

# РЕЦЕНЗИЯ

от

проф. д-р Пламен Данаилов Матеев, ВВМУ "Н. Вапцаров" - Варна

за дисертационен труд

## **„Интегриране на данни от интелигентни сензорни системи“**

представен от маг. инж. Александър Кирилов Александров

за придобиване на образователната и научна степен „доктор“.

Със заповед № 50/16.03.2017 на Директора на ИИКТ-БАН съм определен за член на Научното жури по процедурата за защита на докторския труд „Интегриране на данни от интелигентни сензорни системи“ на маг. инж. Александър Кирилов Александров.

Дисертационният труд е представен по докторска програма 01.01.12 „Информатика“, област на висше образование 4. „Природни науки, математика и информатика“, професионално направление 4.6 „Информатика и компютърни науки“ за получаване на образователната и научна степен „доктор“ по специалност „Информатика“.

Научен ръководител на кандидата е доц. д-р Владимир Монов.

Представеният за рецензия дисертационен труд е насочен към изследване и разработка на методи и алгоритми за интегриране на данни от интелигентни безжични сензори и сензорни системи.

### **1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение**

Представеният дисертационен труд предлага решение на актуален проблем от научно-приложен аспект – интегриране на данни от безжични сензори и сензорни системи. През последните години информационните технологии, свързани с обработката и анализа на сензорни данни се намират в етап на бурно развитие. Особено важна роля в тази област придобиха методите и алгоритмите за оптимизация и локално интегриране на данни от сензори, както и специализираните методи и алгоритми за икономия на енергия и повишаване на енергийната ефективност на батерийно захранвани сензорни и комуникационни възли.

Настоящата дисертация е посветена на една безспорно нова и актуална област, свързана с развитието на т.н. Интернет на нещата (IoT - Internet of Things) и по специално с безжичните сензорни мрежи и обработката на получените от тях сензорни данни.

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

Уводът и литературният обзор са в обем от 64 страници, и показват задълбочените теоретични знания на кандидата по темата. Задачите на докторантурата са формулирани след обстоен анализ на проблематиката в областта на обработката на данни в безжичните сензорни мрежи.

Докторантът е представил подробен преглед на литературни източници, свързани с проблемите на интегрирането и оптимизацията на сензорни данни и методи за енергийна ефективност базирани на оптимизацията на тези данни. Списъкът на използваната литература включва 151 литературни източника. След направената справка по годината на издаване се оказва, че съответно 47% от литературните източници са от последните 5 години. Дисертационният труд се състои от 165 страници и съдържа 14 таблици, 32 формули и 65 фигури.

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

Задачите на докторантурата са формулирани след обстоен анализ на проблематиката в областта на обработката на данни в безжичните сензорни мрежи и съществуващите технологии за енергийна ефективност.

Целта на дисертационния труд е разработка на нови методи, алгоритми, софтуерни и хардуерни средства за интегриране на данни от интелигентни сензорни системи.

За постигане на поставената цел са формулирани следните общи задачи:

1. Разработка на безжичен сензорен модул за мониторинг и интелигентна обработка на данни за околната среда.
2. Разработка на метод и алгоритъм за оптимизация на консумация на енергия от сензорен модул.
3. Разработка на архитектура и подход за генериране на интелигентна безжична сензорна мрежа .
4. Разработка на алгоритъм за децентрализирано интегриране на сензорни данни.
5. Разработка на архитектура на софтуерна платформа за интегриране на данни от интелигентни сензорни мрежи и системи.

Методологията на настоящите изследвания се основава на фундаментални и приложни разработки от следните области:

#### **Интегриране на сензорни данни**

- Разширен филтър на Калман (Extended Kalman filter)
- Централна Гранична Теорема (Central Limit Theorem)
- Уравнения на Fraser-Potter

#### **Алгоритми и протоколи за формиране и управление на безжични сензорни мрежи**

- Weighted Clustering Algorithm (WCA)
- Unicast, Anycast and Broadcast Duty cycling algorithms
- 6LoWPAN протокола
- IEEE 802.15.4 ZigBee протокол

#### **Програмни езици и платформи**

- Програмен език C
- Език от високо ниво WSDL
- Framework WSO2 Carbon SOA

За решаване на проблемите докторантът е използвал съвременни методи в теоретичните постановки при създаване на методите и алгоритмите за интегриране на данни и алгоритмите за енергийна ефективност свързани с обмена и обработката на сензорните данни.

Положително оценявам факта, че известни методи в областта на математиката са адаптирани за решаването на един значим проблем в областта на обработката на сензорни данни.

За целите на научните изследвания е разработен специализиран хардуер и софтуер за фамилия сензорни модули с повишени изчислителни възможности и ниска консумация на енергия. Разработените сензорни модули са част от експериментална платформа за разработка, имплементиране и изследване на нови методи и алгоритми за интегриране на сензорни данни и изграждане на сензорни мрежи.

За нуждите на експериментите е разработена и хардуерна платформа за имплементация на разработената от кандидата SOA базирана архитектура за интегриране на сензорни данни.

Избраната методика за изследване е в съответствие с поставената цел и задачи на дисертационния труд.

#### **4. Характеристики на дисертационния труд.**

Структурата на дисертацията е изградена на база увод включващ литературен обзор на основните резултати в изследваната област, три глави описващи етапите на

решаване на проблеми свързани с интегриране на данни от хетерогенни безжични сензорни мрежи и системи и заключение.

