

ВІДГУК

офіційного опонента

доктора технічних наук, професора **Аль-Амморі Алі Нурддиновича** на дисертаційну роботу Белозьорової Яни Андріївни на тему «Метод застосування вейвлет аналізу в задачах ідентифікації мовної інформації», подану до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.03 – математичне та програмне забезпечення обчислювальних машин і систем

Дисертаційна робота Белозьорової Яни Андріївни присвячена вирішенню важливої проблеми підвищення точності ідентифікації мовного сигналу та пошуку акустичних характеристик мови особи на основі вейвлет аналізу.

Актуальність дослідження. Одним із важливих та актуальних завдань математичного та програмного забезпечення обчислювальних машин і систем є створення методів, алгоритмів та програмних засобів для систем обробки та розпізнавання мовної інформації. В сучасному світі все більше значення приділяється інтерфейсам, що використовують взаємодію людини і комп'ютера, тому все більше уваги в дослідженнях приділяється питанням розробки систем ідентифікації та розпізнавання мовної інформації, а також визначення приналежності мовної інформації конкретній особі. Однак існуючі розробки мають ряд недоліків, пов'язаних з точністю ідентифікації мовного сигналу, правильним підбором характерних ознак для опису мовних характеристик особи та сигналу в цілому. Вищезазначене приводить до потреби в нових ефективних методах обробки мовного сигналу, визначення індивідуальних характеристик особи та ідентифікацію мовного сигналу.

Дисертаційна робота Белозьорової Яни Андріївни присвячена вирішенню важливого науково-технічного завдання - удосконалення алгоритмів та підвищення точності роботи систем ідентифікації мовної інформації.

Все вищевказане підтверджує **актуальність теми** дисертаційного дослідження Белозьорової Яни Андріївни. Крім того її актуальність

підтверджується зв'язком з державними та галузевими науковими програмами та відповідністю пріоритетним напрямам розвитку науки і техніки.

Наукова новизна результатів. У дисертації:

уперше:

- запропоновано використання самоподібних структур в якості ідентифікаційних ознак особи, що дозволяють підвищити точність ідентифікації особи;
- розроблено метод підвищення інформативності частоти основного тону, в якому вказане підвищення досягається шляхом врахування характеристик самоподібних структур мовного сигналу, притаманних особі;

удосконалено:

- знаходження границь вокалізованих і невокалізованих фрагментів на основі фрактальної розмірності, що дозволяє виконати сегментацію мовного сигналу;

одержали подальший розвиток:

- методи ідентифікації особи, за рахунок врахування індивідуальних характеристик особи.

Практичне значення одержаних результатів роботи полягає в тому, що використання розробленого методу сегментації дозволяє автоматизувати структурну розмітку мовних баз даних, а запропонований алгоритм виділення характеристик самоподібних структур сприяє підвищенню точності ідентифікації мовного сигналу, може бути використаний в системах ідентифікації мовного сигналу та в інших інтелектуальних системах взаємодії користувача і комп'ютера. На базі створених методів та моделі спроектовано та реалізовано ПС для ідентифікації мовної інформації особи.

Теоретичне і практичне значення роботи. Головні теоретичні результати роботи стосуються: розробки методу сегментації мовного сигналу на основі використання фрактального аналізу; створенню алгоритму виділення характеристик самоподібних структур, який ґрунтується на вейвлет декомпозиції мовного сигналу та використанні характерних

екстремумів спектру; розроблений метод підвищення інформативності частоти основного тону за рахунок використання в якості додаткових інформаційних критеріїв залежностей сингулярностей мультифрактального спектру. Загалом вказані результати становлять вагомий внесок у розвиток в Україні методів і алгоритмів ідентифікації мовного сигналу та створення програмних систем мовної ідентифікації особи.

Практичне значення отриманих результатів полягає у створенні програмної системи мовної ідентифікації особи. Практичну значимість результатів підкреслює впровадження розроблених методів та алгоритму на підприємствах «ІСТ ТАУЕР» при побудові програмних проектів, продуктів та окремих модулів систем мовної ідентифікації та «КіберБіонік Систематікс» при побудові систем мовної ідентифікації клієнтів та їх програмної реалізації, а також в навчальному процесі Факультету кібербезпеки, комп'ютерної та програмної інженерії Національного авіаційного університету.

