

mgr inż. Irena Bach  
Katedra Podstaw Informatyki i Zarządzania  
Wydział Elektroniki i Informatyki  
Politechnika Koszalińska  
Ul. Śniadeckich 2  
75-534 Koszalin

Charakterystyka rozprawy doktorskiej:

**Zastosowanie technik programowania z ograniczeniami oraz logiki  
rozmytej do budowy zadaniowo zorientowanego systemu wspomagania  
planowania inwestycji**

Podejmowanie decyzji w przedsiębiorstwie wymaga poszukiwania odpowiedzi na szereg rutynowych pytań stawianych w kontekście rozwiązywanych problemów zarządzania. Ze względu na wymagania konkurencji, podejmowane decyzje winny być wypracowywane w trybie na bieżąco. Oznacza to konieczność sprawdzenia czy w oparciu posiadane przez przedsiębiorstwo informacje (składające się na bazę wiedzy) istnieje możliwość podejmowania decyzji, a jeżeli tak, to czy jest to możliwe w trybie interakcyjnym.

Procesy decyzyjne wymagane są dostępnymi technologiami informatycznymi (IT). Istniejące, komercyjne dostępne narzędzia IT wspomagają decydenta w trybie interakcyjnym, m.in. w zadaniach prognozowania, raportowania (np. MIS, EIS [9]), analizy wielowymiarowej, a także graficznego i dynamicznego przedstawiania danych (np. OLAP [4]). Obszarem wymagającym szczególnego wsparcia decydenta jest planowanie działań przedsiębiorstwa. Planowanie jest problemem złożonym i trudnym. Wymaga uwzględnienia czynników niepewnych, jak wahania wartości globalnych wskaźników ekonomicznych, zmiany zachowań otoczenia rynkowego, wahania wartości przychodów, kosztów, przepływów pieniężnych przedsiębiorstwa, itp., oraz wielokryterialności decyzji (analizowanie problemy planowania działań (inwestycji) są determinowane poprzez arbitralnie dobrane kryteria oceny, które w różnym stopniu wpływają na kształt ostatecznej decyzji.

Istniejące rozwiązania umożliwiają prognozowanie efektywności różnych obszarów przedsiębiorstwa pozwalając poszukiwać odpowiedzi, m.in. na pytanie: Jakie wyniki może osiągać przedsiębiorstwo dla arbitralnie wybranego zestawu danych (parametrów wyjściowych przyjętych do dokonania oceny)? W przypadku, gdy otrzymane wyniki nie spełniają wymagań decydenta konieczne jest przeprowadzenie kolejnych symulacji. Podejście takie, z jednej strony, powoduje wydłużenie czasu poszukiwania satysfakcjonujących decydenta rozwiązań, zwiększa koszty przeprowadzanych badań, wymaga uzupełniania informacji, angażowania większej ilości ekspertów, z drugiej zaś nie gwarantuje wyznaczenia rozwiązania dopuszczalnego. Ponadto, pytanie: Czy w obrębie wybranego zbioru danych rozwiązanie takie w ogóle istnieje? pozostawia je pytaniem otwartym, a w przypadku istnienia (wyznaczenia) odpowiedzi, nie wskazuje na ewentualnie inne, alternatywne rozwiązania dopuszczalne.

Istnieje zatem potrzeba opracowania metody pozwalającej określić:

- zbiór informacji gwarantujących istnienie rozwiązania spełniającego przyjęte założenia dotyczące efektywności planowanych działań
- zestawy parametrów (obejmujących np. przepływy pieniężne, koszty, przychody) gwarantujących realizację przedsięwzięcia z założoną efektywnością w kontekście dostępnego zasobu informacji (uwzględniającego dane niepewne) i występujących ograniczeń

- alternatywne sposoby realizacji przedsięwzięcia, gwarantujące osiągnięcie założonych wyników

Oznacza to, że poszukiwana metoda winna zwiększać wiarygodność dokonywanych prognoz (wzmacniając pewność decyzji poprzez uwzględnianie danych nieprecyzyjnych), umożliwiając jednocześnie ocenę alternatywnych sposobów rozwiązywania problemów decyzyjnych dotyczących realizacji planowanych przedsięwzięć.

### **Cel pracy**

Opracowanie metody umożliwiającej budowę dedykowanych (zadaniowo zorientowanych), interakcyjnych systemów wspomaganie decyzji w zadaniach planowania inwestycji, w warunkach niepewności.

