

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-НАВЧАЛЬНИЙ ЦЕНТР
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СИСТЕМ

Силабус ДВА 13 «Оброблення та розпізнавання зображень»

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти Третій (освітньо-науковий)

Галузь знань	12 – інформаційні технології
Спеціальність	122 – комп'ютерні науки
Освітньо-наукова програма	Інтелектуальні методи та засоби комп'ютерних наук
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	2-й рік підготовки, 4-й семестр
Обсяг дисципліни	2 кредити / 60 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Диференційований залік
Розклад занять	1 година аудиторних занять/тиждень,
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Кийко Володимир Михайлович; канд.техн.наук, ст.наук. співр.; ст.наук. співр., (vkiiko@gmail.com, 095-926-06-95) Мацелло Вячеслав Васильович ; канд. техн. наук, ст. наук. співр.; завідувач відділу розпізнавання образів (matsello@gmail.com)
Розміщення курсу	https://aspirant.irtc.org.ua/silabusi/

ХАРАКТЕРИСТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна «Оброблення та розпізнавання зображень» присвячена методам аналізу візуальної інформації з метою створення нових сучасних інформаційних технологій, що базуються на обробленні та розпізнаванні зображень та відео. Розглядаються найбільш відомі алгоритми оброблення зображень з метою їх покращення та приведення до такого представлення, яке забезпечує можливість їх розпізнавання на наступних етапах інформаційної технології. Розглядається математичний апарат, що використовується на різних етапах аналізу зображень, зокрема для вирішення задач оптимального пошуку необхідних параметрів алгоритмів, навчання розпізнаванню образів на основі навчальної вибірки, а також алгоритмів пошуку, відстеження та розпізнавання об'єктів на окремих зображеннях та у відео.

МЕТА, ЗАВДАННЯ, ПРИЗНАЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою дисципліни «Оброблення та розпізнавання зображень» є отримання необхідних знань про сучасний стан комп'ютерного зору та формування у студентів досвіду використання відомих алгоритмів та навичок побудови нових засобів для вирішення різноманітних прикладних задач.

Основними завданнями є: 1) ознайомлення з найбільш ефективними алгоритмами та системами обробки і розпізнавання зображень, а також з тим яким чином вони використовуються у сучасних інформаційних технологіях; 2) отримання протягом навчання практичного досвіду як використання відомих, так і розробки нових алгоритмів для оброблення та розпізнавання зображень.

Загальні компетентності:

ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК03. Здатність працювати в міжнародному контексті.

ЗК04. Здатність розв'язувати комплексні проблеми комп'ютерних наук на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору з дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

Спеціальні (фахові) компетентності:

СК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у комп'ютерних науках та дотичних до них міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з комп'ютерних наук та суміжних галузей.

СК06. Здатність аналізувати та оцінювати сучасний стан і тенденції розвитку комп'ютерних наук та інформаційних технологій.

СК 08. Здатність аналізувати дані та одержувати необхідні знання для розв'язання нестандартних завдань з використанням математичних методів та методів комп'ютерного моделювання.

СК09. Здатність до розвитку теорії, розроблення нових методів та інтелектуальних засобів для розв'язання прикладних завдань з різних сфер, зокрема, технічної, економічної, екологічної, медичної, біологічної тощо.

СК10. Здатність до проведення наукових досліджень з інтелектуального оброблення, аналізу та інтерпретації інформації про об'єкти різної природи.

Програмні результати навчання:

РН03. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні данні.

РН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерних науках та дотичних міждисциплінарних напрямках.

РН06. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

РН12. Здійснювати інтелектуальний аналіз електронних масивів даних для розв'язання конкретних практичних завдань, зокрема побудови нейронних мереж, комп'ютерних систем автоматичного керування, розв'язання задач штучного інтелекту, створення систем інтелектуального керування динамічними об'єктами у реальному часі.

РН13. Здійснювати розроблення нових методів та інтелектуальних засобів для розв'язання прикладних завдань з різних сфер, зокрема, технічної, економічної, екологічної, медичної, біологічної тощо.

