

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

Сеньків Василь Іванович

УДК 057.087

**МЕТОД ОПРАЦЮВАННЯ ГОЛОСОВИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ ЗАДАЧІ
ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИ**

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 біотехнічних систем
Яворський Богдан Іванович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,

Рецензент: кандидат технічних наук,
доцент кафедри радіотехнічних систем
Умзар Юрій Августович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 23 лютого 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 роботи. Для задачі ідентифікації особи сьогодні застосовується сукупність автоматизованих методів і засобів, що ґрунтуються на оцінюванні її фізіологічних або поведінкових характеристик. Такі методи об'єднуються спільним терміном – біометрія. Біометрична ідентифікація є засобом підтвердження особи, можливості доступу цієї особи до захищених баз даних, окремих приміщень тощо. При цьому, всі методи біометричної ідентифікації можна розділити на статичну і динамічну. До першої групи належать методи ідентифікації за відбитком пальця, формою долоні, розташуванням вен на тильній стороні долоні, сітківкою ока, райдужною оболонкою ока, формою обличчя, термограмою особи тощо. Методи динамічної ідентифікації ґрунтуються на поведінковій (динамічній) характеристиці людини, зокрема ідентифікація проводиться за рукописним почерком, клавіатурним почерком, голосом, рухом губ тощо. Найбільш поширеним сьогодні і перспективним в плані технічної розробки є метод голосової ідентифікації. Однак точність цього методу в знаній мірі залежить від методів відбору та опрацювання голосових сигналів, степені врахування впливу зовнішніх та внутрішніх факторів, що спричиняють зростання складових завад в структурі голосових сигналів, появи артефактів тощо. Важливою при цьому є задача обґрунтування методу опрацювання голосових сигналів та виділення інформативних ознак, оцінки яких носили б індивідуальний характер та давали б можливість проведення ідентифікації особи.

Відомими є способи побудови коду ідентифікації за голосом. Як правило, це різні поєднання частотних і статистичних характеристик голосу. При цьому, голосовий сигнал розглядається як стаціонарний випадковий процес із наступним застосуванням методів спектрально-кореляційного аналізу. Однак таке подання голосових сигналів не придатне для опису коливної структури голосових сигналів, що є результатом роботи голосових складок і проявляється в наявності основного тону – характерної повторюваності, що може бути використана для задачі ідентифікації особи. Визначення основного тону голосового сигналу залишається актуальною задачею протягом останніх 70 років. Поширеними методами оцінювання основного тону є піковий, кепстральний, фільтровий метод тощо. Однак зазначеним методам притаманні недоліки, пов'язані із низькою роздільною здатністю (що може призвести до помилкового дозволу доступу), чутливістю, затратним на опрацювання часом.

Отже, обґрунтування методу опрацювання голосових сигналів для задачі ідентифікації особи, алгоритм якого можна було б реалізувати у вигляді складового елемента програмного забезпечення біометричних систем, є актуальною задачею.

Мета і задачі дослідження. *Метою дослідження* є обґрунтування вибору методу опрацювання голосових сигналів для задачі ідентифікації особи. Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести аналітичний огляд літературних джерел за тематикою дослідження.
2. Обґрунтувати вибір математичної моделі голосових сигналів для задачі ідентифікації особи.

3. Розробити метод статистичного опрацювання голосових сигналів на основі цієї математичної моделі для виявлення нових індивідуальних інформативних ознак.

4. Обґрунтувати застосовність цих нових інформативних ознак для задачі ідентифікації особи.

5. Розробити програмне забезпечення для проведення експериментального дослідження голосових сигналів для задачі ідентифікації особи.

Об'єкт дослідження: процес опрацювання голосових сигналів для задачі ідентифікації особи

Предмет дослідження: метод опрацювання голосових сигналів для задачі ідентифікації особи.

Методи дослідження побудовано на основі методів гармонічного та спектрально-кореляційного аналізу.

Наукова новизна одержаних результатів. Обґрунтовано метод опрацювання голосових сигналів для задачі ідентифікації особи, що ґрунтується на використанні в якості інформативних ознак оцінок формантних частот, частоти основного тону та параметрів обвідної голосового сигналу в часі.

