

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Кухарічевої Катерини Андріївни

на тему: «Підвищення робастності систем автоматичного

розпізнавання мови до дії завад»,

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії

в галузі знань 17 "Електроніка та телекомунікації"

за спеціальністю 171 "Електроніка"

Актуальність теми дисертації.

Управління роботами, пошук інформації, побудова автоматизованих комунікаційних систем в наш час часто виконуються із використанням систем автоматичного розпізнавання мовлення (АРМ). Проте відомим недоліком таких систем є чутливість до дії шуму оточення, реверберації та інших видів спотворень мовленнєвого сигналу. Одним із напрямків підвищення робастності систем АРМ до дії цих завад є навчання на сигналах, попередньо спотворених завадами. Хоча існує низка праць, присвячених цьому напрямку, однак на сьогодні не можна сказати, що вказаний напрям є достатньо вивченим. Зокрема, невідомо, наскільки суттєво знижується точність розпізнавання із зміною виду завад, відношення сигнал-шум, часу реверберації тощо. Також слабо вивчено питання протидії такому зниженню.

Тому актуальним науково-прикладним завданням є розробка нових та вдосконалення існуючих методів підвищення точності систем АРМ в умовах негативної дії завад різної природи, й разом із тим відносно простих для практичної реалізації.

Таким чином, актуальність дисертаційної роботи Катерини Андріївни Кухарічевої є безсумнівною.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному. Дисертаційна робота Катерини Андріївни Кухарічевої спрямована на розробку нових та вдосконалення відомих методів навчання систем автоматичного розпізнавання мовлення, що забезпечують підвищення робастності систем АРМ до дії шумової та ревербераційної завад без суттєвого ускладнення процедури налаштування таких систем. В результаті виконання дисертаційного дослідження було вперше для реальних мовленнєвих сигналів отримано кількісні оцінки ступеню підвищення точності розпізнавання мовлення, спотвореного шумом та реверберацією. Це дозволяє суттєво підвищити стійкість систем АРМ до дії завад шляхом навчання систем АРМ на спотворених шумом або реверберацією сигналах, а також шляхом врахування апріорної інформації про умови майбутньої експлуатації таких систем. Запропоновано вдосконалення методу оцінювання розбірливості мовлення непрямым методом, шляхом використання мір якості сигналів, що дозволяє спростити та прискорити оцінювання розбірливості мовлення. Запропонований спосіб виявлення кліпування мовленнєвих сигналів шляхом використання коефіцієнта ексцесу або його функціональних перетворень дозволяє не тільки підвищити надійність автоматизованого виявлення кліпованих сигналів, але й оцінити ступінь спотворення сигналу.

Про достовірність отриманих автором результатів свідчить узгодженість результатів експериментальних та теоретичних досліджень, а також узгодженість отриманих результатів із літературними даними.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Кухарічевої К.А. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 171 Електроніка та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми 171 Електроніка.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям Електроніка та телекомунікації.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Кухарічевої Катерини Андріївни є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою. Стиль мовлення науковий, мова викладення є загальноприйнятною з використанням сучасної наукової термінології. Зміст дисертаційної роботи є цілісним, виваженим та відповідає темі досліджень.

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, списку використаних джерел із 106 найменувань та 5 додатків, містить 55 рисунків та 33 таблиці, й є завершеною науковою працею. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 148 сторінок.

У вступі висвітлено питання актуальності дисертаційної роботи, сформульовано мету, завдання, описано методи дослідження, надано інформацію про наукову новизну та практичне значення одержаних результатів. Наведено інформацію про представлення результатів роботи в періодичних

наукових виданнях та апробацію її фрагментів на семінарах та наукових конференціях. Показано особистий внесок дисертанта та зв'язок отриманих результатів з застосуванням в освітньому процесі.

Перший розділ роботи носить оглядово-аналітичний характер, при цьому виконано критичний аналіз існуючих підходів до підвищення стійкості систем АРМ до дії завад. Результати аналізу двох напрямів підвищення точності розпізнавання, таких як попередня корекція сигналу та адаптація системи АРМ до дії завад, дозволили зробити обґрунтований висновок щодо недостатньої вивченості другого напрямку. Розглянуто три різновиди архітектури систем АРМ: на основі прихованих марківських моделей (Hidden Markov models - НММ), на базі нейронних мереж, а також гібридних систем. Оскільки будь-які системи АРМ вимагають наявності режиму попереднього навчання, дисертант обмежилася в подальших дослідженнях моделями на основі НММ як такими, що краще справляються із такими проблемами як варіативність мовлення, врахування апіорної інформації щодо завадових умов, вимоги до обсягу мовленнєвого матеріалу на етапі навчання.

У другому розділі наведено результати дослідження впливу спотворень мовленнєвого сигналу на якість та розбірливість мовлення як показників, що визначають зрештою ефективність систем АРМ. При цьому дисертанткою використано не тільки відомі міри якості, але й запропоновано нові міри. Так, при аналізі впливу кліпування на якість мовленнєвого сигналу, запропоновано використання коефіцієнта ексцесу, оберненої до нього величини та кореня квадратного із оберненої величини. Порівняння запропонованого підходу із конкурентним методом показало перевагу запропонованого методу, яка полягає в можливості не тільки виявляти факт кліпування, але й оцінювати його ступінь. Окрім нелінійних спотворень у вигляді кліпування, також досліджено вплив реверберації на якість мовленнєвих сигналів та на розбірливість мовлення. При цьому показано, що за певних умов можливо замість громіздких методів

оцінювання розбірливості мовлення використовувати простіші, з точки зору об'єму обчислень, методи оцінювання якості сигналів. Шляхом модельних досліджень впливу ранніх відбиттів звуку в приміщенні на розбірливість мовлення показано, що ранні відбиття можуть бути як корисними та шкідливими, в аспекті розбірливості мовлення.

Третій розділ присвячено, переважно, дослідженням можливості підвищення робастності САРМ до дії шумової завади шляхом попереднього навчання систем АРМ на зашумлених сигналах. Цей напрямок досліджень відповідає ситуації, коли система АРМ експлуатується на відкритому просторі (вулиця або приміщення дуже великого розміру). При цьому враховано як різний характер апіорної інформації відносно шумової завади, так і різні комбінації характеристик навчальної та тестової вибірок мовленнєвих сигналів. Оскільки аналітичними методами оцінити результативність різних способів навчання практично неможливо, дослідження виконано шляхом комп'ютерного моделювання системи АРМ. Показано, зокрема, що випадок, коли система АРМ навчається на сигналах, що маскуються шумами із певним спектром та певним відношенням сигнал-шум, є перспективним лише тоді, коли шумові умови майбутньої експлуатації системи АРМ є апіорі відомими. Більш перспективним є випадок навчання на сигналах, що зашумлені завадою із фіксованим спектром, але із різними відношеннями сигнал-шум. Наступним, за ступенем наближеності до реальних умов експлуатації систем АРМ, є випадок, коли зафіксовано відношення сигнал-шум, але варіюються спектри шумів. Нарешті, в дисертації було розглянуто випадок, коли навчання відбувається для різних видів шумів в широкому діапазоні можливих значень сигнал-шум.

В четвертому розділі дисертаційної роботи наведено результати експериментальних досліджень стійкості систем АРМ до дії ревербераційної завади. Цей напрямок досліджень відповідає ситуації, коли система АРМ експлуатується в приміщеннях малого та середнього розміру, із врахуванням

типових умов експлуатації САРМ в приміщеннях різного призначення. Дослідження виконано шляхом комп'ютерного моделювання, із залученням записів бінауральних імпульсних характеристик технічного університету міста Аахен (Германія). Час реверберації варіювався шляхом зміни типу приміщення (в дисертації розглянуто 4 типи приміщень). Як і при дослідженнях дії шумової завади, розглянуто чотири випадки навчання системи АРМ. Це, по-перше, випадок навчання на чистих сигналах й тестування на всіх спотворених реверберацією сигналах. По-друге, розглянуто випадок навчання та тестування на сигналах, спотворених імпульсними характеристиками з однаковим часом реверберації. Крім того, досліджено випадок, коли навчання виконувалося на сигналах, спотворених різними імпульсними характеристиками з різним часом реверберації. Останнім було розглянуто випадок навчання на реверберованих сигналах в різних точках одного приміщення. Отримані результати є не тільки цікавими в науковому плані, але й корисними в прикладному аспекті, оскільки дозволяють налаштовувати системи АРМ із врахуванням апріорної інформації стосовно умов їх майбутньої експлуатації.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації висвітлені у 9 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 3 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 1 стаття у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Scopus, з яких 1 стаття у виданнях, віднесених до третього квартилю (Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports; 1 патент України на корисну модель.

Також результати дисертації були апробовані на 4 наукових фахових конференціях.

Науковий рівень публікацій здобувача відповідає вимогам, що їх затверджено для представлення дисертаційної роботи до захисту. Публікація результатів дисертаційних досліджень у рецензованих виданнях передбачають попередню перевірку на відсутність запозичень, що є одним з елементів підтвердження дотримання принципів академічної доброчесності.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

Загалом дисертаційна робота Кухарічевої Катерини Андріївни за своїм змістом відповідає зазначеній спеціальності 171 «Електроніка», однак стосовно даної роботи можна зробити певні зауваження, а саме:

1. При переліку завдань, що виконуються в роботі, вказано на доцільність виявлення такої об'єктивної міри якості сигналу, яку можна було б використовувати «...як міру розбірливості в навчальних приміщеннях різного розміру...». Виникає питання стосовно доречності звуження завдання лише до випадку навчальних приміщень.

2. В підрозділі 1.2 вказується на спосіб збільшення об'єму навчальної та тестової вибірок шляхом синтетичного генерування нових зразків даних (наприклад, зміна темпу мовлення та частоти основного тону), проте в своїх дослідженнях дисертант не використала цей спосіб та не обґрунтувала відмову від такого використання.

3. В підрозділі 1.2 вказано на використання "показника WER%" як міри якості системи АРМ, проте сутність цього показника розкрито лише в Розділі 2.

4. В підрозділі 2.1 не виконано порівняння кількості арифметичних операцій, необхідних для обчислень коефіцієнту ексцесу та конкурентного коефіцієнту кліпування.

5. В підрозділі 3.7, де представлено результати експериментальних досліджень системи АРМ, що навчалася за методом SNR-matched training, на графіку 3.6 надано лише випадок шуму залізничного вокзалу й не обгрунтовано відсутність результатів для шумів з іншими спектрами.

6. Текст дисертації не є вільним від граматичних, синтаксичних та термінологічних помилок, хоча в цілому таких помилок небагато.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Кухарічевої Катерини Андріївни на тему «Підвищення робастності систем автоматичного розпізнавання мови до дії завад» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Кухарічева Катерина Андріївна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 171 Електроніка.

Офіційний опонент:

кандидат технічних наук, доцент,

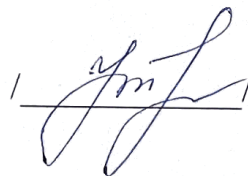
декан факультету

інформаційно-комп'ютерних

технологій

Державного університету

«Житомирська політехніка»



Тетяна НІКІТЧУК



« 20 » листопада 20 23 року

