

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет електроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра оптоелектроніки та інформаційних технологій

Затверджено

На засіданні кафедри оптоелектроніки та
інформаційних технологій
факультету електроніки та комп'ютерних
технологій
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 6 від 29.08 2023 р.)

Завідувач кафедри:



Олег КУШНІР

Силабус з навчальної дисципліни
“Опрацювання зображень”,
що викладається в межах ОПП “Комп'ютерні науки”
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з
спеціальності 122 – Комп'ютерні науки

Львів 2023 р.

Назва дисципліни	Опрацювання зображень
Адреса викладання дисципліни	Корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, Львівський національний університет імені Івана Франка м. Львів, вул. Генерала Тарнавського, 107
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій, Кафедра оптоелектроніки та інформаційних технологій
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 Інформаційні технології 122 Комп'ютерні науки
Викладачі дисципліни	Крупич Олег Миколайович, професор кафедри оптоелектроніки та інформаційних технологій, доктор фіз.-мат. наук, ст.н.сп.
Контактна інформація викладачів	oleh.krpych@lnu.edu.ua, https://electronics.lnu.edu.ua/employee/krpych-oleh-mykolayovych
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекційних занять (за попередньою домовленістю): кімн. 214, корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, м. Львів, вул. Генерала Тарнавського, 107. Також можливі он-лайн консультації через MS Teams. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка дисципліни	https://electronics.lnu.edu.ua/course/opratsiuvannia-zobrazhen-122-komp-iuterni-nauky
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Опрацювання зображень» є вибірковою дисципліною зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки для освітньої програми «Комп'ютерні науки», яка викладається в 7 семестрі в обсязі 4,0 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Навчальну дисципліну розроблено таким чином, щоб надати студентам необхідні знання, обов'язкові для того, щоб вирішувати теоретичні та прикладні завдання обробки цифрових зображень. Тому навчальний курс містить огляд засобів та інструментів покращення і відновлення зображень із застосуванням просторових та частотних підходів, здійснення кольорової обробки. У курсі даються уявлення про історію розвитку та сучасний стан предмету. Представлено теоретичні основи методів обробки монохромних зображень на основі застосування двовимірної згортки зображень із різноманітними фільтрами, а також на основі аналізу їхніх статистичних параметрів, в першу чергу гістограм. Розглядаються різні моделі опису кольорових зображень та основні методи їхньої обробки та покращення. Викладаються методи та алгоритми стиснення та відтворення зображень, засади їхньої морфологічної обробки, сегментації зображень, а також основні принципи теорії розпізнавання образів.
Мета та цілі дисципліни	<i>Метою</i> вивчення дисципліни «Опрацювання зображень» є ознайомлення студентів з теоретичними основами цифрової обробки зображень, а <i>ціллю</i> – формування в них необхідних практичних навичок, які б дали змогу ефективно застосовувати засвоєні знання, алгоритми, методи та прикладні програми для опрацювання цифрових зображень.