РН15. Проводити інтелектуальний аналіз об'єктів різної природи за різними видами первинної інформації (зображення, складні сигнали, тексти, електронні медичні записи, відео та аудіо записи).

РН 18. Використовувати загально наукові філософські знання, необхідні для формування наукового світогляду, професійної етики та культурного кругозору.

РН 19. Застосовувати методи пізнання у розв'язанні завдань наукового дослідження.

ПЕРЕДУМОВИ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПРОГРАМНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ТА КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ

Загальні компетентності:

Здатність до абстрактного та логічного мислення.

Спеціальні (фахові) компетентності:

Базові знання та уміння з дискретної математики, теорії статистичного прийняття рішень, програмування, алгоритмів та структур даних. Зокрема, для успішного опанування дисципліни бажано мати знання з:

- 1) математичної статистики, Марківської статистичної моделі;
- 2) базових структур даних (масиву, стеку, черги, списку, дерева);
- 3) математичного програмування.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин			
	Усього	У тому числі		
		Лекції	Семінарські заняття	Самостійна робота
1	2	3	4	5
<i>Змістовий модуль 1.</i> Методи оброблення, нормалізації та покращення якості півтонових та кольорових зображень				
Тема 1. Подання та оброблення зображень для покращення їх якості. Огляд сучасного стану комп'ютерного зору та інтелектуальних інформаційних технологій на основі обробки і розпізнавання зображень.	12	2	-	10
<i>Усього годин за змістовим модулем 1</i>	12	2	-	10
<i>Змістовий модуль 2.</i> Формування опису зображень на основі пошуку та обчислення інформативних ознак. Обчислення відстані між описами зображень				

Тема 2. Алгоритми обчислення ознак, що є стійкими до умов освітлення. Формування опису графічних зображень шляхом дистантних перетворень на цих зображеннях.	12	2	-	10
Тема 3. Методи пошуку інформативних характерних точок на зображеннях. Формування опису на основі обчислення гістограм орієнтацій градієнтів яскравостей в околах цих точок.	8	2	2	4
<i>Усього годин за змістовим модулем 2</i>	20	4	2	14
<i>Змістовий модуль 3.</i> Методи пошуку та розпізнавання об'єктів на зображеннях та у відео. Простеження об'єктів у відео послідовностях				
Тема 4. Методи пошуку та розпізнавання об'єктів на зображеннях. Види класифікаторів, що використовуються.	12	2	2	8
Тема 5. Методи простеження об'єктів у відео послідовностях. Побудова та використання оптимальних кореляційних фільтрів для простеження об'єктів.	12	2	2	8
<i>Усього годин за змістовим модулем 3</i>	24	4	4	16
Диф. залік				
ВСЬОГО	56	10	6	40

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТКА ОПАНУВАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІ

№ з/п/	Теми та форми занять (год.)	Зміст занять і навчальних завдань	Форми контролю
Змістовий модуль 1.			
Методи оброблення, нормалізації та покращення якості півтонових та кольорових зображень			
Тема 1. . Подання та оброблення зображень для покращення їх якості. Огляд сучасного стану комп'ютерного зору та інтелектуальних інформаційних технологій на основі обробки і розпізнавання зображень .			
1	<i>Лекція (2 год.)</i>	Огляд сучасних методів, задач та	Спостереження за

