



ЦИФРОВА ОБРОБКА ЗОБРАЖЕНЬ ТА КОМП'ЮТЕРНИЙ ЗІР

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

• Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>122 Комп'ютерні науки</i>
Освітня програма	<i>Інтелектуальні сервіс-орієнтовані розподілені обчислювання Комп'ютерні науки</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів (150 годин): лекції - 36 годин, лаб. роботи - 36 годин, самостійна робота - 78 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен, МКР, РГР</i>
Розклад занять	<i>Лекції один раз на тиждень. Лабораторні роботи один раз на тиждень.</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лекції та семінари проводять: канд. техн. наук, Кислий Роман Володимирович, kvrware@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>Кампус КПІ: esampus.kpi.ua Матеріали з курсу: Google Classroom</i>

• Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програма дисципліни "Цифрова обробка зображень та комп'ютерний зір" передбачає вивчення форматів файлів зображень, методів попиксельної обробки, методів двовимірної фільтрації зображень, методів розпізнавання об'єктів на зображенні. В процесі вивчення студенти пишуть програми обробки зображень з використанням бібліотеки OpenCV і мови програмування Python.

Дисципліна "Цифрова обробка зображень та комп'ютерний зір" вивчається в другому семестрі на 1 курсі другого (магістерського) рівня вищої освіти і їй передують дисципліни базової і професійної та практичної підготовки, які вивчаються в період навчання на першому рівні (бакалаврська підготовка) спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» і забезпечують можливість її вивчення.

Серед них можна виділити наступні дисципліни: «Математичний аналіз», «Дискретна математика», «Алгоритмізація та програмування», «Алгоритми та структури даних», «Об'єктноорієнтоване програмування», «Проектування та аналіз обчислювальних алгоритмів», «Технології створення програмних сервісів», «Операційні системи».

Кредитний модуль доповнює формування у студентів таких загальних та фахових компетентностей:

- ЗК1: Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК2: Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК5: Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.
- ФК5: Здатність розробляти, описувати, аналізувати та оптимізувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення.
- ФК6: Здатність застосовувати існуючі і розробляти нові алгоритми розв'язування задач у галузі комп'ютерних наук.
- ФК11: Здатність ініціювати, планувати та реалізовувати процеси розробки інформаційних та комп'ютерних систем та програмного забезпечення, включно з його розробкою, аналізом, тестуванням, системною інтеграцією, впровадженням і супроводом. та програмних результатів навчання:
- ПРН1: Мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерних наук і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у сфері комп'ютерних наук та на межі галузей знань.
- ПРН2: Мати спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем комп'ютерних наук, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур.
- ПРН11: Створювати нові алгоритми розв'язування задач у сфері комп'ютерних наук, оцінювати їх ефективність та обмеження на їх застосування.
- ПРН14: Тестувати програмне забезпечення.

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

Кредитні модулі, які передують вивченню дисципліни і забезпечують її вивчення, відносяться до дисциплін циклу професійної підготовки:

- Математичний аналіз.
- Дискретна математика.
- Алгоритмізація та програмування.
- Алгоритми і структури даних.
- Об'єктно-орієнтоване програмування.
- Проектування та аналіз обчислювальних алгоритмів.

- Технології створення програмних сервісів.
- Операційні системи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні	Лабораторні	СРС
Тема 1. Вступ. Мета та завдання курсу	4	2			2
Тема 2. Методи та засоби формування цифрових зображень в технологіях ЦОЗКЗ.	32	10		12	10
Тема 3. Просторові та частотні методи обробки зображень	37	6		16	15
Тема 4. Сегментація зображень в системах комп'ютерного зору	21	6		8	7
Тема 5. Побудова систем обробки зображень та комп'ютерного зору.	12	10			2
Контрольна робота	4	2			2
Розрахунково-графічна робота	10				10
Разом	120	36		36	48
Екзамен	30				30
Всього годин	150	36		36	78

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Кобилін О.А., Творошенко І.С. Методи цифрової обробки зображень: навч. посібник. – Харків: ХНУРЕ, 2021. – 124 с.
<https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/c739b2e6-aa8c-4fa0-92b1-dfb0d76e88d2/content>
2. Лавер В.О., Левчук О.М. Обробка зображень: навч.-метод. посіб. / В.О. Лавер, О.М. Левчук. – Ужгород : вид-во ПП «АУТДОР - ШАРК», 2021. – 51 с.
<https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/35667/1/%D0%9E%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B0%20%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D1%8C%202021.pdf>

Допоміжна:

1. Villan A.F. Mastering OpenCV 4 with Python : A practical guide covering topics from image processing, augmented reality to deep learning with OpenCV 4 and Python 3.7. – Pact Birmingham – Mumbai. – 2019. – 650 p.
2. Salomon D. Data compression. The complete reference : 3 rd Ed. - Springer-Verlag New York, Inc., 2004. – 920 pp.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчання з кредитного модуля «Цифрова обробка зображень та комп'ютерний зір» здійснюється на аудиторних заняттях (лекціях і лабораторних заняттях) та під час самостійної роботи. На першій лекції викладач має ознайомити студентів з тематикою лекційного матеріалу, метою і завданнями дисципліни. Списки основної та допоміжної літератури, положення про рейтингову систему оцінювання з планом контрольних заходів, поточний рейтинг студентів доступні для читання на сайті <https://ecampus.kpi.ua/> та в віртуальному класі Google Classroom.

Лекційний матеріал студентам рекомендується занотовувати у конспект, не зважаючи на наявність навчально-дидактичних матеріалів. На кожному лекційному занятті рекомендується здійснювати експрес-контроль за матеріалами попередньої лекції.

Назва теми лекції та перелік основних питань

<i>Назва теми лекції та перелік основних питань</i>	
1	Лекція 1. Мета та завдання курсу. Структура, зміст та методичні рекомендації по вивченню, терміни, означення, основні поняття ЦОЗКЗ. Класифікація систем ЦОЗКЗ. Основні етапи обробки зображень в технологіях ЦОЗКЗ. Принцип дії та компоненти систем ЦОЗКЗ. Технології комп'ютерного зору і їх застосування .
2	Лекція 2. Основи формування зображень. Елементи зорового сприйняття людини. Дискретизація і квантування зображень. Основні характеристики зображень. Основи теорії кольору. Колірні моделі. Колірні перетворення.
3	Лекція 3. Сенсори цифрових камер. Принципи формування кольорових зображень, матриця Байєра, дебайєризація, дефекти дематризації. Основні характеристики сучасних цифрових камер
4	Лекція 4. Стиснення зображень та формати файлів зображень. Стиснення зображень без втрат. Стиснення зображень з втратами.
5	Лекція 5. Масштабування зображень. Зменшення та збільшення розміру зображення. Основні формати файлів зображень та їх застосування.
6	Лекція 6. Основні градаційні перетворення та їх реалізація. Гістограмні методи. Видозміна, еквалізація, приведення гістограм. Локальне поліпшення зображень. Використання гістограмних статистик для поліпшення зображень.
7	Лекція 7. Основи просторової фільтрації. Просторові фільтри підвищення різкості. Поліпшення зображень з використанням других похідних. Поліпшення зображень з використанням перших похідних: градієнт.
8	Лекція 8. Згладжуючі частотні фільтри. Придушення шумів з використанням методів просторової і частотної фільтрації.
9	Лекція 9. Морфологічні методи обробки зображень та їх застосування.
10	Лекція 10. Методи сегментації, засновані на кластеризації. Методи сегментації з використанням гістограм.
11	Лекція 11. Порогові методи сегментації. Сегментація по морфологічних вододілах. Сегментація на окремі області.

Назва теми лекції та перелік основних питань

12	Лекція 12. Алгоритми колірної сегментації та їх реалізація.
13	Лекція 13. Системи розпізнавання відбитків пальців та обличчя людей.
14	Лекція 14. Системи обробки 3D зображень.
15	Лекція 15. Системи розпізнавання текстів.
16	Лекція 16. Інтелектуальні системи відеоспостереження.
17	Лекція 17. Реалізація алгоритмів обробки та розпізнавання зображень з допомогою бібліотеки комп'ютерного зору з відкритим кодом OpenCV.

Основні завдання циклу лабораторних занять

- сформувати у студентів уміння писати програми з використанням бібліотеки OpenCV;
- детальніше проілюструвати теоретичний матеріал, що викладався на лекціях;
- експериментально підтвердити базові теоретичні положення навчальної дисципліни і поглибити знання матеріалу, що викладався на лекціях.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Дослідження алгоритмів попередньої обробки зображень з використанням бібліотеки комп'ютерного зору OpenCV.	6
2	Дослідження алгоритмів масштабування растрових та півтонових і кольорових зображень з використанням бібліотеки комп'ютерного зору OpenCV.	6
3	Дослідження алгоритмів двовимірної фільтрації зображень.	8
4	Пошук і розпізнавання зображень обличчя людини на зображеннях і відео в системах комп'ютерного зору з використанням бібліотеки OpenCV	8
5	Дослідження просторових спектрів зображень.	4
6	Дослідження можливостей покращення зображень методом вирівнювання гістограм.	4
	Всього	36

6. Самостійна робота студента

Загальносвітовою тенденцією є перенесення акценту навчання на самостійну роботу студентів (СРС), що індивідуалізує навчальний процес, стимулює активність і самостійність роботи студентів у навчанні та підвищує їх особисту відповідальність за результати навчання. Завдання на самостійну роботу передбачають самостійне виконання студентами певного обсягу робіт теоретичного та практичного характеру у відповідності зі змістом навчального матеріалу. При плануванні часу на самостійну роботу студентів необхідно забезпечити баланс часу СРС.

Самостійну роботу студентів слід контролювати на протязі всього семестру, здійснюючи поопераційний контроль і накопичення рейтингових балів за різнобічну навчально-пізнавальну діяльність студентів з кредитних модулів.

Програмою дисципліни передбачено виконання РГР. Зразки завдань на РГР наведені в Додатку А.

Приклади завдань модульної контрольної роботи наведені в Додатку Б.

Самостійна робота студентів включає:

- повторення матеріалу лекцій за конспектом, з залученням рекомендованої літератури, підготовку до поточного контролю;
- підготовку до лабораторних занять шляхом повторення теоретичного матеріалу, вивчення і осмислення завдання роботи, оформлення протоколу;
- підготовку до контрольної роботи;
- виконання і підготовку до захисту РГР.
- самостійне вивчення питань:
 - Тема 1. Вивчення складу бібліотеки OpenCV – 2 години.
 - Тема 3. Частотні характеристики двовимірних фільтрів – 2 години.
 - Тема 4. Гістограми в обробці зображень – 2 годин.
- підготовку до модульної контрольної роботи та до екзамену

Загальний час, відведений на самостійну роботу, наданий в розділі «3. Зміст навчальної дисципліни».

• Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття проводяться в віртуальному класі Google Classroom з використанням відеоконференцій Google Meet. Студенти приєднуються до конференції самостійно за розкладом занять. Присутність студентів фіксується лектором і заноситься до поточної відомості відвідування. Відомість в електронному форматі знаходиться на Google Disk і доступна для зчитування студентами.

На кожній лекції проводиться опитування з метою оцінки ступеня засвоєння матеріалу слухачами.

Для захисту лабораторних робіт студенти повинні надіслати протоколи виконаних робіт за день до захисту на адресу, зазначену в відомості на аркуші Контакти. Захист відбувається за розкладом занять в системі Google Meet. Викладач складає список тих, хто буде захищати роботу, і розсилає його студентам. Студенти по одному згідно зі списком отримують запрошення під'єднатися до конференції.

Оцінка згідно з вимогами, викладеними в рейтинговій системі оцінювання, заноситься в електронну відомість поточного контролю успішності.

Аналогічно відбувається захист РГР. Час захисту визначається додатково.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів, з них 60 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

1. виконання лабораторних робіт (6 робіт);
2. виконання модульної контрольної роботи;
3. виконання розрахунково-графічної роботи;
4. відповіді на питання поточного контролю (2 відповіді)

Критерії нарахування балів:

1. Виконання лабораторних робіт:

- бездоганна робота – 10 балів;

- є певні недоліки у підготовці, виконанні та захисті роботи – 8-9 балів;

- є значні недоліки у підготовці, виконанні та захисті роботи – 6-7 балів;
- затримка виконання та захисту роботи на один тиждень – штрафний –1 бал, на два тижні – штрафні – 2 бали.

2. Виконання розрахунково-графічної роботи:

- повне правильне виконання усіх пунктів завдання, наявність детальних пояснень щодо всіх етапів розв'язання, чіткі та якісні графічні побудови, охайний звіт – 19-20 балів;
- правильне у цілому виконання усіх пунктів завдання з поясненням окремих етапів обчислень, неякісні графічні побудови, недуже охайний звіт – 14-18 балів;
- виконання окремих пунктів завдання з помилками, без пояснень; неповні графічні побудови, неохайний звіт – 6-7 балів;
- неповне виконання завдання – 0 балів.

Терміни подання РГР на перевірку: до кінця 16-го тижня. За кожний тиждень запізнення з поданням РГР від встановленого терміну оцінка знижується на один бал.

3. Виконання модульної контрольної роботи:

- вибір оптимальних методів розрахунку, правильне виконання математичних дій з поясненнями, перевірка результатів розв'язку, побудова вказаних в умові діаграм і якісні рисунки з позначеннями змінних – 14-15 балів;
- правильне або з незначними помилками розв'язання задач з поясненнями окремих етапів розв'язання, відсутність перевірки результатів розв'язку, відсутність вказаних в умові діаграм і незрозумілі позначення на схемах – 11-13 балів;
- розв'язання задач з суттєвими помилками без пояснень алгоритму, відсутність перевірки результатів розв'язку та вказаних в умові діаграм помилки при обчисленнях, неякісні малюнки – 9-10 балів;
- розв'язання задач з принциповими помилками – 0 балів.

4. Відповіді на запитання поточного контролю (2):

- повна відповідь – 5 балів;
- відповідь з незначними неточностями – 4 бали;
- задовільна відповідь – 3 бали;
- незадовільна відповідь або відмова від відповіді – 0 балів;

Умовою першої атестації є отримання не менше 10 балів та 2 лабораторних робіт. Умовою другої атестації – отримання не менше 20 балів, виконання 4 лабораторних робіт.

Студенти, які навчаються за індивідуальним графіком, повинні здати всі заплановані роботи до 31 травня 2024 р.

Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт, розрахункової роботи та стартовий рейтинг не менше 40 балів. $R > 50$ (50% від R).

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_s = 50 + 20 = 70 \text{ балів.}$$

Атестація проводиться за поточним рейтингом студента. Якщо поточний рейтинг складає не менше 50% від максимально можливого на цей момент, студент вважається атестованим.

Всі студенти повинні з'явитись на залік незалежно від набраного рейтингу. Оцінку на заліку студенти отримують згідно таблиці:

R	Оцінка ECTS	Оцінка традиційна
95...100	A	Відмінно
85..94	B	Дуже добре
75...84	C	Добре
65...74	D	Задовільно
60...64	E	Достатньо
R < 60	FX	Незадовільно
R < 30	F	Недопущений

Якщо студент отримав за рейтингом $R < 30$ балів (менш ніж 30% від R) і по початку заліку виконав необхідну додаткову роботу (підвищив свій рейтинг), то він допускається до заліку.

Ваговий бал за залік **Re** складає **30 балів** і одержується за наступне:

1. Відповідь на 2 теоретичні питання оцінюються максимально в 10 балів по 5 балів за кожну вірну відповідь.

2. Відповідь на 2 практичних питання оцінюється максимально в 20 бали по 10 балів за кожну вірну відповідь.

Загальний рейтинг: **$R_r = R_s + R_e = 70 + 30 = 100$ балів**

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Склав асистент кафедри системного проектування,

кандидат технічних наук, **Кислий Роман Володимирович**

Ухвалено кафедрою системного проектування (протокол № 13 від 17 червня 2024 р.)