<p>Література для вивчення дисципліни</p>	<p>Основна література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Digital Image Processing. 4th Ed. by Rafael C. Fonzalez & Richard E. Woods, Pearson Education Inc, 2018. – 1192 p. 2. Umbaugh, S.E. Digital Image Processing and Analysis: Computer Vision and Image Analysis (4th ed.). CRC Press, 2023. – 440 p. 3. Нейроподібні методи, алгоритми та структури обробки зображень у реальному часі: монографія / Ю. М. Рашкевич, Р. О. Ткаченко, І. Г. Цмоць, Д. Д. Пелешко. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2014. – 256 с. 4. Digital Image Processing Using MATLAB, 3rd ed. Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Steven L. Eddins. Gatesmark Publishing, 2020. – 1009 p. <p>Додаткова література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Мельник Р.А. Алгоритми та методи опрацювання зображень: навч. посібник / Р.А. Мельник.- Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2017.-270 с. 6. Вовк С.М., Гнатушенко В.В., Бондаренко М.В. Методи обробки зображень та комп'ютерний зір: навчальний посібник. – Дніпро: Ліра, 2016. – 148 с. 7. Творошенко, І. С. Конспект лекцій з дисципліни «Цифрова обробка зображень». Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2015. – 75 с. 8. G.Cristobal, P.Schelkens, H.Thienpont. Optical and digital image processing. Wiley-VCH, 2013. – 988 p. 9. Blanchet G., Charbit M. Digital signal and image processing using MATLAB®. 2-nd ed.: ISTE Ltd and John Wiley & Sons Inc., Vol. 1, Fundamentals. 2014. – 653 p. Vol. 2, Advances and applications: The Deterministic Case. 2015. – 287 p. Vol. 3, Advances and applications: The Stochastic Case. 2015. – 336 p.
<p>Обсяг курсу</p>	<p>Загальний обсяг: 120 годин. Аудиторних занять – 64 год., з них лекції – 32 год., лабораторні роботи – 32 год. Самостійної роботи: 56 год.</p>
<p>Очікувані результати навчання</p>	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знати основи цифрового представлення зображень, елементи зорового сприйняття; просторові методи покращення зображень, градаційні перетворення; частотні методи покращення зображень, фільтри низьких і високих частот; засади відновлення зображень, методи зниження шуму; основи обробки кольорових зображень; основи вейвлет-перетворення і кратномасштабної обробки, розклади в ряди; методи стиску зображень, критерії правильності відтворення; засади морфологічної обробки зображень; методи сегментації зображень; основні принципи теорії розпізнавання образів; - вміти розробляти сучасні алгоритмічні та програмні засоби інформаційних систем та технологій опрацювання зображень, в тому числі: вміти аналізувати особливості формування зображень різної природи; застосовувати частотну фільтрацію зображень, зокрема для підвищення їхньої якості та чіткості, пониження шумів; реалізовувати обробку кольорових зображень; здійснювати вейвлет-перетворення і кратномасштабну обробку; виконувати стискання зображень із мінімальними втратами; реалізовувати алгоритми морфологічної обробки та сегментації зображень; здійснювати розпізнавання об'єктів; вчитися і оволодівати сучасними знаннями та застосовувати їх у практичних ситуаціях.
<p>Ключові слова</p>	<p>Цифрове зображення, просторова і частотна фільтрація, стиснення зображень, морфологічна обробка, сегментація зображень, розпізнавання об'єктів.</p>
<p>Формат курсу</p>	<p>Очний, або дистанційний (заняття в MS Teams), або комбінований. Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого розуміння тем.</p>
<p>Теми</p>	<p>Див. СХЕМА КУРСУ.</p>

Підсумковий контроль, форма	Залік у кінці семестру.
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін «Українська мова», «Іноземна мова», «Математичний аналіз», «Алгебра і геометрія», «Дискретна математика», «Теорія ймовірності та математична статистика» «Теорія алгоритмів», «Алгоритмізація та програмування», «Об'єктно-орієнтоване програмування» «Чисельні методи», «Цифрова обробка сигналів», «Програмування мовою Python».
Навчальні методи та техніки, які будуть використуватися під час викладання курсу	Лекції, презентації, лабораторні роботи, практичні завдання програмістського та дослідницького характеру, обговорення, дискусії, самостійна робота.
Необхідне обладнання	<p>Для проведення лекційних занять:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ноутбук: дисплей 15.6", процесор Intel i7-1065G7, 12 GB оперативної пам'яті, SSD 256 GB (або краще); • мультимедійне обладнання (проектор, проекційний екран, дошка настінна, звуковий підсилювач та аудіосистема); • комутатор мережевий для доступу до мережі Internet. <p>Для проведення лабораторних занять:</p> <ul style="list-style-type: none"> • комп'ютерна лабораторія з 12-14 робочими місцями; • монітори TFT 23"; • системні блоки (процесор Intel i5-6500, 8GB оперативної пам'яті, HDD 256GB); • мультимедійне обладнання (проектор, проекційний екран, дошка настінна, звуковий підсилювач та аудіосистема); • комутатор мережевий для доступу до мережі Internet. <p>Необхідне програмне забезпечення:</p> <ul style="list-style-type: none"> • операційна система ОС Ubuntu 16 LTS та Windows 10; • середовище розробки та відлагодження програм (MS Visual Studio, Python 3, JDK тощо); • офісне програмне забезпечення; • SFTP клієнт FileZilla версії 3.57.0; • платформи Moodle та MS Teams.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться упродовж семестру за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за такими видами робіт з наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • лабораторні роботи: 48% семестрової оцінки; 8 робіт, максимальна кількість балів $8 \times 6 = 48$. • контрольні заміри (2 модулі): 52% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 52. <p>Контрольні заміри проводяться у формі стандартних практичних завдань і теоретичних питань.</p> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що лабораторні та контрольні роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи спроб обману. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі</p>

студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Студенти зобов'язані дотримуватися усіх термінів визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.

Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.

Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані при поточному контролі та бали за виконання лабораторних робіт. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час занять; неприпустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях, не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.

Оцінювання лабораторних робіт (8 лабораторних робіт, максимальна кількість балів 50) відбувається шляхом оцінки теоретичної підготовки студента до лабораторної роботи (0-5 балів за одну роботу) та захисту звіту по виконаній роботі (0-5 балів за одну роботу). У підсумку, всі набрані бали множаться на коефіцієнт 0,625 для переведення у 50-ти бальну шкалу.

Бали оцінювання лабораторних робіт нараховуються за наступним співвідношенням:

5 – студент в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, має повне розуміння розглянутої теми, надає правильні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання;

4 – студент достатньо розуміє розглянутий матеріал та принципи написаного ним коду програми, присутні неточності та незначні помилки у відповідях на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання (або з несуттєвими недоліками);

3 – студент не досить добре розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, вагається та надає неточні/не конкретні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує неточно, або з помірними недоліками;

2 – студент погано розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, студент в більшості надає помилкові відповіді на питання по темі, код програми функціонує з суттєвими недоліками;

1 – студент погано розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, код програми не функціонує належним чином;

0 – студент зовсім не засвоїв розглянутий матеріал, написаний ним код програми не відповідає темі/не функціонує взагалі.

Оцінювання контрольних замірів (2 модулі, 25 балів за кожний).

Бали оцінювання контрольних замірів нараховуються за наступним співвідношенням:

25-20 – поставлене завдання виконане в повному обсязі, правильно, обґрунтовано, логічно, містить аналіз і систематизацію, аргументовані висновки. Засвідчено глибоке володіння матеріалом. Наведені приклади коду повністю робочі та відповідають темі. Можуть бути присутні несуттєві помилки та невідповідності;

20-15 – поставлене завдання виконане значною мірою. Продемонстроване знання і розуміння основних положень навчальної дисципліни, проте присутні неточності та/або невідповідності основній темі. Наведені приклади коду частково робочі, проте в загальному відповідають темі;

15-10 – відстежується загальне розуміння поставленого завдання. Виявлені множинні неточності та невідповідності, пояснення наведеного коду відсутні, код функціонує із значними неточностями (або відсутні приклади запуску

	<p>коду на виконання взагалі);</p> <p>10-5 – студент погано розуміє поставлене завдання. Виявлені суттєві неточності та невідповідності. Наведені приклади коду з суттєвими недоліками, або не відповідають темі;</p> <p>5 - 0 – студент взагалі не розуміє поставленого завдання. Матеріал по темі завдання не опрацьований і не засвоєний. Наведений код не робочий, або відсутній як такий.</p> <p>Критерії оцінювання результатів неформальної освіти:</p> <p>Нарахування балів відбувається за написання студентом тез доповідей на конференціях, наукових статей, участь у діяльності наукових гуртків, участь у наукових семінарах та круглих столах, конкурсах, участь у заходах неформальної освіти за отримання сертифікатів про проходження навчання на різних освітніх платформах (Coursera, Prometheus тощо), курсах на провідних ІТ компаніях за тематикою навчальної дисципліни. Кількість балів визначається відсотком покриття результатів відповідної активності до вимог результатів навчання з навчальної дисципліни.</p>
Питання до контрольних робіт	Перелік питань та завдань для проведення підсумкової оцінки знань будуть розміщені на веб-сторінці курсу.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

