

# Summary in Polish

**Fatimah Mohammed Furaiji**

## **Application of Multi-Agent Based Simulation in Consumer Behaviour Modeling**

### **Zastosowanie symulacji wieloagentowej w modelowaniu zachowania konsumentów**

#### **Streszczenie**

Działania marketingowe ogniskują się obecnie na znalezieniu sposobów dostarczania klientom produktów i usług spełniających odpowiednie wymagania oraz metodach utrzymania ich zainteresowania w celu poprawiania konkurencyjności firmy, osiągnięcia pożądanego udziału w rynku, a także generowania zysku. Jako, że zachowanie konsumentów należy do klasy systemów złożonych systemem, dużym problemem jest wykrycie reguł rządzących podejmowaniem przez nich decyzji. W tym kontekście, współcześni badacze starają się znaleźć odpowiedzi na następujące pytania:

- W jaki sposób konsumenci podejmują decyzje dotyczące zakupów?
- W jaki sposób można sprawdzać ich zachowanie w różnych warunkach i w ramach różnych scenariuszy?
- W jaki sposób wyeliminować skutki błędnych decyzji dotyczących działań marketingowych?
- Jak można analizować różne warianty działań marketingowych nie ponosząc nadmiernych kosztów?

Aby znaleźć odpowiedzi na postawione wyżej pytania badacze stosują wiele metod modelowania zachowań klientów, są to m.in. techniki oparte na logice rozmytej, sieci neuronowe, drzewa decyzyjne, algorytmy genetyczne.

Niniejsza praca koncentruje się na zastosowaniu w modelowaniu zachowania konsumentów symulacji wieloagentowej. Jej celem jest opracowanie podstaw metodologicznych analizy zachowania konsumentów z zastosowaniem symulacji wieloagentowej i teorii zbiorów przybliżonych oraz przeprowadzenie badań symulacyjnych z wykorzystaniem opracowanej metodologii.

W pracy postawiono następujące hipotezy:

**H1:** Symulacja wieloagentowa może być z powodzeniem stosowana jako metoda wspierania decyzji marketingowych.

**H2:** Wieloagentowy model symulacyjny pozwala na:

- prognozowanie zachowania wielu konsumentów,
- ocenę jednoczesnego wpływu różnych czynników na zachowania konsumentów,
- testowanie alternatywnych strategii marketingowych dla dowolnego okresu (miesiąca, roku lub wielu lat).

W celu zweryfikowania hipotez przeprowadzono procedurę badawczą składającą się z następujących etapów:

1. Przegląd metod modelowania zachowania konsumentów (studia literaturowe).
2. Identyfikacja głównych czynników, które zostaną użyte do budowy modelu (badania ankietowe, analiza statystyczna)
3. Zdefiniowanie reguł zachowania się konsumentów (teoria zbiorów przybliżonych)
4. Budowa modelu symulacyjnego zachowania konsumentów (symulacja wieloagentowa).
5. Weryfikacja i walidacja modelu na podstawie wybranych studiów przypadków (walidacja fasadowa z udziałem ekspertów dziedzinowych).
6. Sformułowanie wniosków oraz określenie możliwych zastosowań modelu w praktyce.

Zastosowana procedura badawcza wpłynęła na układ pracy, której treść zasadnicza składa się ze wstępu, pięciu rozdziałów oraz uwag końcowych.

Pierwszy rozdział dotyczy problematyki związanej z badaniem zachowania konsumentów. Między innymi zarysowano w nim podstawy tego typu badań, omówiono czynniki wpływające na zachowania konsumentów a także etapy procesu zakupowego oraz podstawowe wzorce zachowania konsumentów.

W rozdziale drugim skoncentrowano się na dylematach metodologicznych badań nad zachowaniem konsumentów. Istotną część rozdziału stanowi krytyczny przegląd metod, które są używane do modelowania zachowania konsumentów. Omówiono w nim również przesłanki zastosowania symulacji wieloagentowej w analizie zachowania konsumentów wykazując przy tym szczególną przydatność tego podejścia w badaniach marketingowych.

W rozdziale trzecim została przedstawiona szczegółowo proponowana procedura metodyczna wraz z opisem wykorzystywanych teorii, metod i technik, wśród których znalazły się: metoda ankietowa, teoria zbiorów przybliżonych, symulacja wieloagentowa oraz technika scenariuszy. Ponadto w podrozdziale 3.3, zaprezentowano autorską koncepcję modelu wieloagentowego do badania zachowania konsumentów.

Rozdział czwarty jest w całości poświęcony omówieniu procesu budowy wieloagentowego modelu symulacyjnego na podstawie zaprezentowanej wcześniej koncepcji. Jako studium przypadku przyjęto zachowanie się konsumentów na rynku urządzeń elektrycznych. Dane empiryczne do budowy modelu zostały zebrane w mieście Basra (Irak) metodą ankietową, zarówno wśród klientów (976 ankiet, w tym 527 poprawnie wypełnionych) jak i sprzedawców urządzeń elektrycznych (50 ankiet, w tym 35 poprawnie wypełnionych). Analiza statystyczna zebranych danych pozwoliła na zidentyfikowanie wpływu elementów marketingu mix, czynników społecznych i psychologicznych na zachowania klientów, natomiast teoria zbiorów przybliżonych na wygenerowanie reguł, jakimi kierują się oni podczas podejmowania decyzji zakupowych na rynku urządzeń elektrycznych. Wyniki przeprowadzonej analizy danych zostały wykorzystane jako dane wejściowe do modelu zachowania konsumentów.

