

можливість (після виключення з розкладу цих ділянок) підвищити точність аутентифікації. В процесі нормування було відмічено, що динамічний підпис людини має різко виражену сегментну структуру. Врахування цього дозволить детальніше описати об'єкт дослідження та підвищити точність обробки компонент динамічних підписів, а відповідно і точність процесу аутентифікації в цілому.

Література

1. Иванов А.И. Биометрическая идентификация личности по динамике подсознательных движений. – Пенза: Узд. Пензенского государственного университета. - 2000 – 188с.
2. Бойко І., Луценко С., Луцків А. Математичне моделювання та статистичні методи обробки динамічного підпису для задач аутентифікації особи в інформаційних системах // Електроніка та системи управління. – К.: НАУ. – 2006. – №2(8). – с.27–37.
3. Луцків А.М. Алгоритм роботи системи аутентифікації особи за динамічно введеним підписом//Проблеми інформації та управління. К.: НАУ. - 2006.– №1–с.111–117.
4. Мельник А.Д., Рибін О.І. Нормалізація тестового сигналу із збереженням еквідистантного кроку дискретизації// Вісник НТУУ «КПІ». Серія Радіотехніка, Радіоапаратуробудування. – 2007. – Вип. 34. – с.24–29.
5. Рыбин А.И., Шарпан О.Б., Григоренко Е.Г., Сакалош Т.В. Коэффициенты трансформант нормализованных ортогональных преобразований и диагностика пульсограмм// Вісник НТУУ «КПІ». Серія Приладобудування. – 2005. – Вип. 30. – с.148– 156.
6. Рибін О.І., Ніжебецька Ю.Х. Нормальне дискретне ортогональне перетворення // Вісник НТУУ «КПІ». Серія Радіотехніка. Радіоапаратуробудування. 2008. Вип. 37. с.8.

Рибін О.І., Ніжебецька Ю.Х., Луцків А.М. Аутентифікація особи за динамічно введеним підписом з використанням нормального перетворення. Запропоновано алгоритм аутентифікації особи за динамічно введеним підписом, побудований на базі нормального перетворення.

Ключові слова: аутентифікація, динамічно введений підпис, нормальне перетворення, ортогональне перетворення, алгоритм.

Рыбин А.И., Нижебецкая Ю.Х., Луцкив А.М. Аутентификация особы по динамически введённой подписи при использовании нормального преобразования. Предложен алгоритм аутентификации особы по динамически введённой подписи, построенный на базе нормального преобразования.

Ключевые слова: аутентификация, динамически введённая подпись, нормальное преобразование, ортогональное преобразование, алгоритм.

Ribin O.I, Nizhebetska Y.Kh., Lutskiy A.M. Authentication of person on the dynamically entered signature at the use of normal transformation. The algorithm of authentication of person on the dynamically entered signature, built on the base of normal transformation is offered.

Keywords: authentication, dynamically entered signature, normal transform, ortogonal transform, algorithm.

УДК 621.372.061

АНАЛІЗ КАРДІОГРАМ МОДИФІКОВАНИМ МЕТОДОМ КАРУНЕНА-ЛОЕВА

Литвиненко О. О.

В сучасній медицині та техніці одним з пріоритетних напрямків є розв'язання задачі класифікації сигналів. Сьогодні існує широкий та різ-

номанітний спектр методів класифікації, що відрізняються особливостями використання математичного апарату та набором критеріїв, за якими відбувається оцінка ступеня подібності та розбіжності між досліджуваними сигналами. При цьому велике значення має оцінка надійності та чутливості методів класифікації.

Теоретичні положення

Модифікований метод Карунена – Лоева для розв’язання задачі класифікації кардіограм, полягає в оцінці умовної імовірності приналежності досліджуваного сигналу \tilde{S}_i до певного класу ω_i , вважаючи, що N – вимірна щільність імовірностей для N відліків цього сигналу розподілена за нормальним законом [5-8]

$$P\left(\tilde{S}_i/\omega_i\right) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{N}{2}} \sqrt{\det(\overline{\overline{Cor}}(\tilde{S}_i))}} \exp\left\{-\frac{1}{2}(\tilde{S}_i - \overline{M}_i)^T \overline{\overline{Cor}}^{-1}(\tilde{S}_i)(\tilde{S}_i - \overline{M}_i)\right\}, \quad (1)$$

де $\overline{\overline{Cor}}(\tilde{S}_i)$ – кореляційна матриця сигналів класу ω_i , отримана на навчальній множині сигналів цього класу; \overline{M}_i – математичне очікування дискретних відліків сигналів \tilde{S}_i класу ω_i ; \tilde{S}_i – досліджуваний сигнал; $\det(\)$ – визначник матриці $\overline{\overline{Cor}}(\tilde{S}_i)$; T – знак транспонування.

З (1) видно, що найбільша імовірність $P\left(\tilde{S}_i/\omega_i\right)$ належності сигналу \tilde{S}_i до класу ω_i буде у випадку, коли показник експоненти наближається до нуля. Тому замість (1) вводять поняття дискримінантного числа D

$$D = (\tilde{S}_i - \overline{M}_i)^T \overline{\overline{Cor}}^{-1}(\tilde{S}_i)(\tilde{S}_i - \overline{M}_i). \quad (2)$$

Якщо $D < D_1$, то сигнал належить до класу ω_i , якщо $D > D_2$, то ні. Причому $D_2 > D_1$, а чисельні оцінки значення порогів, визначаються в процесі навчання класифікатора. Дискримінантні числа (2) є мірою відповідності до класу ω_i досліджуваного сигналу, але реалізація обернення матриці $\overline{\overline{Cor}}(\tilde{S}_i)$ ускладнює алгоритм їх знаходження [1-4]. Тому слід застосовувати ортогональний розклад матриць за допомогою перетворення Карунена-Лоева [1-4]

$$\overline{\overline{Cor}} = \overline{\overline{P}} \overline{\overline{\lambda}} \overline{\overline{P}}^T, \quad (3)$$

де $\overline{\overline{\lambda}}$ – діагональна матриця власних значень λ_i , T – знак транспонування; * – знак комплексного спряження.

Оскільки матриці $\overline{\overline{P}}^*$, $\overline{\overline{P}}^T$ ортонормовані, з (3) отримуємо $\overline{\overline{P}}^T \overline{\overline{Cor}} \overline{\overline{P}} = \overline{\overline{\lambda}}$.

Якщо сигнал \tilde{S}_i в (1) належить до навчальної множини, то з нього по математичному очікуванню \overline{M}_i можна отримати матрицю «миттєвої» ко-

реляції $\tilde{C}_{or} = [\tilde{S}_i - \overline{M}_i][\tilde{S}_i - \overline{M}_i]^T$. Добуток $\overline{\Pi}^T \tilde{C}_{or} \overline{\Pi}^* = \tilde{\lambda}$ дає матрицю $\tilde{\lambda}$, яка близька до $\overline{\lambda}$, але вже не є діагональною. Норма $\delta = \|\overline{\lambda} - \tilde{\lambda}\|$ є теж дискримінантним числом, яке так само буде «малим», якщо сигнал \tilde{S}_i належить до класу ω_i і «великим» в протилежному випадку. При цьому порогові значення δ_1, δ_2 (аналогічні до D_1, D_2) слід обчислювати в процесі навчання класифікатора.

Експериментальні дослідження

На прикладі кардіограм відомих класів (різного виду хвороби серцево-судинної системи) на репрезентативних вибірках навчальних множин побудовано та навчено модифікований класифікатор Карунена-Лоева. З кожного масиву даних була взята вибірка з 16 періодів кардіограм, яку можна вважати достатньо репрезентативною. Оскільки результат усереднення при оцінці кореляційної матриці для 9 кардіограм з навчальної множини відрізняється від результатів для 16 періодів лише в третій значущій цифрі. На базі цих вибірок сформовано відповідні класи та досліджено вплив сигналів інших класів на створений класифікатор. Експериментальні вибірки побудовано за I відведенням за Ейнтховеном на рис 1, за II відведенням за Ейнтховеном на рис 2, за III відведенням за Ейнтховеном на рис 3. На представлених рисунках A - максимальне амплітудне значення, n - кількість відліків на осі часу.

