

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ DLA RADY WYDZIAŁU ELEKTRONIKI I TELEKOMUNIKACJI POLITECHNIKI POZNAŃSKIEJ

Tytuł rozprawy: Sterowanie wielopłaszczyznowymi polami banyan

Autor rozprawy: mgr inż. Marek Michalski

CEL I ZAKRES PRACY

Recenzowana rozprawa doktorska dotyczy istotnych dla współczesnej telekomunikacji zagadnień związanych z optymalizacją sterowania polami komutacyjnymi węzłów sieci optycznych. Uzyskiwane obecnie wysokie przepływności łączy sieci optycznych wymuszają opracowanie algorytmów sterowania, umożliwiających określenie ścieżki połączeniowej do przenoszenia danych pomiędzy wejściami i wyjściami pola komutacyjnego w bardzo krótkim czasie, rzędu nanosekund. Problemy związane z opracowaniem wydajnych i efektywnych algorytmów sterowaniem systemami komutacyjnymi są aktualne i podejmowane przez środowiska naukowe oraz firmy i instytucje zajmujące się wdrażaniem nowych technologii sieciowych.

Celem rozprawy było zaproponowanie nowej metody reprezentacji stanu pól komutacyjnych typu banyan, umożliwiającej zarówno efektywną analizę tego typu pól, jak i opracowanie nowych algorytmów sterowania nimi. Zaproponowaną nową metodę reprezentacji stanu pola wykorzystano do opracowania trzech algorytmów, realizujących odpowiednio: zestawianie pojedynczych połączeń, jednoczesne zestawienie wszystkich połączeń oraz przestrojenia. Z uwagi na konieczność uzyskiwania wysokiej wydajności sterowania polami komutacyjnymi sieci optycznych istotne jest pytanie, będące jednocześnie tezą rozprawy: czy „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”.

Rozprawa składa się ze streszczenia, wstępu, sześciu rozdziałów merytorycznych, podsumowania i bibliografii. We wstępie jasno i precyzyjnie sformułowano przytoczoną powyżej tezę rozprawy oraz nakreślono jej zakres. W rozdziale drugim przedstawiono podstawowe informacje dotyczące struktur pól komutacyjnych typu banyan, dokonano przeglądu istniejących algorytmów sterowania tego typu polami oraz opisano metody reprezentacji stanu pól komutacyjnych. W rozdziale trzecim Doktorant zaproponował własną

macierzową metodę reprezentacji stanu pola oraz algorytm sterowania polem, tj. algorytm zestawiania pojedynczych połączeń. Dodatkowo, rozdział ten zawiera warunki nieblokwalności pól pracujących zgodnie z algorytmem macierzowym oraz wskazówki do jego implementacji w innych – niż rozważane w rozprawie – typach pól. W rozdziale czwartym Doktorant zaproponował kolejnościowy algorytm sterowania, który umożliwia komutację jednoczesną. W rozdziale piątym autor przedstawił nowy algorytm przestrojeń dla pól komutacyjnych typu banyan oraz określił maksymalną liczbę przestrojeń, wymaganych do odblokowania określonej płaszczyzny. Rozdział szósty jest logiczną konsekwencją wcześniejszych rozdziałów. Doktorant opisuje w nim wyniki prac związanych ze sprzętową implementacją opracowanych wcześniej algorytmów. Efektywność opracowanego algorytmu macierzowego zestawiania pojedynczych połączeń Autor określił na podstawie badań symulacyjnych, których wyniki zamieszczono w rozdziale siódmym. W podsumowaniu krótko opisano zawartość rozprawy oraz zamieszczono stwierdzenie o prawdziwości postawionej tezy. W podsumowaniu wymieniono także – najważniejsze zdaniem Autora – wyniki badań przedstawionych w rozprawie. Ostatnią częścią rozprawy jest spis literatury.

Rozprawa ma charakter teoretyczny i implementacyjny. Do rozważań prezentowanych w rozprawie Doktorant wykorzystał wiedzę związaną z zagadnieniami kombinatorycznymi, teorią komutacji oraz teorią ruchu telekomunikacyjnego. Opracowane algorytmy zostały zaimplementowane z wykorzystaniem struktur sprzętowych. W celu potwierdzenia efektywności algorytmu macierzowego, Doktorant przeprowadził symulacyjne badania porównawcze.

ANALIZA ŹRÓDEŁ

Obszerna literatura przytoczona w pracy zawiera 119 pozycji właściwych i reprezentatywnych dla przedmiotu i zakresu merytorycznego rozprawy. Dobór analizowanych źródeł świadczy o rozległej wiedzy i orientacji Doktoranta w dziedzinie, którą uprawia. Wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący. Zamieszczone pozycje z najnowszego piśmiennictwa (około 50 cytowanych prac została opublikowana w ciągu ostatnich pięciu lat) potwierdzają, że Doktorant zajmuje się tematyką aktualną i inspirującą badawczo.

