

012-18-101-084
12-07-2024



СТАНОВИЩЕ

върху дисертационен труд за придобиване
на образователна и научна степен „доктор“

Автор на дисертационния труд: **маг. инж. Равиндър Бениуол**

Тема на дисертационния труд: **„Изследване на алгоритми и протоколи за комуникационни мрежи с ограничени ресурси“**

Член на научното жури: **доц. д-р инж. Ивелина Балабанова**

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

Необходимостта от използването на иновативни специфични комуникационни стандарти при мрежови инфраструктури с ограничени ресурси като:

- поддържаната мощност;
- обхвата на честотната лента;
- капацитета на обработваните заявки;
- мащабируемостта на мрежата;
- агрегацията на данни;
- надеждността и сигурността при предаване,

за подобряване на ефективността при предаване на данни нараства все повече през последните години в паралел с технологичното развитие и появата на нови поколения WSN и IoT – базирани мрежи.

В дисертацията се поставят важни акценти върху анализ, подбор, адаптиране, внедряване и сравнение на техническите характеристики на предложени комуникационни протоколи за пакетно предаване в 6LoWPAN инфраструктури. Дейностите напълно покриват заложените задачи и отговарят на актуалността и регламентираните насоки и изисквания за подобряване на качеството на преносната среда.

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

Дисертационният труд е изготвен в общо 135 страници, в чието съдържание са включени четири глави (след всяка, от които са обобщени изводи и приноси, както и са указани публикации с поместени резултати); систематизирано обобщение на проведените дейности; синтезирани приноси по дисертационния труд; списъци с публикациите, въведените съкращения, фигури, таблици; библиография.

По отношение на направената обща характеристика на състоянието на проблема в дисертационния труд са разгледани 85 научни изследвания и Интернет източника на специализирана информация. Преобладаващото количество от

литературни източници в съставената справка отразява всеобхватно съвременните тенденции и достижения в комуникациите в сферата на стратегиите и политиките за маршрутизация след периода от 2010 г. Записката на изложението притежава висока степен на адекватна интерпретация и оценка при поднасяне на анализирания тематично съдържание и маркирането на основните задачи и насоки на изследването.

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

Според изложените резултати дисертационния труд съчетава аналитични, симулационни и експериментални похвати в качеството на приложими инструменти за анализ на ефективността и надеждността при пакетно предаване между безжични технологии, комуникационни стратегии и протоколи за маршрутизиране:

- 6LoWPAN и Zigbee мрежи;
- MANET и ROLL подходи за маршрутизация при 6LoWPAN;
- MMSPEED спрямо SPEED и HiLoW стандарти при интеграция в 6LoWPAN;
- MMSPEED, EMMSPEED и EMMSPEED (mobility) при техническо имплементиране в 6LoWPAN специфични мрежи.

4. Приноси на дисертационния труд.

Извършените дейности ми дават основание да обобщя постигнатите приноси в дисертационния труд с висока оценка за тяхната значимост в научен и технически аспект. Според мен могат да бъдат изложени в следната последователност:

- Предложена е нова класификация 6LoWPAN маршрутизиращи стандарти за внедряване в мрежи с ограничени ресурси, разпределени е категориите "On demand", "Hierarchical", "Geographic location" и "Hop count";
- Потвърдена е по-добрата ефективност на MMSPEED в сравнение с SPEED и HiLoW стандарти в контекста на 6LoWPAN мрежи при различни вероятностни стратегии при администриране на QoS;
- Проведена е внедрителска дейност на MMSPEED и EMMSPEED комуникационни стандарти в 6LoWPAN специфични мрежи като е изготвен сравнителен анализ по отношение на енергийната ефективност и производителността на преносната среда във връзка с параметризация, обхващаща „предавателна мощност“, „скорост на предаване и закъснение на пакети“, „надеждност и интегритет на данните“, „пропускателна способност“, „консумирана енергия и вариация на енергийните ресурси“;

- Изготвена е оценка на функционалността на MOBILE AWARE EMMSPEED във връзка с „качеството на техническата свързаност между мрежовите звена“, „прилаганите работни механизми“; „избора на устойчиви и детектиране на неизправни мрежови възли“, „пропускателната способност“, „закъснението при пакетно предаване“, „енергийната консумация“;
- Доказана е по-високата теоретична ефективност на стандарт EMMSPEED (mobility) спрямо MMSPEED и EMMSPEED комуникационни протоколи по отношение на „забавянето и прехвърляне на максимално количество пакетни единици между ресурсните приемно-предавателни мрежови модули“.