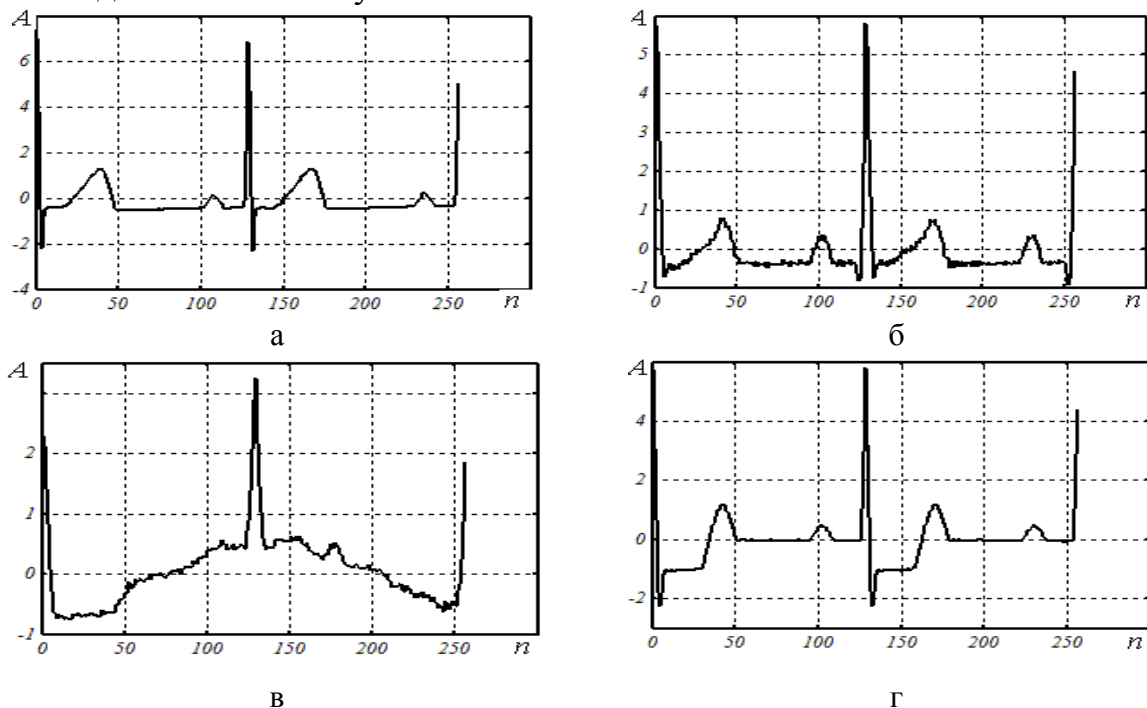


Рис.1. Електрокардіограми I відведення: а - сигналу без патології; б - сигнал з патологією (тахікардія); в - сигнал з патологією (гіпертрофія); г - сигнал з патологією (ішемія)

