

ПІДХІД ДО СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВЕДЕННЯ ОБЛІКУ ПРИСУТНОСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ КАМЕРИ В РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

Анотація: Мета та завдання дослідження, наведеного в даній роботі, – створити інформаційну систему моніторингу відвідуваності студентів вищих навчальних закладів, за допомогою камери в режимі реального часу. Дана розробка (штучний інтелект) була створена за допомогою спрощення та вдосконалення окремих процесів розпізнавання обличчя за рахунок машинного навчання з застосуванням алгоритмів для обробки та підготовки даних.

Завдання розроблюваної системи – це моніторинг відвідуваності студентів вищих навчальних закладів, яка буде вести облік присутності студентів за допомогою live-камери.

Об'єкт дослідження – процес розпізнавання обличчя на відео.

Предмет дослідження – методи та моделі розпізнавання обличчя на відео.

Ключові слова: інформаційна система, розпізнавання обличчя, режим реального часу, ідентифікація зображень, ведення обліку присутності.

Вступ

В епоху розвитку цифрових технологій кожна людина має вільний доступ до цифрових пристроїв таких як смартфони, фото чи відеокамери. З їх появою одразу з'явилася потреба в обробці та класифікації даних, які вони приймають, а головне в автоматизації цих процесів. Одним з популярних рішень цих проблем став штучний інтелект, який приніс колосальну користь та точність. Простими словами штучний інтелект – це інженерна система, яка здатна обробляти дані та робити відповідні результати. Штучний інтелект набрав широкого застосування у різних сферах діяльності: медицині, безпеці, науці чи робототехніці.

Одною з сфер застосування штучного інтелекту стало розпізнавання обличчя. Розпізнавання обличчя - це технологія, яка дозволяє ідентифікувати обличчя з фото чи відео.

На жаль у сьогоdnішніх реаліях штучний інтелект як технологія для автоматизації чи контролю освітніх процесів не використовується через низький попит у даній сфері. Але ніхто не заперечить, що будь-яких етап освітнього процесу можна автоматизувати, що спростить життя і тим хто навчається, і тим хто навчає.

Розглянемо процес контролю відвідуваності студентів, який виглядає доволі примітивно, для цього вчителю потрібно провести опитування на парі та вести

відповідні записи присутності чи відсутності студентів. Даний процес ведення присутності студентів займає багато часу та змушує вести фізичний журнал з записами. Наявність автоматичного методу покращило б важливу частину процесу інформаційної документації. Крім того правильна документація присутності студентів, покращила б ефективний пошук інформації в електронному журналі, який веде штучний інтелект.

Також сучасний процес пошуку та ідентифікації обличь є ресурсозатратним, так як потрібно досить довго навчати нейронну мережу.

Тому дане дослідження присвячене розробці інформаційної системи для обліку присутності за допомогою камери в режимі реального часу. До того ж дана інформаційна система використовує штучний інтелект, найбільш ресурсозатратні частини якого замінені відпрацьованими алгоритмами, які були розроблені в [1], що спрощує роботу системи та заощаджує обчислювальні ресурси.

Дана інформаційна система містить повну структуровану інформацію про відвідуваність студентів, яка заповнюється даними згідно результатів роботи камери реального часу, яка фіксує обличчя.

Розроблену інформаційну систему можна використовувати для моніторингу відвідуваності осіб у навчальних закладах та у будь-якій іншій організації. При правильній модифікації розроблену інформаційну систему можна застосовувати для пошуку розшукуваних осіб.

Аналіз літературних джерел та проблематика дослідження

Організації будь-якого розміру використовують системи обліку робочого часу та відвідуваності для оптимізації своїх бізнес-процесів. Таким чином, необхідно мати достовірну інформацію про місцезнаходження працівників на робочих місцях або в інших місцях, пов'язаних з виконанням ними обов'язків. У той же час для ефективної оцінки продуктивності необхідно враховувати час, коли працівник знаходиться на робочому місці, але не виконує свою роботу.