5. Преценка на публикациите по дисертационния труд.

По отношение на запознаване на научната общност с постигнатите резултати по дисертационния труд, отразяващи комплекс от емпирични, симулационни и експериментални изследвания, са реализирани шест научни публикации. Един от научните трудове е самостоятелен, а останалите са изготвени в съавторство с научните ръководители. Пет от публикациите са издадени в сборници на международни конференции, проведени се на територията на страната и чужбина, и един научен труд е публикуван в международно списание. Четири от посочените издания са отразени в индексирани световни бази данни Scopus. Представена е информация за 10 известни цитирания с висока научна стойност в издания с индексация в Scopus, съответно по 3 на научни трудове [A3] и [A4], 4 цитирания на публикация [A5].

С оглед на изложеното, считам, че научните постижения на докторанта са достъпни и известни за широк обхват от изследователи в областта в страната и чужбина.

6. Мнения, препоръки и бележки.

Изготвеният дисертационен труд изпълнява дефинираните основни задачи, отразяващи проведените дейности по анализ на състоянието на разглежданата проблематика в съответната предметна област. Във връзка с формулираните приноси приемам изложените научни твърдения, получени съобразно сравнителни анализи и аналитични оценки на параметризацията на преносната среда, както множеството от експериментални процедури. Считам, че приносите би било добре да бъдат сегментирани по категории в „научноприложни приноси“ и „приноси с изцяло приложен характер“. Ползотворно би било да се повиши обема на анализирания научни изследвания по отношение на състоянието на проблема. Препоръчвам на докторанта да развива и надгражда своята научноизследователска дейност в конкретното технологично направление за

подобряване на възможностите на мрежите с ограничени ресурси, както и да продължи своята публикационна дейност в профилирани издания с Импакт фактор и участва в национални и международни проекти.

7. Заключение.

В заключение мога да кажа, че представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и оценката, която обобщавам за него е напълно **положителна**. Постигнатите резултати ми дават основание да предложа да бъде придобита образователната и научна степен **„доктор“** от **маг. инж. Равиндър Бениуол**:

- в област на висше образование - 5. Технически науки;
- професионално направление - 5.3 „Комуникационна и компютърна техника“;
- докторска програма - „Комуникационни мрежи и системи“.

Дата: 12.07.2024

ЧЛЕН НА ЖУРИТО:


/доц. д-р инж. Ивелина Балабанова/

12-07-2024 11



OPINION

on dissertation for the awarding
of the educational and scientific degree "doctor"

Dissertation Author: **M. Eng. Revinder Beniwal**

Dissertation Subject: „Investigation of Algorithms and Protocols in Resource
Constrained Networks“

Member of Scientific Jury: **Assoc. Prof. Ivelina Balabanova, PhD**

1. Relevance of the problem developed in the dissertation work in scientific and applied scientific terms.

The need to use innovative specific communication standards network resource constrained infrastructures such as:

- the supported power;
- the bandwidth range;
- network scalability;
- the capacity of processed requests;
- the aggregation of data;
- transmission reliability and security,

to improve data transmission efficiency has been growing more and more in recent years in parallel with technological development and the emergence of new generations of WSN and IoT - based networks. The dissertation places important emphasis on analysis, selection, adaptation, technical characteristics of proposed implementation and comparison of communication protocols for packet transmission in 6LoWPAN infrastructures. The activities fully cover the set tasks and meet the actuality and requirements for improving the quality of the regulated guidelines of the transmission environment.

2. Degree of knowledge of the state of the problem and creative interpretation of the literary material.

The dissertation is prepared in a total of 135 pages, the content of which includes four chapters (after each of which conclusions and contributions are summarized, as well as publications with included results are indicated); a systematized summary of the activities carried out; synthesized contributions to the dissertation work; lists of publications, introduced abbreviations, figures, tables; bibliography.