O kompetencji Doktoranta i związku jego dorobku naukowego z zawartością merytoryczną rozprawy świadczy przywołanie w rozprawie 16 prac, których jest współautorem lub autorem. Prace te były publikowane w renomowanym czasopiśmie IEEE Journal on Selected Areas in Communications oraz w materiałach ważnych dla przedmiotu badań konferencji międzynarodowych (m.in. ICC, Globecom, HPSR)

METODA ROZWIĄZANIA POSTAWIONEGO ZAGADNIENIA

W rozprawie Doktorant wykazał, że zaproponowana reprezentacja macierzowa pola komutacyjnego typu banyan jest skutecznym narzędziem optymalizacji algorytmów sterowania ruchem w tego typu polach.

Opracowana metoda reprezentacji stanu pola pozwoliła na zaproponowanie wydajnych czasowo i możliwych do realizacji sprzętowej algorytmów komutacji pojedynczej, komutacji jednoczesnej oraz nowego algorytmu przestrojeń. Jednocześnie, zaproponowany algorytm macierzowy komutacji pojedynczej charakteryzuje się mniejszym współczynnikiem strat niż inne algorytmy, znane z literatury przedmiotu.

Do uzyskania rozwiązania postawionej w pracy tezy Doktorant doszedł konsekwentnie i logicznie realizowanymi w rozprawie etapami, zaczynając od ścisłego sformułowania zapisu stanu pola, poprzez propozycje spójnych metodologicznie algorytmów sterowania polem, a kończąc na badaniu ich efektywności. W moim przekonaniu to właśnie formalny, jednolity zapis odpowiednich algorytmów (uzupełniony o dowody ich poprawności) pozwala na skuteczną i prostą ich interpretację, analizę i realizację sprzętową.

ORYGINALNOŚĆ ROZPRAWY

Za najbardziej interesującą i wartościową część rozprawy uważam rozdziały 3 i 5, w których Doktorant przedstawił własną propozycję metody zapisu stanu pola (tzw. reprezentacja macierzowa) oraz – oparty na tej metodzie – algorytm macierzowy dla komutacji pojedynczej (rozdział 3) oraz algorytm dla komutacji jednoczesnej (rozdział 4). Autor w rozprawie przedstawił kilka wersji algorytmu macierzowego, optymalizowanych pod kątem późniejszej – zrealizowanej także w ramach rozprawy – implementacji sprzętowej. Doktorant opracował także nowy efektywny algorytm przestrojeń (rozdział 5) dla rozważanych w rozprawie pól komutacyjnych. Propozycję algorytmu poprzedził formalną analizą możliwych połączeń blokujących oraz zapisał – w postaci odpowiednich twierdzeń – warunki odblokowania połączenia blokującego.

Doktorant zweryfikował efektywność zaproponowanego algorytmu macierzowego na podstawie przeprowadzonych badań symulacyjnych, które potwierdziły jego wysoką efektywność w porównaniu rozwiązaniami proponowanymi w literaturze przedmiotu.

PREZENTACJA UZYSKANYCH WYNIKÓW, POPRAWNOŚĆ REDAKCYJNA ROZPRAWY

Cel, zakres, podstawy metodologiczne, rezultaty badań i wnioski z nich wypływające zostały przedstawione jasno i precyzyjnie. Autor wyraźnie przedstawił swój wkład do dziedziny badań, w której mieści się rozprawa. Układ rozprawy oraz stosowana terminologia nie budzą zastrzeżeń. Pewne zastrzeżenia, przedstawione w punkcie „Słabe strony rozprawy”, budzi natomiast poprawność redakcyjna rozprawy.

SŁABE STRONY ROZPRAWY

W odniesieniu do rozważanych w rozprawie algorytmów sterowania polami komutacyjnymi typu banyan oraz prezentowanych wyników badań nie można sformułować poważnych zastrzeżeń merytorycznych. Autor od wielu lat bada problemy związane ze sterowaniem polami komutacyjnymi, pracującymi w węzłach sieci optycznych. Większość rezultatów przedstawionych w rozprawie została uprzednio opublikowana

w czasopismach i materiałach konferencji krajowych i międzynarodowych, gdzie podlegała wszechstronnej analizie.

