

Теоретичні засади обробки дискретних функцій з модульним аргументом та використання їх для моніторингу біотелеметричних показників людини в надзвичайних ситуаціях

Теоретические основы обработки дискретных функций с модульным аргументом и использование их для мониторинга биотелеметрических показателей человека в чрезвычайных ситуациях

Theoretical principles of processing of discrete functions with a modular argument and their use for monitoring of human biotelemetric data under emergency situations

- 1. Номер державної реєстрації теми - 0115U000352**
- 2. Науковий керівник – д.т.н., проф. Терещенко Т.О. Терещенко Т.А., Tereshchenko Tetyana A.**

3. Суть розробки, основні результати.

(укр.)

Дослідження спрямоване на вирішення проблеми створення нових методів цифрової обробки інформації в реальному часі, передавання сигналів в умовах завад, застосування онтологічних систем прийняття рішень для скорочення часу визначення критичного стану людини і надання невідкладної допомоги.

Створено теоретичні засади обробки дискретних функцій з модульним аргументом, необхідні для визначення фізіологічного стану людини в системі моніторингу. Розроблені нові більш швидкодіючі у порівнянні з відомими дискретні спектральні та вейвлет перетворення функцій з модульним аргументом. Удосконалено перетворення в орієнтованому базисі – запропоновано перетворення в обертових системах координат, яке дало змогу підвищити завадозахищеність та збільшити число абонентів при використанні його в мережі CDMA.

Встановлено взаємозв'язок між арифметичними та діадними, логічними кореляційними функціями та згортками. На базі встановленого взаємозв'язку розроблено швидкодіючі алгоритми визначення кореляційних функцій і згортки із заданою точністю.

Запропоновано спосіб прийому шумоподібних сигналів за допомогою узгоджених фільтрів на основі швидких дискретних спектральних перетворень. Розроблено методику кодування і розширення спектру для передавання інформації. Запропоновано метод динамічної маршрутизації, який дозволяє поліпшити роботу бездротової сенсорної мережі за рахунок впровадження додаткового механізму обліку рівня помилок на маршрутах. Даний метод дозволяє динамічно відстежувати якість маршрутів і віддавати перевагу маршрутам, які є оптимальними. Розроблений протокол динамічної маршрутизації забезпечує низьке енергоспоживання, не потребує значних обчислювальних ресурсів та швидкого каналу зв'язку

(рос.)

Исследование направлено на решение проблемы создания новых методов цифровой обработки информации в реальном времени, передачи сигналов в условиях помех, применение онтологических систем принятия решений для сокращения времени определения критического состояния человека и оказания неотложной помощи.

Созданы теоретические основы обработки дискретных функций с модульным аргументом, необходимые для определения физиологического состояния человека в системе мониторинга. Разработаны новые более быстродействующие по сравнению с известными дискретные спектральные и вейвлет-преобразования функций с модульным аргументом. Усовершенствовано преобразование в ориентированном базисе - предложено преобразование во вращающихся системах координат, которое позволило повысить помехозащищенность и увеличить число абонентов при использовании в сетях CDMA.

Установлена взаимосвязь между арифметическими и диадными, логическими корреляционными функциями и свертками. На базе установленной взаимосвязи разработаны быстродействующие алгоритмы определения корреляционных функций и сверток с заданной точностью.

Предложен способ приема шумоподобных сигналов с помощью согласованных фильтров на основе быстрых дискретных спектральных преобразований. Разработана методика кодирования и расширения спектра для передачи информации. Предложен метод динамической маршрутизации, который позволяет улучшить работу беспроводной сенсорной сети за счет внедрения дополнительного механизма учета уровня ошибок на маршрутах. Данный метод позволяет динамично отслеживать качество маршрутов и отдавать предпочтение маршрутам, которые являются оптимальными. Разработанный протокол динамической маршрутизации обеспечивает низкое энергопотребление, не требует значительных вычислительных ресурсов и быстрого канала связи.

Разработаны принципы функционирования контекстно-зависимой системы принятия решений о состоянии человека на базе матрицы состояний, заданных в онтологической модели медицинскими экспертами, и рассчитанных вероятностей

(англ.)

The research is aimed to creating of new methods for digital data processing in real time, transmission of the signals under the noise conditions, application of ontological decision-making systems for reducing the time of determining the critical human state and applying an emergency care.

Theoretical base for processing of discrete functions with the modular argument that is necessary for detection of the physiological human state in monitoring system was created. There were elaborated new discrete spectral and wavelet transforms of the functions with modular argument that are more fast-acting compared with existing ones. Discrete transform at oriented basis was improved by construction of a new transform in rotating coordinate systems, which enables increasing of noise immunity during the transmission and increasing the number of subscribers in CDMA system.

