

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
Кафедра Програмної інженерії

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету КН



А.Л.Єрохін

(підпис, ініціали, прізвище)

26.03.2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
КОМП'ЮТЕРНИЙ ЗІР

рівень вищої освіти: магістерський

спеціальність: 121 – "Інженерія програмного забезпечення"
(код і повна назва спеціальності)

освітньо-наукова програма: Інженерія програмного забезпечення
(повна назва програми)

Харків – 2024

Розробники:

В.П. Машталір, проф. каф. ПІ, д.т.н., проф.,

А.В. Работягов, доцент каф. ПІ, к.т.н.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри Програмної інженерії


Протокол від “11” березня 2024 року № 10

Завідувач кафедри


(підпис)

З.В. Дудар
(ініціали, прізвище)

Керівник проектної групи/Гарант
освітньої програми



(підпис)

З.В. Дудар
(ініціали, прізвище)

Схвалено методичною комісією факультету КН.

Протокол від “26” березня 2024 року № 8

Голова методичної комісії


(підпис)

О.Ф. Лановий
(ініціали, прізвище)

1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

| Найменування показників | Характеристика навчальної дисципліни | |
|---|--------------------------------------|-----------------------|
| | денна форма навчання | заочна форма навчання |
| Кількість кредитів ЄКТС – 5 | вибіркова | |
| Модулів – 1 | Рік підготовки: | |
| Змістових модулів – 3 | 1-й | - |
| Індивідуальних завдань: РГЗ та КР – курсова робота (проект) | Семестр | |
| Загальна кількість годин – 150 | 2-й | - |
| | Кількість годин | |
| | 150 | |
| Мова навчання: українська | Аудиторні: 1) лекції, год. | |
| | 22 | |
| | 2) практичні, год. | |
| | 4 | |
| | 3) лабораторні, год. | |
| | 16 | |
| | 4) консультації, год. | |
| | 10 | |
| | Самостійна робота, год. | |
| | 98 | |
| | в тому числі: 1) РГЗ та КР, год. | |
| | - | |
| | 2) курсова робота, год. | |
| | - | |
| Вид контролю: комб. іспит | | |

2 МЕТА ДИСЦИПЛІНИ ТА ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ З ЇЇ ВИВЧЕННЯ

2.1 Мета вивчення дисципліни:

- ознайомлення з основними положеннями дисципліни;
- формування у студентів методологічних уявлень щодо розробки програмного забезпечення у галузі комп'ютерного зору;
- теоретичне та практичне ознайомлення з сучасними методами у галузі комп'ютерного зору;
- вивчення основних методів, алгоритмів і інструментарію комп'ютерного зору для вирішення задач в сфері інформаційних технологій, штучного інтелекту, розпізнавання образів, біоінформатики при створенні та експлуатації програмного забезпечення інформаційних систем, інформаційно-управляючих систем, систем автоматизованого проектування, прийняття рішень та інших;
- організувати **дослідження** й використовувати на практиці сучасні методи комп'ютерного зору на конкретному прикладі дослідження;
- освоєння на практиці роботи сучасних бібліотек OpenCV у галузі комп'ютерного зору (Computer Vision, CV);
- набуття студентами практичних навичок створення програмного забезпечення в ОС Windows у галузі комп'ютерного зору.

Завданням навчальної дисципліни є формування у студентів теоретичних знань про моделі зображень та відео, методи накопичення, обробки, аналізу та інтерпретації візуальної інформації, отримання практичних навичок модифікації відомих підходів і алгоритмів для урахування специфіки аналізованих даних і цілей інтерпретації результатів.

Предметом навчальної дисципліни є теорія і практика застосування базових методик, методів та алгоритмів інтелектуального аналізу візуальних даних при розробці сучасних інформаційних, комп'ютерних систем та програмного забезпечення у галузі комп'ютерного зору.

Вивчення дисципліни надає наступні переваги:

- розуміння механізмів і принципів функціонування сучасних методів комп'ютерного зору носить не лише пізнавальний характер, але й має неабияке практичне значення. З технічної точки зору це дозволить удосконалити наявні технічні системи, створювати нові і планувати розробку перспективних систем;
- на сьогоднішній день немає такої сфери діяльності, де б не застосовувалися сучасні технічні системи комп'ютерного зору. Наприклад, такі системи, як системи розпізнавання повітряних та наземних цілей, системи активної безпеки, системи комп'ютерної діагностики, системи розпізнавання мови, системи розпізнавання зображень знаходять широке застосування в авіаційно-космічній галузі, у військово-промисловому комплексі, в автомобільній галузі, в медицині, в мобільних засобах зв'язку, в Інтернеті та ін.

Подальший всебічний розвиток здобутих знань, практичних навичок та результатів навчання з дисципліни веде до практичної реалізації реальних сучасних комерційних проєктів.

