



The Ministry of
Education and Science
of Ukraine

<https://nure.ua/>

Kharkiv National
University of
Radio Electronics

KITAM

3
2
0
2

COLLECTION

OF STUDENTS' SCIENTIFIC PAPER

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2023

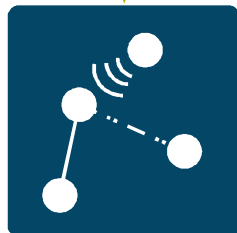
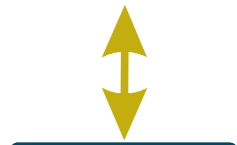
(Part 1)



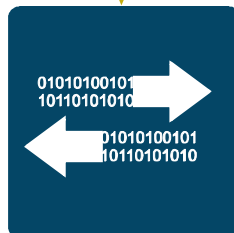
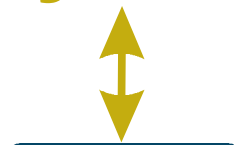
Industry 4.0



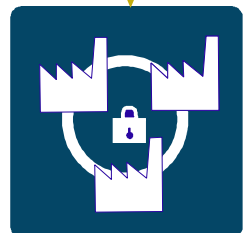
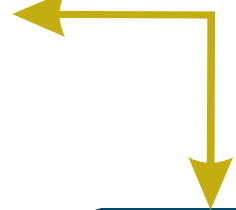
Digital control
life cycle



Distributed Computer
Systems



Fast
integration and
flexible
configuration



Cyber-physical
system

3
2
0
2

ЗБІРНИК

студентських наукових статей
«Автоматизація та приладобудування»
ADED-2023
(Випуск 1)
[електронне видання]



→ Industry 4.0

- Головий редактор** **Невлюдов Ігор Шакирович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
- Редакційна колегія:** **Филипенко Олександр Іванович**, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики та комп'ютеризованих технологій, Харківського національного університету радіоелектроніки.
- Цимбал Олександр Михайлович**, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
- Андрусевич Анатолій Олександрович**, доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу національного авіаційного університету
- Косенко Віктор Васильович**, доктор технічних наук, професор, зам. директора Державного підприємство «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості».
- Замірець Микола Васильович**, доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування.
- Свищ Володимир Митрофанович**, доктор технічних наук, професор, радник директора Державне науково-виробниче підприємство «Об'єднання Комунар».
- Фомовська Олена Владиславівна**, кандидат технічних наук, доцент завідувач кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.
- Кухаренко Дмитро Володимирович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського
- Демська Наталія Павлівна**, кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
- Фурманова Наталія Іванівна**, кандидат технічних наук, доцент, в.о. декана факультета Радіоелектроніки і телекомунікацій, Національного університету «Запорізька політехніка».
- Відповідальний редактор:** **Євсєєв Владислав В'ячеславович**, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Автоматизація та Приладобудування («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2023) [Електронний ресурс]: збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Вип. 1. – 336с.

Collection of Students' Scientific Paper «Automation and Development Of Electronic Devices» ADED-2023 Part 1 (Key infrastructure 2023) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National University of Radio Electronics [electronic edition], 2023. – 336p with.

Рекомендовано рішенням
Науково-технічної ради
Харківського національного
університету радіоелектроніки
протокол №6 від 29.11.2018

Рекомендовано рішенням Вченої ради
факультету Автоматики і комп'ютеризованих технологій
Харківського національного
університету радіоелектроніки
протокол № 6 від 01.05.2023

Збірник містить наукові статті здобувачів першого (бакалаврського), другого (магістерського) рівнів вищої освіти кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки (КІТАМ) Харківського національного університету радіоелектроніки, кафедри Інформаційних технологій електронних засобів (ІТЕД) Запорізького національного технічного університету та кафедри Електронних апаратів (ЕА) Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського які навчаються за спеціальностями: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 172 Телекомунікації та радіотехніка, 171 Електроніка та 163 Біомедична інженерія. Статті надані в авторській редакції.

©ХНУРЕ, 2023 рік

ЗМІСТ

<i>Бацуля Р. В.</i> Аналіз сучасних розробок у сфері робототехніки	9
<i>Дяченко Е. С.</i> Аналіз сучасних розробок в області розумного будинку	15
<i>Кап'юнкін В. Г.</i> Розроблення системи голосового керування сайтом для людей з обмеженими можливостями	19
<i>Карташова В. В.</i> Аналіз сучасних роботизованих та експертних систем	24
<i>Кащев В. А., Артюх В. С.</i> Аналіз створення інтерфейсів користувача програмного забезпечення автоматизованих систем	31
<i>Кравченко С. В.</i> Аналіз автоматизованих систем керування технологічними процесами сучасного підприємства	36
<i>Наумов М. С.</i> Автоматизація приладобудівних приміщень	42
<i>Остапенко І. В.</i> Комп'ютерне зорове сприйняття	47
<i>Перебийніс Д. А.</i> Аналіз сучасного стану розробок в області автоматизації	52
<i>Рудакова Г. В.</i> Аналіз сучасних розробок в області комп'ютерного зору	57
<i>Дмитрієв Д. В.</i> Розробка макету пристрою дистанційного керування антропоморфним хватним пристроєм	61
<i>Андреев А. С.</i> Перспективи використання PHP та MYSQL в проектах	66
<i>Вінниченко С. О.</i> Огляд можливих ризиків кібератаки для віртуального підприємства та способів їх запобігання	70
<i>Гребенков Д. В.</i> Огляд сучасних безпілотних літальних апаратів	74
<i>Кирпота Ф., Халімонов Я.</i> Особливості QR-кодів та проблеми Fishing	78
<i>Макушев І. А.</i> Огляд сучасних роботів-маніпуляторів	82
<i>Олінкевич Я. В.</i> PHP & HTML: файли cookie, сесії, автентифікація	86
<i>Поліканов К. А.</i> Безпека QR-кодів та Phishing атаки	91
<i>Коноваленко К.</i> Розробка структурної схеми мобільної маніпуляційної платформи для розмінування ...	95
<i>Реука Є.</i> Розробка структурної схеми PID контролера для керування позиціонування сонячної панелі для автономних мобільних роботів	100

<i>Александров В.О.</i>	
Перспективи розвитку повітряної робототехніки в Україні	105
<i>Савін В.А.</i>	
Аналіз сучасних методів виявлення вибухонебезпечних об'єктів	110
<i>Залож Є.</i>	
Управління збутом продукції виробничого підприємства на основі динамічних QR-кодів	115
<i>Воронов Д.О.</i>	
Розробка програмних модулів на основі датчика LIDAR для системи управління БПЛА	119
<i>Коротун Є.В.</i>	
Факторний аналіз фотополімерних смол для 3D-друку	124
<i>Світайло Д. М.</i>	
Аналіз причин кібератак та інформаційної безпеки	128
<i>Долгуля А.В.</i>	
Дослідження переміщення чотирилапого зооморфного робота «Робокіт» у невизначеному просторі	132
<i>Кривий М.В.</i>	
Робототехнічні системи та їхнє використання	138
<i>Нієнова Д. V.</i>	
Programmable Providing of Data on Functional Dependencies of Material Characteristics ...	143
<i>Білоус М.Ю., Іщенко М.Д.</i>	
Автоматизація розподілу сервісних робіт на підприємстві	147
<i>Кравченко С. В.</i>	
Аналіз сучасного фреймворка ASP.NET CORE для WEB-додатків	151
<i>Башкір Б.В.</i>	
Переваги та недоліки термопластавтоматів	156
<i>Зибенко О. О.</i>	
Впровадження електроерозійних варстатів з ЧПК в розумне виробництво	160
<i>Кальченко А.С.</i>	
Особливості 3D-ДРУКУ для принтерів FDM/FFF	165
<i>Маковоз С. К.</i>	
Комп'ютерне моделювання механічної частини плазмового ЧПУ верстата	170
<i>Піхтерьов А.Д.</i>	
Переваги та недоліки 3D-принтерів з полярною кінематикою	174
<i>Придятько Д.Р.</i>	
Огляд можливостей систем технічного зору для пошуку вибухонебезпечних предметів	178
<i>Шерстюк А. М.</i>	
Системологічний аналіз проблеми автоматизації виявлення браку продукції приладобудівельного підприємства	183
<i>Лукеча І.</i>	
Математична модель системи позиціонування стимулюючого електрода на біологічно активні точки	189
<i>Обозін Я.В.</i>	
Особливості засобів для ремонту пошкоджених автомобілів	195
<i>Shevchenko A.A.</i>	
Development of Program Tools to Provide Automated Data Plots Visualisation for Scientific Aided Computation Software	199