The interrelation between arithmetic and diadic, logical correlation functions and convolutions was established. New fast algorithms of correlation functions and convolutions derivation with assigned accuracy were developed.

There was suggested the method of receiving of noise-like signals with the help of matched filters on the basis of fast discrete spectral transforms. The technique of encoding and spectrum spreading for data transmission was developed. The dynamic routing method was proposed, which allows improving the functioning of wireless sensor network by introducing an additional mechanism for tracking error rates on the routes. This method allows dynamically track the quality of routes and to set the preferences to routes that are optimal. The dynamic routing protocol developed provides low power consumption, does not require significant computing resources and fast communication channels.

The principles of functioning of the context-dependent system of decision-making about the human state on the basis of the matrix of states assigned at the ontological model by medical experts and the calculated probabilities were developed.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.

Патент України на винахід № 108127 МПК H02M 7/525 (2006.01). Спосіб формування синусоїдальної напруги на основі перетворювача з амплітудно-широко-імпульсною модуляцією та пристрій для його реалізації / Жуйков В.Я., Вербицький Є.В., Осипенко К.С.; заявл. 13.05.2013, опубл. 25.03.2015, Бюл. № 22.

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Результати відповідають світовому рівню. Наукові засади спектральних та вейвлет-перетворень дискретних функцій з m -ічним аргументом забезпечують обробку та моніторинг

біотелеметричних даних при визначенні критичного стану людини в надзвичайних ситуаціях. Підхід на базі розроблених методів дозволяє значно (в 10-15 разів) підвищити швидкість обробки телеметричних даних у порівнянні з традиційними методами аналізу, забезпечити надійне передавання в умовах завад та застосовувати знання медичних експертів. Аналогів такого підходу наразі не існує.

6. Економічна привабливість для просування на ринок

Спектральне перетворення в орієнтованому базисі та його модифікації дозволяють використовувати для своєї реалізації дешеві цілочисельні мікропроцесори. Це зменшує вартість мікропроцесорної частини системи моніторингу на 20% в порівнянні з використанням сигнальних процесорів без втрати точності та функціональності системи.

7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).

Потенційними користувачами є підприємства електронної та електротехнічної галузі, які займаються розробкою та експлуатацією мікропроцесорних систем керування медичним обладнанням, наприклад науково-дослідний електротехнічний інститут "ХЕМЗ" (м.Харків), ТОВ "Олімп" (м.Харків), Київське виробниче об'єднання «Медапаратура».

8. Стан готовності розробки.

Розроблено алгоритми та програмне забезпечення цифрових фільтрів для ідентифікації стану людини, а також системи передавання на базі нових дискретних спектральних та вейвлет перетворень функцій з модульним аргументом. Розроблено програмне забезпечення контекстно-залежної системи прийняття рішень про стан людини. Можливе продовження розробки в якості прикладної НДР.

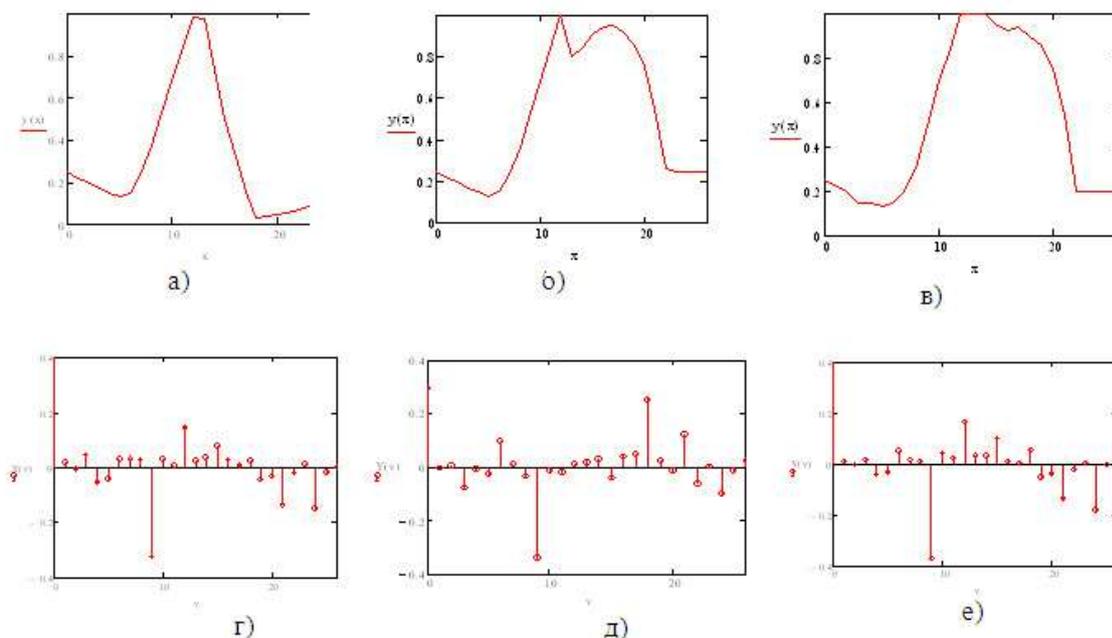
9. Існуючі результати впровадження.

