



University
of Bielsko-Biala

UNIVERSITY OF BIELSKO-BIALA
DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE
AND AUTOMATICS
2 Willowa St, Bielsko-Biala, 43-309 Poland
tel. 33 827 92 64

Prof. D.Sc. **Mikolaj Karpinski**
Chairman of Department of Computer Science and Automatics

Ученому секретарю спеціалізованої вченої ради
Д 35.052.08 д.т.н., проф. Я. Т. Луцику
Національний університет «Львівська Політехніка»
вул. С.Бандери, 12
м. Львів-13, 79013, Україна

Wasze pismo z dnia:

Znak:

Nasz znak:
K18/ 5 /2017

Data:
07.02.2017

ВІДГУК

*офіційного опонента на дисертацію **Хоми Анни Володимирівни**
«Методи та засоби комп'ютерного опрацювання сигналів інтерферометрії білого світла»,
подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти*

Актуальність теми дисертації

Інтерферометрія білого світла є поширеною методикою дослідження різноманітних механічних величин, як лінійних (відстань, переміщення), так і кутових. Сама інтерферометрія білого світла завдяки низці переваг, як от висока швидкість вимірювання та нанороздільна здатність, знайшла широке поширення в мікро- та нанотехнологіях. Серед переваг інтерферометрії слід також відзначити відсутність контакту із досліджуваною поверхнею, а також можливість проводити вимірювання об'єктів із значними геометричними розмірами.

Під час дослідження топології поверхні важливу роль відіграють не лише точність формування та реєстрації інтерферограм, але й алгоритми, за допомогою яких здійснюють їх аналіз. Потрібно брати до уваги низьку когерентність інтерферометричної картини білого світла, що істотно ускладнює завдання реконструкції. На даний час розроблено багато методів реконструкції топології поверхні, як у просторовій, так і в частотній областях, однак вони не дають задовільних результатів для нелінійних поверхонь зі змінними в часі параметрами.

Дисертаційна робота Хоми Анни Володимирівни присвячена вирішенню актуальної наукової задачі – розроблення методів швидкого та точного відтворення топографії поверхні з її інтерферометричної картини. Робота підготовлена в межах держбюджетної науково-дослідницької роботи «Дослідження засобів вимірювання геометричних розмірів оптичними методами в нанометровому діапазоні» ДБ/Діапазон (№ держреєстрації 0113U003188, 2013-2014 рр.).

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації та їх достовірність

Винесені на захист наукові положення та висновки виглядають достатньою мірою обґрунтованими та достовірними. Достеменність наукових положень забезпечується несуперечливістю основним положенням функціонального аналізу, обчислювальної техніки, теорії похибок, методам цифрової обробки сигналів і зображень.

Висновки та рекомендації, зроблені автором роботи самостійно, підтверджуються доброю збіжністю між теоретичними даними і результатами комп'ютерного моделювання та експериментальних досліджень.

Апробацію основних наукових положень дисертації представлено п'ятьма доповідями на наукових конференціях міжнародного рівня.

Наукова новизна дисертаційної роботи

Науковою новизною дисертаційної роботи є передусім: подальший теоретичний розвиток підходу до побудови комп'ютерних систем інтерферометрії білого світла щодо розподілу обчислювальної потужності для ефективного опрацювання інтерферометричних зображень і сигналів з одночасним уточненням моделей в методах реконструкції топології нелінійних поверхонь зі змінними параметрами; розроблення вперше методу по сегментної апроксимації, що дало змогу розпаралелити обчислення та реконструювати нелінійні поверхні із мінімальними обчислювальними затратами та похибками; виконання вперше декомпозиції сигналу інтерферометрії білого світла на комплексні експоненти, що дало змогу визначати оптичну різницю ходу та реконструювати профіль нелінійної поверхні на підставі методу Проні; удосконалення: а) методів нормалізації інтерферограми білого світла у просторовій і частотній областях підвищених обчислювальної ефективності і точності реконструкції топології поверхні з одночасною незалежністю до впливу огинаючої амплітуди сигналу, б) методу

реконструкції топології поверхні на основі дискретного перетворення Гільберта, що дало змогу усунути вплив неоднозначності відповідної тригонометричної функції.

Практична цінність дисертаційної роботи

Цінність для практики становлять: *розроблені* – а) методика синтезу поверхонь із заданими параметрами та симуляції інтерферограм білого світла для оцінювання обчислювальної ефективності і точності методів реконструкції топології поверхні, б) пакет програм для реалізації розроблених методів реконструкції топології поверхні та дослідження їх обчислювальної ефективності і точності, в) високоефективний алгоритм прорідження інтерферометричних кадрів для зниження обчислювальних затрат дослідження швидкоплинних процесів; *результати* – а) реалізації розроблених методів реконструкції поверхні на сучасних обчислювальних платформах, б) проведених досліджень на інтерферометричному обладнанні Технічного Університету Ільменау, що, на підставі підтвердження адекватності застосованих моделей, дає змогу подальшого розширеного впровадження розроблених методів в промисловості.

