

ФТК 88-КС1-046
30.08.2017



РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен
"Доктор" по научна специалност „Комуникационни мрежи и системи”

Автор на дисертационния труд: **маг. инж. Чаудхари Манохар Сантош Бикубай**
Тема на дисертационния труд: **„Максимизиране на енергийната ефективност и
качеството на работа на ресурсно ограничени ad-hoc мрежи”**
**/Maximizing energy efficiency and performance of resource constrained ad-hoc
communication networks/**

Рецензент: **доц. д-р инж. Розалина Стефанова Димова**

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научноприложно отношение.

Съвременните мрежи и развитието на Интернет на нещата (IoT) изискват обработване на все по-големи обеми от данни, за което е необходима по-голяма енергийна и изчислителна мощ и решаване на проблеми, свързани със сигурността и качеството на обслужване (QoS). Дисертационният труд е насочен към решаване на тези актуални проблеми при Mobile Ad hoc Networks (MANETs) - енергийна ефективност на протоколите за маршрутизиране и устойчивост на мрежата.

Актуалността на разработвания проблем се определя и от факта, че от използваните литературни източници 86% са от последните десет години. Извършени са научни изследвания на енергийно ефективни маршрутизиращи механизми, осигуряващи изискваното качество на обслужване (QoS) и повишаващи устойчивостта и жизнеността на мрежата.

Изследването на надеждността и производителността на топологията на физическите мрежи са актуални задачи, които са от голямо значение за съвременните комуникации. Те отразяват способността на мрежата да осигурява връзка във всеки един момент между възлите в ad-hoc мрежата. Разработваните в дисертацията задачи отговарят на назрялата необходимост от промяна на традиционните маршрутизационни протоколи и алгоритми за разпределяне на ресурсите и разработване на нови подходи за поддържане на свързаност, като същевременно се оптимизира производителността и енергийната ефективност в тези мрежи. Поддържането на свързаност, както и сигурността са в голяма степен неизследвани при ad-hoc мрежите. В дисертацията са разработени задачи, свързани със създаване на енергийно ефективни и надеждни механизми, които биха могли да се реализират в ad-hoc мрежи с цел по-добра производителност, устойчивост, жизненост и цялостно подобряване на качеството на работа на мрежата.

2. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал

Анализът на състоянието на изследвания проблем е извършен на базата на 80 литературни източника. Анализирани са известни методи и алгоритми. В първа глава е направено описание на проблематиката, литературен обзор, критичен анализ. В процеса на изложението на дисертационния труд се конкретизират известни постановки на проблемите, които се решават и се прави сравнение с направеното от докторанта – например DSR с DPDSR алгоритми, SZGP с AODV алгоритъм и др. Така

представен материалът показва степента на образователно равнище, постигнато от докторанта.

Направено е проучване и са анализирани различни енергийно ефективни и с повишено качество на работа маршрутизационни механизми, водещи до удължаване на жизнения цикъл и устойчивостта на ресурсно ограничени ad-hoc мрежи. Дефинирани са основните предпоставки и проблемите при изграждане на енергийно ефективна и устойчива архитектура за MANET с подобрени работни параметри, с цел осигуряване на по-добра свързаност и енергийно ефективно маршрутизиране.

Въз основа на аргументурано направените изводи след анализа на състоянието на изследвания проблем, са формулирани целта на проведените изследвания и задачите за нейното постигане с предложени три различни подхода, които са решени в следващите глави. Това ми дава основание да преценя, че докторантът познава много добре съвременното състояние на изследвания проблем.

3. Съответствие на избраната методика на изследване с поставената цел и задачи на дисертационния труд

Представените в дисертационния труд изследвания са осъществени с използването на съвременни методи и средства. Методиката съответства на поставената цел и задачи. Изследователската цел на дисертационния труд е да се разработят енергийно ефективни, надеждни и сигурни механизми, които биха могли да бъдат приложени в ad-hoc мрежи от типа MANET и WSN за постигане на по-добра устойчивост, жизненост и цялостно подобряване на жизнения цикъл на мрежата. Целта е постигната чрез решаване на поставените задачи и при използване на числен и симулационен подходи. В предложеното подобрене на съществуващия DSR (Dynamic Source Routing) алгоритъм, наречено Distance Power based DSR (DPDSR), се използва числен подход за оценка на разстоянието между източника и получателя и съседен възел, както и за оценка на отношението разстояние към енергия между източника и получателя и произволен възел. За симулациите на DPDSR алгоритъма е използван мрежови симулатор NS2.

При разработване на алгоритъм за рутиране Service Zone Gateway Prediction (SZGP), се използва числен подход за оценка. Симулациите и сценариите на SZGP алгоритъма са реализирани, използвайки симулатор NS2 v.2.35, както и Java базиран генератор NSG 2.1. В предложения нов метод за подобряване на енергийната ефективност и надеждността на ad-hoc мрежи, наречен Adaptive Sectoring Scheme for Reliability (ASSR), се използва симулационен подход, реализиран в среда на NS2. В предложения подход за разпределение Energy Saving Dynamic Level Scheduling (ESDLS), се използва числен подход за оценка. За симулациите и оценка на предложения подход е разработен симулатор, написан на Perl. В предложената модификация на байт метода за предотвратяване навлизането на възли от тип „черна дупка“ в мрежата е използван симулационен подход, реализиран чрез NS3 симулатор.

Усвояването и практическото използване на посочените методи и средства за изследване е в съответствие с образователния аспект на ОНС „Доктор“.

4. Аналитична характеристика на естеството и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд.

За постигане на целта на дисертационния труд са решени поставените научноизследователски задачи, като е направено следното:

- На базата на съществуващия DSR алгоритъм е предложен DPDSR алгоритъм, чрез въвеждане допълнителна функционалност в процеса на избора на път, базирана на оценка на остатъчната енергия и разстоянието между възлите (Глава 2, т.2.1).
- Направено е сравнение на съществуващия CMMR (Cluster-Mesh based Multicast Routing) алгоритъма с предложения SZGP алгоритъм, който има подобни свойства, но

използва единично предаване в процеса на маршрутизация, а не множествоно. Предложеният SZGP алгоритъм е хибриден тип разпределен маршрутизиращ механизъм, включващ предварително изчисление на участъците от маршрута, с периодично актуализирана йерархична многослойна структура и с възможности за самоорганизация и саморегулиране. Свойствата му са доказани чрез подходящи симулационни сценарии и експерименти (Глава 2, т.2.2.). Тези техники подобряват жизнения цикъл на възлите при ad-hoc мрежите и увеличават общата им устойчивост. **С това е изпълнена първата от задачите на дисертационния труд.**

- Въведен е подход за секторизиране на една плътно наситена площ със сензори, на базата на който е дефиниран нов метод за подобряване на енергийната ефективност и надеждността на ad-hoc мрежи, наречен ASSR. По този начин се намалява размера на заглавното поле на пакетите, минимизира се потреблението на енергия и води до по-малки загуби на пакети (Глава 3, т. 3.1).

При многопроцесорна архитектура, с цел да се сведе до минимум изразходваната енергия, свързана с комуникацията между процесите, е въведен нов подход за разпределение на трафика ESDLS (Глава 3, т. 3.2). Този подход подобрява работоспособността на безжични сензорни мрежи и техните входно/изходни възли, като същевременно се пести енергия и се повишава устойчивостта на мрежата. Разработените методи и алгоритми осигуряват по-добра цялостна енергийна ефективност на мрежата. **С това е изпълнена втората от задачите на дисертационния труд.**

- С цел повишаване сигурността и поддържане на надеждността на мрежата е предложена модификация на байт метода за предотвратяване навлизането на възли от тип „черна дупка“ в мрежата, (Глава 4, т. 4.1). Разработените механизми за мрежова защита и предотвратяване на атаки са с подобрени параметри на пропускателна способност, намаляване закъсненията в мрежата и др. **С това е изпълнена третата от задачите на дисертационния труд.**

5. Научни и/или научноприложни приноси на дисертационния труд. Значимост на приносите за науката и практиката.

Поставената цел на дисертационния труд е осъществена чрез изпълнение на поставените задачи, вследствие на което са постигнати следните съществени резултати с научноприложен характер. Приемам като научно-приложни шест от седемте формулирани от докторанта приноси на дисертационния труд:

1. Дефинирани са основните предпоставки и проблемите при изграждане на една енергийно ефективна и устойчива архитектура за MANET с подобрени работни параметри, с цел осигуряване на по-добра свързаност, по-добра комуникация от край до край, по-сигурно и енергийно ефективно маршрутизиране.
2. Предложено е подобрение на съществуващия DSR алгоритъм, наречен DPDSR алгоритъм, чрез въвеждане една допълнителна функционалност в процеса на избора на път, базирана на оценка на остатъчната енергия и разстоянието между възлите. Постигната е по-добра работоспособност по отношение на консумирана енергия, пропускателна способност, закъснение и джитер, водеща до повишаване на устойчивостта на мрежата.
3. Разработен е нов алгоритъм за рутване SZGP, който представлява слоест маршрутизиращ алгоритъм, постигащ по-добра енергийна ефективност, по-добро балансиране на натоварването и повишена устойчивост на ad-hoc мрежи.
4. Предложен е нов метод за подобряване на енергийната ефективност и надеждността на ad-hoc мрежи ASSR. Методът се основава на въвеждането на подход за секторизиране на една плътно наситена площ със сензори, като по този начин се намалява размера на заглавното поле на пакетите, минимизира се потреблението на енергия и води до по-малки загуби на пакети.

