

УДК 621.372.061

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ЕКГ – ДІАГНОСТИКИ СЕРЦЕВО-СУДИННИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ПОГОДЖЕНОЇ НОРМАЛІЗОВАНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ

Литвиненко О.О., Якубенко О.А.

Аналіз подібності та відмінності між сигналами, їх графоелементами та чисельна оцінка таких відмінностей мають велике значення при розв'язанні задачі класифікації. Це вірно і для електрокардіограм (ЕКГ), за якими встановлюють норму та патологію [1-8] серцевої діяльності людини.

Методи класифікації образів, що існують сьогодні, можна умовно розділити на дві великі групи: імовірнісні та детерміновані [9,10]. Оскільки сигнали ЕКГ мають не детермінований характер і кардіограму слід розглядати як сигнал репетиційний (зі зміною $R - R$ інтервалу з часом, графоелементів, інтервалів між графоелементами і т. ін.), то доцільним виявляється використання саме імовірнісних методів класифікації. Серед імовірнісних методів найбільш широкое застосування одержали методи, пов'язанні із обчисленням математичних очікувань, дисперсій та кореляційних функцій досліджуваних сигналів, внаслідок їх простоти, наочності і (порівняно з методами оцінки щільності ймовірностей) малої трудомісткості. Серед таких методів широкого розповсюдження набули методи погодженої фільтрації [11,12]. Одним з напрямків погодженої фільтрації, застосування якого у практиці є ефективним для пошуку певних графоелементів серед інших детермінованих сигналів є методи нормалізованої та нормальної погодженої фільтрації [13–17], можливість застосування яких для розв'язання задачі класифікації ЕКГ і розглядається в даній роботі.

Постановка задачі та методика розрахунків

Ідея методу нормальної фільтрації полягає в створенні дискретного ортогонального перетворення, перша трансформанта якого співпадає з еталонним сигналом [13,17]. При цьому спектр такого перетворення (з дійсним ядром) для еталонного сигналу містить лише одну ненульову першу трансформанту. Відхилення графоелементів досліджуваних сигналів від еталону призводять до появи в спектрі додаткових трансформант і чисельно такі спотворення можна оцінити коефіцієнтом трансформант [13], а ступінь співпадіння – зворотною до коефіцієнта трансформант гостротою [16]. Детально ця методика описана в [14], тому в даній роботі розглянемо лише чутливість методики до змін графоелементів ЕКГ.

Результат нормалізації

Оцінку чутливості проведемо за допомогою порівняння ЕКГ «здорової» людини (рис. 1а) та такої, що знаходиться в передінфарктному стані (рис 1б).

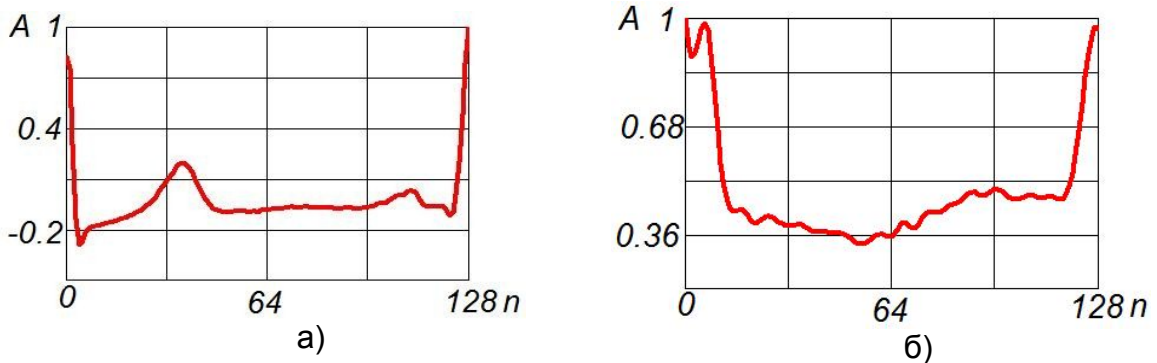


Рис. 1. ЕКГ «здорової» людини (а), та людини, що знаходиться в передінфарктному стані (б). A – нормоване значення амплітуди сигналу, а n – кількість відліків.

Використовуючи рівняння нормального ортогонального перетворення $\bar{X}_\xi = \bar{W}_N \times \bar{X}_t$ (де \bar{W}_N – матриця (дискретний ортогональний оператор) нормального перетворення; \bar{X}_t – вхідний сигнал; \bar{X}_ξ – спектр дискретного нормального перетворення), отримуємо спектр нормального перетворення. Перша трансформанта нормального перетворення є такою, що співпадає з ідеалізованою ЕКГ (рис. 2). Спектри нормального перетворення ЕКГ «здорової» людини, та такої, що знаходиться в передінфарктному стані, відповідно наведено на рис.3а та рис.3б.

