

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

Факультет електроніки

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету електроніки

Жуйков В.Я.

“ ___ ” _____ 2020 р.

Жуйков В.Я.

“ ___ ” _____ 2021 р.

«ЗАХИСТ АКУСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ»

(назва кредитного модуля)

РОБОЧА ПРОГРАМА

кредитного модуля

рівень вищої освіти

магістрів

спеціальність

171 “Електроніка”

(шифр і назва)

**освітня програма «Акустичні електронні системи та технології
обробки акустичної інформації»**

(ОПП/ОНП, назва)

форма навчання

денна

(денна/заочна)

Ухвалено методичною комісією

ФЕЛ

Протокол № _____ від _____ 2020 р.

Голова методичної комісії

_____ Катерина Клен

« ___ » _____ 2020р.

Робоча програма кредитного модуля «Захист акустичної інформації» для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня магістр напряму 171 «Електроніка», що навчаються за програмами професійного спрямування «Акустичні електронні системи та технології обробки акустичної інформації», за денною формою навчання, складена відповідно до програми навчальної дисципліни «Захист акустичної інформації».

Розробник робочої програми:

професор, д.т.н., професор Продеус Аркадій Миколайович
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Робочу програму затверджено на засіданні кафедри кафедри акустичних та мультимедійних електронних систем

Протокол № 5 від 26.06.2020 р.

В.о. завідувача кафедри

_____ (підпис)

Найда С.А.
(ініціали, прізвище)

« _____ » _____ 2020 р.

1. Опис кредитного модуля

Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Загальні показники	Характеристика кредитного модуля
Галузь знань <i>"Електроніка та телекомунікації"</i>	Назва дисципліни, до якої належить кредитний модуль <i>Захист акустичної інформації</i>	Форма навчання <i>денна</i>
Напрямок підготовки <i>«Електроніка»</i>	Кількість кредитів ECTS 7	Статус кредитного модуля <i>нормативний</i>
	Кількість розділів 2	<i>Цикл професійної та практичної підготовки</i>
	Індивідуальне завдання <i>розрахунково-графічна робота</i>	Рік підготовки 6
		Семестр 11
Освітньо-кваліфікаційний рівень <i>магістр</i>	Загальна кількість годин <i>150</i>	Лекції <i>6 год.</i>
		<i>Лабораторні (комп'ютерний практикум)</i> <i>4 год.</i>
		Самостійна робота <i>140 год.</i> , у тому числі на виконання індивідуального завдання <i>22 год.</i>
	Тижневих годин: <i>аудиторних – 2</i> <i>СРС – 6</i>	Вид та форма семестрового контролю <i>залік</i>

Кредитний модуль "Захист акустичної інформації" є складовою частиною дисциплін, які включені до циклу професійної та практичної підготовки нормативної частини програми для студентів напрямку 171 "Електроніка", що навчаються за програмами професійного спрямування «Акустичні електронні системи та технології обробки акустичної інформації».

Предметом навчальної дисципліни є широке коло методів захисту акустичної інформації від витоку та методів подолання такого захисту. Таким чином охоплюється значна частина напрямів розробки систем обробки акустичних сигналів, що дозволяє органічно пов'язати дисципліну «Захист акустичної інформації» з дисциплінами, що передують: "Ймовірнісні основи обробки даних", "Теорія випадкових процесів", «Теорія процесів і систем», «Методи обробки акустичних сигналів», «Комп'ютерна обробка акустичних сигналів». Дисципліни, що забезпечуються: «Обробка зображень в медицині», «Акустичні інформаційні системи», «Комп'ютерні акустичні системи», «Проектування акустичних приладів та систем».

2. Мета та завдання кредитного модуля

2.1. Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей:

- проведення суб'єктивного оцінювання розбірливості сигналів, спотворених шумом та реверберацією;
- проведення об'єктивного оцінювання розбірливості мовних сигналів, спотворених шумом та реверберацією;
- калібрування систем об'єктивного оцінювання розбірливості мовних сигналів за допомогою результатів суб'єктивного оцінювання;
- володіння основами методик інженерного аналізу, моделювання та розрахунку систем активного та пасивного захисту акустичної інформації від витоків;
- знання стандартної термінології.

