

Andrzej KARATKIEWICZ, Remigiusz WIŚNIEWSKI

UNIwersYTET ZIELONOGÓRSKI, INSTYTUT INFORMATYKI I ELEKTRONIKI, UL. LICEALNA 9, 65-417 ZIELONA GÓRA

Wyznaczanie pokrycia sieci Petriego przez SM-komponenty z wykorzystaniem przeszukiwania grafów

Dr hab inż. Andrzej KARATKIEWICZ

Adiunkt w Instytucie Informatyki i Elektroniki na Uniwersytecie Zielonogórskim. Ukończył Miński Radiotechniczny Instytut (1993), obronił pracę doktorską w 1998, uzyskał stopień doktora habilitowanego w 2009. Zainteresowania naukowe dotyczą głównie teorii sieci Petriego oraz zagadnień analizy i formalnej weryfikacji współbieżnych systemów sterowania.

e-mail: A.Karatkiewicz@iie.uz.zgora.pl



Dr inż. Remigiusz WIŚNIEWSKI

Absolwent Uniwersytetu Zielonogórskiego, pracę doktorską obronił w 2008 roku. W latach 2000-2001 dwukrotnie odbył przemysłową praktykę studencką w firmie Aldec Inc. w Stanach Zjednoczonych. Aktualnie pracuje jako adiunkt (Uniwersytet Zielonogórski). Zainteresowania badawcze obejmują zagadnienia z zakresu teorii grafów i hipergrafów, bezpieczeństwa danych i kryptologii oraz metodologii projektowania i implementacji systemów cyfrowych z wykorzystaniem struktur programowalnych FPGA.

e-mail: R.Wisniewski@iie.uz.zgora.pl



Streszczenie

W artykule przedstawiono nową metodę dekompozycji żywych i bezpiecznych sieci Petriego na składowe automaty. Metoda polega na przeszukiwaniu grafu sieci, biorąc pod uwagę relację współbieżności między miejscami sieci. Przedstawiono i omówiono wyniki eksperymentów. Metoda ma wielomianową złożoność obliczeniową, w odróżnieniu od większości istniejących metod.

Słowa kluczowe: sieci Petriego, dekompozycja sieci Petriego, składowe automaty.

Computation of covering of Petri nets by SM-components

Abstract

In the paper a new method of state machine decomposition of live and safe Petri net is presented. The method is based on search of the net graph, taking into account concurrency relation between places of the net. Experimental results are presented and discussed. The method has polynomial computational complexity, unlike most of other methods of such decomposition.

Keywords: Petri nets, decomposition, SM-components.

1. Wprowadzenie

Jednym z podejść do specyfikacji behawioralnej sterowników logicznych jest opis ich zachowania przy pomocy interpretowanych sieci Petriego. Taką możliwość daje między innymi język SFC. Synteza sterownika, opisanego w taki sposób, może zostać wykonana przez podział sieci Petriego na składowe automaty i implementację każdej składowej jako klasycznego automatu skończonego (przy zachowaniu właściwej synchronizacji między nimi). Taka ścieżka syntezy wymaga skutecznych algorytmów podziału sieci na składowe automaty. Istnieje szereg takich algorytmów (patrz np. [1,2]). W danym artykule zaproponowano nowy algorytm podziału, konkurencyjny wobec istniejących.

2. Dyskusja

Istniejące metody podziału sieci Petriego na składowe automaty bazują albo na kolorowaniu grafu współbieżności (ale w taki sposób można otrzymać *dekompozycję* sieci, a nie jej *pokrycie*, to są podobne, ale nie identyczne problemy), albo na pokryciu macierzy, przedstawiającej osiągalne znakowania sieci [1], albo na wnioskowaniu logicznym [2], albo na wyznaczaniu P-niezmienników pewnego rodzaju przez zastosowanie metod algebry liniowej. Można pokazać, że większość tych metod ma wykładniczą złożoność obliczeniową; ponadto większość z nich wymaga obliczenia wszystkich osiągalnych znakowań sieci, co samo w sobie wymaga zarówno wykładniczego czasu, jak i pamięci. Brakuje metody o wielomianowej złożoności, która by dawała niekoniecznie optymalne, ale zbliżone do optymalnych wyniki.

3. Idea proponowanej metody

W istniejących metodach nie jest brane pod uwagę, że dla obliczenia relacji współbieżności na zbiorze miejsc żywej i bezpiecznej sieci swobodnego wyboru (a takie właśnie sieci najczęściej są wykorzystywane do opisu sterowników logicznych) niekoniecznie trzeba obliczać wszystkie osiągalne stany, bo istnieje wielomianowy algorytm, pozwalający ustalić taką relację tylko przez badanie struktury sieci. Wykorzystanie tego algorytmu jest częścią proponowanej metody.

Żadna ze znanych nam istniejących metod nie wykorzystuje oczywistego faktu: tego, że jeśli jakieś miejsce należy do którejś ze składowych automatów, to niektóre z miejsc, sąsiadujących z nim w sieci Petriego, też (w zależności od struktury danego fragmentu sieci) muszą należeć do tej samej składowej. Oznacza to, że przeszukiwanie grafu sieci, zaczynające się od danego miejsca (będące pewną modyfikacją przeszukiwania w głąb i wykorzystujące informację o współbieżności między miejscami), pozwoli skonstruować składową automatową, do której dane miejsce należy. W zaproponowanej metodzie składowe automaty są konstruowane przy pomocy takiego przeszukiwania. Metoda ma wielomianową złożoność obliczeniową.

4. Wyniki eksperymentów

W artykule zostaną przedstawione wyniki eksperymentów, porównujące szybkość działania i jakość wyników zaproponowanego algorytmu z odpowiednimi parametrami niektórych istniejących algorytmów. Porównując dany algorytm z istniejącymi, możemy stwierdzić, że on jest od nich szybszy i daje wyniki, zbliżone do optymalnych.

5. Literatura

- [1] Adamski M., Wiśniewska M.: Dekompozycja równoległa automatów współbieżnych z wykorzystaniem hipergrafów. *Pomiary, Automatyka, Kontrola*, Nr 6bis, 2006.
- [2] Tkacz J., Adamski M.: Wyznaczanie SM-pokrycia bezpiecznej sieci Petriego metodą komputerowego wnioskowania. *Materiały VIII konferencji naukowej „Informatyka – Sztuka czy Rzemiosło”*, Uniwersytet Zielonogórski, Karpacz, 2011.