

# Ewa Stroińska, Leszek Zakrzewski

---

## Modelowanie i optymalizacja przedsięwzięć biznesowych wspomaganych metodami sztucznej inteligencji

---

Ekonomiczne Problemy Usług nr 35, cz. 2, 669-680

---

2009

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](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

*EWA STROIŃSKA*

Społeczna Wyższa Szkoła Przedsiębiorczości i Zarządzania w Łodzi

*LESZEK ZAKRZEWSKI*

Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Białej Podlaskiej

## MODELOWANIE I OPTIMALIZACJA PRZEDSIĘWZIĘĆ BIZNESOWYCH WSPOMAGANYCH METODAMI SZTUCZNEJ INTELIGENCJI

### Wprowadzenie

Przez najbliższe 4 lata rynek rozwiązań Business Intelligence (BI) będzie rósł co roku o ok. 7%. W tym czasie popyt będą generować głównie narzędzia analityczne nowej generacji, wdrażane w kilka tygodni, pracujące bez ‘kostek’ OLAP<sup>1</sup>, wykorzystujące bazy danych „in-memory”. Jak prognozuje Gartner Group, w tej technologii pracować będzie 70% z 1000 największych firm na świecie. Większość systemów BI opartych jest na metodach sztucznej inteligencji<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Wielowymiarowa kostka OLAP (cube) jest podstawową strukturą danych w każdym systemie OLAP działającym w środowisku Hurtowni Danych. Cube składa się z Miar (Measures), Wymiarów (Dimensions) i Poziomów (Levels) i jest zoptymalizowany pod kątem szybkiego i bezpiecznego dostępu do danych wielowymiarowych. Miary to wskaźniki numeryczne (ile?), natomiast wymiary reprezentują dane opisowe (kto? co? kiedy? gdzie?). Wymiary są pogrupowane za pomocą poziomów, które odzwierciedlają hierarchię funkcjonującą w organizacji i pozwalają użytkownikom końcowym zwiększać lub zmniejszać poziom szczegółowości analizowanego wymiaru [[http://etl-tools.info/pl/cube-kostka\\_olap.html](http://etl-tools.info/pl/cube-kostka_olap.html)].

<sup>2</sup> <http://www.magazynit.pl/business-intelligence/do-2012-r.-rynek-business-intelligence-wiekszy-o-28-proc.html>

## 1. Społeczeństwo informacyjne a systemy BI

Niezaprzeczalnym stał się fakt, iż od II połowy lat 90-tych gospodarka ewoluuje z formy postindustrialnej do gospodarki opartej na wiedzy. W tej formacji społeczno-gospodarczej wiedza staje się głównym majątkiem, zasobem organizacji. Od odpowiedniego zarządzania informacją generującą wiedzę zależy powodzenie wielu przedsięwzięć biznesowych. Transformują również technologie informatyczne, wspierające procesy zarządzania organizacją, wiedzą, technologią<sup>3</sup>. Efektem końcowym zintegrowanych systemów zarządzania jest Business Intelligence, traktowana jako technologia zwiększająca w sposób bezpośredni efektywność procesów decyzyjnych.

Gospodarka stawia coraz wyższe wymagania wobec odpowiedniej jakości, szybkości i efektywności obróbki informacji oraz danych wykorzystywanych jako potencjał budowania przewagi konkurencyjnej. Wynika to min. z lawinowo wzrastającej ilości informacji biznesowych przechowywanych przy malejącej ilości czasu na podejmowanie decyzji. Wielu analityków współczesnej gospodarki zakłada, że ilość danych rośnie z roku na rok o 100%. Dodatkowego znaczenie w tym kontekście nabiera również tempo prowadzenia biznesu które jest dodatnio skorelowane ze wzrostem potrzeb konsumentów i zwiększaniem się szybkości reagowania na zmiany konkurencji. W celu skuteczniejszego radzenia sobie organizacji z „zalewem informacji” wykorzystywane są systemy klasy BI wspomagające zarządzania informacją w przedsiębiorstwie.

