

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

МОСКАЛЕНКО ВІТАЛІЙ СЕРГІЙОВИЧ

УДК 519.21:004.89

**МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ РОЗПІЗНАВАННЯ ЗВУКОВИХ СИГНАЛІВ
У ЗАКРИТИХ ПРИМІЩЕННЯХ**

172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль
2018

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

Керівник роботи: доктор технічних наук,
старший науковий співробітник кафедри
радіотехнічних систем
Юрченко Олег Миколайович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри біотехнічних систем
Хвостівський Микола Орестович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя.

Захист відбудеться 21 лютого 2018 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №25 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Текстильна, 28, навчальний корпус №9, ауд. 9-612.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. При ідентифікації звукових сигналів у закритих приміщеннях існує проблема пов'язана з паразитними ефектами адитивного характеру у вигляді суми залишкового післязвучання та корисного прямого сигналу. Паразитні ефекти утворюються за рахунок багатократного відбиття від поверхонь та одночасного поглинання звукових хвиль (ехосигнали).

Для усунення паразитних ефектів (ранні відбиття та кінцеве післязвучання) застосовують методи, які базуються на основі лінійного передбачення, зворотної згортки при апріорно відомій інформації про параметри приміщення та просторового розділення.

Проте відомі методи мають низьку ефективність усунення паразитними ефектів, оскільки при їх подавленні відбувається процедура подавлення корисної частини звукового сигналу (раннє відбиття сигналу, прямий звуковий сигнал), що не є припустимим у даному випадку (втрата корисної інформації). За результатами аналізу досліджень в області розпізнавання звукових сигналів у приміщеннях встановлено, що корисна інформація також міститься в у ранніх відбиттях при малій його потужності прямого сигналу.

Отже, розроблення методу підвищення якості розпізнавання звукових сигналів у закритих приміщеннях шляхом усунення їх реверберації (подавлення кінцевого звукового післязвучання) є актуальною науковою задачею.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є розроблення методу підвищення якості розпізнавання звукових сигналів у закритих приміщеннях.

Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Аналіз фізичних особливостей, параметрів звукових сигналів та методів розпізнавання звукових сигналів у закритих приміщеннях.
2. Розробка методу моделювання утворення реверберації в приміщенні та розробка алгоритму генерації штучної реверберації з заданим часом реверберації.
3. Розробка методу підвищення якості розпізнавання звукових сигналів у закритих приміщеннях.
4. Оцінка можливостей методу підвищення якості розпізнавання звукових сигналів у закритих приміщеннях.
5. Розробити програмне забезпечення для дослідження процесу розпізнавання звукових сигналів у закритих приміщеннях.

Об'єкт дослідження: звуковий сигнал з ефектами реверберації.

Предмет дослідження: методи та алгоритми підвищення якості розпізнавання звукових сигналів у закритих приміщеннях.

Наукова новизна отриманих результатів.

Розроблено метод та алгоритм спектрального віднімання на основі статистичного моделювання ревербераційного сигналу з використанням моделі Полака методу Дебніха, що підвищило якість розпізнавання звукових сигналів у закритих приміщеннях шляхом усунення пізньої реверберації.

Практичне значення роботи полягає у розробці алгоритму та методу підвищення якості розпізнавання звукових сигналів у закритих приміщеннях, які певною мірою долають недоліки відомих методів та алгоритмів.

Апробація. Викладені в дипломній роботі результати доповідалися і обговорювалися на IV науково-технічній конференції тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (м. Тернопіль, 2018р.).

Структура та обсяг. Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 90 сторінках, списку використаних джерел з 42 назв на 4 сторінках, додатків на 9 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 103 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі на підставі аналізу досліджуваної проблематики 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 конференції.

У першому розділі «Проблеми розпізнавання звукових сигналів у закритих приміщеннях» описано проблеми розпізнавання звукових сигналів у закритих приміщеннях, зокрема описано прямий звук та ревербераційні складові, проаналізовано способи визначення часу реверберації, способи оцінювання критичної відстані та проаналізовано акустику приміщення в залежності від діапазону частот.

У другому розділі «Моделі звукових сигналів з ефектами реверберації» наведено структури існуючих генераторів звукових сигналів з ефектами реверберації, проаналізовано їх структури та наведено результати моделювання їх імпульсних характеристик з метою порівняння із реальними характеристиками приміщення.

У третьому розділі «Метод підвищення якості розпізнавання звукових сигналів у закритих приміщеннях» на підставі аналізу відомих методів усунення ревербераційних ефектів для підвищення якості розпізнавання звукових сигналів у закритих приміщеннях зроблено висновок, що найбільш оптимальним для використання є метод спектрального віднімання.