Є два основних варіанти – ручний і автоматичний хронометраж і облік відвідуваності. Ручний облік робочого часу та відвідування - це таблиць, який містить відомості про робочий час і випадки самовільної неявки на роботу. Часто ведення таблицю робочого часу покладається на бухгалтера з кадрів. Якщо в організації є сторожка, часто існує також журнал обліку, який містить інформацію про час реєстрації та виїзду співробітників. Це зменшує майбутні оперативні помилки в розрахунку робочого часу. Ручна система, як і будь-яка діяльність людини, схильна до «людського фактору» – людина може забути зробити запис або зробити його з помилкою тощо. Крім того, ця система не може надавати дані в реальному часі, оскільки всі дані вимагають ручної обробки даних, що призводить до додаткових трудовитрат і знижує

загальну ефективність. Для якісного покращення ситуації використовуються електронні системи обліку робочого часу та відвідування. Розглянемо основні автоматизовані системи обліку робочого часу та відвідування [2]:

1. Автоматизовані системи обліку часу та відвідування за RFID-мітками;

Вони використовуються для ідентифікації та контролю доступу. Зазвичай це вбудований в турнікет зчитувач або електронний замок. Дані про переміщення персоналу зберігаються, тому їх можна аналізувати для створення звіту про розташування персоналу в певних областях. Ці системи мають такі недоліки, як обмеження працівником однієї будівлею. Такі системи суттєво обмежують гнучкість працівників, особливо якщо їх велика кількість і роблять використання системи практично неможливим і крім того система не може забезпечити позиціонування всередині приміщення.

2. Біометричні автоматизовані системи обліку часу та відвідування;

Принципи роботи цих систем подібні до RFID-міток [3], з тією лише різницею, що зчитувачі замінені сканерами відбитків пальців, сітківки ока, візерунка вени та іншими. Ця система більш надійна, тому що можна використовувати дивну мітку, але не частину тіла. Водночас цей вид ідентифікації дорожчий і більше відволікає персонал від виконання обов'язків.

3. Автоматизована система обліку робочого часу та відвідування з використанням відеоспостереження;

Останнім часом ці системи набули значного поширення завдяки зниженню вартості обчислювальної потужності, яка забезпечує розпізнавання осіб. Найбільшим недоліком цих систем є низька надійність цього розпізнавання, якщо особа прикриває своє обличчя. Перевагою цих систем є низька собівартість і можливість відстеження персоналу на робочому місці або в межах визначеної території.

4. Комп'ютеризовані системи обліку робочого часу та відвідування;

Цей спосіб обліку робочого часу та відвідування повинен працювати лише за допомогою програмного забезпечення. Тобто ця система представлена, якоюсь кнопкою на яку потрібно натискати при перетині порога будівлі. Отже, недолік цих систем очевидний – хронометраж може давати збій, що обмежує його використання. З іншого боку, перевагою системи є її низька собівартість.

5. Автоматизована система обліку робочого часу та відвідування з використанням системи локації в реальному часі RTLS;

Система RealTrac забезпечує позиціонування персоналу в режимі реального часу не тільки всередині приміщення але й забезпечуючи його точне місцезнаходження (наприклад, на робочому місці або чайному столику). У системі також передбачена можливість створення журналу робітника, де відобразатиметься місцезнаходження працівника та тривалість його перебування там (на робочому місці, в бухгалтерії тощо).

Система має можливість автоматичного попередження у разі порушення внутрішнього розпорядку, наприклад перебування в заборонених зонах або продовження перебування в певній зоні (наприклад, в кімнаті для куріння). Інтеграція з системою відеоспостереження може підвищити ефективність системи, яка може автоматично доставляти зображення та відеозапис диспетчеру системи.

Критичний аналіз приведених аналогів представлений на табл. 1 [4-8].

Таблиця 1. Критичний аналіз приведених аналогів

| Параметри | RFID | Біометрична система | Відео спостереження | Комп'ютеризовані системи | RealTrac |
|--|--|--|--|--------------------------|--|
| Точність локалізації | Обмежується пристроєм | Обмежується пристроєм | Залежить від площі, яку охоплює камера | Обмежується пристроєм | У межах приміщення з точністю до 1 метра |
| Ідентифікація в натовпі | Ідентифікація об'єкта у заданій місцевості | Ідентифікація об'єкта у заданій місцевості | Обмежена | Ні | Так |
| Можливість підміни робочої особи | Так | Ні | Майже не можливо | Так | Так |
| Наявність недоліків, які зменшують продуктивність | Так | Так | Ні | Ні | Ні |
| Можливість поділити приміщення на зони спостереження | Можливо але є ресурсозатратним | Можливо але є ресурсозатратним | Так | Ні | Так |
| Відволікання персоналу | Так | Так | Ні | Так | Ні |
| Panic Button | Ні | Ні | Ні | Ні | Так |

У табл. 1 було проведено критичний аналіз за наступними критеріями:

1. точність локалізації співробітника;
2. ідентифікація у натовпі;
3. можливість підміни робочої особи;

4. наявність недоліків, що зменшують продуктивність системи;
5. можливість поділити приміщення на зони спостереження;
6. відволікання персоналу під час ідентифікації;
7. panic button.