Systemy BI pozwalają na gromadzenie, identyfikowanie, przetwarzanie, analizowanie i projektowanie wiedzy. Efektywne wykorzystanie tej technologii powinno prowadzić do maksymalizacji zysku przedsiębiorstwa przy jednoczesnym minimalizowaniu ryzyka i kosztów jego działalności. Dodatkowo umiejętne wykorzystanie przetwarzanej wiedzy przy zastosowaniu technologii BI daje asumpt do dobowy przewagi konkurencyjnej organizacjom, a tak zmieniających warunkach globalnej konkurencji.

Business Intelligence to pojęcie opisujące technologie wykorzystywania do systematycznego i zautomatyzowanego przeprowadzania wielowymiaro-

---

<sup>3</sup> L. Zakrzewski, E. Stroińska, *Miejsce i rola człowieka w społeczeństwie informacyjnym*, w: *Przetwarzanie informacji w społeczeństwie informacyjnym*, red. T. Grudniewski, J.M. Olchowik, Wydaw. PWSZ w Białej Podlaskiej PWSZ, 2007, s. 111-120.

wych analiz, podejmowania decyzji biznesowych zarówno w odniesieniu do samej organizacji jak i jej otoczenia<sup>4</sup>.

W zasadzie BI można traktować jako swoistego rodzaju proces, którego celem jest generowanie wartości dodanej przedsiębiorstwa przez inteligentne wykorzystanie dostępnych danych w procesie podejmowania decyzji. Dotyczy to przede wszystkim decyzji strategicznych, ale też sprawdza się na poziomie operacyjnym i taktycznym.

Z punktu widzenia strategicznego BI pozwala na szybkie przeprowadzanie różnych analiz. Umożliwia tworzenie zestawień porównawczych na podstawie zestawienia informacji przeszłych i przyszłych celem tworzenia prognoz decyzyjnych dla organizacji. Pozwala to na kontrolowanie strategii przyjętych przez firmę oraz ewentualną możliwość reagowania na pojawiające się trudności.

Poziom operacyjny umożliwia zarządzającym podejmowanie decyzji codziennych, np. związanych z monitorowaniem pracy wydziałów i wykonywanych tam działań, operacji finansowych itp. Z kolei wykorzystywanie BI na poziomie taktycznym przyczynia się do podejmowania decyzji bardziej racjonalnie i świadomie w ramach działań marketingowych, produkcyjnych, zarządzania zasobami przedsiębiorstwa. Wspiera zatem rozwiązywanie problemów technologicznych, finansowych, organizacyjnych.

Najczęściej systemy BI znajdują zastosowanie w następujących obszarach:

1. Zakupy – BI umożliwia tworzenie bieżących raportów zakupów, usprawnianie negocjacji handlowych, przyspiesza realizację zamówień handlowych;
2. Sprzedaż – dostarcza odpowiednich informacji o potencjalnych klientach, wspomaga planowanie i kontrolę prowadzonych strategii sprzedaży;
3. Marketing – umożliwia pomiar skuteczności kampanii reklamowych, wskazanie optymalnych strategii promocji produktu, usługi;
4. Finanse – umożliwia ciągłe monitorowanie wskaźników finansowych, pomaga uwzględniać wszystkie informacje finansowe w raportach czy w analizach wielowymiarowych;
5. Controlling – pomaga automatycznie generować raporty wspomagające podejmowanie decyzji;

---

<sup>4</sup> <http://www.cmis.csiro.au/Bi/what-isBI.html>

6. Kadry i płace – umożliwia monitorowanie: wynagrodzeń, czasu pracy, absencji, fluktuacji zatrudnienia, efektywności pracy, osiągnięć pracowników itp.;
7. Customer Relationship Management – pomaga wspomagać relacje z klientami, umożliwia diagnozowanie potrzeb klientów;
8. Balanced Score Card – umożliwia monitorowanie informacji dotyczących celów strategicznych organizacji, identyfikacja mierników potrzebnych do realizacji celu przedsiębiorstwa, kompleksowe narzędzie wspomagające podejmowanie decyzji strategicznych<sup>5</sup>.