2.2 Результати навчання:

за результатами вивчення дисципліни студенти повинні:

володіти компетентностями відповідно до змісту освітньо-наукової програми підготовки фахівців магістерського рівня вищої освіти спеціальності 121 "Інженерія програмного забезпечення":

загальними компетентностями:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

фаховими компетенціями:

1. Знати:

- основні положення та поняття дисципліни;
- сучасні технології створення технічних систем і програмного забезпечення у галузі комп'ютерного зору;
- основні етапи створення програмного забезпечення, проведення дослідження;
- принципи роботи сучасних бібліотек OpenCV у галузі комп'ютерного зору (Computer Vision, CV);
- основні етапи розробки алгоритму у галузі комп'ютерного зору на конкретному прикладі дослідження:
 - 1) Методи передобробки зображень. Подання кольору. Радіометрія кольорового світла: спектральні величини.
 - 2) Лінійні фільтри і згортка.
 - 3) Метрики та міри відстані між зображеннями.
 - 4) Корекція нерівномірного засвічення зображення.
 - 5) Усунення шумів на цифровому зображенні.
 - 6) Перспективні і афінні перетворення.
 - 7) Детекція на зображенні предметів заданої форми за допомогою перетворення Хафа.
 - 8) Технології управління контрастом і яскравістю.
 - 9) Бінарні зображення: геометричні та топологічні характеристики. Морфологія.
 - 10) Локально-адаптивне поліпшення якості зображень.
 - 11) Узагальнена лінійна фільтрація.
 - 12) Градієнтне виділення контурів об'єктів на кольорових зображеннях.
 - 13) Реконструкція розмитих зображень.
 - 14) Сегментація кольорових зображень.
 - 15) Текстура сегментація. Аналіз ознак форми. Видозміна гістограм.
 - 16) Евристична сегментація (нарощування, поділу, злиття та поглинання, вододіли, графові алгоритми).
 - 17) Сегментація на основі кластеризації (K, C-середніх, щільнісних алгоритмів).
 - 18) Дескриптори меж.
 - 19) Точкові методи цифрової обробки зображень.
 - 20) Локальні методи цифрової обробки зображень.
 - 21) Глобальні методи цифрової обробки зображень.
 - 22) Зіставлення зображень. Пошук зображень за змістом. Методи сегментації відео. Пошук відео за змістом.

23) Відновлення та розпізнавання 3D об'єктів.

2. Вміти:

- обирати належні засоби для розробки або дослідження (мова програмування, програмне забезпечення), що дозволяють знайти правильне і ефективне рішення;
 - аналізувати проміжні результати розробки або дослідження з метою з'ясування їх відповідності вимогам; розробляти тести та використовувати засоби верифікації, щоб переконатися у якості прийнятих рішень;
 - розробляти компоненти програмних комплексів і баз даних, використовувати сучасні інструментальні засоби і технології програмування при створенні застосунків для вирішення завдань реєстрації, накопичення, обробки, аналізу, розпізнавання та інтерпретації растрової інформації;
 - обґрунтовувати прийняті проектні рішення, здійснювати постановку завдань і виконувати експерименти з перевірки їх коректності та ефективності, користуватися математичним апаратом рішення задач цифрової обробки зображень і відео.
 - освоїти на практиці роботу сучасних бібліотек OpenCV у галузі комп'ютерного зору (Computer Vision, CV);
 - **організувати дослідження** й використовувати на практиці сучасні методи у галузі комп'ютерного зору на конкретному прикладі дослідження:
- 1) Методи передобробки зображень. Подання кольору. Радіометрія кольорового світла: спектральні величини.
 - 2) Лінійні фільтри і згортка.
 - 3) Метрики та міри відстані між зображеннями.
 - 4) Корекція нерівномірного засвічення зображення.
 - 5) Усунення шумів на цифровому зображенні.
 - 6) Перспективні і афінні перетворення.
 - 7) Детекція на зображенні предметів заданої форми за допомогою перетворення Хафа.
 - 8) Технології управління контрастом і яскравістю.
 - 9) Бінарні зображення: геометричні та топологічні характеристики. Морфологія.
 - 10) Локально-адаптивне поліпшення якості зображень.
 - 11) Узагальнена лінійна фільтрація.
 - 12) Градієнтне виділення контурів об'єктів на кольорових зображеннях.
 - 13) Реконструкція розмитих зображень.
 - 14) Сегментація кольорових зображень.
 - 15) Текстурна сегментація. Аналіз ознак форми. Видозміна гістограм.
 - 16) Евристична сегментація (нарощування, поділу, злиття та поглинання, вододіли, графові алгоритми).
 - 17) Сегментація на основі кластеризації (K, C-середніх, щільнісних алгоритмів).
 - 18) Дескриптори меж.
 - 19) Точкові методи цифрової обробки зображень.
 - 20) Локальні методи цифрової обробки зображень.
 - 21) Глобальні методи цифрової обробки зображень.
 - 22) Зіставлення зображень. Пошук зображень за змістом. Методи сегментації відео. Пошук відео за змістом.
 - 23) Відновлення та розпізнавання 3D об'єктів.