Останній параметр “panic button” відповідає за нотифікацію персоналу, якщо ті знаходяться у забороненій зоні або якщо перебувають у зоні відпочинку більше часу чим зазначено.

Згідно таблицки можна зробити висновок, що інформаційна система яка використовує відео камеру в режимі реального часу є найбільш продуктивною. Далі за результатами є інформаційна система RealTrac, яка використовує геолокацію і далі з приблизно однаковими результатами всі інші інформаційні системи.

Мета та задачі дослідження

Метою розробки є система для моніторингу відвідуваності студентів вищих навчальних закладів за допомогою live-камери. Дана розробка буде створюватись за допомогою спрощення та вдосконалення окремих процесів розпізнавання обличь за рахунок машинного навчання з застосуванням алгоритмів для обробки та підготовки даних.

Завдяки цьому такий освітній процес, як облік присутності буде повністю автоматизований. Кожен вчитель маючи роль ‘Модератора’ у системі, зможе відстежувати присутність всіх студентів по кожному предмету. Маючи інформацію про те коли студент зайшов в аудиторію, та коли вийшов з прикріпленим фото зафіксованого обличчя як доказ.

Задача полягає у тому, щоб побудувати систему для моніторингу студентів використовуючи навчену модель для знаходження обличь, розрізнення їх між собою та їх ідентифікація.

У загальному нейронна мережа повинна натренуватися знаходити обличчя за допомогою генерації 128-ми граней на обличчі. Розрізняти їх за допомогою HOG-алгоритму та ідентифікувати їх за наявними фото кожної особи за допомогою класифікатора.

Як результаті буде реалізована система обліку студентів, яка використовує live-камери за допомогою штучного інтелекту.

Матеріали та методи досліджень

Як матеріали для виконання поставлених задач було обрано існуючі методи досягнення пошуку та ідентифікації обличь. Які представлені нижче.

1. Задача пошук обличь

Задача пошуку обличь реалізується за допомогою алгоритму HOG.

Для розв'язку цієї задачі розраховується градієнт зображення:

$$G_x(r, c) = I(r, c + 1) - I(r, c - 1) \quad (1)$$

$$G_y(r, c) = I(r - 1, c) - I(r + 1, c) \quad (2)$$

Градієнт отримують шляхом поєднанням величини та кута зображення. Розглядаючи блок розміром 3x3 пікселі спочатку обчислюються G_x та G_y для кожного пікселя, які обчислюються за формулами 1 – 2 [9].

Потім обчислюється кут та величина кожного пікселя за формулою 3 – 4:

$$M(\mu) = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}, \text{ де } M(\mu) - \text{величина} \quad (3)$$

$$A(\theta) = |\tan^{-1}(G_y/G_x)|, \text{ де } A(\theta) - \text{кут} \quad (4)$$

Після отримання градієнта кожного пікселя матриці-градієнта ділять на 8x8, щоб утворити блок. Для кожного блоку створюється 9-ти точкова гістограма, кожна з яких має 20 градусів нахилу. Кожну з цих 9-ти точкових гістограм можна побудувати, як гістограму з блоками, що виводить інтенсивність градієнту, так як це зображено на рисунку 3.2. Так як всього існує 64 блоків з різними значеннями та градієнтами, тоді для всіх 64 блоків виконується певні обчислення. У результаті маємо наступне представлення фото - Рис. 1.

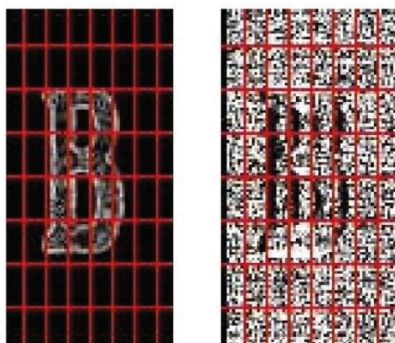


Рис. 1. Зображення гістограми блоками

Після завершення обчислень для всіх блоків матриці, гістограми поєднуються, щоб утворити блоки 2x2. Це відбувається за допомогою накладанням по 8 пікселів. Для всіх 4-ох клітинок у блоці ми поєднуємо всі 9 точкових гістограм для кожної складової клітинки, щоб утворити вектор з 36 опцій. Опис цього процесу описаний на рис. 2.