Całość procesu funkcjonowania systemu BI wykorzystywanego do podejmowanie decyzji biznesowych przedsiębiorstwa można podzielić na 5 etapów:

1. Zbieranie danych (gromadzenie oraz ujednolicanie danych pochodzących z różnych źródeł, np. baz danych, plików graficznych, dokumentów tekstowych, stron WWW, zestawień tabelarycznych);
2. Analiza danych (eksploracja danych: przygotowanie ich, wybór, generowanie reguł, definiowanie dodatkowej wiedzy oraz analiza i interpretacja);
3. Ocena sytuacji (wybór najistotniejszych informacji z punktu widzenia firmy, generowanie kluczowych informacji do potrzeb organizacji, dokonuje się tu agregacja wszystkich istotnych informacji o firmie i jej otoczeniu);
4. Ocena ryzyka (oszacowuje się jakie działania można podjąć w konkretnej sytuacji decyzyjnej oraz próba określenia zysków i strat wynikających z podjętej decyzji);
5. Opracowanie zbioru decyzji (inteligentne wykorzystanie zgromadzonej wiedzy do podjęcia właściwej decyzji w konkretnym przypadku)<sup>6</sup>.

Zastosowanie systemu BI pozwala na przykład na próbę udzielenia odpowiedzi na następujące pytania: Jakie najlepsze alternatywy wybrać dla procesów produkcyjnych? Jakie czynniki mogą determinować jego powodzenie w kontekście wybranej alternatywy? Jakie są obecne wskaźniki w porównaniu z okresami poprzednimi przedsiębiorstwa w rozbiciu na różne zmienne: czas, zyski, klientów? Jaki budżet możemy zaplanować dla naszej organizacji na

---

<sup>5</sup> <http://www.mineralmidrange.com> – materiały pochodzące z rozwiązań Bi firmy Mineral Midrange.

<sup>6</sup> G.F. Cooper, E. Herkovits, *A Bayesian metod for the introductione of probalistic networks from data*, Machine Leavning 9, 1992 r.

najbliższy rok? Jaka jest bieżąca stopa zwrotu? W których regionach najlepiej opłaca się w danym czasie inwestować? itp.

## **2. Zagrożenia mogące pojawić się przy wykorzystaniu BI**

Oczywiście w trakcie wykorzystywania systemu BI dla analizowania potencjału wiedzy jakim dysponuje organizacja, możemy natknąć się na pewne niedogodności, które powinniśmy zdiagnozować i próbować eliminować.

Do najczęstszych barier należą m.in.:

- Niedobór istotnych danych zstałych (przeszłych) – jeśli nie dysponujemy ważnymi danymi z przeszłości to może to wpływać na prognozowanie przyszłości, wyciąganie poprawnych wniosków dla prowadzenie działalności biznesowej;
- Niska jakość danych – błędne dane lub zafałszowane dane mogą dostarczać systemowi BI nieodpowiedniej jakości informacji, co wpływa na budowanie mało wydajnych modeli;
- Brak danych istotnych – może to powodować sytuację, w której agregacja dużej ilości informacji będzie dla organizacji bezużyteczna w odniesieniu do próby rozwiązania danego problemu;
- Problemy współgrania – jakość danych zależy od jakości kooperacji pomiędzy specjalistami w zakresie wiedzy w dziedzinie ekonomiczno-biznesowej, przygotowania danych, tworzenia modeli danych oraz ich analizowania i wdrażania.

## **3. Problemy nieliniowe w modelowaniu i podejmowaniu decyzji**

Większość problemów związanych z podejmowaniem decyzji to problemy nieliniowe.

W ostatnim czasie coraz bardziej skutecznie wykorzystuje się metody i algorytmy analizy nieliniowej. W szczególności do modelowania. Istnieje

wiele problemów nieliniowych, które w postaci matematycznej opisywane są jako modele nieliniowe<sup>7</sup>.

Odpowiedzmy sobie na pytanie, co to jest model? Odpowiedzią mogą być dwie definicje:

- Model (teoria) - to uproszczony obraz rzeczywistości, który zawiera interesujące nas aspekty zachowania się ludzi, zachowań jednostek gospodarczych oraz funkcjonowanie gospodarki jako całości.
- Model - jest uproszczoną konstrukcją teoretyczną, porządkującą i systematyzującą sposób naszego myślenia o jakimś problemie.

