

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу Твердохліб Юлії Володимирівни на тему «Методи та інформаційна технологія комплексного оцінювання параметрів вейвлет-перетворення нестационарних сигналів»,
що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

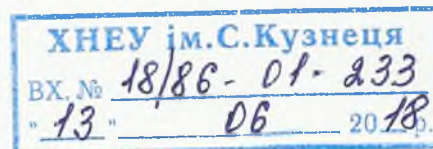
АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ ВИКОНАНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Завдання комплексного оцінювання параметрів вейвлет-перетворення неодмінною умовою в застосуванні апарату вейвлет-аналізу та для дискретного вейвлет-перетворення полягає головним чином у визначенні вейвлет-базису й рівня декомпозиції сигналу. Визначення вейвлет-базису є найважливішим етапом у вейвлет-аналізі, тому що саме з цього базису будуть проходити процеси декомпозиції та реконструювання сигналу. В даний час на практиці часто вибір материнського вейвлету носить суб'єктивний характер і ґрунтується на досвіді самого дослідника. Також однією із задач, ефективне рішення якої широко затребуване у цифровій обробці сигналів, є декомпозиція вихідного сигналу складної форми на складові заданого рівня, вимога до яких визначається, виходячи із прикладної задачі. Таким чином, тема дослідження, яка спрямована на комплексне оцінювання параметрів вейвлет-перетворення нестационарних сигналів з метою підвищення ефективності аналізу, є актуальною та затребуваною.

Про актуальність теми досліджень свідчить також те, що вона виконувалася в рамках держбюджетних науково-дослідних робіт Запорізького національного технічного університету «Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень та цифрової обробки даних на основі вейвлет-аналізу», «Моделі, методи та інформаційні технології управління складними об'єктами на основі спектрального аналізу та ризик-орієнтованого прийняття рішень», «Моделі, методи та інформаційні технології прийняття рішень і технічного діагностування», де авторка приймала участь як виконавець, розробила і експериментально досліджувала методи вейвлет-аналізу нестационарних сигналів для об'єктів різної природи.

СТРУКТУРА, ЗАДАЧІ ТА КОРОТКИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Робота складається з вступу, чотирьох основних розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Метою роботи є підвищення ефективності аналізу та діагностування об'єктів різної природи за допомогою



розробки методів та інформаційної технології комплексного оцінювання параметрів вейвлет-перетворення.

Для досягнення поставленої мети в роботі були вирішені такі задачі: проведено аналіз існуючих методів вейвлет-перетворення нестационарних сигналів для вирішення задач аналізу та діагностування об'єктів різної природи; розроблено метод побудови вейвлет-частотної характеристики; створено метод визначення ефективного вейвлет-базису при виконанні вейвлет-перетворення; розроблено метод вейвлет-декомпозиції сигналу складної форми на незалежні складові; запропоновано інформаційну технологію комплексного оцінювання параметрів вейвлет-перетворення нестационарних сигналів.

У першому розділі дисертації проведено детальний аналіз сучасного стану проблеми комплексного оцінювання параметрів вейвлет-перетворення нестационарних сигналів. На основі аналізу літературних джерел сформульовані завдання дисертаційних досліджень.

У другому розділі розроблено метод побудови вейвлет-частотної характеристики, який дозволив аналізувати будь-який вейвлет-базис, не вимагаючи наявності скейлінг-функції вейвлет. Цей метод покладений в основу визначення ефективного вейвлет-базису при застосуванні апарату вейвлет-перетворення.

У третьому розділі розглянуто задачу вейвлет-розкладання вихідного сигналу складної форми на дві незалежні складові. Розглянуто поняття ентропії, в тому числі інформаційної ентропії і вейвлет-ентропії. Проведено дослідження поведінки ентропії та енергії сигналу на етапах декомпозиції. Розроблений метод оптимальної декомпозиції сигналу складної форми, який використовує критерій мінімізації сумарної ентропії вейвлет-коефіцієнтів.

У четвертому розділі розроблені методи та інформаційна технологія комплексного оцінювання параметрів вейвлет-перетворення нестационарних сигналів, які були практично застосовані в медичній (кардіології) та машинобудівній (фрезеруванні) галузях у задачах виявлення основних комплексів кардіосигналу та виділення профілів металевих поверхонь..

Наведені у висновках результати досить повно відображають суть дисертаційної роботи і мають практичне втілення.

НАУКОВА НОВИЗНА ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

1. Вперше запропоновано метод оптимальної декомпозиції сигналу складної форми, який використовує критерій мінімізації сумарної ентропії вейвлет-коефіцієнтів при визначенні оптимального рівня декомпозиції.

2. Удосконалено метод побудови вейвлет-частотної характеристики, який не застосовує залежності значень середньоквадратичних відхилень вихідного та реконструйованого сигналів у заданому частотному діапазоні, що дозволяє використовувати будь-який вейвлет-базис, не вимагаючи наявності скейлінг-функції вейвлету.

3. Удосконалено метод визначення ефективного вейвлет-базису при застосуванні апарату вейвлет-перетворення, який використовує в якості критерію вибору мінімізацію параметрів вейвлет-частотної характеристики і дозволяє вибрати оптимальний вейвлет-базис при аналізі сигналу.

4. Подальший розвиток отримали методи дослідження електрокардіосигналу, які використовують процедуру вейвлет-трешолдінгу, порогове значення з апроксимацією сигналу в ділянках QRS-комплексів, що дозволило покращити ефективність діагностування здорових та з патологічними хворобами серця пацієнтів.

5. Подальший розвиток отримав метод аналізу профілограм металевих поверхонь, який використовує процедуру вейвлет-декомпозиції сигналу складної форми на незалежні складові, що дозволяє виділити профілі хвилястості та шорсткості поверхні.

ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ.

Усі теоретичні розробки дисертації доведені автором до конкретних методів і покладені в основу функціонування інформаційної технології комплексного оцінювання параметрів вейвлет-перетворення нестационарних сигналів, а саме: - створено алгоритмічне та програмне забезпечення аналізу профілограм металевих поверхонь, оброблених шляхом фрезерування, що дозволяє виділити профілі хвилястості і шорсткості та обчислювати відповідні параметри згідно діючим стандартам ДСТУ; розроблені вейвлет-методи виділення комплексів ЕКГ дозволили покращити ефективність знаходження комплексів, включно Р та Т зубців, обчислити показники варіабельності серцевого ритму, будувати скатерограми, ритмограми й гістограми RR-інтервалів, а також на базі яких створено відповідне алгоритмічне та програмне забезпечення.

Практична цінність роботи підтверджується впровадженням отриманих результатів дослідження в Запорізькому національному технічному університеті в курсі «Теорія прийняття рішень», в курсі «Чисельні методи» в Запорізькому національному університеті, на кафедрі медичної і фармацевтичної інформатики та новітніх технологій Запорізького державного медичного університету, а також на підприємствах ПАТ «МОТОР СІЧ» та ДП «Івченко-Прогрес».

СТУПІНЬ ОБҐРУНТОВАНOSTІ ТА ДОСТОВІРНOSTІ НОВИХ НАУКОВИХ ПОЛОЖЕНЬ, ОТРИМАНИХ В ДИСЕРТАЦІЙНІЙ РОБОТІ.

Отримані результати мають практичне втілення і піддаються чіткій інтерпретації, що свідчить про обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій дисертаційної роботи. Слід зазначити коректне застосування автором методів вейвлет-аналізу – для ідентифікації спектральних характеристик сигналу, методів теорії інформації – для визначення інформаційних складових декомпозиційного сигналу, методів математичної статистики – для аналізу розподілу вейвлет-коефіцієнтів. Достовірність результатів підтверджується коректним застосуванням методів аналізу при обробці експериментальних даних об'єктів різної природи. Наукові положення дисертації мають належне теоретичне обґрунтування. Матеріали дисертаційної роботи докладалися на регіональних, всеукраїнських та міжнародних наукових конференціях.