Pewne zastrzeżenia – nie mające wpływu na wysoką ocenę rozprawy i jej treści – związane są ze stroną redakcyjną rozprawy. Można w niej bowiem znaleźć dość często „literówki”, utrudniające zrozumienie bądź – co najmniej – pogarszające odbiór rozprawy. Także zapis pewnych zdań może prowadzić do niezrozumienia przekazywanych treści, np. „Jeśli jest jedno połączenie realizowane w płaszczyźnie k_1 , wówczas w wierszu i w macierzy k_1 , wartości pozostałych elementów w wierszach i są równe 0”. Zdefiniowania wymaga także „ruch na kanał”.

Doktorant używa różnych form zapisu np. w odniesieniu do logarytmu: \log , *log* (kursywa), *Log* (wielka litera); konwersji: elektro-optyczna v.s. elektrooptyczna; jednostki natężenia ruchu: Erl/kanał, erlang/kanał, erlang na kanał. Algorytm do komutacji jednoczesnej nazywany jest w tytule rozdziału 4 kolejnościowym, a w tytule podrozdziału 4.3 sekwencyjnym.

Pewien brak konsekwencji obserwować można także w podpisach rysunków. Przykładowo, w przypadku rysunków 2.7 i 2.8 pojawiają się informacje o konfiguracji (banyan, omega), której to informacji nie ma w przypadku rys. 2.6 (powinno być baseline); w przypadku rys. 5.3-5.6 pojawia się informacja, że są to algorytmy dla pól o parzystej liczbie sekcji „Algorytm przestrojeń w polach o parzystej liczbie sekcji”, a w przypadku rys. 5.27 podpis ogranicza się do „Algorytm przestrojeń”; rys. 5.3, 5.4 i 5.6 mają ten sam podpis, co nie jest poprawne w przypadku rys. 5.6.

Na stronie 77, w opisie kroku 6 i 7 algorytmu 3 powinny zostać użyte indeksy dolne, podobnie w przypadku algorytmu 5 na stronie 100; pojawia się błędne odwołanie do wzorów na stronie 85. Wątpliwości może budzić także użycie terminu „najaktualniejsza informacja”.

W rozdziale 7.2.1 Autor stwierdza, że dla pól o rozmiarach $N=32$ i $N=64$ przebadano 4 algorytmy: macierzowy, kolejnościowy, Benesa oraz losowy. Spośród dwóch przywoływanych rysunków 7.1 i 7.2 jedynie ten pierwszy zawiera wyniki dla 4 algorytmów, drugi dla trzech. Dodatkowo, w legendach tych rysunków używane są inne oznaczenia niż w tekście, tj. występuje RND oraz PACK. O ile pierwsze oznaczenie algorytmu można odnieść do algorytmu losowego, to dość trudno stwierdzić, że PACK oznacza algorytm Benesa. Na kolejnych rysunkach, 7.4-7.6, Autor wprowadza kolejną modyfikację do legendy, tj. MAT i SEQ. W tabeli 4.2. (umieszczonej w rozdziale 4.3) Doktorant wprowadził oznaczenie „ALG2+”, które zostało przez niego zdefiniowane dopiero w podsumowaniu (rozdział 4.5).

Czytelność rozprawy można by zwiększyć poprzez umieszczenie powołania na odpowiednie pozycje literatury przed wzorami (2.2) i (2.3).

Analiza rozprawy skłania także do kilku uwag o charakterze bardziej ogólnym. W związku ze wskazaną przez Doktoranta możliwością zastosowania algorytmu kolejnościowego do realizacji przestrojeń, warto byłoby przeprowadzić porównanie złożoności obliczeniowej algorytmu kolejnościowego i zaproponowanego

w rozprawie algorytmu przestrojeń. Używane przez Doktoranta pojęcie współczynnika strat połączeń warto by uzupełnić o zdefiniowanie terminu „połączenie”, szczególnie w przypadku komutacji pakietów. Badania efektywności można by rozszerzyć na wszystkie zaproponowane przez Doktoranta algorytmy.

Nie znalazłem w rozprawie błędów merytorycznych, a uwagi, o których pisałem powyżej dotyczą tylko aspektów redakcyjnych. Nie mogą mieć zatem wpływu na ostateczną, jednoznacznie pozytywną, ocenę pracy. Uważam, że rozprawa zawiera wiele istotnych, oryginalnych wyników i będzie miała wpływ na dalsze badania w zakresie optymalizacji algorytmów sterowania polami komutacyjnymi pracującymi w węzłach sieci optycznych.

WNIOSEK KOŃCOWY

Rozprawa spełnia wszystkie wymagania stawiane rozprawom doktorskim z wyraźnym nadmiarem. Dlatego wnoszę o dopuszczenie mgr. inż. Marka Michalskiego do publicznej obrony i wyróżnienie przedłożonej rozprawy.

podpis