

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
“Розпізнавання образів”,
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	Розпізнавання образів
Адреса викладання дисципліни	Корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Ген. Тарнавського 107, м. Львів, 79011
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	Куньо Іван Михайлович, доцент кафедри оптоелектроніки та інформаційних технологій, кандидат фізико-математичних наук, старший дослідник
Контактна інформація викладачів	ivan.kuno@lnu.edu.ua , https://electronics.lnu.edu.ua/employee/kuno-ivan-mykolayovych/
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю): ауд. 214, корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, вул. Ген. Тарнавського 107, м. Львів
Сторінка курсу	http://194.44.208.156/moodle/course/view.php?id=39
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Розпізнавання образів» є вибірковою дисципліною з блоку вибірових дисциплін зі спеціальності 122 – Комп'ютерні науки для освітньої програми «Комп'ютерні науки», яка викладається в 8-му семестрі в обсязі 5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Даний курс ознайомить студентів із особливостями розробки та програмної реалізації методів, засобів та алгоритмів розпізнавання зображень. Курс охоплює основні алгоритми комп'ютерного зору: попередню обробку, фільтрацію, сегментацію, виділення ознак, розпізнавання, класифікація зображень. Навчальна дисципліна «Розпізнавання образів» дозволяє студентам здійснювати програмну реалізацію алгоритмів комп'ютерного зору за допомогою бібліотеки OpenCV. Цей курс навчає студентів основоположним принципам та методам, пов'язаними із підходами до аналізу зображень. Студенти дізнаються про всі етапи та рівні опрацювання зображень. Студенти матимуть розуміння можливих шляхів реалізації роботи алгоритмів та програм. Лабораторний практикум навчає студентів здійснювати програмну реалізацію алгоритмів за допомогою мов програмування C # та Python. Слухачі дізнаються про всі етапи та рівні розпізнавання образів та матимуть можливість реалізації різноманітних шляхів роботи алгоритмів та програм.
Мета та цілі дисципліни	<i>Метою</i> вивчення є вибіркової дисципліни «Розпізнавання образів» є одержання студентами необхідних теоретичних та практичних знань із

	<p>застосування методів та систем розпізнавання зображень. Сюди відносяться відомості про представлення та опис зображень, що включають у себе методи апроксимації, дескриптори границь та областей.</p> <p><i>Цілі:</i> формування в студентів практичних навичок, які б дали змогу ефективно застосовувати знання в задачах віднесення вихідних даних до певного класу за допомогою виділення істотних ознак, які характеризують ці дані, із загальної маси несуттєвих даних.</p>
Література для вивчення дисципліни	<p>Основна література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) R.C. Gonzalez, E.R. Woods, «Digital Image Processing», Fourth Edition, .: Pearson Education. 2018. – 1022 p. 2) Tou, J. T. Gonzalez, R. C., Pattern Recognition Principles, LondonAmsterdam-Dom Mills, Ontario-Sydney-Tokyo. Addison-Wesley Publishing Company. 1974. – 378 p. 3) MI Schlesinger, V Hlavác Ten lectures on statistical and structural pattern recognition Springer Dordrechtю 2013. – 522 p. 4) В. Я. Кутковецький Розпізнавання образів : навчальний посібник / В. Я. Кутковецький. – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2017. – 420 с. 5) William K. Pratt Digital image processing/ Third Edition/ John Wiley & Sons, Inc. - 2001. - 723 p. 6) Reinhard Klette. Concise Computer Vision: An Introduction into Theory and Algorithms (Undergraduate Topics in Computer Science). – Springer January 20th, 2014 - 429 p. 7) Rajalingappa Shanmugamani. Deep Learning for Computer Vision: Expert techniques to train advanced neural networks using TensorFlow and Keras. - Paperback – January 23, 2018. – 305 p. 8) Reinhard Klette. Concise Computer Vision An Introduction into Theory and Algorithms. Springer.-2014.- 429 p. <p>Додаткова література (Інтернет-ресурси):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) You can master Computer Vision, Deep Learning, and OpenCV. - https://www.pyimagesearch.com 2) Г.І. Воробець, С.В. Мельничук Цифрова обробка зображень : навч. посібник. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т , 2021. 3) Теорія розпізнавання образів. Частина I: Навчально-методичний посібник для студентів факультету інформаційних технологій напрямів „Комп’ютерні науки” та „Програмна інженерія”. - Ужгород: Видавництво ДВНЗ «Ужгородського національного університету», 2016 р. 4) П.А. Сергієнко Методи та засоби проектування обчислювачів для розпізнавання образів у зображеннях дисертація Київ – 2023. https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/beaf82cb-40d2-4427-9b5a-f08c918ddd79/content. 5) L. Körber. Pattern recognition in reciprocal space with a magnon-scattering reservoir Körber L. Heins Ch., Hula T., et all. Nature Communications . 2023. – Vol. 14. – Art. N. 3954.
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 150 годин. Аудиторних занять: 64 год., з них 32 год. лекційних та 32 годин лабораторних робіт. Самостійної роботи: 86 год.
Очікувані результати навчання	У результаті вивчення даного курсу студент буде знати: основи теорії розпізнавання образів: основні поняття і концепції теорії, розпізнавання образів; основні методи Image Recognition; знання основних завдань комп’ютерного зору та шляхів їх вирішення; теорію пошуку

	<p>об'єктів на зображеннях: алгоритми, що використовуються для локалізації та виявлення об'єктів; особливості бібліотеки розпізнавання зображень - OpenCV;</p> <p>вміти: класифікувати та вирішувати задачі пов'язані з розпізнавання образів; реалізовувати базові алгоритми Image Recognition; розробляти власні шляхи вирішення найпростіших завдань обробки зображень та розпізнавання образів; аналізувати, оцінювати та вибирати існуючі алгоритми для вирішення поставлених задач; вміти використовувати бібліотеки комп'ютерного зору, такі як OpenCV; проводити експериментальні дослідження в сфері розпізнавання образів та обробки зображень; самостійно працювати з навчальною та науковотехнічною літературою щодо обробки зображень та розпізнавання образів.</p>
Ключові слова	Розпізнавання образів, комп'ютерний зір, розпізнавання зображень, OpenCV.
Формат курсу	Очний
Теми	Див. Схема курсу
Підсумковий контроль, форма	Залік у кінці семестру
Пререквізити	<p>Для вивчення даного курсу студентам потрібні базові знання з курсів:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вища математика; - дискретна математика; - основи програмування; - основи штучного інтелекту; - цифрова обробка інформації; - цифрова обробка зображень; - об'єктно-орієнтоване програмування.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Інформаційні методи (лекції, презентації, лабораторні роботи, написання рефератів, виконання індивідуальних завдань, робота у групі, командна робота, обговорення, консультації для поглибленого розуміння тем, бесіда, ілюстрація, демонстрація), дедуктивні методи на основі узагальнень, евристичні методи (проблемна лекція), інтерактивні методи (дискусія).
Необхідне обладнання	<p>Для проведення лекційних занять:</p> <ul style="list-style-type: none"> • персональний комп'ютер; • 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);

	<ul style="list-style-type: none"> • комутатор мережевий для доступу до мережі Internet. <p>Необхідне програмне забезпечення:</p> <ul style="list-style-type: none"> • операційна система Windows, Linux; • середовище розробки на мові програмування Python та C #; • бібліотеки OpenCV.
<p>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</p>	<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: 80% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 80. • контрольні заміри (2 модулі): 20% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 20, кожен по 10 балів. <p>Загалом упродовж семестру 100 балів.</p> <hr/> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Списування та втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в написанні завдань є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та лабораторні заняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p>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.</p> <p>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 практичного заняття; недопустимість 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.</p> <p>Оцінювання лабораторних робіт (10 лабораторних робіт, максимальна кількість балів: 80) відбувається шляхом оцінки роботи студента під час проведення лабораторної роботи в аудиторії (0-5 балів за одну роботу) та захисту звіту по виконаній лабораторній роботі (0-5 балів за одну роботу). У підсумку, всі набрані бали множаться на коефіцієнт (0.8) для переведення у 80-ти бальну шкалу.</p> <p>Бали оцінювання лабораторних робіт нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <p>5 – студент в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, має повне</p>

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 змістових модулів (2 змістових модулів, 10 балів за кожний) відбувається шляхом написання студентом есе, тесту, написання програми, тощо.

