

ВІДГУК

офіційного опонента
на дисертаційну роботу Філатової Ганни Євгенівни
«Методи та засоби підтримки прийняття рішень в біомедичних системах на
основі морфологічного аналізу біомедичних сигналів та зображень»,
подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 05.11.17 – біологічні та медичні прилади і системи

Актуальність. Вдосконалення систем обробки біомедичних сигналів та зображень з діагностичною метою є одним з основних напрямків розвитку сучасних медико-інженерних досліджень та є вимогою для підвищення якості медичного обслуговування. Інтерес до них оснований на загальних тенденціях до комп'ютеризації медицини, недостатній діагностичній цінності цифрових біомедичних сигналів та зображень, відсутності відповідних систем підтримки прийняття рішень, можливостях скорочення часу та підвищення ефективності інструментальних обстежень пацієнтів.

В дисертаційній роботі ставиться і вирішується важлива науково-практична проблема якості діагностики захворювань фізіологічних систем організму людини, що вирішується шляхом підвищення ефективності функціонування систем обробки та аналізу біомедичних сигналів та зображень, а також підтримки прийняття рішень лікарем.

Незважаючи на високий рівень сучасних медичних діагностичних технологій, досі спостерігається значна кількість помилок на етапі діагностики. Таким чином, розвиток теоретичних основ і засобів підтримки прийняття рішень при проектуванні біомедичних систем на основі морфологічного аналізу біомедичних сигналів та зображень є надзвичайно актуальною задачею, що забезпечить підвищення якості інструментального обстеження пацієнтів.

Отже, тема дисертаційної роботи є актуальною, а проблема, піднята в ній, потребує свого вирішення. Актуальність дисертаційного дослідження підтверджується також і тим, що воно було проведено у відповідності з планами науково-дослідних робіт НТУ «ХПІ» і виконувалось в межах держбюджетної науково-дослідної роботи кафедри обчислювальної техніки та програмування НТУ «ХПІ» «Розробка теорії і методів структурної ідентифікації при проектуванні комп'ютерних систем медичної діагностики» (номер держреєстрації 0104U003361); «Розробка теорії і методів побудови інтелектуальних медичних систем на основі структурної ідентифікації» (номер держреєстрації 0107U000599); «Розробка теорії і методів побудови інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень в медицині на основі синтезу структурованих моделей» (номер держреєстрації 0110U001246); «Розробка інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень для діагностики, управління та оптимізації технічних і біотехнічних об'єктів» (номер держреєстрації 0113U000449); госпдоговірної теми «Програмний модуль морфологічного аналізу мамограм на основі нелінійної фільтрації цифрових півтонових зображень» (номер держреєстрації 0115U001307).

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих в дисертації.

Дисертаційна робота Філатової Г. Є. присвячена розробці теоретичного, математичного, алгоритмічно-програмного та методичного забезпечення інформаційних технологій підтримки прийняття рішень в системах аналізу біомедичних сигналів та зображень на основі їх морфологічного аналізу.

У вступі автором, відповідно до чинних вимог, представлено загальну характеристику роботи, визначено наукову проблему, якій присвячена дисертація, та обґрунтована її актуальність, вказано на зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет дослідження, наукову новизну та практичну цінність одержаних результатів, особистий внесок здобувача; наведено дані про методи досліджень, апробацію, наукові публікації за темою роботи та загальну структуру дисертації.

У першому розділі проведено аналіз існуючого стану проблеми створення біомедичних систем підтримки прийняття рішень на основі морфологічного аналізу біомедичних сигналів та зображень. Розглянуто особливості побудови біомедичних систем підтримки прийняття рішень, досліджена структура медичної інформації, проаналізовано особливості її обробки, в т. ч. методи цифрової обробки біомедичних сигналів та зображень. Здійснено огляд методів морфологічного аналізу біомедичних сигналів та зображень. На основі зібраних даних була сформульована мета і задачі дисертаційного дослідження.

