

8.4 Комп'ютерна система розпізнавання обличь

Напрямок та види розпізнавання обличь

Останніми роками штучний інтелект (ШІ) став ключовим фактором технологічного прогресу. Різні країни з легкістю понурились в новітні технології. Розуміючи що ШІ має глибокий вплив на різні сфери людського життя, уряд Китаю доручив Китайській асоціації штучного інтелекту (СААІ) розробити етичні принципи для штучного інтелекту. У Китаї запроваджено обов'язкове цифрове маркування текстів, фотографій та голосів, створених штучним інтелектом, однак акцент також робиться на конфіденційності. Розроблено документ, який набув чинності 10 січня 2023 року, встановлює вимоги до надання послуг глибокого синтезу для створення зображень, відео, аудіо, тексту та ін. Створений контент повинен відповідати правилам контролю інформації, маркуватися як штучно створений, а його розповсюджувачі зобов'язані вживати заходів щодо запобігання неправомірному використанню та реєстрації своїх алгоритмів (забороняється публікувати контент, створений штучним інтелектом, без спеціального маркування). Японія впроваджує розпізнавання обличь у виробництво автомобілів, де воно використовується для виявлення ознак втоми водія та запобігання аваріям, на робочих місцях для контролю стану працівників та підвищення їхньої продуктивності [295].

29 країн, включаючи Китай, членів ЄС та США, підписали договір про зниження ризиків ШІ. Очікується битва за контроль над технологією та прийняття нових стандартів штучного інтелекту.

Розробка і впровадження технології розпізнавання обличь в Україні набирає обертів, багато підприємств впроваджують технологію в системи відеоспостереження, безпеки [295].

Галузі, в яких зосереджені найбільші можливості для впровадження систем розпізнавання обличь:

- Роздрібна торгівля (рітейл) вже тестує технологію розпізнавання.
- Складські приміщення.

– Супермаркети, торгові центри, вокзали, концертні зали, площі.

У банківській сфері розпізнавання обличь використовується для:

– Аналізу клієнтів - віку, статі.

– Кількості унікальних відвідувачів.

– Кількості і частоти повторних відвідувань.

– Виявлення шахраїв і зменшення крадіжок.

– Контроль дій персоналу.

– В системах контролю доступу, для організації фізичного доступу до найбільш охоронюваних приміщень.

– Для ідентифікації, верифікації, автентифікації як фізичних, так і програмних додатків [296].

– При розгляді кредитних заявок.

– Правоохоронних органів.

Найбільша мережа супермаркетів в світі Walmart's Use of Sci-fi Tech To Spot . Shoplifters Raises Privacy Questions вже використовує не тільки систему маркування товарів, а і систему розпізнавання обличь для боротьби з крадіжками.)

Відео архів системи відеоспостереження зберігає і дозволяє при необхідності миттєво знайти інформацію про дату, час, напрямок руху об'єкту який цікавить людину, відеокадри із зображенням його обличчя. Між камерне стеження може відстежувати подальший маршрут об'єкту після моменту виявлення [301].

Велика кількість об'єктів в кадрі.

Покриття мережі камер відеоспостереження в більшості великих приміщень дуже багато. Саме цей аспект внесе своє коригування в роботу системи розпізнавання об'єктів.

Від завдань безпеки ми переходимо до маркетингових завдань. Коли говорять про інтеграцію індустрії «Системи безпеки» у велику ІТ-індустрію, мають на увазі саме це – за допомогою обладнання, яке раніше вважалося здатним вирішувати тільки проблеми безпеки.

Класична задача підрахунку кількості об'єктів завжди вирішувалася інфрачервоними або лазерними датчиками, які просто показують кількість перетинів віртуальної лінії. Існують сучасні комплекси відео аналітики, зазвичай в поєднанні з додатковими датчиками. Вони вже вміють розпізнавати та рахувати конкретні об'єкти.

Інтелектуальний модуль аналізу об'єктів.

Функціональність:

- Підрахунок унікальних об'єктів.
- Розпізнавання обличч і підрахунок кількості людей.
- Ідентифікація з комп'ютерною технікою.
- Визначення, що саме перетинає межу приміщення - атрибутів: СБ, монітор, ноутбук, тощо.
- Вартість на обробку 1 відео каналу.
- Авторизація – сканування комп'ютерної техніки на вході/виході.
- Платіжні системи.
- Системи управління підприємством.

Якість системи розпізнавання обличчя буде залежати від того, наскільки вдало були створені умови для розпізнавання. Кількість людей, одночасно входять в кадр, не більше 3 (хоча багато розробників стверджують на порядок більше одночасно аналізованих осіб, до цього слід ставитися з обережністю і перевіряти на практиці). Зона шляху повинна бути досить вузькою, щоб забезпечити прямий шлях об'єкту: люди не зупиняються, не товпляться, не накопичуються. Меблі, техніка не перекривають обличчя-камери встановлені без «сліпих зон». Постійний рівень і хороша рівномірність освітлення, яскравість не менше 200 люкс. Законодавче регулювання. Нерівномірне освітлення (день, ніч, сяюче сонце, все це різні умови, які сильно вплинуть на відсоток розпізнавання [297].