Практичне значення одержаних результатів. Одержані результати можуть бути використані при розробленні систем автоматизованої голосової ідентифікації особи.

Апробація результатів дипломної роботи магістра. Викладені в роботі результати доповідалися і обговорювалися на міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів, (Тернопіль, 16–17 листоп. 2017.)

Структура та обсяг. Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 106 сторінках, списку використаних джерел з 32 назв на 3 сторінках, додатків на 1 сторінці. Загальний обсяг роботи становить 113 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 «Вибір напрямку та теми наукового дослідження» розглянуто основні проблеми існуючих систем ідентифікації особи. Низька їх надійність призводить до того, що ряд державних і комерційних організацій мають значні втрати, в тому числі і фінансові.

Ряд дослідників і розробників пов'язують підвищення надійності систем аутентифікації з впровадженням біометричних характеристик користувача. Великі надії після 2003 року були пов'язані з використанням так званих біометричних систем (зображення особи, папілярний рисунок пальця і райдужна оболонка ока). Подальші дослідження і розробки показали недостатню ефективність зазначених систем. Один з напрямків вдосконалення біометричних систем доступу пов'язують з голосовою ідентифікацією.

Голосові системи ідентифікації мають низьку вартість, простоту і ряд інших

переваг. Суттєвим є те, що якісні і кількісні характеристики цих систем в більшій мірі залежать від відношення сигнал/шум реєстрованих даних, яке може оперативнo змінюватися і нарощуватися в процесі введення паролної фрази. Сучасні системи голосової ідентифікації можуть бути суттєво модернізовані за рахунок впровадження методів обробки даних, які раніше досліджені і широко використовуються, і, в першу чергу, повинні бути модернізовані методи і програмно-апаратні засоби введення і виділення мовного сигналу користувача системи.

У другому розділі «Методи опрацювання голосових сигналів для задачі ідентифікації особи» проаналізовано процес утворення голосових сигналів та встановлено що вони можуть розглядатись як амплітудно модульовані коливання. Знаючи природу та фізичні особливості формування голосових сигналів виділено їх ознаки, які придатні для використання як інформативні ознаки певної особи, за якими можна проводити ідентифікацію цієї особи, а саме: частота основного тону, частоти розміщення трьох перших формант та параметри обвідної сигналу в часовій області. На основі цього сформульовано вимоги до методу опрацювання голосових сигналів.

Метод опрацювання голосових сигналів повинен забезпечувати можливість виділення інформативних ознак голосового сигналу, які були б інваріантними у часі індивідуальними характеристиками кожної окремо взятої особи і давали б можливість ідентифікації цієї особи.

Проаналізовано методи оцінювання частоти основного тону, частот розміщення перших формант та огинаючої голосового сигналу.

У третьому розділі «Експериментальний відбір голосових сигналів» обґрунтовано алгоритм проведення експерименту з відбору голосових сигналів.

Обґрунтовано параметри мікрофона, з допомогою якого проводиться реєстрація голосових сигналів, виходячи з особливостей поставленої задачі та обґрунтованого в попередньому розділі методу опрацювання.

Обґрунтовано параметри АЦП звукової картки, з допомогою якої проводиться оцифрування реєстрограм голосових сигналів.

Проведено відбір групи голосових сигналів для наступного опрацювання.

У четвертому розділі «Опрацювання голосових сигналів для задачі ідентифікації особи» проведено опрацювання групи голосових сигналів та обчислено оцінки амплітудних спектрів з метою оцінювання частот розміщення трьох перших формант, модифіковано автокореляційний метод знаходження значення частоти основного тону та проведено виділення огинаючої голосового сигналу.

