

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ

кафедра теоретичної кібернетики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана з навчальної роботи

_____ Кашпур О.Ф.

« ____ » _____ 20__ року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ ТА МАШИННЕ НАВЧАННЯ

для студентів

галузі знань	12 – "Інформаційні технології"
спеціальність	112 – «Комп'ютерні науки та інформаційні технології»
освітній рівень	бакалавр
освітня програма	"Інформатика"
вид дисципліни	обов'язкова

Форма навчання денна

Навчальний рік 2018/2019

Семестр **8**

Кількість кредитів ECTS **3**

Мова викладання, навчання та оцінювання українська

Форма заключного контролю іспит

Викладачі: доцент **Трохимчук Р.М.**, к.ф.-м.н., доцент

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

КИЇВ – 2018

Розробники: доцент **Трохимчук Ростислав Миколайович**,
к.ф.-м.н., доцент кафедри теоретичної кібернетики

Робочу програму дисципліни «Розпізнавання образів та машинне навчання»
затверджено на засіданні кафедри теоретичної кібернетики

Протокол № 14 від 18 червня 2018 року

Завідувач кафедри

_____ (проф. Крак Ю.В.)
(підпис)

«_____» _____ 2018 року

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

Протокол від «_____» _____ 2018 року № _____

Голова науково-методичної комісії _____ (проф. Хусаїнов Д.Я.)
(підпис)

«_____» _____ 2018 року

Затверджено на засіданні Вченої ради факультету комп'ютерних наук та
кібернетики

Протокол № _____ від «_____» _____ 2018 року

1. **Мета дисципліни:** засвоєння теоретичних знань і набуття практичних навичок з математичної теорії розпізнавання образів, необхідних всім студентам, що спеціалізуються в галузях прикладної математики та інформатики, математичної кібернетики і в подальшому вивчатимуть такі розділи сучасної інформатики, як системи автоматизованого керування, системи обробки і передачі інформації, аналіз даних, системи штучного інтелекту, робототехніка тощо.

2. **Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни**

Для вивчення курсу «Розпізнавання образів та машинне навчання» студент повинен знати базові поняття загальної алгебри, обчислювальної математики, теорії ймовірностей, математичної статистики, теорії матриць, аналізу даних, теорії формальних мов і граматики. Студент повинен вміти ефективно застосовувати зазначений математичний апарат для розв'язання різноманітних практичних задач.

3. **Анотація навчальної дисципліни: Предметом навчальної дисципліни «Розпізнавання образів та машинне навчання» є розгляд основних понять, моделей, результатів і методів сучасної математичної теорії розпізнавання образів.**

Навчальна дисципліна «Розпізнавання образів та машинне навчання» є складовою освітньо-професійної програми підготовки фахівців за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти галузі знань 12 „Інформаційні технології” зі спеціальності 122 „Комп'ютерні науки”, освітньо-професійної програми – „Інформатика”.

Дана дисципліна є обов'язковою навчальною дисципліною за програмою “Інформатика”.

Викладається у 8 семестрі 4 курсу в обсязі – 100 год.

3 кредити ECTS, зокрема: лекції – 44 год., консультації – 2 год., самостійна робота – 54 год.

У курсі передбачено 2 змістовні модулі та 2 модульні контрольні роботи.

Завершується дисципліна – іспитом у 8 семестрі.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

1. Знати

- основні математичні моделі та методи для опису, подання, аналізу та розпізнавання образів
- методи побудови ефективних алгоритмів для аналізу та розпізнавання зображень
- технологію проектування систем розпізнавання за допомогою системи OpenCV для обробки, опису, подання, аналізу та розпізнавання образів

2. Вміти

- вибирати, використовувати та реалізовувати оптимальні структури даних і алгоритми для опису, подання, аналізу та розпізнавання образів
- оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт
- застосовувати набуті знання у практичних ситуаціях
- оволодівати сучасними знаннями, генерувати нові ідеї (виявляти креативність)
- використовувати засоби проектування систем розпізнавання за допомогою системи OpenCV

3. Мати досвід (володіти)

- ефективного застосування матеріалу курсу для розв'язання різноманітних практичних задач з використанням OpenCV
- експериментального дослідження ефективності реалізації алгоритмів і структур даних

4. Завдання (навчальні цілі):

Набуття базових знань, умінь та навичок (компетентностей) з математичної теорії розпізнавання образів та машинного навчання відповідно до освітньої кваліфікації «Бакалавр з комп'ютерних наук». Зокрема, розвивати:

- здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях,
- здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями,
- здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт,
- здатність до побудови самостійних проектів у галузі сучасного розпізнавання образів та машинного навчання, навичок розробки й аналізу відповідних алгоритмів.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (РН) (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)	Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)		Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
РН 1.1	Знати способи подання, збереження та обробки зображень у сучасних ЕОМ комп'ютерних системах	Лекція	Тест, 60% правильних відповідей	20%
РН 1.2	Знати основні математичні моделі та методи, що застосовуються для опису, подання, аналізу та розпізнавання образів	Лекція		
РН 1.3	Знати технологію проектування систем розпізнавання за допомогою системи OpenCV	Лекція	Тест, 60% правильних відповідей	20%
РН 2.1	Вміти вибирати, використовувати, реалізовувати та застосовувати оптимальні в конкретних умовах структури даних і алгоритми для опису, подання, аналізу та розпізнавання образів	Лабораторна робота, самостійна робота	Захист лабораторної роботи	30%
РН 2.2	Вміти використовувати технологію проектування систем розпізнавання за допомогою системи OpenCV	Лабораторна робота, самостійна робота	Захист лабораторної роботи	30%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	РН 1.1	РН 1.2	РН 1.3	РН 2.1	РН 2.2
Програмні результати навчання					
ПР 8. Вміти вибирати, використовувати, реалізовувати та застосовувати оптимальні в конкретних умовах структури даних і алгоритми для опису, подання, аналізу та розпізнавання образів	+	+			+
ПР 9. Вміти використовувати технологію проектування систем розпізнавання за допомогою системи OpenCV	+		+	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

Восьмий семестр

1. Модульна контрольна робота 1: РН1.1–3 – 20 балів/10 балів
2. Модульна контрольна робота 2: РН2.1–2 – 20 балів/10 балів

- підсумкове оцінювання (у формі іспиту):

- максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом: 40;
- результати навчання, які оцінюються: РН1.1, РН1.2, РН 1.3, РН2.1, РН2.2
- форма проведення: письмова
- види завдань: три теоретичні питання (40%), одна задача (60%).

Студент допускається до іспиту, якщо в семестрі набрав не менше ніж 30 балів. Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за іспит має бути не менше 30 балів.

7.2 Організація оцінювання

Терміни проведення оцінювання

Модульні контрольні роботи: № 1 – до 7 тижня, № 2 – до 13 тижня.

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

За відсутності студента з поважних причин перескладання МКР здійснюється відповідно до «Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу» від 1 жовтня 2010 року.

7.3. Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план занять

№ лекції	Назва лекції (теми)	Кількість годин	
		Лекції	Самост. робота
Змістовий модуль 1. Дискримінантні методи розпізнавання образів			
1	Основні поняття теорії розпізнавання образів (РО): клас, об'єкт, ознака, вектор ознак. Модель та основні задачі РО.	2	2
2,3	Процес прийняття рішення в РО, як гра статистичного характеру. Баєсовський метод РО. Принципова схема баєсовського класифікатора. Поняття вирішувальної (дискримінантної) функції та областей вирішення.	4	4
4	Процедура навчання, типи навчання. Геометричні методи РО.	2	2
5	Порівняння з еталоном. Принцип найближчого сусіда.	2	2
6	Кластерний аналіз. Основні припущення. Міри близькості.	2	2
7	Критерії кластеризації. Алгоритми виділення кластерів.	2	2
8	Методи кластеризації, що використовують теорію графів. Проблема визначення кількості класів. Побудова дендрограми. Алгоритми сімейств FOREL та KRAB	2	2
9	Метод дискримінантних функцій: припущення методу, поняття дискримінантної функції та віддільності.	2	2
10	Лінійні вирішувальні функції. Алгоритм перцептрона.	2	2
11	Штучні нейронні мережі. Архітектура мереж. Мережі прямого розповсюдження. Рекурентні мережі. Нейронні мережі та задача РО	2	2
12	Алгоритм зворотного розповсюдження помилки для навчання з учителем багатoshарової нейронної мережі (Back Propagation). Мережа Хопфілда. Алгоритм навчання мережі Хопфілда	2	2
13	Карта самоорганізації (мережа) Кохонена. Нейрокомп'ютери	2	2
Модульна контрольна робота 1			4
Змістовий модуль 2. Структурні методи розпізнавання образів			
14	Структурні методи РО: постановка задачі, відмінність від дискримінантних методів. Формальні граматики і мови.	2	2
15,16	Блок-схема структурного РО. Методи виділення непохідних елементів. Методи зображення об'єктів.	4	4
17,18	Синтаксичний аналіз (СА). Дві стратегії СА, порівняльний аналіз. Стохастичні мови (СМ) та стохастичні граматики опису образів. Стохастичний СА	4	4
19	Взаємодія між дискримінантними і структурними методами в РО. Відновлення граматики (процедура навчання)	2	2
20	Визначення міри близькості СМ. Алгоритми обчислення близькості регулярних СМ. Апроксимація СМ	2	2
21	Синтаксичний аналіз із виправлення помилок. Міри близькості синтаксичних образів. 3 типи метрики.	2	2
22	СА із виправленням помилок за принципом мінімуму відстані. Побудова розширеної граматики.	2	4
Модульна контрольна робота 2			4
ВСЬОГО		44	54

Загальний обсяг **100** год. (3 кредити ECTS), у тому числі:

Лекцій – 44 год.