2.2. Основні завдання кредитного модуля.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- методів суб'єктивного оцінювання розбірливості мовних сигналів;
- методів об'єктивного оцінювання розбірливості мовних сигналів;
- методів калібрування систем об'єктивного оцінювання розбірливості мовних сигналів за допомогою результатів суб'єктивного оцінювання;
- методів подолання захисту акустичної інформації шляхом цифрової обробки сигналів;
- методів відновлення мовних сигналів, спотворених шумом та реверберацією;
- використання середовища Matlab для моделювання систем оцінювання розбірливості мови та відновлення сигналів, спотворених завадами.

уміння:

- планувати та організовувати суб'єктивне оцінювання розбірливості мовних сигналів;
- планувати та організовувати об'єктивне оцінювання розбірливості мовних сигналів;
- будувати карти зв'язку між результатами об'єктивного та суб'єктивного оцінювання розбірливості мовних сигналів;
- моделювати системи відновлення мовних сигналів, спотворених шумом та реверберацією, в середовищі Matlab;
- моделювати системи подолання захисту акустичної інформації шляхом цифрової обробки сигналів.

досвід:

- суб'єктивного оцінювання розбірливості мовних сигналів;
- об'єктивного оцінювання розбірливості мовних сигналів;
- моделювання систем відновлення мовних сигналів, спотворених шумом та реверберацією, в середовищі Matlab;
- моделювання систем подолання захисту акустичної інформації шляхом цифрової обробки сигналів.

3. Структура кредитного модуля

Найменування розділів, тем	Розподіл за семестрами та видами занять			
	Всього	Лекц.	Комп. практ.	СРС
Розділ 1. Розбірливість мови як показник якості її маскуванню				
Тема 1: Маскування та відновлення мовних сигналів	11	1	-	5
Тема 2: Суб'єктивні методи оцінювання розбірливості мовлення	13	1	2	5
Тема 3: Іноземні версії артикуляційного методу та шляхи їх автоматизації	11	1	-	5
Тема 4: Голосовий тракт та основні властивості мовленнєвих сигналів	10	-	-	5
Тема 5: Слуховий тракт та його основні властивості	10	-	-	5
Тема 6: Об'єктивні методи оцінювання розбірливості мовлення	13	1	2	5
Тема 7: Формантний метод: версії Покровського, Бикова та Сапожкова	13	1	-	12
Тема 8: Модуляційний метод оцінювання розбірливості мови	12	-	-	12
Тема 9: Форматно-модуляційний метод оцінювання розбірливості мови	12	-	-	12
Тема 10: Використання непрямих методів оцінювання розбірливості мовлення	10	-	-	5
Тема 11: Автоматизація оцінювання розбірливості мовлення	13	1	-	12
Тема 12: Використання мовних сигналів в якості тестувальних при вимірюваннях розбірливості мовлення	10	-	-	5
Разом за розділом 1	138	6	4	128
Розділ 2. Відновлення замаскованих мовних сигналів				
Тема 13: Корекція мовленнєвих сигналів, спотворених шумом	14	-	-	14
Тема 14: Корекція мовленнєвих сигналів, спотворених реверберацією	16	-	-	16
Тема 15: Корекція мовленнєвих сигналів: алгоритми придушення пізньої реверберації	12	-	-	12
Тема 16: Корекція мовленнєвих сигналів, спотворених одночасно шумом і реверберацією	14	-	-	4
Тема 17: Мікрофонні масиви як системи просторової фільтрації	16	-	-	6
Разом за розділом 2	72	0	0	72
Всього в семестрі:	150	6	4	140

4. Лекційні заняття

Розділ 1. Розбірливість мови як показник якості її маскуванню

Тема 1. Маскування та відновлення мовних сигналів.

Лекція 1. Канали передачі і витоку мовної інформації. Основні критерії якості каналів. Суб'єктивний і об'єктивний підходи до вимірів розбірливості мови. Характеристики мовного і слухового трактів. Основи теорії розрахунку та вимірювання розбірливості мови. Методи захисту мовної інформації від витоку.

Л [3] с. 12-52

Завдання на СРС – прочитати конспект лекції, ознайомитися із додатковими відповідними літературними джерелами та доповнити конспект за результатами такого ознайомлення.

Тема 2. Суб'єктивні методи оцінювання розбірливості мовлення.

Лекція 2. «Старовинні» суб'єктивні методи оцінки розбірливості мови. Сучасні версії артикуляційного методу. Вітчизняні версії артикуляційного методу. Іноземні версії артикуляційного методу.

Л [3] с. 110-118

Завдання на СРС – прочитати конспект лекції та методичні рекомендації до виконання відповідних комп'ютерних практикумів.

Тема 3. Іноземні версії артикуляційного методу та шляхи їх автоматизації.

Лекція 3. Іноземні стандарти оцінювання розбірливості мовлення. Автоматизація суб'єктивного методу оцінювання розбірливості мовлення.

Л [3] с. 137-145

Завдання на СРС – прочитати конспект лекції та методичні рекомендації до виконання відповідних комп'ютерних практикумів.

Тема 4. Голосовий тракт та основні властивості мовленнєвих сигналів.

Лекція 4. Фізична, електрична та математична моделі голосового тракту. Сигнал, що випромінюється голосовими зв'язками. Резонансні властивості ротової та носової порожнин. Поняття формант. Моделювання формант за допомогою рекурсивних фільтрів 2-го порядку. Моделювання приголосних звуків. Формантний склад голосних та приголосних звуків. Інші важливі параметри мовленнєвих сигналів.

Л [3] с. 57-85

Завдання на СРС – прочитати конспект лекції, ознайомитися із додатковими відповідними літературними джерелами та доповнити конспект за результатами такого ознайомлення.

Тема 5. Слуховий тракт та його основні властивості

Лекція 5. Фізична, електрична та математична моделі слухового тракту. Вухо як спектроаналізатор: критичні смуги частот. Чутливість слухової системи на різних частотах. Явище маскування сигналів шумами та його представлення в часовій та спектральній областях.

Л [3] с. 88-106

Завдання на СРС – прочитати конспект лекції, ознайомитися із додатковими відповідними літературними джерелами та доповнити конспект за результатами такого ознайомлення.

Тема 6. Об'єктивні методи оцінювання розбірливості мовлення.

Лекція 6. Класифікація об'єктивних (інструментальних) методів оцінювання розбірливості мовлення. Загальна порівняльна характеристика існуючих об'єктивних методів.

Л [3] с. 148-150

Завдання на СРС – прочитати конспект лекції, ознайомитися із додатковими відповідними літературними джерелами та доповнити конспект за результатами такого ознайомлення.

Тема 7. Формантний метод: версії Покровського, Бикова та Сапожкова.

Лекція 7. Формантний метод та варіанти його реалізації. Сучасна точка зору на можливості формантного методу.

Л [3] с. 150-183

Завдання на СРС – прочитати конспект лекції, ознайомитися із додатковими відповідними літературними джерелами та доповнити конспект за результатами такого ознайомлення.

Тема 8. Модуляційний метод оцінювання розбірливості мови.

Лекція 8. Модуляційний метод та фізичні засади, на яких він базується. Поняття еквівалентного відношення сигнал-шум при дії реверберації на акустичний сигнал.

Л [3] с. 203-246

Завдання на СРС – прочитати конспект лекції, ознайомитися із додатковими відповідними літературними джерелами та доповнити конспект за результатами такого ознайомлення.

Тема 9. Форматно-модуляційний метод оцінювання розбірливості мови.

Лекція 9. Форматно-модуляційний метод. Скритність вимірювань. Фактори, що враховуються при виборі методу вимірювань розбірливості мовлення.

Л [4] с. 165-185

Завдання на СРС – прочитати конспект лекції, ознайомитися із додатковими відповідними літературними джерелами та доповнити конспект за результатами такого ознайомлення.

Тема 10. Використання непрямих методів оцінювання розбірливості мовлення

Лекція 10. Оцінювання розбірливості мовлення через якість мовлення. Оцінювання розбірливості мовлення за допомогою систем автоматичного розпізнавання мовлення.

Л [4] с. 197-208

Завдання на СРС – прочитати конспект лекції, виконати вправи в Matlab.

Тема 11. Автоматизація оцінювання розбірливості мовлення

Лекція 11. Актуальність питання автоматизації оцінювання розбірливості мовлення. Програма EASERA та проблеми із її практичного застосування. Структурна схема можливої автоматизованої системи оцінювання розбірливості мовлення. Проблеми, що виникають при автоматизації оцінювання.

Л [4] с. 181-184

Завдання на СРС – прочитати конспект лекції, виконати вправи в Matlab.

Тема 12. Використання мовних сигналів в якості тестувальних при вимірюваннях розбірливості мовлення

Лекція 12. Актуальність використання мовних сигналів в якості тестувальних при вимірюваннях розбірливості мовлення. Методи вимірювання та властиві їм похибки вимірювання в умовах дії шуму та реверберації.

Л [4] с. 185-190

Завдання на СРС – прочитати конспект лекції, самостійно створити модель системи тестування.

Розділ 2. Відновлення замаскованих мовних сигналів

Тема 13. Корекція мовленнєвих сигналів, спотворених шумом.

Лекція 13. Аналітичний огляд методів придушення шумової завади. Метод віднімання спектрів. Вінерівська фільтрація. Методи MMSE та logMMSE. Методи радикального придушення шумової завади. Демонстрація діючих моделей шумозаглушення.

Л [4] с. 211-265

Завдання на СРС – прочитати конспект лекції, ознайомитися із текстами комп'ютерних програм придушення шуму.

Тема 14. Корекція мовленнєвих сигналів, спотворених реверберацією.

Лекція 14. Ранні відлуння та пізня реверберація та їх принципова відмінність з точки зору інформаційної корисності. Критична дистанція та її обчислення.

Л [4] с. 269-277

Завдання на СРС – прочитати конспект лекції, ознайомитися із текстами комп'ютерних програм придушення пізньої реверберації.

Тема 15. Корекція мовленнєвих сигналів: алгоритми придушення пізньої реверберації

Лекція 15. Пізня реверберація та причини можливості її ототожнення із адитивним шумом. Відмінності пізньої реверберації від фоновий шумової завади. Обчислення спектру пізньої реверберації. Демонстрація діючих моделей заглушення пізньої реверберації. Слепе обчислення часу реверберації.

Л [4] с. 277-316

Завдання на СРС – прочитати конспект лекції, ознайомитися із текстами комп'ютерних програм придушення пізньої реверберації.

Тема 16. Корекція мовленнєвих сигналів, спотворених одночасно шумом і реверберацією

Лекція 16. Підходи до одночасного придушення шуму та реверберації. Порівняння ефективності цих підходів. Перспективні підходи.

Л [4] с. 319-349

Завдання на СРС – прочитати конспект лекції, ознайомитися із текстами комп'ютерних програм придушення шуму та пізньої реверберації.

Тема 17. Мікрофонні масиви як системи просторової фільтрації

Лекція 17. Мікрофонний масив як просторовий та електричний фільтр. Актуальність застосування мікрофонних масивів. Ефективність застосування мікрофонних масивів. Постфільтрація та її різновиди.

Л [4] с. 319-349

Завдання на СРС – прочитати конспект лекції, ознайомитися із текстами комп'ютерних програм постфільтрації.

6. Лабораторні заняття (комп'ютерний практикум)

Основні завдання циклу лабораторних занять (комп'ютерного практикуму) полягає в придбанні студентами необхідних практичних навичок із об'єктивного та суб'єктивного оцінювання розбірливості мовних сигналів, поглибленого розуміння принципів маскуванню та відновлення акустичних сигналів, методів та алгоритмів корекції акустичних сигналів, спотворених завадами.

Розділ, тема, заняття	Годин
Тема 2. Суб'єктивні методи оцінювання розбірливості мовлення.	2
Заняття 1. Знайомство із результатами розробки та тестування комп'ютерної версії українськомовних артикуляційних таблиць складів та звукосполучень	
Теми 7, 8, 9. Формантний метод: версії Покровського, Бикова та Сапожкова. Модуляційний метод оцінювання розбірливості мови. Формантно-модуляційний метод.	2
Заняття 2. Знайомство із результатами розробки та тестування програмного забезпечення для об'єктивного (інструментального) оцінювання розбірливості мови в приміщеннях	
Всього:	4

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва розділу, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Розділ 1. Розбірливість мови як показник якості її маскуванню	80
2	Розділ 2. Відновлення замаскованих мовних сигналів	60
	Разом:	140

8. Індивідуальні завдання

В кредитному модулі заплановано виконання розрахунково-графічної роботи (РГР) на тему «Автоматизація суб'єктивного оцінювання розбірливості мови в приміщеннях артикуляційним методом». Мета роботи полягає в кращому засвоєнні теоретичних знань та здобуття практичних навичок з оцінки захищеності приміщень від витоків акустичної інформації шляхом оцінювання розбірливості мови. Тематика РГР додається до РНП (Додаток А).