Отримані теоретичні та практичні результати використані в навчальному процесі Національного технічного університету України імені Ігоря Сікорського, Національному технічному університету «Харківський політехнічний інститут» та Харківському національному університету будівництва та архітектури. Запропоновані алгоритми роботи та програмне забезпечення визначення фізіологічного стану людини за пульсограмами були застосовані при побудові систем моніторингу стану у ТОВ «ІТЛ». У ТОВ «ОЛІМП» (м. Харків) при розробці системи моніторингу біотелеметричних показників людини в надзвичайних ситуаціях впроваджено спосіб прийому шумоподібних сигналів за допомогою узгоджених фільтрів.

10. Назва організації, телефон, E-mail

КПІ ім. Ігоря Сікорського, факультет електроніки, кафедра промислової електроніки, (044) 204-8122, pe@kpi.ua, tereshchenko50.t.a@gmail.com

11. Фото розробки



Типи електрокардіограм і їх ОБ спектри ЕКГ сигнал «норма»; б) ЕКГ сигнал «патологія»; в) поточний сигнал ЕКГ; г) ОБ спектр сигналу ЕКГ «норма»; д) ОБ спектр сигналу ЕКГ «патологія»; е) ОБ спектр поточного ЕКГ сигналу.

12. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

Підручники та навчальні посібники – 6, Монографії - 3

1. Жуйков В.Я., Терещенко Т.О., Ямненко Ю.С., Мороз А.В. Регульовані фільтри джерел живлення для захисту інформації в мікроконтролерах К.: КАФЕДРА, 2016
Рекомендовано до друку Вченою Радою НТУУ «КПІ» Протокол № 6 від 16 травня 2016
184 с.
2. Базюк Т.М., Бінов І.В., Буткевич О.Ф., Гончаренко І.С., Денисюк С.П., Жуйков В.Я., Кириленко О.В., Лук'яненко Л.М., Миколаєць Д.А., Осипенко К.С., Павловський В.В., Рибіна О.Б., Стелюк А.О., Танкевич С.Є., Трач І.В. Інтелектуальні електричні мережі: елементи та режими: За заг. ред. акад. НАН України О.В. Кириленка Інститут електродинаміки НАН України. – К.: Ін-т електродинаміки НАН України, 2016. - 400 с
3. Вербицький Є.В., Кисельова А.Г., Осипенко К.С. Контекстно-залежне керування автономними системами електроживлення: Видавництво Аверс. - 2015. - 189 с
41 стаття, з них
 1. Т.А., Лайкова Л.Г., Пархоменко А.С. Исследование автокорреляционных функций с использованием преобразования в ориентированном базисе Технічна електродинаміка - 2016. - №4. - С. 29-31 Tereschenko T. Processing of biotelemetry data based on matched filters / T. Tereschenko, Y. Yamnenko, Y. Khokhlov. // Radio Electronics & Info Communications (UkrMiCo). - Conference Proceedings. -2016
 2. Express Diagnostics of Cardiovascular System by Spectral Methods / T.Tereschenko, J. Yamnenko, D. Larin, L. Klepach. // 14th International Conference The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics (CADSM'2017). PROCEEDINGS. - 2017. - С. 445-447
 3. Data Transmission with Code Division Based on Transform in Rotating Coordinates/ J. Yamnenko, T. Tereshchenko, Y. Khokhlov, O.Bondarenko, A. Polishuk.// 58th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON), 13-14 October 2017,- 2017- pp. 255-258.

13. Надати ключові слова до розробки: СПЕКТРАЛЬНІ ТА ВЕЙВЛЕТ ПЕРЕТВОРЕННЯ, ФУНКЦІЇ МОДУЛЬНОГО АРГУМЕНТУ, РОЗШИРЕННЯ СПЕКТРУ, КОНТЕКСТНО-ЗАЛЕЖНЕ КЕРУВАННЯ, МОНІТОРИНГ БІОТЕЛЕМЕТРИЧНИХ ДАНИХ ЛЮДИНИ