

ВІДГУК

офіційного опонента

Авруніна Олега Григоровича

на дисертаційну роботу **Фахса Мохамда Хассана**

**«СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В КАРДІОЛОГІЇ НА ОСНОВІ
МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ОСІ СЕРЦЯ»,**

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 123 – Комп'ютерна інженерія

Актуальність теми

Серцево-судинні захворювання призводять до більшості смертей у всьому світі, які становлять понад 80% випадків смерті внаслідок цих захворювань. Ефективний скринінг на ранній стадії є важливим для запобігання неправильного лікування та врятування життя пацієнтів. Для діагностики часто використовується аналіз електрокардіограми (ЕКГ). Із застосуванням цифрових електрокардіографів, автоматичний комп'ютерний аналіз став важливим етапом у медичній діагностиці. Однак обмежена продуктивність традиційних алгоритмів і неточність моделей допускають їх використання лише як допоміжний інструмент. Більшість отриманих біомедичних сигналів, зокрема ЕКГ, є сигналами з локально зосередженими ознаками, і їх морфологічний аналіз стає необхідним для отримання діагностичної інформації. Вчені з України та з-за кордону внесли значний внесок у розвиток методів обробки сигналів та біомедичних систем підтримки прийняття рішень в кардіології. Однак існуючі системи не завжди забезпечують необхідну достовірність прийняття рішень та мають лише допоміжний характер у діагностиці серцевих захворювань.

Таким чином, удосконалення методів морфологічного аналізу біомедичних сигналів та розробка українських біомедичних систем підтримки прийняття рішень є актуальною науково-практичною задачею для поліпшення ефективності електрокардіологічних досліджень та зменшення смертності від серцевих захворювань.

Дисертаційну роботу виконано на кафедрі комп'ютерної інженерії Національного технічного університету «Харківський політехнічний університет».

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Положення та висновки, наведені в дисертаційній роботі Мохамеда Хассана Фахса, в достатній мірі обґрунтовані як з наукового, так і з технічного поглядів. Обґрунтованість отриманих у роботі наукових положень, висновків і рекомендацій базується на використанні математичного апарату теорії цифрової обробки сигналів, теорії графів та теорії ймовірності, кластерному аналізу.

Дослідження виконані з використанням математичного апарату та сучасного комп'ютерного моделювання. Результати перевірені шляхом проведення практичних експериментів, що підтверджує обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність результатів теоретичних досліджень підтверджується результатами відповідних експериментальних досліджень.

Наукові результати застосовані під час розробки програмного забезпечення для знаходження аналітичних виразів твірної функції, ймовірності та середнього часу проведення електрокардіологічного дослідження за запропонованою структурною моделлю, а також програмного забезпечення для визначення електричної осі серця.

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

1. Одержали подальший розвиток методи системного аналізу, які полягають у побудові узагальненої моделі процесу електрокардіологічного дослідження у вигляді сукупності функціональної, інформаційної та структурної моделей, що дала змогу виділити основні джерела та потоки інформації, критичні етапи обробки діагностичної інформації з метою підвищення ефективності електрокардіологічного дослідження;

2. Вперше розроблено структурну модель електрокардіологічного дослідження у вигляді ймовірнісно-часового графа, за допомогою якої отримано аналітичні вирази, що описують процес вироблення діагностичних рішень у результаті електрокардіологічного дослідження при заданих початкових умовах, а також визначено критерії ефективності проведення електрокардіологічного дослідження, що дало змогу виконати аналіз та оптимізацію як усього процесу електрокардіологічного дослідження, так і окремих його етапів;

3. Вперше розроблено метод автоматичного визначення електричної осі серця, що заснований на обчисленні інтегрального сигналу за шістьма стандартними відведеннями від кінцівок і кластерному аналізі, що дало змогу підвищити ймовірність правильного обчислення положення електричної осі серця без необхідності проводити морфологічний аналіз електрокардіограми.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.

Результати дисертаційної роботи впроваджено у вигляді моделей, алгоритмів і програмних модулів для рішення задач підтримки прийняття рішень у біомедичних системах, що підтверджено актом про впровадження на кафедрі «Комп'ютерна інженерія та програмування» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» у науково-дослідній роботі й навчальному процесі під час вивчення дисциплін «Обробка сигналів і зображень», «Проектування комп'ютерних діагностичних систем», «Основи наукових досліджень», а також у курсових і дипломних роботах бакалаврів і магістрів за спеціальністю «Комп'ютерна інженерія» (м. Харків).

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основні наукові та практичні результати досліджень опубліковано в 25 наукових працях, серед яких: 4 статті в наукових виданнях України, 2 - в іноземних виданнях, що індексуються в наукометричній базі Scopus, 1 - у монографії, 18 публікацій у матеріалах міжнародних та українських наукових конференцій.

Участь здобувача у роботах, що опубліковані у співавторстві зазначена у дисертаційній роботі.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44.

Оцінка змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота ПБ складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, 5 додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, показана її наукова і практична цінність, сформульовані мета і задачі дослідження, які необхідно вирішити для її досягнення, описано зв'язок дисертації з науковими планами та темами, приведена апробація дисертаційної роботи і публікації.

В першому розділі розглянуто функціональну діагностику серцево-судинної системи, зосереджуючись на важливих методах, таких як електрокардіографія, добове моніторування ЕКГ по Холтеру та ехокардіографія, проаналізовано особливості побудови біомедичних систем підтримки прийняття рішень у кардіології, а також представлено алгоритм інтерпретації електрокардіограми.

Другий розділ присвячено розробці моделей процесу електрокардіологічного дослідження, зокрема визначається постановка задачі моделювання, висвітлюється процес створення функціональної, інформаційної та структурної моделей електрокардіологічного дослідження.

Третій розділ присвячений проблемам аналізу електрокардіограм у кардіологічних системах підтримки прийняття рішень та розробці методу автоматичного визначення електричної осі серця.

У четвертому розділі представлено експериментальні дослідження результатів моделювання. Розглядається розробка структурної схеми апаратно-програмного комплексу для проведення електрокардіологічного дослідження, а також аналіз результатів автоматичного пошуку електричної осі серця в нормі та при різних патологіях. Досліджуються ймовірно-часові характеристики процесу ЕКГ дослідження для різних типів моделей.

Висновки до розділів та за результатами роботи сформульовані чітко та відповідають змісту дисертаційної роботи.

Список використаних джерел 106 найменувань досить повний і включає вітчизняні та зарубіжні публікації.

Анотація відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває наукові результати та практичну цінність роботи.

Академічна доброчесність

Порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено.

Усі результати, які винесено автором на захист, отримані самостійно і містяться в опублікованих роботах. У роботах, опублікованих у співавторстві, використані тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистих наукових пошуків.

Дискусійні положення та зауваження до дисертаційної роботи

Позитивно оцінюючи подану на рецензування дисертаційну роботу, необхідно разом з тим відзначити наступні зауваження:

1) В першому розділі практично відсутні описи і критичний аналіз існуючих програмно-технічних засобів підтримки прийняття рішень в медицині.

2) В другому розділі не зазначено, який програмний засіб був використаний для створення діаграм при побудові функціональної та інформаційної моделей електрокардіологічного дослідження.

3) В третьому розділі запропонований метод автоматичного визначення електричної осі серця, в основу якого є побудова інтегрального сигналу за рахунок усереднення відведень. Було б доцільно виконати дослідження форми отриманого інтегрального сигналу для різних захворювань серцево-судинної системи.

4) В четвертому розділі порівняння результатів використання розробленого методу визначення електричної осі серця проводиться лише з висновками лікарів. Бажано було б порівняти з існуючими методами автоматичного визначення електричної осі серця.

5) Більшість пунктів висновків не мають характеру рекомендацій.

6) Не має підтвердженого впровадження результатів роботи у медичну практику.

Вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи, але й не прикрашають її. Дисертація є актуальною і має високу наукову цінність та практичну значущість.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Фахса Мохамеда Хассана «СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В КАРДІОЛОГІЇ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ОСІ СЕРЦЯ» за своїм змістом відповідає спеціальності 123 – Комп'ютерна інженерія. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, що

розв'язує важливу науково-практичну задачу, яка полягає в удосконаленні методів аналізу біомедичних сигналів із локально зосередженими ознаками з метою підвищення ефективності електрокардіологічного дослідження пацієнтів та зниження ризиків прийняття неправильних рішень у кардіологічних системах підтримки прийняття рішень.

Подана дисертаційна робота Фахса Мохамادا Хассана «СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В КАРДІОЛОГІЇ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ОСІ СЕРЦЯ» відповідає спеціальності 123 – «Комп'ютерна інженерія», відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6, 7, 8 і 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44, а здобувач Фахс Мохамад Хассан заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 – Комп'ютерна інженерія.

Офіційний опонент

завідувач кафедри біомедичної інженерії
Харківського національного університету
радіоелектроніки, доктор технічних наук,
професор

Олег АВРУНІН

Підпис Олега АВРУНІНА засвідчує

Учений секретар



Ігор МАГДАЛІНА

«27» листопада 2023 р.