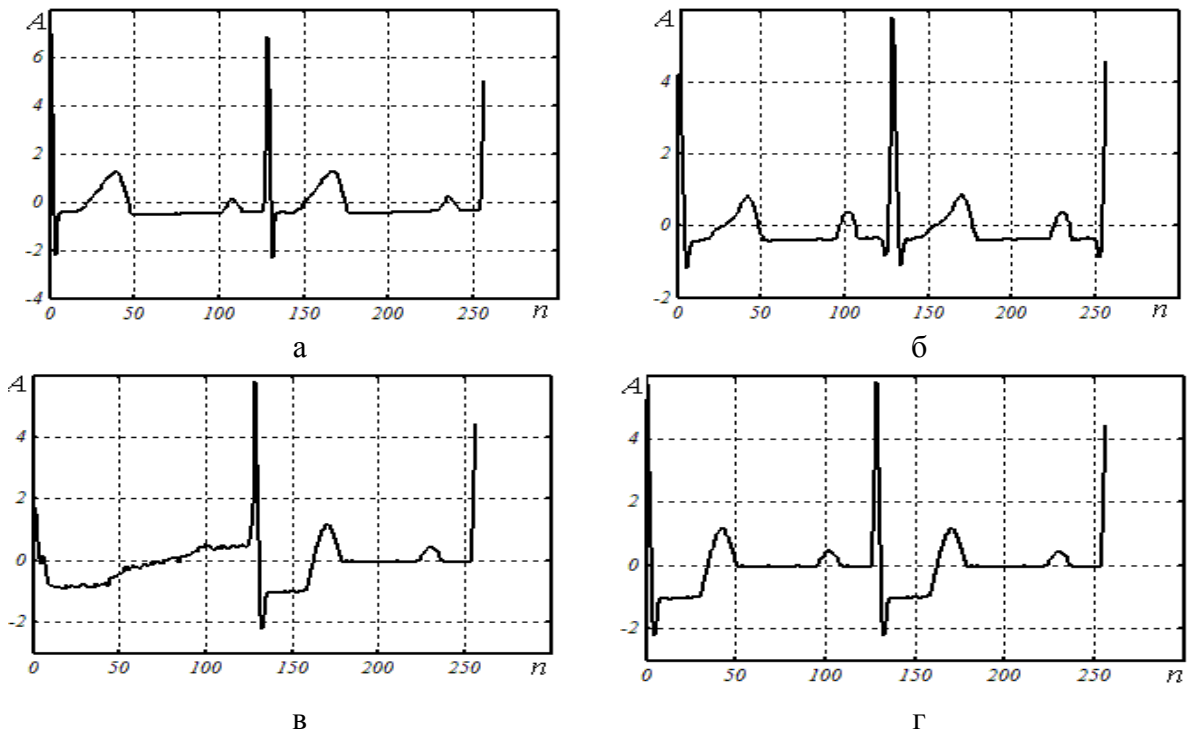


Рис.2. Електрокардіограми II відведення: а - сигнал без патології; б - сигнал з патологією (тахікардія); в - сигнал з патологією (гіпертрофія); г - сигнал з патологією (ішемія)

