|  |  | **Математичних методів системного аналізу** |
| --- | --- | --- |
| **Розпізнавання образів**  **Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)** | | |

# Реквізити навчальної дисципліни

| **Рівень вищої освіти** | Перший (бакалаврський) |
| --- | --- |
| **Галузь знань** |  |
| **Спеціальність** | 122 «Компютернi науки», 124 “Системний аналіз” |
| **Освітня програма** | **«Системи і методи штучного інтелекту», “Системний аналіз і управління”, “Системний аналіз фінансового ринку”** |
| **Статус дисципліни** | вибіркова |
| **Форма навчання** | очна(денна) |
| **Рік підготовки, семестр** | 4 курс, осінній |
| **Обсяг дисципліни** | 135 годин |
| **Семестровий контроль/ контрольні заходи** | Залік |
| **Розклад занять** | Лекції ср. 8.30-10.05, лабораторні чт. 10.25-12.00 |
| **Мова викладання** | Українська |
| **Інформація про  керівника курсу / викладачів** | Лектор, Лабораторні: к.т.н. Шаповал Наталія Віталіївна, shapoval.nataliia@lll.kpi.ua |
| **Розміщення курсу** | https://classroom.google.com/c/MzgzMTAyMTkwMTg5?cjc=dfuyjcg |

# Програма навчальної дисципліни

# Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Мета навчальної дисципліни.

Метою навчальної дисципліни є систематизоване викладення основ теорії розпізнавання образів та зображень, формування у студентів знань про принципи роботи систем розпізнавання, вироблення практичних навичок самостійної розробки систем розпізнавання.

Основні завдання навчальної дисципліни.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

**знання:**

статистичних методів розпізнавання, методу опорних площин, методу потенційних функцй, методів класифікації та кластеризації, методів попередньої обробки даних, методів розпізнавання за допомогою нейронних мереж та згорткових мереж, методів сегментації зображень та ідентифікації облич.

**уміння**:

вибирати та застосовувати методи розпізнавання образів для конкретної задачі, проектувати системи розпізнавання образів, аналізувати отримані результати.

**досвід:**

проектування систем розпізнавання облич та зображень, сегментації зображень.

# Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Курс “ Розпізнавання образів” є вибірковим курсом. Цей курс спирається на раніше прочитані спеціальні дисципліни в напрямку теорії та систем прийняття рішень і дає систематизоване детальне викладання основ теорії, методів та засобів побудови систем розпізнавання образів та їх застосування. Тому ця дисципліна має глибокі логічні зв’язки з попередніми дисциплінами навчального плану підготовки, зокрема з курсами “Методи і технології обчислювального інтелекту”, “Теорія прийняття рішень в складних системах”, “Статистичний аналіз економічних процесів”.

# Зміст навчальної дисципліни

| Назви розділів і тем | Кількість годин | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Всього | у тому числі | | | |
| Лекції | Практичні (семінарські) | Лабораторні (комп’ютерний практикум) | СРС |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| **Розділ 1**. Статистичні методи розпізнавання образів | | | | | |
| Тема 1.1. Байєсівський метод розпізнавання образів | 8 | 2 | - | 2 | 4 |
| Тема 1.2. Вирішальне правило Неймана-Пірсона  Критерій Фішер | 6 | 2 | - | - | 4 |
| Тема 1.3. Дискримінантні функції для нормального розподілу | 6 | 2 | - | - | 4 |
| Разом за розділом 1 | 20 | 6 | - | 2 | 12 |
| **Розділ 2.** Класифікація за допомогою вирішальних функцій | | | | | |
| Тема 2.1. Дискримінантні функції для розпізнавання образів | 4 | 2 | - | - | 2 |
| Тема 2.3 Метод головних компонент | 6 | 2 | - | - | 4 |
| Тема 2.4 Метрики близькості векторів у просторі ознак | 4 | 2 | - | - | 2 |
| Разом за розділом 2 | 14 | 6 | - | - | 8 |
| **Розділ 3.** Алгоритми кластерізації | | | | | |
| Тема 3.1. Метод опорних площин. Машина опорних векторів | 8 | 2 | - | 2 | 4 |
| Тема 3.2 Методи кластерного аналізу | 10 | 2 | - | 2 | 6 |
| Тема 3.3. Методи нечіткої кластеризації | 6 | 2 | - | - | 4 |
| Всього за розділом 3 | 24 | 6 | - | 4 | 14 |
| **Розділ 4.** Методи роботи з зображеннями | | | | | |
| Тема 4.1 Кольорові простори та їх характеристики | 6 | 2 | - | - | 4 |
| Тема 4.2 Розпізнавання обличь за допомогою методу Віоли -Джонса та мережею FaceNet | 8 | 2 | - | 2 | 4 |
| Тема 4.3 Визначення меж зображення | 8 | 2 | - | 2 | 4 |
| Тема 4.4 Методи сегментації зображень | 12 | 4 | - | 4 | 4 |
| Всього за розділом 4 | 34 | 10 | - | 8 | 16 |
| **Розділ 5.** Згорткові нейронні мережі в задачах розпізнавання | | | | | |
| Тема 5.1 Згорткові нейронні мережі | 6 | 2 | - | - | 4 |
| Тема 5.2 Двох етапні методи детекції об’єктів | 6 | 2 | - | - | 4 |
| Тема 5.3 Одноетапні методи детекції об’єктів | 16 | 4 | - | 4 | 8 |
| Всього за розділом 5 | 28 | 8 |  | 4 | 16 |
| Екзамен | 30 |  |  |  | 15 |
| **Всього годин** | 135 | 36 |  | 18 | 81 |
|  |  |  |  |  |  |

