

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
І ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Сов'як Євген Віталійович

УДК 614.2:681.51

**МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПОПЕРЕДНЬОГО ОПРАЦЮВАННЯ І
ПЕРЕДАВАННЯ ЕКГ В СИСТЕМАХ ТЕЛЕМОНІТОРИНГУ**

123 «Комп'ютерна інженерія»

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль
2019

Роботу виконано на кафедрі комп'ютерних систем та мереж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних систем та мереж

Тиш Євгенія Володимирівна

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент кафедри біотехнічних систем

Дозорський Василь Григорович,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.

Захист відбудеться 24 грудня 2019 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії № 37 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №1, ауд. 1-603

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми роботи. Сучасні медичні діагностичні прилади, як правило, оперують цифровою інформацією, тобто оцифровують та опрацьовують або хоча б відображають її в цифровій формі. Однак лише незначна їх частина має можливість підключення до комп'ютерної мережі. Що ж стосується застарілих медичних діагностичних приладів то вони, в своїй більшості, є аналоговими приладами з ручним аналоговим керуванням, і в кращому випадку мають аналогові виходи для підключення і знімання інформації іншими приладами. Можливість підключення як сучасних так і старих медичних приладів до комп'ютерної мережі суттєво підвищить оперативність роботи та можливості лікарів, особливо при роботі з електронною медичною картою, яка в тестовому режимі запрацювала з 1 березня 2019 р.

Однак підключити сучасні та застарілі медичні діагностичні прилади до комп'ютерної мережі не так просто, а деякі прилади взагалі не можливо без значної переробки конструкції (в таких випадках доцільніше розробити новий прилад із відповідними можливостями). Для тих приладів, які мають можливість виводу аналогових або цифрових сигналів на інші пристрої (наприклад, часто аналогові електрокардіографи мають роз'єми для виводу електрокардіограми (ЕКГ), а цифрові підключають до комп'ютера), необхідно розробити методи та засоби попереднього опрацювання і передавання ЕКГ та реалізувати його як блок узгодження роботи та синхронізації з комп'ютерною мережею.

Такий блок повинен мати як аналогові так і цифрові порти для під'єднання різноманітних медичних діагностичних приладів і складатись з аналого-цифрового перетворювача або сигнального процесора та мікрокомп'ютера, під'єданого до безпроводної мережі. Для такого блоку доцільніше використати цифровий сигнальний процесор, оскільки за його допомогою можна реалізувати попередню обробку сигналів та підключення до мікрокомп'ютера, який відповідає за роботу з мережею та доступ до електронної медичної картки.

Застосування сигнальних процесорів для цифрової обробки ЕКГ потребує розробки ефективних алгоритмів та програм. Виконання даної задачі також пов'язано з вибором типу сигнального процесора згідно наступних параметрів: формат даних та розрядність; швидкість; організація пам'яті; енергоспоживання; зручність розробки програм.

Розроблення методів та засобів попереднього опрацювання і передавання ЕКГ в системах телемоніторингу є актуальною задачею, оскільки їх застосування дозволить зменшити трафік від мобільних медичних пристроїв, а отже розвантажити безпроводні мережі.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є розроблення методів та засобів попереднього опрацювання і передавання ЕКГ в системах телемоніторингу.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі:

- аналіз відомих розроблення методів та засобів опрацювання ЕКГ для побудови системи телемоніторингу;
- обґрунтування і вибір методів та засобів попереднього опрацювання ЕКГ для побудови системи телемоніторингу;
- розроблення алгоритму попереднього опрацювання ЕКГ для побудови системи телемоніторингу;
- тестування розробленого алгоритму попереднього опрацювання ЕКГ засобами Matlab та за допомогою стимулятора апаратних засобів Code Composer Studio™ для побудови системи телемоніторингу.

Об'єкт дослідження — процес попереднього опрацювання і передавання ЕКГ в системах телемоніторингу.

Предмет дослідження — методи та засоби попереднього опрацювання і передавання ЕКГ в системах телемоніторингу.

Методи дослідження базуються на положеннях:

- теорії інформації та енергетичної теорії стохастичних сигналів для побудови методів та засобів попереднього опрацювання і передавання ЕКГ в системах телемоніторингу.

Наукова новизна одержаних результатів.

1. Вперше отримано оцінку складності алгоритму для апаратної реалізації синфазного методу опрацювання сигналів, які отримано при його симуляції засобами Code Composer Studio™, що обґрунтовує можливості його апаратної реалізації.

2. Набуло подальшого розвитку використання синфазного методу енергетичної теорії стохастичних сигналів, шляхом його адаптації до задачі попереднього опрацювання ЕКГ, що уможливило апаратну реалізацію методу і створення засобів попереднього опрацювання і передавання ЕКГ в системах телемоніторингу.

Практичне значення одержаних результатів полягає в наступному: отримані результати моделювання і симуляції уможливили апаратну реалізацію синфазного методу опрацювання сигналів і створення засобів попереднього опрацювання і передавання ЕКГ в системах телемоніторингу.

Апробація. Окремі результати роботи доповідалися на VIII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Тернопіль (2019р.). Та на VII науково-технічній конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Тернопіль (2019р.).

Структура роботи. Дипломна робота складається із вступу, шести розділів, висновку, викладених 94 сторінках, списку використаних джерел з 26 назв на 3 сторінках, додатків на 15 сторінках, загальний обсяг роботи становить 109 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми роботи, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, показано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, розкрито

питання апробації результатів дипломної роботи на науково-технічній конференції.

У першому розділі «Аналіз методів та засобів опрацювання ЕКГ в системах телемоніторингу» проведено огляд методів та засобів відбору і цифрового опрацювання ЕКГ. Нових моделей ЕКГ у вигляді періодично корельованого випадкового процесу (ПКВП) та методів цифрового опрацювання ЕКГ, що базуються на цій моделі. Апаратних засобів цифрового опрацювання сигналів ЕКГ на базі цифрових сигнальних процесорів (ЦСП), з метою вибору методів та засобів попереднього опрацювання і передавання ЕКГ для побудови системи телемоніторингу.

Зокрема зазначено, що серед багатьох задач опрацювання ЕКГ найважливішими і найчастіше використовуваними є цифрова фільтрація, спектральний та кореляційний аналіз. Тому саме ці задачі доцільно реалізувати за допомогою ЦСП і таким чином перенести частину обчислювальних задач з ПК на пристрій відбору та обробки ЕКГ, а отже зменшити потік даних, що передається по телеметричному каналу зв'язку.

ЕКГ є нестационарним сигналом тому за його модель використаємо ПКВП, що уможливить використання відповідних моделі методів опрацювання сигналів. Ці методи ЦОС потребують адаптації до апаратної частини та перевірки коректності їх роботи.

Серед великого різноманіття саме наведені ЦСП, використовуються для дуже різних задач, оскільки мають різну продуктивність і структуру. Тому загалом доцільно скористатись з мікропроцесорів фірми Texas Instruments, оскільки вони мають сумісність з подібними системами опрацювання ЕКГ та зручну платформу для розробки та тестування програмного коду.

У другому розділі «Реалізація методів попереднього опрацювання ЕКГ» обґрунтовано вибір синфазного методу опрацювання ЕКГ на базі його моделі у вигляді ПКВП. Розроблено алгоритм реалізації синфазного методу опрацювання ЕКГ з наступною розробкою і тестуванням програми в середовищі Matlab. Проведено вибір типу сигнального процесора для реалізації розробленого алгоритму і програми. Проведено симулювання роботи ЦСП засобами Code Composer Studio.

Зокрема в розділі засобами Matlab розроблено програму та проведено моделювання розробленого алгоритму опрацювання ЕКГ, отримано спектральні і кореляційні характеристики тестових сигналів.

Базуючись на характеристиках сигналу ЕКГ вибрано ЦСП типу TMS320VC5441 фірми Texas Instruments, якій належить більше 50% ринку DSP, і яка відома у всьому світі своїми якісними та надійними розробками у сфері мікроелектроніки.

Розроблено програмний код і проведено симулювання роботи вибраного ЦСП типу TMS320VC5441 фірми Texas Instruments.

У третьому розділі «Тестування методів, засобів та розроблених алгоритмів опрацювання ЕКГ» на базі розробленого в другому розділі алгоритму і програмного коду, що реалізують синфазний метод опрацювання сигналів отримано оцінку складності алгоритму опрацювання ЕКГ, яка становить 127, вказує на його невелику складність для такого ЦП. Проведено тестування програми за допомогою симулятора Code Composer Studio (CCS), і

отримано спектральні, кореляційні і статистичні характеристики ЕКГ синфазним методом.

Отримані результати співпадають з результатами моделювання роботи розробленого алгоритму в середовищі Matlab. Що підтверджує працездатність розробленого алгоритму і програми.

У четвертому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 17553,31 грн.

У п'ятому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» висвітлено питання охорони праці при експлуатації медичних пристроїв опрацювання ЕКГ. У підрозділі безпека життєдіяльності розглянуто методи оцінки надійності захисту виробничого персоналу об'єкта у воєнний час. А також фактори ризику і можливі порушення здоров'я користувачів системи телемоніторингу ЕКГ.

У шостому розділі «Екологія» розглянуто програмне забезпечення еколого - статистичних досліджень. Також розглянуто питання застосування екологічних знань у різних галузях соціально-політичного життя.

У додатках до дипломної роботи наведено тексти програм для комп'ютерного моделювання методів попереднього опрацювання ЕКГ в системах телемоніторингу. Також додано опубліковані тези конференцій.

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі магістра розроблено методи та засоби попереднього опрацювання і передавання ЕКГ в системах телемоніторингу..

1.3 аналізу існуючих методів та засобів попереднього опрацювання ЕКГ найважливішими і найчастіше використовуваними є цифрова фільтрація, спектральний та кореляційний аналіз. Тому саме ці задачі доцільно реалізувати за допомогою ЦСП і таким чином перенести частину обчислювальних задач з ПК на пристрій відбору та обробки ЕКГ, а отже зменшити потік даних, що передається по телеметричному каналу зв'язку..

2.ЕКГ є нестационарним сигналом тому за його модель використаємо ПКВП, що уможливить використання відповідних моделі методів опрацювання сигналів. Ці методи цифрового опрацювання сигналів потребують адаптації до апаратної частини та перевірки коректності їх роботи.

3.Серед великого різноманіття саме наведені ЦСП, використовуються для дуже різних задач, оскільки мають різну продуктивність і структуру. Тому загалом доцільно скористатись з мікропроцесорів фірми Texas Instruments, оскільки вони мають сумісність з подібними системами опрацювання ЕКГ та зручну платформу для розробки та тестування програмного коду.

4.Грунтуючись на моделі ЕКГ як ПКВП розроблено алгоритм обчислення спектральних і кореляційних характеристик сигналів. Засобами Matlab розроблено програму та проведено моделювання розробленого алгоритму опрацювання ЕКГ, отримано спектральні і кореляційні характеристики тестових сигналів. Також на його базі розроблено код і проведено симулювання роботи вибраного ЦСП типу TMS320VC5441 фірми Texas Instruments.

5.З метою визначення потреби ресурсів ПК (об'єму оперативної та постійної пам'яті, швидкодії процесора), достатніх для реалізації алгоритмів.

Встановлення критерію оптимальності алгоритму та прогнозування змін вимог до обчислювальних ресурсів та критеріїв оцінки алгоритмів при зміні характеру та кількості вхідних даних, проведено оцінку складності алгоритму, яка склала 127, що вказує на його невелику складність. Отже ресурсів використовуваного ПК цілком вистачить для тестування.

