

Dr hab. inż. Mariusz Kubanek, prof. PCz
Instytut Informatyki Teoretycznej i Stosowanej
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Informatyki
Politechnika Częstochowska
ul. Dąbrowskiego 73, Częstochowa

Częstochowa, 08.09.2017

INSTYTUT INFORMATYKI
TEORETYCZNEJ I STOSOWANEJ PAN

Wpłynęło dnia 27.09.2017.....

Zarejestrowano

Załączniki

Recenzja

Przedmiotem niniejszej recenzji jest rozprawa doktorska Pana magistra inżyniera **Konrada POŁYSA** zatytułowana „*Dobór parametrów mechanizmów równoważenia obciążenia i przełączania użytkowników w sieciach LTE*” napisana pod kierownictwem Pana prof. dr hab. inż. Tadeusza Czachórskiego w Instytucie Informatyki Teoretycznej i Stosowanej, Polskiej Akademii Nauk w 2017 roku. Promotorem pomocniczym pracy jest dr inż. Krzysztof Grochola.

1 Przedmiot i problematyka rozprawy

Przedmiotem rozprawy jest zagadnienie funkcjonowania metod przełączania użytkowników w sieciach bezprzewodowych, bazujących na strategii przełączenia urządzeń bezprzewodowych między stacjami bazowymi, głównie w standardzie LTE. Wraz z rozwojem wspomnianej technologii LTE, znacząco zwiększa się zapotrzebowanie na wyższą przepustowość oraz niższe opóźnienia w sieci transmisyjnej. Zagadnienie badane przez Autora rozprawy obejmuje obecne trendy oraz potrzeby operatorów sieci komórkowych. Proponowane mechanizmy pozwalają na lepsze wykorzystanie już istniejących zasobów, co w wielu przypadkach pozwala uniknąć kosztownej rozbudowy infrastruktury teleinformatycznej. W rozprawie zaprezentowano mechanizmy potrafiące dostosować się do aktualnych warunków sieci, co dobrze wpisuje się w technologię LTE, której jedną z kluczowych cech jest SON (ang. Self-Organizing Networks). Standard LTE przewiduje istnienie wielu mechanizmów, jednak nie precyzuje ich dokładnego działania. Wciąż jest to pole do badań i poszukiwań możliwie najlepszych rozwiązań. Doświadczenie autora poparte jest kilkunastoma publikacjami, z których większość była zaprezentowana na konferencjach międzynarodowych.

Przytoczone powyżej opisy wskazują jednoznacznie na aktualny i ważny nurt badawczy,

którym Autor zajął się w ramach recenzowanej pracy.

Jako cel pracy badawczej Autor przyjął analizę dostępnych metod przełączenia klientów w sieciach bezprzewodowych, a także zaproponował rozwiązanie, pozwalające na bardziej efektywne wykorzystanie dostępnych zasobów.

Teza głosi, iż usprawnienie przełączeń użytkowników w sieciach komórkowych nowej generacji, po analizie wpływu różnych technik zarządzania i wpływania na przełączenia użytkowników mobilnych, pozwala na lepsze wykorzystanie dostępnych zasobów radiowych i bardziej równomierne obciążenie stacji bazowych. Wpływa to na zmniejszenie liczby klientów, którzy nie mogą zostać obsłużeni i zwiększa średnią przepustowość dla klienta.

Do osiągnięcia postawionego celu konieczne było zaprojektowanie oraz stworzenie nowej strategii przełączenia urządzeń bezprzewodowych między stacjami bazowymi, uwzględniając sieci bezprzewodowe głównie w standardzie LTE.

W toku rozprawy Autor prawidłowo formułuje cel badawczy, precyzuje problem naukowy i skrupulatnie wypełnia ciąg czynności badawczych, skutkujący rozwiązaniem postawionych problemów.

2 Analiza treści rozprawy

Rozprawa liczy 11 rozdziałów i obejmuje 76 stron. Bibliografia liczy 43 pozycje. Rozprawa zawiera 57 rysunków i wykresów, 5 tabel oraz opis umieszczonych w pracy skrótów. Pracę można podzielić na trzy główne części: część będącą wprowadzeniem teoretycznych do opisywanego zagadnienia, część definiującą opis modeli i metodologii stosowanych podczas symulacji oraz część badawczą z charakterystyką uzyskanych wyników. Najistotniejsza część rozprawy z punktu widzenia oryginalnego wkładu Doktoranta rozpoczyna się od rozdziału 4.

