

УДК 621.39:378.14

Оленець С.Ю.

МЕТОДИ ЕКОНОМНОГО КОДУВАННЯ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМ

ВДНЗ України «Українська медична стоматологічна академія»,

м. Полтава, Україна

E mail: senka20@mail.ru

Вступ. Серцево-судинні хвороби є провідною причиною смерті в Україні та світі. Саме тому проблема їх ранньої діагностики набуває усе більшого значення. Сучасні методи клінічної інформатики та телемедицини направлені на вирішення цих питань. Особливо це відноситься до сучасних методів електрокардіографії та обробки ЕКГ.

На сьогоднішній день найпоширенішим засобом діагностики захворювань серця являється електрокардіограф. Даний прилад дозволяє записувати зміну різниць електричних потенціалів серця у процесі його скорочення. Графічний запис цих потенціалів ми отримуємо у вигляді електрокардіограми (ЕКГ). Електрокардіограма є одним із найважливіших фізіологічних сигналів, що відіграє важливу роль у діагностиці та аналізі серцево-судинних захворювань. Саме тому постає питання швидкого та коректного одержання показників електрокардіограми, поданої у відповідному вигляді.

Враховуючи необхідність захисту, швидкої передачі та значного обсягу інформації для зберігання, існує проблема її кодування та оптимально економного стиснення без втрати необхідних показників. Особливо це є актуальним для передачі даних, отриманих добовим монітуванням за Холтером, коли неперервна реєстрація електрокардіограми проводиться протягом 24 годин і більше [1].

Мета. Метою дослідження є розгляд методів економного кодування електрокардіограм та виконання їх порівняльного аналізу за ступенем стиснення (CR) та відсотком середнього квадрату різниці (PRD).

Результати та їх обговорення. Методи кодування ЕКГ можна поділити на дві категорії: методи кодування без втрат (loseless) та із втратами (lossy). Методи кодування без втрат дозволяють кодувати інформацію таким чином, що дані можуть бути повністю відновлені з точністю до біта. Даний спосіб має низький PRD та CR. Відновлений сигнал є точною копією вихідного, а значить займає досить значний обсяг пам'яті. Саме тому даний метод використовується лише частково, як компонент інших методів стиснення із втратами [2-4].

Більшого ж поширення набули методи стиснення із втратами, котрі дозволяють кодувати сигнал з деякою мірою помилки. Методи стиснення із втратами можна поділити на: 1) методи безпосереднього стиснення; 2) трансформаційні методи; 3) параметричні методи (Рис. 1).

Методи безпосереднього стиснення (Direct compression methods або Direct Data Compression Methods) аналізують і стискають дані безпосередньо в тимчасовій області. Ключовим моментом успішного їх використання є визначення продуктивного правила для відбору найбільш значимих зразків. До цієї групи відносяться такі методи, як AZTEC, TP, CORTES, SLOPE, Delta-кодування, алгоритми Fan і SAPA [5].

