

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Левенець Андрій Олександрович

УДК 612.15:519.688

**АЛГОРИТМ КОМПРЕСІЇ ШИРОКОСМУГОВИХ
УЛЬТРАЗВУКОВИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ МЕДИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ**

163 – Біомедична інженерія

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль – 2018

Роботу виконано на кафедрі біотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: доктор технічних наук,
професор кафедри радіотехнічних систем
Яворський Богдан Іванович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,

Рецензент:

Захист відбудеться 28 грудня 2018 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №22 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Текстильна, 28, навчальний корпус №9, ауд. 9-507.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Поширеними сьогодні є методи ультразвукового дослідження, що є неінвазивним дослідженням організму людини або тварини за допомогою ультразвукових хвиль. Розвиток ультразвукової діагностики за останні роки багато в чому обумовлений розробкою і широким впровадженням у клінічну практику нових ультразвукових методів дослідження. Широко застосовуються сьогодні методи двовимірної (2-D) та тривимірної (3-D) візуалізації. Однак двовимірна візуалізація є недостатньо інформативною при дослідженнях складних просторових конфігурацій органів.

В даний час тривимірна (3-D) візуалізація в медичній ультразвуковій діагностиці здійснюється за допомогою трьох основних методів: механічного сканування трансдюсером з анулярними ґратами по азимутальному куту і куту місця; механічного сканування лінійної або конвексною одновимірною ґраткою вздовж напрямку, перпендикулярного площині електронного сканування решітки (шляхом поступального руху або обертання), з електронним скануванням в площині решітки; електронного сканування з використанням двовимірних (2-D) фазованих решіток. Основним недоліком цих методів є великий час знімання даних для огляду великого обсягу простору з високою роздільною здатністю. Крім того, другий метод забезпечує високу роздільну здатність лише по дальності і за однією з координат сканування.

Прогрес в областях технології виготовлення фазованих решіток, мікроелектроніки та обчислювальної техніки дає можливість реалізувати більш досконалі датчики і більш складні процедури обробки даних.

Застосовувані в сучасній ультразвуковій медичній діагностиці прилади засновані на принципі імпульсної ехолокації. На відміну від звичайної активної радіолокації в медичній діагностиці відбувається прийом розсіяних (відлуння) сигналів від безперервного неоднорідного середовища, які характеризуються високим загасанням ультразвуку. Пікова потужність імпульсів обмежується нормами безпеки для пацієнтів. У той же час, допустимим є збільшення середньої потужності випромінюваного імпульсу, тобто його тривалості. Тому застосування довгих випромінюваних модульованих імпульсів дозволяє після обробки ехосигналів отримати високий дозвіл по дальності (глибині) і збільшити пікову потужність стисненого імпульсу. При цьому актуальним є дослідження застосування принципів дискретної лінійної частотної і фазової модуляції при формуванні зондуючих імпульсів ультразвукових сигналів з метою їх компресії, що в перспективі дасть можливість підвищити точність вимірювань в області ультразвукової діагностики.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є обґрунтування алгоритму компресії зондуючих імпульсів ультразвукових сигналів. Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі:

- провести аналіз літературних джерел з метою вибору напрямку наукового дослідження;

- провести аналіз існуючих рішень проведення компресії ультразвукових сигналів;
- визначити обмеження та недоліки типових рішень;
- визначити переваги застосування запропонованого алгоритму компресії;
- обґрунтувати структуру каналу відбору та оцифрування ультразвукових сигналів.

Об'єкт дослідження. Процес відбору та алгоритми компресії дискретних широкосмугових модульованих сигналів медичної діагностики для подальшої передачі по каналах зв'язку.

Предмет дослідження. Алгоритми компресії дискретних широкосмугових модульованих ультразвукових сигналів.

Наукова новизна одержаних результатів.

Запропоновано застосування алгоритму компресії та обробки ультразвукових сигналів, як одного із методів покращення характеристик ультразвукового зображення та часткове розв'язання проблем подальшої передачі по каналах зв'язку.

Практичне значення одержаних результатів.

Результати даної роботи можуть бути використані при побудові систем ультразвукової діагностики.

Апробація результатів дослідження. За матеріалами кваліфікаційної роботи магістра опубліковано тези доповідей на VII міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» ТНТУ ім. І. Пулюя, 2018 рік.

Структура та обсяг. Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 114 сторінках, списку використаних джерел з 21 назви на 2 сторінках, додатків на 1 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 118 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 роботи на конференціях і семінарах.

У першому розділі «Особливості застосування ультразвуку в медицині» розглянуто питання фізичної природи та особливостей застосування ультразвуку в медицині, проаналізовано види ультразвукового сканування, зокрема лінійне, конвексне та секторне.

Проаналізовано техніку та методику отримання ультразвукових зображень, загальні принципи отримання таких зображень.

Означено складові системи ультразвукової діагностики, види датчиків та методики ультразвукового дослідження.

Розглянуто особливості методів доплерографії та застосування методу в офтальмології, енцефалографії тощо.

Встановлено, що для підвищення ефективності функціонування діагностичної техніки та підвищення її швидкодії необхідним є зменшення обсягів даних, які передаються та опрацьовуються ультразвуковими апаратами. Здійснити це можна

шляхом компресії самих сигналів ультразвукового дослідження, зокрема із застосуванням методів лінійної частотної модуляції та фазової модуляції.

У другому розділі «Алгоритми компресії дискретних широкосмугових модульованих сигналів ультразвукової діагностики» розглянуто алгоритми компресії дискретних широкосмугових модульованих сигналів ультразвукової діагностики із застосуванням методів лінійної частотної модуляції та фазової модуляції.

Проаналізовано літературні джерела та розглянуто можливості та алгоритм обробки широкосмугового лінійно-частотно модульованого сигналу з гаусовою згинаючою.

У третьому розділі «Обробка оцифрованих сигналів алгоритмом швидкого ультразвукового сканування» запропоновано метод обробки оцифрованих сигналів алгоритмом швидкого ультразвукового сканування, наведено методику фізичного експерименту і результати обробки сигналів.

У четвертому розділі «Передача даних ультразвукового дослідження на персональний комп'ютер» розглянуто питання передачі даних ультразвукового дослідження на персональний комп'ютер. При цьому проаналізовано особливості організації передачі даних, характеристики апаратно-програмних засобів.

Пропоновані методи, що описані в даній роботі, можуть бути застосовані для передачі даних ультразвукової діагностичної установки ALOKA SSD – 650 до персонального комп'ютера з наступною передачею даних по комп'ютерній мережі.

Розглянуто засоби узгодження вихідного сигналу з персональним комп'ютером, сформульовано вимоги до мережі передачі даних.

Для ефективної роботи з отриманими ультразвуковими зображеннями необхідно застосовувати програмні засоби, які б забезпечили можливість обробки зображення і при цьому не вимагали високої кваліфікації обслуговуючого персоналу.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» описано методику проведення медико-біологічних досліджень та проведено обґрунтування вибору УДК напряму наукового дослідження.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 33489,24 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,685 від максимального числа 1, а рекомендації по результатам виконання НДР можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто питання електробезпеки, негативного впливу електричного струму на умови праці та способів їх нормування при експлуатації ультразвукового сканера Toshiba Medical Aplio i-series. Законодавчі та нормативні акти з безпеки життєдіяльності в надзвичайних ситуаціях. Засоби індивідуального захисту. Надзвичайні екологічні ситуації та екологічний ризик.

У восьмому розділі «Екологія» розглянуто питання актуальності екологічних проблем, шкідливий вплив на довкілля при виготовленні ультразвукових сканерів, заходи охорони довкілля при виготовленні ультразвукових сканерів.

ВИСНОВКИ

Проведені в роботі дослідження показують, що вживання складних модульованих сигналів дозволяє значно підвищити рівень сигналів, що приймаються, і тим самим компенсувати велике акустичне ослаблення. Оцінки показують, що при цьому можливо збільшити робочу смугу частот в 2 рази, підвищивши відповідно просторовий дозвіл в медичній діагностиці. Пропоновані алгоритми цифрової обробки дозволяють досягти рівня бічних пелюсток порядку - 100 дБ. Вимоги до характеристик АЦП можуть бути послаблені в порівнянні з традиційними широкосмуговими імпульсними схемами.

Проведено моделювання процесу компресії імпульсів ультразвукових сигналів методами лінійної частотної модуляції та фазової модуляції.

Порівняння результатів підтверджує поліпшення поперечного дозволу в 2 рази в пропонованій схемі сканування і алгоритмі обробки сигналів у порівнянні з традиційним методом секторного сканування і динамічного фокусування. Побудовано систему передачі зображення з ультразвукової діагностичної установки в ПК із наступною передачею по комп'ютерній мережі.

ПЕРЕЛІК ПРАЦЬ

1. Левенець А.О. Покращення характеристик ультразвукових сканерів для контролю і діагностики біологічних об'єктів / С.Ю. Савченко, А.О. Левенець // Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 28-29 листопада 2018 року. – Т2.: ТНТУ, 2018. – С. 156

АНОТАЦІЯ

Левенець Андрій Олександрович. Алгоритми компресії широкосмугових ультразвукових сигналів для медичної діагностики. – Рукопис. Кваліфікаційна робота магістра, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

В роботі проведено аналіз існуючих алгоритмів компресії дискретних широкосмугових модульованих сигналів ультразвукової діагностики; визначено обмеження та недоліки типових рішень; визначено переваги застосування

алгоритму компресії; побудовано канал відбору та оцифрування ультразвукових сигналів; проведено огляд існуючих засобів для перевірки ультразвукових апаратів.

Алгоритми компресії та обробки дискретних широкосмугових модульованих сигналів ультразвукової діагностики призначені для реалізації обробки, за допомогою сучасних апаратно-програмних засобів, ультразвукових сигналів з стандартних ультразвукових апаратів.

Ключові слова: алгоритм, ультразвук, сигнал, АЦП, ЦАП, ЛЧМ, ФМ.

ANNOTATION

Levenets A.A. The algorithm for broadband ultrasonic signals compression for medical diagnostics. - Manuscript. Qualifying Work, Ivan Puluj Ternopil National Technical University, Ternopil, 2018.

An analysis of existing compression algorithms for discrete broadband modulated signals of ultrasound diagnostics is carried out; the limitations and drawbacks of typical solutions are determined; the advantages of using the compression algorithm are determined; a channel for selection and digitization of ultrasonic signals was constructed; An overview of the existing tools for verification of ultrasonic devices was conducted.

The algorithms of compression and processing of discrete broadband modulated ultrasonic diagnostic signals are intended for the implementation of processing, using modern hardware and software, ultrasonic signals from standard ultrasound apparatuses.

Key words: algorithm, ultrasound, signal, ADC, DAC, LCHM, FM.