

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0823U101107

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 03-11-2023

Статус: Наказ про видачу диплома



Реквізити наказу МОН / наказу закладу: МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ «КИЇВСЬКИЙ
ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО» (КПІ ім. Ігоря Сікорського)
НАКАЗ Про видачу диплому доктора філософії та додатка до нього європейського зразка
№ НСВС/3/24 від 09.01.2024 Т.в.о. ректора Вадим КОНДРАТЮК

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кухарічева Катерина Андріївна

2. Kateryna Kukharicheva

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0705-6096

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 171

Назва наукової спеціальності: Електроніка

Галузь / галузі знань: електроніка та телекомунікації

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 171 Електроніка

Дата захисту: 19-12-2023

Спеціальність за освітою: Електроніка

Місце роботи здобувача: ФОП Кухарічева Катерина Андріївна

Код за ЄДРПОУ: 3416803148

Місцезнаходження: вул. Прирічна, 17, кв. 228, Київ, 04213, Україна

Форма власності: Приватна/недержавна

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 26.002.32; ID 2011

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 47.55.35

Тема дисертації:

1. Підвищення робастності систем автоматичного розпізнавання мови до дії завад
2. Increasing the robustness of automatic speech recognition systems to interference effect

Реферат:

1. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, списку використаних джерел із 106 найменувань та 5 додатків, 55 рисунків та 33 таблиці. Загальний обсяг складає 148 сторінок. Актуальність роботи полягає у попиті на створення системи автоматичного розпізнавання мовлення (АРМ), що є стійкими до дії завад та є відносно простими у налаштуванні. Одним зі способів підвищення робастності систем АРМ є саме налаштування систем АРМ, що робить їх більш стійкими до дії спотворень; цей напрям не є достатньо вивченим через різноманітність завад, а також через надзвичайно високу складність алгоритмів навчання та розпізнавання, що використовуються. Зрештою, висока складність та вартість існуючих систем АРМ робить актуальною розробку надійних систем АРМ, стійких до дії завад різної природи та відносно простих у налагодженні. Метою дисертаційної роботи є розробка нових та вдосконалення відомих методів

навчання систем АРМ, а також методів оцінювання якості та розбірливості мовленнєвих сигналів, що забезпечують підвищення точності систем АРМ без суттєвого ускладнення процедури налаштування таких систем. Об'єктом дослідження є процес навчання систем АРМ із врахуванням об'єму та характеру апріорної інформації про параметри шумової або ревербераційної завади. Предметом дослідження є вплив об'єму та характеру апріорної інформації про параметри шумової або ревербераційної завади на точність АРМ.

Завдання дослідження: 1. Виконати аналітичний огляд сучасних методів АРМ, звернувши при цьому першочергову увагу на причини порушення робастності систем АРМ до дії шуму та реверберації, а також на перспективні шляхи відновлення такої робастності. 2. Встановити зв'язок між об'єктивними мірами розбірливості та якості мовленнєвих сигналів, спотворених реверберацією, а також виявити таку об'єктивну міру якості, яку можна було б використовувати як міру розбірливості в навчальних приміщеннях різного розміру. 3. Встановити зв'язок між розбірливістю мовлення, спотвореного реверберацією, та такими параметрами ревербераційної завади як час реверберації та щільність ранніх відбиттів звуку. 4. Дослідити потенційні можливості використання коефіцієнта ексцесу в якості міри ступеня кліпування мовленнєвого сигналу, а також в якості маркера наявності такого кліпування, що сприймається людською слуховою системою. 5. Отримати кількісні оцінки ступеню підвищення точності розпізнавання мовлення, спотвореного шумом різної природи та інтенсивності, шляхом навчання системи АРМ на сигналах, спотворених шумом, із врахуванням об'єму та характеру апріорної інформації про шумову заваду. 6. Встановити принципову можливість підвищення робастності систем АРМ до дії реверберації шляхом навчання системи АРМ на сигналах, спотворених реверберацією, із врахуванням об'єму та характеру апріорної інформації про ревербераційну заваду.