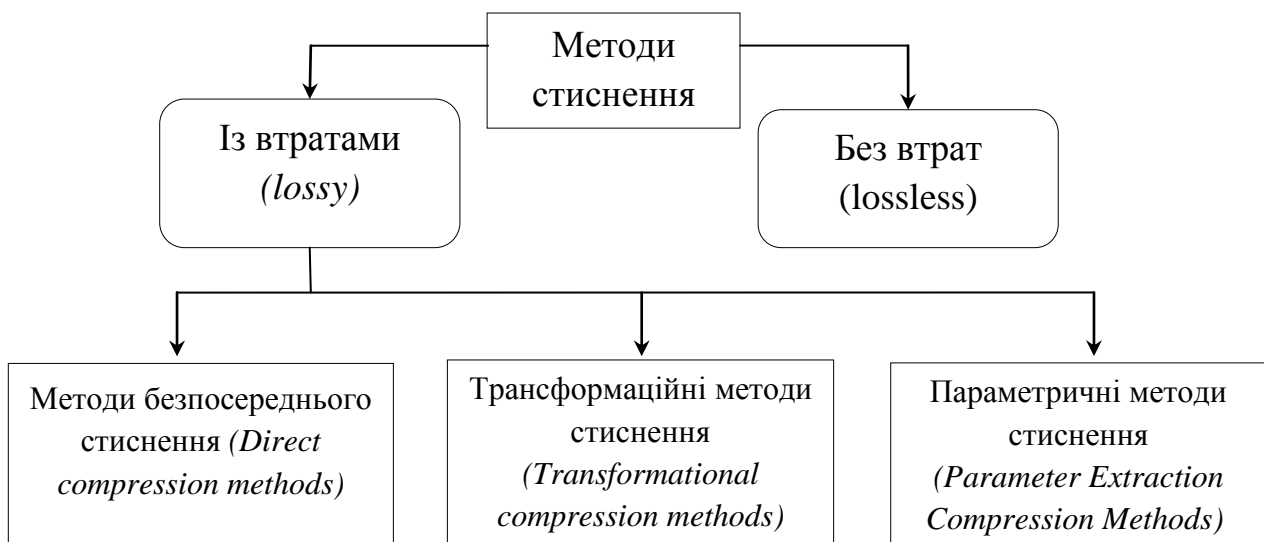


Рис. 1 Блок-схема методів стиснення даних

TP (The Turning Point Technique) використовується для обробки даних з метою зниження частоти дискретизації сигналу ЕКГ від 200 до 100 Гц без зниження висоти великої амплітуди QRS.

TP завжди забезпечує CR 2:1 і зберігає важливі характеристики сигналу ЕКГ. Це досягається заміною всіх трьох даних точок двома такими, які найкращим чином представляють нахил вихідних трьох. Друга з двох збережених точок використовується для розрахунку наступних. Недолік методу полягає у тому, що збережені точки не є еквівалентними тимчасовим інтервалам.

AZTEC (The Amplitude Zone Time Epoch Coding) перетворює вихідні дані ЕКГ в горизонтальні лінії та похилі. Похилі використовують алгоритм нульового інтерполятора стиснення даних, де амплітуда і довжина зберігаються.

Похилі утворюються, коли довжина горизонталі менше трьох. Інформація забезпечується нахилом довжини й нахилом остаточної амплітуди. Хоча алгоритм AZTEC забезпечує CR близько 5:1 і PRD 28 (200 Гц вибірки ЕКГ з 12 б), однак ступінчаста реконструкція сигналу ЕКГ є неприйнятною для точного аналізу кардіологом, особливо в Р і Т частинах.

CORTES (The Coordinate Reduction Time Encoding System) алгоритм представляє собою гібридну техніку. Він поєднує у собі високий ступінь стиснення AZTEC і високу точність TP. При 200 Гц (12 біт) має CR 4,8: 1 і PRD 7 [5].

FAN і SAPA (Scan-Along Polygonal Approximation) є методами стиснення ЕКГ даних, які ґрунтуються на інтерполяції першого порядку з двома ступенями свободи (FOI-2DF). При 250 Гц мають стиснення 3: 1 і PRD 4.

SLOPE (метод кутових коефіцієнтів). Цей метод враховує деякі сусідні вибірки, в якості вектора, і цей вектор розширюється, якщо наступний зразок потрапляє у його межі і поріг кута; в іншому випадку він обмежується у вигляді лінійного сегмента.

Delta-кодування – модифікований метод, для стиснення трипровідних (X, Y, Z) сигналів ЕКГ. Кожного разу, коли абсолютне значення різниці між послідовними зразками у будь-якому з трьох відведень ЕКГ сигналів

перевищує сигнал вище заданого порогу, дані зберігаються. В іншому випадку дані вважаються надмірними, а тому видаляються.

Ентропійне кодування (Entropy Encoding) – метод, в якому кодування Хафмана було застосоване до частих наборів кодових слів, у той час як фіксована довжина слова кодування застосовувалася до набору, що рідко зустрічається. У ньому ступінь стиснення даних досягає значення 2,8:1 при використанні 250 Гц вибірки ЕКГ (10 б) [6].

У *Трансформаційних методах* (Transformational compression methods або Transform Methods) спочатку до сигналу застосовується перетворення, а потім виконується спектральний і енергетичний аналіз його розподілу.

До цих методів відносяться: метод KLT, перетворення Фур'є (FT), перетворення Уолша (WT), перетворення Хаара (HT), перетворення DST, перетворення DST, алгоритм SPIHT, алгоритми Хафмана і Шенона, і т.д [7-9].