володіти:

програмними результатами навчання:

– Знати, аналізувати, цілеспрямовано шукати й вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.

– Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізів та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.

– Знати і застосовувати на практиці фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування мовних, інструментальних та обчислювальних засобів інженерії програмного забезпечення.

– Знати і застосовувати методи розробки алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань.

– Мотивовано обирати мови програмування та технології розробки для розв'язання завдань створення і супроводження програмного забезпечення.

– Аналізувати проміжні результати розробки або дослідження з метою з'ясування їх відповідності вимогам; розробляти тести та використовувати засоби верифікації, щоб переконатися у якості прийнятих рішень;

– Розробляти компоненти програмних комплексів і баз даних, використовувати сучасні інструментальні засоби і технології програмування при створенні застосунків для вирішення завдань реєстрації, накопичення, обробки, аналізу, розпізнавання та інтерпретації растрової інформації;

– Обґрунтовувати прийняті проектні рішення, здійснювати постановку завдань і виконувати експерименти з перевірки їх коректності та ефективності, користуватися математичним апаратом рішення задач цифрової обробки зображень і відео.

– Освоїти на практиці роботу сучасних бібліотек OpenCV у галузі комп'ютерного зору (Computer Vision, CV);

– Організовувати дослідження й використовувати на практиці сучасні методи у галузі комп'ютерного зору на конкретному прикладі дослідження:

1) Методи передобробки зображень. Подання кольору. Радіометрія кольорового світла: спектральні величини.

2) Лінійні фільтри і згортка.

3) Метрики та міри відстані між зображеннями.

4) Корекція нерівномірного засвічення зображення.

5) Усунення шумів на цифровому зображенні.

6) Перспективні і афінні перетворення.

7) Детекція на зображенні предметів заданої форми за допомогою перетворення Хафа.

8) Технології управління контрастом і яскравістю.

9) Бінарні зображення: геометричні та топологічні характеристики. Морфологія.

10) Локально-адаптивне поліпшення якості зображень.

11) Узагальнена лінійна фільтрація.

12) Градієнтне виділення контурів об'єктів на кольорових зображеннях.

13) Реконструкція розмитих зображень.

14) Сегментація кольорових зображень.

- 15) Текстурна сегментація. Аналіз ознак форми. Видозміна гістограм.
- 16) Евристична сегментація (нарощування, поділу, злиття та поглинання, вододіли, графові алгоритми).
- 17) Сегментація на основі кластеризації (K, C-середніх, щільнісних алгоритмів).
- 18) Дескриптори меж.
- 19) Точкові методи цифрової обробки зображень.
- 20) Локальні методи цифрової обробки зображень.
- 21) Глобальні методи цифрової обробки зображень.
- 22) Зіставлення зображень. Пошук зображень за змістом. Методи сегментації відео. Пошук відео за змістом.
- 23) Відновлення та розпізнавання 3D об'єктів.

3 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль I. Загальний аналіз систем КЗ.

Тема 1. Предмет, цілі і задачі курсу. Практичні аспекти застосування комп'ютерного зору та напрямки розвитку.

Що таке КЗ. Важливість візуальної інформації. Ретроспективний аналіз розвитку. Складність КЗ: варіації положення и освітлення, затуляння, геометричні трансформації, деформації, внутрікласова варіабельність, локальна однорідність.

Тема 2. Формування вхідних зображень в завданнях КЗ.

Геометричні, оптичні, фотометричні, сенсорні характеристики формування зображень. Дискретизація и квантування. Сприйняття кольору. Електромагнітний спектр. Трихроматична теорія. Порівняння кольорів. Адитивні субтрактивні системи кодування.

Тема 3. Системи координат, геометричні та фотометричні перетворення. Міри схожості / відмінності зображень.

Елементи афінної та проєктивної геометрії. Однорідні координати. Паралельний переніс, обертання, масштаб, косе зрушення, евклідові рухи та подоби, афінні та проєктивні перетворення зображень. Інваріантні та еківаріантні локальні та глобальні відповідності.

Змістовий модуль II. Базові методи і алгоритми обробки зображень в КЗ.

Тема 1. Методи фільтрації зображень.

Просторова та частотна фільтрація. Види адитивних вад. Ковзне середнє. Медіанна фільтрація. Гаусові фільтри. Двомірні лінійні фільтри. Згортка. Властивості згорток. Особливості цифрової реалізації. Краї об'єктів. Фільтри Робертса, Собеля, Превітт.

Тема 2. Бінаризація зображень. Морфологічні алгоритми. Характеристики форми об'єкта.

Геометричні ознаки об'єктів. Бінаризація. Метод Отсу. Основні операції бінарної морфології (dilation, erosion, Hit-or-Miss Transformation, Opening and closing, Skeletonization, Thinning and Thickenning, Distance transform). Приклади розв'язання практичних задач.

Тема 3. Спектральна обробка зображень. Текстури.

Перетворення Фур'є. Властивості. Фаза, амплітуда при фільтрації. Низькочастотна, високочастотна фільтрація. Смугові фільтри. Піраміди (Гауса и Лапласа) зображень. Побудова пірамід. Вейвлет-перетворення. Керовані піраміди. Практика використання пірамід. Формати растрової графіки.

Тема 4. Методи виділення особливих точок і границь. Лінії і криві.

Виділення кутових точок. Математичне обґрунтування алгоритмів. Алгоритм Харріса. Інтерпретація власних чисел при локальній квадратичній апроксимації змін на зображеннях. Приклади пошуку кутів. Інваріантність до масштабних спотворень.

Тема 5. Базові методи сегментації зображень. Виділення зв'язкових областей.

Токени. Сегментація знизу-вгору і зверху-вниз. Гешталт. Сегментація на основі графів. Сегментація з використання меж. Використання методів кластеризації (к-середніх, агломеративні алгоритми, зрушення середнього). Порівняльний аналіз методів.

Змістовий модуль III. Практичні аспекти застосування КЗ.

Тема 1. Зіставлення зображень і локальних особливостей.

Локальні і глобальні ознаки. Властивості локальних околиць. Виділення особливих точок. Порівняння алгоритмів. Методи перетворень ознакових просторів. Мішок слів. Пошук раціональних розмірностей ознакових просторів. Класифікатори для розпізнавання зображень. Загальна постановка. Байєсів класифікатор. Байєсові мережі довіри. Метод найближчого сусіда (к-сусідів). Метод опорних векторів. Регуляризація. Множинна класифікація, нелінійні SVM. Алгоритми виділення облич; чинники, що заважають. Слабкі і сильні класифікатори. Використання бустінгу. Алгоритм Віюлі-Джонса. Eigenfaces Fischer's Linear Discriminant Analysis.

Тема 2. Основи обробки послідовностей зображень. Оптичний потік і алгоритми його оцінки.

Області застосування. Властивості оптичного потоку. Kanade-Lucas-Tomasi алгоритм. Стеження зрушенням середнього. Оцінка ядерних функцій. Стеження за нежорсткими об'єктами. Моделювання цільових функцій. Алгоритми, засновані на виділенні особливих точок, RANSAC та регресії.

Тема 3. Згорткові нейронні мережі (CNN).

Згорткові шари, пулінг. Повнозв'язна класифікація. 3-D активація. Stride. Padding. Приклади CNN. Навчання, перенавчання, регуляризація, швидкість навчання. LeNet, ImageNet, AlexNet, VGGNet, ResNet, GoogLeNet, Regions with CNN features. Deep learning libraries.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | | |
|--|-----------------|--------------|----------|-----------|-----------|-----------|
| | денна форма | | | | | |
| | усього | у тому числі | | | | |
| лк | | пз | лр | конс | ср | |
| Змістовий модуль I. Загальний аналіз систем КЗ | | | | | | |
| Тема 1. Предмет, цілі і задачі курсу. Практичні аспекти застосування комп'ютерного зору та напрямки розвитку. | 6 | 2 | | | | 4 |
| Тема 2. Формування вхідних зображень в завданнях КЗ. | 10 | 2 | | | | 8 |
| Тема 3. Системи координат в завданнях КЗ, геометричні та фотометричні перетворення. Міри схожості відео та зображень. | 12 | 2 | | | 2 | 8 |
| Разом за змістовим модулем I | 28 | 6 | | | 2 | 20 |
| Змістовий модуль II. Базові методи і алгоритми обробки зображень в КЗ | | | | | | |
| Тема 1. Методи фільтрації зображень. | 8 | 2 | | | | 8 |
| Тема 2. Бінаризація зображень. Морфологічні алгоритми. Характеристики форми об'єкта. | 18 | 2 | | 4 | | 12 |
| Тема 3. Спектральна обробка зображень. Текстури. | 18 | 2 | | 4 | 2 | 10 |
| Тема 4. Методи виділення особливих точок і границь. Лінії і криві. | 12 | 2 | 2 | | | 8 |
| Тема 5. Базові методи сегментації зображень. Виділення зв'язкових областей. | 18 | 2 | | 4 | 2 | 10 |
| Разом за змістовим модулем II | 76 | 10 | | 12 | 6 | 48 |
| Змістовий модуль III. Практичні аспекти застосування КЗ | | | | | | |
| Тема 1. Зіставлення зображень і локальних особливостей. | 20 | 2 | 2 | | 2 | 12 |
| Тема 2. Основи обробки послідовностей зображень. Оптичний потік і алгоритми його оцінки. | 16 | 2 | | 4 | | 10 |
| Тема 3. Згорткові нейронні мережі (CNN). | 10 | 2 | | | | 8 |
| Разом за змістовим модулем III | 46 | 6 | | 4 | 2 | 30 |
| Разом годин | 150 | 22 | 4 | 16 | 10 | 98 |

5 ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

| № | Назва теми | Кількість годин |
|----|--|-----------------|
| | | денна |
| 1. | Методи перетворень ознакових просторів. | 2 |
| 2. | Метрики та міри відстані між зображеннями. | 2 |
| | Загальна кількість | 4 |

6 ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

| № | Назва теми | Кількість годин |
|----|--|-----------------|
| | | денна |
| 1. | Обробка зображень (фільтрація, згладжування, визначення локального контрасту перетворення колірних схем, понадздатність, поліпшення якості зображень | 4 |

| | | |
|----|---|-----------|
| | (http://docs.opencv.org/master/d7/dbd/group_imgproc.html) | |
| 2. | Виділення особливих точок і границь, детектування ознак і об'єктів, сегментація зображень і відео. | 4 |
| 3. | Рішення задачі КЗ (розпізнавання номера автомобіля, класифікація людей (особистості) по долоні, виділення тексту на відео, виявлення людей, тощо) | 4 |
| 4. | Розпізнавання символів на базі CNN. | 4 |
| | Загальна кількість | 16 |

7 САМОСТІЙНА РОБОТА

| № | Назва теми | Кількість годин |
|----|---|-----------------|
| | | денна |
| 1 | Вивчення теоретичного матеріалу з використанням конспектів і навчальної літератури. | 15 |
| 2 | Підготовка до лабораторних занять. | 40 |
| 3 | Порогова обробка кольорових зображень. | 2 |
| 4 | Локально-адаптивна обробка зображень. | 4 |
| 5 | Ентропія зображення. Контрастування і управління яскравістю зображення. | 2 |
| 6 | Двовимірне згладжування зображень. | 4 |
| 7 | Поліпшення зображень при розробці систем відеоспостереження. Понадздатність. | 4 |
| 8 | Границі зображень. Краї і їх виявлення. | 4 |
| 9 | Сегментація кольорових зображень на основі кластеризації. | 4 |
| 10 | «Зшивання» зображень. | 4 |
| 11 | Розпізнавання об'єктів на основі обчислення коефіцієнта кореляції. | 2 |
| 12 | Індексування зображень і відео. | 4 |
| 13 | "Мішок слів" і контекстний пошук зображень і відео. | 9 |
| | Загальна кількість | 98 |

8 ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

1. Розрахунково-графічні завдання (РГЗ) не передбачені планом.
2. Курсова робота не передбачена планом.
3. З дисципліни передбачено реферат на довільну тему відповідно до галузі дисципліни як форма письмового контролю рівня знань.

9 МЕТОДИ НАВЧАННЯ ТА ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ

1. Методи навчання: пояснювально-ілюстративний (лекція), лабораторні роботи, практичний, наочний, словесний, робота з навчально-методичною літературою, самостійна робота.

2. Методи стимулювання й мотивації навчально-пізнавальної діяльності студентів у виконанні власних рішень з практичної реалізації завдань дисципліни.

3. Засоби оцінювання: командні проекти щодо рішення завдання, аналітичні звіти, реферати, презентація результатів виконання завдань.

10 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА РЕЙТИНГОВА ОЦІНКА ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ

Усне опитування студентів допомагає контролювати не лише знання, а й вербальні вміння, сприяє виправленню мовних помилок. Відтворення студентом раніше вивченого матеріалу сприяє кращому запам'ятовуванню, активному використанню наукових понять, що неможливо без достатнього застосування їх у мовному спілкуванні.

Усне опитування може бути індивідуальним і фронтальним. За фронтальним опитуванням студенти відповідають з місця, доповнюючи один одного. Частковим випадком фронтального опитування є групове опитування – 5-6 осіб одночасно. Індивідуальне опитування здійснюється у процесі проведення співбесіди під час практичних занять.

Запитання для усної перевірки знань поділяють на основні, додаткові і допоміжні. Основні запитання передбачають самостійну розгорнуту відповідь (наприклад, запитання щодо змісту лабораторного заняття). Додаткові спрямовані на уточнення того, як студент розуміє певне питання, формулювання, формулу та ін. Допоміжні запитання мають за мету виправлення помилок та неточностей, якщо такі мали місце у відповіді студента. Усі запитання повинні бути логічними, чіткими, зрозумілими, а їх сукупність – послідовна і системна.

Письмовий контроль можна здійснюється у вигляді відповідей на запитання, розв'язання задач під час виконання практичних робіт. Письмові роботи допомагають за короткий час з'ясувати рівень засвоєння матеріалу у великій кількості студентів. Результати письмових робіт можна проаналізувати і з'ясувати деталі і неточності у відповідях та аналізувати їх причини.

Практичний контроль передбачає виявлення вмінь і навичок студентів, що набуті під час практичної діяльності (практичні заняття, робота над власним проектом). Така перевірка дає змогу виявити, на якому рівні студент засвоїв теоретичні основи цих дій.

10.1 Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Як форма підсумкового контролю для дисципліни використовується комбінований іспит.

Рейтингова оцінка $O_{Д}^{icn}$ з дисципліни «Комп'ютерний зір» має дві складові: $O_{сем}$ – кількість балів, отриманих студентом протягом семестру (максимальна рейтингова оцінка протягом семестру – 100 балів) та O_{icn} – кількість балів, отриманих студентом на іспиті (максимальний бал також становить 100) і формується у такий спосіб: $O_{Д}^{icn} = 0,6 \cdot O_{сем} + 0,4 \cdot O_{icn}$. При формуванні оцінок $O_{Д}^{icn}$, $O_{сем}$ та O_{icn} округлювання проводиться до цілого за правилами математики.

Для оцінювання роботи студента протягом семестру рейтингова оцінка $O_{сем}$ є накопичувальною та розраховується як сума оцінок за різні види занять (робіт): за лекційні заняття; за лабораторні роботи (ЛР), за самостійну роботу (СР).

Знання матеріалу лекційних занять і самостійної роботи оцінюється:

- на лабораторних роботах у вигляді оцінювання відповіді на контрольні запитання, які надаються в методичних вказівках до лабораторних робіт з дисципліни, усних та письмових відповідей на запитання з виконання лабораторної роботи (захист звіту). Для оцінювання цього матеріалу студентом оформлюється звіт з лабораторної роботи.

Лабораторні роботи з урахуванням лекційного матеріалу і матеріалів самостійної роботи, контрольні роботи оцінюються за 100-бальною системою.

Кількість балів за кожну лабораторну роботу $O_{ЛРi}$ складається з балів $O_{ЛВи}$, якими оцінюється присутність і відпрацювання лабораторних робіт, а також з балів $O_{ЗЗi}$, якими оцінюється захист звіту з кожної лабораторної роботи, тобто $O_{ЛРi} = O_{ЛВи} + O_{ЗЗi}$.

| Вид заняття / контрольний захід | Оцінка $O_{сем}$ |
|---------------------------------|------------------|
| Лб № 1 | 10-20 |
| Пз № 1 | 10-20 |
| Контрольна точка 1 | 20-40 |
| Лб № 2 | 10-15 |
| Лб № 3 | 10-15 |
| Пз № 2 | 10-15 |
| Лб № 4 | 10-15 |
| Контрольна точка 2 | 40-60 |
| Всього за семестр | 60-100 |

10.2 Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань та умінь для одержання позитивної оцінки:

- основні положення та поняття дисципліни;
 - сучасні технології створення технічних систем і програмного забезпечення у галузі комп'ютерного зору;
 - основні етапи створення програмного забезпечення, проведення дослідження;
 - принципи роботи сучасних бібліотек OpenCV у галузі комп'ютерного зору (Computer Vision, CV);
 - основні етапи розробки алгоритму у галузі комп'ютерного зору на конкретному прикладі дослідження:
- 1) Основні завдання КЗ.
 - 2) Методи передобробки зображень.
 - 3) Подання кольору. Радіометрія кольорового світла: спектральні величини.
 - 4) Джерела світла і їх дія.

- 5) Лінійні фільтри і згортка.
- 6) Метрики та міри відстані між зображеннями.
- 7) Корекція нерівномірного засвічення зображення.
- 8) Усунення шумів на цифровому зображенні.
- 9) Перспективні і афінні перетворення.
- 10) Детекція на зображенні предметів заданої форми за допомогою перетворення Хафа.
- 11) Технології управління контрастом і яскравістю.
- 12) Бінарні зображення: геометричні та топологічні характеристики. Морфологія.
- 13) Аналіз показників локальних околів.
- 14) Локально-адаптивне поліпшення якості зображень.
- 15) Узагальнена лінійна фільтрація.
- 16) Градієнтне виділення контурів об'єктів на кольорових зображеннях.
- 17) Реконструкція розмитих зображень.
- 18) Схеми. Оптимізація палітри зображень.
- 19) Сегментація кольорових зображень.
- 20) Текстурна сегментація.
- 21) Аналіз ознак форми.
- 22) Видозміна гістограм.
- 23) Евристична сегментація (нарощування, поділу, злиття та поглинання, вододіли, графові алгоритми).
- 24) Сегментація на основі кластеризації (K, C-середніх, щільнісних алгоритмів).
- 25) Дескриптори меж.
- 26) Дескриптори областей.
- 27) Точкові методи цифрової обробки зображень.
- 28) Локальні методи цифрової обробки зображень.
- 29) Глобальні методи цифрової обробки зображень.
- 30) Зіставлення зображень.
- 31) "Мішок слів".
- 32) Індексція зображень.
- 33) Пошук зображень за змістом.
- 34) Методи сегментації відео.
- 35) Пошук відео за змістом.
- 36) Відновлення та розпізнавання 3D об'єктів.

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру.

Задовільно, D, E (60-74). Оцінку «задовільно» заслуговує студент, який виявив мінімум знання основного змісту матеріалу з дисципліни в об'ємі, необхідному для подальшого навчання й майбутньої роботи за спеціальністю, який справився з виконанням усіх практичних занять і лабораторних робіт, що передбачені програмою, але у звітах (результатах домашніх і аудиторних робіт, звітах з виконання лабораторних робіт) і відповіді на запитання є похибки.

Добре, C (75-89). Оцінку «добре» заслуговує студент, який виконав усі домашні завдання, відпрацював усі практичні заняття, виконав контрольну роботу, який виявив повне знання програмного матеріалу, вірно розкрив суть проблем та у цілому розв'язав завдання практичних занять, але у змісті відповіді є незначні помилки, або

недостатньо обґрунтовано надані відповіді на запропоновані запитання з лекційного матеріалу з дисципліни, з матеріалу практичних занять та матеріалу з самостійної роботи.

Відмінно, А, В (90-100). Оцінку «відмінно» заслуговує студент, який виявив всебічні чіткі, систематичні та глибокі знання теоретичного та практичного навчального матеріалу з дисципліни, вірно розкрив суть і достатньо обґрунтував своє ставлення до запропонованих питань, виявив вміння вільно виконувати практичні завдання, що передбачені програмою, а також безпомилково виконав вправи, вміє аналізувати і систематизувати інформацію.

Критерії оцінювання знань і вмінь студента на комбінованому іспиті.

Задовільно, D, E (60-74). Оцінку «задовільно» заслуговує студент, який виявив мінімум знання основного змісту теоретичного матеріалу з дисципліни в об'ємі, необхідному для подальшого навчання й майбутньої роботи за спеціальністю, який справився з виконанням практичних завдань, але у відповідях на запитання є похибки.

Добре, С (75-89). Оцінку «добре» заслуговує студент, який виявив повне знання програмного матеріалу, вірно розкрив суть проблем та у цілому розв'язав завдання практичних завдань, але у змісті відповіді є незначні помилки, або недостатньо обґрунтовано надані відповіді на запропоновані запитання з теоретичного матеріалу з дисципліни, з матеріалу практичних завдань та матеріалу з самостійної роботи.

Відмінно, А, В (90-100). Оцінку «відмінно» заслуговує студент, який виявив всебічні чіткі, систематичні та глибокі знання теоретичного та практичного навчального матеріалу з дисципліни, вірно розкрив суть і достатньо обґрунтував своє ставлення до запропонованих в білетах питань, виявив вміння вільно виконувати практичні завдання, а також виконав ці практичні завдання безпомилково.

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Оцінка ЄКТС | Оцінка за національною шкалою | |
|--|-------------|--|--|
| | | для іспиту, курсового проекту (роботи), практики | для заліку |
| 96-100 | A | відмінно добре задовільно | зараховано |
| 90-95 | B | | |
| 75-89 | C | | |
| 66-74 | D | | |
| 60-65 | E | | |
| 35-59 | FX | незадовільно з можливістю повторного складання | не зараховано з можливістю повторного складання |
| 0-34 | F | незадовільно з обов'язковим повторним вивченням | не зараховано з обов'язковим повторним вивченням |

11 МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

11.1 Базова література

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни "Комп'ютерний зір" для студентів спеціальності 121 – "Інженерія програмного забезпечення" [Текст] / Упоряд.: Машталір В.П., Работягов А.В. – Харків: ХНУРЕ, 2021. – 40 с.

2. Спосіб ідентифікації людини на основі аналізу елементарних сегментів звуків мови: пат. 145601 Україна. № у 2020 04344; заявл. 13.07.2020; опубл. 28.12.2020, Бюл. № 24 (кн. 1).

3. Andriy RABOTYAGOV, Associate Professor, Candidate of Sciences, Kharkiv National University of Radioelectronics. Bionic language coding. CYBERSECURITY AS PART OF A COMPREHENSIVE SECURITY AND STABILITY SYSTEM. Forum Host: Association "International Scientific and Educational Trust" ISET. Under the auspices of the Government Office for Coordination of European and Euro-Atlantic Integration of the Secretariat of the Cabinet of Ministers of Ukraine, with the assistance of the Kharkiv Regional State Administration and Kharkiv City Council, with the involvement of Young Professionals in Foreign Policy (YPPF) Brussels branch. Kharkiv Security Forum 2020, December 10-11, 2020.

4. Kuzomin, O., & et al.. (2023, June). Forecasting and Decision Making in the Context of COVID. International Journal of Academic Information Systems Research (IJASIR), 7(6), 89-94.

5. Mousavi, S.M., & et al.. (2022, November). Fatty Liver Level Recognition Using Particle Swarm optimization (PSO) Image Segmentation and Analysis. 12th International Conference on Computer and Knowledge Engineering (ICCKE) (pp. 237-245). IEEE.

6. Tahseen, A.J.A., & et al.. (2023, February). Binarization Methods in Multimedia Systems when Recognizing License Plates of Cars. International Journal of Academic Engineering Research (IJAER), 7(2), 1-9.

7. Matern, F., & et al.. (2019, August). Gradient-Based Illumination Description for Image Forgery Detection. IEEE Transactions on Information Forensics and Security, 15, (pp. 1303–1317). IEEE.

8. Liao, M., & et al.. (2020, April). Real-time scene text detection with differentiable binarization. In Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence, 34(7), 11474-11481.

9. Cao, B., & et al.. (2020, April). Auto-GAN: Self-Supervised Collaborative Learning for Medical Image Synthesis. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 34(7), 10486-10493.

10. Lin, D. (2023, June). Probability Guided Loss for Long-Tailed Multi-Label Image Classification. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 37(2), 1577-1585.

11. Yang, S., & et al.. (2022, November). A Method for Expanding the Training Set of White Blood Cell Images. *Journal of Healthcare Engineering*. <https://doi.org/10.1155/2022/1267080>.
12. Patil, A.M., & et al.. (2021, October). White blood cells image classification using deep learning with canonical correlation analysis. *IRBM*, 42(5), 378–389.
13. Nicholls, John G., Martin, A. Robert, Wallace, Bruce G., Fuchs, Paul A.. (2021, January). *From Neuron to Brain* (4th Ed). Sunderland, MA: Sinauer Associates, 2021, 679 p. ISBN: 0-87893-439-1.
14. Wang, Y., & et al.. (2019, June). Quick Leukocyte Nucleus Segmentation in Leukocyte Counting. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*. <https://doi.org/10.1155/2019/3072498>.
15. Szeliski R. *Computer Vision. Algorithms and Applications* / R. Szeliski // *Texts in Computer Science* / Springer Cham. Springer Nature Switzerland AG, Sec. ed. 2021. – 947 p.
16. *Dictionary of Computer Vision and Image Processing* R.B. Fisher, K. Dawson-Howe, A. Fitzgibbon, C. Robertson and E. Trucco – John Wiley & Sons, 2020. – 342 p.
17. Das, A., Sasmal, B., Dhal, K.G. & et al.. (2024, March) Particle Swarm Optimizer Variants for Multi-level Thresholding: Theory, Performance Enhancement and Evaluation. *Arch Computat Methods Eng*. <https://doi.org/10.1007/s11831-024-10070-1>.
18. Sasmal, B., Dhal, K.G. (2023, February). A survey on the utilization of Superpixel image for clustering based image segmentation. *Multimed Tools, Appl* 82, 35493–35555. <https://doi.org/10.1007/s11042-023-14861-9>.
19. Zitouni, F., & et al.. (2024, February). An Opposition-Based Great Wall Construction Metaheuristic Algorithm With Gaussian Mutation for Feature Selection, *IEEE Access* (12), 30796–30823. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3367440>.
20. Li, H. , & et al.. (2023, October). FSNet: Frequency Domain Guided Superpixel Segmentation Network for Complex Scenes, *MM '23: Proceedings of the 31st ACM International Conference on Multimedia*, October 2023, 4129–4137. <https://doi.org/10.1145/3581783.3613826>.
21. Kanadath, A., & et al.. (2023, March). Multilevel Multiobjective Particle Swarm Optimization Guided Superpixel Algorithm for Histopathology Image Detection and Segmentation, *Journal of Imaging*, 2023, 9(4), 78. <https://doi.org/10.3390/jimaging9040078>.

12 СПЕЦІАЛЬНЕ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ, ПРОГРАМНЕ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ

1. ОС Windows 10 Education (корпоративна ліцензія ХНУРЕ).
2. Пакет Office 365 (Microsoft Word) (корпоративна ліцензія ХНУРЕ).
3. Acrobat Adobe Reader (корпоративна ліцензія ХНУРЕ).
4. IDLE – інтегроване середовище розробки та навчання мовою Python, створене за допомогою бібліотеки Tkinter (ліцензія: Python Software Foundation License, python.org/idle (англ.)).

5. Сучасні бібліотеки OpenCV у галузі розпізнавання образів (Pattern Recognition, PR), комп'ютерного зору (Computer Vision, CV), штучного інтелекту (Artificial Intelligence, AI).

6. <http://docs.opencv.org/master/index.html>.

7. <http://opencv.org/>.

8. <http://www.vlfeat.org/> – алгоритми комп'ютерного зору C.

9. <http://www.simplecv.org/> – бібліотека на C/C++ побудована поверх OpenCV.

10. R – (freely available) a programming language and software environment for statistical computing and graphics.