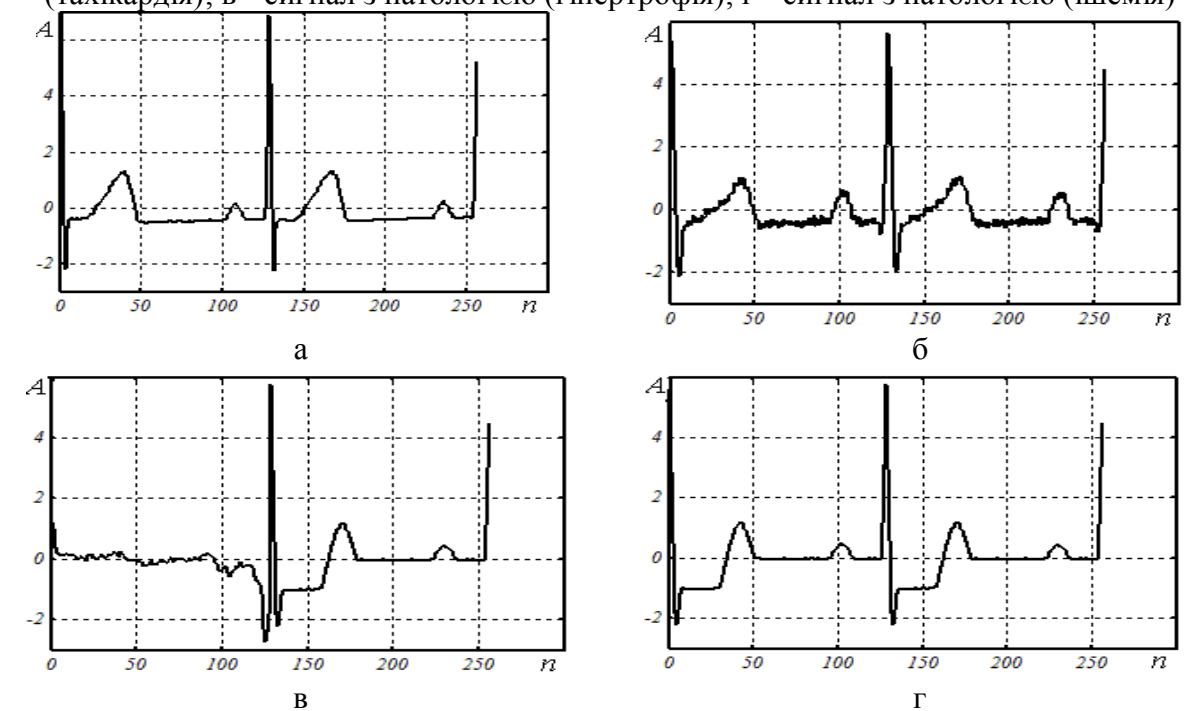


Рис.3. Електрокардіограми III відведення: а - сигнал без патології; б - сигнал з патологією (тахікардія); в - сигнал з патологією (гіпертрофія); г - сигнал з патологією (ішемія)

Класифікатор Карунена-Лоева

При дослідженнях було створено класифікатор Карунена – Лоева для I, II, III відведення за Ейнтховеном пацієнтів хворих на тахікардію, гіпертрофію, ішемію та клас без патології. В табл. 1-3 наведено результати класифікації для I, II, III відведень за Ейнтховеном (класи $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ відповідно).

Таблиця 1. Дискримінантні числа при дослідженні кардіограм за I відведенням

Клас/сигнал	Тахікардія	Гіпертрофія	Без патології	Ішемія
Тахікардія, ω_1	16.1499	56.8459	41.3843	53.0701
Гіпертрофія, ω_2	46.6188	11.3242	86.8484	72.3883
Без патології, ω_3	37.2446	93.7409	0.5898	58.3176

Таблиця 2. Дискримінантні числа при дослідженні кардіограм за II відведення

Клас/сигнал	Тахікардія	Гіпертрофія	Без патології	Ішемія
Тахікардія, ω_1	5.3550	73.0910	47.9087	53.6098
Гіпертрофія, ω_2	58.8686	14.9985	89.5045	81.4201
Без патології, ω_3	33.2913	103.1273	0.4927	58.2743

Таблиця 3. Дискримінантні числа при дослідженні кардіограм за III відведенням

Клас/сигнал	Тахікардія	Гіпертрофія	Без патології	Ішемія
Тахікардія, ω_1	7.8099	137.6460	38.9325	38.9508
Гіпертрофія, ω_2	113.9251	19.4485	135.2218	154.5783
Без патології, ω_3	27.6348	132.3634	0.8106	54.7738

Висновки

Отримані результати вказують на перспективність запропонованого до діагностування математичного апарату. Навчання класифікаторів у подальшому слід здійснити на репрезентативній вибірці пацієнтів для кожної хвороби і для кожного відведення з тих, що найбільш широко використовуються в медичній практиці.

Запропонований підхід слід також розповсюдити на пошук відповідних графоелементів ЕКГ (зубців, комплексів) у часовому вікні.