W kolejnych częściach rozprawy poruszonymi obszarami są:

- wprowadzenie do rozpatrywanego zagadnienia zawierającego przede wszystkim cel, tezę, zawartość pracy oraz wyszczególnione oryginalne osiągnięcia (Rozdział 1),
- teoretyczne informacje odnośnie zagadnienia sieci komórkowych oraz wykorzystywanych w nich technologiach, w szczególności technologii LTE z charakterystyką mechanizmów odpowiedzialnych za prawidłowe funkcjonowanie urządzeń mobilnych w obszarze jej działania (Rozdział 2),
- opis miar wydajności sieci, niezbędnych przy prowadzeniu badań, a także opis modelu symulacyjnego, przyjętego w badaniach wraz z uzasadnieniem i opisem wykorzystanych

- modeli propagacji sygnału i modeli mobilności (Rozdział 3),
- rezultaty badań dotyczących wpływu wielkości histerezy na wydajność sieci heterogenicznej dla dwóch scenariuszy z sieciami składającymi się z punktów dostępowych 802.11 i stacji bazowych 3G, wykorzystując do symulacji środowisko OMNeT++ z biblioteką INET (Rozdział 4),
 - charakterystyka zarządzania przełączeniami przy użyciu tabeli relacji sąsiedzkich, wykorzystywana do ograniczania liczby niepoprawnych przełączeń i poprawiania wydajności poprzez blokowanie połączeń między wybranymi stacjami bazowymi, a także przybliżenie działania algorytmów wykrywających zdarzenia obniżania wydajności sieci lub zwiększenie możliwości utraty połączenia z siecią (Rozdział 5),
 - sposoby przydziału podnośnych i dobór odpowiednich parametrów z użyciem mechanizmu Soft Frequency Reuse w celu eliminacji szkodliwych zjawisk interferencji pomiędzy komórkami, w sytuacji, gdy wiele nadajników wykorzystuje to samo pasmo radiowe (Rozdział 6),
 - badania optymalnej konfiguracji mechanizmu Soft Frequency Reuse na potrzeby osiągnięcia maksymalnej możliwej przepustowości sieci w kontekście różnych modeli mobilności i różnych konfiguracji kolejgowania przydzielanych zasobów z wykorzystaniem algorytmu podziału obszaru komórki stacji bazowej na obszar wewnętrzny i zewnętrzny (Rozdział 7),
 - propozycja algorytmu przełączania użytkowników, a tym samym równoważenia obciążenia stacji bazowych poprzez zmianę mocy nadawania eNB (elementu sieci E-UTRAN), dobierającego optymalne parametry mechanizmu Soft Frequency Reuse (Rozdział 8),
 - wyniki udziału dostępnych modulacji w zależności od mocy nadawania stacji bazowych w oparciu o model analityczny, realizujący wyznaczanie obszarów wykorzystywania danej modulacji (Rozdział 9)
 - podsumowanie dotyczące przeprowadzonych badań oraz możliwości dalszych badań głównie w sensie rozszerzania obszaru badawczego (Rozdział 10).

3 Najistotniejsze osiągnięcia naukowe

Rozprawa doktorska pana mgr inż. Konrada Połysa zawiera nowe, oryginalne propozycje metod usprawniających przełączenia użytkowników w sieciach komórkowych nowej generacji, pozwalających na optymalne wykorzystanie dostępnych zasobów radiowych i bardziej równomierne obciążanie stacji bazowych, po zastosowaniu których maleje liczba nieobsłużonych

użytkowników i zwiększa się średnia przepustowość dla danego użytkownika. Rozwiązania wprowadzają efektywniejsze wykorzystanie dostępnych zasobów.

