

## ВІДГУК

**офіційного опонента на дисертаційну роботу Махно Таїсії Олександрівни «Автоматизована система обробки ультразвукових зображень сонних артерій на основі еволюційних алгоритмів», яка подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології до спеціалізованої вченої ради К 11.051.08 Донецького національного університету**

**Актуальність теми дисертаційної роботи.** Прогрес сучасної медицини обумовлено, в першу чергу, повсюдним впровадженням інформаційних технологій (ІТ). Використання досягнень ІТ забезпечує високий рівень надання медичних послуг завдяки впровадженню нових способів обробки і зберігання медичної інформації. Застосування ІТ для діагностування та лікування захворювань дозволяє не тільки поліпшити якість діагностики, а й створювати автоматизовані системи для підвищення продуктивності праці лікарів. Це дуже важливо, коли мова йде про ІТ, що призначені для використання висококваліфікованими лікарями-діагностами. Одним із ефективних інструментів, що використовуються при діагностуванні, є ультразвукове (УЗ) обладнання. Аналіз УЗ зображень дозволяє діагностувати велику кількість небезпечних станів здоров'я людини. Це стосується і найбільш поширюваних захворювань, одним з яких є інсульт. Аналіз УЗ зображень сонних артерій людини є одним з найбільш ефективних методів діагностики ризику інсультів, що пов'язані з відривом атеросклеротичних бляшок. Розробка ІТ, що використовуються для підвищення точності при визначенні розмірів та стадії атеросклеротичного ураження на основі обробки УЗ зображень сонних артерій, дуже важлива для створення високоефективних систем автоматизованої діагностики. Тому дисертаційне дослідження Махно Т.О., присвячене автоматизації процесу обробки УЗ зображень сонних артерій людини з метою підвищення швидкості та якості сегментації цих зображень, є актуальним.

**Достовірність та обґрунтованість основних висновків і отриманих результатів** забезпечується коректним використанням математичних методів еволюційного пошуку, застосуванням загальної теорії систем, методів сегментації та фільтрації, сучасних методів цифрової обробки зображень. Для розробки схем сегментації були використані основні положення генетичного програмування.

05.13.06/01.1.3-15  
01.09.2016

Об'єктивною формою перевірки на обґрунтованість і адекватність результатів є коректно виконані експериментальні дослідження та практичні впровадження розроблених в дисертаційній роботі методів і засобів обробки УЗ зображень сонних артерій.

**Наукова новизна результатів дисертації.** Авторка претендує на наукову новизну ряду отриманих нею результатів.

1. Авторка стверджує, що нею вперше розроблено «метод синтезу схем сегментації УЗ зображень на підставі генетичного програмування, який за рахунок запропонованих модифікацій операторів кросинговеру та мутації збільшує швидкість синтезу точних схем сегментації».

З цим можна погодитися, але слід зауважити, що запропонований метод адаптовано для сегментації УЗ зображень лише сонних артерій людини.

2. Авторка стверджує, що нею удосконалено «спосіб вирішення задачі сегментації УЗ медичних зображень за рахунок запропонованого методу скорочення множини використовуваних алгоритмів обробки зображень, що надало можливість прискорити процес синтезу точних схем сегментації».

Це не викликає заперечень.

3. Авторка претендує на те, що завдяки проведеним нею дослідженням «набула подальшого розвитку технологія обробки УЗ зображень за рахунок автоматизації вибору методів сегментації зображень відповідно до множини автоматично розрахованих значень текстурних параметрів, які були визначені для попередньої оцінки УЗ зображень».

З цим можна погодитися.

**Теоретичне та практичне значення роботи.** Наукове значення дисертації полягає у тому, що розроблені методи є науково-методичною базою для розробки інформаційної технології та автоматизованої системи обробки УЗ зображень сонних артерій людини на основі еволюційних алгоритмів. В рамках реалізації такої технології на підставі генетичного програмування було розроблено метод автоматичного синтезу схем сегментації якісно різних УЗ зображень сонних артерій людини, що дозволяє збільшити швидкість побудови точних схем сегментації.

Дисертант зробила суттєвий внесок в розв'язання актуальної науково-технічної задачі автоматизованої сегментації УЗ зображень сонної артерії людини.

Наведені у дисертаційній роботі наукові результати досліджень є новими і відрізняються від існуючих.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що розроблена інформаційна технологія може бути використана для побудови автоматизованих систем сегментації та обробки УЗ зображень сонних артерій людини, а також обробки та сегментації щільних тканин і порожнин серця.

Практичне значення дисертації підтверджується застосуванням результатів досліджень в «Інституті невідкладної і відновної хірургії ім. В.К. Гусака НАМН України». Впровадження дозволило на 20% прискорити процес встановлення ступеня ембологенної небезпеки атеросклеротичних бляшок та на 15% підвищити точність процесу діагностики захворювання.

**Апробація результатів дисертації та повнота викладення їх в опублікованих роботах.** Основні результати дисертаційної роботи доповідалися на 8 міжнародних конференціях.

Ознайомлення з дисертацією, авторефератом та копіями статей і тез дозволяє зробити висновок про повноту викладення здобутих наукових результатів в опублікованих працях. Основний зміст дисертації достатньо повно відображено у 5 статтях у наукових фахових виданнях України, 3 з яких включено до міжнародних науково-метричних баз, та 9 – у збірниках праць і тезах доповідей в збірниках матеріалів науково-технічних конференцій.

