

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U001706

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 29-04-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № 718-уч від 28.05.2024, виданий Національним аерокосмічним університетом ім. М. Є. Жуковського "ХАІ"



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

- В'юницький Олег Геннадійович
- Oleh Viunytskyi

Кваліфікація: 172

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 172

Назва наукової спеціальності: Електронні комунікації та радіотехніка

Галузь / галузі знань: електроніка та телекомунікації

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Телекомунікації та радіотехніка

Дата захисту: 06-05-2024

Спеціальність за освітою: інженер-дослідник

Місце роботи здобувача: Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02066769

Місцезнаходження: вул. Чкалова, буд. 17, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ID 5117

Повне найменування юридичної особи: Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02066769

Місцезнаходження: вул. Чкалова, буд. 17, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02066769

Місцезнаходження: вул. Чкалова, буд. 17, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 34.17, 34.17.05, 47.63

Тема дисертації:

1. Вдосконалені методи обробки біомедичних сигналів для оцінки фізіологічних показників людини
2. Improved methods of biomedical signal processing for the assessment of human physiological indicators

Реферат:

1. У дисертації виконано аналітичний огляд існуючих методів обробки біомедичних сигналів, типів завад та спотворень, які присутні у даних сигналах та методів боротьби з ними. Визначено, що основним фактором, що ускладнює обробку даних сигналів є високий рівень потужності завад та низький рівень потужності корисного сигналу, тому основним напрямом досліджень є придушення завад. Це зумовлює застосування складних методів фільтрації, використання нелінійних фільтрів або комбінованих фільтрів, а також методів сліпого поділу джерел для виділення корисного сигналу на фоні завад. Визначено, що існуючі методи фільтрації мають ряд недоліків. Лінійна фільтрація для попередньої обробки біомедичних сигналів використовує незмінну смугу частот, не враховуючи варіабельність частотних параметрів сигналу від однієї до іншої людини. Нелінійна фільтрація, наприклад фільтри Калмана, при певних умовах видаляє як завадові, так і корисні складові сигналу. Це зумовлює необхідність впровадження додаткових складних алгоритмів.

Для використання вейвлет-фільтрів необхідно передбачити розробку адаптивних порогів для видалення завад без видалення корисних складових сигналу. Виявлено та продемонстровано, що фільтрація вносить ряд спотворень у сигнал, тим самим ускладнюючи подальшу обробку через внесення спотворень корисних складових сигналу. Використання методів сліпого поділу джерел потребує обов'язкового впровадження багатоканальної системи, причому якість виділення окремого джерела у суміші завад та корисних джерел на пряму залежить від кількості каналів сигналу. Чим більше впроваджено каналів, тим краща якість виділення окремого джерела, тобто виділення корисного сигналу на фоні завад. Виконано аналіз методів визначення характерних точок абдомінального та фотоплетизмографічного сигналів, який демонструє, що використання складних алгоритмів не дозволяє з бажаною надійністю виявляти їх та з задовільною точністю визначити їх параметри. Розглянуто методи визначення фізіологічних показників, які розраховують на основі оцінки параметрів сигналу ритмограми. Останній розраховують із сигналу електрокардіограми як самої вагітної жінки, так і виділеної із абдомінального сигналу електрокардіограми плоду. Даний аналіз демонструє, що визначення класичних параметрів варіабельності серцевого ритму, а також визначення позиції характерних точок електрокардіографічного сигналу не завжди дозволяють вірно виконати діагностування захворювань. Проаналізовано методи визначення значень артеріального тиску за допомогою параметрів сигналів електрокардіографії та фотоплетизмографії. Аналіз демонструє, що використання методів регресійного аналізу не дозволяє точно визначити значення артеріального тиску. Окрім цього, даний підхід потребує виконання обов'язкової процедури калібрування системи вимірювання від людини до людини. Це зумовлює необхідність розробки таких методів, які дозволять уникнути процедури калібрування, а також підвищать точність визначення значень систолічного та діастолічного артеріального тиску. За результатами проведеного аналізу у дисертації поставлено та вирішено актуальне науково-прикладне завдання розробки вдосконалених методів обробки біомедичних сигналів, а саме абдомінальних та фотоплетизмографічних сигналів, записаних для вагітної жінки, які враховують характеристики завад, частотні параметри сигналів при їх обробці, нелінійні спотворення у сигналах тощо. Розроблено новий метод попереднього аналізу абдомінального сигналу на основі біспектральної оцінки параметрів сигналів для визначення його частотних характеристик та подальшого визначення оптимальної смуги для використання лінійної фільтрації.