With regard to the general characterization of the state of the problem, 85 scientific studies and Internet sources of specialized information were considered in the

dissertation work. The predominant amount of literary sources in the compiled reference comprehensively reflects the modern trends and achievements in communications in the field of routing strategies and policies after the period of 2010 y. The exhibition note has a High degree of adequate interpretation and evaluation in presenting the analyzed thematic content and the marking of the main tasks and directions of the research.

3. Correspondence of the chosen research methodology and the set goal and tasks of the dissertation with the contributions achieved.

According to the presented results, the dissertation combines analytical, simulation and experimental approaches as applicable tools for analyzing the efficiency and reliability of packet transmission between wireless technologies, communication strategies and routing protocols:

- 6LoWPAN and Zigbee networks;
- MMSPEED versus SPEED and HiLOW standards when integrating into 6LoWPAN;
- MMSPEED, EMMSPEED and EMMSPEED (mobility) during technical implementation in GLoWPAN specific networks.

4. Contributions of the dissertation work.

The performed activities give me the reason to summarize the contributions achieved in the dissertation work with a high assessment of their significance in a scientific and technical aspect. In my opinion, they can be set out in the following order:

- The better performance of MMSPEED compared to SPEED and HiLoW standards in the context of 6LoWPAN networks under different probabilistic QoS administration strategies has been confirmed;
- A new classification 6LoWPAN routing standards for implementation in resource constrained networks is proposed, the categories "On demand", "Hierarchical", "Geographic location" and "Hop count" are distributed;
- An implementation activity of MMSPEED and EMMSPEED communication standards in 6LoWPAN specific networks was carried out, and a comparative analysis was prepared regarding the energy efficiency and performance of the transmission medium in connection with transmission parameterization covering "transmission power", "packet delay speed", " data reliability and integrity", "network throughput", "consumed energy and variation of energy resources";

- MOBILE AWARE EMMSPEED's functionality has been evaluated in relation to "quality of technical connectivity between network units", "applied working mechanisms"; "selection of resilient and detection of faulty network nodes", "network throughput", "packet transmission delay" ", "energy consumption";
- The higher theoretical efficiency of EMMSPEED (mobility) compared to MMSPEED and EMMSPEED communication protocols in terms of "the delay and transfer of the maximum amount of packet units between resource transceiver network modules" has been proven.

5. Assessment of dissertation publications.

In terms of acquainting the scientific community with the achieved results of the dissertation work, reflecting a complex of empirical, simulation and experimental studies, six scientific publications have been published. One of the scientific papers is independent, and the others were prepared in coauthorship with the scientific supervisors. Five of the publications were issued in proceedings of international conferences held in the country and abroad, and one scientific work was published in an international journal. Four of the mentioned editions are reflected in Scopus indexed world databases. Information is presented on 10 known citations of high scientific value in Scopus-indexed publications, respectively 3 per scientific works [A3] and [A4], 4 citations per publication [A5].

In view of the above, I believe that the scientific achievements of the doctoral student are accessible and known to a wide range of researchers in the field in the country and abroad.

6. Opinions, recommendations and notes.

The prepared dissertation fulfills the defined main tasks, reflecting the activities carried out on the analysis of the state of the issues under consideration in the relevant subject area. In connection with the formulated contributions, I accept the presented scientific statements obtained according to comparative analyzes and analytical evaluations of the parameterization of the transmission medium, as well as the set of experimental procedures. I believe that the contributions would be good to be segmented by categories into scientific applied contributions and contributions of a fully applied nature". It would be beneficial to increase the volume of scientific research analyzed in relation to the state of the problem. I recommend the PhD student to develop and upgrade his research activity in the specific technological direction to improve the capabilities of the resource constrained networks, as well as to continue its publication activity in profiled editions with an Impact factor and participate in national and international projects.

7. Conclusion.

In conclusion, I can be said that the presented dissertation meets the requirements of the Law on the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria and the assessment I summarize for it is completely **positive**. The achieved results give me reason to propose to be awarded the educational and scientific degree "**doctor**" from **M. Eng. Revinder Beniwal**:

- field of higher education - 5. Technical Sciences;
- in scientific specialty 5.3. "Communication and Computer Technology";
- Doctoral program "Communication Networks and Systems".

Date: 12.07.2024

MEMBER OF SCIENTIFIC JURY:

/Assoc. Prof. Ivelina Balabanova/