

Karolina Bartos

Wykorzystanie sztucznych sieci neuronowych w badaniach zachowań konsumentów

Ekonomiczne Problemy Usług nr 88, 15-23

2012

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.

KAROLINA BARTOS

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

WYKORZYSTANIE SZTUCZNYCH SIECI NEURONOWYCH W BADANIACH ZACHOWAŃ KONSUMENTÓW

Wprowadzenie

Przedsiębiorstwa funkcjonują obecnie w nieustannie zmieniających się warunkach rynkowych. Skutkuje to pewnym ryzykiem, które firmy starają się wyeliminować lub znacznie ograniczyć. Na większość zmian tworzących to ryzyko mają wpływ indywidualne decyzje klientów, które kształtują popyt na dane dobro. Dlatego niezmiernie ważne staje uzyskanie aktualnych informacji o konsumentach w jak najkrótszym czasie. Tylko na ich podstawie zarządzający będą mogli podjąć trafne decyzje. W tym celu zbiera się olbrzymie ilości informacji o klientach i ich zachowaniach na rynku. Jednak do analizy coraz większych baz danych potrzebne są odpowiednie narzędzia umożliwiające ich szybką i sprawną eksplorację. Klasyczne metody statystyczne mogą okazać się w tym przypadku mało skuteczne. Dlatego coraz częściej stosuje się sztuczne sieci neuronowe (ang. *artificial neural networks*), zwane w skrócie także sieciami neuronowymi (ang. *neural networks*). Należą one zdaniem prof. R. Tadeusiewicza do najbardziej obiecujących i fascynujących narzędzi początków XXI stulecia¹.

¹ R. Tadeusiewicz, *Wstęp do sieci neuronowych*, w: *Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000 – Sieci neuronowe*, tom 6, red. M. Nałęcz, Polska Akademia Nauk, Akademicka Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2000, s. 28.

1. Cele i zakres badań zachowań konsumentów

Badania rynku polegają na zbieraniu, analizowaniu i pozyskiwaniu z danych wiedzy niezbędnej do zrozumienia zasad kształtujących procesy rynkowe. Badania zachowań konsumentów są częścią badań rynkowych i dotyczą informacji związanej z zachowaniami klientów. Są one użyteczne nie tylko dla przedsiębiorstw, ale mogą okazać się także przydatne dla polityki wobec klienta (np. ochrona konsumenta, doradztwo konsumenckie).

Zachowanie konsumenta zostało przedmiotem badań w XX wieku. Przed drugą wojną światową przeprowadzono co prawda kilka badań nad zachowaniami klientów, jednak dopiero w latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych rozpoczął się rozwój tej dziedziny². Stało się tak, ponieważ konsumenci nie musieli już walczyć o przetrwanie. Dochód gospodarstw domowych stał się większy niż podstawowe koszty wynajmu mieszkania, kupna ubrania i wyżywienia, więc zaczęła występować możliwość dowolnego nim dysponowania. Dodatkowo na rynku pojawiły się możliwości wyboru różnych dóbr tego samego rodzaju, a to pociągnęło za sobą konieczność rywalizacji producentów o klienta. Konsumenci stali się bardziej wymagający co do jakości i ceny oferowanych produktów (usług). Dlatego wytwórcy i sprzedawcy zaczęli się interesować motywami i kryteriami ich wyboru.

Do głównych zadań badań zachowań konsumentów należą:

- *Opis*: w badaniach opisowych sporządza się jak najpełniejszy obraz zachowań klienta, np. co kupuje, kiedy, z jaką częstotliwością, jaką stosuje formę płatności. Wyniki te mogą służyć na przykład do oszacowania popytu i przywiązania do marki.
- *Wyjaśnianie*: ma na celu poznanie wyznaczników zachowań konsumentów, czyli odkrycie, co wpływa na różnego typu formy zachowań.
- *Prognozowanie (przewidywanie)*: w badaniach tego typu dąży się do sformułowania twierdzeń o przyszłych zachowaniach konsumentów oraz o możliwych efektach podjętych decyzji marketingowych³.