Консультації – 2 год.

Самостійна робота – 54 год.

ТИПОВЕ ЗАВДАННЯ МОДУЛЬНОЇ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ 1

Принцип побудови баєсовського класифікатора. Початкові дані для синтезу баєсовського класифікатора. Порівняльний аналіз геометричних методів РО. Критерії кластеризації. Алгоритми виділення кластерів. Порівняльний аналіз алгоритмів кластеризації. Методи побудови дендрограм. Штучні нейронні мережі. Архітектура мереж. Алгоритми навчання штучних нейронних мереж – 4 год.

Контрольні запитання до змістового модуля 1

1. Основні поняття теорії розпізнавання образів (РО): клас, об'єкт, ознака, вектор ознак.
2. Модель та основні задачі РО. Основні принципи і методи РО.
3. Процес прийняття рішення в РО, як гра статистичного характеру.
4. Баєсовський метод РО. Формулювання баєсовського вирішального правила в термінах відношень правдоподібності та порогових величин.
5. Баєсовське вирішувальне правило у випадку функції втрат спеціального виду.
6. Принципова схема баєсовського класифікатора.
7. Поняття вирішувальної (дискримінантної) функції та областей вирішення.
8. Обчислення загального ризику для баєсовського класифікатора (БК).
9. Початкові дані для синтезу БК. Функція правдоподібності.
10. Терміни "розпізнавання" та "класифікація". Процедура навчання, типи навчання.
11. Геометричні методи РО. Порівняння з еталоном.
12. Принцип найближчого сусіда. Принцип k найближчих сусідів.
13. Кластерний аналіз. Основні припущення. Міри близькості.
14. Критерії кластеризації: критерій суми квадратів, інші критерії.
15. Алгоритм виділення кластерів: простий алгоритм, алгоритм ітеративної оптимізації.
16. Проблема вибору початкового розділення: стохастичний алгоритм, ієрархічне групування.
17. Ієрархічне групування (дендрограма).
18. Алгоритми сімейства FOREL.
19. Алгоритми сімейства KRAB.
20. Проблема визначення кількості класів.
21. Методи кластеризації, що використовують теорію графів.
22. Метод дискримінантних функцій: припущення методу, поняття дискримінантної функції та віддільності.
23. Лінійні вирішувальні функції: дихотомія, загальний випадок, існування областей невизначеності.
24. Узагальнені вирішувальні функції.
25. Процедура навчання (постановка задачі).
26. Алгоритм персептрона: схема алгоритму, приклад реалізації, поняття критерія віддільності.
27. Штучні нейронні мережі. Класифікація нейронних мереж. Архітектура мереж. Мережі прямого розповсюдження. Рекурентні мережі
28. Багатошарові мережі прямого розповсюдження. Алгоритм зворотного розповсюдження помилки для навчання багатошарової нейронної мережі (Back Propagation) та його аналіз
29. Мережа Хопфілда. Алгоритм навчання мережі Хопфілда.
30. Карта самоорганізації (мережа) Кохонена. Особливості навчання без учителя. Принцип роботи мережі Кохонена. Алгоритм навчання мережі Кохонена
31. Нейрокомп'ютери. Структура й компоненти нейрокомп'ютера. Порівняння нейрокомп'ютера з традиційними комп'ютерами (машинами фон Неймана)

ТИПОВЕ ЗАВДАННЯ МОДУЛЬНОЇ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ 2

Алгоритми синтаксичного аналізу. Порівняльний аналіз алгоритмів синтаксичного аналізу. Стохастичні мови та стохастичні граматики опису образів. Стохастичний синтаксичний аналіз.

Методи відновлення граматики (процедура навчання). Визначення міри близькості стохастичних мов. Алгоритми обчислення близькості регулярних стохастичних мов. Апроксимація стохастичних мов. Синтаксичний аналіз із виправлення помилок. Синтаксичний аналіз із виправленням помилок за принципом мінімуму відстані. Побудова розширеної граматики. – 4 год.

Контрольні запитання до змістового модуля 2.