Modele wymagające rozwiązywania równań nieliniowych (układów równań nieliniowych, optymalizacji) skutecznie wykorzystujemy w ekonomii, medycynie, chemii, fizyce i biologii, naukach społecznych, energetyce i jeszcze wielu innych obszarach działalności człowieka. Modele takie nazywamy nieliniowymi. Część z tych modeli nieliniowych można rozpatrywać jako modele rozmyte w przypadku danych wejściowych niepewnych lub nieprecyzyjnych<sup>8</sup>.

Rozpatrując modele – problemy nieliniowe możemy mówić (między innymi) o takich modelach – problemach jak:

1. Nieliniowe zagadnienia optymalizacji.
2. Nieliniowe zagadnienia dystrybucji - modele i algorytmy.
3. Zagadnienia sterowania różnego rodzaju obiektów.
4. Nieliniowe zagadnienie załadunku.
5. Funkcja produkcji.
6. Problemy transportowe.
7. Opis EEG.
8. Modele reaktorów chemicznych.
9. Modele oparte na procesie dyfuzji.

---

<sup>7</sup> A. Tret'yakov, L. Zakrzewski, *The algorithm of the global optimization based on the multilevel computational architecture*, Proceedings of Artificial Intelligence Studies Vol. 3 (26)/2006, pp. 179-185, oraz w: L. Zakrzewski, *Metody sztucznej inteligencji i ich wykorzystanie*, w: J. Hołubiec (red.), *Analiza Systemowa w Finansach i Zarządzaniu*, Tom 3, IBS PAN, 2001, 215-230.

<sup>8</sup> L. Zakrzewski, A. Tret'yakov, *Hybrid intelligent techniques for solving nonlinear problems*, in: *Scientific Bulletin of Chelm. Section of Mathematics and Computer Science 2/2006*, Chelm 2006, pp.261-273, oraz w: L. Zakrzewski, *Algorytmy typu globalnego do numerycznego rozwiązywania istotnie nieliniowych zadań optymalizacyjnych z wykorzystaniem interpolacji wyższego rzędu*, IBS PAN, Warszawa 2009 (praca doktorska), oraz w: . Tret'yakov, L. Zakrzewski, *The algorithm of the global optimization based on the multilevel computational architecture*, Proceedings of Artificial Intelligence Studies Vol. 3 (26)/2006, pp. 179-185.

10. Modele interakcji małżeńskich.
11. Modele epidemii i AIDS.
12. Podejmowanie decyzji w warunkach niepewnych i nieprecyzyjnych danych.

Modele nieliniowe są obecnie bardzo ważne, jednak przez wiele wieków obowiązującym paradygmatem w wielu dziedzinach nauki był redukcjonizm. Opierał się on na założeniu, że zarówno istnienie obiektów złożonych jak i ich własności są sprowadzalne do mniejszych części. Redukcjonizm jako metodologia badawcza okazał się niezwykle skuteczny. W ostatnich latach dostrzeżono jednak, że układy złożone mają własności nieredukowalne, wynikające z ich całościowego działania. Mają one swoją własną dynamikę, a ich uporządkowanie i rozwój nie zależą od przypadku, lecz wynikają z istoty zachodzących w nim procesów. W tym momencie pojawiła się teoria układów nieliniowych, które w sposób selektywny oddziałują z otoczeniem, tworząc określone tendencje rozwojowe. Modele nieliniowe stały się bardzo ważne w teorii ekonomii i ekonometrii oraz innych dziedzinach. Jednakże znajomość modelu, a tym samym czynników, dzięki którym funkcjonuje badany układ, nie jest jednoznaczna z poznaniem procesu. Trzeba, bowiem wiedzieć jak w miarę upływu czasu zmienia się zachowanie badanego układu. W tym celu wykorzystuje się teorię równań różniczkowych, chociaż ta ostatnia jest narzędziem wielce ułomnym. Rozwiązanie równania różniczkowego bywa bardzo trudne, a często wręcz niewykonalne. Istnieją wprawdzie metody przybliżone, ale i one są niewystarczające, gdy rozpatruje się zagadnienia stabilności. Już pod koniec XIX wieku Henri Poincare zauważył, że stabilność jest wyjątkiem a nie regułą<sup>9</sup>. Jego badania dotyczyły wprawdzie pewnych układów mechanicznych, ale problem okazał się o wiele szerszy. Współcześni mu naukowcy uznali odkrycie Poincarego jedynie za ciekawostkę i trzeba było odczekać kolejnych 70 lat, aby w 1963 roku meteorolog N. E. Lorentz odkrył, że nawet prosty układ trzech sprzężonych nieliniowych równań różniczkowych pierwszego rzędu może prowadzić do tzw. chaotycznych trajektorii. Okazało się, że wiele układów nieliniowych jest wrażliwych na warunki początkowe, co pociąga za sobą ich chaotyczne zachowanie w czasie. W ten oto sposób zrodziła się teoria chaosu, którą w la-

---

<sup>9</sup> L. Zakrzewski, *Algorytmy typu globalnego do numerycznego rozwiązywania istotnie nieliniowych zadań optymalizacyjnych z wykorzystaniem interpolacji wyższego rzędu*, IBS PAN, Warszawa 2009 (praca doktorska).



tach 80 wykorzystał do badań rynków kapitałowych Benoit Mandelbrot. Chaos służy do opisu układów zdeterminowanych, tzn. takich, których przebieg zarówno w przeszłości, jak i w przyszłości jest jednoznacznie określony przez stan w chwili obecnej. Uściślając, przez chaos deterministyczny rozumiemy nieregularne zachowanie się w czasie pewnego układu nieliniowego. Nieliniowość jest konieczna, ale niewystarczająca do pojawienia się chaosu. Faktyczną przyczyną nieregularności układów nieliniowych jest ich własność polegająca na wykładniczym rozbieganiu się bliskich początkowo trajektorii. Przewidywanie zachowań takich układów w dłuższej perspektywie staje się niemożliwe, ponieważ w praktyce można ustalić warunki początkowe jedynie ze skończoną dokładnością, a błędy rosną wykładniczo.

Widzimy, więc to, co zauważono wiele lat temu. Świat wokół nas jest nieliniowy. Procesy biologiczne, techniczne i ekonomiczne mają charakter nieliniowy<sup>10</sup>.

Wykorzystanie metod sztucznej inteligencji umożliwia rozwiązywanie problemów opisanych za pomocą modeli nieliniowych w szczególności problemów decyzyjnych<sup>11</sup>.

Dużą rolę w procesie podejmowania decyzji odgrywają systemy ekspertowe oparte na metodach sztucznej inteligencji.

#### 4. Systemy ekspertowe

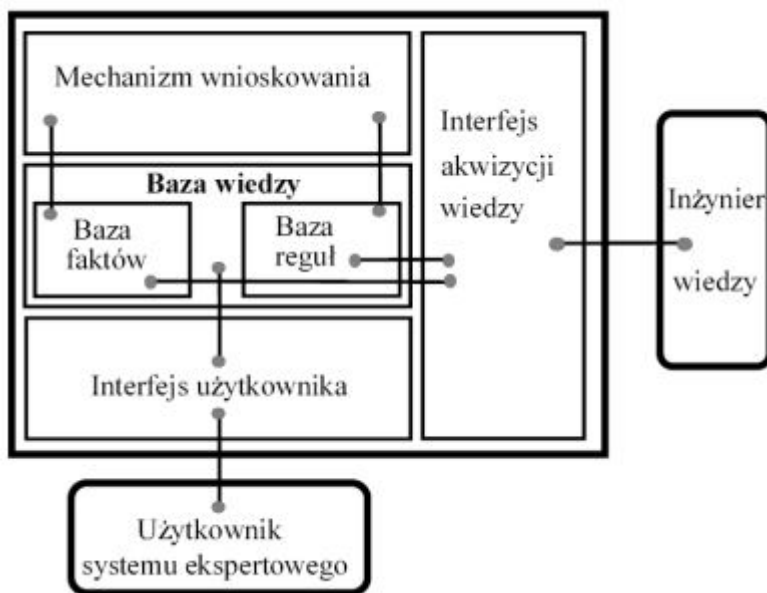
Niemożliwą jest efektywna dyskusja o roli systemów ekspertowych bez wcześniejszego objaśnienia czegoś co nazwać można **architekturą systemu ekspertowego**. Patrząc na schemat przedstawiony na rysunku 1 możemy odnieść wrażenie, że jest to bardzo złożony system, w którym wszystkie elementy składowe odgrywają równie istotną rolę. Głębsza analiza jednak pozwala na stwierdzenie, iż tak naprawdę o skuteczności takich systemów sztucznej inteligencji decydują tylko dwa elementy:

---

<sup>10</sup> L. Zakrzewski, *Algorytmy typu globalnego do numerycznego rozwiązywania istotnie nieliniowych zadań optymalizacyjnych z wykorzystaniem interpolacji wyższego rzędu*, IBS PAN, Warszawa 2009 (praca doktorska).

<sup>11</sup> G.F. Cooper, E. Herkovits, *A Bayesian metod for the introductione of probalistic networks from data*, Machine Leavning 9, 1992 r.

1. **Baza Wiedzy** (reguły stanowiące wiedzę ekspercką z danej dziedziny są zapisane w postaci klauzul Horne'a: "if...and....then...") oraz
2. **Wnioskowanie** (algorytmy wnioskowania w przód, wstecz + strategie sterowania wnioskowaniem).



Rysunek 1. Schemat systemu ekspertowego.

Znane jest zresztą równanie:

### **Baza Wiedzy + Wnioskowania = System Ekspertowy**

Oczywiście pozostałe elementy architektury SE tj.: **moduł objaśniający** (odpowiada użytkownikowi na pytania typu: "dlaczego system o cos pyta użytkownika?", "jak system doszedł do rozwiązania?"), **moduł komunikacji z użytkownikiem**, **moduł akwizycji wiedzy** (pobrania wiedzy od ekspertów, wszystkie one są istotne dla doskonalenia systemu, ale nie są niezbędne do jego prawidłowego działania. Ostatni z wymienionych: **moduł akwizycji wiedzy** jest bardzo trudny, zdaje się najtrudniejszy na etapie projektowania danego systemu. Dzieje się tak dlatego, iż to od niego w dużej mierze zależy potem

sukces SE: jeśli bowiem wiedza zostanie źle przejęta przez inżyniera wiedzy od eksperta z dziedziny, wówczas system będzie działał niepoprawnie).

Mechanizm wnioskowania w systemach ekspertowych podejmowania decyzji oparte są na takich metodach sztucznej inteligencji jak logika rozmyta, sieci neuronowe, algorytmy genetyczne, systemy mrówkowe<sup>12</sup>. Logika rozmyta skutecznie wykorzystywana jest w procesie analizy danych niepewnych i nieprecyzyjnych.

Wnioskowanie oparte na dwuwartościowej logice Arystotelesa oraz klasycznie pojmowanych zbiorach nie jest w stanie rozwiązać wielu sprzeczności i niejednoznaczności, jakie występują przy przetwarzaniu danych rzeczywistych.

Jako osobę, która położyła podwaliny pod to, co obecnie rozumiemy, jako logikę rozmytą, powinniśmy uważać Platona, który wskazywał ma trzeci obszar (coś pomiędzy prawdą a fałszem). Nowożytni filozofowie również próbowali uwzględnić szarą strefę pomiędzy białym (prawda) i czarnym (fałsz). W głównej mierze byli to Hegel, ale też Marks i Engels. Ale dopiero Profesor Jan Łukasiewicz, jako pierwszy zaproponował jakąś systematyczną alternatywę dla dwuwartościowe logiki Arystotelesa.

W początku dwudziestego wieku Łukasiewicz przedstawił logikę trójwartościową wraz z wynikającą z niej matematyką. Trzecia wartość jest rozumiana, jako *możliwy* i ma przypisaną wartość numeryczną pomiędzy *prawdą* i *fałszem*. Równocześnie zaproponował całościową notację oraz system aksjomatów, który mógł pozwolić na wyprowadzenie nowoczesnej matematyki. Później zajmował się logikami wielowartościowymi i nie widział przeszkód w zbudowaniu zasad logiki o nieskończonej liczbie wartości.

Zaproponowana przez Zadeha logika rozmyta (ang. *fuzzy logic*)<sup>13</sup> (wywodząca się z wielowartościowej logiki Łukasiewicza) wraz z opartym na niej systemem wnioskowania okazała się niezwykle przydatna w zastosowaniach inżynierskich i znalazła sobie trwałe miejsce we współczesnych naukach technicznych. Systemy logiki rozmytej charakteryzują się dużą prostotą i elastycz-

---

<sup>12</sup> L. Rutkowski, *Metody i techniki sztucznej inteligencji. Inteligencja Obliczeniowa*, PWN Warszawa, oraz w: L. Zakrzewski, *Metody sztucznej inteligencji i ich wykorzystanie*, w: J. Hołubiec (red.), *Analiza Systemowa w Finansach i Zarządzaniu, Tom 3*, IBS PAN, 2001, 215-230.

<sup>13</sup> L. Zakrzewski, *Algorytmy typu globalnego do numerycznego rozwiązywania istotnie nieliniowych zadań optymalizacyjnych z wykorzystaniem interpolacji wyższego rzędu*, IBS PAN, Warszawa 2009 (praca doktorska).

nością struktury przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej skuteczności. Są one oparte na bazie reguł IF-THEN, a tworzenie bazy reguł jest proste i naturalne. Ze względu na swoją efektywność w przetwarzaniu danych rzeczywistych, wnioskowanie rozmyte wykorzystywane jest często w różnego rodzaju systemach ekspertowych i decyzyjnych. Tak jak wspomniano duże zastosowanie mają także sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy mrówkowe<sup>14</sup>.

## Podsumowanie

Używanie metod sztucznej inteligencji w szczególności logiki rozmytej w systemach ekspertowych oraz nowych metod rozwiązywania problemów nieliniowych pozwala skutecznie budować systemy BI w celu budowania gospodarki opartej na wiedzy i skutecznego podejmowania decyzji.

## Literatura

1. Cooper G.F., Herkovits E., *A Bayesian method for the introduction of probabilistic networks from data*, Machine Learning 9, 1992.
2. <http://www.magazynit.pl/business-intelligence/do-2012-r.-rynek-business-intelligence-wiekszy-o-28-proc.html>
3. <http://www.cmis.csiro.au/Bi/what-isBI.htm>
4. <http://www.mineralmidrange.com> – materiały pochodzące z rozwiązań Bi firmy Mineral Midrange.
5. Rutkowski, L. (2005) *Metody i techniki sztucznej inteligencji*. Inteligencja Obliczeniowa, PWN Warszawa.
6. Tret'yakov A., Zakrzewski L., *The algorithm of the global optimization based on the multilevel computational architecture*, Proceedings of Artificial Intelligence Studies Vol. 3 (26)/2006.
7. Zakrzewski, L. (2001) *Metody sztucznej inteligencji i ich wykorzystanie*, w: Hołubiec J., *Analiza Systemowa w Finansach i Zarządzaniu, Tom 3*, IBS PAN.

---

<sup>14</sup> L. Rutkowski, *Metody i techniki sztucznej inteligencji*. Inteligencja Obliczeniowa, PWN Warszawa.

8. Zakrzewski L. and Tret'yakov A., (2006), Hybrid intelligent techniques for solving nonlinear problems, in: *Scientific Bulletin of Chelm. Section of Mathematics and Computer Science 2/2006*, Chelm.
9. Zakrzewski L., (2009), *Algorytmy typu globalnego do numerycznego rozwiązywania istotnie nieliniowych zadań optymalizacyjnych z wykorzystaniem interpolacji wyższego rzędu*, IBS PAN, Warszawa (praca doktorska).
10. Zakrzewski L., Stroińska E., (2007), Miejsce i rola człowieka w społeczeństwie informacyjnym, W: *Przetwarzanie informacji w społeczeństwie informacyjnym*, red. T. Grudniewski, J.M. Olchowik: Wydaw. PWSZ w Białej Podlaskiej PWSZ, 2007.

## **THE MODELING AND THE OPTIMIZATION OF BUSINESS ENTERPRISES SUPPORTED BY METHODS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE.**

### **Summary**

The article presents application of the artificial intelligence methods within the range modeling and the optimization process of the make a decision in the most of business enterprises in the modern economy based on the knowledge. There were also mentioned ideas of systems Business Intelligence together with the presentation principle of operation of expert system.

*Translated by Ewa Stroińska, Leszek Zakrzewski*