

Zastosowanie zbiorów przybliżonych do identyfikacji modeli systemów współbieżnych

Krzysztof Pancierz
Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania
ul. Sucharskiego 2, 35-225 Rzeszów
kpancerz@wsiz.rzeszow.pl

Odkrywanie wiedzy z tablic danych jest jednym z istotnych i aktualnych problemów badawczych. Wykrywanie relacji pomiędzy danymi jest głównym celem odkrywania maszynowego. Problematyka pracy dotyczy metod modelowania systemów współbieżnych na podstawie obserwacji ich zachowań. Metody te mogą zostać wykorzystane w szeroko rozumianej sztucznej inteligencji. Praca jest kontynuacją nowego kierunku badań wiążącego teorię systemów informacyjnych (w sensie Pawłaka) [2] z teorią współbieżności, zapoczątkowanych przez Z. Pawłaka [3], [4], A. Skowrona i Z. Suraję [10], Z. Suraję [11], J. F. Petersa, A. Skowrona, Z. Suraję i in. [6], [7]. Praca dotyczy metod automatycznego odkrywania modeli procesów z tablic danych. Metody te oparte są na teorii zbiorów przybliżonych [2] oraz teorii sieci Petriego [8], [9]. Teoria zbiorów przybliżonych stoi u podstaw zaawansowanych i efektywnych metod analizy danych. Sieci Petriego są graficznym i matematycznym narzędziem modelowania różnego rodzaju zjawisk, w szczególności takich, w których znaczącą rolę odgrywają czynności wykonywane współbieżnie. Dane - opisujące badane zjawiska i procesy - reprezentowane są za pomocą systemów informacyjnych, dynamicznych systemów informacyjnych lub specjalizowanych macierzy. System informacyjny zawiera wiedzę o stanach globalnych danego systemu współbieżnego rozumianych jako układy stanów lokalnych procesów składających się na system, natomiast dynamiczny system informacyjny zawiera dodatkowo wiedzę o przejściach pomiędzy poszczególnymi globalnymi stanami systemu. Specjalizowane macierze określają niepożądane stany systemu oraz przejścia pomiędzy stanami. Możliwa jest też dekompozycja tablic danych na mniejsze powiązane ze sobą odpowiednimi regułami podtablice, stanowiące funkcjonalne moduły systemu.

Rozważane podejścia są oparte o założenie, że dane eksperymentalne zgromadzone w formie tablic zawierają tylko część wiedzy o modelowanych systemach. Wiedza taka może jednak stanowić podstawę do zbudowania odpowiedniego modelu matematycznego. Pozostała zaś wiedza (lub dalej tylko jej część) możliwa jest do odkrycia w oparciu o tworzone modele.

Rozważane są dwie struktury modeli systemów współbieżnych: synchroniczna i asynchroniczna. W przypadku modelowania opartego o systemy informacyjne tworzony model synchroniczny umożliwia m.in. wygenerowanie maksymalnego zgodnego rozszerzenia systemu informacyjnego. Rozszerzenie takie zawiera wszystkie możliwe stany globalne systemu zgodne ze wszystkimi regułami wydobytymi z pierwotnej tablicy danych. Model asynchroniczny pozwala na

wykrycie wszystkich możliwych przejść pomiędzy stanami globalnymi systemu, przy których tylko jeden z procesów zmienia swój stan lokalny. Model budowany w oparciu o dynamiczny system informacyjny służy między innymi do generowania maksymalnego zgodnego rozszerzenia takiego systemu. W tym przypadku takie rozszerzenie zawiera wszystkie możliwe stany globalne systemu zgodne ze wszystkimi regułami wydobytymi z pierwotnej tablicy danych oraz wszystkie możliwe przejścia pomiędzy stanami globalnymi systemu zgodne ze wszystkimi regułami przejść wygenerowanymi z pierwotnego systemu przejść.