Оцінювання точності прогнозів

Як правило, після навчання нейромережі здійснюють контрольне відтворення даних, які складала навчальну множину. Якщо точність відтворення

задовільна і відхилення знаходяться в допустимих межах, вважають, що побудовано задовільну модель і слід очікувати достатню якість відображення. Якщо при відтворенні мережею даних навчальної множини спостерігаються великі розбіжності, можна припустити що це викликано: наявністю неточних даних з великою випадковою складовою. Для усунення цього явища підвищують вимоги до точності вимірювань

Неврахуванням суттєвих ознак, які в значній мірі визначають закономірність; ця проблема може бути вирішена розширенням набору ознак, які приймаються до уваги.

Після отримання передбачених значень при наявності правильних можливо отримати абсолютні та відносні відхилення на всій контрольній множині, для кожного кроку прогнозування. При наявності задовільних результатів прогнозування на контрольній множині, можна вважати, що налаштована мережа для даної задачі має оптимальну складність і готова до відтворення даних, для яких немає відповідних відомих відгуків [300].

Система розпізнавання.

З розвитком ІТ та штучного інтелекту рішення задач система розпізнавання - це доступна технологія, яку можуть собі дозволити для впровадження на фірмі багато приватних підприємств. Навіть зі штатом в кілька тисяч чоловік можна вести контроль за персоналом, переміщення офісного майна та контролювати матеріальні цінності.

Для зборки можна обрати готовий комплект системи контролю доступу і, за бажанням додати свої компоненти, такі, як сканер об'єктів чи камери відеонагляду з вбудованим розпізнаванням.

Систему розпізнавання можна зібрати з блоків власноруч рис. 1.

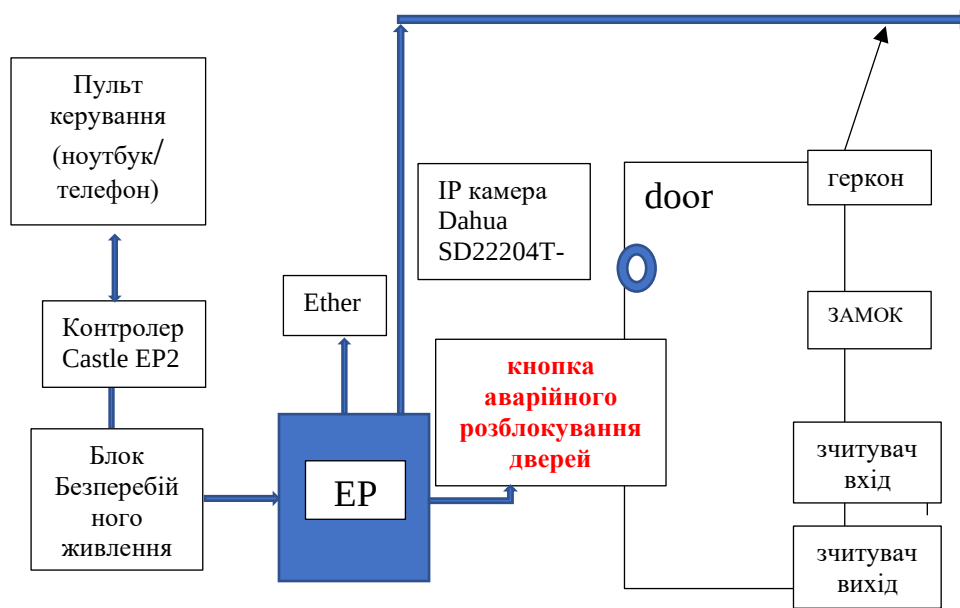


Рисунок 1. Структурна схема «Системи розпізнавання об’єктів з контролем доступу»

Для даної системи відеоспостереження був використаний мережевий відеореєстратор Dahua NVR4108-4KS2 серії Lite, який розрахований на 8 каналів для IP-відеокамер, з роздільною здатністю до 8Мп.

Всередину відеореєстратора був встановлений жорсткий диск спеціалізованої серії Seagate Sky Hawk, об’ємом 4TB, що при такому складі пристроїв дозволяє зберігати архіви відеозаписів, щонайменше за останні два тижні, при постійному записі і з наступним перезаписом.

Такий запас ресурсу відеоархіву обумовлений, в першу чергу, наявністю у відеореєстратора новітньої технології кодування відео H.265, яка стискає відео до мінімальних розмірів, без істотного збитку його якості.

