



СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ



ЦИФРОВА ОБРОБКА СИГНАЛІВ ТА ЗОБРАЖЕНЬ

ID 6883

Код, назва спеціальності та освітній рівень	G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка (доктор філософії)	Назва освітньої програми	Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології (2025)
Тип програми	Освітньо-наукова	Мова викладання	Українська
Факультет	Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії (ФПТ)	Кафедра	Каф. автоматизації технологічних процесів і виробництв (АВ)

Викладач/викладачі

Коноваленко Ігор Володимирович, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри автоматизації технологічних процесів і виробництв, [профіль на порталі "Науковці ТНТУ"](#)

Загальна інформація про дисципліну

Мета курсу	Метою вивчення навчальної дисципліни «Цифрова обробка сигналів та зображень» є формування у здобувачів поглиблених теоретичних знань, практичних умінь та дослідницьких компетентностей у сфері розробки, адаптації та застосування сучасних методів інтелектуального аналізу даних, детектування дефектів і виділення інформативних ознак 1D/2D-сигналів у комп'ютерно-інтегрованих та автоматизованих системах; вивчення математичного апарату просторової та частотної фільтрації, градієнтних операторів детектування меж, двовимірного дискретного перетворення Фур'є, алгоритмів кластеризації, сегментації та морфологічної обробки; опанування архітектур глибокого навчання (глибоких згорткових нейронних мереж, моделей родин YOLO, U-Net, ResNet) для задач класифікації, локалізації та сегментації об'єктів складної форми; формування практичних навичок побудови інструментальних трактів обробки зображень, а також проведення наукових експериментів із дослідження стійкості алгоритмів до завад і оцінки їх ефективності в умовах реального часу.
Формат курсу	лекції, практичні роботи
Компетентності ОП	Інтегральна компетентність: Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, застосовувати методологію наукової та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення. Загальні компетентності - ЗК1. Здатність генерувати нові ідеї (креативність). - ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. - ЗК4. Здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій та з дотичних до міждисциплінарних напрямів на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності. Спеціальні компетентності - СК1. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, керування складними організаційно-технічними чи кіберфізичними системами та дотичних до неї міждисциплінарних напрямів і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях. - СК3. Здатність застосовувати сучасні методи дослідження, синтезу, проектування систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, їх програмних та апаратних компонентів, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та викладацькій діяльності. - СК4. Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій та міждисциплінарні проекти у суміжних галузях, проявляти лідерство під час їх реалізації. - СК5. Здатність створювати новітні системи автоматизації, комп'ютерно-інтегровані технології, розробляти їх технічне, інформаційне, математичне, програмне та організаційне забезпечення із застосуванням сучасних інформаційних технологій, інструментів та компонентів. РН3. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів і процесів автоматизації, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних розробок у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій та дотичних міждисциплінарних напрямів. РН4. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих комплексів та їх складових з використанням сучасних методів дослідження, технічних, програмних засобів та з дотриманням норм академічної і професійної

Програмні результати навчання з ОП	етики. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані. • РН5. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти в галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, які дають змогу переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику з врахуванням економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів. Забезпечувати захист інтелектуальної власності. • РН6. Розробляти і застосовувати сучасні методи аналізу, синтезу, проектування та дослідження систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, їх програмних та апаратних компонентів. • РН7. Застосовувати сучасні цифрові технології, мікропроцесорні засоби, мехатронні компоненти, спеціалізоване програмне забезпечення, для створення новітніх систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, їх технічного, інформаційного, математичного, програмного та організаційного забезпечення. • РН8. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.
Обсяг курсу	Очна (денна) форма здобуття освіти: Кількість кредитів ECTS — 4; лекції — 16 год.; практичні заняття — 24 год.; самостійна робота — 80 год.;
Ознаки курсу	Рік навчання — 1; семестр — 2; Обов'язкова (для здобувачів інших ОП може бути вибірковою) дисципліна; кількість модулів — 2;
Форма контролю	Поточний контроль: модульні тести Підсумковий контроль: екзамен
Компетентності та дисципліни, що є передумовою для вивчення	
Матеріально-технічне та/або інформаційне забезпечення	Персональний ПК (мінімальна RAM 8GiB, дисковий простір 1G). Програмне забезпечення: * OriginLab OriginPro (студентська версія) * Image Processing Lab (з відкритим кодом) * GNU Image Manipulation Program (GIMP) (з відкритим кодом) * Python 3 (безкоштовно)

СТРУКТУРА КУРСУ

Лекційний курс

Годин
ОФЗО ЗФЗО

Концептуальні основи інтелектуального аналізу даних у кіберфізичних системах.
Розпізнавання образів у сучасних АСУ та кіберфізичних системах (CPS). Архітектура систем інтелектуального аналізу: від сенсора до прийняття рішень. Методологія дослідження результатів обробки сигналів: постановка задачі та критерії ефективності.

