

Рез. № 3-2743/23.08.2024.

СТАНОВИЩЕ

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

Автор на дисертационния труд: *инж. Лили Цветанова Павлова*

Тема на дисертационния труд: *"Визуализация на електронно бойно поле с елементи на добавена реалност"*

Член на научното жури: *доц. д-р Димо Тодоров Димов (dimo.dimov@iict.bas.bg, 0884309548)*

от Института по Информационни и Комуникационни Технологии (ИИКТ) на БАН

(съгласно заповед № 418/16.07.2024 г., на Директора на Института по Отбрана "Професор Цветан Ангелов", София, уведомително писмо № 3-2341/18.07.2024 до Директора на ИИКТ-БАН).

Представена е дисертация 165 стр. в т.ч. 5 таблици, 58 фигури, 111 реферирани заглавия, 2 раздела приложения (29 стр.), автореферат (40 стр.), CV на дисертанта, на хартиен и е-носител.

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем:

Добавената реалност (AR) е от областта Синтез на реалистични изображения и възниква като теория и практика в Информатиката преди около 30-ина години. Същност: към модела на реална обстановка се надстройва подходяща виртуална добавка. Най-известни са приложения в музейното дело (за виртуално доизграждане на артефакти), в проектантската дейност (за визуална оценка на бъдещ обект в реална обстановка) и други, и не на последно място във военното дело (за подпомагане управлението на войските, от най-крупни поделения до отделни бойни групи и бойци) в бойна обстановка, чрез AR от типа "електронното бойно поле" (названието е въведено в тази дисертация). Военното приложение на добавената реалност се развива интензивно в много страни по света. Актуалността на тази дисертация е за Българската войска и отбрана с оглед адаптиране и надграждане към съществуващи армейски комуникационни и информационни системи.

2. Степен на познаване на състоянието на проблема:

Състоянието в разглежданата област (военно-приложни аспекти на AR) е добре описано и целево интерпретирано в трите глави на дисертацията. Глава 1 е целево ориентиран обзор към обекта на изследванията -- създаване на модел на разширено електронно бойно поле с основни компоненти -- визуализация и добавена реалност, с подсистема за идентификация на обект от интерес (от бойния ред и военни инфраструктурни обекти) в зрителното поле на наблюдател с използване на инерциални сензори. Болшинството известни системи са основани на устройството HoloLens на Microsoft. За българската армия са посочени известните и експериментално достъпни информационно-управляващи (C2) системи, ПИКИС и C2PC. Прието е, че е съществува „Тактическа база от данни“ разработена за тях. Предложен е модел на разширено електронно бойно поле с поток от специфични данни от съществуващите БД на тези C2 системи към апаратната част на полеви мобилни системи с AR. Разглеждат се 2 метода за идентификация на обекта -- оптично проследяване на маркер и безмаркерно (чрез GPS геолокация).

Глава 2 разглежда структурата и функционалните особености на предлаганото AR разширение за военни C2 системи, в т.ч. видове бази данни (БД), локални, централни/коалиционни БД (основно релационни БД) и съответни методи за достъп тях. Разглеждат се и програмни шлюзове като универсален подход за относителна съвместимост и обмен между различни СУБД използвани в армията. За AR експеримента е създадена тестова среда, състояща се от базов компютър (БК), виртуална машина (ВМ) и мобилен компютър (МК).

Глава 3 описва детайли от предлаганата AR за разширено електронно бойно поле. Основният и "все още не-напълно решен въпрос е свързан с идентификацията на обекта в зрителното поле на мобилното устройство". Проблемът е известен в Информатиката, в случая е слабо свързан с метода за безмаркерната идентификация, която основно се разглежда в дисертацията. За повишаване на достоверността при инерциалните сензори на МК (акселерометри, жироскопи и магнитометри, всеки един с от 1 до 3 датчика) се прилагат известни методи за сливане на данните (редуциране на грешката), като комплементарен филтър и филтър на Калман. Акцентът

е върху филтриране по Калман, но за експерименталния сравнителен анализ е разработен и вариант без филтрация. Общо са реферирани 111 заглавия, главно след 2010 година, болшинството международно видими. Очевидно, докторантът познава много добре теорията и практиката в областта на дисертационната тема.