Оптимальним перетворенням є перетворення KLT (Karhunen–Loeve Transform), також відоме як трансформування основних компонентів, так як у ньому мінімальне число ортогональних функцій, необхідних для представлення вхідних сигналів для даної середньоквадратичної помилки. Крім того, результати KLT в декорельованих коефіцієнтах перетворення (по діагоналі кореляційної матриці) мають кращий результат, ніж у будь-якому іншому перетворенні (перетворення повної ентропії зводиться до мінімуму). Тим не менш, обчислювальні витрати, необхідні для розрахунку KLT базисних векторів (функцій) дуже значні, тому що KLT базисних векторів оснований на визначенні власних значень і відповідних власних векторів кореляційної матриці даних.

Тривалі дослідження обробки KLT призвели до використання субоптимальних перетворень швидких алгоритмів (тобто FT, WT, ST, HT і т.д.). На відміну від KLT, базисні вектори цих субоптимальних перетворень вводяться незалежно. Перетворення KLT має ступінь стиснення 3.0 при використанні 250 Гц вибірки.

Перетворення Фур'є (FT – Fourier Transform) – взаємно однозначний перехід від деякої функції $y(t)$ дійсного аргументу t до іншої функції $Y(f)$, аргумент якої $f = 1/t$ [10]. Формально таке перетворення визначається співвідношеннями:

$$Y(f) = \Phi[y(t)] = \int_{-\infty}^{+\infty} y(t) e^{-i(2\pi f)t} dt \quad (1)$$

$$y(t) = \Phi^{-1}[Y(f)] = \int_{-\infty}^{+\infty} Y(f) e^{i(2\pi f)t} df \quad (2)$$

($y(t)$ задовольняє умовам Діріхле). Ці відношення називають прямим і оберненим перетвореннями Фур'є.

Дискретне перетворення Фур'є (DFT – Discrete Fourier Transform) є фундаментальним перетворенням у цифровій обробці сигналів і застосовується в частотному аналізі. Періодичність та властивості симетрії DFT корисні для стиснення. Коефіцієнт u^{th} DFT довжини N послідовності $\{f(x)\}$ визначається як:

$$F(u) = \sum_{x=0}^{N-1} f(x) e^{-j2\pi ux/N}, \quad u = 0, 1, \dots, N-1 \quad (3)$$

І зворотне перетворення:

$$f(x) = \frac{1}{N} \sum_{u=0}^{N-1} F(u) e^{j2\pi ux/N}, \quad x = 0, 1, \dots, N-1 \quad (4)$$

Число комплексних множників і доповнень до обчислювальних DFT рівне N^2 . Також існує швидкий алгоритм, що дозволяє ефективно обчислювати DFT. Цей алгоритм відомий як швидке перетворення Фур'є (FFT – Fast Fourier Transform) яке зменшує обчислення до $N \log_2 N$.

Перетворення DCT (Discrete Cosine Transform) є основним для багатьох алгоритмів стиснення сигналів і зображень завдяки своєму високому ступеню стиснення. DCT належить до родини DFT і схоже на FFT.

Перетворення DST (Discrete Sine Transform) є подібним до дискретного перетворення Фур'є (DFT), але використовує тільки реальну матрицю. Як і будь-яке перетворення Фур'є виражає функцію або сигнал з точки зору суми синусоїд з різними частотами і амплітудами. Як і дискретне перетворення Фур'є (DFT), діє на функції в кінцевому числі окремих точок даних. Очевидна відмінність між DST і DFT у тому, що перше використовує тільки синусоїдальні функції, в той час як останнє використовує як косинуси так і синуси (у вигляді складних експонент) [11-12].

При локальному перетворенні Фур'є (STFT – Short-Time Fourier Transformation) нестационарний сигнал $y(t)$ допускається стаціонарним для деяких локальних областей часу (фреймів), в кожному із яких обчислюється перетворення Фур'є. Результатом перетворення є функція $\Phi_w(f, t)$, котра залежить як від частоти, так і від часу:

$$\Phi_w(f, t) = \int [y(t)w(t - \tau)e^{-2\pi if\tau} d\tau], \quad (5)$$

$$\text{Де } w(t) = e^{\frac{-at^2}{2}}.$$

При використанні того чи іншого перетворення Фур'є потрібно звертати увагу на обмеження, які притаманні кожному із них.