9. Контрольні роботи

В кредитному модулі заплановано дві модульні контрольні роботи з розділів 1-2. Контрольні завдання додаються до РНП (Додатки Б та В)

10. Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Перелік контрольних заходів та їхні вагові бали, критерії оцінювання результатів навчання та умови допуску до семестрової атестації надано у вигляді Додатку Г до РНП.

11. Методичні рекомендації

Методика вивчення дисципліни потребує використання сучасних апаратних і програмних засобів, що пов'язано із сучасним станом обробки акустичних сигналів, що виконується в значній мірі із застосування цифрової техніки. Що стосовно апаратної складової, то в першу чергу слід використовувати комп'ютери із сучасними версіями ОС Windows. Також слід приділити увагу наявності сучасних версій програм Matlab. Лабораторні роботи повинні виконуватися в класі, які обладнано такими комп'ютерами та програмами.

Найбільш поширеними програмними засобами, що будуть використовуватися в роботі, є Matlab та звуковий редактор Audacity. Тому слід звернути увагу на особливості обробки звукових даних (особливо етапи вводу-виводу сигналів в ПК) в останніх версіях Matlab, а також на потенційні можливості звукового редактора Audacity.

Ресурси Matlab у вигляді m-файлів досить широко представлено в Інтернеті, що значно полегшує їх використання та розробку на їх основі нових програм. Аналогічно, в Інтернеті досить легко знайти довідники користувача Audacity.

Для більш зручної роботи студентів робочі матеріали та методичні вказівки надаються в електронному вигляді, що робить можливим навчання ще й у дистанційній формі (ресурс Moodle).

Основна література

1. Покровский Н.Б. Расчет и измерение разборчивости речи. – М.: Связьиздат, 1962. – 390 с.
2. Сапожков М.А. Речевой сигнал в кибернетике и связи. – М.: Связьиздат, 1963. – 472 с.
3. Дидковский В.С., Дидковская М.В., Продеус А.Н. Акустическая экспертиза каналов речевой коммуникации: Монография. – К.: Имэкс-ЛТД, 2008. – 420 с.
4. Продеус А., Дидковский В., Дидковская М. Акустическая экспертиза и коррекция коммуникационных каналов. LAP LAMBERT Academic Publishing, OmniScriptum GmbH & Co. KG, Saarbrücken, Deutschland, 2017, ISBN: 978-3-330-04591-0

Додаткова література

1. Loizou P. Speech enhancement. Theory and Practice. / Second Edition, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2013. - 705 p.
2. Habets E.A.P. Single- and Multi-Microphone Speech Dereverberation using Spectral Enhancement. – PhD dissertation, Eindhoven, 2007. – 257 p.
3. Naylor P., Gaubitch N. Speech Dereverberation. – Springer, 2010. – 399 p.
4. Zelinski A microphone array with adaptive post-filtering for noise reduction in reverberant rooms. Proc. Of Int. Conf. Acoust., Speech, and Signal Proces., vol.5, ICASSP-88, New York, IEEE, 11-14 Apr 1988, pp. 2578-2581.
5. K. U. Simmer and J. Bitzer, "Post-Filtering Techniques," in Microphone Arrays, M. Brandstein and D. Ward, Eds., chapter 3, pp.39–60. Springer, Berlin, 2001.
6. Beerends J., Larsen E., Iyer N., Vugt J. Measurement of Speech Intelligibility Based on the PESQ approach. Proceedings of the Workshop Measurement of Speech and Audio Quality in Networks (MESAQIN), Prague, Czech Republic, June 2004.