### **Problem pracy**

Dany jest model obiektu (przedsiębiorstwa, użytkownika, inwestycji). Informacje (precyzyjne i nieprecyzyjne) specyfikujące modelowany obiekt zapisywane są w postaci faktów i formuł logicznych - tworzą bazę wiedzy. Baza ta weryfikowana jest pod kątem spójności, niesprzeczności i nadmiarowości - w kontekście zadanego zbioru rutynowych pytań.

Poszukiwana są odpowiedzi na pytania:

- Czy istnieją warunki wystarczające gwarantujące odpowiedź na zadany zbiór rutynowych pytań?
- Czy warunki te są możliwe do wyznaczenia w trybie interakcyjnym?

### **Teza**

Wykorzystanie metod sztucznej inteligencji (języków programowania klasy CP/CLP [11, 13], technik wnioskowania rozmytego [6, 10], metody logiczno-algebraicznej [2, 3]) umożliwiają budowę interakcyjnych, zadaniowo zorientowanych systemów wspomaganie decyzji w zagadnieniach planowania inwestycji

### **Proponowane podejście rozwiązywania problemu**

Model obiektu przedstawiony jest w postaci zbioru informacji (dokładnych i nieprecyzyjnych) składających się na bazę wiedzy. Informacje przedstawiane są w dowolnej postaci faktów i formuł logicznych. Występujące między elementami bazy wiedzy relacje są relacjami ogólnymi. W zbiorze wszystkich zgromadzonych informacji rozpoznawana jest rodzina zbiorów zmiennych, ich dziedzin oraz relacji traktowanych jako ograniczenia; składająca się na elementy tzw. Problemu Spełniania Ograniczeń (PSO).

Istnienie w bazie wiedzy informacji o charakterze nieprecyzyjnym (wynikających m.in. z charakteru rozwiązywanych problemów decyzyjnych) wymusza reprezentację problemu spełniania ograniczeń w postaci odpowiedniego, rozmytego problemu PSO (RPSO). Nowe, rozszerzone sformułowanie problemu pozwala uwzględnić wahania globalnych wskaźników ekonomicznych, niepewne terminy realizacji poszczególnych etapów przedsięwzięcia, niepewne wielkości kosztów pośrednich i bezpośrednich oraz innych parametrów determinujących efektywność wyników ekonomicznych przedsiębiorstwa.

Proponowany model referencyjny Rozmytego Problemu Spełniania Ograniczeń obejmuje rozmycie wszystkich definiowanych wielkości (zmiennych, dziedzin i ograniczeń). W kontekście występujących w literaturze sposobów definiowania rozmytego PSO, podejście takie można uznać za oryginalne [8, 10].

Rozwiązanie rozważanego problemu sprowadza się do jednego z problemów przeszukiwania bazy wiedzy, w ogólności należących do klasy problemów NP-trudnych.

Alternatywne w stosunku do metody przeglądu zupełnego (opartej na metodzie tablicy prawdy) podejście do rozwiązania problemu wiąże się z metodami przeszukiwania z nawrotami, w szczególności implementowanym w językach programowania w logice ograniczeń. Oznacza to, że rozważana postać bazy wiedzy odpowiadając sformułowaniu problemu klasy PSO pozwala tym samym wykorzystać dostępne języki klasy CP/CLP, języki implementujące techniki przeszukiwania z nawrotami (efektywniejsze od metod przeglądu zupełnego).

Konsekwencją przyjętej reprezentacji bazy wiedzy ( tzn. zbioru dowolnej postaci reguł, zdań logicznych i faktów) jest przyjęcie metody logiczno-algebraicznej, formalizm której, umożliwia prowadzenie procesu wnioskowania bez konieczności sprawdzania formuł logicznych to postaci standardowych np., postaci klauzul Horna. Implementacja tej metody w technikach CP/CLP uniezależnia od konieczności reprezentacji wiedzy w postaci klauzul czy prostych reguł produkcji, pozwalając tym samym rozszerzyć zakres rozważanych problemów decyzyjnych, systemów także zwiększając przyjazność obsługi budowanych systemów wspomagania.

