

KWESTIONARIUSZ- RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Tytuł rozprawy: ***Analysis of Packet Loss Pattern for Concatenated Transmission Channels Using Burst Ratio Parameter***

Autor rozprawy: ***mgr inż. Jakub Rachwalski***

1. Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrzone w pracy (teza rozprawy) i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez autora? Jaki charakter ma rozprawa (teoretyczny, doświadczalny, inny)?

W rozprawie badany jest model systemu VoIP złożonego z kanałów transmisyjnych o (na ogół) różnej charakterystyce. Głównym celem badań, a zarazem zagadnieniem naukowym rozpatrzonym w pracy, jest analityczne wyznaczenie współczynnika *burst ratio* (BurstR) dla połączenia VoIP realizowanego ścieżką złożoną z kilku kanałów połączonych szeregowo, na podstawie znajomości współczynników BurstR dla poszczególnych kanałów. Autor wyprowadza odpowiednie wzory przybliżone, a następnie wykazuje ich dokładność na podstawie systematycznych badań symulacyjnych.

Teza pracy jest jasna, jednak mało odkrywcza. Stwierdza mianowicie, że wzory (o których mowa powyżej) są możliwe do wyprowadzenia.

Rozprawa ma charakter teoretyczno-doświadczalny. Autor zadał sobie trud weryfikacji dokładności i przydatności uzyskanych wzorów analitycznych na podstawie zachowania modelu symulacyjnego dla ruchu rzeczywistego.

2. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł (w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle) świadczącej o dostatecznej wiedzy autora. Czy wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący?

Bibliografia liczy łącznie 77 pozycji, w tym 3 prace własne Doktoranta. Przegląd i analiza źródeł jest przeprowadzona właściwie, głównie w rozdziale 2. *Quality of VoIP*. Jest to zrobione krótko i preko-

nując, czyli tak jak trzeba. Istotność systemu analizowanego w rozprawie wynika z przeprowadzonej analizy.

3. Czy autor rozwiązał postawione zagadnienia, czy użył właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione?

Autor zrealizował postawione sobie zadanie rozwiązania analitycznego rozważanego modelu kolejkowego i wyprowadzenia na jego podstawie poszukiwanych wzorów. Wybrał do tego właściwą, choć standardową metodę polegającą na zastosowaniu 2-stanowego łańcucha Markowa modelującego proces przyjmowania/odrzucania pakietów na wejściu kanału transmisyjnego.

Starannie przeprowadzone studium symulacyjne potwierdza bardzo dobrą dokładność wypro- wadzonych wzorów w wyidealizowanym systemie szeregowym spełniającym założenia prowa- dzące do ww. modelu 2-stanowego łańcucha Markowa (podrozdział 4.1), jak również ich dobrą dokładność w systemach rzeczywistych, w którym te założenia nie są w zasadzie spełnione (podrozdział 4.2).

4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy czy poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?

O oryginalności rozprawy stanowią wyniki rozdziału 3, w którym autor umiejętnie zastosował 2-stanowy łańcuch Markowa (oznaczany dalej przez 2SM) modelujący proces przyjmowania/ odrzucania pakietów na wejściu kanału transmisyjnego. Rozumowanie jest mniej więcej takie. Dla każdego z kanałów w danym ciągu znany jest współczynnik $BurstR$. Na tej podstawie wyliczane są parametry odpowiadające każdemu kanałowi 2SM, a następnie, na ich podstawie, łączny współczynnik $BurstR$ dla kanałów skonkatenowanych. Ostatnim etapem, jest wyrażenie tego współczynnika za pomocą współczynników $BurstR$ dla poszczególnych kanałów. Jest to wynik god- ny uwagi, mimo tego, że uzyskany metodami elementarnymi. W rozdziale 3. Podane jest też rozsądne uproszczenie wyprowadzonego wzoru dla małego ruchu (niskiego współczynnika strat pakietów).