Бали оцінювання змістових модулів нараховуються за наступним співвідношенням:

10-8 – розглянута тема відтворюється в повному обсязі, правильно, обґрунтовано, логічно, які містять аналіз і систематизацію, аргументовані висновки. Засвідчено глибоке володіння матеріалом. Наведені приклади коду повністю робочі та відповідають темі. Можуть бути присутні несуттєві помилки та невідповідності;

8-6 – відтворюється значна частина розглянутої теми. Виявлено 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;

6-4 – відстежується загальне розуміння розглянутої теми. Виявлені множинні неточності та невідповідності, пояснення наведеного коду відсутні, код функціонує із значними неточностями (або відсутні приклади запуску коду на виконання взагалі);

4-2 – студент погано розуміє розглянуту тему. Виявлені суттєві неточності та невідповідності. Наведені приклади коду з суттєвими недоліками, або не відповідають темі;

2-0 – студент взагалі не розуміє розглянуту тему. Тему не розкрито, кількість викладеного матеріалу не відповідає загальним нормам обраного виду роботи. Наведений код не робочий, або відсутній як такий.

Критерії отримання додаткових балів:

написання тез, статті, участь у міжнародних, всеукраїнських конкурсах, навчання в школах та курсах за тематикою навчальної дисципліни. Кількість балів визначається процентом покриття змісту навчальної дисципліни.

Критерії оцінювання результатів неформальної освіти:

Нарахування балів відбувається за написання студентом тез доповідей на

	<p>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>
<p>Питання до модульного контролю</p>	<p>Орієнтовні питання змістових модулів:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основні поняття розпізнавання образів. 2. Методи розпізнавання образів. Методи розпізнання зображень. 3. Класифікація методів розпізнавання образів. 4. Класифікація систем розпізнавання. 5. Розпізнавання графічних образів. 6. Значення та основні статистики зображення. 7. Скалярні і бінарні зображення. 8. Векторні і RGB-зображення. 9. Гістограми. 10. Зміна контрасту зображення. 11. Вирівнювання гістограми. 12. Перетворення та фільтрація Фур'є. 13. Двовимірне дискретне перетворення Фур'є. 14. Інтерпретація матриці зображення в частотній області. 15. Етапи швидкого перетворення Фур'є (ШПФ) для цифрової обробки зображень. 16. Фільтр низьких частот. 17. Ідеальний фільтр. 18. Застосування фільтра низьких частот до зображень. 19. Аддитивний Гаусовий та імпульсний шуми. 20. Матричні фільтри. 21. Фільтри розмиття. Згортка (матриця згортки). Фільтр Гауса. 22. Основні типи методів розмиття бібліотеки OpenCV. 23. Фільтри покращення чіткості зображення. Фільтр Лапласа. 24. Медіанний фільтр. 25. Фільтри ерозія і нарощування. 26. Фільтр Габора. 27. Інтегральне представлення зображення. Обчислення інтегрального зображення. 28. Контурний аналіз. Виділення і опис контурів. 29. Виділення контурів за допомогою першої та другої похідних. 30. Градієнт зображення. Різницевий оператор. 31. Прості детектори контурів. Оператор Собеля. 32. Прості детектори контурів. Оператор Лапласа. 33. Прості детектори контурів. Оператор Кенні. 34. Поняття кута у зображенні. Прості детектори кутів. 35. Знаходження кутів за допомогою матриці Гессе. 36. Детектор кутів Харріса і Стівенса. 37. Алгоритм FAST. 38. Складні детектори контурів. Метод Лапласіан Гаусса (LoG). 39. Складні детектори контурів. Різниця Гауссіанів (DoG). 40. Методи бінаризації зображення. Поняття порогового значення при