В сукупності, оцінки частот розміщення трьох перших формант, частоти основного тону та параметрів обвідної голосового сигналу в часовій області дадуть можливість ідентифікації особи з підвищеною точністю, оскільки одночасно аналізуватимуться 3 групи параметрів голосового сигналу, що знизить ймовірність припущення помилок 1-го та 2-го роду.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» описано метрологічне забезпечення медико-біологічних досліджень та проведено обґрунтування вибору пакету Matlab як програмного забезпечення для розв'язання наукової задачі.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 39167,41 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» питання охорони праці та встановлено порядок дій у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

У восьмому розділі «Екологія» розглянуто питання актуальності охорони навколишнього середовища, забруднення, що виникають при виготовленні пристроїв ідентифікації особи, заходи щодо зменшення забруднення довкілля.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської роботи розв'язано актуальну наукову задачу, яка полягає в обґрунтуванні методу опрацювання голосових сигналів для задачі ідентифікації особи. При цьому отримано такі результати:

1. Розглянуто основні проблеми існуючих систем ідентифікації особи. Обґрунтовано доцільність застосування опрацювання голосових сигналів для задачі ідентифікації особи.

2. Голосові системи ідентифікації мають низьку вартість, простоту і ряд інших переваг. Суттєвим є те, що якісні і кількісні характеристики цих систем в більшій мірі залежать від відношення сигнал/шум реєстрованих даних, яке може оперативно змінюватися і нарощуватися в процесі введення паролі фрази. Сучасні системи голосової ідентифікації можуть бути суттєво модернізовані за рахунок впровадження методів обробки даних, які раніше досліджені і широко використовуються, і, в першу чергу, повинні бути модернізовані методи і програмно-апаратні засоби введення і виділення голосового сигналу користувача системи.

3. Проаналізовано процес утворення голосових сигналів та встановлено що вони можуть розглядатись як амплітудно модульовані коливання. Знаючи природу та фізичні особливості формування голосових сигналів виділено їх ознаки, які придатні для використання як інформативні ознаки певної особи, за якими можна проводити ідентифікацію цієї особи, а саме: частота основного тону, частоти розміщення трьох перших формант та параметри обвідної сигналу в часовій області. На основі цього сформульовано вимоги до методу опрацювання голосових сигналів.

4. Проаналізовано методи оцінювання частоти основного тону, частот розміщення перших формант та огинаючої голосового сигналу.

5. Обґрунтовано алгоритм проведення експерименту з відбору голосових сигналів, обґрунтовано параметри мікрофона, з допомогою якого проводиться реєстрація голосових сигналів, виходячи з особливостей поставленої задачі та обґрунтованого методу опрацювання, обґрунтовано параметри АЦП звукової

картки, з допомогою якої проводиться оцифрування реєстрограм голосових сигналів.

6. Проведено відбір групи голосових сигналів та наступне опрацювання їх в середовищі Matlab. Встановлено, що в сукупності оцінки частот розміщення трьох перших формант, частоти основного тону та параметрів обвідної голосового сигналу в часовій області дадуть можливість ідентифікації особи з підвищеною точністю, оскільки одночасно аналізуватимуться 3 групи параметрів голосового сигналу, що знизить ймовірність припущення помилок 1-го та 2-го роду.

ПЕРЕЛІК ПРАЦЬ

1. Дедів Л.Є. Метод опрацювання голосових сигналів для задачі ідентифікації особи / Л.Є. Дедів, В.І. Сеньків //Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 16–17 листоп. 2017.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2017. – 46.

АНОТАЦІЯ

Сеньків В.І. Метод опрацювання голосових сигналів для задачі ідентифікації особи. – Рукопис. Кваліфікаційна робота магістра, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

Роботу присвячено розробленню методу опрацювання голосових сигналів для задачі ідентифікації особи. Обґрунтовано актуальність теми. Проаналізовано відомі методи біометричної ідентифікації особи та обґрунтовано метод голосової ідентифікації. Проаналізовано методи опрацювання голосових сигналів. Запропоновано метод, що ґрунтується на поєднанні методів формантного та спектрально-кореляційного аналізу.

Ключові слова: ідентифікація, біометрія, голосовий сигнал, формантний аналіз.

ABSTRACT

Senkiv V.I. Method of voice signals processing for the task of person identifying. - Manuscript. Master's qualifying work, Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2018.

The work is devoted to the development of the method of voice signals processing for the task of person identifying. The relevance of the topic is substantiated. The well-known methods of biometric identification of a person are analyzed and the voice identification method is substantiated. Methods of processing of voice signals are analyzed. A method based on combination of methods of formant and spectral-correlation analysis is proposed.

Key words: identification, biometrics, voice signal, formant analysis.