Наукова новизна отриманих результатів: 1. Вперше для реальних мовленнєвих сигналів отримано кількісні оцінки ступеню підвищення точності розпізнавання мовлення, спотвореного шумом різної природи та інтенсивності, шляхом навчання системи автоматичного розпізнавання на спотворених шумом сигналах. 2. Вперше для реальних мовленнєвих сигналів отримано кількісні оцінки ступеню підвищення точності розпізнавання мовлення, спотвореного реверберацією, шляхом навчання системи автоматичного розпізнавання на спотворених реверберацією сигналах. 3. Вдосконалено метод оцінювання розбірливості мовлення непрямим методом, із використанням міри якості сигналів у вигляді барківського спектрального спотворення. 4. Уточнено висновки щодо залежності розбірливості мовлення від щільності відбиттів звуку та часу реверберації, із використанням імовірнісних моделей імпульсних характеристик приміщень. 5. Вдосконалено спосіб виявлення ефекту кліпування мовленнєвих сигналів та об'єктивного оцінювання якості мовленнєвих сигналів, спотворених кліпуванням, що базується на використанні коефіцієнта ексцесу як міри спотворення сигналів.

Апробація результатів дисертації. Матеріали дисертаційних досліджень обговорювалися на 4х міжнародних конференціях. Публікації. За результатами досліджень опубліковано 9 наукових публікацій (з них 3 статті в наукових фахових виданнях України, 1 стаття в періодичному науковому виданні інших держав, 1 стаття в періодичному науковому виданні, що входить до Scopus, Q3), 1 патент на корисну модель, 4 тези доповідей у збірниках матеріалів конференцій. Зв'язок роботи з науковими планами, програмами, темами. Викладені у дисертації нові теоретичні та практичні результати досліджень знайшли застосування у освітньому процесі кафедри акустичних та мультимедійних електронних систем за спеціальністю 171 Електроніка, в освітній програмі "Акустичні електронні системи та технології обробки акустичної інформації" Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського".

2. The thesis includes an introduction, four chapters, a list of references (106 titles), 5 appendices, 55 figures, and 33 tables. The total volume is 148 pages. The relevance of the research lies in the demand for the creation of automatic speech recognition (ASR) systems that are resistant to interference and are relatively easy to configure. One of the ways to increase the robustness of ASR systems is to adjust the ASR systems themselves, which makes them more resistant to distortions; this direction is not sufficiently studied due to the variety of obstacles, as well as the extremely high complexity of the learning and recognition algorithms used. Therefore, due to the high complexity and cost of existing systems, it is relevant to develop reliable ASR systems, resistant to the interference of various natures, and relatively easy to debug. The aim of the thesis is to develop new methods and to improve

existing methods of training ASR systems, as well as methods for evaluating the quality and intelligibility of speech signals, which ensure an increase in the accuracy of ASR systems without significantly complicating the configuration procedure. The object of the research is the process of training the ASR systems while taking into account the volume and nature of a priori information about the parameters of noise or reverberation interference. The subject of the research is the influence of the volume and nature of a priori information about the parameters of noise or reverberation interference on the accuracy of the ASR system. Objectives (tasks) of the research: 1. To provide an analytical review of modern speech recognition methods, while paying primary attention to the causes of impairment of the robustness of ASR systems to the effects of noise and reverberation, as well as promising ways to restore such robustness. 2. To establish a relationship between objective measures of intelligibility and quality of reverberation-distorted speech signals, and to identify an objective measure of quality that could be used as a measure of intelligibility in classrooms of various sizes. 3. To establish a relationship between the intelligibility of reverberation-distorted speech and such parameters of reverberation interference as reverberation time and density of early sound reflections. 4. To investigate the potential possibilities of the usage of kurtosis as a clipping degree measure of the speech signal, as well as a marker of the presence of such clipping, which is perceived by the human auditory system. 5. To obtain quantitative estimates of the degree of improvement in the accuracy of speech recognition distorted by noise of different nature and intensity, by training the ASR system on signals distorted by noise, taking into account the volume and nature of a priori information about noise interference. 6. To establish the fundamental possibility of increasing the robustness of APM systems to the effect of reverberation by training the ASR system on signals distorted by reverberation, taking into account the volume and nature of a priori information about reverberation interference. The scientific novelty of the obtained results: 1. For the first time, for real speech signals, quantitative estimates of the degree of improvement in the accuracy of speech recognition distorted by noise of different natures and intensities were obtained by training an ASR system on noise-distorted signals. 2. For the first time, for real speech signals, quantitative estimates of the degree of improvement in the accuracy of recognition of reverberation-distorted speech were obtained by training an ASR system on reverberation-distorted signals. 3. The indirect method of speech intelligibility assessment, using a measure of signal quality in the form of Barkov spectral distortion, has been improved. 4. The conclusions regarding the dependence of speech intelligibility on the density of sound reflections and reverberation time have been refined, using probabilistic models of impulse characteristics of rooms. 5. The method of detecting the clipping effect of speech signals and objectively evaluating the quality of speech signals distorted by clipping has been improved, based on the use of kurtosis as a measure of signal distortion. Approbation of research results. The results of the dissertation studies were discussed at 4 international conferences. Publications. Based on the results of the research, 9 scientific publications were made (including 3 articles in specialized scientific journals of Ukraine, 1 article in a periodical scientific journal of other countries, 1 article in a periodical scientific journal included in the Scopus database, Q3), 1 patent for a utility model, 4 reports in conferences proceedings. The new theoretical and practical research results were applied in the educational process of the Department of Acoustic and Multimedia Electronic Systems.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0116U008959

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Інформаційні та комунікаційні технології

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Prodeus A., Didkovska M., Kukharicheva K, Motorniuk D. Two Simplified Models Of Early Sound Reflections In a Room // Electronics and Control Systems. 2020. Vol. 3, (65). P.79-87. ISSN: 1990-5548. DOI: 10.18372/1990-5548.65.14991

- Prodeus A., Kotvytskyi I., Didkovska M., Kukharicheva K. Kurtosis and Normalized Variance as Measures of Speech Signals Clipping Value // Electronics and Control Systems, 2019. Vol. 4 (62). P.24-32. ISSN: 1990-5548. DOI: 10.18372/1990-5548.62.14378
- Prodeus A., Kukharicheva K. Accuracy of Automatic Speech Recognition System Trained on Noised Speech // Electronics and Control Systems. 2016. Vol. 3 (49). P. 11-16. ISSN: 1990-5548. DOI: 10.18372/1990-5548.49.11230
- Prodeus A., Didkovska M., Kukharicheva K. Impact of University Classroom Size on the Relationship Between Speech Quality and Intelligibility // International Journal of Computing. 2022. Vol. 21 (3). P. 342-352. ISSN: 2312-5381 DOI: 10.47839/ijc.21.3.2690

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: підвищення автоматизації виробничих процесів

Охоронні документи на ОПІВ:

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

Продеус А.М., Котвицький І.В., Дідковська М.В., Дідковський В.С., Кухарічева К.А., Моторнюк Д.Є., Дворник О.О. Спосіб виявлення кліпування мовного та музичного сигналів // Патент UA 144291 U, МПК G01R 23/20, опубл. 25.09.2020. Доступ: <https://iprop-ua.com/inv/hehyb3h4/>

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0116U008959

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Продеус Аркадій Миколайович
2. Arkadiy M. Prodeus

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.09.08

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7640-0850

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Нікітчук Тетяна Миколаївна

2. Tetiana M. Nikitchuk

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.11.17

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9068-931X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державний університет "Житомирська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 05407870

Місцезнаходження: вул. Чуднівська, буд. 103, Житомир, Житомирський р-н., 10005, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Процько Ігор Омелянович

2. Ihor Prots'ko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3514-9265

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Попович Павло Васильович

2. Pavlo Popovych

Кваліфікація: к.т.н., доцент, 05.12.17

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1572-3127

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Коржик Олексій Володимирович

2. Oleksiy V. Korzhyk

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.09.08

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-2979-0854

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Найда Сергій Анатолійович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Найда Сергій Анатолійович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Кухарічева Катерина Андріївна

Реєстратор

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна