

Голові спеціалізованої вченої ради
Д 26.062.19 в Національному авіаційному
університеті

03680, м. Київ, пр. Любомира Гузара, 1.

ВІДГУК

офіційного опонента завідувача кафедри телекомунікацій Національного університету «Львівська політехніка» доктора технічних наук, професора Климаша Михайла Миколайовича на дисертаційну роботу Лавриненка Олександра Юрійовича за темою «Методи підвищення ефективності семантичного кодування мовних сигналів», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – «Телекомунікаційні системи та мережі»

Актуальність теми. Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-практичної проблеми в телекомунікаційних системах, а саме підвищення пропускну здатності каналу передачі семантичних мовних даних за рахунок ефективного їх кодування, тобто формулюється питання підвищення ефективності семантичного кодування, а саме – з якою мінімальною швидкістю можливо кодувати семантичні ознаки мовних сигналів із заданою ймовірністю безпомилкового їх розпізнавання? Саме на це питання дана відповідь у даному науковому дослідженні, що є актуальною науково-технічною задачею враховуючи зростаючу тенденцію дистанційної взаємодії людей і роботизованої техніки за допомогою мови, де безпомилковість функціонування даного типу систем безпосередньо залежить від ефективності семантичного кодування мовних сигналів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Результати дисертаційної роботи відображені в рамках держбюджетних науково-дослідних робіт Національного авіаційного університету за темами: «Технологія створення, експлуатації та експертизи комплексних систем захисту інформації» (шифр № 674 - ДБ10, № держреєстрації 0110U000225),

«Створення і дослідження нових систем захищеного авіаційного радіозв'язку в рамках Концепції CNS / ATM ICAO» (шифр № 874 - ДБ13, № держреєстрації 0113U000093) на замовлення Міністерства освіти і науки України, в яких здобувач брав участь в якості безпосереднього відповідального виконавця. Також отримані результати використовуються в навчальному процесі кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем Національного авіаційного університету в рамках навчальної дисципліни – «Методи цифрової обробки мовних сигналів».

Оцінка змісту дисертаційної роботи, її завершеність. Загальний обсяг дисертації становить 139 сторінок, з них: 38 ілюстрацій, 5 таблиць, 85 найменувань використаних джерел та три додатки. Дисертація написана українською мовою.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, викладено зв'язок з науковими темами, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено об'єкт і предмет дослідження, показано наукову новизну і практичне значення.

Перший розділ є оглядовим і закінчується постановкою завдання дослідження, а саме, досліджено відомий метод підвищення ефективності семантичного кодування мовних сигналів на основі мел-частотних кепстральних коефіцієнтів, який полягає в знаходженні середніх значень коефіцієнтів дискретного косинусного перетворення прологарифмованої енергії спектра дискретного перетворення Фур'є обробленого трикутним фільтром в мел-шкалі. Проблема полягає в тому, що представлений метод семантичного кодування мовних сигналів на основі мел-частотних кепстральних коефіцієнтів не дотримується умови адаптивності, тому було сформульовано основну наукову гіпотезу дослідження, яка полягає в тому що підвищити ефективність семантичного кодування мовних сигналів можливо за рахунок використання адаптивного емпіричного вейвлет-перетворення з подальшим застосуванням спектрального аналізу Гільберта.

Другий розділ дисертаційної роботи присвячений обґрунтуванню ефективності використання адаптивного емпіричного вейвлет-перетворення в задачах кратномасштабного аналізу та семантичного кодування мовних сигналів, а саме, запропоновано підхід, для кількісного виміру семантичної інформації, яка знаходиться в мовних сигналах, на сьогоднішній день немає остаточного теоретичного обґрунтування проблеми пов'язаної з доведенням можливості кількісного виміру семантичної інформації, запропоновано використовувати метод адаптивного емпіричного вейвлет-перетворення в задачах кратномасштабного аналізу та семантичного кодування мовних сигналів, що дозволить підвищити ефективність спектрального аналізу за рахунок розкладання високочастотного мовного коливання на його низькочастотні складові, а саме внутрішні емпіричні моди, доведено адаптивність емпіричного вейвлет-перетворення за допомогою сегментації спектра Фур'є, де компактні носії вейвлет-фільтрів Мейера напряму залежать від того, де знаходиться потрібна нам семантична інформація в спектрі мовного сигналу.

У третьому розділі розроблено метод семантичного кодування мовних сигналів на основі адаптивного емпіричного вейвлет-перетворення з подальшим застосуванням спектрального аналізу Гільберта, а саме, розроблено метод семантичного кодування мовних сигналів на основі емпіричного вейвлет-перетворення, який відрізняється від існуючих методів побудовою множини адаптивних смугових вейвлет-фільтрів Мейера з подальшим застосуванням спектрального аналізу Гільберта для знаходження миттєвих амплітуд і частот функцій внутрішніх емпіричних мод, що дозволить визначити семантичні ознаки мовних сигналів та підвищити ефективність їх кодування, проведено адаптивну порогову обробку мовного сигналу з розрахунком оптимальних значень порогів функції вейвлет-фільтрації, для відсіювання коефіцієнтів які характеризують амплітуди і частоти спектра Гільберта малої потужності, проведено вибір оптимальної функції порогової обробки за допомогою оцінки параметрів λ_1 , λ_2 , порогової

функції вейвлет-фільтрації, що дозволяє знайти оптимальні пороги λ_{1opt} , λ_{2opt} , з мінімальним середньоквадратическим відхиленням $\Delta(\lambda_1, \lambda_2)$, що дозволить підвищити ефективність визначення семантичних ознак мовного сигналу.

Четвертий розділ присвячено експериментальним дослідженням розробленого методу семантичного кодування мовних сигналів на основі адаптивного емпіричного вейвлет-перетворення з подальшим використанням спектрального аналізу Гільберта та знаходження миттєвої частоти і амплітуди мовного сигналу, а також отримані кількісні показники ефективності запропонованого методу, а саме, знижується швидкість кодування від 320 до 192 біт/с та необхідна смуга пропускання від 40 до 24 Гц з ймовірністю безпомилкового розпізнавання близько 0.96 (96%) і відношенням сигнал/шум 48 дБ, згідно чого його ефективність підвищується в 1.6 рази на відміну від існуючого методу, не перевищуючи при цьому пограничне значення затримки обробки і передачі даних в 300 мс, це дозволить системі функціонувати в режимі реального часу.

У висновках сформульовано основні наукові результати.

У додатках до дисертаційної роботи наведено акти впровадження результатів роботи, що використовувались в дослідженнях, експериментальне підтвердження висунутих гіпотез за допомогою комп'ютерного моделювання в програмному середовищі MATLAB R2020b, два патенти на корисну модель.

Наукова новизна результатів дисертації, що виносяться на захист, полягає у наступному:

1. вперше розроблено метод семантичного кодування мовних сигналів на основі емпіричного вейвлет-перетворення, який відрізняється від існуючих методів побудовою множини адаптивних смугових вейвлет-фільтрів Мейера з подальшим застосуванням спектрального аналізу Гільберта для знаходження миттєвих амплітуд і частот функцій внутрішніх

емпіричних мод, що дозволить визначити семантичні ознаки мовних сигналів та підвищити ефективність їх кодування;

2. вперше запропоновано використовувати метод адаптивного емпіричного вейвлет-перетворення в задачах кратномасштабного аналізу та семантичного кодування мовних сигналів, що дозволить підвищити ефективність спектрального аналізу за рахунок розкладання високочастотного мовного коливання на його низькочастотні складові, а саме внутрішні емпіричні моди;

3. отримав подальший розвиток метод семантичного кодування мовних сигналів на основі мел-частотних кепстральних коефіцієнтів, але з використанням базових принципів адаптивного спектрального аналізу за допомогою емпіричного вейвлет-перетворення, що підвищує ефективність даного методу.