		технологій на основі обробки та розпізнавання зображень. Огляд та демонстрація результатів, отриманих у цьому напрямку у відділі 120 обробки та розпізнавання зображень МННЦ інформаційних технологій та систем НАН та МОН України.	активністю здобувачів PhD у обговоренні питань
	<i>Самостійна робота (10 год.)</i>	Виконання практичних завдань	Усне опитування
Змістовний модуль 2.			
Формування опису зображень на основі пошуку та обчислення інформативних ознак. Обчислення відстані між описами зображень			
Тема 2. Алгоритми обчислення ознак, що є стійкими до умов освітлення. Формування опису графічних зображень шляхом дистантних обчислень на цих зображеннях.			
2	<i>Лекція (2 год.)</i>	Розгляд методів LBP, DCT, гістограми значень орієнтації градієнтів яскравості. Розгляд алгоритмів визначення ліній на бінаризованих графічних зображеннях і формування опису цих зображень у вигляді певного графа, що є зручним та інформативним представленням для розв'язання практичних завдань з оброблення та розпізнавання креслярсько-графічних зображень.	Спостереження за активністю здобувачів PhD у обговоренні питань
	<i>Самостійна робота (10 год.)</i>	Виконання практичних завдань	Усне опитування
Тема 3. Методи пошуку інформативних характерних точок на зображеннях. Формування опису цих точок на основі обчислення гістограм орієнтацій градієнтів яскравостей в їх околах. Обчислення відстані між ланцюжками та циклами на контурах зображень на основі цих метрик.			
3	<i>Лекція (2 год.)</i>	Методи: AdaBoost, FERNS, SIFT. Отримання опису об'єктів у вигляді сукупності описів їх характерних точок забезпечує пошук та розпізнавання цих об'єктів на зображеннях, а також вирішення багатьох інших важливих практичних задач. Розгляд головних властивостей метрик Хаусдорфа і Фреше (підсилена метрика Хаусдорфа), а також алгоритмів, які використовують ці метрики для визначення відстані між контурними представленнями об'єктів і послідовного розпізнавання цих об'єктів.	Спостереження за активністю здобувачів PhD у обговоренні питань

	<i>Семінарське заняття (2 год.)</i>	Розгляд питань по лекції та практичним завданням	Спостереження за активністю здобувачів PhD у обговоренні питань, усне опитування
	<i>Самостійна робота (4 год.)</i>	Виконання практичних завдань	Усне опитування
Змістовий модуль 3.			
Методи пошуку та розпізнавання об'єктів на зображеннях та у відео. Простеження об'єктів у відео послідовностях.			
Тема 4. Методи пошуку та розпізнавання об'єктів на зображеннях. Види класифікаторів, що використовуються.			
4	<i>Лекція (2 год.)</i>	Розгляд методів Хафа, RANSAC, AdaBoost і FERNS для пошуку та розпізнавання об'єктів на зображеннях. Основні види класифікаторів для розпізнавання, що використовуються як в цих, так і в інших відомих методах. Огляд методів розпізнавання зображень текстових строк. Розгляд двох методів розпізнавання текстової строки на основі застосування Марківських статистичних моделей породження зображень цих строк. Ефективні алгоритми вирішення задачі пошуку та розпізнавання номерних знаків транспортних засобів на зображеннях та у відео послідовностях.	Спостереження за активністю здобувачів PhD у обговоренні питань
	<i>Семінарське заняття (2 год.)</i>	Розгляд питань по лекції та практичним завданням	Спостереження за активністю здобувачів PhD у обговоренні питань, усне опитування
	<i>Самостійна робота (8 год.)</i>	Виконання практичних завдань	Усне опитування
Тема 5. Методи простеження об'єктів у відео послідовностях. Побудова та використання оптимальних кореляційних фільтрів для простеження об'єктів.			
5	<i>Лекція (2 год.)</i>	Розгляд найбільш ефективних методів простеження об'єктів у відео послідовностях в складних умовах можливих змін подання цих об'єктів у наслідок зміни їхнього розміру, напрямку та швидкості руху, а також змін зовнішнього освітлення. Алгоритми навчання та використання засобів для виконання завдання простеження в реальному часі, зокрема побудови та реалізації у частотній області за допомогою швидкого перетворення Фур'є оптимальних	Спостереження за активністю здобувачів PhD у обговоренні питань

		кореляційних фільтрів.	
	Семінарське заняття (2 год.)	Розгляд питань по лекції та практичним завданням	Спостереження за активністю здобувачів PhD у обговоренні питань, усне опитування
	Самостійна робота (8 год.)	Виконання практичних завдань	Усне опитування

САМОСТІЙНА РОБОТА

Самостійна робота охоплює:

- 1) підготовку до семінарських (практичних) занять,
- 2) виконання практичних завдань,
- 3) опрацювання наукової літератури,
- 4) підготовку до іспиту.

№ п/п	Зміст самостійної роботи	Обсяг СР (годин)
1.	Підготовка до семінарських занять	10
2.	Опрацювання наукової літератури	20
3.	Підготовка до іспиту	20
Усього за навчальною дисципліною		50

РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Контроль знань аспірантів здійснюється на підставі Положення про організацію та проведення поточного і підсумкового/семестрового контролю результатів навчання здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня.

Контроль знань аспірантів складається з двох складників: поточного і підсумкового/семестрового контролю результатів навчання здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня. Кожний складник оцінюється за стобальною системою

Загальна оцінка результатів за дисципліною (ЗО) розраховують:

$$ЗО = \kappa_1 * \text{ПоК} + \kappa_2 * \text{ПідК},$$

де κ_1 , κ_2 - коефіцієнти переведення балів поточного (ПоК) та підсумкового контролю (ПідК) відповідно; $\kappa_1 = 0,4$, $\kappa_2 = 0,6$.

Максимальна кількість балів у поточному контролі встановлюється таким чином:

Види контролю за формами навчальної діяльності	Максимальна сумарна оцінка в балах
- усне опитування (виступ на семінарі тощо) та	65
- активна робота на засіданнях	35
Всього	100

Порядок перерахунку рейтингових показників нормованої 100-бальної шкали оцінювання в національну шкалу та шкалу ECTS

За 100-бальною шкалою	За національною шкалою		За шкалою ECTS
	Іспит	Залік	
91 - 100	відмінно	зараховано	A (відмінно)
81 - 90	добре		B (дуже добре)
71 - 80			C (добре)
66 - 70	задовільно		D (задовільно)
60 - 65			E (достатньо)
40 - 59	незадовільно	не зараховано	FX (незадовільно – з можливістю повторного складання)
1 - 39			F (неприйнятно – з обов’язковим повторним навчанням)

ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ НА ЕКЗАМЕН

1. Перетворення типів зображень. Бінаризація методом Отцу.
2. Фільтр Гауса і способи його реалізації на півтонових та кольорових зображеннях.
3. Адаптивна бінаризація. Методи Ніблека, Саувола, Крістіана.
4. Білатеральний фільтр і його обчислювальна складність. Алгоритм визначення ϵ -схожості ланцюжків на основі метрики Фреше.
5. Гістограмні перетворення. Лінійне підвищення контрасту.
6. Видалення імпульсних завад. Знаходження границь. Лапласіан Гаусіана.
7. Еквалізація гістограми. Ознаки зображень, порівняно стійкі до умов освітлення (LBP, DCT, гістограми орієнтацій градієнтів яскравості).
8. Перетворення Хафа. Пошук простих фігур на зображеннях.
9. Перетворення зображення до заданої гістограми. Алгоритм RANSAC і його застосування для оцінювання параметрів моделі на основі випадкових вибірок.
10. Швидка реалізація одного класу лінійних фільтрів.
11. Морфологічні операції. Нарощування, ерозія, розмикання, замикання. Нормалізація зображень за яскравістю.
12. Глобальні та локальні алгоритми (лінійне перетворення; за середньою яскравістю і дисперсією; за локальним контрастом).
Швидка реалізація одного класу лінійних фільтрів.
13. Морфологічні операції. Операція «успіх-невдача». Алгоритм AdaBoost з використанням Нааг подібних ознак.
14. Пошук облич на зображеннях з використанням цього алгоритму. Розпізнавання зображення текстового рядка на основі мінімізації ймовірності помилкового розпізнавання (пошук найкоротшого шляху на графі).
15. Морфологічні операції. Умовне нарощування.
16. Особливі точки на зображеннях. Пошук особливих точок на основі AdaBoost. Детектор MSER (maximally stable extreme regions). Метрики Хаусдорфа і Фреше.

17. Лінійна фільтрація. Згладжувальні фільтри, контрастувальні фільтри. Медіанний фільтр. Дистантні перетворення на бінарних зображеннях.
18. Послідовний алгоритм дистантного перетворення бінарного зображення (Rosenfeld and Phaltz).
19. Розпізнавання зображення текстового рядка на основі мінімізації сумарної похибки розпізнавання символів у рядку.
20. Різницеві фільтри. Фільтри Собеля, Робертса, Лапласіан. Детектор SIFT особливих точок на зображеннях. Пошук, простеження і розпізнавання об'єктів на основі SIFT.
21. Простеження рухомих об'єктів у відео. Дискримінантний класифікатор On-line AdaBoost. Дискримінантний кореляційний фільтр KCF.
22. Знаходження границь. Лапласіан Гаусіана. Перетворення Хафа. Пошук простих фігур на зображеннях. Простеження рухомих об'єктів у відео на основі моделювання та віднімання фону.