Література

1. Рибін О. І., Шарпан О. Б., Данилевська В. Г. Діагностичні можливості ортогональних перетворень кореляційних матриць пульсових хвиль // Наукові вісті НТУУ «КПІ» – 2006. – №2. – С. 12 – 17.
2. Рибін О. І., Мельник А. Д. Алгоритм класифікації звукових сигналів // Вісник НТУУ «КПІ». Сер. Радіотехніка. Радіоапаратуробудування. – 2008. – №37. – С. 8 – 15.
3. Ніжебецька Ю.Х., Рибін О.І., Шарпан О.Б. Класифікація сигналів в базисі ортогональних перетворень кореляційної матриці // Вісник ЖДТУ. 2008. №2. С. 85–89.
4. Рибін О.І., Мельник А.Д. Розпізнавання голосних звуків «а», «о», «е», «у» української мови // Наукові вісті НТУУ «КПІ» – 2009. – №1. – С. 20 – 25.
5. Абакумов В.Г., Рибін О.І., Сватош Й. Біомедичні сигнали. Генезис, обробка, моніторинг. – К.: Нора – принт, 2001. – 516с.
6. Экспертные системы. Принципы работы и примеры. Ред. Р. Форсайт. – М.: Радио и связь, М.: 1987. – 224с.
7. Ахмед Н., Рао К. Р. Ортогональные преобразования при обработке цифровых сигналов: Пер. с англ./ Под ред. И. Б.Фоменко. – М.:Связь, 1980. – 248с.
8. Продеус А. Н., - Захрабова Е. Н. Экспертные системы в медицине. – К.: ВЕК+,1998. – 320с.

Литвиненко О.О. Аналіз кардіограм модифікованим методом Карунена-Лоева. В роботі розглянуто використання модифікованого методу Карунена – Лоева для розв'язання задачі класифікації кардіограм за I-III відведеннями за Ейнтховеном
Ключові слова: метод Карунена – Лоева, кардіограма, класифікація кардіограм

Литвиненко О.А. Анализ кардиограмм модифицированным методом Карунена-Лозва. Рассмотрено использование модифицированного метода Карунена-Лозва для решения задачи классификации кардиограмм по I-III отведению по Ейнтховину.

Ключевые слова: метод Карунена-Лозва, кардиограмма, классификация кардиограмм

Litvinenko O.O. The analysis cardiogram's by modified method Karunena-Loeva. Modified method Karunena-Loeva for task solution of cardiogram's classification on I-III indirect leads was examined and use.

Key words: cardiogrammes, method Karunena-Loeva, cardiogram's classification

УДК 612.13; 616.831; 621.372

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ НА ОСНОВІ АМПЛІТУДНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ПУЛЬСОВОЇ ХВИЛІ¹

Янковенко О.Д.

Задача оперативного визначення поточного функціонального стану людини в реальному масштабі часу стає все більш актуальною. Це важливо для спортсменів, людей-операторів, які працюють за пультами керування складних об'єктів, лікарів, що слідкують за станом пацієнта під час операції (глибиною анестезії), а також для моніторингу стану серцево-судинної системи (ССС) та ранньої діагностики захворювань. Останнім часом значно зріс інтерес до використання методів діагностики за допомогою сигналу пульсової хвилі [1–7].

Можливості пульсової діагностики зумовлені тим, що сигнал периферійного пульсу містить в собі інформацію про більшість фізіологічних процесів, що проходять в організмі, зокрема в серцево-судинній та вегетативній нервовій системах, а також ознаки емоційного стану людини, такі як втома, стрес, нервове збудження та ін.. В сигналі пульсової хвилі знаходять своє відображення як процеси вищих рівнів регулювання, так і багато гемодинамічних показників ССС. Регуляторні процеси проявляються в модуляції пульсового сигналу коливаннями відповідної періодичності [8].

Метою статті є представлення результатів наших досліджень функціонального стану людини з використанням інформації, що закладена в амплітудному спектрі пульсового сигналу.

Постановка задачі

Для оперативного визначення поточного функціонального стану людини, тобто стану ССС та вегетативної нервової системи (ВНС), перспективним є застосування спектральних характеристик сигналу пульсової хвилі.

Спектральний аналіз серцевого ритму це інструмент виявлення його хвильової структури, яка відображає адаптаційно-приспосувальну діяльність організму, знаходить широке застосування в фізіологічних дослідженнях [9].

¹ Робота виконана під науковим керівництвом д.т.н., проф. Шарпана О.Б.