytkownika. Lista wszystkich dostępnych zmiennych (węzłów) jest następująca: N_1 – wielkość reklamy (S); N_2 – położenie reklamy na stronie (L); N_3 – intensywność barwy (P); N_4 – ilość odwiedzin; N_5 – czas, po jakim reklama została zauważona po raz pierwszy (s); N_6 – łączny czas, na jaki reklama przyciągnęła uwagę (s); N_7 – procentowy udział czasu odwiedzin reklamy w stosunku do pozostałej treści na stronie (%); N_8 – ilość rewizyt.



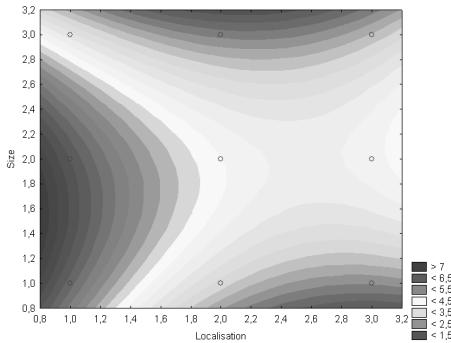
Rysunek 1. Schemat rozmytej mapy kognitywnej dla problemu doboru treści reklamy
Źródło: opracowanie własne.

Inicjalizacja parametrów mapy w macierzy relacji zbudowana została na bazie analizy wyników otrzymanych w badaniu eye trackerem. Wyliczone korelacje posłużyły do stworzenia powiązań pomiędzy węzłami mapy w_{ij} . Macierz bazująca na otrzymanych wartościach została przedstawiona na rysunku 2. Wartość zerowa oznacza, że dane węzły nie mają na siebie istotnego wpływu.

	0,00	0,00	0,00	-0,27	0,00	0,00	0,00	-0,49
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00
W	0,00	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00
W W =	-0,27	0,00	0,27	0,00	0,00	0,30	0,30	0,62
	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,35
	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,99	0,40
	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,99	0,00	0,40
	-0,49	0,00	0,00	0,62	-0,35	0,40	0,40	0,00

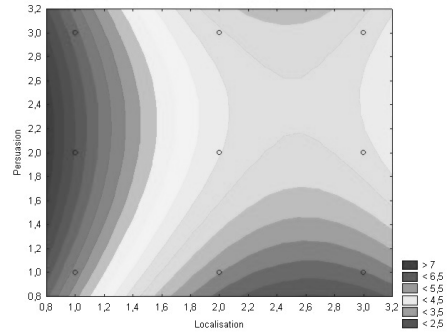
Rysunek 2. Macierz relacji omawianej mapy

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 3. Dopasowanie powierzchni rozmiar – lokalizacja

Źródło: opracowanie własne.



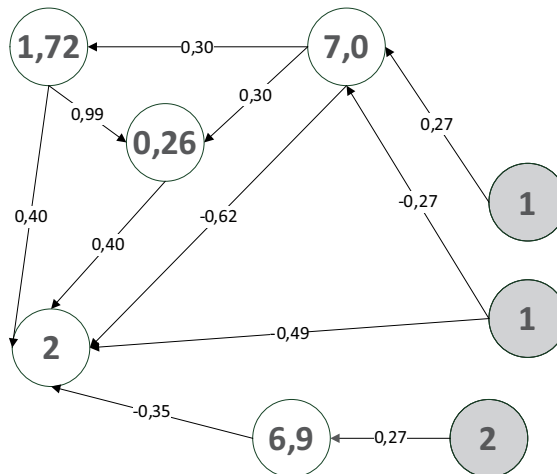
Rysunek 4. Dopasowanie powierzchni barwa – lokalizacja

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie wykresów dopasowania powierzchni między poszczególnymi elementami reklamy można zaobserwować zmienność efektywności poszczególnych kombinacji w odniesieniu do intensywności każdej z cech. Na rysunku 3 przedstawiono zależność między dwoma najbardziej istotnymi czynnikami. Na wykresie powierzchniowym widać, że najskuteczniejsza jest kombinacja lokalizacji na poziomie $L = 1$ oraz rozmiaru na poziomie $S = 2$. Na rysunku 4 widać zależność pomiędzy lokalizacją a intensywnością barwy. Okazuje się, że najlepsze efekty osiągnąć można dla reklamy umiejscowionej w najwyższym miejscu na stronie