Погоджено Методичною комісією ІПСА (протокол № 10 від 24 червня 2024 р.)

Погоджено науково-методичною комісією КПП ім. Ігоря Сікорського зі спеціальності 122 (протокол № 11 від 28 червня 2024 р.)

Зразки завдань РГР

1. Реалізація технологій глибокого навчання в системах ідентифікації користувачів на вебресурсах.
2. Аналіз форматів файлів 2D і 3D зображень, засобів редагування та взаємного перетворення форматів.
3. Методи виділення контурів на кольорових зображеннях і їх реалізація.
4. Колірна сегментація зображень і її реалізація.
5. Аналіз методів стискування зображень з втратами і їх застосування у форматах зберігання зображень.
6. Морфологічні алгоритми обробки зображень, їх застосування та реалізація.
7. Алгоритми сегментації зображень, їх застосування і реалізація з використанням бібліотеки Open CV.
8. Розпізнавання зображень з використанням нейронних мереж та їх реалізація .
9. Структурні методи розпізнавання зображень, їх застосування і реалізація.
10. Аналіз алгоритмів автоматизованого розпізнавання відбитків пальців і її реалізація з використанням бібліотеки Open CV.
11. Аналіз принципів побудови систем ідентифікації обличчя людини, їх реалізація і застосування .
12. Аналіз методів і алгоритмів зменшення рівня шумів на зображеннях та їх реалізація.
13. Методи розпізнавання відбитків пальців, їх застосування та реалізація в мобільних пристроях.
14. Технології розпізнавання зображень в системах контролю автомобільного руху та їх реалізація.
15. Технології автоматичного розпізнавання текстових документів, її реалізація та застосування в прикладних системах.
16. Методи розпізнавання відповідних точок на цифрових зображеннях, алгоритми та їх реалізація в прикладних системах.
17. Принципи побудови та реалізація систем 3D-розпізнавання осіб.
18. Технологія цифрових водяних знаків і її застосування.
19. Стереофотограмметричні методи обробки зображень, їх реалізація і застосування.
20. Алгоритми розпізнавання 2D-зображень осіб і їх реалізація за допомогою бібліотеки Open CV.
21. Аналіз методів і програмних засобів створення 3D зображень.
22. Аналіз програмних засобів ідентифікації обличчя для мобільних пристроїв та їх реалізація.

23. Реалізація технологій розпізнавання обличчя з використанням хмарних технологій.
24. Аналіз алгоритмів та програмних засобів для біометричної автентифікації користувачів вебсервісів з використанням технології розпізнавання обличчя та голосу.
25. Аналіз алгоритмів бінаризації зображень та їх реалізації в системах OCR.
26. Алгоритми детектування двомірних штрихових кодів та їх реалізація .
27. Алгоритми виявлення руху на відеозображенні та їх реалізація.
28. Нейромережеві методи розпізнавання людини за зображенням обличчя, їх реалізація та застосування.
29. Дослідження методів та засобів визначення точок інтересу на зображенні та їх реалізація.
30. Порівняльний аналіз бібліотек комп'ютерного зору.
31. Колірні системи і їх застосування в системах обробки кольорових зображень.
32. Методи стиснення зображень з втратами, їх реалізація та застосування у форматах зберігання зображень.
33. Аналіз просторових фільтрів зменшення шумів і їх реалізація в прикладних програмних продуктах.
34. Аналіз методів стиснення зображень на основі дискретно-косинусного перетворення.
35. Алгоритм розпізнавання обличчя з використанням Google Face Detection.

Зразки завдань для модульної контрольної роботи

1. Обробити зображення заданим фільтром.
2. Перетворити задане кольорове зображення в чорно-біле.
3. Виділення вертикальних границь зображення.
4. Методи регулювання контрасту зображення.
5. Написати процедуру перетворення повно кольорового зображення в форма RGB.
6. Обчислити спектр зображення, яке складається з чорно-білих смуг заданих напрямку і ширини.
7. Побудувати гістограму кольорового зображення.
8. Обчислити хеш-функцію зображення.