W rozdziale piątym zarysowano, na podstawie literatury przedmiotu, problematykę weryfikacji i walidacji modeli symulacyjnych oraz omówiono procedurę sprawdzania poprawności modelu zastosowaną w dysertacji. Ponadto przedstawiono wyniki badań symulacyjnych, przeprowadzonych z wykorzystaniem utworzonego modelu. Badania zrealizowano z użyciem pakietu symulacyjnego AnyLogic. Badania symulacyjne objęły eksperymenty odnoszące się do pięciu scenariuszy strategii marketingowych; (1) promocja z rabatem, (2) zwiększona liczba dostawców, (3) zwiększony obszar reklamy, (4) obniżona jakość produktu, (5) podwyższona jakość produktu. W badanym przypadku najlepsze okazało się zwiększenie liczby dostawców mających promocję rabatową oraz zwiększenie procentowego udziału produktów dobrej jakości. W trakcie badań symulacyjnych przeprowadzono weryfikację modelu przy użyciu funkcji oprogramowania AnyLogic, a wyniki badań zostały poddane walidacji fasadowej z udziałem ekspertów dziedzinowych. W końcowej części rozdziału piątego przedstawiono możliwe kierunki zastosowania i rozwijania proponowanego podejścia. Przyszłe prace mogą koncentrować się na badaniu innych wymiarów zachowań konsumenckich (np. wpływ marki), a także wykorzystania proponowanego modelu do badania konsumentów na innych rynkach (np. rynek telefonów komórkowych). Ponadto możliwe jest rozszerzenie przedstawionego podejścia o

zastosowanie w celu identyfikacji reguł zachowań konsumentów innych metod, np. sieci neuronowych lub algorytmów genetycznych.

Przeprowadzone w pracy badania i rozważania pozwoliły na pozytywne zweryfikowanie hipotez oraz realizację celu pracy.

Pierwsza hipoteza mówiąca, że symulacja wieloagentowa może być z powodzeniem stosowana jako metoda wspierania decyzji marketingowych została potwierdzona zarówno poprzez porównanie jej z innymi metodami modelowania zachowań konsumenckich w rozdziale drugim, jak i wyniki badań empirycznych zaprezentowane w rozdziale piątym.

Druga hipoteza, będąca rozszerzeniem i uszczegółowieniem pierwszej hipotezy, głosząca, że wieloagentowy model symulacyjny pozwala na (1) prognozowanie zachowania wielu konsumentów, (2) ocenę jednoczesnego wpływu różnych czynników na zachowania konsumentów, (3) testowanie alternatywnych strategii marketingowych, została potwierdzona w rozważaniach przedstawionych w rozdziałach czwartym i piątym. Dotyczyły one zarówno procesu budowy modelu wieloagentowego do badania zachowania konsumentów, jak i prowadzenia na nim eksperymentów symulacyjnych.

Podsumowując można stwierdzić, że symulacja wieloagentowa jest dobrą metodą analizy zachowań konsumentów, radzącą sobie z dynamicznymi zmianami i złożonością świata rzeczywistego.

Warte zaznaczenia elementy nowości w pracy to: (1) opracowanie uniwersalnej metodyki analizy zachowania konsumentów bazującej na symulacji wieloagentowej oraz teorii zbiorów przybliżonych; (2) zaproponowanie autorskiej koncepcji modelu wieloagentowego do badania zachowania konsumentów; (3) egzemplifikacja modelu dla rynku urządzeń elektrycznych na podstawie danych pochodzących z badań ankietowych przeprowadzonych na podstawie autorskich formularzy (dla klientów i sprzedawców); (4) wyznaczenie reguł zachowania się konsumentów na rynku urządzeń elektrycznych na potrzeby modelu wieloagentowego z wykorzystaniem teorii zbiorów przybliżonych; (5) przeprowadzenie badań symulacyjnych na podstawie autorskich scenariuszy strategii marketingowych; (6) zbadanie poprawności modelu z wykorzystaniem procedury opartej na walidacji fasadowej z udziałem ekspertów dziedzinowych na podstawie autorskiego formularza oceny modelu.

Uzupełniając powyższe, należy podkreślić, że wartością dodaną dysertacji jest wybór studium przypadku, jakim są zachowania konsumentów na rynku urządzeń elektrycznych w mieście Basra. Basra jest drugim pod względem wielkości miastem w Iraku. Po 2003 roku Irak przeszedł ogromne zmiany polityczne, co zaowocowało zmianami zachowań konsumentów. Badania przedstawione w pracy są jedną z pierwszych prób analizy rosnącego rynku w Iraku, co więcej w ogóle jest niewiele badań dotyczących rynku urządzeń elektrycznych. Ponadto niewielu irackich naukowców zajmuje się badaniem zachowania konsumentów, zatem w tym kontekście badania pokazane w pracy mają charakter nowatorski.