**Загальна характеристика структури і змісту дисертаційної роботи та автореферату.** Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 156 найменувань, 3 додатків. Робота містить 32 рисунки і 2 таблиці. Повний обсяг дисертації становить 152 сторінки, в тому числі 122 сторінки основного тексту.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, вказано зв'язок роботи з науковими планами і темами.

У першому розділі здійснено аналіз сучасних інформаційних технологій і підходів до сегментації УЗ зображень. Проведено аналіз предметної області та огляд методів виділення інформації з УЗ зображень. Визначені особливості та недоліки

існуючих методів сегментації УЗД. Опираючись на проведений аналіз сформульовано завдання дослідження. Запропоновано розробити інформаційну технологію та на її основі реалізувати автоматизовану систему сегментації УЗ зображень сонних артерій.

У другому розділі розроблено структуру автоматизованої системи сегментації УЗ зображень. Розроблено алгоритми обробки зображень, що використовуються в автоматизованій системі. Запропоновано еволюційний підхід до вирішення задачі обробки та сегментації УЗ зображень сонних артерій людини. Визначені особливості задачі автоматичного синтезу методів сегментації ультразвукових зображень та розроблено систему, що здійснює рішення цієї задачі.

У третьому розділі проведені дослідження, що пов'язані з автоматизацією вибору методу обробки зображення в залежності від його якісних характеристик. Запропоновано паралельний генетичний алгоритм пошуку відповідників між методами обробки зображень і значеннями текстурних параметрів зображення. Запропоновано принцип відбору параметрів, за якими проводиться попередня оцінка нового УЗ зображення.

У четвертому розділі розроблено архітектуру і модулі автоматизованої системи обробки УЗ зображень сонних артерій, що дозволяє автоматизовано сегментувати ці зображення. Розроблено систему, що дозволяє тестувати запропоновані в роботі алгоритми обробки зображень і методи синтезу схем сегментації. Експериментально досліджено ефективність запропонованих методів та засобів. Наведені результати порівняння системи автоматизованої обробки УЗ зображень сонних артерій людини з існуючими методами сегментації таких зображень. Результати експериментів підтвердили спроможність запропонованої технології.

У висновках наведені найбільш важливі наукові та практичні результати, які отримані в дисертації, та ступінь їх впровадження.

**Оцінка мови, стилю та оформлення дисертації та автореферату.** Робота написана на достатньому мовно-стилістичному рівні. Зміст автореферату дисертації відображає основні положення дисертації і відповідає вимогам щодо його оформлення.

**Дискусійні положення та критичні зауваження до роботи.** При цілком позитивній оцінці роботи, вважаю за необхідне зробити такі зауваження до змісту і оформлення дисертаційної роботи та автореферату.

1. В дисертації явно не вказано, що дисертант була виконавцем по наведеним науково-дослідним темам.

2. Авторкою розроблено низку модифікацій генетичних алгоритмів, з яких 12 «найкращих варіантів» обрано для подальшого дослідження, але не вказано за якими ознаками обрані варіанти вважаються «найкращими».

3. Рисунок 2.6 складається з двох окремих графіків, які окремо не позначені. Відсутність позначення осей, та кривих на графіках унеможливорює розуміння рисунку.

4. На стор. 58 позначення  $\bar{a}$  пояснюється і як «упорядкована множина», і як «упорядкована послідовність», і як «вектор». Слід було використовувати лише один термін. Деяка математична некоректність зустрічається і в інших місцях. Наприклад, на стор. 42  $m$  – це кількість алгоритмів, а на наступній сторінці  $m$  стає одним з розмірів матриці. На стор. 45 не позначено, що таке  $L$ .

5. На стор. 61 введено термін «стійкості роботи алгоритму». Під стійкістю розуміється «знаходження максимально ефективних ланцюжків при кожному запуску». Вважаю недоцільним використання терміну «стійкість» в такому контексті.

6. Опис роботі алгоритму на стор. 61–62 майже дослівно повторює опис на стор. 59. Слід було один раз описати алгоритм, а потім на нього посылатися.

7. На стор. 62 і далі використано термін «“невдалий” алгоритм». Вважаю, що замість побутового слід було використати науковий підхід до термінологій. Наприклад, ввести математичний критерій, як це зроблено в формулі (2.39), а далі говорити про алгоритми, що відповідають, або не відповідають критерію (2.39).

8. Не зовсім зрозуміло, які інструментальні засоби та програмне забезпечення були використані для розробки запропонованої автоматизованої системи обробки УЗ зображень сонних артерій на основі еволюційних алгоритмів.

**Загальний висновок.** В цілому дисертаційна робота Махно Таїсії Олександрівни на тему «Автоматизована система обробки ультразвукових зображень сонних артерій на основі еволюційних алгоритмів» є завершеним,

цілісним, самостійно виконаним науковим дослідженням, містить елементи наукової новизни і важливі практичні результати, які є суттєвими для розвитку нових підходів інформаційних технологій до створення систем обробки ультразвукових зображень сонних артерій на основі еволюційних алгоритмів.

Подана робота за своїм змістом, рівнем наукових та методичних викладок, системністю досліджень, використанням математичного апарату та розробленими засобами відповідає рівню дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Вибрану тему дисертації належним чином розкрито, мету досягнуто, завдання в цілому виконані. Тема дисертації відповідає спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

Дисертаційна робота за своїм змістом відповідає вимогам відповідних пунктів «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», що висуваються до кандидатських дисертацій, а її автор – Махно Таїсія Олександрівна заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

**Офіційний опонент:**

Доктор технічних наук,

професор кафедри автоматичного управління в технічних системах

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут»

О.І. Ролік

Підпис засвідчую

Вчений секретар



А.А. Мельниченко