

РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д-р Боян Паскалев Бончев

на дисертационен труд на тема

"Подпомагане взимането на решения за оптимизиране на обществен транспорт с помощта на големи данни"

с автор Георги Калинов Йосифов – докторант към катедра "Софтуерни технологии"

при ФМИ на СУ "Св. Климент Охридски",

за придобиване на образователна и научна степен *"Доктор"*,

професионално направление 4.6 *"Информатика и компютърни науки"*

(докторска програма „Софтуерни технологии“ - Софтуерно инженерство)

Настоящата рецензия е изготвена във връзка с процедурата за защита на дисертационния труд на Георги Калинов Йосифов на тема *"Подпомагане взимането на решения за оптимизиране на обществен транспорт с помощта на големи данни"* за придобиване на образователната и научна степен „Доктор“ в област на висше образование: *"4. Природни науки, математика и информатика"*, професионално направление: *"4.6. Информатика и компютърни науки"*, докторска програма „Софтуерни технологии“ - Софтуерно инженерство, съгл. Заповед на Ректора на СУ "Св. Климент Охридски" с номер РД 38-599/28.10.2022 г. и Протокол №1 от първото заседание на научното жури от 8.11.2022г.

Като член на научното жури получих необходимите документи, които отговарят на нормативните изисквания както на ЗРАСРБ, така и на Правилника за прилагане на ЗРАСРБ на Министерския съвет на Република България и този на СУ "Св. Климент Охридски", което ми дава основание да рецензирам този дисертационен труд.

1. Актуалност на проблема

Разработеният от Георги Калинов Йосифов дисертационен труд е в динамично развиваща се област – тази на оптимизиране на обществения транспорт в големите градове, извършено посредством определяне, изследване и прогнозиране на нивата на натовареност на движението на моторни превозни средства на периодичния градски транспорт. Това оптимизиране използва методи, обработващи големи масиви от данни, които са събрани от позиционни координати на периодичния публичен транспорт, използван като проба в трафика. Това прави работата особено актуална и придава значимост на постигнатите резултати относно тяхното практическо използване.

Основната цел на дисертационния труд (стр. 10) е *"да се подпомогне взимането на решения за оптимизация на обществения транспорт чрез определяне, изследване и прогнозиране на нивата на натовареност на движението с помощта на данни, събрани"*

от позиционни координати на периодичния публичен транспорт, използван като проба в трафика“. За постигане на тази цел, докторантът си поставя адекватни и произтичащи от целта задачи, предвиждащи изготвянето на:

1. Методология за класификация и анализ на текущото състояние на методите за събиране на данни и определяне нивата на трафика.
2. Обзор на различните методи за анализ и прогнозиране на нивата на трафик в бъдещ момент.
3. Алгоритъм на база на съставената методология, целящ определяне на нивата на трафик в градска среда.
4. Експериментални сценарии за изследване на качествата и ограниченията на създадения алгоритъм
5. Софтуерни инструменти, подпомагащи обработката и управлението на данните от алгоритъма в експерименталните сценарии
6. Начини за прогнозиране на нивата на трафик в градска среда в бъдещ момент.
7. Сравнителен анализ на представянето на различните способи за прогнозиране с цел определяне на най-подходящия за целта.

2. Познаване на състоянието на проблема

От дисертационния труд и представените публикации ясно личи, че докторантът е много добре запознат с разглежданата проблематика. Работата съдържа цитирания на достатъчен брой литературни източници – общо 109 на брой, от които 6 са на български език, а останалите – на английски език. Повечето от тях са съвременни (от 2015 г. насам), като са цитирани само 25 източника преди тази година, което свидетелства за актуалността на изследвания проблем.

По отношение на приложните проблеми, решавани в работата, докторантът е използвал практическия си опит в областта на проектирането на софтуерни системи, както и в използването на различни видове невронни мрежи и софтуерни инструменти за машинно самообучение.

3. Методика на изследването

Методиката на изследването и практическата работа е подходящо избрана в съответствие с темата на труда. След извършването на задълбочен сравнителен анализ на текущото състояние на изследванията в областта на методи за събиране на данни и определяне на нивата на трафика на обществения транспорт, се определят индекси на натовареност на градския трафик посредством алгоритъм с използване на позиционни данни от периодичния обществен транспорт в Единбург и София. На база на изложения алгоритъм са разработени софтуерни решения за събиране, обработване, изчисляване и визуализиране на нивото на натовареност на трафик. Анализирани са начини за предсказване на бъдещите нивата на натовареност на трафика, посредством използване на два вида модели за машинно обучение – едностъпкови (с прогнозиране на една стойност на индекс за натовареност на трафика в бъдещето) и многостъпкови (с предсказване на няколко

стъпки напред във времевите серии), използващи конволюционни и рекурентни невронни мрежи.

4. Характеристика и оценка на съдържанието на дисертационния труд

Дисертационният труд на Георги Йосифов представлява оригинално научно изследване в областта на оптимизиране на обществен транспорт в големите градове. Съдържанието и структурирането му се определят от поставените задачи и следването на избраната методология. Трудът е с обем от 180 машинописни страници и включва 76 фигури и 17 таблици. Библиографията включва 87 заглавия, от които 18 от тях са източници, налични само в Интернет.