СХЕМА КУРСУ

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в Інтернеті	Завдання (лабораторна робота), год	Термін виконання
1	Вступ до цифрової обробки зображень. Історичні аспекти використання цифрових зображень та їхньої обробки. Сучасні застосування цифрової обробки зображень. Способи формування зображень. Основні етапи опрацювання зображень.	Лекція	1, 4, 5	Вступне заняття. Академічна доброзесність. Гістограми 2 год.	3 тиж. семестру
2	Основи цифрового представлення зображень. Зорове сприйняття людини. Світло і спектр електромагнітного випромінювання. Зчитування та реєстрація зображення. Дискретизація і квантування зображення. Фундаментальні співвідношення між пікселями.	Лекція	1, 5, 6, 7	Градаційні перетворення 2 год.	4 тиж. семестру
3, 4	Просторові методи покращення зображень. Основи покращення зображень. Градаційні перетворення. Зміна гістограм. Покращення на основі арифметико-логічних операцій. Основи просторової фільтрації. Згладжувальні просторові фільтри. Фільтри підвищення чіткості. Поєднання методів просторового покращення.	Лекція	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9	Просторова фільтрація зображень 2 год.	6 тиж. семестру
5	Частотні методи покращення зображень. Перетворення Фур'є і частотна область. Згладжувальні частотні фільтри. Частотні фільтри підвищення чіткості. Гомоморфна фільтрація. Реалізація двовимірного перетворення Фур'є.	Лекція	1, 3, 4, 5	Дискретне двомірне перетворення Фур'є 2 год.	7 тиж. семестру
6, 7	Відновлення зображень. Модель процесу спотворення-відновлення зображення. Моделі шуму. Зменшення шумів – просторова фільтрація. Зниження періодичного шуму – частотна фільтрація. Лінійні трансляційно-інваріантні спотворення. Оцінка спотворювальної функції. Інверсна фільтрація. Фільтрація методом мінімізації середньоквадратичного відхилення. Фільтрація методом мінімізації згладжувального функціоналу зі зв'язком. Середньгеометричний фільтр. Геометричні перетворення.	Лекція	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Зашумлення зображень 2 год. Відновлення зображень 2 год.	9 тиж. семестру
8	Обробка кольорових зображень. Основи теорії кольорів. Моделі кольорів. Обробка зображень в псевдокольорах. Основи обробки кольорових зображень. Кольорові перетворення. Згладжування і підвищення чіткості. Кольорова сегментація. Шум на кольорових зображеннях. Стиснення кольорових зображень.	Лекція	1, 2, 5, 7	Обробка кольорових зображень 2 год.	10 тиж. семестру
9, 10	Вейвлеті і кратномасштабна обробка. Передумови: піраміди зображень; субсмугове кодування; перетворення Хаара. Кратномасштабний розклад: розклад в ряди; масштабні функції; вейвлет-функції. Одномірні вейвлет-перетворення. Швидке вейвлет-перетворення. 2D вейвлет-перетворення. Вейвлет-пакети.	Лекція	1, 2, 4, 6, 8, 9		12 тиж. семестру
11, 12	Стиснення зображень. Основи стиснення. Надлишковість даних. Моделі стиснення зображень. Елементи теорії інформації. Стиснення без втрат. Стиснення з втратами. Стандарти стиснення зображень.	Лекція	1, 3, 5, 9	Нанесення та зчитування водяних знаків 2 год.	13 тиж. семестру
13	Морфологічна обробка зображень. Початкові відомості. Дилація та ерозія. Розкриття і закриття. Перетворення «Успіх/Невдача». Основні морфологічні алгоритми. Розширення морфологічних алгоритмів на напівтонові зображення.	Лекція	1, 2, 3, 5, 6, 8		14 тиж. семестру

14, 15	Сегментація зображень. Виявлення розривів яскравості. Зв'язування контурів і пошук меж. Порогова обробка. Сегментація на окремі області. Сегментація по морфологічних вододілах. Використання руху при сегментації.	Лекція	1, 2, 3, 6, 9		15 тиж. семестру
16	Розпізнавання об'єктів. Образи та класи образів. Розпізнавання на основі методів теорії прийняття рішень. Структурні методи розпізнавання.	Лекція	1, 3, 6, 8, 9		16 тиж. семестру