

УДК 519.2:612.179

Франчевська Г.І.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МЕТОДІВ ВИЯВЛЕННЯ СИГНАЛІВ ПЛОДУ НА ФОНІ МАТЕРІ ТА ШУМУ

H. Franchevska

PROBLEMS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT METHODS OF DETECTION OF FETAL SIGNALS AGAINST A BACKGROUND OF A MOTHER AND NOISE

При дослідженні стану серцево-судинної системи плоду необхідною є процедура неінвазивності методів діагностики для забезпечення захисту здоров'я матері та майбутньої дитини.

Одним із таких методів є процедура реєстрації фетальної електрокардіограми, яка є записом суміші з корисного електрокардіосигналу плоду та матері, а також різних артефактів та шумових складових різної природи [Sameni R., Clifford G. D., Jutten C., Shamsollahi M. B.] (рис.1).

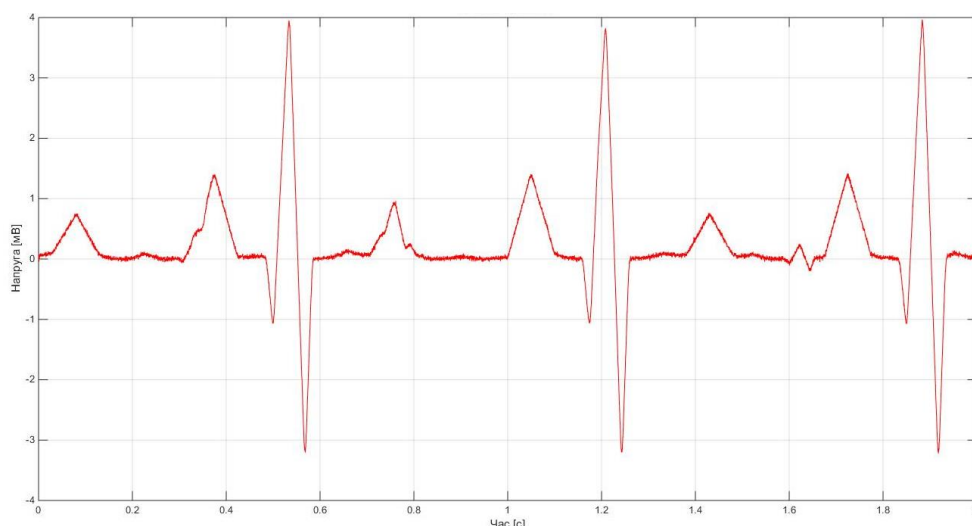


Рис. 1 – Загальний вигляд реалізації фетальної електрокардіограми

Існує кілька ключових областей, які потребують подальшого вивчення в області електрокардіографії плода, зокрема в області багатоканальних неінвазивних вимірювань фетальних сигналів. Мета полягає в тому, щоб отримати морфологію фетальної електрокардіограми з максимально можливою точністю, як це потрібно для морфологічних досліджень. У цьому контексті обмежувальні фактори та складні проблеми обробки сигналів включають:

- слабкість серцевих потенціалів плода та низька провідність шарів, що оточують плід, що призводить до низької амплітуди фетальної електрокардіограми на поверхні тіла матері;
- висока інтерференція материнської електрокардіограми, скорочення матки, дихальних сигналів матері та артефактів руху;
- можливі рухи плода та необхідність своєрідного «канонічного відображення» серцевих сигналів плода відносно осі тіла плода;
- розробка автоматичних процедур, які можна застосовувати до довгих наборів даних з мінімальною взаємодією з експертним оператором;

- забезпечення показників достовірності для оцінених серцевих сигналів і знаходження теоретичних меж для кількості «відчутної інформації» із записів поверхні тіла за наявності шуму.

Крім того, звичайні методи фільтрації електрокардіограми зазвичай базуються на певній мірі відокремленості сигналів і шуму в часі, частоті або масштабі, що є загальним для всіх методів видалення шумів. Однак серцеві сигнали мають додаткову псевдоперіодичну структуру, яку використовували в схемах зняття шумів електрокардіограми.

У попередніх дослідженнях багатоканальні методи розкладання зазвичай застосовувалися до спостережуваних сигналів досить «наосліп», тому, немає гарантії, що фетальні компоненти будуть виявлені як окремі компоненти. Тому важливим питанням є підвищення ймовірності вилучення компонентів плоду, а також покращення якості вилучених компонентів шляхом відповідної попередньої обробки та використання апріорної інформації про суміші сигнал/шум. Це необхідний крок для розробки надійних алгоритмів екстракції електрокардіограми/магнітокардіограми плоду.

Методи лінійної декомпозиції є дуже поширеними не тільки через достовірність самої лінійної моделі, але й через простоту цих моделей. Однак, є випадки, коли потрібні сигнали не можна лінійно розділити, і нелінійне розкладання – неминуче[1]. Цікавим полем дослідження є поєднання лінійних і нелінійних методів, щоб одночасно отримати переваги від простоти лінійних перетворень і потужності нелінійних методів. Інша пов'язана проблема полягає в пошуку фізіологічних інтерпретацій компонентів, виявлених за допомогою багатоканальних методів поділу джерел. Для серцевих сигналів це питання є важливим, враховуючи, що серце є розподіленим, а не точковим джерелом.

Іншою проблемою, що цікавить, є морфологічне моделювання фетальної електрокардіограми. У той час як попередні моделі електрокардіограми/магнітокардіограми плоду зосереджені на прямих моделях, заснованих на теоріях електромагнітної та об'ємної провідності [2, 3], для оцінки методів обробки сигналів на основі потенціалів поверхні тіла потрібні більш абстрактні моделі. Насправді, щоб оцінити та порівняти одно- або багатоканальні методи обробки, нам потрібні моделі, які дозволяють нам маніпулювати аспектами обробки сигналів змодельованих сигналів, такими як їхня морфологія, час інтервалу RR, положення плоду, розмірність та відношення сигнал/шум, без в деталі теорії поширення сигналу та об'ємної провідності. Для дорослої електрокардіограми приклад таких моделей був розроблений в [4], де одноканальна електрокардіограми дорослої людини моделювалася за допомогою динамічної моделі. Однак існуючі моделі не враховують багатовимірну природу електрокардіограми і не підходять для оцінки багатоканальних методик, які використовують «взаємну інформацію» різних каналів.

Література:

1. R. Sameni, «Extraction of Fetal Cardiac Signals from an Array of Maternal Abdominal Recordings», Ph.D. dissertation, Sharif University of Technology–Institut National Polytechnique de Grenoble, July 2008.
2. T. Oostendorp, Modeling the Fetal ECG. Ph.D. dissertation, K. U. Nijmegen, The Netherlands, 1989.
3. J. Stinstra, «Reliability of the fetal magnetocardiogram», Ph.D. dissertation, University of Twente, Enschede, The Netherlands, 2001.
4. P. E. McSharry, G. D. Clifford, L. Tarassenko, and L. A. Smith, «A Dynamic Model for Generating Synthetic Electrocardiogram Signals», IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 50, pp. 289-294, March 2003.