Відеореєстратор підключений до монітору та інтернет-роутера. Решта обладнання, таке як PoE-комутатор Dahua PFS3009-8ET-96, джерело безперебійного живлення NADZOR 12-48B 8A та акумулятор 12В 20Ач, було встановлено в спеціальному комутаційному боксі рис.2

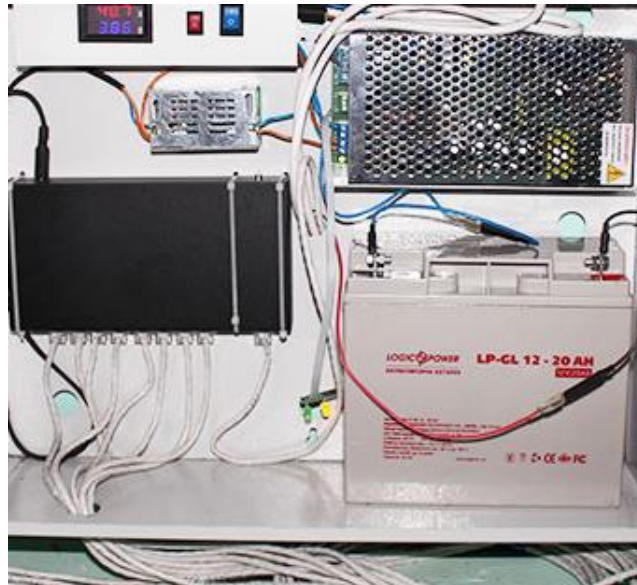


Рисунок 2. Монтаж обладнання PoE-комутатор Dahua PFS3009-8ET-96, джерело безперебійного живлення NADZOR 12-48V 8A та акумулятор 12V 20Ah)

Кабель віта пара КПВ-ВП (350) 4*2*0,51 (UTP-cat.5E) ОК-net медь- 305м

Кабель-канал 15x10-65 м

Монтажний комплект (дюбеля, стяжки тощо) 1шт

Всі камери (рисунок 3) підключаються кабелем кручена пара до спеціального PoE комутатора, який у свою чергу з'єднується з відео реєстратором через інтернет роутер. Все обладнання запитується через спеціалізоване джерело безперебійного живлення (ДБЖ).

