

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Факультет комп'ютерних наук та кібернетики
Кафедра теоретичної кібернетики**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана
з навчальної роботи

Олена КАШПУР
«12» _____ 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Природні людино комп'ютерні інтерфейси

для студентів

галузь знань	12 – Інформаційні технології
спеціальність	122 – Комп'ютерні науки
освітній рівень	бакалавр
освітня програма	Інформатика
вид дисципліни	вибіркова
вибірковий блок	Інформаційні технології та системи

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	8
Кількість кредитів ECTS	3

Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладачі: д.ф.-м.н, проф. Крак Ю.В.,

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.

КИЇВ – 2021

Розробник: Крак Юрій Васильович, доктор. фіз.-мат. наук, професор,
зав. кафедри теоретичної кібернетики

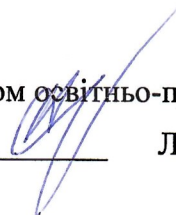
ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри теоретичної кібернетики

 Юрій КРАК

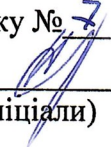
Протокол № 7 від «8» 02 2021 р.

Схвалено гарантом освітньо-професійної програми «Інформатика»


_____ Людмила ОМЕЛЬЧУК «11» 02 2021 рік
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від «11» 02 2021 року № 7

Голова науково-методичної комісії  Людмила ОМЕЛЬЧУК
(підпис) (прізвище та ініціали)

1 Мета дисципліни – вивчення і засвоєння основних положень теорії обробки, синтезу і розпізнавання голосових мовних сигналів з метою побудови нових людино-комп'ютерних інтерфейсів на методах і принципах зручних і природних для людини. .

2 Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни

Знати: дискретну математику, програмування, роботу з базами даних, теорію алгоритмів, методи оптимізації, математичний аналіз, диференціальні рівняння, алгебру, теорію ймовірностей в об'ємі перших трьох навчальних років освітнього рівня бакалавр.

Вміти: застосовувати отримані знання з базових дисциплін до розв'язання задач обробки, синтезу і розпізнавання голосових мовних сигналів.

Володіти елементарними навичками: програмування, баз даних, побудови алгоритмів, роботи з програмними застосунками.

3 Анотація навчальної дисципліни

Дисципліна складається з наступних розділів. Постановка задач та основні характеристики голосових мовних сигналів та способи отримання і обробки голосової інформації. Дослідження голосового тракту людини, моделі побудови звуку. Методи виділення основних характеристик у голосових мовних сигналах. Основні характеристики конкатенативного синтезу. Проблеми побудови та повноти навчальних вибірок. Фонетичні характеристики мовних сигналів. Аналіз і основні алгоритми конкатенативного синтезу, порівняння з іншими методами. Моделі поширення звуку. Чисельні методи реалізації. Основні просодичні характеристики голосу людини. Побудова синтезаторів мовної інформації. Обробка і виділення характеристичних ознак голосових сигналів для задач розпізнавання. Методи, побудовані на енергетичних характеристиках сигналів. Постановка задачі. Методи знаходження енергії сигналу. Порогові значення. Виділення окремих слів. Методи розпізнавання голосових мовних сигналів.

Основним завданням є надання знань з основ обробки, моделювання та розпізнавання голосових мовних сигналів, розвиток практичних навичок з розв'язування навчальних і практичних задач. Дисципліна є дисципліною вільного вибору студента. Викладається в 8-му семестрі, обсяг 90 год. (3 кредитів ECTS), з них лекції – 28 год., консультації – 2 год., самостійна робота – 60 год. Передбачено 2 контрольні роботи.

4 Завдання (навчальні цілі)

Набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у комп'ютерних науках. Зокрема, розвивати здатність використовувати технології штучного інтелекту та взаємодії «людина-комп'ютер».

5 Результати навчання за дисципліною

Результат навчання (РН) (1 – знати; 2 – вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми викладання та навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
РН1.1	Знати основні поняття теорії синтезу і розпізнавання голосових мовних сигналів	Лекція	Контрольна робота (КР) 1	10%
РН1.2	Знати базові методи обробки аудіоінформації	Лекція	КР 2	10%
РН2.1	Вміти вирішувати тестові приклади з синтезу та розпізнавання голосової мовної інформації	Самостійна робота	КР 1, 2	60%
РН4.1	Організувати свою самостійну роботу для досягнення результату	Самостійна робота, виконання завдань в колективі	Поточне оцінювання	10%
РН4.2	Відповідально ставитися до	Самостійна робота,	Поточне	10%

	виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість	комунікація в колективі при виконанні завдань	оцінювання	
--	--	---	------------	--

6 Співвідношення результатів навчання дисципліни з програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	РН1.1	РН1.2	РН2.1	РН4.1	РН4.2
Програмні результати навчання					
<i>(з опису освітньої програми)</i>					
ПРН2. Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації за галузями.			+	+	+
ПРН7. Вміти застосовувати методологію імітаційного моделювання об'єктів, процесів і систем, планувати та проводити експерименти з моделями, прийняття рішень щодо досягнення мети за результатами моделювання.			+	+	+
ПРН21.3. Знати технології штучного інтелекту та вміти застосовувати їх у розв'язанні практичних задач.	+	+	+		
ПРН22.3. Знати технології реалізації взаємодії «людина-комп'ютер» та вміти їх застосовувати.	+				

7 Схема формування оцінки

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Контрольна робота 1: РН1.1, РН2.1 – 40 балів / 24 бали.
2. Контрольна робота 2: РН1.2, РН2.1 – 40 балів / 24 бали.
3. Поточне оцінювання: РН4.1, РН4.2 – 20 балів / 12 балів.

Підсумкове оцінювання (у формі заліку):

- Залікові бали визначаються як сума оцінок/балів за всіма успішно оціненими результатами навчання передбачених даною програмою.
- Оцінки нижче від мінімального порогового рівня не додаються.
- Мінімальний пороговий рівень для сумарної оцінки за всіма компонентами становить 60% від максимально можливої кількості балів.

Типові завдання контрольних робіт

Питання до контрольної роботи 1.

1. Загальні методи і складові частини синтезу голосової інформації.
2. Голосовий тракт людини.
3. Виділення основних характеристик у голосових мовних сигналах.
4. Способи отримання і обробки голосової інформації
5. Конкатенативний метод синтезу мовних сигналів.
6. Проблеми створення навчальних вибірок. Повнота навчальних вибірок.
7. Фонетичні характеристики мовних сигналів.
8. Формантний метод синтезу мовних сигналів.
9. Методи математичного синтезу мовних сигналів.
10. Рівняння Вебстера поширення голосових хвиль.

11. Моделі поширення звуку.
12. Числові методи вирішення рівнянь поширення голосової хвилі
13. Просодичні характеристики мовних сигналів.
14. Метод лінійного передбачення для аналізу мовних сигналів.
15. Проблеми наголосів і емоційного забарвлення.

Питання до контрольної роботи 2.

1. Автоматична сегментація звукового мовного сигналу.
2. Методи очистки звукових сигналів від сторонніх шумів.
3. Методи зміни швидкості відтворення звукового сигналу.
4. Методи визначення позиції зміни диктора у звуковому мовному сигналі.
5. Методи знаходження енергії сигналу.
6. Методи аналізу звукового сигналу у часовій і частотній області.
7. Знаходження характеристичних ознак звукового сигналу із застосуванням мел-кепстральних коефіцієнтів.
8. Методи кластеризації та класифікації голосових даних

Загальні постановки задач для виконання контрольної роботи 2

Розробити програму для озвучення заданих слів на основі створеної навчальної вибірки.

Для реалізації програми кожному студенту самостійно необхідно виконати наступний алгоритм.

1. Познайомитись і встановити стандартні системами обробки голосової інформації.
2. Створити навчальну вибірку зі слів (до 20).
3. Занести кожне слово навчальної вибірки засобами аудіо запису.
4. Виділити в кожному слові букви або склади і записати їх у окремі файли.
5. Створити базу даних для виділених файлів.
6. Розробити механізм об'єднання (конкатенації) окремих записаних файлів в один файл.
7. Розробити засоби введення заданих слів.
Озвучення цих слів шляхом конкатенації окремих файлів.

7.2 Організація оцінювання

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Контрольна робота 1 – до 7 лекційного заняття.
2. Контрольна робота 2 – до 14 лекційного заняття.
3. Поточне оцінювання лекційного матеріалу: **протягом семестру.**

Студент має право один раз перескласти контрольну роботу з можливістю отримати не більше 80% балів, призначених за роботу. Термін перескладання визначає викладач.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і практичних занять

№	Назва лекції	Кількість годин
---	--------------	-----------------

лекції ї		Лекції	Самоств. робота
Частина 1 «Проблеми створення природних інтерфейсів на основі синтезу голосових сигналів»			
1	Тема 1. Проблеми синтезу мовної інформації. Основні характеристики голосових мовних сигналів. Способи отримання і обробки голосової інформації. Дослідження мовних сигналів. Виділення основних характеристик у голосових мовних сигналах. <i>Самоствійна робота.</i> Опрацювати та дослідити основні методи обробки голосової інформації	2	4
2	Тема 2. Конкатенативний метод побудови синтезаторів мови . Основні характеристики конкатенативного синтезу. Проблеми навчальних вибірок. Фонетичні характеристики мовних сигналів. Аналіз і основні алгоритми конкатенаційного синтезу <i>Самоствійна робота.</i> За допомогою стандартних засобів записати речення українською мовою, виділити слова, у словах виділити окремі букви і склади. Дослідити виділену інформацію на якість звучання при довільному поєднанні. Порівняння результатів та комунікація з іншими студентами.	2	4
3	Тема 3. Формантний метод дослідження мовних сигналів Постановка задачі. Розробка основних алгоритмів формантного синтезу. Порівняння з конкатенаційним методом. <i>Самоствійна робота.</i> За допомогою стандартних засобів записати речення українською мовою, виділити слова, виділити форманти. Порівняти з конкатенативним синтезом.	2	4
4	Тема 4. Математичні моделі голосового тракту людини Дослідження голосового тракту людини, моделі побудови звуку. Моделі поширення звуку. <i>Самоствійна робота.</i> Розглянути різні підходи до побудови моделей голосового тракту людини.	2	4
5	Тема 5. Числові методи вирішення рівнянь поширення голосової хвилі. Створення синтезатора голосу на основі математичних моделей. <i>Самоствійна робота.</i> Розглянути та дослідити проблеми отримання природного звуку на основі різних моделей поширення звуку.	2	6
6	Тема 6. Дослідження просодичних характеристик мовної інформації. Проблеми наголосів і емоційного забарвлення. <i>Самоствійна робота.</i> За допомогою стандартних засобів записати речення та окремі слова з різними інтонаційним та емоційним забарвленням. Дослідити та порівняти зміни при звичайному звучанні слів.	2	4
7	Тема 7. Алгоритмічна реалізація синтезатора української мови на основі обмеженого набору слів. Системи голосових відгуків. <i>Самоствійна робота.</i> За допомогою стандартних засобів записати до десяти слів для озвучення чисел і зробити їх	1	4

	конкатенацію.		
Контрольна робота 1		1	
Частина 2 «Проблеми створення природних інтерфейсів на основі розпізнавання голосових сигналів»			
8	<p>Тема 8. Методи автоматичної сегментації звукового мовного сигналу на фрагменти для запам'ятовування і обробки.</p> <p><i>Самостійна робота.</i> За допомогою стандартних засобів записати до речення і за змінами інтенсивності звучання (енергії) зробити їх розділення на окремі слова.</p>	2	4
9	<p>Тема 9. Дослідження і адаптація існуючих методів очистки звукових сигналів від сторонніх шумів, специфічних для деяких класів задач.</p> <p><i>Самостійна робота.</i> За допомогою стандартних засобів записати до слова чи речення в різних шумових обстановках і дослідити зміни сигналів і розробити алгоритм очистки за допомогою згладжування.</p>	2	4
10	<p>Тема 10. Математичні методи обробки голосового сигналу для зміни швидкості відтворення звукового сигналу без погіршення якості і зрозумілості сигналу, та без зміни основних просодичних характеристик сигналу.</p> <p><i>Самостійна робота.</i> За допомогою стандартних засобів записати до слова чи речення в різною швидкістю промовляння і дослідити зміни сигналів в даній ситуації</p>	2	4
11	<p>Тема 11. Методи визначення позиції зміни диктора у звуковому мовному сигналі на основі параметричних моделей голосу диктора для автоматичної інтелектуальної сегментації сигналу за ознакою зміни диктора.</p> <p><i>Самостійна робота.</i> За допомогою стандартних засобів записати до слова чи речення та обмінятися з іншими студентами. В рамках колективної роботи записати файл з різними словами студентів і дослідити зміни сигналів в даній ситуації з метою виділення зміни диктора.</p>	2	4
12	<p>Тема 12. Методи аналізу звукового сигналу у часовій і частотній області, спектрального аналізу, виділення характеристичних ознак звукового сигналу із застосуванням мел-кепстральних коефіцієнтів.</p> <p><i>Самостійна робота.</i> За допомогою стандартних засобів записати до слова чи речення та виділити характеристичні ознаки із застосуванням мел-кепстральних коефіцієнтів.</p>	2	6
13	<p>Тема 13. Алгоритми модифікації просодичних характеристик сигналу за допомогою методів типу PSOLA, методи статистичного аналізу даних, регресійної побудови моделей.</p> <p><i>Самостійна робота.</i> За допомогою стандартних засобів записати до слова чи речення та зробити їх модифікацію за допомогою різних методів.</p>	2	4
14	<p>Тема 14. Методи знаходження енергії сигналу. Порогові значення. Виділення окремих слів. Кластеризація та класифікація голосових даних, експериментальні дослідження особливостей сприйняття і запам'ятовування</p>	1	4