ПОВНОТА ВИКЛАДЕННЯ НАУКОВИХ ПОЛОЖЕНЬ, ВИСНОВКІВ І РЕКОМЕНДАЦІЙ В ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЯХ.

За результатами дисертаційного дослідження опубліковано 40 наукових праць, з яких 9 статей, 8 з яких у наукових спеціалізованих виданнях, що входять до переліку фахових видань України, в яких публікуються результати досліджень з технічних наук, 28 тез доповідей на міжнародних, всеукраїнських та регіональних науково-практичних конференціях, 2 свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір та патент на винахід (корисну модель).

ОФОРМЛЕННЯ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ.

Структура та обсяг дисертації відповідають встановленим вимогам на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук. Дисертацію написано з використанням сучасної бібліографії та наукової термінології. Зміст та результати досліджень викладено лаконічно та аргументовано. Задачі дисертації в логічній послідовності вирішується на усіх етапах дослідження – від аналізу проблеми до побудови методів та інформаційної технології розв'язування задач, з наступним проведенням експериментів із конкретними чисельними даними та впровадженням результатів дослідження.

НЕДОЛІКИ ТА ЗАУВАЖЕННЯ ЩОДО РОБОТИ.

1. У другому розділі, при описі попередньої обробки даних вказано, що для визначення порогових значень були застосовані метод SQR-LOG Берга-Массара та Штейна, але не зазначено, чому обрано саме ці методи, не вказано їхніх переваг для застосування у роботі.

2. У другому розділі введено поняття «оптимальний вейвлет», який базується на трьох параметрах вейвлет-частотної характеристики. Оптимальним вейвлет-базисом є вейвлет, де всі три параметри є мінімальними. В цьому випадку було б доцільним запровадити метрики та вагові коефіцієнти для досліджуваних параметрів вейвлет-частотної характеристики.

3. У третьому розділі не вказано, який саме тип вейвлет-ентропії було застосовано для вейвлет-розкладання тестового сигналу. Було б доцільним провести порівняльний аналіз впливу вибору типу вейвлет-ентропії на значення оптимального рівня декомпозиції сигналу.

4. В третьому розділі роботи при описі методу оптимальної декомпозиції сигналу складної форми приведено тестові приклади тільки для синусоїдальних сигналів.

5. Частина четвертого розділу, що пов'язана з аналізом кардіосигналу перевантажена спеціальними термінами, описами функцій розробленої системи, ілюстраціями інтерфейсу програми, тощо. Це ускладнює сприйняття роботи і частину матеріалу можна було би винести у додатки.

Однак ці зауваження суттєво не впливають на загальну позитивну характеристику дисертації, що має визначені вище актуальність, наукову новизну і практичну значимість.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Розглянувши дисертаційну роботу Твердохліб Юлії Володимирівни на тему «Методи та інформаційна технологія комплексного оцінювання параметрів вейвлет-перетворення нестационарних сигналів», автореферат, опубліковані наукові праці та додаткові матеріали, можна зробити такі висновки:

- дисертація відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології;
- тематична спрямованість роботи є актуальною, суспільно корисною й перспективною у плані продовження розпочатих досліджень;
- зміст автореферату відповідає основним положенням дисертаційної роботи;

– дисертація є цілісною, завершеною, оригінальною, самостійною кваліфікаційною науковою працею.

Вважаю, що дисертаційна робота є завершеною науково-дослідницькою роботою, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують актуальну наукову-технічну задачу розробки методів та інформаційної технології комплексного оцінювання параметрів вейвлет-перетворення нестационарних сигналів з метою підвищення ефективності аналізу та діагностування об'єктів різної природи, та відповідає вимогам п. п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», які висуваються до кандидатських дисертацій, а її автор, Твердохліб Юлія Володимирівна, заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент
професор кафедри прикладної математики
Харківського національного
університету радіоелектроніки,
доктор технічних наук, професор

Кіріченко Л. О.

Підпис проф. Кіріченко Л. О. засвідчую.

Учений Секретар
Харківського національного
університету радіоелектроніки



І.В. Магдаліна

« 11 » 06 2018 р.