Badania zachowań konsumentów mają więc na celu ustalenie podstawowych cech konsumentów oraz zrozumienie i wyjaśnienie ich zachowania, a dzięki temu ustalenie możliwości kształtowania i przewidywania tego zachowania⁴.

Nie sposób opisać pełen zakres badań zachowań konsumentów, jednak warto przytoczyć chociaż jego główne obszary, które obejmują: bezpośrednią rejestrację zachowania klienta (np. dane dotyczące kupowanych produktów, środka płatniczego, czasu, miejsca i częstotliwości zakupów itp.) oraz badanie uwarunkowań za-

² G. Antonides, W.F. van Raaij, *Zachowanie konsumenta*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003, s. 26, 583.

³ *Ibidem*, s. 34–35, 581.

⁴ L. Rudnicki: *Zachowanie konsumentów na rynku*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2000, s. 240–241.

chowań konsumentów (np. ich opinii, planów, gustów, motywów podejmowania decyzji, sposobu spędzania wolnego czasu itp.).

Niezbędnym warunkiem przeprowadzenia badania zachowań konsumentów jest uzyskanie odpowiednich danych statystycznych na ten temat. Źródła tych danych można podzielić na dwa rodzaje: pierwotne i wtórne. Dane pierwotne obejmują informacje, które zostały zebrane specjalnie do celów prowadzonego badania. Mogą one pochodzić np. z ewidencji i sprawozdawczości przedsiębiorstw, bezpośrednio od konsumentów lub od personelu przedsiębiorstwa (np. sprzedawca). Ich zdobycie wiąże się z poniesieniem o wiele większych kosztów niż w przypadku danych ze źródła wtórnego. Tam źródłem informacji mogą być bazy danych i rejestry konsumentów prowadzone przez firmy. Organizacje zarządzające takimi bazami to m.in. centralne biura statystyczne (np. GUS, Eurostat), izby handlowe, biblioteki wyższych uczelni, organizacje zawodowe i departamenty rządowe. Nowym, coraz częściej stosowanym źródłem wtórnym jest analiza danych uzyskanych ze skanerów w supermarketach. Istnieje wiele technik eksploracji tychże danych. Jedną z najnowszych i najbardziej obiecujących są sieci neuronowe.

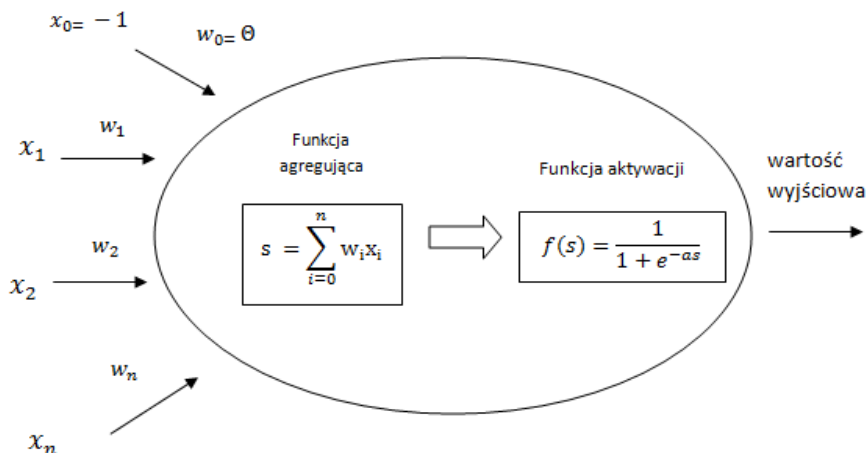
2. Budowa i zasady funkcjonowania sztucznych sieci neuronowych

Model sztucznych sieci neuronowych został stworzony dzięki inspiracji związanej z budową i sposobem funkcjonowania systemu uczącego się w mózgach zwierząt. Sztuczny neuron, jako prosty system przetwarzający, przekształca wartości sygnałów wprowadzonych na jego wejściu w pojedynczą wartość wyjściową. Składa się, zależnie od liczby danych wejściowych, z n wejść i zawsze dokładnie jednego wyjścia. Na rysunku 1 przedstawiono schemat budowy sztucznego neuronu.