<i>Шишко А.Т., Кулешов Д.С.</i>	
ІоТ-рішення для автоматизації виробничого приміщення на базі ESP8266 та Веб-сервера	205
<i>Білошапка І.В.</i>	
Розробка методів щодо створення програмних модулів автоматизованого проектування деталей для системи LibreCAD	209
<i>Левченко К.О.</i>	
Кінематика 3D – принтерів	215
<i>Муравка Р.</i>	
Дослідження роботи мобільного робота з використанням різних сенсорів для збору даних про зовнішнє середовище	219
<i>Склярів М. В., Тарасенко К. А.</i>	
Впровадження технологій 3D візуалізації у виробництво та навчання	224
<i>Скрипниченко В.О.</i>	
Вплив автоматичних регуляторів на лінійні об'єкти автоматизації	229
<i>Пустовалов Д.</i>	
Дослідження методу триангуляції та його застосування у робототехніці та повсякденному житті	235
<i>Леонов Ю.С.</i>	
Аналіз систем підігріву та підтримання температури повітря в 3D-принтер	241
<i>Щербина В.</i>	
Розробка віддаленої системи екстреного керування мобільним роботом на базі ESP8266	245
<i>M. Sc. Isabelle Elisabeth Metzen, Nienova D.V.</i>	
Utilizing Engineering and Programming Approaches Implemented in a Multidisciplinary Experiment as an Innovation Platform for Biological Climate Change Research	248
<i>Ахмад Д.Х.</i>	
Сервер для організації обміну даними та керування мобільною платформою	253
<i>Бузніков В.Р.</i>	
Використання технології комп'ютерного зору для виявлення вибухонебезпечних предметів	257
<i>Гребенюк Б.А.</i>	
Розробка підсистеми управління інтелектуальним роботом	263
<i>Карпов М.С.</i>	
Аналіз бездротових сенсорних мереж	270
<i>Поддубняк І. А.</i>	
Розробка мобільної платформи для пошукових робіт	277
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Інтелектуальна автоматизація технологічних процесів	283
<i>Візір Ю.С., Кравченко К.В.</i>	
Система автоматизованого контролю та підтримки оптимального рівня освітленості у приміщеннях	287
<i>Лащин З.В.</i>	
Автоматизація процесу управління ресурсами навчальних лабораторій	291
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Аналіз сучасних інтелектуальних технологій, які застосовуються при виробництві приборів та систем	296

<i>Сокол Б.В.</i>	
Порівняльне моделювання кінематик 3D принтера	300
<i>Бєлий Я.В.</i>	
Особливості управління багатоступневими взаємопов'язаними нелінійними об'єктами	305
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Інтелектуальна автоматизація технологічних процесів	308
<i>Бєлий Я.В.</i>	
Розробка однорівневої системи контролю та управління доступом	313
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Аналіз сучасних інтелектуальних технологій, які застосовуються при виробництві приборів та систем	318
<i>Монзер А.А.</i>	
Автоматичне визначення області сканування в адаптивній бінарізації зображення	322
<i>Савченко П.М.</i>	
Особливості виробничих адаптивних систем автоматичного управління	326
<i>Савченко П.М.</i>	
Розробка системи управління світломузичною установкою на базі arduino Nano	330
<i>Катишев І.А., Катишев В.І.</i>	
Збільшення ефективності вакуумного сонячного колектора	333

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ РОЗРОБОК В ОБЛАСТІ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ**Г. В. Рудакова**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, Харків, пр. Науки

E-mail: hanna.rudakova@nure.ua

Анотація: Дослідження присвячено аналізу сучасних розробок в області комп'ютерного зору для того, щоб дозволяти комп'ютерам і системам отримувати значущу інформацію з цифрових зображень, відео та інших візуальних вхідних даних – і вживати дій або давати рекомендації на основі цієї інформації. Якщо штучний інтелект дозволяє комп'ютерам мислити, комп'ютерний зір дозволяє їм бачити, спостерігати та розуміти. Завдання комп'ютерного зору можна розділити на такі категорії: класифікація зображень, виявлення та розпізнавання об'єктів із зображень і завдання сегментації зображень. Завдання класифікації зображень вважаються одними з найпоширеніших завдань комп'ютерного зору.

Ключові слова: Computer Vision; Artificial Intelligence; Machine Learning.