1. Структурні методи в РО: постановка задачі, відмінність від дискримінантних методів
2. Формальні граматики і мови. Типи граматик. Два способи означення формальних мов та зв'язок між ними
3. Програмні граматики
4. Постановка задачі синтаксичного РО. Блок-схема синтаксичного РО
5. Методи виділення непохідних елементів: застосування порогової функції, відслідковування меж (контурів), непохідні елементи з областей
6. Зображення об'єкта: конкатенація, граматики дерев, дерево (граф) відношення, виділення точок дотику (мова PDL), плекс-граматики, використання довільних відношень
7. Синтаксичний аналіз (СА). Постановка задачі. Дві стратегії СА, порівняльний аналіз
8. Стохастичні мови (СМ) опису образів: доцільність їх розгляду, способи означення СМ
9. Стохастична граматика: поняття вивідності, підрахунок ймовірностей виведення
10. Стохастичні мови: означення, поняття характеристичної мови, типи СМ, узгодженість СМ
11. Мова, що допускається стохастичним скінченим автоматом
12. Стохастичний синтаксичний аналіз (ССА): обчислення ймовірностей синтаксичної правильності
13. Два типи алгоритмів ССА
14. Приклади стохастичних граматик опису образів
15. Взаємодія між дискримінантними і структурними методами в РО. Використання ідей дискримінантного підходу в структурних системах РО
16. Оцінка ймовірностей правил підстановки
17. Відновлення граматики (процедура навчання): постановка задачі, алгоритм відновлення регулярних граматик
18. Апроксимація стохастичних мов. Визначення міри близькості СМ
19. Властивості міри близькості. ϵ -апроксимація мов і граматик
20. Обчислення близькості регулярних СМ
21. Синтаксичний аналіз із виправлення помилок. Міри близькості синтаксичних образів
22. 3 типи метрики, графічна інтерпретація
23. Постановка задачі СА з виправленням помилок за принципом мінімуму відстані. Побудова розширеної граматики
24. Блок-схема класифікатора за принципом мінімуму відстані. Стохастична модель для синтаксичних помилок

9. Рекомендовані джерела:

Основні:

1. Дуда Р., Харт П. Распознавание образов и анализ сцен. – М.: Мир, 1976
2. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. – М.: Мир, 1978
3. Фу К.С. Структурные методы в распознавании образов. – М.: Мир, 1977
4. Fu K.S. Syntactic Pattern Recognition and Applications. – N.Y.: Prentice-Hall, 1982
5. Васильев В.И. Распознающие системы. Справочник. – К.: Наук.думка, 1983
6. Шлезингер М., Главач В. Десять лекций по статистическому и структурному распознаванию. – К.: Наук.думка, 2004
7. Трохимчук Р. Н. Сравнительный анализ автоматов, функционирующих в общем входном алфавите. – Кибернетика, 1980, № 6, с.24-31.
8. Трохимчук Р. Н. Использование динамических структур данных в системах структурного описания и распознавания образов.– У кн.: «Математические методы распознавания образов (ММРО-7)», 1995, с.117

9. Трохимчук Р. М. Approximation of stochastic regular languages.— У кн.: Теоретичні та прикладні аспекти побудови програмних систем: матеріали міжн. наукової конференції ТАAPSD'2017, м. Київ, 4-8 грудня 2017 р.- Кропивницький: ПП "ЦОП "Авангард"",— 2017, с. 85-88
10. Строгалов А. С. Об ε -моделировании поведения конечных автоматов Мили. — Депон. в ВИНТИ 16.05.1985г., № 3319-85 деп., 20 с.
11. Статті у наукових виданнях.
12. G. Bradski, A. Kaehler Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library.— O'Reilly Media, Inc., 2008.— 580 p.
13. Кэлер А., Брэдски Г. Изучаем OpenCV. — М.: ДМК-Пресс, 2017. — 826 с.
14. Буэно, Суарес, Эспиноса. Обработка изображений с помощью OpenCV = Learning Image Processing with OpenCV. — М.: ДМК-Пресс, 2016. — 210 с.

Додаткові:

15. Лорьер Ж.-Л. Системы искусственного интеллекта. — М.: Мир, 1991.
16. OpenCV: Библиотека алгоритмов компьютерного зору
17. Л. Шапиро, Дж. Стокман Компьютерное зрение — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2006. — 752 с.
18. Дэвид Форсайт, Жан Понс Компьютерное зрение. Современный подход — М.: Вильямс, 2004. — 928 с.
19. Гренандер У. Лекции по теории образов. В 2-х том. - М.: Мир, 1981.
20. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений. — Москва: Техносфера, 2005
21. Загоруйко Н.Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. — Новосибирск: Изд. Института математики, 1999. — 270 с.
22. Журавлев Ю.И., Рязанов В.В., Сенько О.В. Распознавание. Математические методы. Программная система. Практические применения. — М.: ФАЗИС, 2006.
23. Брауэр В. Введение в теорию конечных автоматов. — М.: РиС, 1987. — 392 с.

Електронні ресурси:

<http://opencv.willowgarage.com/documentation/cpp/index.html>
<https://opencv.org/>
<https://docs.opencv.org/>
<http://robocraft.ru/tag/OpenCV/>