Литературния обзор е фокусиран върху съществуващото състояние на сензорните и мрежови технологии.

Глава 1 е посветена на създаването (хардуерна и софтуерна архитектура) на безжичен интелигентен сензорен модул с достатъчна процесорна мощност за изпълнение на задачи свързани с локално интегриране на сензорни данни и вграждане на адаптивни алгоритми..

В глава 2 на дисертационният труд се описва създаването на подобрени методи и алгоритми за интегриране на сензорни данни, методи и алгоритми касаещи процесите на формиране, измерване и комуникация между сензорни възли в ad hoc формирани безжични сензорни мрежи.

Глава 3 е посветена на разработка на архитектура на SOA базирана софтуерна платформа за интегриране на данни от интелигентни сензорни мрежи и системи от мрежи..

В заключението са дадени в резюме постигнатите резултати от изследванията и приложните разработки описани в глави от 1 до 3.

Намирам положително развитие и подобряване на съдържанието на дисертационния труд с отчитане на забележките, направени по време на предварителната защита.

## **5. Научни и научно-приложни приноси на дисертационния труд. Значимост.**

Приносите представени в разглеждания дисертационен труд са както следва:

### **Научни приноси**

1. Разработен е нов метод за йерархично-децентрализирано интегриране на сензорни данни с използване на разширен филтър на Калман

2. Разработен е нов метод и алгоритъм за оптимизация на консумацията на енергия от сензорен модул по време на процеса на измерване и предаване на данни в сензорна мрежа.

### **Научно-приложни приноси**

3. Разработен е иновативен безжичен сензорен модул (хардуер и системен софтуер) за мониторинг и интелигентна обработка на метеорологични данни.

4. Разработен е метод и реализиращите го софтуерни алгоритми за формиране на ad hoc интелигентна безжична сензорна мрежа с клъстерна топология.

5. Разработен е метод за оптимизация на енергийна консумация на сензорен модул по време на предаване на данни и/или маршрутизация на пакети с данни в мрежа.

6. Разработена е архитектура на софтуерна платформа използваща SOA (Service Oriented Architecture) за интегриране на данни от интелигентни сензорни мрежи и системи.

Приемам претенциите на дисертанта относно приносите, посочени като научни и научно-приложни според формулировката по дисертацията.

## **6. Преценка на публикациите по дисертационния труд**

Представени са общо 5 публикации по темата с участието на докторанта, от които 3 са самостоятелни и две в съавторство с научния му ръководител. Публикациите са включени в печатните издания на три авторитетни международни конференции с импакт фактор, включително две в SPRINGER и две на научни конференции у нас. Забелязани са две цитирания на две от статиите, свързани с дисертационния труд.

В резултат от работата по дисертацията е направена заявка за патент „Метод и устройство за интегриране на данни от метеорологични сензори“.

Посочените по-горе наукометрични данни превишават минималните изисквания за брой и качество на публикациите за присъждане на образователна и научна степен „доктор“.

Съдържанието на дисертацията, формулираните научни и научно-приложни приноси и мястото на автора в публикациите ми дават достатъчно основание да приема, че неговият научен принос е значителен.

## **7. Значимост на резултатите от дисертационния труд в науката и практиката**

Докторантът е извършил значителна по обем научно-изследователска и научно-приложна дейност, отличаваща се със задълбоченост и компетентност. Докторантският труд е значим не само заради научните и научно-приложните постижения, но и заради възможността за практическото използване на предложените методи и алгоритми за интегриране на сензорни данни и повишаване на енергийната ефективност на безжични сензорни модули и мрежи.

## **8. Оценка на съответствието на автореферата е изискванията за изготвянето му, както и на адекватността на отразяване на основните положения и приноси на дисертационния труд.**

Авторефератът е с обем 45 страници и покрива изискванията за изготвянето му по обем и съдържание, съответства на съдържанието на дисертацията, както и напълно адекватно отразява основните положения и приноси на дисертационния труд. В него са отразени и коментари и предложения, направени по време на предварителната защита.

## **9. Мнения, препоръки и забележки**

Работата на докторанта се отличава със задълбоченост, прецизност и стремеж за изследване на поставените проблеми от научна и научно-приложна гледна точка. Изследваната област дава потенциал за по-нататъшно развитие.

Като препоръка за бъдещата научно-изследователска дейност и развитие на автора бих предложил разширяване на областта на научните изследвания и разработките с изследване на безжичните сензорни мрежи базирани на WiFi и BLE протоколи за комуникация и търсене на международни партньори за създаване на индустриални приложения.

## **10. Заключение**

Становището ми за дисертацията е положително. Оценявайки достойнствата на представения дисертационен труд на тема „Интегриране на данни от интелигентни сензорни системи“, заявените приноси и значимостта на научните и научно-приложните изследвания на кандидата смятам, че дисертационния труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и Правилника за приложение на ЗРАСРБ.

Препоръчвам на членовете на Научното жури да гласуват за придобиване на образователната и научна степен “Доктор” в професионално направление 4.6 „Информатика и компютърни науки, докторантска програма „Информатика“ на маг. инж. Александър Кирилов Александров.

20.04.2017 г.

гр. София