Практична цінність отриманих у дисертації результатів полягає в наступному:

1) розроблено метод семантичного кодування мовних сигналів на основі емпіричного вейвлет-перетворення, що дозволяє знизити швидкість кодування від 320 до 192 біт/с та необхідну смугу пропускання від 40 до 24 Гц з ймовірністю безпомилкового розпізнавання близько 0.96 (96%) і відношенням сигнал/шум 48 дБ, згідно чого його ефективність підвищується в 1.6 рази на відміну від існуючого методу;

2) розроблено алгоритм семантичного кодування мовних сигналів на основі емпіричного вейвлет-перетворення та його програмна реалізація мовою програмування MATLAB R2020b.

Результати дослідження впроваджені в науково-технічну діяльність Навчально-науково-виробничого комплексу «Інформаційно-комунікаційні системи» та навчально-науковому процесі кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем факультету Аеронавігації, електроніки та телекомунікацій Національного авіаційного університету, що підтверджено відповідними актами впровадження.

Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях, їх апробація на конференціях та семінарах. Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідалися і обговорювалися на наступних наукових конференціях: 4-й міжнародній IEEE конференції «Methods and Systems of Navigation and Motion Control» (Київ, 2016 р.), 5-й міжнародній IEEE конференції «Methods and Systems of Navigation and Motion Control» (Київ, 2018 р.), 5-й міжнародній IEEE конференції «Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments» (Київ, 2019 р.) та опубліковано у 17-ти наукових працях, з яких 2 патенти на корисну модель, 10 статей у періодичних фахових виданнях України, 1 стаття у періодичних наукових виданнях держав Європейського Союзу, а також 4 тези доповідей на міжнародних IEEE конференціях, що індексуються наукометричними базами даних Scopus та Web of Science.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків рекомендацій, їх достовірність. Основні наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані у дисертації, мають глибоку теоретичну та експериментальну обґрунтованість, що підтверджується коректністю постановки і вирішенням завдань дослідження; чітким формулюванням мети; використанням широко апробованих методів математичної статистики; використанням сучасних методів цифрової обробки сигналів, наявність в дисертації структурних схем та алгоритмів свідчить про високий ступінь готовності результатів досліджень до широкого практичного застосування.

Достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації, обумовлена їх широкою апробацією на національному та міжнародному рівнях та підтверджується експериментальними дослідженнями.

Відповідність автореферату змісту дисертації. Автореферат в цілому написаний у відповідності до існуючих вимог щодо кандидатських дисертацій, містить всі необхідні складові. У ньому викладена основна суть проведених досліджень, наведені висновки та список основних публікацій.

Порівняння змісту автореферату з текстом дисертації дозволяє стверджувати, що він адекватно відображає всю дисертаційну роботу і містить основну сутність виконаних досліджень і отриманих результатів.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність в цілому, відповідність встановленим вимогам до оформлення дисертацій.

Дисертація і автореферат написані українською мовою. Стиль викладення матеріалів відповідає загальноприйнятому для наукових видань. Дисертаційна робота є завершеним дослідженням. Вона містить вступ, чотири розділи, висновки, перелік використаної літератури, додатки. В роботі обґрунтована актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовані мета, задачі та наукова новизна досліджень, показані їх зв'язки з науковими програмами та планами, особистий внесок здобувача. Хотілося б відзначити структурованість роботи, чітке розділення досліджень на етапи, логічний зв'язок між ними, достатньо повне викладення суті та змісту проблемно-орієнтованих досліджень, що мають значущу наукову та прикладну цінність.

В цілому текст роботи викладений на високому науково-професійному рівні. Наукові положення, висновки та рекомендації викладено чітко, читачем сприймаються однозначно. Оформлення дисертації та автореферату відповідає вимогам п. 11 «Порядку присудження наукових ступенів» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567.

Висновки за дисертаційною роботою охоплюють основні результати теоретичних та практичних досліджень.

Структура та виклад дисертації достатньо повно та вичерпно представляють виконані здобувачем дослідження.

Зауваження по дисертаційній роботі

Разом з тим, слід зазначити, що робота не позбавлена деяких недоліків, які, на мій погляд, полягають у наступному.

1. У першому розділі не в повній мірі обумовлений зв'язок між досліджуваними ознаками розпізнавання мови, а саме мел-частотними

кепстральними коефіцієнтами з семантикою мови, а також не до кінця надано роз'яснення поняття - семантичне кодування мови.

2. У підрозділі 2.1 дисертації не достатньо описано методика кількісної оцінки семантичної мовної інформації.

3. У другому розділі дисертації недостатньо розглянуто питання чому саме емпіричне вейвлет-перетворення є фундаментальним для дослідження семантичних ознак мовних сигналів, і в чому перевага по відношенню до існуючих методів, таким як перетворення Фур'є, косинусне перетворення та дискретне вейвлет-перетворення.

4. У третьому розділі не до кінця пояснена роль спектрального аналізу Гільберта у виділенні семантичних ознак мовних сигналів.

5. В тексті дисертації не досить чітко визначені цілі та обмеження використання розробленого методу семантичного кодування мовних сигналів на основі адаптивного емпіричного вейвлет-перетворення з подальшим застосуванням спектрального аналізу Гільберта.

6. З огляду на розділ 4 дисертації не зовсім зрозуміло яким чином будувався графік зображений на Рис. 4.10 Залежність ймовірності розпізнавання семантичних ознак від скорочення їх енергії і швидкості кодування за допомогою запропонованого методу, та в чому його суть.

Проте, вказані недоліки не зменшують загальної позитивної оцінки роботи, не впливають на достовірність, наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів.

Рекомендації по використанню результатів дисертації. Отримані в дисертаційній роботі результати можуть бути використані для побудови систем дистанційної взаємодії людей і роботизованої техніки за допомогою мовних технологій, таких як розпізнавання і синтез мови, голосове управління технічними об'єктами, низькошвидкісне кодування мовної інформації, голосовий переклад з іноземних мов і т.д.

Оцінка дисертації в цілому і висновки. В цілому дисертаційна робота Лавриненка Олександра Юрійовича є завершеним науковим дослідженням, що

містить вирішення актуальної науково-технічної задачі, в якій наведено результати досліджень від формулювання мети і задачі до практичного їх використання.

Тематика та зміст дисертації повністю відповідають паспорту спеціальності 05.12.02 – «Телекомунікаційні системи та мережі», за якою вона подана до захисту, і профілю спеціалізованої вченої ради Д 26.062.19.

Робота написана на високому науковому рівні, викладена логічно, послідовно із застосуванням загально прийнятої наукової термінології.

Вважаю, що дисертація Лавриненка Олександра Юрійовича має важливе наукове та прикладне значення. За актуальністю розглянутих питань, обсягом виконаних досліджень, теоретичною і практичною цінністю одержаних результатів, ступенем апробації та впровадженням дисертація відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567 (зі змінами, внесеними згідно з постановами КМ № 656 від 19.08.2015 року, № 1159 від 30.12.2015 року, № 567 від 27.07.2016 року) та вимогам МОН України до кандидатських дисертацій і авторефератів, а її автор заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – «Телекомунікаційні системи та мережі».

ОФІЦІЙНИЙ ОПОНЕНТ

завідувач кафедри телекомунікацій

Національного університету «Львівська політехніка»

доктор технічних наук, професор

 Климаш М. М.

Підпис професора Климаша М.М. засвідчую.

Вчений секретар

Національного університету

«Львівська політехніка»





Р.Б. Брилинський