Для даного прикладу виконується нормалізація для зменшення ефекту зміни контрасту між зображеннями одного і того ж об'єкта. З кожного блоку матриці зібрано вектор ознак з 36 точок. У даному прикладі у горизонтальному напрямку – 7 блоків, у вертикальному – 15 блоків.

Отже загальна довжина об'єктів: $7 \times 15 \times 36 = 3780$. Отримані ознаки HOG обраного фото, зображені на рис. 3.



Рис. 3. Візуалізація функції HOG на зображенні

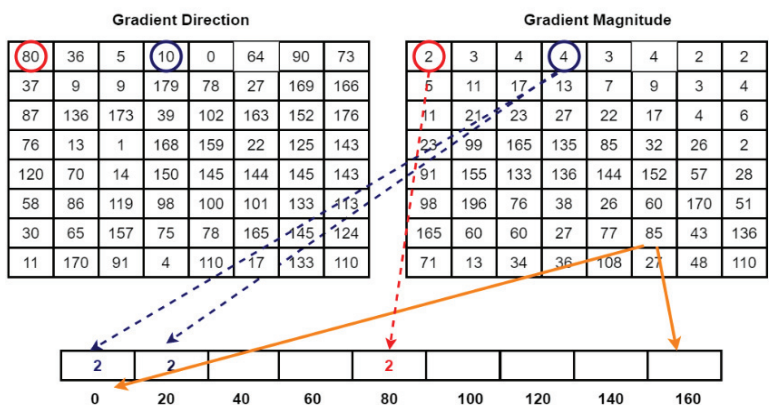


Рис. 2. Рисунок обчислення градієнтів

2. Задача ізоляції обличчя

Наступна задача сфокусована на проблеми розглядання всіх можливих варіантів зображення обличчя. Це може бути проблема коли обличчя повернути у різні боки або ж під кутом.

Для цієї проблеми використовується алгоритм оцінки орієнтуру обличчя. Основна ідея якого знайти 68 конкретних точок, які є орієнтирами на кожному обличчі, наприклад верхня частина підборіддя, зовнішній край кожного ока, внутрішній край брови тощо. Якщо машинний алгоритм зможе виділяти ці 68 точок для кожного фото – це покращить точність даної системи.

На рис. 4 представлений результат алгоритму оцінки орієнтира обличчя.

3. Задача розрізнення обличчя

Щоб вирішити цю проблему потрібно отримати кілька основних вимірювань з кожної грані.

Тоді можна виміряти невідоме обличчя таким же чином і знайти відоме обличчя з найближчими вимірами. Наприклад, можна виміряти розмір кожного вуха, відстань між очима, довжину носа тощо.

Рішення полягає у тому, щоб тренувати мережу розпізнавати об'єкти за допомогою 128-ми автозгенерованих вимірювань для кожного обличчя.

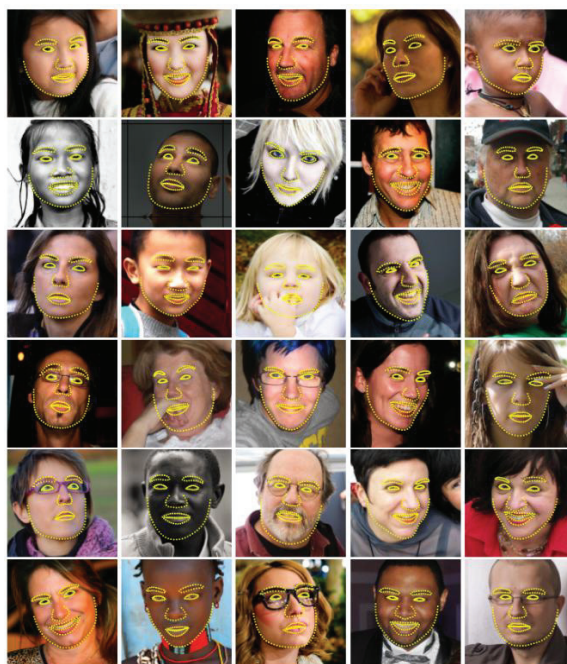


Рис. 4. Результат алгоритму оцінки орієнтира обличчя

4. Задача ідентифікації особи

Даний процес легко реалізується програмно за допомогою звичайного класифікатора ліній.

Тобто потрібно знайти у базі даних людину, яка має найбільш близькі розміри до вхідного обличчя.

У результаті класифікатор буде приймати вимірювання з нового тестового зображення та видавати результат, яка людина найбільш відповідає даним критеріям, здійснюється це за допомогою 128 виділених граней на обличчі.