Загалом отримані результати можуть стати основою створення сучасних дисциплін, пов'язаних з людино-машиною взаємодією та інтелектуальними системами обробки мовної інформації.

Повнота викладення результатів в опублікованих матеріалах.

Результати дисертаційного дослідження апробовано належним чином. Основні результати дисертації опубліковано в двадцяти двох наукових роботах, тринадцять з яких у періодичних виданнях, з яких п'ять у наукових фахових виданнях України, з них вісім входять до міжнародних наукометричних баз даних (зокрема одна, індексована НМБД Scopus і три – Index Copernicus), п'ять статей у закордонних виданнях, а також вісім публікацій у збірниках тез та матеріалів доповідей наукових конференцій. Дев'ять опублікованих праць є одноосібними. Особистий внесок здобувача в сумісних публікаціях є підтвердженим.

В опублікованих працях викладено в повному обсязі основні отримані результати. Рівень та кількість публікацій, рівень апробації відповідають вимогам Міністерства освіти і науки України щодо оприлюднення наукових результатів дисертацій.

Автореферат відображає суть основних наукових положень, практичну значущість та висновки. Дисертаційна робота та автореферат оформлені у відповідності з вимогами, що ставляться до кандидатських дисертацій в Україні, хоча по тексту дисертації зустрічаються неточності, невідповідності у посиланні на рисунки, граматичні та стилістичні помилки.

Оцінка змісту дисертаційної роботи, її завершеність. Дисертаційна робота Белозьорової Я.А. складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку літературних джерел та додатків, і є завершеною науковою працею.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і виділено завдання дослідження, визначено об'єкт, предмет, методи дослідження, наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, представлено загальну характеристику роботи, структуру та обсяг дисертації. Наведено відомості про впровадження результатів роботи, апробацію, особистий внесок автора, а також публікації за темою дисертації.

Перший розділ присвячено аналізу сучасного стану та напрямків розвитку досліджень задач ідентифікації мовної інформації, проаналізовані методи параметризації мовного сигналу, описано механізми утворення та сприйняття мовного сигналу, виконано огляд методів визначення частоти основного тону та принципи прийняття рішення в задачах ідентифікації мовної інформації. На основі проведеного аналізу зроблено висновок про необхідність створення методів та алгоритмів опису мовного сигналу для підвищення точності ідентифікації мовної інформації. Здійснено постановку задачі, сформульовано мету та завдання дослідження.

У другому розділі розроблена модель слухової системи людини, що описує послідовність перетворень мовного сигналу при обробці слуховою системою людини, забороновано модель представлення мовного сигналу на основі вейвлет аналізу та описані принципи визначення його самоподібних структур, визначення характеристик яких дозволить підвищити точність при описі індивідуальних характеристик особи.

У третьому розділі розроблені методи і алгоритми, необхідні для побудови систем ідентифікації особи. Запропонований в другому розділі

фрактальний аналіз був використаний для побудови методу сегментації мовного сигналу. В роботі виконуються вибір методу розрахунку фрактальної розмірності та визначаються принципи проведення сегментації за цим параметром. В третьому підрозділі розроблено алгоритм виділення характеристик самоподібних структур, що складається в аналізі максимумів вейвлет перетворення на різних рівнях декомпозиції мовного сигналу, також запропоновано метод підвищення інформативності частоти основного тону за рахунок використання характеристик самоподібних структур. Описано метод мовної ідентифікації особи, що включає сегментацію мовного сигналу на вокалізовані та невокалізовані фрагменти, виділення характеристик самоподібних структур з вокалізованих фрагментів, визначення частоти основного тону та частот формант, а також порівняння мовних сигналів на основі оцінки різниці відповідних залежностей щільностей вірогідностей. В четвертому підрозділі описано принципи визначення характеристик формант та запропоновано відповідний алгоритм. В останньому підрозділі визначено міру подоби для порівняння двох мовних сигналів.

Четвертий розділ присвячено підбору параметрів методу мовної ідентифікації мовної інформації та розробці програмної системи мовної ідентифікації особи. В першому підрозділі розглянуто загальний підхід до задач ідентифікації та визначено основні компоненти цього підходу відносно ідентифікації мовної інформації. В другому підрозділі розглянуто вибір параметрів та оцінка ефективності методу сегментації на основі фрактальної розмірності. Розроблений метод сегментації показав достатньо високу ефективність для використання в практичних застосуваннях. В третьому підрозділі виконано підбір параметрів вейвлет перетворення Морле для більш точного опису мовного сигналу, описано процес визначення характеристик самоподібних структур на основі мультифрактального спектру. Особливо необхідно вказати використання в роботі незвичайного підходу, що використовує мультифрактальний спектр, чим підвищується точність визначення характеристик мовного сигналу. Виконане порівняння методів визначення частоти основного тону на основі ідентифікації особи показав підвищення точності ідентифікації за рахунок розробленого підходу.

В четвертому підрозділі проведена оцінка ефективності визначення формантних частот, яка показала достатньо високу точність в порівнянні з існуючими формант трекарами. Останній підрозділ присвячений побудові програмної системи мовної ідентифікації особи та підбору параметрів міри подоби для забезпечення раціональних значень похибок першого та другого роду.

Викладення матеріалу дисертації є послідовним, чітким та грамотним. Традиційні питання, необхідні для повноти сприйняття, викладено лаконічно, а нові моменти висвітлено більш детально. Наукові положення та висновки, сформульовані в дисертації є достатньо обґрунтованими та достовірними.

Зауваження до роботи:

1. У першому розділі доцільно було б розглянути основи вейвлет теорії, яка використовується практично в усіх наступних розділах роботи.

2. В розділі 2.3 виконується обґрунтування вибору моделі представлення мовного сигналу та робиться висновок на основі теореми вкладення, щодо необхідності використання фрактальної розмірності, необхідно було б зробити більш розгорнуте обґрунтування необхідності використання фрактальної розмірності.

3. В розділі 2.4. при визначенні відповідності максимумів модуля функції мовного сигналу локальним особливостям самоподібних структур, необхідно більше уваги приділити опису методу модуля максимумів вейвлет перетворення, принципи якого використовуються в цьому розділі.

4. При виборі методу розрахунку фрактальної розмірності слід більш детально описати налаштування відомих методів при їх порівнянні.

5. Вважаю, що рисунки 3.12 та 3.13 можна замінити на один рисунок.

6. При оформленні математичних виразів 3.18 та 3.22 необхідно писати кому перед описом компонентів цих виразів.

Загальні висновки.

Незважаючи на вищезазначені зауваження до дисертаційної роботи, вважаю, що вона являє собою завершену наукову працю, що вирішує важливу наукову-технічну проблему удосконалення алгоритмів та підвищення точності роботи систем ідентифікації мовної інформації.

Результати роботи є суттєвими для розвитку таких напрямків галузі технічних наук як людино-машина взаємодія, методи ідентифікації особи, сегментація, обробка та опис характеристик мовного сигналу.

Основні результати дисертації відповідають вимогам паспорту наукової спеціальності 01.05.03 – математичне та програмне забезпечення обчислювальних машин і систем, зокрема наступним пунктам розділу II: методи оцінки якості; методи і засоби аналізу та проектування програмних систем; програмна інженерія та інженерія програмних систем.

Дисертант продемонстрував високу кваліфікацію, вільне володіння сучасними технологіями програмування та проектування програмного продукту. Автореферат і дисертація та їх оформлення, кількість публікації та повнота відображення результатів дисертаційних досліджень відповідають вимогам пп. 9, 11, 12, 13 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Кабінетом Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 (зі змінами) щодо кандидатських дисертацій.

Дисертаційна робота «Метод застосування вейвлет аналізу в задачах ідентифікації мовної інформації» відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України до кандидатських дисертацій, а її авторка Белозьорова Яна Андріївна заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.03 – математичне та програмне забезпечення обчислювальних машин і систем.

ОФІЦІЙНИЙ ОПОНЕНТ:

доктор технічних наук, професор

завідувач кафедри

інформаційно-аналітичної діяльності

та інформаційної безпеки

Національного транспортного університету



Аль-Амморі А. Н.



Підпис завіряю

Начальник відділу кадрів НТУ

Н.І.Васянова