

СПЕЦІАЛІЗОВАНА ПРОГРАМА ВИЯВЛЕННЯ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЧЯ

© Г. В. Кицун, А. О. Галічинський., 2018

Розглянуто задачу виявлення та розпізнавання обличчя. Здійснено аналіз існуючих алгоритмів, розроблено архітектуру програми та спроектовано структуру класів. Об'єктом дослідження стала проблема виявлення втоми водія під час руху. Проведено аналіз існуючих рішень та обґрунтовано актуальність проблеми.

Ключові слова: архітектура програми, клас.

G.V. Kitsun, A.O. Galichynskyi
National University "Lviv Polytechnic"
Department of Electronic Computing Machines

SPECIALIZED PROGRAM OF IDENTIFICATION AND RECOGNITION OF THE FACE

© G.V. Kitsun, A.O. Galichinsky., 2018

The problem of detecting and recognizing a person is considered. The analysis of existing algorithms, the architecture of the program and the structure of the classes are designed. The object of the study was the problem of detecting driver fatigue during movement. The analysis of existing solutions is carried out and the relevance of the problem is substantiated.

Key words: program architecture, class.

Вступ

Сонливість є однією з поширених причин, яка створює дорожньо-транспортні пригоди. Сонливість – це стан людини, коли організм більше не здатний підтримувати стан бадьорості. Втомиленість водія часто викликана чотирма основними факторами: сон, робота, година доби, фізичні особливості. Часто люди намагаються зробити багато справ протягом доби і через це вони скорочують час сну. Нестача сну наростає протягом кількох днів, і як результат людина втомлюється. Це призводить до збоїв функціонування організму.

Всесвітня Організація Здоров'я повідомляє, що 6% аварій спричинені водіями, які перебували в стані перевтоми. В Україні поки, що немає статистики причин ДТП через перевтому водіїв. Але Європейська Комісія з безпеки дорожнього руху, повідомляє, що втома бере участь в 10-20% аварій. Дослідники прийшли висновку, що для водія, який спав менше 5 годин, ризик аварії зростає у 6 разів в порівнянні з водієм, який спав 8 годин.

Метою даного дослідження полягає в розробці надійного прототипу програми, яка базується на виявленні та розпізнаванні обличчя у відеопотоці даних.

Стан проблеми

Під час руху на водія діють багато чинників, які безпосередньо чи опосередковано впливають на нього/неї. Під час тривалої поїздки водій може не відчувати сонливості чи втоми. А саме так збільшується ризик спричинення аварії через ці два фактори. Вирішенням цієї проблеми може стати програмне забезпечення, яке постійно контролюватиме і слідкуватиме за водієм, вчасно виявляючи

втому. Етап аналізу проблеми та методів її запобігання є важливим для правильного розуміння та шляхів вирішення завдання.

Постановка задачі

Порівнюючи характеристики популярних технологій виявлення та розпізнавання обличчя, вибрати технологію, найприйнятнішу для реалізації. Розглянути тенденції розвитку вибраної технології та запропонувати можливий варіант реалізації.

Розв'язання задачі

1. Розпізнавання на основі характеристик

Об'єкти зазвичай розпізнаються за їхніми характеристиками. Існує багато рис на людському обличчі, ними можуть бути, очі, ніс, ширина лобу, губи і т.п. Як правило, статичні класифікатори достатньо навчені, щоб виявити обличчя від інших об'єктів.

Активна форма моделей – це статичні моделі форм об'єктів, які можуть бути деформовані багато разів, для припасування до об'єкту, який присутній на зображенні. Цей підхід широко застосовувався для аналізу зображень з обличчями, різних механічних вузлів, 2D/3D медичних зображень. На початку активні моделі зовнішнього виду використовувались для оцінки параметрів зображень обличчя.

Активна модель зовнішнього виду містить два типи параметрів: параметри, які пов'язані з формою (параметри форми) і параметри, які пов'язані з статичною моделлю пікселів зображення (параметри зовнішнього виду). Перед використанням модель повинна бути навчена на множині заздалегідь розмічених зображень. Розмітка зображень робиться вручну. Кожна мітка має свій номер і визначає характерну точку, яка повинна буде знаходити модель під час адаптації до нового зображення.