ANALYSIS OF MODERN DEVELOPMENTS IN THE FIELD OF COMPUTER VISION**H. Rudakova**

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

Email address: hanna.rudakova@nure.ua

Abstract: Research focuses on the analysis of current developments in computer imaging to enable computers and systems to extract meaningful information from digital images, video, and other visible inputs – and take action or make recommendations based on that information. If artificial intelligence allows computers to think, computer vision allows them to see, observe and understand. Computer vision tasks can be divided into the following categories: image classification, image object detection and recognition, and image segmentation tasks. Image classification tasks are considered one of the most common computer vision tasks.

Keywords: Computer Vision; Artificial Intelligence; Machine Learning.

В зв'язку з масовим вторгненням росіян на українські землі зараз, як ніколи, країна потребує багатьох видів допомоги. Одна з проблем, це те, що населення Росії кількісно переважає населення України.

Використання безпілотників дає можливість збирати розвіддані і приймати участь у бойових операціях. За допомогою безпілотників документували воєнні злочини журналісти, які вели репортажі з раніше недоступних зон бойових дій.

В Україні присутнє широке та ефективне використання невеликих комерційних безпілотників, багатьма з яких керують цивільні добровольці для збору розвідданих. Це допомагає українським військовим оцінити ситуацію, ідентифікувати російські позиції і моніторити переміщення військ.

Безпілотники мають більший радіус дії, ніж багато ракет, які зараз є в арсеналі України. Вони дешевші, не вимагають такого ж рівня підготовки, який потрібен екіпажам літаків, і не наражають українських військових на ризик загибелі або захоплення. [1,2]

Метою дослідження є аналіз технологій комп'ютерного зору, визначення основних із них, а також переваги використання програм комп'ютерного зору.

В процесі дослідження були вирішені такі завдання:

- проведено аналіз технологій комп'ютерного зору;
- визначено функціональні можливості та головні переваги використання кожної технології;

– проведено огляд використання програм комп'ютерного зору популярними компаніями.

Комп'ютерний зір потребує великої кількості даних. Він проводить аналіз даних знову і знову, доки не розпізнає відмінності та остаточно розпізнає зображення. Наприклад, щоб навчити комп'ютер розпізнавати автомобільні шини, йому потрібно надати величезну кількість зображень шин і предметів, пов'язаних із шинами, щоб дізнатися про відмінності та розпізнати шину, особливо без дефектів.

Для цього використовуються дві основні технології: тип машинного навчання, що називається глибоким навчанням, і згортальна нейронна мережа.

Машинне навчання використовує алгоритмічні моделі, які дозволяють комп'ютеру навчитися контексту візуальних даних. Якщо через модель подано достатньо даних, комп'ютер «перегляне» дані та навчиться відрізняти одне зображення від іншого. Алгоритми дозволяють машині навчатися самостійно, а не хтось програмує її розпізнавати зображення.

Згортальна нейронна мережа допомагає моделі машинного або глибокого навчання «виглядати», розбиваючи зображення на пікселі, яким присвоюють теги або мітки. Він використовує мітки для виконання згорток (математична операція над двома функціями для створення третьої функції) і робить прогнози щодо того, що він «бачить». Нейронна мережа запускає згортки та перевіряє точність своїх прогнозів у серії ітерацій, доки прогнози не почнуть збуватися. Тоді це розпізнавання або бачення зображень у спосіб, подібний до людей.

Подібно до того, як людина створює зображення на відстані, згортальна нейронна мережа спочатку розрізняє жорсткі грані та прості форми, а потім заповнює інформацію, коли виконує ітерації своїх прогнозів. Згортальна нейронна мережа використовується для розуміння окремих зображень. Повторювана нейронна мережа використовується подібним чином для відео-застосунків, щоб допомогти комп'ютерам зрозуміти, як зображення в серії кадрів пов'язані одне з одним.

У галузі комп'ютерного зору проводиться багато досліджень, але це не просто дослідження. Реальні програми демонструють, наскільки важливий комп'ютерний зір для діяльності в бізнесі, розвагах, транспорті, охороні здоров'я та повсякденному житті (рис. 1). Ключовою рушійною силою зростання цих додатків є потік візуальної інформації, що надходить зі смартфонів, систем безпеки, камер дорожнього руху та інших пристроїв з візуальними інструментами. Ці дані можуть відігравати важливу роль у діяльності в різних галузях, але сьогодні вони не використовуються.

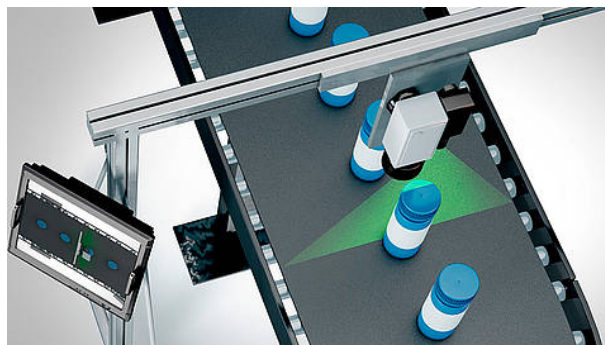


Рисунок 1 – Приклад використання комп'ютерного зору на виробництві

Ця інформація створює тестовий стенд для навчання додатків комп'ютерного зору та панель запуску, щоб вони стали частиною ряду людських дій:

– Автономні транспортні засоби. Комп'ютерний зір необхідний для створення самокерованих автомобілів. Такі виробники, як Tesla, BMW, Volvo та Audi, використовують численні камери, лідари, радары та ультразвукові датчики для отримання зображень із навколишнього середовища, щоб їхні безпілотні автомобілі могли виявляти об'єкти, розмітку смуг, знаки та сигнали світлофора для безпечного керування автомобілем.

– Програма Google Translate. Усе, що вам потрібно зробити, щоб прочитати знаки іноземною мовою, це навести камеру телефону на слова, і дозволити додатку Google Translate майже миттєво сказати вам, що вони означають вашою мовою. Використовуючи оптичне розпізнавання символів для перегляду зображення та доповнену реальність для накладання точного перекладу, це зручний інструмент, який використовує комп'ютерне зір.

– Розпізнавання обличчя. Китай, безумовно, перебуває на передовій технології розпізнавання обличчя, і вони використовують її для роботи поліції, платіжних порталів, контрольно-пропускних пунктів в аеропорту та навіть для видачі туалетного паперу та запобігання крадіжкам паперу в парку Тяньтань у Пекіні, серед багатьох інших програми.

– Охорона здоров'я. Оскільки 90 відсотків усіх медичних даних базуються на зображеннях, комп'ютерний зір можна використовувати в медицині безліччю. Від впровадження нових медичних діагностичних методів для аналізу рентгенівських променів, мамографії та інших сканувань до спостереження за пацієнтами для раннього виявлення проблем і надання допомоги в хірургічному втручанні, очікуйте, що наші медичні установи, спеціалісти та пацієнти отримують користь від комп'ютерного зору сьогодні та ще більше в майбутньому, оскільки його розгорнули в охороні здоров'я.

– Відстеження спортивних змагань у реальному часі. Відстеження м'яча та шайби на телевізійних спортивних трансляціях вже деякий час є звичайним явищем, але комп'ютерне бачення також допомагає аналізувати гру та стратегію, продуктивність і рейтинги гравців, а також відстежувати видимість спонсорства бренду в спортивних трансляціях.[3]

– Сільське господарство. На виставці CES 2019 компанія John Deere представила напівавтономний зернозбиральний комбайн, який використовує штучний інтелект і комп'ютерне зір для аналізу якості зерна під час збирання та пошуку оптимального маршруту по культурах. Існує також великий потенціал для комп'ютерного зору для ідентифікації бур'янів, щоб можна було розпилувати гербіциди безпосередньо на них, а не на посіви. Очікується, що це зменшить кількість необхідних гербіцидів на 90 відсотків.

– Виробництво. Комп'ютерне бачення різними способами допомагає виробникам працювати безпечніше, розумніше та ефективніше. Прогнозне технічне обслуговування є лише одним із прикладів, коли обладнання контролюється за допомогою комп'ютерного зору, щоб втрутитися до того, як поломка спричинить дорогий простой. Упаковка та якість продукту контролюються, браковані продукти також зменшуються за допомогою комп'ютерного зору.

Уже існує величезна кількість реальних програм для комп'ютерного зору, і ця технологія ще молода. Оскільки люди та машини продовжуватимуть співпрацювати, людська робоча сила звільниться, щоб зосередитись на важливіших завданнях, оскільки машини автоматизуватимуть процеси, які покладаються на розпізнавання зображень.

Багато організацій не мають ресурсів для фінансування лабораторій комп'ютерного зору та створення моделей глибокого навчання та нейронних мереж. Їм також може бракувати обчислювальної потужності, необхідної для обробки величезних наборів візуальних даних. Такі компанії, як IBM, допомагають, пропонуючи послуги з розробки програмного забезпечення комп'ютерного зору. Ці сервіси надають готові моделі навчання, доступні з хмари, а також зменшують попит на обчислювальні ресурси. Користувачі підключаються до служб через інтерфейс прикладного програмування (API) і використовують їх для розробки програм комп'ютерного зору. [4,5]

IBM також представила платформу комп'ютерного бачення, яка вирішує питання як розвитку, так і обчислювальних ресурсів. IBM Maximo Visual Inspection містить інструменти, які дозволяють експертам із предметних питань маркувати, навчати та розгортати бачні моделі глибокого навчання – без програмування чи досвіду глибокого навчання. Моделі бачення можна розгортати в локальних центрах обробки даних, у хмарі та периферійних пристроях.

Незважаючи на те, що стає легше отримати ресурси для розробки програм комп'ютерного зору, важливе питання, на яке варто відповісти на ранній стадії: що саме будуть робити ці

програми? Розуміння та визначення конкретних завдань комп'ютерного зору може зосередити та перевірити проекти та програми та полегшити початок роботи.

Ось кілька прикладів усталених завдань комп'ютерного зору:

– Класифікація зображень бачить зображення та може його класифікувати (собака, яблуко, обличчя людини). Точніше, він здатний точно передбачити, що дане зображення належить до певного класу. Наприклад, компанія соціальних медіа може використовувати його для автоматичної ідентифікації та відокремлення небажаних зображень, завантажених користувачами.

– Виявлення об'єктів може використовувати класифікацію зображень для ідентифікації певного класу зображень, а потім виявлення та таблиці їх появи на зображенні чи відео. Приклади включають виявлення пошкоджень на складальній лінії або ідентифікацію обладнання, яке потребує технічного обслуговування.

– Відстеження об'єкта стежить за об'єктом після його виявлення. Це завдання часто виконується за допомогою послідовних зображень або відео в реальному часі. Автономні транспортні засоби, наприклад, повинні не тільки класифікувати та виявляти такі об'єкти, як пішоходи, інші автомобілі та дорожня інфраструктура, вони повинні відстежувати їх у русі, щоб уникнути зіткнень і дотримуватися правил дорожнього руху.

– Пошук зображень на основі вмісту використовує комп'ютерний зір для перегляду, пошуку та отримання зображень із великих сховищ даних на основі вмісту зображень, а не пов'язаних із ними тегів метаданих. Це завдання може включати автоматичне анотування зображення, яке замінює ручне тегування зображення. Ці завдання можна використовувати для систем управління цифровими активами, також вони можуть підвищити точність пошуку та вилучення. [6]

ВИСНОВКИ: У результаті проведення аналізу технологій комп'ютерного зору визначено, що є як згортальна нейронна мережа, так і повторювана, що дає змогу комп'ютерам зрозуміти, як зображення в серії кадрів пов'язані одне з одним. Також проведено огляд прикладів використання комп'ютерного зору популярними компаніями.

Для отримання найкращого результату у розробці програмного забезпечення можна скористатися платформою IBM Maximo Visual Inspection або будь-якою іншою, яка підходить за задачами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Системи штучного інтелекту [Електронний ресурс]. – режим доступу <http://ai.lviv.ua/ais/>
2. 7 Amazing Examples of Computer And Machine Vision In Practice [Електронний ресурс]. – режим доступу <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2019/04/08/7-amazing-examples-of-computer-and-machine-vision-in-practice/?sh=21781dfd1018>
3. IBM [Електронний ресурс]. – режим доступу <https://www.ibm.com/topics/computer-vision>
4. Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Maksymova, S., Demska, N., Kolesnyk, K., & Miliutina, O. (2022, September). Object Recognition for a Humanoid Robot Based on a Microcontroller. In 2022 IEEE XVIII International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH) PP. 61-64. DOI: 10.1109/MEMSTECH55132.2022.10002906
5. Nevliudov I., Omarov M., Yevsieiev V., Bronnikov A., Lyashenko V. Method of Algorithms for Cyber-Physical Production Systems Functioning Synthesis // International Journal of Emerging Trends in Engineering Research. – 2020. – Vol. 8(10). – P. 7465-7473.
6. Yevsieiev V., Bronnikov A. Information systems development methodologies application analysis for cyber-physical production systems development. III International scientific-practical conference “Theory, science and practice” (Japan, Tokyo, 5–8 October 2020). P. 398–401. DOI: 10.46299/ISG.2020.II.III.

Науковий керівник: *Бронніков Артем Ігорович, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківський національний університет радіоелектроніки.*