Do sieci podawane są sygnały wejściowe (oznaczone na rysunku 1 jako: x_1, x_2, \dots, x_n). Są to wartości danych pierwotnych przekazywane do sieci z zewnątrz lub wartości pośrednie, pochodzące z połączonych z danym neuronem wyjść innych neuronów. Następnie wartości te są przemnażane przez odpowiednie współczynniki zwane wagami⁵ (oznaczone jako: w_1, w_2, \dots, w_n). „Ważone” sygnały wejściowe są sumowane i za pomocą funkcji aktywacji przetwarzane w wartość wyjściową (sygnał wyjściowy). W najprostszym przypadku funkcja aktywacji przyjmuje postać funkcji identyfikacyjnej: $f(s) = s$, która w połączeniu z przedstawioną na rysunku 1 funkcją agregacji definiuje funkcjonowanie tzw. neuronu liniowego, pozwalają-

⁵ W zależności od rodzaju funkcji agregującej proces ten może się różnić. Na rysunku 1 pokazana jest najbardziej popularna funkcja agregująca.

jącego na budowę bardzo użytecznych liniowych sieci neuronowych⁶. Do innych przykładów funkcji aktywacji należą m.in.: bardzo często stosowana funkcja sigmoidalna (rysunek 1), a także funkcja tangensoidalna i tzw. funkcje radialne (gaussowskie).



Rys. 1. Schemat budowy sztucznego neuronu z przykładową funkcją agregującą i aktywacji oraz z uwzględnieniem wartości progowej jako wagi w_0

Źródło: K. Bartos, *Pozyskiwanie wiedzy z danych za pomocą sieci neuronowych*, w: *Drogi dochodzenia do społeczeństwa informacyjnego – stan obecny, perspektywy rozwoju i ograniczenia*, tom II, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 651, Ekonomiczne Problemy Usług nr 68, Szczecin 2011, s. 339–346.

Ze względu na to, że efektywność przetwarzania informacji przy pomocy pojedynczego neuronu jest niska, łączy się je ze sobą w grupy tworzące tzw. sztuczną sieć neuronową. Klasa jednokierunkowych sieci wielowarstwowych należy do najbardziej popularnych i najczęściej stosowanych sieci. Neurony uporządkowane są tam w warstwach: warstwa wejściowa, warstwy (warstwa) ukryte oraz warstwa wyjściowa. Sygnały przenoszące informację przepływają w jednym kierunku⁷ od warstwy wejściowej, przez kolejne warstwy ukryte, do warstwy wyjściowej. Neurony warstwy wejściowej otrzymują na wejściu dane z zewnątrz sieci

⁶ P. Lula, G. Paliwoda-Pękosz, R. Tadeusiewicz, *Metody sztucznej inteligencji i ich zastosowania w ekonomii i zarządzaniu*, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 2007, s. 80.

⁷ Wśród sieci warstwowych istnieją również sieci rekurencyjne, w których wartości wyjściowe neuronów jednej warstwy są przekazywane na wejścia warstw wcześniejszych, a więc istnieją tzw. sprzężenia zwrotne. Przykładem sieci, w której wszystkie połączenia mają charakter sprzężeń zwrotnych, jest sieć Hopfielda.

i przetwarzając je za pomocą funkcji agregującej i aktywacji, przekazują sygnały na wejścia neuronów pierwszej warstwy ukrytej. Te, dokonując kolejnych przekształceń, wysyłają przetworzone sygnały dalej na kolejne wejścia następnych ukrytych warstw. W końcu sygnały docierają do warstwy wyjściowej. Tam, po przetworzeniu przez neurony budujące tę warstwę, wysyłane są na zewnątrz jako już końcowe wartości wyjściowe sieci⁸.

Aby sieć mogła prawidłowo działać, musi przejść proces przygotowania zwany *uczeniem się*. Polega on na modyfikacji przez sieć wartości wag (na rysunku 1 oznaczonych jako: w_0, w_1, \dots, w_n) na podstawie analizy danych ze zbioru uczącego. Sieć opierając się na przedstawionych jej rzeczywistych przypadkach (wartościach danych ze zbioru uczącego), próbuje odkryć prawidłowości charakteryzujące te obiekty lub badane zjawiska i zapamiętuje je w postaci zmodyfikowanych wartości wag. Do pełnego nauczenia się sieci nie wystarczy jednorazowa prezentacja danych (jedna epoka), niezbędne jest wielokrotne ich przedstawianie. Należy jednak pamiętać o optymalnym dobraniu czasu uczenia (ilości epok), gdyż może nastąpić tzw. efekt przeuczenia, który będzie skutkował tym, że sieć będzie miała słabe efekty działania na nowym zbiorze danych (generalizacji swojej wiedzy na nowe przypadki), ponieważ za bardzo będzie dopasowana do zbioru uczącego.

3. Przykłady zastosowań sztucznych sieci neuronowych w badaniach zachowań konsumentów

Nowoczesne systemy rejestracji transakcji handlowych oraz bazy danych o konsumentach są cennym źródłem pozyskiwania informacji o zachowaniach klientów. Jednak tak jak już wcześniej zostało wspomniane, coraz większa liczba gromadzonych danych powoduje trudność w ich sprawnym analizowaniu. Sztuczne sieci neuronowe są użytecznym narzędziem eksploracji dużych baz, ponieważ doskonale sobie radzą z analizą olbrzymich ilości danych. Poniżej zostaną zaprezentowane przykładowe obszary zastosowania sieci neuronowych do badań nad zachowaniami konsumentów.

Ocena ryzyka kredytowego klienta (klasyfikacja)

Ryzyko kredytowe jest terminem związanym głównie z działalnością bankową i zwraca uwagę na niebezpieczeństwo niewypłacalności kredytobiorcy. Klient może nie wywiązać się ze zobowiązania i nie spłacić kredytu lub nie spłacić go w terminie. Banki, chcąc ograniczyć to ryzyko, przeprowadzają badanie zdolności kredytowej klienta przed udzieleniem kredytu. W tym celu dokonują analizy doku-

⁸ K. Bartos, *Pozyskiwanie wiedzy z danych za pomocą sieci neuronowych*, w: *Drogi dochodzenia do społeczeństwa informacyjnego – stan obecny, perspektywy rozwoju i ograniczenia*, tom II, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 651, Ekonomiczne Problemy Usług nr 68, Szczecin 2011, s. 339–346.

mentów dostarczonych przez klientów i informacji zgromadzonych przez bank (np. historia rachunku danej osoby, przebieg spłat rat poprzedniego kredytu itp.). Na podstawie jej wyników wydawana jest decyzja o przyznaniu bądź odmowie przyznania kredytu. Coraz częściej do tego typu analiz stosuje się sztuczne sieci neuronowe. Ich zastosowanie musi być poprzedzone odpowiednim przygotowaniem danych, które służyć będą jako zbiór uczący i testowy w procesie uczenia się sieci. Dane historyczne zawierające informacje o poprzednich klientach banku, wraz z informacją o spłaceniu przez nich lub braku spłaty kredytu, są podstawą do stworzenia przez sieć modelu, który będzie klasyfikować dany typ klienta do odpowiedniej grupy tzw. ryzyka kredytowego⁹. Wytrenowaną i przetestowaną sieć można wykorzystać do oceny nowych potencjalnych kredytobiorców, którzy nie byli wcześniej sieci prezentowani, a więc do podjęcia decyzji dotyczącej udzielenia kredytu nowemu klientowi. Po zakończeniu umowy z danym kredytobiorcą informacje dotyczące jego historii kredytowej mogą posłużyć do ponownego uczenia się sieci i w ten sposób przyczynić się do udoskonalenia modelu.

Możliwość wykorzystania sieci neuronowych do analizy ryzyka kredytowego klientów nie ogranicza się tylko do banków. Są i mogą być one stosowane wszędzie tam, gdzie odbiorca dóbr lub usług otrzymuje towar, a moment płatności za nie zostaje odroczone w czasie, jak np. w przypadku podpisywania z klientem umowy abonamentowej na rynku usług telekomunikacyjnych¹⁰.

Analiza koszykowa (odkrywanie reguł asocjacyjnych)

Analiza asocjacji kupowanych produktów (analiza koszykowa) jest to metoda identyfikacji kombinacji artykułów nabywanych razem, tj. w jednym koszyku. Wykorzystanie tej metody do analizy danych transakcyjnych (danych z paragonów) pozwala na wykrycie powtarzających się ukrytych powiązań i korelacji wśród różnych produktów, czyli umożliwia uzyskanie informacji, które produkty są najczęściej kupowane razem. Ponadto analiza koszykowa daje możliwość zaprezentowania tych powiązań w postaci tzw. reguł asocjacyjnych. Na ich podstawie można dowiedzieć się wiele na temat zwyczajów zachowań klientów analizowanego sklepu. Pozwala to udoskonalić sposób optymalnego umieszczenia produktów na półkach sklepowych, a także ulepszyć projektowanie strategii cross-marketingu. Do przeprowadzenia analizy koszykowej wykorzystuje się np. sieci typu GNG i Kohonena. Mają one duży potencjał w rozpoznawaniu ukrytych zależności w postaci

⁹ D. Witkowska, *Sztuczne sieci neuronowe i metody statystyczne – wybrane zagadnienia finansowe*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2002, s. 124–182.

¹⁰ T. Żąbkowski, *Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych do oceny ryzyka kredytowego klienta w telekomunikacji*, w: *Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania*, Taksonomia 15, red. K. Jajuga, M. Walesiak, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2008, s. 502–510.

prostych reguł asocjacyjnych¹¹. Za ich pomocą można ustalić zależności między kupowanymi produktami, czyli odkryć, które są najczęściej nabywane razem. Natomiast nie dostarczają one informacji (jak w przypadku użycia „klasycznej” metody koszykowej) o prawdopodobieństwie realizacji transakcji, w których wystąpią dane produkty¹². Jednakże ważną zaletą sieci jest ich skuteczność w analizowaniu dużych ilości danych, co w obecnej sytuacji na rynku ma coraz większe znaczenie.

Segmentacja klientów (grupowanie)

Segmentacja klientów oznacza ich podział na homogeniczne grupy z punktu widzenia określonych kryteriów. Podstawą segmentacji są najczęściej grupy nabywców charakteryzujące się podobnymi cechami¹³, jak np. płeć, wiek, dochód, wykształcenie, ale także podobnym sposobem zachowania się w stosunku do danej firmy lub jej produktu (usługi): częstość dokonywania zakupów, wartość zakupionych produktów, lojalność względem marki itp. Ponieważ każdy konsument posiada indywidualne upodobania i pragnienia, które decydują o wyborze konkretnego dobra lub usługi, maksymalna liczba segmentów, z których może składać się rynek, jest równa liczbie wszystkich jego klientów. Jednak rozpatrywanie każdego konsumenta indywidualnie jest zwykle niemożliwe ze względu na zbyt duże koszty. W takich przypadkach analizuje się grupy klientów różniących się istotnie między sobą. Dzięki tej operacji możliwe jest określenie grupy konsumentów i opisanie ich profilu. Można się dowiedzieć, kim są klienci przynoszący firmie największe zyski i skierować efektywniejszą kampanię reklamową konkretnie do tej grupy konsumentów.

Do problemu grupowania stosuje się różnego typu sieci samouczące się, najpopularniejsze to sieci Kohonena. Ciekawy przykład grupowania klientów firmy telekomunikacyjnej za pomocą tej sieci został przedstawiony w pracy D.T. Larose’a¹⁴. Dzięki przeprowadzonej segmentacji odkryto, która grupa charakteryzowała się największym ryzykiem rezygnacji z usług, oraz przyczynę tej rezygnacji, co pozwoliło firmie zastosować odpowiednie środki zaradcze.

¹¹ K. Migdał-Nejman, *Analiza porównawcza samouczących się sieci neuronowych typu SOM i GNG w poszukiwaniu reguł asocjacyjnych*, w: *Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania*, Taksonomia 18, red. K. Jajuga, M. Walesiak, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2011, s. 272–281.

¹² K. Migdał-Nejman, *Zastosowanie samouczącej się sieci neuronowej typu SOM w analizie koszykowej*, w: *Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania*, Taksonomia 17, red. K. Jajuga, M. Walesiak, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2010, s. 305–315.

¹³ S. Mynarski, *Metody badań marketingowych*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1990, s. 117–129.

¹⁴ D.T. Larose, *Odkrywanie wiedzy z danych – wprowadzenie do eksploracji danych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006, s. 175–182.

Podsumowanie

Wzrastająca rola badań nad zachowaniami konsumentów oraz powstające coraz większe bazy danych o klientach wymuszają stosowanie coraz bardziej efektywnych narzędzi do ich eksploracji. Jednym z nich są niewątpliwie sztuczne sieci neuronowe. Dużą zaletą sieci, obok możliwości analizy ogromnych ilości danych, jest fakt, że pozwalają one tworzyć modele dla zjawisk i procesów, dla których zależności przyczynowe decydujące o przebiegu określonego zjawiska lub prawa rządzące procesem, nie są do końca znane. W artykule zaprezentowane zostały trzy przykładowe obszary zastosowania sieci w badaniach zachowań konsumentów, należy jednak zauważyć, że z powodzeniem mogą być one stosowane także w innych obszarach tej dziedziny.

Literatura

1. Antonides G., van Raaij W.F., *Zachowanie konsumenta*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003.
2. Bartos K., *Pozyskiwanie wiedzy z danych za pomocą sieci neuronowych*, w: *Drogi dochodzenia do społeczeństwa informacyjnego – stan obecny, perspektywy rozwoju i ograniczenia*, tom II, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 651, Ekonomiczne Problemy Usług nr 68, Szczecin 2011.
3. Larose D.T., *Odkrywanie wiedzy z danych – wprowadzenie do eksploracji danych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.
4. Lula P., Paliwoda-Pękosz G., Tadeusiewicz R., *Metody sztucznej inteligencji i ich zastosowania w ekonomii i zarządzaniu*, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 2007.
5. Migdał-Nejman K., *Zastosowanie samouczącej się sieci neuronowej typu SOM w analizie koszykowej*, w: *Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania*, Taksonomia 17, red. K. Jajuga, M. Walesiak, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2010.
6. Migdał-Nejman K., *Analiza porównawcza samouczących się sieci neuronowych typu SOM i GNG w poszukiwaniu reguł asocjacyjnych*, w: *Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania*, Taksonomia 18, red. K. Jajuga, M. Walesiak, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2011.
7. Mynarski S., *Metody badań marketingowych*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1990.
8. Rudnicki L., *Zachowanie konsumentów na rynku*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2000.

9. Tadeusiewicz R., *Wstęp do sieci neuronowych*, w: *Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000 – Sieci neuronowe*, tom 6, red. M. Nałęcz, Polska Akademia Nauk, Akademicka Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2000.
10. Witkowska D., *Sztuczne sieci neuronowe i metody statystyczne – wybrane zagadnienia finansowe*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2002.
11. Ząbkowski T., Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych do oceny ryzyka kredytowego klienta w telekomunikacji w: *Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania*, Taksonomia 15, red. K. Jajuga, M. Walesiak, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2008.

THE APPLICATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS IN RESEARCH OF CONSUMER BEHAVIOUR

Summary

The article presents the application of artificial neural networks in three areas of research of consumer behaviour: classification of customer credit risk, market basket analysis and customer segmentation. The paper also describes main tasks and a scope of the research of consumer behaviour and, moreover, it contains the basic information about artificial neural networks.

Translated by Karolina Bartos