Reasumując, przyjęty schemat metody obejmuje etapy: specyfikacji rozważanych problemów decyzyjnych (budowy bazy wiedzy – zbioru postaci faktów i formuł elementarnych), interpretacji bazy w terminach RPSO, poszukiwania rozwiązań RPSO (implementujących komercyjnie dostępne języki klasy CP/CLP) w kontekście przyjętego zbioru pytań rutynowych.

### **Weryfikacja**

Proponowana metoda zostanie zweryfikowana poprzez porównanie jej z istniejącymi rozwiązaniami implementowanymi w systemach komercyjnych – w oparciu o przeprowadzone eksperymenty komputerowe dla danych uzyskanych z przedsiębiorstwa branży samochodowej P.P.H.U. „Bell” (renowacja samochodów, hurtownia i usługi tapicerskie).

### **Program badawczy**

1. Analiza literaturowa obejmująca zagadnienia projektowania systemów wspomagania decyzji, modeli Problemu Spełniania Ograniczeń, technik CLP, wnioskowania rozmytego oraz metod oceny efektywności inwestycji (rozwiązań stosowanych w praktyce).
2. Opracowanie procedury wyznaczania warunków wystarczających, gwarantujących istnienie rozwiązań dopuszczalnych
3. Budowa zadaniowo zorientowanych procedur wyznaczania dopuszczalnych wartości czynników determinujących efektywność przedsięwzięcia
4. Badanie realizowalności przyjętych rozwiązań ze względu na istniejące ograniczenia
5. Opracowanie komputerowego systemu wspomagania planowania inwestycji wykorzystującego techniki CLP
6. Wykonanie eksperymentów komputerowych (ustalanie wartości przepływów pieniężnych gwarantujących osiągnięcie zakładanego poziomu wskaźników efektywności, sprawdzanie wydajności przedsiębiorstwa pod kątem generowanych dochodów, sprawdzanie możliwości realizacji inwestycji itp.).
7. Analiza i ocena otrzymanych wyników. Sformułowanie wniosków końcowych.

### **Literatura:**

- [1] BEN-ARI MORDECHAI, *Klasyka informatyki, Logika matematyczna w informatyce*, WNT, Warszawa, 2005.
- [2] BUBNICKI Z. (Red.), *Metody i techniki analizy informacji i wspomagania decyzji*, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, 2002.

- [3] BUBNICKI Z. *Wstęp do systemów ekspertowych*, Warszawa PWN 1990
- [4] DIETER B. *Der OLAP-Markt: Architekturen, Produkte, Trends*, FORWISS 1997.
- [5] Ilog Solver, *Object oriented constraint programming*, Ilog S.A., 12, Av. Raspail, BP 7, 94251 Gentilly cedex, France, 1995.
- [6] KACPRZYK J., *Wieloetapowe sterowanie rozmyte*, WNT, Warszawa, 2001
- [7] LOTKO A., *Współczesne koncepcje zarządzania zasobami informatycznymi*, Wyd. Politechniki Radomskiej, Radom, 2002.
- [8] LUO X., LEE H. J., LEUNG H., JENNINGS N., *Prioritised fuzzy constraint satisfactions problems: axioms, instantiations and validations*, Fuzzy Sets and Systems 136(2003), 2002, pp. 151-188.
- [9] MEJSSER M. *Systemy Informowania Kierownictwa* TELEINFO nr 01/2000, 3 stycznia 2000 r.
- [10] PIEGAT A., *Modelowanie i sterowanie rozmyte*, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, 1999.
- [11] ROSSI F., 2000: *Constraint (Logic) programming: A Survey on Research and Applications*, K.R. Apt et al. (Eds.), *New Trends in Constraints*, LNAI 1865, Springer-Verlag, Berlin, pp. 40-74.
- [12] Rutkowski L., *Metody i techniki sztucznej inteligencji*, PWN, Warszawa, 2005.
- [13] VAN HENTENRYCK, P., *Constraint Logic Programming*, Knowledge Engineering Review, Vol. 6, 1991, pp. 151-194.
- [14] VAN ROY P., HARIDI S., *Concepts, Techniques, and Models of Computer Programming*, wyd. Helion, Gliwice, 2005.
- [15] ZIELIŃSKI J.S., *Inteligentne systemy w zarządzaniu*, Teoria i praktyka, PWN, Warszawa, 2000.
- [16] Yager R., Filev D., *Podstawy modelowania i sterowania rozmytego*, WNT, Warszawa, 1995.