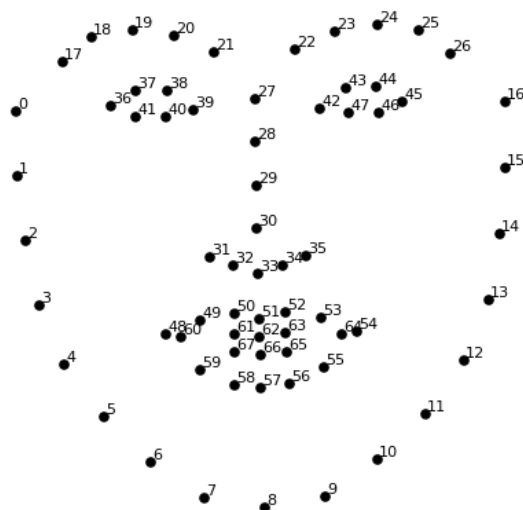


Рис. 1. Приклад розмітки лиця з 68 точок, який створює активну форму моделі

Низькорівневий аналіз має справу з сегментацією візуальних характеристик, використовуючи властивості пікселів таких як виявлення контурів, шкала сірих тонів, інформація про кольори. Характеристики отримані з цього підходу скоріш за все можуть бути неоднозначними. Для прикладу, при визначенні місця розташування лиця, використовуючи колірну модель шкіри, може бути виявлено фонові об'єкти однакових кольорів.

Аналіз рис. Ці алгоритми спрямовані на пошук структурних особливостей, які існують навіть тоді, коли поза або рівень освітлення змінюються. Аналіз рис ґрунтується на знаннях про модель лиця і пропорціях нормованих відстаней і кутів окремих частин обличчя (очей, носа, рота). Алгоритми використовують додаткові знання про обличчя і усувають неоднозначність шляхом аналізу низького рівня. Спершу відбувається пошук на основі відносних позицій окремих рис обличчя. Основні риси обличчя визначаються, що дає змогу висунути гіпотезу про виявлення. Одним з таких методів є метод Віюлі-Джонса.

2. Метод Віюлі-Джонса

Цей метод виявлення обличчя вперше був запропонований у 2001 році. Навчаючи класифікатори, цим методом можна виявляти різні об'єкти (в тому числі, риси обличчя), але

мотивацією було вирішення проблеми розпізнавання облич. Цей метод здобув популярність завдяки своїй здатності виявленню об'єктів в реальному часі.

Є два основних фактори які визначають ефективність систем розпізнавання облич: точність і швидкість обробки. Хоча швидкість обробки значно зросла, це стає нарізним каменем в системах обробки зображень в реальному часі. Тому великим кроком в цьому напрямку було створення AdaBoost і каскаду розпізнавання облич. В цьому розділі коротко розглянемо AdaBoost і каскадний алгоритм. Метод опирається на трьох головних ідеях, які роблять його ефективним: інтегральне зображення, класифікатор навчання з AdaBoost і каскадна архітектура. Метод каскадного класифікатора є алгоритмом розпізнавання облич, в основі якого лежать признаки Хаара. Сума значень в білому регіоні віднімає суму значень в чорному регіоні, так можна отримати характеристичне значення прямокутника рис, які використовуються як основа виявлення обличчя.

Інтегральне представлення зображення дозволяє вчислити хаароподібні ознаки дуже швидко. Каскадна структура дозволяє швидко відфільтрувати непотрібні об'єкти. Алгоритм AdaBoost вибирає хаароподібні функції і об'єднує їх в класифікатор в каскадному режимі. Хаароподібні ознаки можуть бути визначені як різниця сум пікселів в двох або більше сусідніх прямокутних областях. Змінюючи положення, розмір, форму і положення цих прямокутних областей, хаароподібні об'єкти можуть фіксувати градієнт інтенсивності в різних місцях і напрямках.

Ці процедури розпізнавання облич класифікують зображення на основі значень простих функцій. Існує декілька мотивів для використання функцій а не безпосередньо пікселів. Найбільш поширена причина в тому, що функції можуть діяти для кодування спеціальних значень домена, який складно вивчити, використовуючи кінцеву кількість даних для навчання. Друга мотивація в тому, що система, яка працює на функціях працює значно швидше ніж система основана на пікселях. Є три типи функцій. Значення функції з двома прямокутниками – різниця суми пікселів в двох прямокутних областях. Області мають однаковий розмір і форму, горизонтальні або вертикальні, розташовані по діагоналі. Функція з трьома прямокутниками вираховує суму в межах двох зовнішніх прямокутників, що віднімаються з суми в центральному прямокутнику. Функція з чотирма прямокутниками рахує різницю між діагональними парами прямокутників.



