

Обробка фоно- та електрокардіограм за методом Холтера

Рашавченко А. В.

студентка Запорізького національного технічного університету, stacey2008@mail.ru

This work describes opportunity of the Wavelet-transformation application for processing of the electrocardiographic signal (EKG-signal) and the phonocardiographic signal (FKG-signal). The efficiency of the given processing method is shown in comparison with widely-used Fourier-transformation.

ВСТУП

На початкових стадіях розвитку захворювань серця використання звичайної електрокардіографії у спокої, як правило, не виявляє відхилень від норми. Є необхідність пошуку нових методів ранньої діагностики розвитку захворювань серця. Ці методи повинні задовольняти ряду вимог: мати досить велику чутливість, специфічність, невисокі часові та фінансові витрати при проведенні дослідів.

Холтерівський кардіомонітор призначений для накопичення електрокардіосигналів в цифровому вигляді до 24 годин. Сигнали передаються в персональний комп'ютер для подальшої їх обробки та статистичного, спектрального і структурного аналізу кардіоінформації.

Нові можливості відкриваються в разі застосування до обробки сигналів електрокардіограм (ЕКГ) та фонокардіограм (ФКГ) сучасних математичних методів аналізу спектрально-часового картування (СЧК) - заснованих на уявленнях сигналу у вигляді розкладів в деяких узагальнених векторних просторах.

Метою даної роботи є розглянути можливість застосування вейвлет-перетворень для обробки фоно- та електрокардіографічних сигналів, показати ефективність даного методу обробки в порівнянні з Фур'є перетворенням.

ОСНОВНИЙ ТЕКСТ

Найбільш відомим прикладом СКЧ є перетворення Фур'є, яке дозволяє оцінити зміну спектру сигналу в різних фазах кардіоциклу. Дана методика дуже поширена, але в ній залишаються нереалізовані всі потенціальні можливості методу СЧК. Недолік методу в тому, що він використовує фіксоване "вікно", яке дозволяє оцінити зміни спектра сигналу в різних фазах кардіоциклу, але не може бути адаптоване до локальних властивостей сигналу. Це приводить до того, що на низьких ділянках спектру втрачається роздільна здатність по частоті, а на високочастотних - за часом.

Для вирішення цієї проблеми розроблено ряд методів аналізу нестационарних сигналів. До цих сигналів відноситься і ЕКГ.

Найбільш поширеним методом є вейвлет-перетворення, тобто розкладання сигналу по набору базисних функцій, які визначені на інтервалі, більш короткому, ніж тривалість кардіосигналу. При цьому, всі функції набору породжуються за допомогою двохпараметричного перетворення (зсуву по осі часу і зміни масштабу) однієї вихідної функції, яка називається "материнською" або вейвлетом. Великі значення параметра масштабу відповідають застосуванню до вихідного сигналу фільтра низьких частот, а малі значення параметра масштабу відповідають застосуванню фільтра високих частот.

Від перетворень Фур'є вейвлет-перетворення відрізняється тим, що операція множення на "вікно" міститься в самій базисній функції, при цьому відбувається

адаптація "вікна" до сигналу при зміні масштабу.

Розглянемо застосування вейвлет-перетворення до обробки сигналу ФКГ, оскільки даний метод в останній час широко застосовується і, крім того, форми деяких материнських вейвлетів подібні формі ФКГ-сигналів [1]. Нижче наведена базисна функція вейвлет-перетворення (1):

$$\tilde{N}_{a,b} = \int_{\mathbb{R}} S(t) \frac{1}{\sqrt{a}} \Psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt, \quad (1)$$

де $S(t)$ - сигнал ФКГ;

Ψ - материнський вейвлет;

a - масштабуючий коефіцієнт, що дає уявлення про частотні властивості сигналу;

b - тимчасова затримка, яка фактично відображає час, впродовж якого відбувалося зняття ФКГ.

По ФКГ визначають місце максимальної інтенсивності і частотної характеристики шуму, яка визначається по інтенсивності шуму, зареєстрованого на високому чи низькому каналі.

Для знаходження найбільш оптимального результату вейвлет-перетворення ФКГ-сигналів, з міркувань подібності з основними елементами (тонами) ФКГ-сигналу, в основному застосовуються наступні вейвлети: вейвлет Мейера, Добеши db8, сімплет sym7, вейвлет Морлета, біортогональний 3.7, біортогональний 3.9.

Застосування обраних вейвлетів дає можливість отримати таке графічне представлення вейвлет-перетворення ФКГ-сигналу, в якому можна виділити зручні для аналізу характерні області при різних патологіях.

За допомогою вейвлет-перетворення виконується відновлення сигналу по різних складовим вейвлет-уявленням: апроксимація (груба оцінка) і деталізація (більш точна оцінка). Застосовуючи цей метод для оцінки кардіосигналів, можна отримати ще один зручний інструмент для виявлення характерних областей при оцінці тих чи інших патологій.

Вибір масштабу ФКГ-сигналу визначається середньоквадратичним

відхиленням реального ФКГ-сигналу від відновленого.

Таке уявлення ФКГ-сигналу дає можливість на основі співвідношення амплітуд тонів і шумів, а також тимчасових взаємних зрушень виявляти найменші відхилення від норми, розпізнавати види і форми серцевих шумів, а також аналізувати тони серця.

Апроксимація, проведена найбільш підходящим вейвлетом дає можливість вже на першому кроці зробити висновок про переважання того чи іншого тону ФКГ, тобто провести аналіз серцевих тонів на основі взаємовідносин амплітуд, а деталізація дає можливість оцінити характер шумів серця.

Перевагою вейвлет-перетворення є велика математична коректність процедури. При кожному значенні параметра масштабу базисної функції, результат перетворення можна розглядати як сигнал на виході вузькосмугового фільтра з середньою частотою смуги пропускання, що визначається параметром масштабу. Фактична розмірність простору вейвлет-зображень може бути зменшена за рахунок відбору найбільш інформативних точок.

ВИСНОВКИ

Таким чином вейвлет-аналіз найбільш пристосований для обробки ФКГ і ЕКГ сигналів, оскільки дозволяє одночасно виконувати частотний аналіз, локалізувати місце прояви шумів і оцінювати їх характеристики. Для аналізу тонів необхідно використовувати апроксимацію сигналу, а для шумів - його деталізацію.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Порева А. Электроника и связь. Тематический выпуск «Электроника и нанотехнологии» [Текст] / А. Порева, В. Фесечко // Нац. техн. унів. Укр. «Киевский политехнический институт». – 2009.- №1 –С.148-155.