ПОЛІТИКА НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ

Політика щодо академічної доброчесності

Дотримання академічної доброчесності здобувачами передбачає, зокрема:

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
- посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей інших дослідників;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

Політика щодо відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування занять є обов'язковим компонентом навчання. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування тощо) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із викладачем навчальної дисципліни та затвердженням директора Міжнародного центру.

Політика щодо правил поведінки на заняттях

Здобувачі вищої освіти третього рівня беруть активну участь у всіх заняттях: обговорюють проблемні ситуації, запропоновані викладачем на лекціях; активно включаються і за потреби ініціюють спільну (групову роботу) під час семінарських занять; Спілкування учасників освітнього процесу (викладач, здобувачі) відбувається на засадах партнерських стосунків, взаємодопомоги, толерантності та поваги до особистості кожного, спрямованості на здобуття істинного наукового знання.

Політика щодо термінів виконання завдань і перескладання

Здобувачі вищої освіти третього рівня повинні виконувати всі навчальні завдання вчасно, відповідно до робочої навчальної програми, за невчасне виконання знижується.

9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. M.I. Schlesinger, Václav Hlaváč. Ten Lectures on Statistical and Structural Pattern Recognition (Computational Imaging and Vision, 24) 1st ed. 2002 (Лекції 1, 2, 4, 5, 6).

Допоміжна література

1. M.Petrou, C.Petrou. Learning Image Processing with OpenCV. Packt Publishing; Illustrated edition (March 26, 2015), 232 p.
2. R. Rout. A survey on object detection and tracking algorithms. 2013.
3. J. F. Henriques, R. Caseiro, P. Martins, and J. Batista. High-speed tracking with kernelized correlation filters. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (PAMI)*, vol. 37, no. 3, pp. 583–596, 2015.
4. Zoran Zivkovic and Ferdinand van der Heijden. Efficient adaptive density estimation per image pixel for the task of background subtraction. *Pattern recognition letters*, 27(7):773–780, 2006.
5. P. Viola and M. Jones. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. In *Proc. CVPR*, vol. 1, pages 511–518, 2001.
6. Francisco Moraes Oliveira-Neto, Lee D. Han, and Myong Kee Jeong. An Online Self-Learning Algorithm for License Plate Matching. *IEEE Transactions on intelligent transportation systems*, vol. 14, No. 4, 2013, P. 1806-1816.
7. N. Thome and L. Robinault. A cognitive and video-based approach for multinational license plate recognition. *Mach. Vision Application*, vol. 22, No. 2, P. 389–407, 2011.
8. R. Laroca, E. Severo, L. A. Zanlorensi, L. S. Oliveira, G. R. Gonçalves, W. R. Schwartz, and D. Menotti. A Robust Real-Time Automatic License Plate Recognition Based on the YOLO Detector. *2018 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*, July 2018, P. 1–10.
9. Michal Uricar, Vojtech Franc and Vaclav Hlavac. Detector of facial landmarks learned by the structured output SVM. *VISAPP 2012 – Int. Conference on Computer Vision, Theory and Applications*, pp. 547-556.
10. D. S. Bolme, R. J. Beveridge, B. A. Draper, and Y. M. Lui. Visual object tracking using adaptive correlation filters, *Proc. of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2010. pp. 2544–2550.
11. KYUKO V.M. Matching Based Multistyle License Plate Recognition. *Cybernetics and Computer Engineering.*, 2020, № 1 (199), pp. 5-18.
12. КИЙКО В.М., МАЦЕЛЛЮ В.В. Відстеження в реальному часі об'єктів у відео на основі адаптивних гістограмних ознак. *Cybernetics and Computer Engineering.*, 2023, № 3 (213),pp.4-19