Вейвлет-перетворення (WT – Wavelet Transformation) являє собою сукупність вейвлет функцій (вейвлетів) певного положення і масштабу. Будь-який розклад зображення на вейвлет-функції включає в себе сигнал для представлення високих частот і низьких частот або гладких ділянок зображення:

$$\Phi_\psi(\tau, w) = \frac{1}{\sqrt{w}} \int y(t) \Psi\left(\frac{t - \tau}{w}\right) dt, \quad (6)$$

де $\Psi(\cdot)$ – материнський вейвлет; τ – зсув по часу; w – масштаб перетворення.

Виділяють два типи вейвлет-перетворення: безперервне вейвлет-перетворення (CWT – Continuous Wavelet Transform) і дискретне вейвлет-

перетворення (DWT – Discrete Wavelet Transform). DWT розкладає сигнал, одночасно пропускаючи його через фільтр верхніх частот (HPF) та фільтр нижніх частот (LPF). Головна ідея DWT – декомпозиція сигналу $y(t)$, що обробляється на дві складові:

$$y(\cdot) = a_1 + d_1, \quad (7)$$

де a_1 – наближення сигналу (approximations), d_1 – деталі (details).

Безперервне вейвлет-перетворення (CWT) відображає одно-мірний сигнал високою надмірністю спільного у масштабі часу подання. Пряме і зворотне вейвлет-перетворення визначається як [10]:

$$W(s, \tau) = \frac{1}{\sqrt{s}} \int f(t) \psi^* \left(\frac{t - \tau}{s} \right) dt \quad (8)$$

$$f(t) = \iint w(s, \tau) \psi_{s\tau}(t) d\tau ds, \quad (9)$$

де $f(t)$ – сигнал, що аналізується, $\langle * \rangle$ – визначає де-комплексне сполучення, ψ – материнський вейвлет.

Вейвлет-перетворення стискає всі види ЕКГ із середнім PRD та середнім ступенем стиснення, що є набагато кращим, ніж інші методи. Однак, при використанні вейвлет-перетворення виникають досить значні труднощі, основною з яких є вибір материнського вейвлету [13-16].

Алгоритм SPIHT є дуже ефективним у передачі інформації, по суті, включає в себе скалярну операцію квантування. Суть SPIHT полягає у «порціонуванні»: першими кодуються елементарні одиниці на підставі їх величини, а потім їх квантують у послідовній структурі обробки. Елементарні одиниці кодування є скалярними вейвлет-коефіцієнтами. Основна ідея ґрунтується на розбитті наборів, які складаються із коефіцієнтів або представників цілих піддерев [9, 17].

Ідея статичного алгоритму Хаффмана (Static Huffman Algorithms) полягає у наступному: знаючи вірогідності входження символів, можна описати процедуру побудови кодів змінної довжини, що складається із цілого числа бітів. Символам, що мають вищу вірогідність присвоюються більш короткі

коди. Коди Хаффмана мають унікальний префікс, що і дозволяє однозначно їх декодувати, не дивлячись на їхню змінну довжину.

Класичний алгоритм Хаффмана на вході одержує таблицю частот символів, що зустрічаються. Далі, на основі цієї таблиці будується дерево кодування Хаффмана (H- дерево). Забезпечує CR 0,313 і PRD 0,687.

Параметричні методи (Parameter Extraction Compression Methods) оснований на видобутку параметрів оброблюваного сигналу, котрі пізніше використовуються для його відновлення. До цього класу відносяться такі методи як: peak picking, linear prediction method, syntactic method (neural network method) і Long Term Prediction (LTP).

Peak Picking – методи збору, що зазвичай базуються на дискретизації безперервного сигналу на піках (максимумах і мінімумах) та інших значимих точках сигналу. Було порівняно продуктивність даного методу стиснення з методом AZTEC: середньоквадратична помилка методу є приблизно такою ж, як і AZTEC за тим же CR [6].

Кодування з лінійним передбаченням (LPC - Linear prediction coding) являє собою метод, в якому конкретне значення передбачається лінійною функцією минулих значень сигналу. Один крок LPC використовується як FIR-фільтр порядку p . Далі обчислюється прогнозоване значення, а порядок p показує точність прогнозу. Висока якість передбачення може бути досягнута за оптимального визначення коефіцієнтів фільтра.