Odkrywane z tablic danych modele współbieżne reprezentowane są w postaci kolorowanych sieci Petriego [1]. Zastosowanie tych sieci pozwala na uzyskanie zwartych i przejrzystych modeli, możliwych do dalszej komputerowej analizy i weryfikacji ich własności. W pracy podjęty jest również problem rekonstrukcji tworzonych modeli oraz predykcji zmian ich własności na skutek pojawienia się nowej wiedzy o modelowanych systemach i ich zachowaniach. Nowa wiedza może być wyrażona np. przez pojawienie się nowych stanów globalnych, nowych przejść pomiędzy stanami, nowych stanów lokalnych poszczególnych procesów albo przez uwzględnienie nowych procesów w modelowanych systemach. Zaproponowana metoda predykcji wskazuje na charakter zmian modeli w czasie. Do reprezentacji reguł predykcji wykorzystane zostały macierze predykcji oraz grafy przepływów Pawlaka [5].

W pracy uogólnione zostało podejście do zgodnych rozszerzeń systemów informacyjnych oraz dynamicznych systemów informacyjnych na częściowo zgodne rozszerzenia. Podano metody wyznaczania takich rozszerzeń. W proponowanym podejściu wyznaczane są stany globalne modelowanego systemu oraz w przypadku dynamicznych systemów także przejścia pomiędzy stanami globalnymi zgodne tylko z częścią wiedzy zawartej w oryginalnych systemach opisujących modelowany system. Podany został sposób wyznaczania odpowiedniego współczynnika zgodności nowych stanów lub przejść pomiędzy stanami.

Opracowane algorytmy zaimplementowane zostały w systemie komputerowym ROSECON, wspomagającym automatyczne odkrywanie modeli procesów z tablic danych.

Użyteczność opracowanych metod została przetestowana na rzeczywistych danych finansowych oraz pogodowych.

Literatura

- [1] Jensen, K.: Coloured Petri Nets. Basic Concepts, Analysis Methods and Practical Use. Vol. 1. Springer-Verlag, Berlin, 1997.
- [2] Pawlak, Z.: Rough Sets - Theoretical Aspects of Reasoning About Data. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1991.
- [3] Pawlak, Z.: Concurrent Versus Sequential the Rough Sets Perspective. Bulletin of the EATCS, 48, 1992, pp. 178-190.
- [4] Pawlak, Z.: Rough Set Rudiments. Institute of Computer Science Research Report 96, Warsaw University of Technology, Poland, 1996.

- [5] Pawlak, Z.: Flow Graphs and Data Mining. In: J.F. Peters, A. Skowron (eds.), Transactions on Rough Sets III, Lecture Notes in Computer Sciences, Vol. 3400, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005, pp. 1-36.
- [6] Peters, J.F., Skowron, A., Suraj, Z., Pedrycz, W., Ramanna, S.: Approximate Real-Time Decision Making: Concepts and Rough Fuzzy Petri Net Models. International Journal of Intelligent Systems, 14-4, 1998, pp. 4-37.
- [7] Peters, J.F., Skowron, A., Suraj, Z.: An Application of Rough Set Method to Control Design. Fundamenta Informaticae, Vol. 43, Nos. 1-4, IOS Press, Amsterdam, 2000, pp. 269-290.
- [8] Petri, C.A.: Kommunikation mit Automaten. Schriften des IIM Nr. 2, Institut für Instrumentelle Mathematik, Bonn, 1962.
- [9] Reisig, W.: Petri Nets. An Introduction. Springer-Verlag, Berlin, 1985.
- [10] Skowron, A., Suraj, Z.: Rough Sets and Concurrency. Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Vol. 41, No. 3, 1993, pp. 237-254.
- [11] Suraj, Z.: Rough Set Methods for the Synthesis and Analysis of Concurrent Processes. In: L. Polkowski, S. Tsumoto, T.Y. Lin (Eds.), Rough Set Methods and Applications, Springer, Berlin, 2000, pp. 379-488.