Структура та обсяг дисертації

Дисертація, що представлена на відгук, є рукописом, який складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку використаних джерел та додатків. Основний текст роботи викладено на 161 сторінці, які містять 8 таблиць і 71 рисунок. Перелік використаних бібліографічних джерел охоплює 97 найменувань.

Структура дисертації підпорядкована розв'язанню поставлених завдань, а її розділи логічно між собою пов'язані.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету та завдання досліджень, відзначено наукову новизну та практичну цінність результатів роботи, показано зв'язок роботи з науковими програмами та тематичними планами, наведено дані щодо апробації результатів роботи, зокрема вказано перелік публікацій з поданням особистого внеску здобувача.

У першому розділі автором виконано аналітичний огляд літературних джерел за тематикою дисертації, зіставлено інтерферометричні методи вимірювання, проаналізовано їх природу, принцип роботи та обмеження. Обґрунтовано вибір критеріїв та наведено порівняльну характеристику відомих методів опрацювання даних

інтерферометрії білого світла. Також здійснено вибір напрямків досліджень, сформульовано основні задачі подальших досліджень.

Другий розділ присвячено розробленню концепції побудови комп'ютерної системи для опрацювання інтерферограм білого світла, яка базується на двох спецпроцесорах. Також обґрунтовано методологію досліджень, зокрема вибрано тип поверхонь, на яких проводитимуться імітаційні моделювання та експериментальні вимірювання, а також критерії оцінювання обчислювальної складності і похибок реконструкції.

У третьому розділі розроблено нові та вдосконалено існуючі методи реконструкції топології поверхні на основі інтерферограми білого світла. Запропоновані методи базуються як на просторовому, так і на спектральному аналізі. Проаналізовано точність та обчислювальну складність даних методів, наведено відповідні блок-схеми, які відображають послідовність обчислень.

У четвертому розділі показано можливість перенесення розроблених методів реконструкції топології поверхонь з двовимірного простору в тривимірний. При цьому запропоновані методики було успішно апробовано на реальних даних, що підтверджує валідність отриманих в роботі результатів. Наведено оцінки обчислювальної ефективності розроблених методів, проаналізовано можливості їх розпаралелення на різних обчислювальних платформах.

Додатки охоплюють лістинги розроблених програм реконструкції профілю поверхонь за допомогою вибраних методів, оцінювання похибок реконструкції, а також 3 акти про впровадження результатів дисертаційної роботи.

Повнота викладу основних результатів в опублікованих працях

За темою дисертації опубліковано у фахових виданнях одинадцять наукових праць, у тому числі 5 із них в зарубіжних наукових періодичних виданнях. Зміст автореферату ідентичний до змісту основних положень дисертації та досить повно відображає сутність отриманих результатів.

Зауваження щодо змісту та оформлення дисертаційної роботи:

1. В п. 3.1.1 тексту дисертації, зокрема в формулах 3.7 – 3.12 та на рисунках 3.2 – 3.4, наведено загальновідомі речі з теорії цифрового опрацювання сигналів.
2. Назва третього розділу не зовсім адекватна до його змісту, оскільки він є значно ширший.

3. В авторефераті на рисунку 5 не подано інтерпретації значень індексів і деяких величин.

4. У текстах дисертації та автореферату наявна низка огривів та неточностей, приміром:

- не розкрито скорочення д+м в таблиці 4.1;
- не з'ясовано підписів елементів на рис 4.13;
- зустрічаються граматичні та стилістичні помилки.

Висновки

Зроблені вище зауваження не є принциповими та не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Хоми А.В. «Методи та засоби комп'ютерного опрацювання сигналів інтерферометрії білого світла».

Дисертація є завершеною науковою працею, характеризується єдністю змісту та логічністю викладу, містить висунуті особисто здобувачем нові наукові положення, а також науково обґрунтовані практичні результати, які становлять значний як теоретичний, так і практичний інтерес для спеціалістів у галузі комп'ютерних систем і технологій цифрового опрацювання сигналів та зображень.

Дисертаційна робота Хоми А.В. відповідає паспорту спеціальності 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти і профілю спеціалізованої вченої ради Д 35.052.08.

На підставі проведеного аналізу дисертаційної роботи «Методи та засоби комп'ютерного опрацювання сигналів інтерферометрії білого світла» декларую висновок про те, що за актуальністю розв'язаного для галузі комп'ютерних систем завдання, отриманими науковими результатами і практичною цінністю роботи вона задовольняє встановленим вимогам, що ставляться до кандидатських дисертаційних робіт, а її автор Хома А.В. заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

Офіційний опонент

завідувач кафедри інформатики та автоматки

Університету у Бельсько-Бялій (Республіка Польща)

доктор технічних наук, професор

CHAIRMAN
of Department of Computer Science
and Automatics

M. P. Karpinski
Prof. D.Sc. Mikołaj Karpiński

М.П. Карпінський