Довготривале прогнозування (LTP – Long Term Prediction) модель, яка оснований на SAR. "Періодичність" ЕКГ-сигналу використовується в цілях подальшого скорочення надмірності, створює високий ступінь стиснення. Було виявлено, що помилка PRD (при частоті дискретизації 250 Гц) LTP нижча за звичайне лінійне передбачення (короткостроковий прогноз-STP) при будь-якій швидкості передачі даних [18].

Наразі набуває розвитку один з параметричних методів стиснення ЕКГ, який передбачає реконструкцію штучної ЕКГ реалістичної форми з використанням несиметричних Гаусових функцій [19-21]:

$$z(t) = \sum_{i \in \{P, Q, R, S, ST, T\}} A_i \cdot \exp \left[-\frac{(t - \mu_i)^2}{2[b_i(t)]^2} \right],$$

параметри яких знаходяться на основі модифікованого методу найменших квадратів.

Метод дозволяє кодувати реальний ЕКГ-сигнал 25 параметрами. При відновленні сигналу виконується реконструкція за послідовністю цих параметрів. При частоті дискретизації $F_D = 500 \text{ Гц}$ ступінь стиснення складає 20:1, що дає можливість економно передавати та зберігати ЕКГ дані.

Запропонований метод дозволяє стискати ЕКГ за найвищим ступенем стиснення при збереженні необхідної для діагностики точності відтворення сигналу.

Висновки. Кожен із розглянутих методів відрізняється ступенем стиснення і відсотком середнього квадрату різниці, тому вибір методу кодування й оцінка його ефективності повинна визначатися конкретною метою застосування.

В результаті дослідження даного питання було виділено оптимальний метод стиснення ЕКГ. Ним являється метод моделювання сигналу «зміненими» Гаусовими імпульсами.

Подальші дослідження передбачається спрямувати на вивчення споживчих якостей методу економного кодування ЕКГ оснований на оцінці та передачі вектора оптимальних параметрів моделі породження циклу штучної ЕКГ реалістичної форми.

Література

1. Sayeed Er.Abdul ECG Data Compression Using DWT & HYBRID / International Journal of Engineering Research and Applications. – 2013. - Vol. 3. - Issue 1. – P. 422-425
2. SangJoon Lee A Real-Time ECG Data Compression and Transmission Algorithm for an e-Health Device / Lee SangJoon, Kim Jungkuk, Lee Myoungho // Transactions on biomedical engineering. – 2011. – Vol. 58. – No. 9. – P. 2448-2455.

3. Chaturvedi Ranjana A SURVEY ON COMPRESSION TECHNIQUES FOR ECG SIGNALS / Ranjana Chaturvedi, Mrs. Yojana Yadav // International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering. – 2013. – Vol. 2. – Issue 9. – P.3511-3513.

4. Rajankar S.O. An Optimized Transform for ECG Signal Compression / S.O.Rajankar, S.N. Talbar // ACEEE Int. J. on Signal & Image Processing. – 2010. – Vol. 01. – No. 03. – P. 33-36.

5. Khanam Ruqaiya ECG Signal Compression for Diverse Transforms / Ruqaiya Khanam, Syed Naseem Ahmad // Information and Knowledge Management. – 2012. – Vol. 2. – No. 5. – P. 1-10.

6. Priyanka Indu Saini Analysis ECG Data Compression Techniques / A Survey Approach International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering. – 2013. – Vol. 3. – Issue 2. – P. 544 – 548.

7. Mayur Kumar Chhipa Performance Analysis of Various Transforms Based Methods for ECG Data / International Journal of Scientific and Research Publications. – 2013. – Volume 3. – Issue 5. – P. 1-6.

8. Karishma Qureshi Efficient data compression of ECG signal using Discrete Wavelet Transform / IJRET. – 2013. – Volume 2. – Issue 4. – P. 696-699.

9. Kazi Rafiqul Islam, Md. Anwarul Abedin, Masuma Akter, Rupam Deb High Speed ECG Image Compression Using Modified SPIHT // International Journal of Computer and Electrical Engineering. 2011. 3. P. 398 – 402

10. Файнзильберг Л.С. Информационные технологии обработки сигналов сложной формы. Теория и практика. – Киев: Наукова Думка, 2008. – 333 с.

11. Chaturvedi Ranjana A SURVEY ON COMPRESSION TECHNIQUES FOR ECG SIGNALS / Ranjana Chaturvedi, Mrs. Yojana Yadav // International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering. – 2013. – Vol. 2. – Issue 9. – P.3511-3513.

12. Yadav Om Prakash Design and Analysis of an efficient Technique for Compression of ECG Signal / Om Prakash Yadav, Vivek Chandra, Pushpendra Singh

// International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE) – 2011. – Volume1. – Issue-5. – P. 224-227.

13. Bashar A. Rajoub, An Efficient Coding Algorithm for the Compression of ECG Signals Using the Wavelet Transform // IEEE TRANSACTIONS ON BIOMEDICAL ENGINEERING. 2002. 4. P. 355– 362

14. Aggarwal Vibha, Patterh Manjeet Singh ECG Compression using Wavelet Packet, Cosine Packet and Wave Atom Transforms // International Journal of Electronic Engineering Research. 2009. 3. P. 259–268

15. Bashar A. Rajoub, An Efficient Coding Algorithm for the Compression of ECG Signals Using the Wavelet Transform // IEEE TRANSACTIONS ON BIOMEDICAL ENGINEERING. 2002. 4. P. 355– 362

16. Cristiano M. Agulhari Rosanna M. R. Silveira Ivanil S. Bonatti Compressing electrocardiogram signals using parameterized wavelets // SAC. 2008. P. 16 –20

17. Sana Ktata, Kaïs Ouni, and Noureddine Ellouze A Novel Compression Algorithm for Electrocardiogram Signals based on Wavelet Transform and SPIHT // World Academy of Science, Engineering and Technology. 2009. 35. P. 855 – 860.

18. Ardhapurkar Shubhada Electrocardiogram Compression by Linear Prediction and Wavelet Sub-Band Coding Techniques / Shubhada Ardhapurkar, Ramchandra Manthalkar , Suhas Gajre International // Computing in Cardiology – 2011. – P.141–144.

19. Кочергіна С. АПРОКСИМАЦІЯ ЕКГ–СИГНАЛУ «ЗМІНЕНИМИ» ГАУСОВИМИ ІМПУЛЬСАМИ ЗІ ЗБЕРЕЖЕННЯМ ДІАГНОСТИЧНО–ВАЖЛИВИХ ТОЧОК С. / С. Кочергіна, О. О. Юрко // ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЇ. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Випуск 3/2012 (74). – С. 58-61

20. McSharry Patrick E. A Dynamical Model for Generating Synthetic Electrocardiogram Signals / Patrick E. McSharry_, Gari D. Clifford, Lionel Tarassenko, and Leonard A. Smith // TRANSACTIONS ON BIOMEDICAL ENGINEERING. – 2003. – VOL. 50. – NO. 3. – P. 289-294.

21. Файнзильберг Л.С. Технология построения телемедицинской системы на основе генеративной модели порождения искусственной ЭКГ реалистической формы. / Л.С. Файнзильберг // Клиническая информатика и Телемедицина. – 2012. – Т. 8. – Вып. 9. – С.89-98.

Ключові слова: ЕКГ, методи кодування, несиметричні Гаусові функції.

Ключевые слова: ЭКГ, методы кодирования, несимметричные Гауссовы функции.

Keywords: ECG, compression methods, asymmetric Gaussian function.

Реферат

МЕТОДИ ЕКОНОМНОГО КОДУВАННЯ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМ

ВДНЗ України «Українська медична стоматологічна академія»,

м. Полтава, Україна

Електрокардіограма є одним із найважливіших фізіологічних сигналів, що відіграє важливу роль у діагностиці та аналізі серцево-судинних захворювань. Саме тому постає питання швидкого та коректного одержання показників електрокардіограми, а також їх захисту, зберігання та передачі.

Метою даного дослідження є розгляд методів економного кодування електрокардіограм та виконання їх порівняльного аналізу за ступенем стиснення (CR) та відсотком середнього квадрату різниці (PRD).

Методи кодування ЕКГ можна поділити на дві категорії: методи кодування без втрат та із втратами. Більшого поширення набули методи стиснення із втратами, так як мають більший ступінь стиснення при відносно невисокому відсотку квадрата різниці. Методи стиснення із втратами можна поділити на: 1) методи безпосереднього стиснення; 2) трансформаційні методи; 3) параметричні методи.

В результаті дослідження було виділено оптимальний метод стиснення ЕКГ сигналу «зміненими» Гаусовими імпульсами. Запропонований метод

дозволяє стискати ЕКГ за найвищим ступенем стиснення (20:1) при збереженні необхідної для діагностики точності відтворення сигналу.

Реферат

МЕТОДЫ ЭКОНОМНОГО КОДИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАМ

Оленец С.Ю.

ВГУЗУ Украины «Украинская медицинская стоматологическая академия», г. Полтава, Украина

Электрокардиограмма является одним из важнейших физиологических сигналов, который играет важную роль в диагностике и анализе сердечнососудистых заболеваний. Именно поэтому встает вопрос быстрого и корректного получения показателей электрокардиограммы, а также их защиты, хранения и передачи.

Целью данного исследования является рассмотрение методов экономного кодирования электрокардиограмм и выполнения их сравнительного анализа за степенью сжатия (CR) и процентом среднего квадрата разности (PRD).

Методы кодирования ЭКГ можно разделить на две категории: методы кодирования без потерь и с потерями. Более распространены методы сжатия с потерями, так как имеют высшую степень сжатия при относительно невысоком проценте квадрате разности. Методы сжатия с потерями можно разделить на: 1) методы непосредственного сжатия; 2) трансформационные методы; 3) параметрические методы.

В результате исследования было выделено оптимальный метод сжатия ЭКГ сигнала «измененными» Гауссовыми импульсами. Предложенный метод позволяет сжимать ЭКГ с высокой степенью сжатия (20:1) при сохранении необходимой для диагностики точности воспроизведения сигнала.

Summary

ECG COMPRESSION METHODS

Olenets S.Y.

HMEI of Ukraine "Ukrainian Medical Stomatological Academy", Poltava, Ukraine

Electrocardiogram is one of the most important physiological signals. It plays an important role in the diagnosis and analysis of cardiovascular disease. That is why the question of obtaining quick and correct ECG performance and its protection, storage and transmission is very important.

The goal of this research is to examine economic performance of ECG compression methods, and the comparative analysis of methods depending of compression ratio (CR) and the percentage mean square difference (PRD).

ECG coding techniques can be divided into two categories: lossless methods and lossy methods. More wide are using lossy methods, as they have a greater degree of compression ratio with low percentage mean square difference. Lossy compression can be divided into: 1) direct methods; 2) transformation methods; 3) parameter extraction methods.

The study identified the optimal ECG signal compression method "modified" Gaussian pulses. The proposed method allows compressing ECG signal with highest compression ratio (20:1) while maintaining the required accuracy for the playback signal.

Literatura

1. Sayeed Er.Abdul ECG Data Compression Using DWT & HYBRID / International Journal of Engineering Research and Applications. – 2013. - Vol. 3. - Issue 1. – P. 422-425
2. SangJoon Lee A Real-Time ECG Data Compression and Transmission Algorithm for an e-Health Device / Lee SangJoon, Kim Jungkuk, Lee MyoungHo // Transactions on biomedical engineering. – 2011. – Vol. 58. – No. 9. – P. 2448-2455.
3. Chaturvedi Ranjana A SURVEY ON COMPRESSION TECHNIQUES FOR ECG SIGNALS / Ranjana Chaturvedi, Mrs. Yojana Yadav // International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering. – 2013. – Vol. 2. – Issue 9. – P.3511-3513.
4. Rajankar S.O. An Optimized Transform for ECG Signal Compression / S.O.Rajankar, S.N. Talbar // ACEEE Int. J. on Signal & Image Processing. – 2010. – Vol. 01. – No. 03. – P. 33-36.
5. Khanam Ruqaiya ECG Signal Compression for Diverse Transforms / Ruqaiya Khanam, Syed Naseem Ahmad // Information and Knowledge Management. – 2012. – Vol. 2. – No. 5. – P. 1-10.
6. Priyanka Indu Saini Analysis ECG Data Compression Techniques / A Survey Approach International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering. – 2013. – Vol. 3. – Issue 2. – P. 544 – 548.
7. Mayur Kumar Chhipa Performance Analysis of Various Transforms Based Methods for ECG Data / International Journal of Scientific and Research Publications. – 2013. – Volume 3. – Issue 5. – P. 1-6.
8. Karishma Qureshi Efficient data compression of ECG signal using Discrete Wavelet Transform / IJRET. – 2013. – Volume 2. – Issue 4. – P. 696-699.
9. Kazi Rafiqul Islam, Md. Anwarul Abedin, Masuma Akter, Rupam Deb High Speed ECG Image Compression Using Modified SPIHT // International Journal of Computer and Electrical Engineering. 2011. 3. P. 398 – 402
10. Faynzilberg L.S. Informatsionnyie tehnologi obrabotki signalov slozhnoy formy. Teoriya i praktika. – Kiev: Naukova Dumka, 2008. – 333 s.

11. Chaturvedi Ranjana A SURVEY ON COMPRESSION TECHNIQUES FOR ECG SIGNALS / Ranjana Chaturvedi, Mrs. Yojana Yadav // International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering. – 2013. – Vol. 2. – Issue 9. – P.3511-3513.
12. Yadav Om Prakash Design and Analysis of an efficient Technique for Compression of ECG Signal / Om Prakash Yadav, Vivek Chandra, Pushpendra Singh // International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE) – 2011. – Volume1. – Issue-5. – P. 224-227.
13. Bashar A. Rajoub, An Efficient Coding Algorithm for the Compression of ECG Signals Using the Wavelet Transform // IEEE TRANSACTIONS ON BIOMEDICAL ENGINEERING. 2002. 4. P. 355– 362
14. Aggarwal Vibha, Patterh Manjeet Singh ECG Compression using Wavelet Packet, Cosine Packet and Wave Atom Transforms // International Journal of Electronic Engineering Research. 2009. 3. P. 259–268
15. Bashar A. Rajoub, An Efficient Coding Algorithm for the Compression of ECG Signals Using the Wavelet Transform // IEEE TRANSACTIONS ON BIOMEDICAL ENGINEERING. 2002. 4. P. 355– 362
16. Cristiano M. Agulhari Rosanna M. R. Silveira Ivanil S. Bonatti Compressing electrocardiogram signals using parameterized wavelets // SAC. 2008. P. 16 –20
17. Sana Ktata, Kaïs Ouni, and Noureddine Ellouze A Novel Compression Algorithm for Electrocardiogram Signals based on Wavelet Transform and SPIHT // World Academy of Science, Engineering and Technology. 2009. 35. P. 855 – 860.
18. Ardhapurkar Shubhada Electrocardiogram Compression by Linear Prediction and Wavelet Sub-Band Coding Techniques / Shubhada Ardhapurkar, Ramchandra Manthalkar , Suhas Gajre International // Computing in Cardiology – 2011. – P.141–144.
19. KochergIna S. APROKSIMATsIYa EKG–SIGNALU «ZMINENIMI» GAUSOVIMI IMPULsSAMI ZI ZBEREZHENNYaM DIAGNOSTICHNO–VAZhLIVIH TOChOK S. / S. KochergIna, O. O. Yurko // INFORMATsIYNI

SISTEMI I TEHNOLOGIYI. MATEMATICHNE MODEL'YU VANNYA VIsnik
KrNU ImenI Mihayla Ostrogradskogo. Vipusk 3/2012 (74). – S. 58-61

20. McSharry Patrick E. A Dynamical Model for Generating Synthetic
Electrocardiogram Signals / Patrick E. McSharry_, Gari D. Clifford, Lionel
Tarassenko, and Leonard A. Smith // TRANSACTIONS ON BIOMEDICAL
ENGINEERING. – 2003. – VOL. 50. – NO. 3. – P. 289-294.

21. Faynzilberg L.S. Tehnologiya postroeniya teleditsinskoy sistemy na
osnove generativnoy modeli porozhdeniya iskusstvennoy EKG realisticheskoy
formy. / L.S. Faynzilberg // Klinicheskaya informatika i Teleditsina. – 2012. – T.
8. – Vyip. 9. – S.89-98.