Jako najistotniejsze osiągnięcia naukowe należy wymienić:

- określenie różnic we wpływie wielkości histerezy przełączeń na wydajność sieci w przypadku sieci IEEE802.11 z przełączeniem do sieci komórkowej 3G i bez przełączenia, w symulacji wzorowanej na rzeczywistej mapie terenu,
- opracowanie mechanizmu wykrywającego i blokującego zbędne przełączenia między stacjami bazowymi przy wykorzystaniu Tablicy Relacji Sąsiedzkich,
- symulacje pozwalające na wykorzystanie zabudowań z cyfrowych map online jako przeszkód podczas modelowania propagacji sygnału radiowego,
- metoda przydziału podnośnych dla mechanizmu Soft Frequency Reuse (SFR) przy użyciu algorytmu ewolucyjnego,
- analiza wzajemnego wpływu parametrów mechanizmu SFR na wydajność sieci,
- opracowanie mechanizmu równoważenia obciążenia poprzez zmianę mocy nadawania z wykorzystaniem SFR.

4 Uwagi merytoryczne

Następujące uwagi mają charakter dyskusyjny i w żadnej mierze nie obniżają rangi zaprezentowanych w rozprawie dokonań naukowych.

- Na stronie 21 nie do końca zostało wyjaśnione stwierdzenie „Opóźnienie pakietu”. Poniżej wzoru 3.2 w opisie brakuje symbolu oznaczającego opóźnienie i -tego pakietu.
- Na stronie 22 w podrozdziale „Obliczanie poziomu sygnału” pojawia się informacja o zmiennych a , b , c , d i s , zdefiniowanych w Tabeli 3.1. Są to wartości współczynników zależnych od terenu. Brakuje wyjaśnienia, za co odpowiadają konkretnie te współczynniki dla terenów A, B i C.
- Kolejna uwaga dotyczy strony 23. We wzorze 3.4 pojawia się zmienna R , dla której brakuje wyjaśnienia. Prawdopodobnie jest to rzeczywista odległość, ale bezpośrednio z treści nie można odczytać takiej informacji.
- Autor kilkakrotnie w pracy wspomina o zastosowanych algorytmach. Uwaga dotyczy braku wyeksponowania wspomnianych algorytmów. Opis słowny, pseudokod, czy schemat blokowy pozwoliłby na bardziej przejrzyste zrozumienie zagadnienia. W obecnej wersji

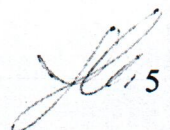


- pracy nie do końca wiadomo, co dotyczy algorytmu, a co opisu modelu symulacyjnego.
- W rozdziale 6 Autor wspomniał o zastosowanym algorytmie genetycznym. Brak jest szczegółowych informacji odnośnie podstawowych parametrów algorytmów genetycznych jak np.: liczba osobników, rozmiar chromosomu, funkcja celu, metody selekcji, itd. Czy początkowe wartości genów były dobierane w sposób losowy, czy też Autor przyjął jakiś schemat doboru? Dlaczego na stałe przyjęto liczbę generacji równą 100? Przecież o liczbie generacji decyduje spełnienie, albo nie funkcji celu i każdorazowo ta liczba może być inna, w zależności od elementów losowości, które w algorytmach genetycznych występują. Z pewnością Autor zastosował algorytm genetyczny w sposób właściwy, jednak brak szczegółowych wyjaśnień generuje przytoczone pytania.
 - Rozdział 9 podrozdział 3 opisuje model przepustowości sieci oparty o łańcuchy Markowa. Sposób, w jaki Autor zastosował wspomniane stochastyczne narzędzie nie do końca jest jasno sprecyzowany. Pojawia się informacja o macierzy możliwych przejść między stanami wraz z ich prawdopodobieństwem. W kolejnym zdaniu możemy już przeczytać o tablicy przedstawiającej prawdopodobieństwo przejścia z jednego obszaru do drugiego. Czy stan i obszar w tym przypadku to jedno i to samo? Co oznacza pojęcie „stanu ustalonego” z Tablicy 9.2?
 - Ostatnia uwaga jest w zasadzie zapytaniem - jakie są praktyczne możliwości wdrożenia opracowanej przez Autora koncepcji doboru parametrów równoważenia obciążenia i przełączania użytkowników w sieciach LTE w rzeczywistych warunkach?