3. Съответствие на избраната методика на изследване:

Избраната методика на изследване стъпва на известни методи и подходи, алгоритми, техники и средства от информатиката за AR и софтуерното инженерство (АИУС, СУБД, системно и приложно програмиране). Съпътстващо се включват и различни други методи -- за сегментиране на визуални обекти, 3D изчислителна геометрия, филтри и други. Дисертационният труд е разработван в последните 4-5 години, в реда на описанието по глави. Основният подход на изследването е софтуерен, от типа „проба - грешка”, т.е. всичко позитивно оценено и/или експериментално потвърдено се включва в обработката; което е естественят подход към проблеми от типа на разглеждания в дисертацията.

4. Научни и/или научно приложни приноси на дисертационния труд:

В дисертацията са посочени общо 7 приноса, 5 научно-приложни и 2 приложни. Липсата на "чисто" научен принос, не е недостатък за изследвания от типа на дисертацията -- приложно изследване с разработване на експериментен софтуер. Посочените приноси са добре описани и съответстват на текста на дисертацията, и приложените 4 публикации към нея. *Приемам приносите по същество*, със следните 2 препоръки към описанието им:

- 1-ви и 2-ри НП-приноси могат да се обединят (т.е. 1-вият принос може да се изключи) !
- Приносите да се подкрепят с референции към статия по дисертацията и/или с извод (абзац) от текста на самата дисертация (за по-леко проследяване).

5. Преценка на публикациите по дисертационния труд:

Декларирани са 4 публикации по дисертацията. Те не са представени в пакета за рецензиране, но бяха предоставени след поискване. Само 1 от публикациите (тази на англ.) е достъпна по Интернет. Останалите 3 доклада са на български, в специализирани форуми, военни и по сигурността. Статия [19] (авторска, под печат) се реферира в текста на дисертацията, но не е обявена като публикация по дисертацията (?). Смятам, че представените публикации достатъчно добре покриват извършените изследвания и експерименти по темата на дисертацията.

6. Мнения, препоръки и бележки.

Безспорно добра и най-вече полезна дисертация. Написана е в хубав стил, ясно и прегледно. Редакторските ми бележки (доколкото ги има) са предоставени тук за да подпомогнат евентуалното прецизиране на дисертацията, например:

- 1) Някои неизвестни съкращения (абrevиатури): NBC батальон, ОМП (стр.59); CP (стр.60), а АСЕС2 (стр.60) може да се разтълкува като (=ACE + CC) (?)
- 2) Индикациите (3.8) и (3.9) са объркани (?)
- 3) Фиг. 3.4 е с недостатъчна разрешаваща способност (не се чете :)

Какво означават следните изрази:

- (стр.100) "Изразите (3.12, 3.13) са разширена форма на показаното в [73]" !?!
- (стр.102) "допълващ сензор": "В стъпката на актуализация на измерването KF ползва величините от измерванията на друг допълващ сензор" ?
- (стр.119) "тестова точка" е малко обърквашо, "прицелна точка" ще е по-адекватно ?

Няколко въпроса:

(1) Защо проблемът "gimbal lock" (стр.98) е подминат. Може би се разчита, че системата AR няма да се използва в близост до полюсите (на планетата). Съществуват ли подобни ситуации при случайно завъртане на МК в момента на начална инициализация ?

(2) Прил. 2.1 "Компютърна система С2РС", защо е толкова пространно, след като е описано и в Глава 1 (?)

(3) Прил. 3.6. "Изходен код за определяне на ъглова дисперсия": защо дисперсията се смята на база $\min()$ и $\max()$, а не по $\text{mean}()$?

(4) Защо при оценката на границата за устойчива безмаркерна идентификация се използва минимално описана, а не максимално вписана сфера, което е по-прецизното (?)

(5) Очаква ли се внедряване на резултатите в дисертацията по предназначение -- в автоматизацията и управлението на войската. Планира ли се дисеминация на резултатите в други области, например, в строително-проектантската дейност у нас (?).

7. **Заключение:** Представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на Закона за Развитие на академичния състав на Р България и заслужава положителна оценка. Предлагам да бъде присъдена образователната и научна степен "доктор" на *инж. Лили Цветанова Павлова* в професионалното направление 5.2. „Електротехника, Електроника и Автоматика“.

Дата: 23.08.2024г.
София

ЧЛЕН НА ЖУРИТО:

/доц. д-р Д. Т. Димов/