# Навчальні матеріали та ресурси

**Базова**

1. Згуровский М.З. , Зайченко Ю.П. Основы вычислительного интеллекта. К.: Изд. « Наукова думка», 2013.- 412 с.

2. Зайченко Ю.П. Основи проектування інтелектуальних систем. Навч. посібник.-К. : Видавничий дім «Слово».\_2004.-352с.

3. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. - М.: Техносфера, 2012. - 1104 c.

# 4. С[hristopher M. Bishop](https://www.amazon.com/Christopher-M.-Bishop/e/B001IGLMNY/ref=dp_byline_cont_book_1) Pattern Recognition and Machine Learning Springer, 2006. — 738 p.

# 5. Форсайт Д., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход М.: Вильямс, 2004. — 928 с.

6. Коэльо Л.П., Ричарт В. Построение систем машинного обучения на языке Python 2-е издание. — М.: ДМК Пресс, 2016. — 302 с.

**Допоміжна**

7. Яне, Б. Цифровая обработка изображений / Б. Яне. - М.: Техносфера, 2007. - 584 c.

8. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд., испр.:Пер. с англ. .:ООО ИД «Вильямс». 2006.- 1104 с.

9. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. Перевод с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002.-344с.

10. Николенко С., Кадурин А., Архангельская Е. Глубокое обучение СПб.: Питер, 2018. — 480 с.