2

Математичні моделі та методи обробки нестационарних сигналів.
Часово-частотний аналіз: від Фур'є до вейвлет-перетворень. Просторово-частотний аналіз багатовимірних сигналів: фільтрація та виділення ознак на зображеннях. Спектральний та кореляційний аналіз у задачах ідентифікації об'єктів керування. Методи придушення шумів та виділення інформативних ознак (Feature Extraction).

2

Моделі комп'ютерного зору в задачах автоматизації.
Математичне представлення та препроцесинг зображень як багатовимірних сигналів. Методи сегментації та детектування об'єктів у реальному часі. Алгоритми аналізу текстур та геометричних ознак для промислового моніторингу.

2

Машинне навчання та нейромережеві архітектури для розпізнавання образів.
Глибоке навчання (Deep Learning) та згорткові нейронні мережі (CNN) у задачах аналізу візуальної інформації. Рекурентні мережі (RNN/LSTM) та трансформери для аналізу часових рядів (сигналів). Проблема перенавчання та методи регуляризації.

2

Інтелектуальна технічна діагностика та прогнозування станів.
Розпізнавання станів об'єктів на основі сигнальних портретів (аналіз вібрацій, струмів тощо). Класифікація аномалій та дефектів за допомогою статистичних методів та інтелектуального аналізу. Побудова прогнозних моделей (Predictive Maintenance) у системах керування.

2

Синтез систем управління з візуальним зворотним зв'язком.
Інтеграція засобів комп'ютерного зору в контур керування. Моделі обчислювального інтелекту для корекції траєкторій у робототехнічних комплексах. Забезпечення стійкості та швидкодії систем з інтелектуальним аналізом зображень.

3

Обробка мультимодальних даних та інтелектуальна фільтрація.
Data Fusion: об'єднання інформації з відеокамер, радарів та сигнальних датчиків. Адаптивні методи фільтрації (Кальман, частинкові фільтри) в умовах невизначеності. Статистичний аналіз результатів експериментальних досліджень.

3

РАЗОМ: 16

Практичні заняття (теми)

Годин
ОФЗО ЗФЗО

Цифрове подання зображень та статистичний аналіз кольорних компонент.

2

Теми занять, короткий зміст

Сегментація зображень за інтенсивністю та порівняльний аналіз алгоритмів бінаризації.	2
Просторове покращення зображень шляхом нелінійних точкових градаційних перетворень.	2
Дослідження лінійних усереднюючих фільтрів та їх впливу на сегментацію 2D-сигналів.	3
Дослідження розмиваючих фільтрів Гауса та 3D-аналіз топографії інтенсивності 2D-сигналів.	3
Дослідження фільтрів підвищення різкості та дискретного оператора Лапласа.	3
Дослідження нелінійних медіанних фільтрів та їх впливу на порогову сегментацію і 3D-топографію інтенсивностей 2D-сигналів.	3
Дослідження диференціальних операторів Собела та Кенні для детектування меж об'єктів у умовах гаусової регуляризації.	3
Частотний аналіз 2D-сигналів та спектральна фільтрація зображень дефектів на основі двовимірного перетворення Фур'є.	3
РАЗОМ:	24

ІНШІ ВИДИ РОБІТ

Теми, короткий зміст

Теми на самостійне опрацювання:

1. Життєвий цикл розробки складного інноваційного проекту в галузі автоматизації. Управління ризиками та оцінка ефективності на різних етапах.
2. Проектування інноваційних систем та методологія впровадження. Адаптація сучасних методологій (Agile, Scrum) для інженерних рішень.
3. Апаратно-програмна реалізація алгоритмів на базі мікропроцесорних засобів. Оптимізація обчислювальних ресурсів для задач реального часу.
4. Методи розгортання нейромережових моделей на периферійних пристроях (Edge AI). Адаптація алгоритмів глибокого навчання для вбудованих систем.
5. Технології злиття даних (Data Fusion) від гетерогенних сенсорів. Комплексна обробка інформації для підвищення надійності АСУ.
6. Кібербезпека промислових мереж та захист даних у кіберфізичних системах. Виявлення аномалій та забезпечення стійкості до кібератак.
7. Хмарні обчислення та Інтернет речей (IoT) для масштабування кіберфізичних систем. Розподілена обробка великих даних у сучасних задачах автоматизації.