От представените в работата резултати може да се заключи, че докторантът е изпълнил успешно поставените пред дисертационния труд задачи. Уводът представя актуалността на проблема, целта и задачите на дисертационния труд, както и мотивацията на докторанта за решаването им. Втора глава е озаглавена „Обзор на научните източници“ и предоставя категоризация на методите за прогнозиране на нивата на натовареност на трафика. Трета глава описва проведен статистически анализ на данни за времената на преминаване на превозни средства от периодичния градски транспорт, изчислени от два разнородни източника от Единбург, Шотландия и София, България, през избрани пътни сегменти. Представен е алгоритъм на база направения статистически анализ, с помощта на който по косвен признак се определя степента на натовареност на пътен сегмент, като експериментално са определени и верифицирани качествата на изложения алгоритъм. Четвърта глава описва софтуерни решения за събиране, обработване, изчисляване и визуализиране на нивото на натовареност на трафик, посредством представения в глава 3 алгоритъм, предлагащи възможност за модулна интеграция за поддръжка на различен по вид входни данни. Пета глава е посветена на сравнителен анализ на резултатите на едностъпкови и многостъпкови модели за машинно обучение с конволюционни и рекурентни невронни мрежи, за определяне на нивата на натовареност на трафика в бъдещ момент. Заключение представя обобщение на изпълнението на началните цели, както и списъци с апробации на резултатите. В края на работата са представени пет приложения – А: Индекс на фигурите, Б: Индекс на таблиците, В: Речник на използваните термини и съкращения, Г: Обработени сегменти от град Единбург и техните графики, и Д: Анализ на разпределението на данните в техния чист и логаритмичен вид.

5. Приноси на дисертационния труд

Работата представя съществени научно-приложни и приложни приноси, които са оригинално дело на автора.

Научно-приложните принос на дисертацията могат да се обобщят така:

- Представени са сравнителен анализ и категоризация на методите за определяне на натоварването на трафика в градска среда.

- Извършен е статистически анализ на данни за времената на преминаване на превозни средства от периодичния градски транспорт, изчислени от два разнородни източника през избрани пътни сегменти в Единбург, Шотландия и в София, България.
- На база на направения статистически анализ е създаден алгоритъм за определяне по косвен признак на степента на натовареност на пътен сегмент, като качествата на алгоритъма са верифицирани експериментално.
- С цел определяне на бъдещите нивата на натовареност на трафика е извършен сравнителен анализ на резултатите на едностъпкови и многостъпкови модели за машинно обучение.

Като приложен принос може да се определят разработените софтуерни решения за събиране, обработване, изчисляване и визуализиране на нивото на натовареност на трафик, с използване на изложения алгоритъм, с възможност за модулна интеграция и поддръжка на различен по вид входни данни.

6. Степен на самостоятелност на приносите на дисертационния труд

Отчитайки приносите на труда и представените три публикации, считам, че *основните резултати и приносите на дисертацията са със съществена степен на самостоятелност.*

7. Преценка на публикациите

Във връзка с дисертацията са цитирани три публикации на докторанта, като всички съавторство с научния ръководител, при което докторантът е първи съавтор. Една от публикациите е направена в международното списание Lecture Notes in Networks and Systems, а останалите две – в сборници от престижни международни конференции (International Congress on Information and Communication Technology – публикувана в Lecture Notes in Networks and Systems, и International Conference on Computer Systems and Technologies - CompSysTech'2020). И трите публикации са в издания с импакт ранг (SJR), което е атестат за значимост на постигнатите резултати.

Към настоящия момент публикацията в сборника на CompSysTech'2020 е цитирана два пъти от други автори.

8. Използваемост на резултатите в практиката

Успешно извършената апробация на постигнатите резултати посредством секционни доклади на престижни международни конференции доказва приложимостта и полезността на постигнатите от докторанта резултати. Постигнатите резултати могат да намерят приложение при създаването на интегрирана система за контрол на трафика в градска среда, както и да послужат за основа за изграждане на софтуерни приложения за навигация и за маршрутизация на градския трафик.

9. Възможности за бъдещо използване на приносите на дисертацията

Предложените в дисертацията методи за оптимизиране на обществения транспорт в големите градове посредством определяне, изследване и прогнозиране на нивата на натовареност на движението на периодичния градски транспорт, предоставят възможности за провеждането на допълнителни експериментални проучвания. Възможностите за бъдещо използване на приносите на дисертацията са обобщени адекватно в насоките за бъдещо развитие в заключителната глава.

10. Автореферат

Авторефератът е в обем от 47 машинописни страници (във версията му на български език) и отразява коректно и адекватно постигнатите в дисертационния труд приноси и резултати.

11. Критични забележки

Всички критични бележки на рецензента към съдържанието и оформлението на работата, представени на вътрешната защита на дисертационния труд, са взети под внимание и са отразени адекватно в крайната версия на дисертацията.

12. Заключение

Общата ми оценка за дисертационния труд, автореферата и научните публикации на Георги Йосифов е **положителна**. Отчитайки оригиналните научно-приложни и приложни приноси на дисертационния труд и направените в тази връзка научни публикации, както и постигнатите многобройни и значими практически резултати, намирам, че докторантът притежава задълбочени теоретични знания по съответната област и способности за самостоятелни научни изследвания. В този смисъл, дисертацията отговаря на изискванията на ЗРАСРБ и цитираните в началото на тази рецензия правилници за прилагане на ЗРАСРБ, което ми дава основание да предложа на уважаемото жури да присъди на Георги Калинов Йосифов образователната и научна степен „Доктор“ в област на висше образование: „4. Природни науки, математика и информатика“, професионално направление: „4.6. Информатика и компютърни науки“, докторска програма „Софтуерни технологии“ - Софтуерно инженерство.

16.01.2023 г.
Валенсия, Испания

Подпис:
/проф. д-р Боян Бончев/