7. Ma J., Hu Y. and Loizou P. Objective measures for predicting speech intelligibility in noisy conditions based on new band-importance functions. *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol. 125, No. 5, May 2009. - P.3387-3405.
8. W.M. Liu, K.A. Jellyman, J.S.D Mason, and N.W.D. Evans, "Assessment of Objective Measures for Speech Intelligibility Estimation," ICASSP, 2006.
9. W. Jiang, H. Schulzrinne. Speech Recognition Performance as an Effective Perceived Quality Predictor. *IEEE Int. Workshop on Quality of Service*, pp. 269-275, 2002.
6. Продеус А.Н. О некоторых особенностях развития объективных методов измерений разборчивости речи // *Электроника и связь, тематический выпуск «Электроника и нанотехнологии»*. - 2010. – №2. – С. 217-223.
7. Продеус А.Н., Дронжевская Л.Б., Климов В.А., Шагитова Д.А. Формантный и формантно– модуляционный методы оценки разборчивости речи. Часть 1. Унификация алгоритмов // *Электроника и связь*. – 2010. – № 6, ч. 2. – С.117– 124.
8. Продеус А.Н., Дронжевская Л.Б., Климов В.А., Шагитова Д.А. Формантный и формантно-модуляционный методы оценки разборчивости речи. Часть 2. Точность и скорость измерений. // *Электроника и связь*. – 2011. – Т. 64. – №6. – С. 16–24.
9. Продеус А.Н., Дронжевская Л.Б., Климов В.А., Шагитова Д.А. Моделирование алгоритмов формантно-модуляционного метода оценивания разборчивости речи // *Электроника и связь, тематический выпуск «Электроника и нанотехнологии»*. – 2011. – №2. – С.79–85.
10. Продеус А.Н. Формантно-модуляционный метод оценки разборчивости речи: точность и скорость измерений. - *Сб.трудов Акустического симпозиума "Консонанс-2011"*, К., 2011, с.224-229.
11. Prodeus A. Rapid Version of Formant-Modulation Method of Speech Intelligibility Estimation. // *Proceedings of the VII International Conference MEMSTECH 2011*. - Lviv, Polyana, 2011. - Pp.61-63.
12. Prodeus A. Formant-Modulation Method of Speech Intelligibility Evaluation: Measuring and Exactness // *Proceedings of the VII International Conference MEMSTECH 2011*. – Lviv, Polyana, 2011. – P.54–60.
13. Prodeus A. Rapid Version of Formant– Modulation Method of Speech Intelligibility Estimation // *Proceedings of the VII International Conference MEMSTECH 2011*. – Lviv, Polyana, 2011. – P.61–63.
14. Алдошина И., Приттс Р. Музыкальная акустика. Учебник. – СПб.: Композитор, 2006. - 720 с.

Додаток А

Розрахунково-графічна робота (РГР) на тему «Автоматизація суб'єктивного оцінювання розбірливості мови в приміщеннях артикуляційним методом»

Актуальність та мета проекту

На жаль, на сьогодні Україна не має власного держаного стандарту із суб'єктивного оцінювання розбірливості мовлення [1]. Замість такого наші інженери вимушені користуватися стандартами СРСР ГОСТ 16600-72 та ГОСТ 7153-85 [2], хоча в Росії замість застарілого ГОСТ 16600-72 вже давно використовують осучаснені стандарти 50840-95 та 51061-97, де передбачено можливість автоматизації суб'єктивної акустичної експертизи шляхом використання ПК та спеціального програмного забезпечення.

Тому головна мета даного проекту полягає в створенні та випробуванні пакету комп'ютерних програм, призначених для автоматизації суб'єктивного оцінювання розбірливості мови, спотвореної шумом та реверберацією. Рішення цього завдання є першим важливим кроком на шляху до створення вітчизняних стандартів в галузі

акустичної експертизи каналів мовної комунікації.

Перспективи проекту:

Даний проект дає змогу студентам краще засвоїти засади класичних та сучасних методів оцінювання розбірливості мовлення, спотвореного шумом та реверберацією. При виконанні даного проекту студенти не тільки навчаться теорії та практиці оцінювання розбірливості мовлення, але й мають змогу одержати важливі нові наукові результати, експериментально перевіривши прогнози оцінки маскувальної здатності синтетичних забарвлених шумів, а також дослідивши вплив ревербераційної завади на розбірливість мовлення.

Технічне завдання:

1. Постановка завдання

Оцінювання розбірливості мовлення виконується студентами шляхом прослуховування на навушники (!) трьох таблиць звукосполучень. Кожна таблиця містить 50 таких звукосполучень. Після запуску спеціальної комп'ютерної програми студенту пропонується прослухати кожне звукосполучення та ввести в комп'ютер за допомогою клавіатури почуте звукосполучення. Після прослуховування кожної таблиці автоматично підраховується процент правильно почутих звукосполучень.

Слід враховувати, що загальний час прослуховувань є досить великим й сягає приблизно 6-7 годин, оскільки прослуховування проводяться для різних умов спотворення мовних сигналів шумом та реверберацією. Проте лякатися не слід - дійсно, якщо в день витратити на виконання проекту 30 хвилин, роботу можна закінчити протягом 2-х тижнів.

2. Комп'ютерні програми для Matlab.

Головних програм всього дві:

1) `table_reading_assist.m` - дана програма дозволяє автоматизувати оцінювання розбірливості мови за результатами прослуховування 3-х наборів (таблиць) звукосполучень в різноманітних шумових та ревербераційних умовах;

2) `rzlbs_processing.m` - програма призначена для обробки результатів досліджень, що мають вигляд множини файлів, розміщених у спеціальних папках.

Допоміжні програми:

1) `assistant.m` - програма-функція, призначена для контролю за повнотою виконання поставленого завдання;

2) `distorSystem.m` - програма-функція, призначена для контрольованого спотворення мовних сигналів шумом та реверберацією.

Додатково можна використовувати спеціальні програми для підготовки еталонних таблиць звукосполучень та допомоги в обробці сигналів:

1) `make_wav_table.m` - для побудови звукових таблиць звукосполучень;

2) `make_rfr_table.m` - для побудови текстових таблиць звукосполучень;

3) `redact_table.m` - для редагування текстових таблиць звукосполучень;

4) `noise_generation.m` - для генерування забарвлених шумів;

5) `vad_LP.m` - детектор голосової активності;

6) `filter_band_7_func.m` - гребінка із 7 смугових октавних фільтрів для створення забарвлених шумів.

3. Вхідні та вихідні дані до комп'ютерних програм

Вхідні дані:

1) номери 3-х таблиць для прослуховування (одержуються від викладача);

2) шість еталонних таблиць із текстовими даними та 3 таблиці із звуковими даними

(таблиці із текстовими даними іменуються як rfr_table_N_1.mat, rfr_table_N_2.mat, де N - номер таблиці, а таблиці із звуковими даними іменуються як wav_table_N.mat);

3) noises_table.mat - файл-набір із 5-секундними відрізками білого, рожевого та коричневого шумів;

4) rirs_table.mat - файл-набір із 7 зразками імпульсних характеристик приміщень із часом реверберації від 0.3 с до 2,7 с.

Примітка: комп'ютерні програми та вхідні дані до них за пп.2-4 містяться в архівному файлі (одержується в кураторів проекту): Project_2017.zip

Вихідні дані:

Одержані результати обчислень (вихідні дані) містяться у спеціальній автоматично створеній папці Results_Lastname (Lastname - прізвище студента), де містяться чотири папки з іменами Group1 (містить 3 файли результатів), Group2 (27 файлів), Group3 (21 файл), Group24 (27 файлів) та один файл mean_results.mat із усередненими даними.

4. Одержання та обробка вихідних даних

Після закінчення прослуховування таблиць, одержані результати треба обробити програмою rzlts_processing.m - в результаті кожен студент одержить набір графіків.

Ці графіки треба вставити у звіт, котрий треба роздрукувати та здати викладачу на перевірку для оцінювання роботи.

Разом із звітом викладачу та іншим кураторам проекту потрібно передати архівний файл із результатами дослідів (флешка або електронна пошта).

За результатами обробки одержаних даних мають бути побудованими графіки залежності усереднених (за слухачами) оцінок розбірливості мови, спотвореної шумом та реверберацією.

5. Захист роботи

Проект має бути захищено кожним студентом.

Оцінки за звіт та за захист звіту є важливим внеском в результати семестрової атестації стентів.

6. Запитання та відповіді

Найчастішим запитанням від виконавців проекту є наступне: «Що має бути в звіті, окрім отриманих графіків?»

Відповідь:

1. Актуальність завдання, що розв'язується (кому і навіщо це потрібно?)

2. Опис організації досліджень: структурна схема обробки даних в кожному досліді (за аналізом програм table_reading_assist.m та assistant.m), а також структурні схеми алгоритмів програм distortSystem.m та vad_LP.m; завдання за п.2 та додатково до нього: аналіз програм підготовки даних: make_wav_table.m, make_rfr_table.m, redact_table.m, noise_generation.m

3. Результати обробки (графіки) та їх коментарі, де треба вказати, чи узгоджуються одержані результати із тими, що наведені в літературі, а також спроба пояснити узгодження (або відсутність такого).

4. Висновки за результатами роботи: 1) що зроблено в роботі; 2) які неочікувані або очікувані результати одержано; 3) де і для чого можна застосувати результати проведеної роботи; 4) що надалі треба ще додатково зробити або покращити?

5. Якщо пропонуєте конкретні покращення (організація досліджень, комп'ютерні програми) - додайте їх із своїми коментарями.

Література до РГР:

1. Дидковский В.С., Дидковская М.В., Продеус А.Н. Акустическая экспертиза каналов речевой коммуникации. Монография. – Киев, "Имекс-ЛТД", 2008. – 420 с.
2. Продеус А., Дидковский В., Дидковская М. Акустическая экспертиза и коррекция коммуникационных каналов. Монография. – LAP LAMBERT Academic Publishing, OmniScriptum GmbH & Co. KG, Saarbrucken, Deutschland, 2017, ISBN: 978-3-330-04591-0
3. ГОСТ 16600-72. Передача речи по трактам радиотелефонной связи. Требования к разборчивости речи и методы артикуляционных измерений. - М., Стандартинформ, 2007. - 77 с.
4. ГОСТ 50840-95. Передача речи по трактам связи. Методы оценки качества, разборчивости и узнаваемости. - М., Госстандарт России, 1996. - 234 с.
5. Костючок Ю.С., Мартинович Л.С., Моторнюк Д.Е., Нечитайло В.А., Храпачевский А.В., Продеус А.Н. Акустическая паспортизация учебных помещений. - ISSN 1811-4512. Electronics and Communications, 2016, Vol.21, No.2(91). – P.63-70.
6. К.С. Замша, Б.В. Лозинский, Ю.А. Митяй, Е.С. Степановская, А.Н. Продеус. Объективное и субъективное оценивание качества речевых сигналов с ограниченной полосой частот. - Electronics and Communications, Vol. 21, № 1(90), 2016. – P. 18-26
7. Михайлов В.Г. Диагностические артикуляционные таблицы. - Акустический журнал, 2002, том 48, №5. - С. 705-712.
8. Архипова О., Журавльов В., Кумейко В. Артикуляційні таблиці слів української мови. - Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні, вип 2(19) ., 2009. - С. 13-17.
9. Архипов А.Е, Архипова Е.А. Анализ и обработка данных артикуляционных испытаний. - Научно-практический журнал «Захист інформації» № 4, 2012. - С. 34-42.
10. ANG-2200. Acoustic Noise Generator. Owner’s Guide. Research Electronics, Intl. 455 Security Place Algood, TN USA 38506-4941 1-931-537-6032 www.research-electronics.com - 40 p.
11. Макаров Ю. К., Хорев А. А. К оценке эффективности защиты акустической (речевой) информации. - Специальная техника № 5, М. - 2000.
12. Хорев А.А., Макаров Ю.И. Оценка эффективности систем виброакустической маскировки. - Вопросы защиты информации, № 1, М. - 2001. - С. 21-28.
13. Yang, W. and Bradley, J. (2009), “Effects of room acoustics on the intelligibility of speech in classrooms for young children,” J. Acoust. Soc. Am. 125 (2), P. 922–933.
14. А. Продеус, А. Вітик, О. Дворник, І. Котвицький, О. Чайка, М. Ярошенко, Суб’єктивне оцінювання розбірливості мови на тлі шуму та реверберації. - "Мікросистеми, електроніка та акустика", т. 23, № 2, 2018, с. 66-73, ISSN 2523-4447, DOI: 10.20535/2523-4455.2018.23.2.128820.
15. A. Prodeus, K. Bukhta, P. Morozko, O. Serhiienko, I. Kotvytskyi, I. Shherbenko "Automated System for Subjective Evaluation of the Ukrainian Speech Intelligibility," Proceedings of IEEE 38th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), April 24-26, 2018 Kyiv, Ukraine, pp. 533-538. ISBN: 978-1-5386-6382-0

Програму склав професор кафедри
акустичних та мультимедійних електронних систем,
д.т.н., проф.

Аркадій Продеус