Проаналізовано підходи, що дають змогу оцінити спектр пізньої реверберації, для алгоритму спектрального віднімання. Із урахуванням переваг та недоліків у роботі застосовано метод Дебніха (фільтр спектрального віднімання), який використовує час реверберації для розрахунків, що уможливорює підвищити точність вимірювання при заданих параметрах приміщення. Таке використання дає змогу більш детально проаналізувати якість роботи алгоритму, який розроблено на основі методу, оскільки за допомогою генераторів штучної реверберації є можливість задавати час реверберації та досліджувати результати фільтрації. Тому в подальшому буде використано метод спектрального віднімання з оцінкою спектра пізньої реверберації за методом Дебніха.

У четвертому розділі «Моделювання роботи алгоритму якості розпізнавання звукових сигналів у закритих приміщеннях» здійснено процедуру моделювання роботи алгоритму, як на штучних, так і на реальних

сигналах. За результатами моделювання встановлено, що розроблений алгоритм усуває пізню реверберацію із залишками в відфільтрованій реалізації сигналу ранньої реверберації. Також проведено аналіз роботи алгоритму в залежності від зміни вхідних параметрів важливих для реверберації, що дало змогу оцінити роботу алгоритму в різних умовах.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» описано програму MATLAB як програмне середовище для проведення експериментального дослідження.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить **89732,78** грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюється 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» сформульовано рекомендації по охороні праці з питань електробезпеки дослідника при експлуатації ревербераційної системи, буде забезпечено безпечні умови праці при експлуатації системи і тим самим мінімізовано ризик ушкодження дослідника електричним струмом. Також проаналізовано оптимальні комфортні умови у виробничих приміщеннях по виготовленню ревербераційної системи.

У восьмому розділі «Екологія» встановлено, що при проведенні виробничих процесів монтажу і складання ревербераційної системи застосовано технологічні методи і засоби, які створюють мінімальний вплив на навколишнє середовище.

У додатках наведено тексти програм, розроблені для персонального комп'ютера, який працює на базі ОС Windows 7-10.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розв'язано актуальну наукову задачу розроблення методу підвищення якості розпізнавання звукових сигналів у закритих приміщеннях.

При цьому отримано такі результати:

1. У результаті проведеного аналізу фізичних особливостей та параметрів звукових сигналів, методів розпізнавання звукових сигналів в закритих приміщеннях сформульовано основні вимоги до розроблення ефективного методу підвищення якості розпізнавання звукових сигналів у закритих приміщеннях шляхом усунення ревербераційних ефектів, а саме подавлення кінцевого звукового післязвучання.

2. Розроблено метод та алгоритм генерації штучної реверберації з заданим часом реверберації для дослідження процесу розпізнавання звукових сигналів у закритих приміщеннях

3. Розроблено метод підвищення якості розпізнавання звукових сигналів у закритих приміщеннях на базі спектрального віднімання, моделі Полака та методу Дебніха, оцінено його можливості, який уможливив підвищити якість розпізнавання звукових сигналів у закритих приміщеннях шляхом усунення пізньої реверберації.

Розроблено програмне забезпечення для дослідження процесу розпізнавання звукових сигналів у закритих приміщеннях

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Москаленко В.С. Математична модель звукових сигналів у закритих приміщеннях / В.С.Москаленко, О.М.Юрченко, Л.В.Хвостівська // Матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, (Тернопіль, 1 – 2 лютого 2018 р.). – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – С.14.

АНОТАЦІЯ

Москаленко Віталій Сергійович. Метод підвищення якості розпізнавання звукових сигналів у закритих приміщеннях. – Рукопис.

Дипломна робота магістра за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка», Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

В дипломній роботі розроблено метод підвищення якості розпізнавання звукових сигналів у закритих приміщеннях та метод моделювання реверберації в приміщенні та генерації штучної реверберації на основі спектрального віднімання з використанням моделі Полака та методу Дебніха.

Розроблений метод підвищення якості розпізнавання звукових сигналів реалізовано у вигляді комп'ютерної програми.

Ключові слова: звукові сигнали, якість, розпізнавання, реверберація, приміщення, програмне забезпечення.

ANNOTATION

Moskalenko Vitaliy. Method of improving the quality of recognition of sound signals in enclosed spaces. - The manuscript.

Master's diplom work on specialty 172 "Telecommunication and Radio Engineering", Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2018.

In the thesis the method of improving the quality of recognition of sound signals in enclosed spaces and the method of reverberation simulation in the room and the generation of artificial reverb on the basis of spectral subtraction using the Polak model and the Debni method have been developed.

The developed method of improving the quality of recognition of audio signals is implemented as a computer program.

Keywords: sound signals, quality, recognition, reverb, premises, software.