# Навчальний контент

# Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

**Лекційні заняття**

| № з/п | Назва теми лекції та перелік основних питань  (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС) |
| --- | --- |
| 1 | **Розділ 1**. Статистичні методи розпізнавання образів  **Тема 1.1**. Вступ до предмету. Основні задачі статистичної теорії розпізнавання образів. Байєсівський метод розпізнавання образів. Байєсівський метод рішення для мінімізації функції ризику. Байєсівський класифікатор для нуль-одиничної функції втрат.  Завдання на СРС. Байєсівське вирішальне правило у випадку рівно ймовірних класів та приклад застосування |
| 2 | Тема 1.2. Вирішальне правило Неймана-Пірсона. Критерій Фішер. Приклад застосування.  Завдання на СРС. Показати що з вирішального правила Неймана-Пірсона слідує байєсівський класифікатор. |
| 3 | Тема 1.3. Дискримінантні функції для нормального розподілу. Узагальнені дискримінантні функції.  Завдання на СРС. |
| 4 | **Розділ 2.** Класифікація за допомогою розв'язуючих функцій  Тема 2.1. Дискримінантні функції для розпізнавання образів.  Постановка задачі. Лінійні розв’язуючі функції. Три випадки лінійної роздільності класів. Збільшення розмірності простору для розділення класів.  Завдання на СРС. Довести теорему про умови лінійної роздільності класів |
| 5 | Тема 2.3 Задача вибору інформативних ознак. Три типи методів вибору ознак. Метод головних компонент. Кореляційний підхід. Переваги та недоліки.  Завдання на СРС . Вирішення тренувального прикладу з зменшення простору ознак. |
| 6 | Тема 2.4 Метрики близькості векторів у просторі ознак. Класифікація за допомогою функції відстані. Способи стандартизації ознак. Задача кластеризації. Тема 2.2 Метод потенційних функцій. Два підходи до вибору потенційних функцій.  Завдання на СРС . Клітинки Вороного. |
| 7 | **Розділ 3.** Алгоритми кластерізації  Тема 3.1. Метод опорних площин. Машина опорних векторів.  Оптимальна гіперплощина для лінійно роздільних класів. Квадратична оптимізація та пошук оптимальної гіперплощини. Оптимальна гіперплощина для лінійнонероздільних образів.  Завдання на СРС . Модифікації машини опорних векторів. Приклад класифікація типу ХОR |
| 8 | Тема 3.2 Методи кластерного аналізу. Постановка задачі. Критерії якості та метрики кластерного аналізу. Алгоритм к-середніх. Методи кластерного аналізу в задачах великої розмірності. Методи пікового та різницевого групування. Метод Густавсона-Кесселя  Завдання на СРС. Адаптивні версії методу Густавсона-Кесселя |
| 9 | Тема 3.3. Методи нечіткої кластеризації . Метод ISODATA. Робастні алгоритми нечіткого кластер аналізу.  Завдання на СРС. Приклади застосування нечіткого кластер-аналізу до задач розпізнавання образів |
| 10 | **Розділ 4.** Методи роботи з зображеннями  Тема 4.1 Кольорові простори та їх характеристики. Простори RGB, YUVColorSpace, YCbCr, кольорові моделі HSV та HCI.  Завдання на СРС. Хроматичні координати та представлення в них кольорів |
| 11 | Тема 4.2 Розпізнавання обличь за допомогою методу Віоли–Джонса. Ознаки Хаара. Інтегральне представлення зображення. Задача знаходження обличчя на зображенні. Алгорим бустінгу ADABOOST. Задача ідентифікації обличчя та методи її вирішення. Проблеми пов’язані з розробкою системи розпізнавання обличь.  Завдання на СРС. Сховані марковскі моделі. Активні моделі зовнішнього вигляду. |
| 12 | Тема 4.3 Визначення меж зображення. Постановка задачі. Аналіз сцен. Метод Канні. Детектор меж виділенням порогу та об’єднанням  Завдання на СРС. Інші методи детектору меж. |
| 13 | Тема 4.4 Методи сегментації зображень. Кластеризація як метод сегментації. Метод водорозділу. Інтерактивна сегментація. Алгоритм сегментації FloodFill  Завдання на СРС. Алгоритм MeanShift |
| 14 | Тема 4.4 Методи сегментації зображень. Алгоритм середнього зсуву. Сегментація за допомогою нейронних мереж. Нормалізовані перетини графа. Алгоритм сегментації GrabCut  Завдання на СРС. Багатомаштабна сегментація. |
| 15 | **Розділ 5.** Згорткові нейронні мережі в задачах розпізнавання .  Тема 5.1 Згорткові нейронні мережі. Архітектура, основні процедури: операція згортки, функція RELu, пулінг, subsampling, повнозв’язний шар, навчання згорткових мереж.  Завдання на СРС. Варіанти функції активації. |
| 16 | Тема 5.2 Двох етапні методи детекції об’єктів. Варіанти мережі R-CNN. Мережа DenseNet  Завдання на СРС. Mask R-CNN |
| 17 | Тема 5.3 Одно етапні методи детекції об’єктів. Архітектура та функції втрат YOLO, SSD та RetinaNet. Завдання на СРС. Ефективність роботи мереж. |
| 18 | Тема 5.3 Одно етапні методи детекції об’єктів. Без якірний підхід до детекції об’єктів  Завдання на СРС. SOTA варіанти мереж |

**ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ**

Метою проведення лабораторних робіт є закріплення теоретичних знань, набутих на лекційних заняттях, а також одержання практичних вмінь та навиків по застосуванню методів та алгоритмів штучного інтелекту до розв’язання практичних задач.

| № п/п | Найменування та зміст теми заняття | Кількість годин |
| --- | --- | --- |
| Л1 | Кластерний аналіз в задачі розпізнавання образів | 2 |
| Л2 | Сегментація зображень за допомогою нейронних мереж | 4 |
| Л3 | Ідентифікація обличь за допомогою нейронних мереж та машини опорних векторів | 4 |
| Л4 | Згорткові нейронні мережі | 4 |
| Л5 | Визначення меж зображення. Метод Канні | 4 |
| Усього | | 18 |

# Самостійна робота студента

| № з/п | Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання | Кількість годин СРС |
| --- | --- | --- |
| 1 | Байєсівське вирішальне правило у випадку рівно ймовірних класів та приклад застосування | 4 |
| 2 | Показати що з вирішального правила Неймана-Пірсона слідує байєсівський класифікатор. | 4 |
| 3 |  | 4 |
| 4 | Довести теорему про умови лінійної роздільності класів | 2 |
| 5 | Вирішення тренувального прикладу з зменшення простору ознак. | 4 |
| 6 | Клітинки Вороного. | 2 |
| 7 | Модифікації машини опорних векторів. Приклад класифікація типу ХОR | 4 |
| 8 | Адаптивні версії методу Густавсона-Кесселя | 6 |
| 9 | Приклади застосування нечіткого кластер-аналізу до задач розпізнавання образів | 4 |
| 10 | Хроматичні координати та представлення в них кольорів | 4 |
| 11 | Сховані марковскі моделі. Активні моделі зовнішнього вигляду. | 4 |
| 12 | Інші методи детектору меж. | 4 |
| 13 | Алгоритм MeanShift | 4 |
| 14 | Варіанти функції активації в згорткових мережах | 4 |
| 15 | Deconvolution network | 4 |
| 16 | Mask R-CNN | 4 |
| 17 | Ефективність роботи мереж. | 4 |
| 18 | SOTA варіанти мереж | 4 |
|  | Екзамен | 15 |
|  | Разом | 81 |

# Політика та контроль

# Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лабораторні роботи мають містити оригінальний код, інакше нараховуються штрафні бали. Якщо завдання не обов’язкове як наприклад лекційні опитування то завдання з запізненням не зараховується. Заохочувальні бали за додаткові завдання визначаються згідно завдання, яке розміщуються в гугл класі, бали отримує перший хто правильно зробить завдання, або другий з меншою кількістю балів і тп. Результати роботи (бали) кожного студента групи оновлюються в гугл-таблиці доступ до якої мають студенти цієї групи. Питання щодо організації навчання та результатів роботи, теоретичних чи практичних матеріалів можуть задаватися в кінці практичних занять та в коментарях до постів в гугл-класі.

# Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Поточний контроль: лекційні опитування, 2 МКР, лабораторні роботи

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів, з них 65 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

* виконання лабораторних робіт (6 робіт);
* заохочувальні бали,
* МКР.

2. Критерії нарахування балів:

2.1 Захист лабораторних робіт оцінюється за такими критеріями:

- “відмінно” – виконана робота та повна відповідь (не менше 90% необхідної інформації) 9 (5) балів;

- “добре” - виконана робота та достатньо повна відповідь (не менше 75% необхідної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями 8-7 (4-3) балів;

- “задовільно” - виконана робота та неповна відповідь (не менше 60% необхідної інформації) та незначні помилки балів 6-5 (2-1) балів;

- “незадовільно” – не виконана робота або відповідь не відповідає вимогам на “задовільно” 0 балів;

За кожну лабораторну роботу нараховується 9 балів.

2.2 Модульна контрольна робота (МКР) оцінюється максимально у 15 балів за такими критеріями:

~ “відмінно” ~ повна відповідь (не менше 90% необхідної інформації) ~ 14-15 балів;

~ “добре” ~ достатньо повна відповідь (не менше 75% необхідної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями ~ 12-13 балів;

~ “задовільно” ~ неповна відповідь (не менше 60% необхідної інформації) та незначні помилки ~ 9-11 балів;

~ “незадовільно” ~ відповідь не відповідає вимогам на “задовільно” ~ 0 балів;

2.3. Заохочувальні бали за:

* виконання додаткових завдань.

2.4 Домашні завдання на 11 балів.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою першої атестації є захист однієї лабораторної роботи. Умовою другої атестації – захист 4 лабораторних робіт, та здана МКР.

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: Умовою допуску до заліку є зарахування всіх лабораторних робіт та стартовий рейтинг не менше 28 балів.

Якщо студент не набрав впродовж семестру необхідну кількість балів то студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три теоретичних запитання (завдання) та 1 практичне. Кожне запитання (завдання) оцінюється за такими критеріями:

* «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв’язування завдання) – 50 балів;
* «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв’язування завдання з незначними неточностями) – 40 балів;
* «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 30 балів;
* «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

Сума стартових балів та балів за залікову контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

| Кількість балів | Оцінка |
| --- | --- |
| 100-95 | Відмінно |
| 94-85 | Дуже добре |
| 84-75 | Добре |
| 74-65 | Задовільно |
| 64-60 | Достатньо |
| Менше 60 | Незадовільно |
| Не виконані умови допуску | Не допущено |

# Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Надається можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою.

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** старший викладач, к.т.н., Шаповал Наталія Віталіївна

**Ухвалено** кафедрою ММСА (протокол № 14 від 30.06.21

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 1 від 25.08.21)