2. The thesis is devoted to the development and improvement of digital biomedical signal processing methods in order to improve the assessment of human physiological indicators. The object of the research is a variety of biomedical signals, namely multi-channel electrocardiogram (ECG) signals, rhythmogram signals, abdominal signals or non-invasive fetal ECG signals, as well as photoplethysmographic signals recorded from the finger of a pregnant woman. The subject of study is the methods and algorithms of digital biomedical signal processing. The thesis includes an analytical review of existing biomedical signal processing methods, types of interference and distortions contaminated these signals, and methods of combating them. It was determined that the main cause complicating estimation of these signal parameters is a high level of interference power and a low level of useful signal power. Therefore, the main direction of research is interference suppression. This requires the use of complex filtering methods, nonlinear filters or combined filters, as well as methods of blind separation of sources to isolate the useful signal against the background of interference. It was determined that the existing filtering methods have a number of disadvantages. Linear filtering for preprocessing of biomedical signals exploits a fixed frequency band, not taking into account the need to change the frequency parameters depending on the signal variations from one person to another person. Nonlinear filtering, such as Kalman filters, under certain conditions removes both harmful and useful signal components at the same time. This leads to the introduction of additional complex algorithms. In order to use wavelet filters, it is necessary to predict the development of adaptive thresholds to remove interference without removing useful signal components. It has been found and demonstrated that filtering introduces a number of distortions into the signal, thereby complicating further processing by distorting the useful components of the signal. The use of methods of blind separation of sources requires the mandatory implementation of a multi-channel system, and the effectiveness of isolation of a separate source in a mixture of interference, and useful sources directly depends on the number of signal channels. The

more channels are implemented, the better the effectiveness of isolation of a separate source, that is, an extracting useful signal against the background of interference. An analysis of methods for determining characteristic points of abdominal and photoplethysmographic signals was performed. It has been demonstrated that the use of complex algorithms does not allow to detect them with the desired reliability and to determine their parameters with satisfactory accuracy. The methods of determining physiological indicators which are based on the estimation of the parameters of the rhythmogram signal, are considered. The latter is calculated from the electrocardiogram signal of both the pregnant woman herself and the fetal electrocardiogram extracted from the abdominal signal. This analysis demonstrates that determining the classic parameters of heart rate variability, as well as determining the position of the characteristic points of the electrocardiographic signal, do not always allow correct diagnosis of diseases. Methods of determining blood pressure values using electrocardiography and photoplethysmography signal parameters were analyzed. The analysis demonstrates that the use of regression analysis methods does not allow accurate determination of blood pressure values. In addition, this approach requires the calibration procedure of the measurement system from one person to another person. This necessitates the development of such methods that will avoid the calibration procedure and also increase the accuracy of determining the values of systolic and diastolic blood pressure. Based on the results of the performed analysis, urgent scientific and applied tasks were formulated and solved for developing improved biomedical signal processing methods, namely abdominal and photoplethysmographic signals recorded for a pregnant woman which take into account the characteristics of interference, frequency parameters of signals during their processing, nonlinear signal distortions, as well. A new method of preliminary analysis of the abdominal signal using bispectrum-based evaluation of signal parameters has been developed to determine its frequency characteristics and determine the optimal band for operating linear filtering.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0122U200400

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Інформаційні та комунікаційні технології

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Впровадження нових технологій та обладнання для якісного медичного обслуговування, лікування, фармацевтики

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

1. Viunytskyi O., Shulgin V., Totsky A., Egiazarian K., Polotska O. Extraction of fetal heart activity by using bispectrum-based electromyography signal processing. *Telecommunications and Radio Engineering*. 2019. Vol. 78, iss. 3. P. 269–279.
2. Viunytskyi O., Shulgin V., Totsky A., Egiazarian K., Polotska O. Recognition of premature births by bispectrum-based abdominal electromyography signal processing. *Telecommunications and Radio Engineering*. 2019. Vol. 78, iss. 1. P. 59–69.
3. Viunytskyi O., Shulgin V., Totsky A., Egiazarian K. Human Blood Pressure Measurement Using Machine Learning Strategy. *Telecommunications and Radio Engineering*. 2022. Vol. 81, iss. 3. P. 1–21.
4. Viunytskyi O., Shulgin V., Roienko A., Totsky A., Egiazarian K. Fetal ecg extraction from the abdominal signal using wavelet bispectrum technique, *Telecommunications and Radio Engineering*. 2023. Vol. 82, iss. 9. P. 29–46.
5. Lukin V., Totsky A., Shulgin V., Kozhemiakina N. Continuous Cuffless Blood Pressure Measurement Using Feed-Forward Neural Network. *Radioelectronic and Computer Systems*. 2023. Vol. 2, iss. 106. P. 36–53.

Наукова (науково-технічна) продукція: технології

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення якості життя та здоров'я населення, ефективності діагностики та лікування хворих

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0122U200400

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Тоцький Олександр Володимирович

2. Olexander V. Totsky

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.12.17

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3966-074

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02066769

Місцезнаходження: вул. Чкалова, буд. 17, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Голяка Роман Любомирович

2. Roman Holiaka

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.27.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7720-0372

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет Львівська політехніка

Код за ЄДРПОУ: 020710113

Місцезнаходження: Степана Бандери буд. 13, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. ЯВОРСЬКА Євгенія Богданівна
2. Evhenia Yavorska

Кваліфікація: к.т.н., доцент, 01.05.02**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-6341-171**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя**Код за ЄДРПОУ:** 05408102**Місцезнаходження:** вул. Руська, буд. 56, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46001, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:****Рецензенти****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Абрамов Сергій Клавдійович
2. Sergiy K. Abramov

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.07.12**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-8295-9439**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"**Код за ЄДРПОУ:** 02066769**Місцезнаходження:** вул. Чкалова, буд. 17, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Куліш Сергій Миколайович
2. Serhii M. Kulish

Кваліфікація: к. т. н., професор, 05.07.04**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-5506-2714**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"