	<p>бінаризації зображення.</p> <p>41. Основні типи порогових значень для бінаризації зображень.</p> <p>42. Алгоритми вибору порогового значення. Алгоритм Оцу.</p> <p>43. Алгоритми вибору порогового значення. Алгоритм Ніблака. Бінаризація з нижнім порогом.</p> <p>44. Алгоритми вибору порогового значення. Метод Єна. Метод трикутника.</p> <p>45. Основні визначення математичної морфології. Множини математичної морфології.</p> <p>46. Основні операції математичної морфології. Математичне представлення морфологічних операцій.</p> <p>47. Операція математичної морфології - перенесення. Представити у формі згортки.</p> <p>48. Операція математичної морфології - нарощування. Представити у формі згортки.</p> <p>49. Операція математичної морфології - ерозія. Представити у формі згортки.</p> <p>50. Операція математичної морфології - розмикання. Представити у формі згортки.</p> <p>51. Операція математичної морфології - замикання. Представити у формі згортки.</p> <p>52. Використання морфологічних операцій для виділення контурів бінарного об'єкта.</p> <p>53. Особливості класів фільтрів - фільтрація функцій.</p> <p>54. Перетворення Хафа. Пошук прямих на зображенні.</p> <p>55. Перетворення Хафа. Пошук окружностей на зображенні.</p> <p>56. Суть дискретного масиву акумуляторів у просторі Хафа.</p> <p>57. Що таке особливі точки. Підходи до визначення особливих точок. Вимоги до особливих точок.</p> <p>58. Інваріантність особливої точки.</p> <p>59. Дескриптор.</p> <p>60. Особливі точки у просторах LoG і DoG.</p> <p>61. У якому випадку і чому потрібно проводити виключення особливих точок.</p> <p>62. Дескриптор SIFT.</p> <p>63. Дескриптор SURF.</p> <p>64. Дескриптор ORB.</p> <p>65. Опишіть особливості обчислення ознак за допомогою: SIFT, SURF і ORB.</p> <p>66. Дескриптор BRIEF. Користь переходу від оригінального дескриптора BRIEF до орієнтованого.</p> <p>67. Процедура оцінки ознак.</p> <p>68. Міра повторюваності.</p> <p>69. Що таке набір класифікаційних ознак.</p> <p>70. Особливості відстеження ознак.</p> <p>71. Класифікатори.</p> <p>72. Пояснити процес бінарної класифікації за допомогою лінійного поділу.</p> <p>73. Пояснити процес бінарної класифікації за допомогою бінарного дерева.</p> <p>74. Алгоритм Лукаса - Канади.</p>
--	--

	<p>75. Фільтр Калмана.</p> <p>76. Чому фільтр Калмана можна використовувати в різних сферах обчислень.</p> <p>77. Використання фільтра Калмана в завданнях трекінгу об'єктів.</p> <p>78. Особливості алгоритма фільтра Калмана для трекінгу об'єктів.</p> <p>79. Чому алгоритм Калмана складається з двох фаз: фази екстраполяції і фази корекції. Як це впливає на якість фільтра.</p> <p>80. Особливості дескриптора - гістограма орієнтованих градієнтів.</p> <p>81. Алгоритм обчислення НоG-дескриптора..</p> <p>82. Вейвлети Хаара.</p> <p>83. Значення вейвлета Хаара.</p> <p>84. Ознаки Хаара.</p> <p>85. Дескриптори Хаара.</p> <p>86. Особливості ковзаючого пошуку у виявленні об'єктів за допомогою вейвлетів Хаара.</p> <p>87. Метод виявлення об'єктів Віоли-Джонса.</p> <p>88. Слабкі та сильні класифікатори ознак.</p>
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