5 Uwagi i wątpliwości redakcyjne i edytorskie

Praca napisana jest językiem poprawnym, ale zdarzają się drobne błędy redakcyjne i edytorskie, co utrudnia czytanie i właściwą interpretację zamieszczonych opisów.

- Czasem Autor używa zbyt rozbudowanych zdań, co zdecydowanie nie ułatwia poprawnej interpretacji zawartej w nich treści (przykładowo na stronach: 7, 9, 36).
- Autor używa sformułowanie „co raz” a za chwilę „coraz” w tym samym kontekście, co w tym przypadku jest oczywiście błędem (strona 7).
- Zamiast stwierdzenia „ostatnia część są to wyniki” lepiej by brzmiało „ostatnia część stanowi wyniki” (strona 8). Podobnie „Drugą częścią jest to system” lepiej można było zastąpić stwierdzeniem „Drugą częścią jest system” (strona 13).
- Błędy interpunkcyjne (przykładowo na stronach: 9, 11, 12, 14, 17, 20, itd.).

 5

- Pojawia się w pracy forma osobowa „przedstawimy” (strona 15), „rozszerzamy” (strona 16), „obserwujemy” (strona 29), „skoncentrowaliśmy się” (strona 47). To nie jest praca jednego autora?
- Niektóre zdania złożone lepiej formułują treść w postaci zdań prostych (przykładowo na stronach: 11, 39).
- Nagminne stosowanie skrótów bardzo utrudnia czytanie pracy (przykładowo na stronach: 17, 25, 33, 36). Co prawda są umieszczone na końcu pracy rozwinięcia skrótów, ale i tak nie ułatwia on czytania.
- Występują drobne błędy edytorskie, tzw. "literówki" „Moduł O&M jest także informowany o każdej zmiany w NRT” (strona 14), „Rozważone zostały dwie przypadki” (strona 27), „przy jednoczesnym zminimalizowanie wpływu” (strona 50).
- Występują również błędy stylistyczne, które wprowadzają czasem błędną interpretację przytoczonego opisu „W tym celu dobrze nadaje wykorzystanie metod optymalizacyjnych opartych o algorytmy genetyczne, zapewniająca wyniki dające znacznie lepsze warunki dla UE niż sytuacja, w której zasoby te miałyby być przydzielone losowo” (strona 46).
- Dla rzeczy policzalnych powinno się stosować określenie „liczba” a nie „ilość”. Określenie „ilość” pojawia się na Rysunkach 4.5, 4.6, 4.7, 4.11, 5.3, 5.4, 5.5.

Oczywiście są to uwagi czysto edytorskie i nie wpływają na jakość merytoryczną pracy, jednak z recenzenckiego obowiązku należało o nich wspomnieć.

6 Wnioski końcowe

W świetle przedstawionej rozprawy oraz wyników badań Autora zawartych w publikacjach konferencyjnych i czasopismach chciałbym wesprzeć Autora w dalszym rozwijaniu metod przełączania użytkowników w sieciach bezprzewodowych. Wykonane dotychczas przez Autora badania zostały zaprezentowane w sposób wystarczający. Przedstawione wyniki pokazują, że wykorzystując elastyczność jaką daje technologia LTE można w zaawansowany sposób zarządzać przypisaniem użytkowników do stacji bazowych, a tym samym zapewnić ich równomierne obciążenie, a w efekcie końcowym, w sposób optymalny wykorzystać możliwości infrastruktury teleinformatycznej. Uwagi merytoryczne i edytorskie nie mają znaczącego wpływu na jakość zaproponowanych rozwiązań algorytmicznych, nie ujmują też wartości rozprawie. Podsumowując, stwierdzam, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska Pana mgr inż. **Konrada POŁYSA,**



z tytułu „Dobór parametrów mechanizmów równoważenia obciążenia i przelączania użytkowników w sieciach LTE”, spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez obowiązującą Ustawę o stopniach i tytule naukowym w zakresie stopnia doktora nauk technicznych. Wnioskuje zatem do komisji o dopuszczenie rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. **Konrada Połysa do publicznej obrony.**