Ze znanej mi literatury przedmiotu wynika, że żaden wzór (o porównywalnej jakości) na skonkatenowany $BurstR$ nie jest znany. Podobny wzór (ale niedokładny) podany jest w artykule I.Lopetegui, R.Carrasco, S.Boussakta „Speech Quality Prediction in VoIP Concatenating Multiple Markov-based Channels” (cytowany w poz. [59]), który zakłada, że skonkatenowany $BurstR$ jest po

prostu iloczynem BurstR poszczególnych kanałów, co jest oszacowaniem dość słabym.

Ważnym elementem rozprawy jest rozdział 4, w którym Autor dokonał sumiennej walidacji uzyskanych wzorów posługując się poprawnie przeprowadzonymi symulacjami. W podrozdziale 4.1 symuluje on wyidealizowany system złożony z kilku 2SM i wykazuje, że poczynienie założeń upraszczających przy wyprowadzeniu wzorów (3.30) i (3.35) nie wpływa negatywnie na ich dokładność. Wykazane jest to za pomocą szeroko zakrojonych eksperymentów symulacyjnych. Nie budzą one w zasadzie moich wątpliwości z wyjątkiem badania wpływu założenia niezależności poszczególnych 2SM na dokładność wzoru (3.30). Można było wprowadzić jakiś model korelacji dla rozpatrywanej sekwencji 2SM.

W podrozdziale 4.2 autor symuluje system VoIP zbliżony do rzeczywistego, złożony z połączonych urządzeń typu switch wraz z ich ruchem tłowym. Wyniki tych symulacji jednoznacznie wskazują na bardzo dobrą jakość przybliżenia (3.30). W szczególności, uwzględniona w tym modelu symulacyjnym korelacja kanałów powoduje, że miara niedokładności wzoru (3.30) wzrasta (od praktycznie 0%, gdy korelacji nie ma) do wartości 1.83%, czyli jest oszacowaniem bardzo dobrym.

6. Jakie są słabe strony rozprawy i jej główne wady?

Rozprawa nie zawiera istotnych wad i nie ma wyraźnie słabych stron. Jest on jednorodna w swoim charakterze, co Autor dobrze wykorzystał, przedstawiając w sposób przejrzysty, a przy tym zwięzły, sam problem, sposób jego rozwiązania oraz wyniki wraz z ich weryfikacją. Angielszczyzna rozprawy jest, moim zdaniem, dobra.

Mankamentem rozprawy jest brak głębi matematycznej. Co prawda nie była ona potrzebna do wyprowadzenia założonych wzorów (co nie jest wadą), lecz przydałaby się niewątpliwie do udoskonalenia i rozszerzenia uzyskanych wyników. Dla przykładu, wydaje mi się, że używając nieco bardziej zaawansowanego aparatu probabilistycznego autor mógł pokusić się o uwzględnienie zjawiska korelacji stanów poszczególnych 2SM jak i konkatencji *burstów* (odrzuconych na poszczególnych kanałach) obserwowanej ma wyjściu systemu.

Szkoda też, że wyniki badań nie ukazały się w którymś ze znanych czasopism z listy JCR.

7. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk technicznych?

Wynik rozprawy jest przydatny dla nauk technicznych, gdyż podaje prosty sposób wyliczania wartości jednej z podstawowych miar jakości obsługi (tzn. *burst ratio*) wielokanałowych połączeń VoIP za pomocą analogicznych miar dostępnych dla poszczególnych kanałów. Podane wzory stwarzają

możliwość dokładniejszego i szybszego niż do tej pory analizowania jakości połączeń VoIP. Dodać należy, że otrzymane wzory mają potencjalnie szersze zastosowanie niż rozpatrywany w pracy system VoIP (miara BurstR jest dość uniwersalna w systemach obsługi).

8. Podsumowanie

Podsumowując niniejszą recenzję, przedstawioną rozprawę doktorską oceniam pozytywnie. Zawiera ona teoretyczne wyprowadzenie istotnego dla praktyki wzoru, zweryfikowanego przekonującymi badaniami symulacyjnymi.

Uważam, że rozprawa doktorska pana Jakuba Rachwalskiego spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie naukowej Telekomunikacja przez Ustawę z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, Dz.U. z 2003 r. Nr 65, poz. 595; z późniejszymi zmianami. W związku z tym wnioskuję o jej dopuszczenie do publicznej obrony.

(Michał Pióro)