Результати досліджень

У результаті досліджень було відтворено всі вище описані алгоритми, що дало змогу побудувати відповідну систему для розпізнавання обличчя з фото та відео.

Було наведено змістовну та математичну постановки задачі. У математичній постановці задачі були сформовані цілі та описано їх основні ідеї реалізації. Також, було наведено опис методів розв'язання задачі, наведено характеристику кожного з методів. Встановлено переваги та недоліки кожного з підходів.

На рис. 5 зображено результат пошуку та ідентифікації обличчя з фото.

На рис. 6 зображено результат пошуку та ідентифікації обличчя з -live-камери.

Останній приклад планується бути впровадженим у майбутню систему для моніторингу присутності студентів.



Рис. 5. Результат пошуку та ідентифікації обличь з фото

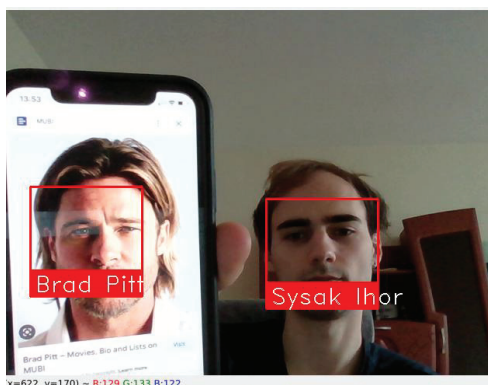


Рис. 6. Результат пошуку та ідентифікації обличь з live-камери

Висновки

У ході дослідження було створено штучний інтелект який використовує live-камеру для пошуку та ідентифікації обличь. Було описано предметне середовище та процес діяльності.

Сформовано мету та визначено задачі, які необхідно вирішити для досягнення мети.

Також проаналізовано важливість використання наведених алгоритмів, які застосувалися для виконання поставлених задач.

Під час дослідження було наведено змістовну та математичну постановки задачі. У математичній постановці задачі були сформовані задачі та описані їх основні ідеї реалізації. Також, було наведено опис методів розв'язання задачі, наведено характеристику кожного з методів. Встановлено переваги та недоліки кожного з підходів.

Очікується, що дана розробка буде впроваджена у майбутню систему моніторингу присутності студентів.

Слід зазначити, що для кращого розпізнавання та пошуку обличч критичну роль грає освітлення якість live-камери, що використовується.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сисак І. Р. Застосунок з контролю відвідуваності занять студентами вищих навчальних закладів: бакалавр: 126 Інформаційні системи та технології / Сисак Ігор Русланович – Київ, 2022. – 69 с.
2. RealTrac company. Застосунок з контролю відвідуваності занять студентами вищих навчальних закладів [Електронний ресурс] / RealTrac company // Automated timekeeping and attendance accounting system using RTLS. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://realtrac.com/en/company/blog/automated-timekeeping-and-attendance-accounting-system-using-rtls/>.
3. ЩО ТАКЕ СИСТЕМА RFID, В ЧОМУ ЇЇ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ [Електронний ресурс] // ARDIX. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://idcard.com.ua/blog/chto-takoe-sistema-rfid-v-chem-ee-osobennosti-ispolzovaniya/>.
4. Пошук контурів лица [Електронний ресурс] // OTUS. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://habr.com/ru/company/otus/blog/460541/>.
5. Голуб'як І. Методи розпізнавання обличч: Короткий Огляд [Електронний ресурс] / І. Голуб'як // ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника». – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <http://item.comp-sc.if.ua/2017/Holubiak.pdf>.
6. Як технологія розпізнавання обличчя працює в натовпі? [Електронний ресурс] // WORLDVISION. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://worldvision.com.ua/kak-tekhnologiya-raspoznavaniya-litsa-rabotaet-v-tolpe/>.
7. Як працює технологія розпізнавання обличч? [Електронний ресурс] // SPILNO. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://spilno.org/article/tekhnolohiya-rozpiznavannya-oblych-yak-tse-pratsuyue>.
8. Як технологія штучного інтелекту розпізнає обличчя? [Електронний ресурс] // WORLDVISION. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://worldvision.com.ua/kak-tekhnologiya-iskusstvennogo-intellekta-raspoznaet-litsa/>.
9. Brush K. DEFINITION finite element analysis (FEA) [Електронний ресурс] / Kate Brush // TechTarget. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.techtarget.com/searchsoftwarequality/definition/finite-element-analysis-FEA>.