Інформаційні джерела для вивчення курсу

1. Електронний навчальний курс "Цифрова обробка сигналів та зображень" в системі електронного навчання ТНТУ ATutor, ID 6883.
2. Кіберфізичні системи: технології збору даних : навч. посіб. / за ред. А. О. Мельника. Львів : Магнолія, 2024.
3. Кутковецький В. Я. Розпізнавання образів : навч. посіб. Миколаїв : ЧНУ ім. Петра Могили, 2017.
4. Murphy K. P. Probabilistic Machine Learning: An Introduction. Cambridge, MA: MIT Press, 2022.
5. Nixon M., Aguado A. Feature Extraction and Image Processing for Computer Vision. 4th ed. Academic Press, 2019.
6. Szeliski R. Computer Vision: Algorithms and Applications. 2nd ed. Springer, 2022.
7. Gonzalez R. C., Woods R. E. Digital Image Processing. 4th ed. Pearson, 2018.
8. Chollet F. Deep Learning with Python. 2nd ed. Manning Publications, 2021.
9. Zhang A., Lipton Z. C., Li M., Smola A. J. Dive into Deep Learning. Cambridge University Press, 2023.
10. Corke P. Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms In MATLAB. Springer, 2023.
11. Montgomery D. C. Design and Analysis of Experiments. 9th ed. John Wiley & Sons, 2017.
12. Burkov A. Machine Learning Engineering. True Positive Inc., 2020.
13. Konovalenko, I.; Maruschak, P.; Kozbur, H.; Brezinová, J.; Brezina, J.; Nazarevich, B.; Shkira, Y. Influence of Uneven Lighting on Quantitative Indicators of Surface Defects. *Machines* 2022, 10, 194. <https://doi.org/10.3390/machines10030194>
14. Maruschak, P.; Konovalenko, I.; Osadtsa, Y.; Medvid, V.; Shovkun, O.; Baran, D.; Kozbur, H.; Mykhailyshyn, R. Surface Illumination as a Factor Influencing the Efficacy of Defect Recognition on a Rolled Metal Surface Using a Deep Neural Network. *Appl. Sci.* 2024, 14, 2591. <https://doi.org/10.3390/app14062591>

Політики курсу

Політика контролю	Використовуються такі засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання: поточне опитування; тестування; виконання індивідуальних завдань та презентацій; оцінювання результатів виконаних самостійних робіт; бесіди та обговорення проблемних питань; дискусії; індивідуальні консультації; кваліфікаційний іспит.
Політика щодо консультування	Консультації при вивченні дисципліни проводяться згідно затвердженого на кафедрі. Консультування передбачено як очно, так і з використанням ресурсів електронного навчального курсу у середовищі електронного навчання університету.
Політика щодо перескладання	Здобувач має право на повторне складання модульного контролю з метою підвищення рейтингу протягом тижня після складання модульного контролю за графіком. Перескладання кваліфікаційного іспиту відбувається в терміни, визначені графіком освітнього процесу. Здобувач має право на зарахування результатів навчання здобутих у неформальній чи інформальній освіті.
Політика щодо академічної доброчесності	При складанні усіх видів контролю у середовищі електронного навчання завжди активується система розпізнавання особи, що складає контроль. Усі практичні роботи у ЕНК перевіряються вбудованою системою Антиплагіат. При складанні усіх форм контролю забороняється списування, у тому числі з використанням сучасних інформаційних технологій.
Політика щодо відвідування	Відвідування занять є обов'язковим компонентом освітнього процесу. За наявності поважних причин (наприклад, хвороба, особливі потреби, відрядження, сімейні обставини, участь у програмах академічної мобільності тощо) навчання може здійснюватися за індивідуальним графіком, погодженим із завідувачем відділу аспірантури та докторантури.

СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ

Розподіл балів, які отримують аспіранти за курс

Модуль 1			Модуль 2			Підсумковий контроль		Разом з дисципліни
Аудиторна та самостійна робота			Аудиторна та самостійна робота			Теоретичний курс	Практичне завдання	100
Теоретичний курс (тестування)	Практична робота		Теоретичний курс (тестування)	Практична робота				
15	20		15	25		15	10	
№ лекції	Види робіт	К-ть балів	№ лекції	Види робіт	К-ть балів			
Тема 1	Практичне заняття №1	5	Тема 5	Практичне заняття №5	5			
Тема 2	Практичне заняття №2	5	Тема 6	Практичне заняття №6	5			
Тема 3	Практичне заняття №3	5	Тема 7	Практичне заняття №7	5			
Тема 4	Практичне заняття №4	5	Тема 8	Практичне заняття №8	5			
				Практичне заняття №9	5			

Розподіл оцінок		
Сума балів за навчальну діяльність	Шкала ECTS	Оцінка за національною шкалою, екзамен
90-100	A	Відмінно
82-89	B	Добре
75-81	C	Добре
67-74	D	Задовільно
60-66	E	Задовільно
35-59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання
1-34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни
Затверджено рішенням кафедри АВ, протокол №1 від «28» серпня 2025 року. ПОГОДЖЕНО Гарант освітньої програми доктор філософії (PhD), доцент кафедри КТ Ірина ДІДИЧ		