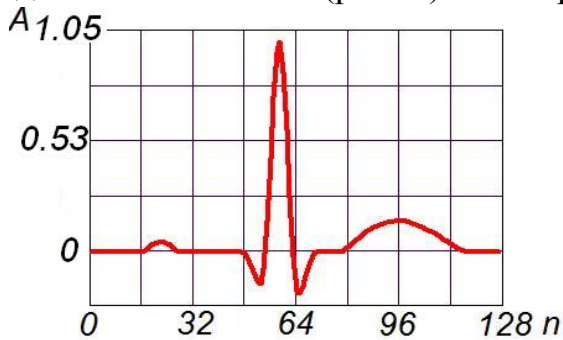


Рис. 2. Ідеалізована ЕКГ здорової людини. A – нормоване значення амплітуди сигналу, n – кількість відліків.

Видно суттєві відмінності цих спектрів. Розрахувавши коефіцієнти трансформанта для «здорової» $Ktz = 0,957$ та хворої $Kt = 2,655$ людини, отримаємо відповідні значення гострот $Kz=1.045$ та $Kz = 0.337$. Таким чином, чим менше коефіцієнт трансформанта, тим менше в ЕКГ проявляється патологія (можна говорити що людина здорова, і не потребує зайвих обстежень, пов'язаних з хворобою серця). Відповідно, чим більше коефіцієнт трансформанта – тим більше ймовірність захворювання серця.

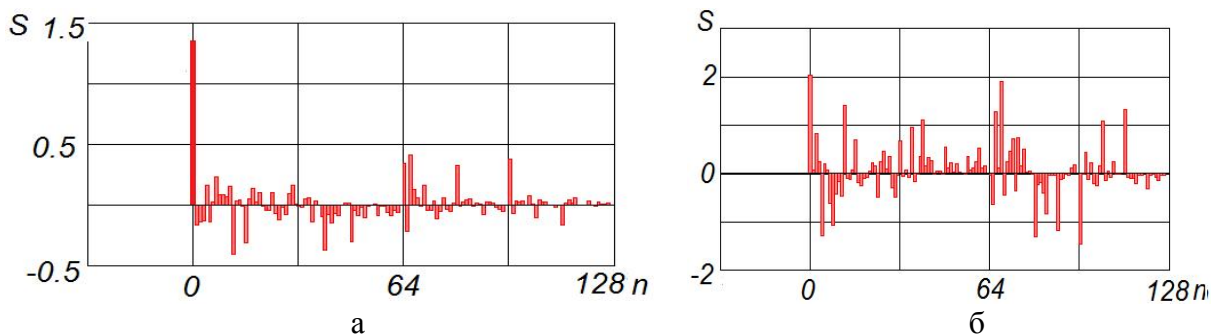


Рис. 3. Спектр нормального перетворення «здорової» людини (а), та людини, що знаходиться в передінфарктному стані (б). S – нормоване значення амплітуди спектру сигналу, n – кількість відліків.

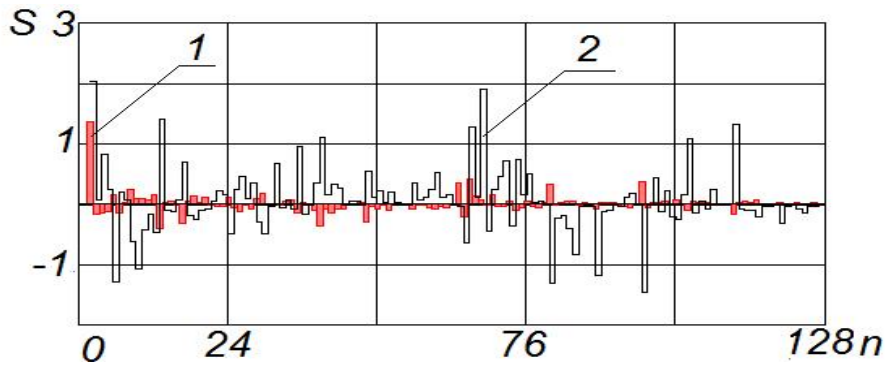


Рис. 4. Спектри сигналів для «здорової» (1) та хворої (2) людини»

На основі одержаних результатів можна зробити наступні висновки:

1. Метод нормального перетворення є достатньо чутливим для порівняння одержаних ЕКГ з нормою і патологією.

2. Метод є перспективним для створення математичного програмного забезпечення розв'язання задачі класифікації, для чого слід зробити оцінку (обчислити математичні очікування та дисперсії) нормальних та патологічних ЕКГ для всіх використовуваних в медичній практиці відведень та кореляцію між сигналами таких відведень. Статистичний аналіз слід проводити як для кожного окремого пацієнта, так і для «усередненого» по ансамблю пацієнта.

Література

1. Недошивин А. О., Ванштейн А. Б., Кутузова А. Э. и др. Сердечная недостаточность в практике врачей-кардиологов специализированного стационара и амбулаторно-поликлинических учреждений Санкт-Петербурга // Сердечная недостаточность. – 2002. – Т. 3. – № 2. – С. 65-68.
2. Рекомендації Української Асоціації кардіологів з діагностики, лікування та профілактики хронічної серцевої недостатності у дорослих // Укр. кардіол. журн. – 2006. – № 4. – С. 114-121.
3. Рекомендації Української Асоціації кардіологів з діагностики, лікування та профілактики хронічної серцевої недостатності у дорослих // Укр. кардіол. журн. – 2006. – № 5. – С. 107-117.
4. Робоча група Українського наукового товариства кардіологів. Класифікація хронічної серцевої недостатності. Рекомендації з лікування хронічної серцевої недостатності. – К.: Четверта хвиля, 2002. – 20 с.
5. «УСПЕХИ СОВРЕМЕННОЙ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ», №2, 2008 г. Применение вейвлет-анализа ЭКГ для диагностики пароксизмальной фибрилляции предсердий человека. Войтикова М. В., Войтович А. П.
6. Суворов А. В. Клиническая электрокардиография. – Нижний Новгород: – Изд-во НМИ, 1993. 124 с.
7. Митина И. Н., Бондарев Ю. И. Неинвазивная ультразвуковая диагностика врожденных пороков сердца. - : - Изд-во Видар, 2004. -304 с.
8. Расшифровка ЭКГ Хаутон Эндрю Р., Грей Дэвид Расшифровка ЭКГ: Практическое руководство. Изд.: Медицина – Казань - , 2001 г
9. Вентцель Е. С. Теория вероятностей: Учеб. для вузов. - 6-е изд. стер. - М.: Высш. шк., 1999. - 576 с.: ил.
10. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Учеб. пособие для вузов. Изд. 7-е, стер. – М.: Высш.шк., 1999. – 479 с.: ил.
11. Финк Л.М. Теория передачи дискретных сообщений.М.: Сов. радио, 1970, 728 с.

12. Ян И. Нелинейные согласованные фильтры для анализа различий. // Радиоэлектроника. – 1999. - №6. – С.51-58. (Изв. вузов).
13. Рибін О.І., Ніжебецька Ю.Х. Нормальне дискретне перетворення//Вісник НТУУ «КПІ». – Сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2008. – Вип.37. – С. 8 – 15.
14. Рибін О.І., Ніжебецька Ю.Х. Алгоритм формування матричного оператора дискретного ортогонального перетворення//Вісник НТУУ «КПІ». – Сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2008. – Вип.37. – С. 8 – 15.
15. Рыбин А.И. Нормализация дискретных ортогональных преобразований тестовым сигналом// Радиоэлектроника. – 2004. – №7. – С.39-46. (Изв. вузов).
16. Рыбин А.И., Мельник А.Д. Согласованная нормализованная фильтрация сигналов//Радиоэлектроника. – 2008. - №2. – С.77-80. (Изв. вузов).
17. Ніжебецька Ю.Х., Рибін О.І., Ткачук А.П., Шарпан О.Б. Нормальне дискретне перетворення сигналу довільної форми // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2008. – №4. – С.34 – 40.

Литвиненко О.О., Якубенко О.А. Вдосконалення методики ЕКГ – діагностики серцево-судинних захворювань за рахунок використання погодженої нормалізованої фільтрації. Розглянута чутливість нормального перетворення для чисельної оцінки відхилень графоелементів електрокардіограм. Проведено аналіз ЕКГ за допомогою застосування цього перетворення. Показано, що в результаті використання нормально-го перетворення, сигнали, що досліджувались, мали суттєві відмінності, які можна застосувати в подальшому з метою діагностування

Ключові слова: ЕКГ-діагностика, погоджена нормалізована фільтрація

Литвиненко О.А., Якубенко А.А. Улучшение методики ЭКГ – диагностики сердечно-сосудистых заболеваний за счет использования согласованой нормализованой фильтрации. Рассмотрена чувствительность нормального преобразования для числовой оценки отклонений графоэлементов электрокардиограмм. Проведен анализ ЭКГ с помощью этого преобразования. Показано, что в результате использования нормального преобразования, рассматриваемые сигналы имели существенные изменения, которые возможно использовать с целью диагностики

Ключевые слова: ЭКГ-диагностика, согласованная нормальная фильтрация

Litvinenko O.A., Jakubenko A.A. Improvement of a technique ECG - diagnostics cardiovascular heart diseases at using of a congruence normal filtration. The sensitivity of normal transformation for a numerical estimation of deviations electrocardiogram is considered. The analysis ECG with the help of this transformation is carried out. Is shown, that as a result of use of normal transformation the considered signals had essential changes, which are possible for using with the purpose of diagnostics

Key words: ECG – diagnostic, congruence normal filtration