Другий розділ присвячений формалізації задачі морфологічного аналізу біомедичних сигналів та зображень. Розроблено узагальнену модель процесу інструментального обстеження пацієнта на основі функціональної, інформаційної, структурної та математичної моделі інструментального обстеження. Формалізовано задачу узгодженої морфологічної фільтрації біомедичних сигналів та зображень. Здійснено розробку і дослідження засобу морфологічної півтонової фільтрації на основі локальних статистичних даних.

У третьому розділі проводиться розроблення методу морфологічного аналізу біомедичних сигналів з локально зосередженими ознаками. Для цього проведена формалізація задачі морфологічного аналізу біомедичних сигналів, визначено недоліки відповідних існуючих моделей і методів. Досліджено морфологічний аналіз біомедичних сигналів на основі моделей корисного одновимірному сигналу та різних методів перетворення. Проведено морфологічний аналіз біомедичних сигналів з локально зосередженими ознаками на основі узгодженої морфологічної фільтрації. Розглянуто критерій оцінки якості морфологічного аналізу на основі фільтра узгодженої морфології. Розроблена система альтернативних діагностичних ознак при морфологічному аналізі біомедичних сигналів та проведена візуалізація їх структурних елементів у альтернативному просторі ознак.

В четвертому розділі проведено розроблення методу морфологічного аналізу рентгенологічних зображень з локально зосередженими ознаками. Для цього здійснена формалізація задачі морфологічного аналізу біомедичних зображень з локально зосередженими ознаками, при цьому розглядаються моделі

двовимірного корисного сигналу. Здійснено розробку методу підвищення якості візуалізації біологічних об'єктів на рентгенологічних зображеннях, оснований на морфологічному аналізі зображень, при чому підвищується якість зображень та чіткість переходу «тканина-фон» на зображенні. Розглянута методика оцінки якості цифрових півтонових рентгенівських зображень. Проведено оптимізацію параметрів методу підвищення якості візуалізації біологічних об'єктів на рентгенологічних зображеннях IMRI.

П'ятий розділ присвячено питанням реалізації біомедичної системи підтримки прийняття рішень при аналізі біомедичних сигналів та зображень. При цьому проведено аналіз засобів створення програмного забезпечення біомедичних інформаційних систем та вибрано оптимальну платформу, розглянуто способи проектування складних систем та здійснено проектування біомедичної системи підтримки прийняття рішень на основі морфологічного аналізу біомедичних сигналів та зображень з локально розподіленими ознаками в середовищі MatLab, розроблені відповідні UML-діаграми.

У шостому розділі описано процеси апробації розроблених методів та засобів підтримки прийняття рішень в медичній інформаційній системі. Проведено дослідження методу морфологічного аналізу біомедичних сигналів з локально зосередженими ознаками, методу морфологічного аналізу біомедичних зображень з локально зосередженими ознаками на основі фільтрації узгодженої морфології, методу підвищення якості візуалізації рентгенівських зображень, зокрема мамограм. Оцінено загальну ефективність проведення інструментального обстеження пацієнтів з використанням біомедичних систем підтримки прийняття рішень, що показало досягнення мети дисертаційної роботи та підтвердило науковий та практичний результат досліджень.

У додатках наведені акти впровадження результатів роботи, наведено статистичні характеристики цифрових мамограм та результати оцінки їх якості, наведено приклади підвищення якості рентгенівських зображень та інші довідкові матеріали.

В цілому текст дисертації викладений логічно і послідовно, теоретичні положення обґрунтовані і в більшості випадків підтверджені експериментально. Кожен із шести розділів має свою специфіку та призначення, і в той же час сприяє загальному розвитку систем підтримки прийняття рішень при аналізі біомедичних сигналів та зображень з локально розподіленими ознаками, що є свідченням цілісності і завершеності роботи. Всі викладені в роботі положення і висновки є цілком достовірними та обґрунтованими.

Таким чином дисертаційна робота Філатової Г. Є. є завершеним науковим дисертаційним дослідженням, яке написано професійною мовою. Зміст дисертації, структура та послідовність розв'язання поставлених задач цілком відповідають її темі та меті.

Наукова новизна одержаних результатів:

- вперше розроблено математичну за узагальнену моделі інструментального обстеження пацієнта у вигляді сукупності діагностично значимих даних про пацієнта та взаємозв'язків між ними, що дозволило формалізувати задачу морфологічного аналізу біомедичних сигналів та

зображень, а також визначити подальший напрям досліджень;

- вперше здійснено формалізацію задачі узгодженої морфологічної фільтрації біомедичних сигналів та зображень з локально розподіленими ознаками, що дозволило визначити шляхи і технології підвищення якості обробки відповідних сигналів та зображень;

- вперше розроблено модель і структуру півтонового морфологічного фільтру на основі локальних статистик двовимірних сигналів, застосування якого забезпечує як приглушення шумів, так і морфологічний аналіз відповідних сигналів та зображень;

- вперше розроблено метод морфологічного аналізу біомедичних сигналів та зображень, в основі якого лежить узгоджена морфологічна фільтрація, і який забезпечує виявлення структурних елементів відповідних сигналів з локально розподіленими ознаками при застосуванні різних моделей корисного сигналу;

- вперше запропоновано і обґрунтовано представлення структурних елементів біомедичних сигналів з локально зосередженими ознаками в альтернативному просторі ознак при морфологічному аналізі сигналів у вигляді годографів, що підвищує інформативність результуючих даних за рахунок візуалізації додаткових структурних елементів сигналу, які опускаються при класичній медичній діагностиці, але дозволяють більш повно оцінити стан відповідної фізіологічної системи пацієнта.

Практична цінність роботи сформульована наступним чином:

1. В роботі розроблені алгоритми обробки біомедичних сигналів та зображень, засновані на розроблених в дисертації нових високоефективних методах фільтрації, аналізу та візуалізації біомедичних даних.

2. Розроблено програмне забезпечення морфологічного аналізу біомедичних сигналів з локально зосередженими ознаками на основі моделі одновимірного корисного сигналу.

3. Розроблено програмне забезпечення візуалізації структурних елементів біомедичних сигналів в альтернативному просторі ознак при їх морфологічному аналізі.

4. Розроблено програмне забезпечення підвищення якості візуалізації цифрових рентгенівських зображень (зокрема мамограм) на основі морфологічного аналізу зображень з локально зосередженими ознаками.

5. Розроблена структура та діаграми функціонування системи підтримки прийняття рішень на основі морфологічного аналізу біомедичних сигналів та зображень з локально зосередженими ознаками.

Результати дисертаційної роботи впроваджені в ДП АТ «НДІ радіотехнічних вимірювань «Радмір», ТОВ «Компанія TREDEX», ДУ «Інститут медичної радіології ім. С. П. Григор'єва НАН України», Комунальній установі охорони здоров'я «Центр екстреної медичної допомоги та медицини катастроф», а також в навчальний процес кафедри обчислювальної техніки та програмування НТУ «ХП».

Повнота викладення результатів в опублікованих роботах.

Висунуті і сформульовані в дисертації наукові положення, висновки і рекомендації є новими, достовірними і достатньо обґрунтованими. В цілому дисертаційна робота та автореферат оформлені у відповідності з чинними в Україні вимогами до цих документів.

Автореферат розкриває суть і зміст дисертаційної роботи, основні наукові положення, практичну цінність і висновки.

Тематика дисертації, її форма і зміст відповідають паспорту спеціальності 05.11.17 – біологічні та медичні прилади і системи.

За матеріалами дисертації опубліковано 64 праці, з них 18 статей у спеціалізованих фахових виданнях України, 4 статті в закордонних виданнях, 1 свідоцтво України про реєстрацію прав автора на твір – комп'ютерну програму, 35 матеріалів і тез доповідей на конференціях та з'їздах, 1 навчальний посібник з грифом МОН України. Представлені публікації в достатній мірі відображають зміст дисертаційної роботи.

Такий висновок, у сукупності із матеріалом, викладеним у дисертаційній роботі та авторефераті, дозволяють вважати одержані Філатовою Г.Є. в дисертації наукову новизну та практичну значимість отриманих результатів обґрунтованими і достовірними.

Зауваження до змісту дисертації і автореферату.

1. При обґрунтуванні актуальності не наведено цифрових статистичних даних – який відсоток зображень в існуючих біомедичних інформаційних системах виявляються діагностично непридатними, які ризики постановки неправильного діагнозу, показники ефективності інструментальних обстежень.

2. На мою думку, в пункті 2 наукової новизни доречніше було б говорити про вперше побудовану узагальнену модель процесу інструментального обстеження у вигляді сукупності структурної, функціональної, інформаційної та математичної моделей обстеження, а не про розвиток методів системного аналізу.

3. Пункти 1 і 6 наукової новизни, на мою думку, не достатньо конкретизовані. Варто більш детально обґрунтувати їх новизну.

4. Опис особистого внеску здобувача у вступі дисертації не прив'язаний до конкретних публікацій. Хоча в списку праць автора в авторефераті особистий внесок визначений для кожної публікації, написаної в співавторстві.

5. З тексту дисертації не зрозуміло, чи затверджена методика проведення інструментального обстеження, розглянута в підрозділі 2.1.

6. В тексті дисертації не зазначено, що при побудові моделей інструментального обстеження був використаний програмний засіб для створення функціональних моделей і діаграм All Fusion Process Modeller.

7. Граф на рис. 2.9 дисертації навряд чи можна назвати структурною моделлю, натомість рекомендую використовувати термін «структурна схема».

8. Порівняння результатів використання розробленого півтонового фільтра проводиться лише з фільтрами Вінера та медіанним фільтром. Чому не розглядалися інші відомі фільтри (Гауса, Собела, Габора, лапсасіан тощо)?

9. При описі практичної цінності отриманих результатів зазначено, що в роботі розроблена структура апаратно-програмного комплексу реалізації біомедичної СППР, однак в тексті дисертації розглядається лише програмна реалізація системи підтримки прийняття рішень.

10. Склалося враження, що при розробці алгоритмічно-програмного забезпечення запропонованої в роботі системи не передбачено захист від несанкціонованого доступу до відповідних біомедичних даних.

11. В дисертації недостатньо конкретно описано модуль підтримки прийняття рішень. Вважаю, що слід було присвятити окремий підрозділ критеріям прийняття рішень системою та вибору відповідних діагностичних висновків.

12. Нажаль, в розділі 1 практично відсутні описи і критичний аналіз існуючих програмно-технічних засобів підтримки прийняття рішень в медицині.

Висновки, щодо відповідності дисертації встановленим вимогам.

1. Дисертаційна робота є завершеною науковою працею, в якій отримано нові науково-обґрунтовані теоретичні та експериментальні результати, що у сукупності є суттєвими для розвитку систем підтримки прийняття рішень при обробці та аналізі біомедичних сигналів та зображень. Робота відповідає вимогам до дисертаційних робіт, які визначено у пунктах 9, 10, 12 «Порядку присудження наукових ступенів».

2. Робота виконана за актуальною темою. Її зміст та одержані результати відповідають паспорту спеціальності 05.11.17 – біологічні та медичні прилади і системи.

3. Дисертаційна робота та автореферат за структурою, змістом та оформленням в основному відповідають встановленим вимогам до дисертацій та авторефератів дисертацій.

4. Результати дисертаційного дослідження в достатньому обсязі викладено в опублікованих працях та впроваджено в практику.

5. Зміст автореферату є ідентичним основним положенням дисертації.

6. Зазначені зауваження до дисертації не знижують наукової й практичної цінності роботи.

Таким чином, Філатова Ганна Євгенівна заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.11.17 – біологічні та медичні прилади і системи.

Офіційний оцінювач,
завідувач кафедри
біомедичної інженерії
Вінницького національного
технічного університету,
доктор технічних наук, професор



С. М. Злепко