людиною голосової мовної інформації. <i>Самостійна робота.</i> За допомогою стандартних засобів записати до слова чи речення та дослідити їх на статичні характеристики та провести частотний аналіз вживання слів.		
Контрольна робота 2	1	
ВСЬОГО	28	60

Загальний обсяг 90 год. (3 кредитів ECTS), у тому числі:

Лекцій – 28 год.

Консультації – 2 год.

Самостійна робота – 60 год.

9. Рекомендовані джерела

Основні

1. Дж.Л.Фланаган. Анализ, синтез и восприятие речи. Пер. с англ. – М.: Связь, 1968.
2. Флеминг Б., Доббс Д. Методы анимации лица. Мимика и артикуляция. Пер. с англ. – М.: ДКМ Пресс, 2002.
3. Becchetti C, Ricotti L.P. Speech recognition. Theory and C++ Implementation. John Wiley& Sons Ltd, 1999.
4. Павлидис Т. Алгоритмы машинной графики и обработки изображений. – М.: РиС, 1986.
5. Jurafsky D., Martin J.H. Speech and Language Processing. An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition. Second Edition. – Pearson Prentice Hall, 2009.
6. Краснов М.В. OpenGL. Графика в проектах Delphi. – СПб.: БЧВ-Петербург, 2001.
7. Винцюк Т. К. Анализ, распознавание и интерпретация речевых сигналов. – Киев: Наук. думка, 1987. – 264 с.
8. Piegl L., Tiller W. The NURBS Book. – Berlin, Germany: Springer-Verlag, 1996.
9. Rabiner L., Juang B.-H. Fundamentals of Speech Recognition. – PTR Prentice Hall, 1993.
10. **Крак Ю.В.**, Стеля І.О. Моделювання мовного апарату людини в задачах комп'ютерного синтезу // Штучний інтелект. – 2010. – №4. – С. 102-112.
11. **Крак Ю.В.**, Тернов А.С., Лісняк М.П. Структурно-віземний аналіз артикуляції українського мовлення // Штучний інтелект. – 2011. – №3. – С. 156-166.
12. Кривонос Ю.Г., **Крак Ю.В.**, Загваздин О.С., Єфімов Г.М. Сегментація мовних голосових сигналів за ознакою зміни диктора // Штучний інтелект. – 2011. – №3. – С. 167-173.
13. Кривонос Ю.Г., **Крак Ю.В.**, Стеля І.О. Пряма і обернена задачі моделювання мовного апарату людини // Доповіді НАН України. – 2011. – № 10. – С. 44-47.
14. **Крак Ю.В.**, Загваздин А.С. Система распределенного автоматизированного документирования речевых сигналов // Речевые технологии . – 2012. – № 2. – С.43-53.
15. **Крак Ю.В.**, Кривонос Ю.Г., Куляс А.И. Прикладные аспекты синтеза и анализа речевой информации // Кибернетика и системный анализ. – 2013. – №4. – С.120-129.
16. Багрій Р.О., Бармак О.В., **Крак Ю.В.**, Стеля І.О. Підхід до введення інформації при обмеженому усному мовленні // «Обчислювальний інтелект (результати, проблеми, перспективи)»: праці IV-ої Міжнародної науково-практичної конференції. 16-18 травня 2017 року. Київ-Черкаси: нау. Ред.. В.Є.Снитюк. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2017. – С.95-96.

Додаткові

17. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника. – М.: Мир, 1992.
18. <http://www.research.att.com/projects/tts/>

19. <http://www.apple.com/macosx/features/speech>
20. <http://www.research.ibm.com/tts/>
21. <http://www.microsoft.com/reader/>
22. Кухарев Г.А. Биометрические системы: Методы и средства идентификации личности человека. -СПб.: Политехника, 2001. - 240с.
23. Ильин Е.П. Эмоции и чувства, Спб, Питер, 2001.