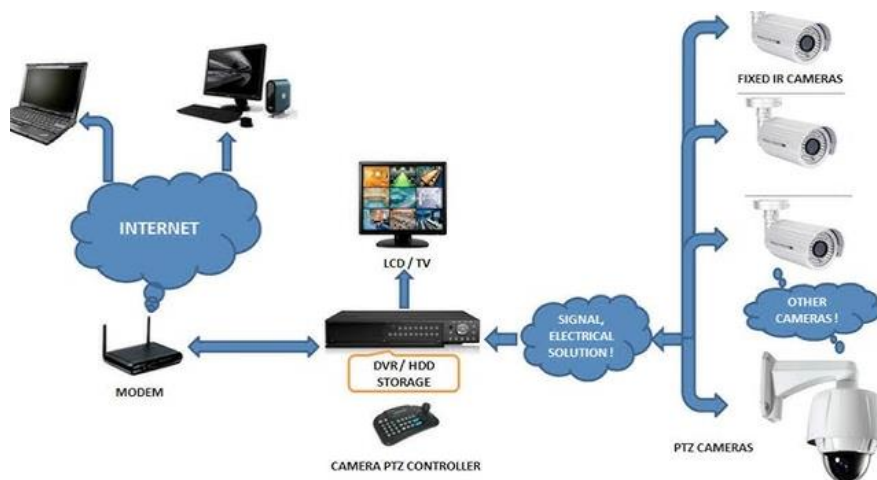


Рисунок 3. Схема підключення системи відеонагляду

Основні технічні характеристики розроблюваної системи зведено до таблиці 1

Таблиця 1. Обладнання з основними технічними характеристиками

Найменування	Основні технічні характеристики
ІР камера Dahua IPC-HDW4231EMP-AS-3шт	Роздільна здатність FullHD 1980x1080p до 50 к/с., кут огляду по горизонталі - 110 град, світлочутливий сенсор 0.009 Люкс, нічне підсвічування до 50 метрів, підтримка найсучаснішого кодека H.265, WDR(120dB), 1 пара (технологія POE) [302].
ІР камера Dahua SD22204T-GN -1 шт	Роздільна здатність FullHD 1980x1080p до 25 к/с., 4х оптичний зум, кут огляду можна змінювати в межах від 112° ~ 30° град., поворот по горизонталі 0°-360°; нахил по вертикалі 0°-90°, світлочутливий сенсор 0.05 люкс., передача живлення та даних по одному кабелю кручена пара (технологія PoE) [302].
Відеореєстратор Dahua NVR4108-4KS2 -1шт	Підключення до 8-ми камер роздільною здатністю до 8MPix.
Жорсткий диск HDD Seagate SkyHawk 4Tb – 1шт	Серія жорстких дисків «SkyHawk», спроектовані спеціально для систем цифрового та мережевого відеоспостереження – відеореєстраторів DVR та NVR різних виробників, з можливістю цілодобового запису відеопотоку з камер відеоспостереження. Диску обсягом 4Tb вистачає на 16 днів безперервного запису з 8 камер цієї системи.
POE комутатор Dahua PFS3009-8ET-961 шт	Комутатор для забезпечення живленням ІР-камер з функцією Power over Ethernet.. Пристрій оснащений 8 портами PoE з максимальною пропускною потужністю до 30 Вт на кожен канал і одним портом для підключення до роутера, відеореєстратора або локальної мережі
Джерело безперебійного живлення NADZOR 12-48В 8А	Має два канали живлення: 48В для живлення PoE комутатора та 12В для живлення відеореєстратора та роутера. Оснащений акумулятором гелієвим ємністю 20Ач., який забезпечує безперервну систему, при відключенні основного живлення до 8 годин вдень і 4 годин вночі.
Кріплення для камер DAHUA PFB204W-8шт	Дозволяє монтувати камери на будь-яку вертикальну поверхню і є одночасно герметичним боксом для з'єднання RJ45, камера - кабель.
СКД- ZM-280LED	Комплект системи контролю доступу (рис. 5).

Місце розташування камери слід обирати виходячи з того, що об'єкт дивиться і рухається вперед в напрямку камери, вона повинна бути приблизно на одному рівні з обличчям людини.

У початковому положенні розпізнавання особи відрегулюйте камеру так, щоб знімок - овал обличчя дорослого мав не менше 160 пікселів.

Від початкового положення до фінального, камера повинна встигнути за 4 сек. зняти близько 20 кадрів обличчя.

Частота кадрів не менше 60 кадрів в секунду, чим вище частота кадрів в секунду, тим більша ймовірність, що ви отримаєте картинку з найкращою орієнтацією обличчя людини щодо камери, що безпосередньо вплине на якість розпізнавання обличчя.

Набагато ефективніше зробити розпізнавання на пристрої і передавати вже оброблені результати по мережі. Це дуже знизить навантаження на мережу і сервер.

Чим більше пікселів буде на обличчі людини, тим більш чітким буде зображення [297].

Для розпізнавання обличчя застосовують використання серверів з програмним забезпеченням або відеокамер з вбудованими для виявлення вузлових точок на обличчі і вимірювання відстаней між ними (рисунки 4). Це дозволяє зробити карту обличчя і отримати так званий відбиток обличчя [295, 298]. Залежно від технології, системі потрібно виявити близько 80 таких точок. Справжнім проривом стало усвідомлення того, що відбиток пальця, радужка ока і взагалі обличчя – це унікальний код, яким володіє кожна людина.

Припустимо, алгоритм був навчений на зображеннях людей, де переважала певна етнічна група. При застосуванні такого алгоритму до людей інших національностей його точність напевно знизиться. Надмірно оптимістична оцінка точності алгоритму через неправильно проведеного тестування є дуже поширеною помилкою. Завжди потрібно тестувати алгоритм на нових даних, які він буде обробляти в реальному використанні, а не на даних, на яких він був навчений.

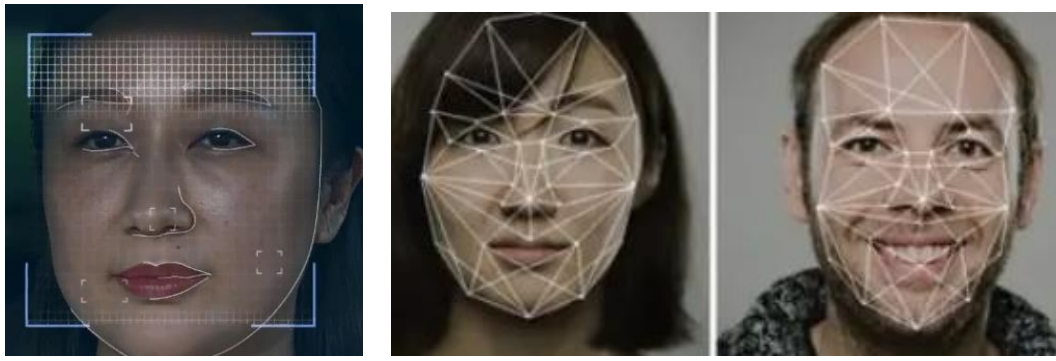


Рисунок 4 Виявлення вузлових точок на обличчі і вимірювання відстаней між ними

Тести показали, що для успішного розпізнавання обличчя потрібно, щоб обличчя було представлено не менше 160 пікселів на овал обличчя, а в ідеалі відстань між очима припадало не менше 50 пікселів. Як би ретельно ви не вибирали місце розташування камери, для досягнення цих значень її доведеться коригувати на місці в залежності від багатьох факторів [298]. Це те, для чого знадобиться варифокальна лінза.



Рисунок 5. Комплект системи контролю доступу ZM-280LED

В комплект системи контролю доступу ZM-280LED з електромагнітним замком (рис. 5) для самостійної установки входять:

- контролер, керуючий замком;

- електромагнітний замок, який утримує двері;
- доводчик дверей, що дозволяє не замислюватися про те, що двері не були закриті;
- зчитувач карток доступу та посвідчень співробітників
- кнопки «Вихід», щоб можна було вільно виходити за двері;
- кнопка аварійного розблокування дверей з ремонтною вставкою;
- невеликий планшет на рецепції для управління IP-домофоном і відкриття дверей;
- сканер для ідентифікації товару або аналізу переміщення техніки;
- живлення;
- програмне забезпечення для управління контролером, його налаштуваннями
- контролер Z-5R – 1 шт
- зчитувач Matrix II – 1 шт.
- електромагнітний замок ZM-280LED – 1 шт.
- кутовий LS-280 – 1 шт
- доводчик DC-603ОН Срібло – 1 шт.
- кнопка виведення ПБК-815 – 1 шт.
- брелок RFID-ЕМ-В – 10 шт.
- блок живлення БГП-125Літ – 1 шт

Основні параметри контролерів «Castle EP2

Температура навколишнього середовища Від 0 до +45 оС

Відносна вологість повітря- Не більше 85 відсотків

Атмосферний тиск 84–106,7 кПа

Напруга живлення 9,9...17,8 В

Струм споживання Не більше 160 мА

Максимальна комутована напруга виходів силового реле 30 В

Граничний комутований струм силових релейних виходів 5 А

Гранична комутована напруга виходів типу ОК 30 В

Граничний комутований струм виходів типу ОК 0,1А

Автономна пам'ять, розриви: до 7000

Автономна пам'ять, доступ до графіків: до 500

Автономна пам'ять, події: До 40 000

Кількість підключених читачів будь-який з інтерфейсами виводу.

Wiegand26 або Dallas Touch Memory

Кількість замків, що підключаються EP2: 2

Кількість кнопок EP2: 3; (1 кнопка на замок , 1 кнопка блокування)

Програмне забезпечення має модульну структуру. В ході реалізації встановлюються тільки необхідні для вирішення проблеми модулі. Обов'язковим є лише «Замкове ядро».

Основні функції системи:

- Підтримувати зв'язок з контролерами системи через мережу.
- Контроль стану контролерів (контроль рівня напруги живлення та інші функції).
- Прозоре управління базою даних для користувача, регулярна автодіагностика бази даних, автоматичне створення резервних копій даних за розкладом.
- Централізоване управління перепустками та їх правами доступу.
- Автоматичне отримання подій від контролерів, їх архівація в базу даних системи.
- Формувати звіти про події на основі інформації з бази даних.
- Передавання звітів у формат Microsoft Excel.
- Управління правами операторів (користувачів) програмного забезпечення.
- Логування всіх дій операторів (користувачів), генерація звітів про дії операторів.

Всі функції доступні як локально, так і віддалено з іншого комп'ютера через IP-мережу. Кількість віддалених підключень до нього не обмежена. Наявність запущеного програмного забезпечення не є обов'язковою умовою для роботи контролерів. Програма може працювати на вимогу [299-300].

Модуль розпізнавання дозволяє створювати списки відвідувачів, кожному співробітнику фірми відповідає фотографія і унікальний ідентифікатор.

На момент розпізнавання осіб в системі залишається подія, яку було розпізнано, можна переглянути звіт про ці події. Окремо розроблено сценарії інтеграції з іншими системами, коли подія розпізнавання має ініціювати реакцію з боку інтегрованої системи. Для того, щоб реалізувати цю логіку, передбачено механізм підписки на події всередині Flussonic Watcher.

Це працює наступним чином: через API можна вказати URL-адресу, на яку Flussonic Watcher надішле JSON з даними розпізнаного об'єкту [299-301].

Спосіб відправки подій розпізнавання об'єкту на задану URL-адресу виконується наступним чином:

- event_type = push_visitor_list
- notification_type - id створеного раніше списка об'єктів
- notify_url - url, пересилаються повідомлення

В цьому випадку повідомлень може бути два:

1) з'явився конкретний об'єкт:

- event_type = push_visitor_single -notification_type –паспорт
- notify_url - url, на які будуть отримані повідомлення про подію визнання

2) з'явився будь-який об'єкт з категорії

- event_type = push_visitor_category
- notification_type = id категорії

вказаний URL на момент розпізнавання прийде в форматі JSON:

```
{"registration_ids": [],  
"priority": "high", "notification": {  
  "7d8ea4ebf2",  
  "targetScreen": "camera_events", "event": " visitor ",  
  "person_look_took": 0,  
  "event_start_at": 1593706529,  
  "camera": " visitor.detection.test.camera-  
  visitor ": { "id": 135,  
  "first_seen_at": "2022-10-02 11:16:11",
```

```
"id": " visitor.detection.test.camera-7d8ea4ebf2", "body": " visitor detected",  
"group": "camera1_group1"  
},  
"data": {  
"last_seen_at": "2024-10-26 18:06:08", " visitor _list_id": 1,  
"name": " Visitor 135"}, "camera_id": "об'єкт.виявлення.тест.камера-7d8ea4ebf2",  
"utc": "1593706530"}
```

Інтеграція з комплектом системи контролю доступу

Для зв'язку з системою контролю доступу потрібно встановити TCP- з'єднання з її сервером, пройти авторизацію приладу і відправити команди зазначеного формату. "ALLOWPASS" <ap-id> <obj> <direction>

З усього списку команд знадобиться тільки одна, суть якої полягає в тому, щоб сказати, через яку точку доступу який об'єкт намагається пройти.

Модуль розпізнавання здатний відправляти події, а сервер автоматичного керування має можливість прийому команд. Невеликий інтеграційний модуль, який:

- піднімає веб-сервер;
- отримує від модуля визнання подій;
- встановлює з'єднання з сервером автоматичного керування;
- дає команду на встановлене з'єднання з сервером;
- синхронізує ідентифікатори в обох системах
- інтегрує модуль «Інтеграція» просто перевірив ідентифікатор співробітника (клієнта) в ACS.It

Модуль реагує на рухи, що відбуваються перед вхідними дверима.

Перевірка: людина підходить до дверей офісу, підносить руку до вхідних дверей і в цей момент спрацьовує система розпізнавання образів. Система ідентифікує людину за списком об'єктів, подія про факт розпізнавання об'єктів відправляється на сервер інтеграційного модуля, де і розпаковується.

Ідентифікатор визнаного об'єкту відправляється у вигляді команди на запит доступу в сервер автоматичного керування.

Система розпізнає, ідентифікує з базою даних та вирішує, чи можна впускати дану особу в офіс.

Архітектура згорткових нейронних мереж.

Особливістю згорткової нейронної мережі є чергування згорткового і підвибіркового шарів. Структура мережі односпрямована (без зворотного зв'язку), багат шарова. Для навчання цієї нейронної мережі найчастіше використовується метод зворотного поширення. Особлива архітектура згорткової нейронної мережі спрямована на розпізнавання образів. Свою назву мережева архітектура отримала завдяки наявності операції згортки, суть якої полягає в тому, що кожен фрагмент зображення множиться на матрицю (ядро) згортки елемент за елементом, а результат підсумовується і записується в аналогічному положенні вихідного зображення. Архітектура згорткової нейронної мережі складається з безлічі шарів. Шар - це один або кілька нейронів, входи яких забезпечуються одним і тим же загальним сигналом. Шари згорткової нейронної мережі можуть бути згортковими і субвибірковими. Кожен нейрон у шарі отримує вхідні сигнали з якоїсь області з попереднього шару [303].

Математичний опис відсканованого зображення.

Нейронна мережа для розпізнавання образів визначається набором вхідних нейронів, які можуть бути активовані за допомогою пікселів вхідного зображення. Штучні нейронні мережі – це прості математичні моделі, які визначають функцію $f : X \rightarrow Y$. Математично функція нейрона в мережі $f(x)$ визначається як композиція інших функцій $g_i(x)$. Широко використовується такий вид композиції, як нелінійна зважена сума:

$$f(x) = K(Z_i w_i g_i(x)), \quad (1)$$

де K - функція активації, Z_i - набір значень або градація критерію $f(x)$ («шкала» критерію), множина функцій $g_i(x)$ визначається у вигляді вектора $g = (g_1, g_2, \dots, g_n)$, а w_i - ваги, призначені для врахування важливості критеріїв [297]. Залежності між змінними в мережі показані на рис. 5.

Існує також випадкова величина $F = f(x)$, яка залежить від випадкової величини $G = g(H)$.

$G = g(H)$, в свою чергу, залежить від величини $H = h(X)$ і, в результаті, всі значення виявляються залежними від випадкової величини X . Крім функції активації, в згортковій нейронній мережі також використовуються формули для функціонування нейронів в згортковому і згортковому шарі підвибірки.

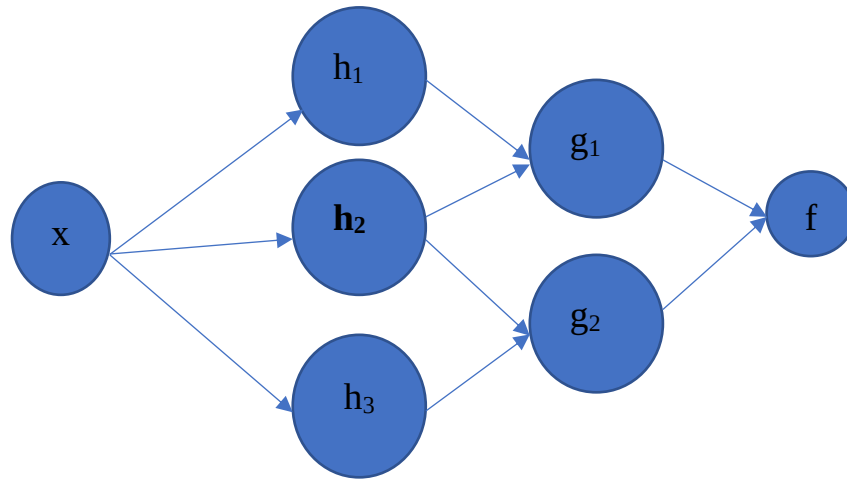


Рисунок 5. Зв'язки між змінними в мережі

Формула функціонування нейрона згорткового шару мережі:

$$y_k^{(i,j)} = b_k + \sum_{s=1}^K \sum_{t=1}^K w_{k,s,t} x^{((i-1)+s, (j+t))}, \quad (2)$$

$s=1$ $t=1$ где $y_k^{(i,j)}$ – нейрон k -ї площини згорткового шару,

b_k – зсув нейронів k -ї площини згорткового шару,

K – розмір рецептивної області нейрона,

$w_{k,s,t}$ – матриця синаптичних коефіцієнтів,

x – виходи нейронів попереднього шару.

Формула функціонування нейрона в підвибірковому шарі:

$$y_k^{(i,j)} = b_k + 1/4 w_{k,s,t} \sum_{s=1}^2 \sum_{t=1}^2 w_{k,s,t} x^{((i-1)+s, (j+t))} \quad (3)$$

Нейронні мережі не програмуються в звичному розумінні цього слова, вони тренуються. Однією з найважливіших переваг нейронних мереж перед іншими алгоритмами розпізнавання є здатність до навчання. Це навчання полягає в знаходженні коефіцієнтів зв'язків між нейронами [304-305].

У згортковій нейронній мережі як метод навчання використовується алгоритм поширення помилок. Для вимірювання якості розпізнавання використовується функція середньоквадратичної помилки:

$$E_p = \sum_j (t_{pj} - o_{pj})^2, \quad (4)$$

де E_p – величина функції похибки зображення p ,

t_{pj} - бажаний вихід нейрона j для зображення p ,

o_{pj} - фактичний вихід нейрона j для зображення p .

Остаточна корекція синаптичних коефіцієнтів проводиться за наступною формулою:

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \eta \delta_{pj} o_{pj}, \quad (5)$$

де η – це коефіцієнт пропорційності, який впливає на швидкість навчання.

Під час навчання нейронна мережа може визначати складні залежності між вхідними та вихідними даними, виконувати узагальнення.

В результаті успішного навчання нейронна мережа зможе видати правильний результат навіть при неповних або спотворених даних.

Для успішного тренування мережі потрібно наблизити вихід мережі до потрібного виходу, а для зменшення величини функції помилки потрібно регулювати вагові коефіцієнти нейронів [304, 305].

Для внесення інформації в базу даних мережа вводить фотографію людини. На фото за допомогою нейронної мережі виконується пошук області обличчя. Потім вибирається ця область обличчя, коригується яскравість і контрастність зображення. Після цього цей портрет зберігається в окремому файлі бази даних.

До зображення додається додаткова інформація про людину: стать, вік і посада, яка зберігається в тому ж файлі бази даних, а також зображення. Схема розпізнавання обличчя згорткової нейронної мережі показана в описі об'єкта, наведеному на рис. 6.

Проаналізувавши основні алгоритми обробки зображень для розпізнавання обличчя в системах спостереження, були виявлені основні недоліки, такі як нечутливість до повороту голови, положення особи на зображенні або освітлення.

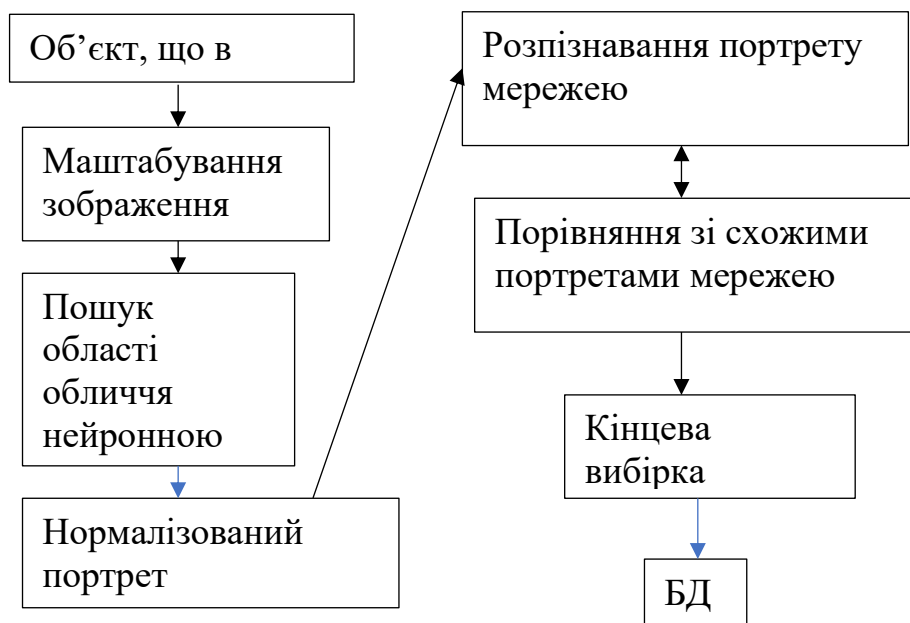


Рисунок 6. Схема розпізнавання об'єкту згорткової нейронної мережі

Використання згорткової нейронної мережі має ряд переваг перед іншими методами розпізнавання, основним з них є їх здатність до навчання для виявлення ключових характеристик особи, при хорошому навчанні нейронна мережа забезпечує високий результат розпізнавання навіть при спотворенні даних. Роботу згорткових нейронних мереж можна порівняти з візуальним сприйняттям людини. Згорткові нейронні мережі зазвичай використовуються в задачах комп'ютерного зору, тому що дані зі структурою сітки в основному є

картинками. Зазвичай у їхні завдання входить класифікація зображень, детектування та сегментація.

Згорткова нейронна мережа сприймає зображення у вигляді тривимірних масивів матриць або чисел. Тому перед введенням моделі дані необхідно підготувати. Для цього використовуються системи обробки зображень. Програма автоматично присвоює певне значення кожному пікселю.

Під час обробки фільтр множить значення вибраного пікселя та значення його сусідів відповідно до матриці фільтра. Потім отримані роботи складаються воедино. Отримане число замінює вихідне значення центрального пікселя.

Можливість отримання класифікатора, який добре імітує складну функцію розподілу зображень обличч, що в свою чергу підвищує точність вирішення проблем розпізнавання обличч в системах спостереження (порівняння результатів зведено в таблицю 2).

Таблиця 2. Порівняння результатів алгоритмів виявлення об'єктів

Алгоритм, що тестується	Рівень виділення	Рівень хибних спрацювань
Тільки яркість	92% (217)	51% (250)
Завдання кластеру об'єкту	85% (201)	26%(72
Непараметрична модель об'єкту	88%(209)	26%(44)

Висновки

Зроблені розрахунки на обладнання - відповідно бюджету фірми. Для реалізації було обрано надійне обладнання - IP камери Dahua IPC-HDW4231EMP-AS та відеокамеру варифокальна лінза до комплекту контролю доступу на одні двері.

Розроблено модуль розпізнавання людей, який дозволяє створювати списки відвідувачів. Усім співробітникам фірми створено унікальний ідентифікатор і відповідає власна фотографія. На вході відбувається

розпізнавання осіб і в системі залишається подія-розпізнавання, звіт зберігається (термін зберігання задається) і можна його переглянути.

Окремо розроблено сценарії інтеграції з іншими системами, коли подія розпізнавання має ініціювати реакцію з боку інтегрованої системи. Для того, щоб реалізувати цю логіку, передбачено механізм підписки на події всередині Flussonic Watcher.

Тестування системи показало, що система працює гідно: співробітник ідентифікується за списком осіб, подія про факт розпізнавання осіб відправляється на сервер інтеграційного модуля, де і розпаковується. Ідентифікатор визнаної особи надсилається у вигляді команди на запит доступу на сервер автоматичного керування. Результат – інформація чи можна впускати співробітника чи ні на підставі правил доступу. Особа пройшла ідентифікацію - двері відмикаються. Відкриття супроводжується звуковою сигналом і зеленою підсвіткою на зчитувачі карт доступу.

Проаналізувавши основні алгоритми обробки зображень для розпізнавання обличч в системах спостереження, були виявлені основні недоліки, такі як нечутливість до повороту голови, положення особи на зображенні або освітлення. Використання згорткової нейронної мережі має ряд переваг перед іншими методами розпізнавання, основним з них є їх здатність до навчання для виявлення ключових характеристик особи, при хорошому навчанні нейронна мережа забезпечує високий результат розпізнавання навіть при спотворенні даних [304,305]. Можливість отримання класифікатора, який добре імітує складну функцію розподілу зображень обличч, що в свою чергу підвищує точність вирішення проблем розпізнавання обличч в системах спостереження.