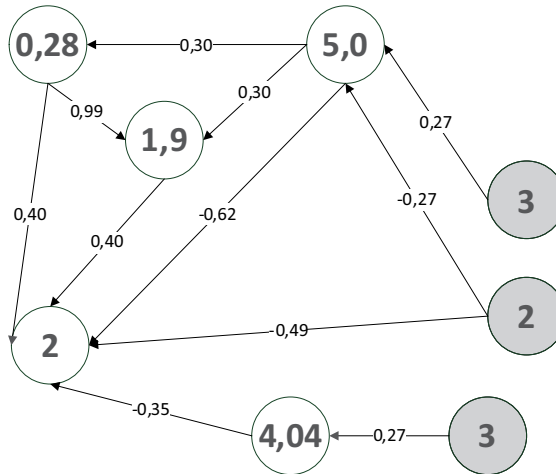
oraz dla barwy na poziomie $P = 2$. Na zmianę ilości rewizyt wpływ ma lokalizacja, której zmiana powoduje spadek ponownego zainteresowania użytkowników. Zróżnicowanie wzajemnego wpływu wywieranego przez rozmiar i intensywność barwy okazało się nie być istotne.

Opracowana mapa kognitywna umożliwia również przeprowadzenie w krótkim czasie dużej liczby symulacji dla różnych wartości zmiennych decyzyjnych. Wprowadzając do modelu wartości definiujące elementy reklamy, możliwa jest weryfikacja wyników efektywności, jakie będzie w stanie osiągnąć dana kombinacja elementów. Zaproponowany model może również posłużyć do predykcji wyników efektywnościowych. Wprowadzając do wybranego węzła od N4 do N8 pożądaną wartość można zdefiniować, jakie wartości przyjmą węzły niezależne. Rozwiązanie to umożliwia dynamiczny dobór contentu reklamy w zależności od żądanych wyników. Rozwiązanie to wydaje się słuszne biorąc pod uwagę fakt, iż w kampaniach reklamowych wymagany efekt może być zróżnicowany. Na rysunkach 5–8 przedstawiona została część możliwych do przetestowania scenariuszy. Wartości w wyróżnionych węzłach odnoszą się do elementów budujących content reklamowy (rys. 5–6) lub wartości przewidywanej (rys. 7–8).



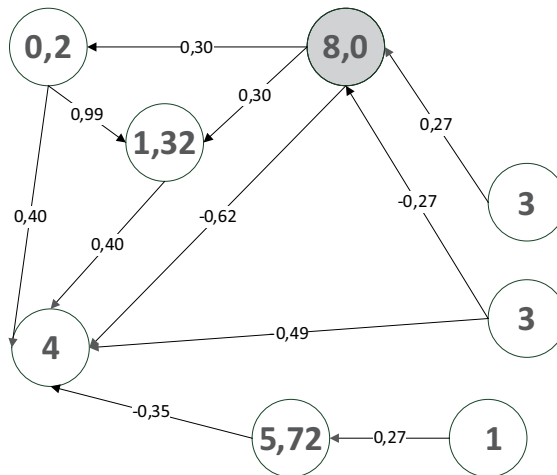
Rysunek 5. Wyniki efektywnościowe dla ustawień $L = 2$, $S = 1$, $P = 1$

Źródło: opracowanie własne.



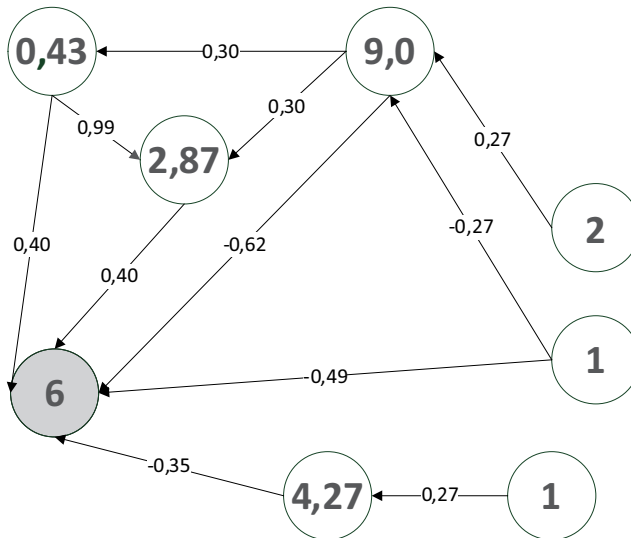
Rysunek 6. Wyniki efektywnościowe dla ustawień $L = 3$, $S = 2$, $P = 3$

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 7. Prognozowane wartości węzłów niezależnych dla oczekiwanej wartości węzła $N4 \geq 8,0$

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 8. Prognozowane wartości węzłów niezależnych dla oczekiwanej wartości węzła N8 $\geq 6,0$

Źródło: opracowanie własne.

Rysunki 5 i 6 przedstawiają możliwe do uzyskania wyniki efektywności węzłów N4–N8. Wygenerowane wyniki opierają się w całości na wartościach węzłów N1, N2 i N3. W obydwu przypadkach dane zestawienie zmiennych niezależnych wygeneruje określoną dziedzinę wyników. W przypadkach przedstawionych na rysunkach 7 i 8 FCM posłużyła do predykcji ustawień węzłów niezależnych. Prognozowany przedział wartości w obydwu przypadkach jest nierównością. Powoduje to, iż ilość możliwych do wygenerowania ustawień kontentu reklamy, które spełniają nierówność, jest większa niż jeden. Kolejne przeliczenia będą generowały inne kombinacje elementów w węzłach N1–N3. Przeprowadzone badania pozwoliły również na określenie wpływu poszczególnych zmiennych względem siebie. Obrazuje to złożoność modelowanego systemu doboru kontentu reklamy.

Podsumowanie

Przedstawione modelowanie przekazu interaktywnego jest przykładem wykorzystania rozmytych map wiedzy połączonych z badaniami okulograficznymi. Ujęcie zmienności czynników tworzących przekaz i ocena efektywności uzyskanych w modelu wyników pozwala na szerszy zakres wspomaganie decyzji w stosunku

do rozwiązań deterministycznych. Uzyskane rozwiązania, z uwagi na możliwość oceny pewności ich realizacji w zmiennym środowisku, wskazują na możliwość wykorzystania rozmytych map kognitywnych w optymalizacji planowania emisji określonego typu reklamy w Internecie. Mogą być one zastosowane w planowaniu strategicznym przy poszukiwaniu rozwiązań, które zapewnią jak najlepsze wykorzystanie dostępnych zasobów oraz stanowić podstawę do oceny zasobów emisyjnych z punktu widzenia osiągniętych efektów. Jako kierunek dalszych prac wskazuje się przeprowadzenie opisanego w pracy badania na większej próbie respondentów. Pozwoliłoby to na zachowanie odpowiedniej istotności analizowanych wyników. W celu sprawdzenia uniwersalności modelu możliwe byłoby zaadaptowanie reklamy o podobnej budowie i sprawdzenie poprawności wyników wygenerowanych przez FCM. Dodanie do zbudowanej mapy kolejnych węzłów z wartościami niezależnymi pozwoliłoby na silniejsze spersonalizowanie generowanego przekazu, co w konsekwencji przełożyłoby się na zwiększenie efektywności.

Bibliografia

- Albert W. (2002), *Do web users actually look at ads? A case study of banner ads and eye-tracking technology*, Proceedings of the Eleventh Annual Conference of the Usability Professionals' Association.
- Axelrod R. (1976), *Structure of Decision: The Cognitive Maps of Political Elites*, Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Chickering D., Heckerman D. (2000), *Targeted advertising with inventory management*, ACM Special Interest Group on E-Commerce (EC00), Minneapolis.
- Cowen L. (2001), *An eye movement analysis of web-page usability. Unpublished Masters thesis*, Lancaster University, Lancaster.
- Cowen L., Ball L.J., Delin J. (2002), *An eye-movement analysis of web-page usability, w: People and Computers XVI – Memorable yet Invisible: Proceedings of HCI 2002i*, red. X. Faulkner, J. Finlay, F. D tienne, Springer, London, s. 317–335.
- Dodge R., Cline S.T. (1901), *The angle velocity of eye movements*, „Psychological Review”, vol 8, no. 2, s. 145–157.
- Froelich W., Juszczuk P. (2009), *Predictive Capabilities of Adaptive and Evolutionary Fuzzy Cognitive Maps – A Comparative Study. Intelligent System for Knowledge Management*, „Studies in Computational Intelligence Series”, vol. 252, s. 153–174.
- Goldberg H.J., Kotval X.P. (1999), *Computer interface evaluation using eye movements: Methods and constructs*, „International Journal of Industrial Ergonomics”, vol. 24, s. 631–645.

- Hoffman D.L., Novak T.P. (1995), *Marketing in Hipermedia Computer-Mediated Environment: Conceptual Foundations*, Vanderbilt University, Nashville.
- Jacob R.J.K., Karn K.S. (2003), *Eye tracking in Human-Computer Interaction and usability research: Ready to deliver the promises*, w: *The mind's eye: Cognitive and applied aspects of eye movement research*, red. J. Hyönä, R. Radach, H. Deubel, Elsevier, Amsterdam, s. 573–605.
- Jankowski J. (2009), *Interactive advertising in social networks with uncertain parameters*, w: *Some problems of internet's technologies and applications*, red. M. Łatuszyńska, K. Kompa, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin, s. 25–38.
- Jankowski J. (2011), *Integration of Collective Knowledge in Fuzzy Models Supporting Web Design Process*, Gdynia, s. 395–404.
- Just M.J., Carpenter P.A. (1980), *A theory of reading: From eye fixations to comprehension*, „Psychological Review”, vol. 87 (4), s. 329–354.
- Kosko B. (1986), *Fuzzy cognitive maps*, „International Journal of Man-Machine Studies”, vol. 24, s. 65–75.
- Kosko B. (1988), *Hidden patterns in combined and adaptive knowledge networks*, „International Journal Of Approximate Reason”, vol. 2, s. 377–393.
- Kotler Ph., Postma P. (1999), *The New Marketing Era, Marketing to the Imagination in a Technology World*, McGraw-Hill, New York.
- Mohr S. (1997), *The use and interpretation of fuzzy cognitive maps*, Master's Project, Rensselaer Polytechnic Institute.
- Papageorgiou E., Kontogianni A. (2011), *Using Fuzzy Cognitive Mapping in environmental decision making and management: a methodological primer and an application*, w: *International Perspectives on Global Environmental Change*, red. S.S. Young, S.E. Silvern, InTech Open Access Publisher, s. 427–450.
- Poole A., Ball L.J. (2006), *Eye Tracking in Human-Computer Interaction and Usability Research: Current Status and Future Prospects*, w: *Encyclopedia of Human Computer Interaction*, red. C. Ghaoui, s. 211–219.
- Rust T. (1989), *Advertising Media Models*, Lexington Books.
- Sobczak A. (2007), *Zastosowanie rozmytych map kognitywnych w planowaniu rozwoju zorientowanej na usługi architektury systemów informatycznych. Zarządzanie rozwojem organizacji*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź.
- Stylios C., Groumpos P. (2004), *Modeling complex systems using fuzzy cognitive maps*, „Systems Man, Cybernetics, Part A: Systems Humans IEEE Transactions”, vol. 34 (1).
- Tsadiras A., Margaritis K. (1999), *An experimental study of the dynamics of the certainty neuron fuzzy cognitive maps*, „Neurocomputing”, vol. 24, s. 95–116.

THE USE OF FUZZY COGNITIVE MAP IN MODELING ON-LINE ADVERTISING

Summary

Current trends in the area of digital marketing and on-line promotion indicate the growing popularity of on-line advertising. Method of designing the ad begins to evolve in the direction of *one to one*. This forces to create personalized advertising messages. In the case of interactive media modeling changes can occur in a dynamic way. With fuzzy cognitive maps it is possible in a short time make many simulations, which reduces analysis time and efficiency. The purpose of this article is to develop a model supporting the selection of advertising on the Internet.

Translated by Jarosław Wątróbski

Keywords: fuzzy cognitive mapping, on-line marketing, eye tracking