Kraków, 10.08.2011

Prof. dr hab. inż. Andrzej Jajszczyk
Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica
Katedra Telekomunikacji
Al. Mickiewicza 30
30-059 Kraków

Recenzja rozprawy doktorskiej mgra inż. Marka Michalskiego pt. „Sterowanie wielopłaszczyznowymi polami typu banyan" dla Rady Wydziału Elektroniki i Telekomunikacji Politechniki Poznańskiej

1. Problem naukowy (teza) rozprawy

Celem rozprawy było opracowanie zaproponowanie i zbadanie algorytmów sterowania wielopłaszczyznowymi polami komutacyjnymi typu *banyan*. Ważnym zadaniem cząstkowym wiodącym do tego celu było zaproponowanie nowej metody reprezentacji stanu takich pól. Teza rozprawy brzmi: *Możliwe jest opracowanie takiej metody analizy stanu pola komutacyjnego typu banyan, która umożliwi zaproponowanie efektywnych algorytmów sterowania połączeniami i ich implementację w szybkich strukturach sprzętowych* i, zdaniem recenzenta, brzmi skromniej niż rzeczywiste osiągnięcia rozprawy.

2. Aktualność i waga tematyki rozprawy

Jakkolwiek podstawowa struktura pól komutacyjnych typu banyan została zaproponowana prawie czterdzieści lat temu, badanie ich właściwości i rozwiązywanie konkretnych problemów utrudniających ich praktyczne zastosowania jest nadal ważne i aktualne. Wynika to, przede wszystkim, z szerokiego zakresu stosowalności taki struktur pól komutacyjnych w szybkich ruterach IP, systemach wieloprocesorowych, a także w przełącznicach optycznych. Autor zajmuje się przede wszystkim otwartymi jeszcze zagadnieniami wielopłaszczyznowych pól nieblokowalnych i przestrajalnych, w szczególności w implementacjach optycznych.

3. Ocena rozwiązania postawionego problemu i użytych metod

Postawiony problem został przez doktoranta rozwiązany. Aby to osiągnąć autor zaproponował użycie właściwie dobranych metod teoretycznych, które następnie skonfrontował z badaniami przeprowadzonymi z użyciem zaimplementowanego sterownika sprzętowego, korzystającego z techniki FPGA. Istotnym krokiem do implementacji praktycznej było zaproponowanie oryginalnej reprezentacji macierzowej stanów pola komutacyjnego, a także analiza właściwości pól, w tym sformułowanie i udowodnienie szeregu twierdzeń podających warunki nieblokowalności i przestrajalności

wielopłaszczyznowych pól typu banyan. Jakkolwiek reprezentacja macierzowa niektórych rodzajów pól komutacyjnych, a w szczególności pól Closa, nie jest niczym nowym, reprezentacja pól badanych przez autora rozprawy wymagała nowego, oryginalnego podejścia. Należy też podkreślić, że sformułowane przez autora twierdzenia są niebanalne, a ich dowiedzenie wymagało znacznego wysiłku i dużej biegłości w radzeniu sobie z tego typu problemami.

4. Oryginalny dorobek autora, jego znaczenie poznawcze i przydatność praktyczna dla nauki bądź techniki

W rozprawie przedstawiono oryginalne wyniki autora, o sporym znaczeniu dla teorii telekomutacji, a także praktyki inżynierskiej. Za najbardziej wartościowe z nich uważam te wymienione poniżej.

a) Zaproponowanie macierzowej reprezentacji stanu wielopłaszczyznowego pola komutacyjnego typu banyan.
b) Zaproponowanie algorytmów sterowania wymienionymi polami, z użyciem reprezentacji macierzowej.
c) Sformułowanie i dowiedzenie Twierdzenia 5.4 dotyczącego maksymalnej liczby przestrojeń koniecznych do odblokowania płaszczyzny w przestrajalnym polu $\log_2(N,0,p)$. Elementem dowodu były wcześniejsze rozważania, w tym pomocnicze Twierdzenie 5.3 dotyczące przypadku szczególnego.
d) Praktyczna implementacja, w technice FPGA, sterowników realizujących zaproponowane algorytmy, a także przeprowadzenie badań symulacyjnych z użyciem zaimplementowanych układów.

Nie ulega wątpliwości, że przedstawione wyniki są oryginalne, a także mogą być przydatne w badaniach naukowych i w praktyce. Na podkreślenie zasługuje to, że autor zrealizował praktycznie sterownik działający zgodnie z zaproponowanym algorytmem, co nie zdarza się często w przeprowadzanych w ostatnich latach przewodach doktorskich.

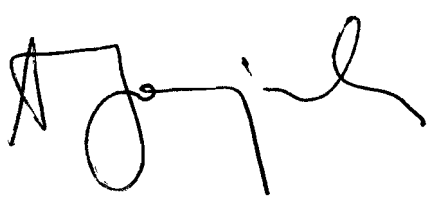
5. Ocena wiedzy autora i znajomości współczesnej literatury z dyscypliny naukowej, której dotyczy rozprawa

Autor jest już uznanym w świecie ekspertem w dziedzinie pól komutacyjnych, a w szczególności pól typu banyan. W spisie literatury zawarł 119 pozycji o różnym charakterze, obejmujących książki, artykuły w czasopismach, publikacje konferencyjne, a także różnego rodzaju dokumenty opublikowane na stronach www. Doktorant wykazał się w rozprawie dogłębną znajomością zagadnień współczesnej telekomutacji, a w szczególności problemów dotyczących badanej klasy pól komutacyjnych. Należy podkreślić, że w rozprawie autor cytuje 16 własnych prac, w tym dwa artykuły w jednym z najbardziej renomowanych amerykańskich czasopism telekomunikacyjnych, a mianowicie *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, a także artykuły prezentowane na najlepszych konferencjach międzynarodowych, takich jak: *IEEE International Conference on Communications ICC* (4 prace), *IEEE Global Telecommunications Conference Globecom* (1 praca) i *IEEE High Performance Switching and Routing HPSR* (4 prace).

6. Wady i słabe strony rozprawy

Jakkolwiek recenzowana rozprawa ma bardzo wysoki poziom, można w niej wskazać także drobne słabości, głównie natury redakcyjnej. Moim zdaniem, są one następujące.

- Autor wymieniając w rozprawie sposoby uzyskiwania nieblokowalności pól typu banyan nie wspomina o jednym, bardzo ważnym, a mianowicie o poprzedzaniu pola banyan polem sortującym.
- Na str. 49 autor stwierdza „Implementacja I_4 pozwala zrealizować wybór płaszczyzny w sposób optymalny...". Przydałoby się udowodnić to twierdzenie. Podobne stwierdzenie znalazło się na stronie 55.
- Nie bardzo rozumiem na czym polega różnica między algorytmami SEQ i MINX, prezentowanymi na stronie 23. Wydaje się, że algorytm MINX jest szczególnym przypadkiem algorytmu SEQ dla $m = 1$.
- Brak spisu ważniejszych oznaczeń i akronimów.
- Sporo drobnych błędów literowych (naliczyłem ich ponad 20).
- Niektóre powołania na tabele (np. 2.6) czy rysunki (np. 3.5) pojawiają się wcześniej niż powołania na tabele lub rysunki o numerach niższych.
- Błędne używanie łącznika (-) zamiast myślnika (—).
- Nadużywanie niektórych słów, jak „wykorzystywać", „bazować", „moment" czy „poprzez".
- Niekonsekwentne używanie kropki i przecinka dziesiętnego.
- Mylące używanie znaku splotu (*) zamiast znaku mnożenia (·).
- Tabela 2.2 jest trywialna i niepotrzebnie zamieszczono ją w rozprawie.
- Szkoda, że rozprawa nie została napisana w języku angielskim. Miałaby wtedy szansę dotarcia do szerszego grona specjalistów.

7. Podsumowanie

Niezależnie od wymienionych drobnych uwag krytycznych uważam, że doktorant z powodzeniem rozwiązał postawione zadanie badawcze, a teza rozprawy została udowodniona. Co więcej, wyniki rozprawy, udokumentowane dodatkowo dwiema publikacjami w świetnym czasopiśmie (tzw. *lista filadelfijska*) i prezentacjami na najlepszych konferencjach, znacznie przekraczają standardowe wymagania. W związku z tym stwierdzam, że rozprawa z nadmiarem spełnia wymagania ustawowo stawiane rozprawom doktorskim i może być dopuszczona do publicznej obrony; wnioskuję także o jej wyróżnienie.