5. Въведен е нов одход за разпределение, наречен ESDLS. Подходът е приложен върху многопроцесорна архитектура с цел да се сведе до минимум изразходваната енергия, свързва с комуникацията между процесите.

6. Предложена е модификация на байт метода за предотвратяване навлизането на възли от тип „черна дупка“ във мрежата, като по този начин се повишава сигурността и се спомага за поддържане на нейната надеждност. Освен това се подобряват коефициента на доставени пакети, пропускателната способност и закъснението от край до край. Дефинираните приноси могат да се приложат за подобряване на работоспособността на безжични сензорни мрежи, като същевременно се пести енергия и се повишава устойчивостта на мрежата.

6. Оценка за степента на личното участие на дисертанта в приносите.

Не познавам докторанта и нямам преки впечатления от работата му. Към дисертационния труд не са предложени разделителни протоколи. Като отчитам, че в повечето от публикациите по дисертацията името на докторанта е на първо място смятам, че същият има преобладаващо участие в постигането на крайните резултати.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Основните идеи и приносни резултати от труда са представени в 9 авторски публикации, една от които самостоятелна. Те са отпечатани както следва: три са публикувани в международни списания и 6 в международни конференции в чужбина.

Международните конференции са: Global Conference on Communication Technologies (GCCT) 2015; IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research (ICIC) 2015; International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC) 2015; Global Wireless Summit (GWS) 2016; International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP) 2017.

Международни рецензирани научни списания са: International Journal of Computer Science and Mobile Computing (IJCSMC) 2014; International Journal of Current Engineering and Scientific Research (IJCESR) 2017; Springer Journal, Wireless Personal Communications 2017.

Публикациите съдържат най-съществените научни приноси, което показва, че резултатите от работата са разгласени и са получили публичност.

Статността и обема на направените публикации и доклади напълно отразяват разработените проблеми в дисертационния труд и отговарят на изискванията за придобиване на ОНС „Доктор“.

Не са представени цитирания на публикациите от други автори.

8. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната практика.

Наличие на постигнат пряк икономически ефект и пр. Документи, на които се основава твърдението.

Към дисертационния труд не са представени документи, с които да се доказва постигането на пряк икономически ефект. Поради иновативния характер на проведените изследвания, за които са използвани професионални мрежови симулатори, чрез които се проверява функционалността на повечето реални сензорни и мобилни ad-hoc мрежи считам, че получените резултати биха намерили практическо приложение.

9. Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му, както и на адекватността на отразяване на основните положения и приносите на дисертационния труд.

Обемът и съдържанието на представения дисертационен труд отговарят на общоприетите изисквания. Спазени са изискванията за изпълнение на автореферата. Той отразява основните положения на изследванията и приносите на дисертационния труд.

10. Мнения и препоръки

Дисертационният труд оставя впечатлението, че авторът му е много добре подготвен специалист и изследовател, навлязъл е в съвременните комуникационни мрежи и може самостоятелно да се справя с научни проблеми. Нямам съществени забележки към работата. Тя напълно съответства на изискванията за получаване на образователна и научна степен доктор, съгласно ЗРАС в Република България.

Направените в предварителната рецензия бележки са изпълнени. Препоръката ми е докторантът да продължи работа в избраното от него направление и разработените методи и алгоритми в бъдеще да се доразвият в приложен аспект в областта на 5G мрежи и Интернет на нещата (IoT).

11. Заключение

Оценявам представения дисертационен труд като оригинален и завършен в смисъла на поставената научна цел и свързаните с нея задачи.

Давам **положителна оценка** на формулираните в него научно-приложни приноси. Считаю, че дисертационният труд отговаря напълно на ЗРАС в Република България и Правилника за неговото прилагане.

Това ми дава основание да предложа на уважаемото Научно жури да присъди на маг. инж. Чаудхари Манохар Сантош Бикубай образователната и научна степен „Доктор“ в професионално направление 5.3. Комуникационна и компютърна техника по научна специалност „Комуникационни мрежи и системи“.

28.08.2017

РЕЦЕНЗЕНТ:



доц. д-р инж. Розалина Димова