

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора технічних наук, професора **Тимченка Олександра Володимировича** на дисертаційну роботу Шатного Сергія В'ячеславовича *«Інформаційна технологія обробки та аналізу кардіосигналів з використанням нейронної мережі»*, поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

Актуальність теми. На даний час питання підвищення точності діагностики захворювань серця і серцево-судинної системи набули особливого значення. Показники якості діагностики визначаються точністю ідентифікації електричної нестабільності джерел біопотенціалів, що являється основним параметром діагностики розвитку небезпечних хвороб, які характеризують циклічність роботи серцево-судинної системи. Сучасний розвиток інформаційних технологій дає можливість проводити ефективний аналіз кардіосигналів, зокрема їх форми, що відкриває нові можливості в діагностиці патологій, при виявленні електричної нестабільності сигналів, діагностиці загрозливих для життя порушень ритму електрокардіограми (ЕКГ).

Враховуючи викладене вище, дисертаційна робота Шатного С.В., яка присвячена створенню нових та вдосконаленню існуючих методів і засобів інформаційної технології обробки та аналізу кардіосигналів, що загалом забезпечує підвищення ефективності медичної діагностики та лікуванню серцево-судинних захворювань, є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана у межах наукових досліджень та науково-дослідних робіт з відомчої тематики (фундаментальні та прикладні теми), цільової фундаментальної тематики та наукових проєктів Національного університету водного господарства та природокористування:

1. «Підвищення ефективності обробки даних та захисту інформації в комп'ютерних системах», номер державної реєстрації 0117U001086, термін виконання 2017 – 2019 р.;
2. «Дослідження та удосконалення раціональної ресурсозберігаючої технології очищення підземних вод від сполук заліза для питного водопостачання», номер держреєстрації 0116U003758, 2016-2017 рр., Міністерство освіти та науки України, розроблена інформаційна технологія та спеціалізована комп'ютерна система обробки даних із використанням нейромережевих засобів;
3. «Інформаційно-аналітична система органічного землеробства та забезпечення екологічної стійкості ґрунтів», номер державної реєстрації 0120U000235, термін виконання 2020 р., Міністерство освіти та науки

України, розроблена інформаційна технологія класифікації графічних об'єктів із використанням нейронної мережі;

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі. Наукові положення, результати та висновки дисертаційної роботи загалом є достатньо обґрунтовані. Основні наукові положення представлені у вигляді структурно-функціональних схем і структурних блок-діаграмах, належним чином аргументовані. Автор в ході досліджень коректно використовує теорію математичного моделювання, системного аналізу, методи об'єктно-орієнтованого підходу при розробленні програмних засобів.

Достовірність та цінність результатів дисертаційної роботи підтверджена належною практичною їх апробацією та впровадженням, про що свідчать відповідні документи.

Наукова новизна отриманих результатів. Основними науковими результатами, що особисто отримані здобувачем, є наступне:

1. Вперше розроблено метод аналізу форми ЕКГ шляхом обрахунку амплітуди і тривалості виокремлених елементів P, Q, R, S, T із кардіокомплексів PQ, QRS, ST та визначення регулярності кардіосигналів відносно ізоелектричної лінії, що дає можливість підвищити точність аналізу та визначити супутні захворювання.

2. Покращено метод аналізу параметрів ЕКГ за допомогою здійснення розпаралелених обчислень із нормованими значеннями кардіоімпульсів, що скорочує час отримання результатів такого аналізу.

3. Удосконалено методи визначення максимальних значень кардіоімпульсів та фільтрування завад за рахунок використання частково-розпаралелених штучних нейронних мереж, що дало можливість підвищити швидкість виконання таких операцій.

4. Отримав подальший розвиток метод класифікації форми кардіосигналів за допомогою використання частково-розпаралеленої нейронної мережі, що дало можливість підвищити швидкість і точність класифікації ЕКГ.

Практичні результати роботи, їх рівень та ступінь впровадження. Застосування для попередньої обробки ЕКГ нейромережевих методів визначення найбільших/найменших за величиною сигналів та паралельної частотної фільтрації дає можливість зменшити загальний час обробки кардіосигналів більше, ніж на 30 %.

Використання методу класифікації форми кардіосигналів за допомогою нейронної мережі нечіткої теорії адаптивного резонансу дає змогу підвищити

точність визначення відхилень електрокардіограм від нормальних значень на 21,2 %.

Розроблена інформаційна технологія дає можливість підвищити швидкість та рівень автоматизації опрацювання форми ЕКГ, зменшити енергоспоживання порівняно з іншими аналогічними системами на 37%.

Отримані теоретичні та практичні результати дисертаційної роботи використані у науково-дослідному відділі Національного університету водного господарства та природокористування м. Рівне, в Рівненській міській дитячій лікарні, Обласному лікувально-діагностичному центрі м. Рівне та впроваджені у навчальний процес кафедрою обчислювальної техніки Національного університету водного господарства та природокористування. Впровадження отриманих результатів досліджень підтверджено відповідними актами.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основні результати дисертаційного дослідження опубліковані у 22 наукові праці, серед них 2 статті у міжнародних виданнях, 4 статті у фахових виданнях України, та 16 публікацій у матеріалах конференцій, 7 з яких входять до міжнародної наукометричної бази Scopus.

Проведений аналіз сукупності наукових та практичних результатів дисертаційної роботи Шатного С.В. дає можливість зробити висновок про їх цілісність і засвідчує особистий внесок автора.

Оцінка основного змісту дисертації та її структури. Дисертація складається зі вступу, 4-х розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 174 сторінки, у тому числі 145 сторінок основного тексту, 53 рисунки та 15 таблиць, список використаної літератури налічує 121 бібліографічне найменування. Дисертація містить 7 додатків, розміщених на 15 сторінках.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, показано зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами, сформульовано мету, основні завдання, об'єкт та предмет досліджень, визначено наукову новизну роботи і практичне значення отриманих результатів. Подано відомості про апробацію результатів роботи, особистий внесок автора та його публікації.

У першому розділі дисертації проаналізовано сучасний стан та тенденції розвитку існуючих інформаційних технологій обробки біомедичних сигналів, у тому числі сигналів електрокардіограм. Вирізнено особливості обробки та аналізу біосигналів, зокрема кардіосигналів. Висвітлено особливості, переваги та обмеження існуючих підходів, методів та засобів, поставлено задачу дисертаційного дослідження.

У другому розділі дисертаційної роботи розроблена структурна схема інформаційної технології обробки кардіосигналів, представлено метод та

результати попередньої обробки кардіосигналів за рахунок використання нейронних мереж для визначення максимальних значень та фільтрування кардіосигналів.

У третьому розділі роботи розроблено метод аналізу та класифікації форми кардіосигналу шляхом визначення амплітуди, тривалості окремих сегментів P, Q, R, S, T та визначення регулярності ЕКГ відносно ізоелектричної лінії. Запропоновано метод та результати класифікації форми кардіосигналу за допомогою використання частково- розпаралеленої нейронної мережі.

У четвертому розділі розроблено структуру програмно-апаратного забезпечення інформаційної технології обробки кардіосигналів, представлені програмні та апаратні реалізації засобів оброблення, показані результати обробки та аналізу сигналів електрокардіограми.

У висновках сформульовані результати дисертаційної роботи.

Список використаних джерел є достатньо інформативним, містить велику кількість вітчизняних і закордонних публікацій, достатньо повно охоплює предметну область.

У додатках наведено структуру інформаційної системи, блок-діаграми підпрограми опрацювання сигналів ЕКГ, коди та результати імітаційного моделювання, акти впровадження результатів дисертаційної роботи.

Відповідність дисертації та автореферату встановленим вимогам. За своєю структурою, обсягом і оформленням дисертація та автореферат відповідають чинним вимогам, що встановлені до кандидатських дисертацій.

Автореферат не містить інформації, яка не відображена у самій роботі, та за змістом ідентичний основним положенням, що викладені у дисертації.

Недоліки та зауваження до роботи:

1. В розділі 1 (п.1.4.1. Аналіз окремих елементів електрокардіограми, с.38) необхідно вказати категорії серцево-судинних захворювань, за якими класифікують форму електрокардіограми та описати артефакти кардіограми які можуть вплинути на точність класифікації та аналізу.

2. У п.2.2 (стор.44) проведено вибір математичного апарату для штучної нейронної мережі теорії адаптивного резонансу з метою проведення класифікації форми електрокардіограми. Однак не вказано передумови такого вибору.

3. Інформаційна модель автоматизованої системи обробки медичних даних та аналізу кардіосигналів, зокрема розроблена інформаційна технологія (подана на рис.2.1) вимагає більш детального обґрунтування та пояснення.

4. У таблиці 3.2, с.96 порівняння швидкодії роботи нейронної мережі нечіткої теорії адаптивного резонансу при паралельному та послідовному обрахунку значень опущено опис ряду параметрів.

5. Доцільно провести порівняння окремих етапів попередньої обробки кардіосигналів, що ускладнює сприйняття висновку про вдосконалення системи для підвищення швидкодії окремих кроків опрацювання та аналізу кардіосигналів. Фраза «завдяки своїй простоті та достовірності, всі цілі коефіцієнти цифрових фільтрів смуги частот можуть бути використані для видалення шумів» на с. 102 на жаль не має логічного пояснення.

6. Висновки по розділах занадто короткі і скоріше не є висновками, а констатацією зроблених досліджень.

Висновки

Дисертаційна робота Шатного С.В. є завершеною науковою працею, яка розв'язує актуальне наукове завдання розроблення інформаційної технології обробки та аналізу кардіосигналів з використанням нейронної мережі та відповідає спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

Автореферат відповідає змісту дисертації та оформлений згідно з вимогами.

За актуальністю, отриманими науковими результатами та практичною цінністю дисертаційна робота відповідає вимогам пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», а її автор Шатний Сергій В'ячеславович заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент

професор кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Української академії друкарства,

доктор технічних наук, професор

О.В.Тимченко

Підпис д.т.н., проф. Тимченка О.В. засвідчую

Вчений секретар УАД,

к.т.н., доцент



З.М. Сельменська