6. Проведено тестування в симуляторі CCS роботи програми що реалізує синфазний метод опрацювання сигналів для тестових та ЕКГ сигналів для процесора TMS320VC5441 фірми Texas Instruments. Отримані результати співпадають з результатами моделювання роботи розробленого алгоритму в середовищі Matlab. Що підтверджує працездатність розробленого алгоритму і програми.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Тиш Є.В. Методи та засоби попереднього опрацювання і передавання ЕКГ в системах телемоніторингу / Є.В. Тиш, Є.В. Сов'як // VIII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій».— Т.: ТНТУ, 2019 – С. 102.

2. Тиш Є.В. Методи та засоби попереднього опрацювання ЕКГ для системи телемоніторингу / Є.В. Тиш, Є.В. Сов'як // VII науково-технічній конференції «Інформаційні моделі, системи та технології».— Т.: ТНТУ, 2019 – С. 137.

АНОТАЦІЯ

Сов'як Євген Віталійович. Методи та засоби попереднього опрацювання і передавання ЕКГ в системах телемоніторингу. – Рукопис.

Дипломна робота магістра за спеціальністю 123 — “Комп’ютерна інженерія”, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп’ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп’ютерних систем та мереж, група СІм-61, Тернопіль, 2019.

Дипломну роботу магістра присвячено розробленню методів та засобів попереднього опрацювання і передавання ЕКГ в системах телемоніторингу.

Грунтуючись на моделі ЕКГ як ПКВП розроблено алгоритм обчислення спектральних і кореляційних характеристик сигналів. Засобами Matlab розроблено програму та проведено моделювання розробленого алгоритму опрацювання ЕКГ, отримано спектральні і кореляційні характеристики тестових сигналів. Також на його базі розроблено код і проведено симулювання роботи вибраного ЦСП типу TMS320VC5441.

З метою визначення потреби ресурсів ПК, достатніх для реалізації алгоритмів. Встановлення критерію оптимальності алгоритму та прогнозування вимог до обчислювальних ресурсів при зміні характеру та кількості вхідних даних, проведено оцінку складності алгоритму, яка склала 127, що вказує на його невелику складність.

Проведено тестування в симуляторі CCS роботи програми, що реалізує синфазний метод опрацювання сигналів для тестових та ЕКГ сигналів для процесора TMS320VC5441. Отримані результати співпадають з результатами моделювання роботи розробленого алгоритму в середовищі Matlab, що підтверджує працездатність розробленого алгоритму і програми.

Ключові слова: цифровий сигнальний процесор, електрокардіограма, попереднє опрацювання сигналів, синфазний метод.

ANNOTATION

Soviak Yevhen. Methods and tools of ECG preliminary processing and transfer in tele monitoring systems. - Manuscript.

Master's Work, specializing 123 - Computer Engineering, Ivan Pul'uj Ternopil State Technical University, Faculty of Computer Information Systems and Program Engineering, Department of Computer Systems and Networks, a group CIm-61, Ternopil, 2019.

The master's thesis is devoted to the development of methods and means of ECG preliminary processing and transmission in telemonitoring systems.

Based on the ECG model as PCSP, an algorithm for calculating the spectral and correlation characteristics of the signals was developed. Matlab developed a program and simulated the developed ECG algorithm, obtained the spectral and correlation characteristics of the test signals. It also developed code and simulated the operation of the selected DSP type TMS320VC5441.

To determine the need for PC resources sufficient to implement the algorithms. Determining the algorithm optimality criterion and forecasting the requirements for computing resources when changing the nature and quantity of input data, the algorithm complexity was estimated, which was 127, which indicates its small complexity.

Tested in the CCS simulator of the program that implements the in-phase method of signal processing for test and ECG signals for the processor TMS320VC5441. The obtained results coincide with the results of modeling the work of the developed algorithm in the Matlab environment, which confirms the efficiency of the developed algorithm and the program.

Key words: digital signal processor, electrocardiogram, signal pre-processing, synphase method.