**Схема курсу “Розпізнавання образів”
для студентів спеціальності 122 – Комп’ютерні науки**

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття) **лекція, самостійна, дискусія, групова робота)	Література. * Ресурси в інтернеті	Завдання, год	Термін виконання
1	Основні поняття розпізнавання образів. Методи класифікації розпізнавання образів.	Лекція	1, 2, 4, 5, 6, 7 Сайт курсу –	2	кінець поточного тижня
1	Вступне заняття. Техніка безпеки, перевірка обладнання та налаштування програмного забезпечення.	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
2	Скалярні і бінарні зображення. Векторні і RGB-зображення. Гістограми. Зміна контрасту зображення.	Лекція	1, 2, 4, 5, 6, 7 Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
2	Лаб.1. Матричні фільтри: згортка, фільтр розмиття, медіанний фільтр, ерозія і нарощування.	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
3	Зображення в частотній області. 2D перетворення Фур’є. Аналіз спектра зображення. Фазовоконгруентна модель ознак зображення Локальне перетворення Фур’є в особливих точках зображення.	Лекція	1, 3, 5, 7, 8, *1 Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
3	Лаб.2. Ідентифікація образів за кольором. Оцінка відмінностей гістограм кольору	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
4	Класичні методи фільтрації зображень. Матричні фільтри: згортка, фільтр розмиття, медіанний фільтр, ерозія і нарощування. Застосування згортки для аналізу зображень. Фільтр Гаусса (ФНЧ). Фільтр Габора (ФВЧ)	Лекція	1, 3, 5, 7, 8, *1 Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
4	Лаб.3. Класифікація текстури об’єкта за допомогою параметрів гармонік в ряді Фур’є.	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
5	Інтегральне представлення зображення. Контурний аналіз. Виділення і опис контурів. Карті контурів. Градієнт зображення. Прості детектори контурів. Оператор: Собеля, Лапласа, Кенні.	Лекція	1, 3, 5, 7, 8, *1 Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
5	Лаб.3. Класифікація текстури об’єкта за допомогою параметрів гармонік в ряді Фур’є.	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
6	Прості детектори кутів зображення. Матриця Гессе. Детектор кутів Харріса і Стівенса, Алгоритм FAST. Складні детектори контурів: лапласіан гауссіана (LoG) і різниця гауссіанів (DoG)	Лекція	1, 3, 5, 7, 8, *1 Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
6	Лаб.4. Виділення і аналіз контурів.	Лабораторна	Сайт курсу -	2	кінець

	Метод пошуку границь Кенні.	робота			поточного тижня
7	Бінаризація зображення за пороговим значенням. Алгоритми вибору порогового значення. Адаптивна бінаризація	Лекція	1, 3, 5, 7, 8, *1 Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
7	Лаб. 5. Детектор кутів Харріса і Стівенса, Алгоритм FAST.	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
8	Шум в бінарних зображеннях. Методи математичної морфології	Лекція	1, 3, 5, 7, 8, *1 Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
8	Підсумкове заняття ЗМ 1	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
9	Аналіз двовимірних геометричних фігур (площа, довжина, кривизна). Пошук прямих і окружностей. Перетворення Хафа (оригінальне, стандартне)	Лекція	1, 3, 5, 7, 8, *1 Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
9	Лаб.6. Виділення контурів методами LoG та DoG	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
10	Робота із особливими точками. Методи виявлення унікальних характеристик об'єкта при розпізнанні образів	Лекція	1, 2, 4, 5, 6, 7 Сайт курсу -	2	Кінець поточного тижня
10	Лаб.7. Алгоритми розпізнавання геометричних фігур.	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
11	Пошук і локалізація об'єктів. Дескриптори, класифікатори та навчання. Дескрипторні методи.	Лекція	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
11	Лаб.7. Алгоритми розпізнавання геометричних фігур..	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
12	Основні типи ознак (SIFT, SURF і ORB). Виявлення і простеження ознак.	Лекція	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
12	Лаб.8. Перетворення зображення методом Хафа.	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
13	Класифікація зображень. Бінарна класифікація. Багатокласова класифікація. Кластеризація.	Лекція	1, 2, 3, 4, 5, 6 Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
13	Лаб.9. Обчислення яскравості заданих ділянок зображення за допомогою інтегрального представлення зображення	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
14	Оцінка ознак. Відстеження і оновлення ознак. Алгоритм (відстеження): Лукаса -Канаде, фільтр Калмана.	Лекція	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
14	Лаб.10. Виявлення об'єктів методом пошуку границь Кенні та за допомогою перетворення Хафа	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
15	Гістограма орієнтованих градієнтів, Wavelet аналіз. Wavelet Хаара.	Лекція	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
15	Лаб. 10. Виявлення об'єктів методом пошуку границь Кенні та за допомогою	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного

	перетворення Хафа.				тижня
16	Виявлення об'єктів методом Віоли - Джонса. Виявлення об'єктів методом перетворення Хафа.	Лекція	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
16	Підсумкове заняття ЗМ 2	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня