

Autoreferat rozprawy doktorskiej

MODELOWANIE WNIOSKOWANIA PRZYBLIŻONEGO W SYSTEMACH Z NIEPEŁNĄ INFORMACJĄ

mgr inż. Barbara Fryc

PROMOTOR: prof. dr hab. Zbigniew Suraj – Uniwersytet Rzeszowski, WMP, Instytut Informatyki

RECENZENCI: prof. dr hab. inż. Andrzej Skowron – Uniwersytet Matematyki, WMIM, Instytut Informatyki
dr hab. inż., prof. AGH Marcin Szpyrka – Akademia Górniczo-Hutnicza, WEAIIB

Głównym celem rozprawy było wykazanie iż sieci Petriego są wygodnym i praktycznym narzędziem modelowania wnioskowania przybliżonego w systemach z niepełną informacją. W ramach rozprawy opracowane zostały nowe metody, algorytmy i narzędzia wspomagające modelowanie procesu wnioskowania w takich systemach. Rozszerzone zostały znane z literatury rozmyte sieci Petriego oraz zaproponowano własny model sieciowy nazywany przybliżoną siecią Petriego z czasem i bez czasu. Przygotowana rozprawa jest kontynuacją kierunku badań wiążącego teorię zbiorów przybliżonych i zbiorów rozmytych z teorią współbieżności oraz teorią wnioskowania przybliżonego - zapoczątkowaną przez Zdzisława Pawłaka.

Cel i zakres pracy

Rozprawa doktorska dotyczy wnioskowania przybliżonego (ang. *approximate reasoning*), dziedziny niezwykle interesującej, o bardzo dużych perspektywach dla zastosowań. Wiedza, wykorzystywana w procesie wnioskowania może być pozyskiwana od eksperta z danej dziedziny zastosowań lub ekstrahowana z eksperymentalnych tablic danych. W obydwu przypadkach wiedza reprezentowana jest za pomocą reguł wnioskowania typu: *if ... then ...*. Dane opisujące proces wnioskowania reprezentowane są za pomocą tzw. tablic decyzyjnych (systemów decyzyjnych) w sensie Z. Pawłaka. Wiersze w tablicach decyzyjnych reprezentują badane obiekty (pacjenci, procesy, zjawiska itp.). Kolumny reprezentują zestawy cech (atrybutów). Zbiór atrybutów składa się z dwóch rozłącznych części: zbioru tzw. atrybutów warunkowych, opisujących badane obiekty, oraz zbioru tzw. atrybutów decyzyjnych, reprezentujących oceny ekspertów. Bez utraty ogólności rozważań, w badaniach uwzględniane są jedynie jednoelementowe zbiory atrybutów decyzyjnych. Każdy wiersz tablicy decyzyjnej zawiera zarówno wartości atrybutów warunkowych jak i wartości atrybutów decyzyjnych. Z tablicy decyzyjnej generowane są w sposób automatyczny reguły dwójakiego rodzaju: reguły warunkowe i reguły decyzyjne. Pierwsze z reguł reprezentują zależności pomiędzy wartościami atrybutów warunkowych, drugie zaś - zależności pomiędzy wartościami atrybutów warunkowych oraz wartościami atrybutów decyzyjnych. W badaniach rozważane są tzw. reguły pewne oraz reguły niepewne. Reguła *if* „poprzednik” *then* „następnik” nazywana jest pewną (regułą deterministyczną), jeśli „poprzednik” jednoznacznie określa „następnik”, w przeciwnym razie mówi się, iż reguła jest niepewna (reguła niedeterministyczna). Stosowane są różne charakterystyki (kryteria ocen) wygenerowanych z tablic danych reguł. W zależności rodzaju reguł oraz wartości ich ocen przypisywane są im różne funkcje w budowanym modelu wnioskowania. Do generowania reguł z prezentowanych wyżej tablic danych, jak i wyznaczania ich charakterystyk wykorzystywane są metody teorii zbiorów przybliżonych i tzw. schemat wnioskowania boolowskiego.

Na podstawie danego zbioru reguł (pozyskanego od eksperta albo wygenerowanego z danych) konstruowane są różne rodzaje sieci Petriego (logiczne sieci Petriego, rozmyte sieci Petriego, przybliżone sieci Petriego, przybliżone sieci Petriego z czasem) zależnie od wybranej metody konstrukcji modelu sieciowego. Skonstruowana sieć jest traktowana jako model matematyczny procesu wnioskowania przybliżonego, opisywanego przez zadany zbiór reguł. Uzyskany model sieciowy może być poddawany

analizie, w celu uzyskania informacji o sposobie optymalizacji przebiegu procesu wnioskowania w takim modelu.

Logiczne sieci Petriego powstały poprzez dodanie do struktury klasycznych sieci Petriego zbioru stwierdzeń (zdań logicznych) oraz funkcji wiążącej wzajemnie jednoznacznie miejsca sieci z tymi stwierdzeniami. Są one naturalnym połączeniem logiki oraz klasycznych sieci Petriego. Istotną cechą logicznych sieci Petriego, jest nie tylko możliwość graficznej reprezentacji (wizualizacji) reguł, ale także modelowania dynamiki procesów wnioskowania opisywanych za pomocą reguł oraz możliwość weryfikacji ich poprawności.

Drugą klasą sieci, która została wykorzystana do modelowania wnioskowania przybliżonego są rozmyte sieci Petriego. Sieci te zostały zaproponowane przez C. Looney'a w latach 90. Wykorzystywane są do modelowania wnioskowania dla niepewnej bazy wiedzy zapisanej w postaci reguł. Baza reguł podawana jest przez eksperta z danej dziedziny zastosowań, dlatego też może zawierać pewne niedoskonałości, a nawet błędy. W rozprawie pokazano, w jaki sposób można wykorzystać rozmyte sieci Petriego do weryfikacji zbioru reguł ze względu na określone kryteria, a także zaproponowano rozszerzenia tych sieci wraz z ich macierzową reprezentacją. Powaliło to na przyspieszenie (poprzez zrównoleglenie) procesu wnioskowania dla niepewnych danych.

Kolejną klasą sieci, są sieci wysokiego poziomu, nazwane przybliżonymi sieciami Petriego. Są one naturalnym połączeniem kolorowanych i rozmytych sieci Petriego. W wyniku zgrabnej kompozycji udało się uzyskać zwarty model matematyczny, udostępniający przyjazną i intuicyjnie jasną reprezentację graficzną systemu wnioskowania oraz współbieżną realizację. Otrzymany model budowany jest w sposób automatyzowany wychodząc od mierzonych danych, kończąc na modelu wnioskowania. Ponadto model ten nadaje się również do komputerowej analizy pod kątem rozmaitych kryteriów optymalizacji wnioskowania, np. „optymalnego” czasu wnioskowania, „optymalnego” stopnia pewności decyzji. W rozprawie opisano również przybliżone sieci Petriego z czasem. Model ten jest rozszerzeniem przybliżonych sieci Petriego poprzez dodanie czasu, umożliwiającym modelowanie wnioskowania przybliżonego w systemach czasu rzeczywistego. Pozwala na szacowanie czasu potrzebnego do podjęcia decyzji.

Istotą proponowanego podejścia jest automatyzowana (wspomagana komputerowo) konstrukcja algorytmów decyzyjnych (klasyfikatorów) na podstawie danych eksperymentalnych. Najważniejsze z zaproponowanych metody i algorytmów wnioskowania zostały zaimplementowane w systemie komputerowym o nazwie APNES i przetestowane eksperymentalnie na danych rzeczywistych.

Przygotowana rozprawa ma charakter zarówno badawczy, jak i praktyczny. Opracowane w ramach badań metody są oryginalnym i – jak się wydaje - istotnym rozwinięciem metod teorii zbiorów przybliżonych, zapoczątkowanej przez prof. Zdzisława Pawlaka oraz teorii zbiorów rozmytych, zaproponowanej przez prof. Lotfi Zadeh'a. Przygotowywana rozprawa doktorska jest również kontynuacją kierunku badań wiążącego teorię zbiorów przybliżonych z teorią współbieżności i teorią wnioskowania przybliżonego, zapoczątkowanego na początku lat 80-tych ubiegłego stulecia przez Z. Pawlaka i kontynuowanego w kolejnych latach przez A. Skowrona, Z. Suraję, J. F. Petersa i in. Opracowane modele i metody są interesujące i stwarzają duże perspektywy dla zastosowań. W szczególności metody te można stosować m.in. przy projektowaniu inteligentnych systemów decyzyjnych (ekspertowych), systemów sterowania, czy systemów informacyjnych (np. przy wyszukiwaniu informacji w scentralizowanych lub rozproszonych bazach danych).

Ważniejsze publikacje:

1. Fryc, B., Pancierz, K., Suraj, Z.: Approximate Petri Nets for Rule-Based Decision Making, in: *Proceedings of the 4th International Conference on Rough Sets and Current Trends in Computing*, Uppsala, Sweden, June 1-5, Lecture Notes in Artificial Intelligence, vol. 3066, Springer-Verlag, Berlin 2004, pp. 733-742.

2. Fryc, B., Pancierz, K., Suraj, Z.: On Modelling of Approximate Reasoning Using Fuzzy Petri Nets, in: K. T. Atanassov, O. Hryniewicz, J. Kacprzyk (Eds.), *Soft Computing. Foundations and Theoretical Aspects*, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2004, pp. 205-219.
3. Fryc, B., Pancierz, K., Peters, J.F, Suraj, Z.: On Fuzzy Reasoning Using Matrix Representation of Extended Fuzzy Petri Nets, *Fundamenta Informaticae*, vol. 60 (1-4), IOS Press, Amsterdam 2004, 143-157.
4. Suraj, Z., Fryc, B.: Timed Approximate Petri Nets, *Fundamenta Informaticae*, vol. 71 (1), IOS Press, Amsterdam 2006, 83-99.
5. Suraj, Z., Fryc, B.: Analysis of Approximate Petri Nets by Means of Occurrence Graphs, in: G. Lindemann, H. Schlingff., H.D. Burkhard, L. Czaja, W. Penczek, A. Salwicki, A. Skowron, Z. Suraj (Eds.), Special volume with selected papers from CS&P 2006 workshop, *Fundamenta Informaticae*, vol. 79, IOS Press, Amsterdam 2007, 541-551.
6. Fryc, B., Pancierz, K., Suraj, Z.: On approximate Petri nets with fuzzy operators in data classification process, in: A. Wakulicz-Deja (Eds.), *Systemy Wspomagania Decyzji*, Wyd. Uniwersytetu Śląskiego, Katowice, 2009, pp. 53-61.