Рис. 2. Прямокутники хаароподібних ознак

Хаароподібні ознаки – це функції цифрового зображення, які використовуються при виявленні об'єктів (Рис. 1.3). Хаароподібна ознака розглядає сусідні прямокутні області в визначеному місці у вікні розпізнавання, сумує інтенсивність пікселів в кожній області і рахує різницю між цими сумами. Ця різниця згодом використовується для категоризації підсекцій зображення. Наприклад, маємо базу даних з людськими обличчями. Зазвичай, у всіх облич область очей темніша аніж область щік. Тому загальна ознака для розпізнавання облич представляє собою набір з двох сусідніх прямокутників, які знаходяться над очима і щоками. Положення цих прямокутників визначається відносно вікна розпізнавання, яке виступає як обмежуюча рамка цільового об'єкта.

Прямокутник ознак може бути обчислено дуже швидко, використовуючи проміжне представлення для зображення, яке ми називаємо інтегральним зображенням. Інтегральне зображення в x, y містить суму пікселів вище і зліва від x включно:

$$ii(x, y) = \sum_{x' \leq x, y' \leq y} i(x', y')$$

де $ii(x, y)$ є інтегральним зображенням, $i(x, y)$ є оригінальним зображенням. Використовуючи таку пару повторень:

$$s(x, y) = s(x, y - 1) + i(x, y)$$

$$ii(x, y) = ii(x - 1, y) + s(x, y)$$

де $s(x, y)$ є сукупна сума рядків, $s(x, -1) = 0$, та $ii(-1, y) = 0$ інтегральне зображення може бути обчислено за один прохід в порівнянні з оригінальним зображенням.

AdaBoost – це алгоритм машинного навчання, алгоритм посилення класифікаторів, шляхом об'єднання їх в комітет. Цей алгоритм є ітеративним алгоритмом. Основою є те, щоб навчати різні класифікатори (особливо слабкі) для одного навчального набору, а потім збирати ці слабкі класифікатори для формування більш сильнішого кінцевого класифікатора.

Цей алгоритм може використовуватись з іншими типами алгоритмів навчання, щоб покращити їхню швидкодію. Вихідні дані інших алгоритмів навчання («слабо навчених») об'єднуються в зважену суму, яка представляє кінцевий результат розширеного класифікатора.

AdaBoost адаптивний в тому значенні, що наступні слабкі учні пристосовані на користь тих випадків, які неправильно класифіковані попередніми класифікаторами. AdaBoost чутливий до шуму і викидів.

AdaBoost викликає слабкі класифікатори в циклі $t = 1, \dots, T$. Після кожного виклику обновляється розподілення ваг D_t , які відповідають важливості кожного з об'єктів навчальної множини для класифікації. На кожному етапі ітерації ваги кожного неправильно класифікованого об'єкту збільшуються, таким чином новий комітет класифікаторів «фокусується» на цих об'єктах.

Каскад використовується для зменшення часу опрацювання зображень фокусуючись на більш цікавих ділянках зображення. Наприклад, плоскі області зображення, вочевидь, не містять граней і можуть бути швидко відкинуті за допомогою шаблону, який складається тільки з невеликого числа ознак. Така схема може значено підвищити швидкість розпізнавання. Загальний процес класифікації вікна формує дерево рішень, яке було названо «каскадом» (Рис. 1.5). Вхідні допоміжні вікна проходять серію вузлів під час розпізнавання. Кожен вузол приймає рішення, чи буде вікно зберігатись до наступного раунду чи буде негайно відкинуте.



Рис. 3. Архітектура каскаду

3. Модель алгоритму розв'язання проблеми

Об'єктами алгоритму виявлення сонливості (втоми) водія буде потік відеокадрів, на яких повинно бути обличчя водія. На кожному кадрі потрібно виявити і розпізнати обличчя. Після цього аналізується стан очей – відкриті чи закриті. Якщо очі закриті, потрібно це «запам'ятати», оскільки для аналізу сонливості буде використано метод PERCLOS. Через деякий відрізок часу, отримані дані буду проаналізовані та буде зроблено висновок чи водій в стані втоми чи ні. Якщо дані будуть вказувати, що водій знаходиться в сонливому стані, програма повинна повідомити про це водія. Якщо ж водій знаходиться в стані бадьорості, програма продовжує виконання (Рис. 4).

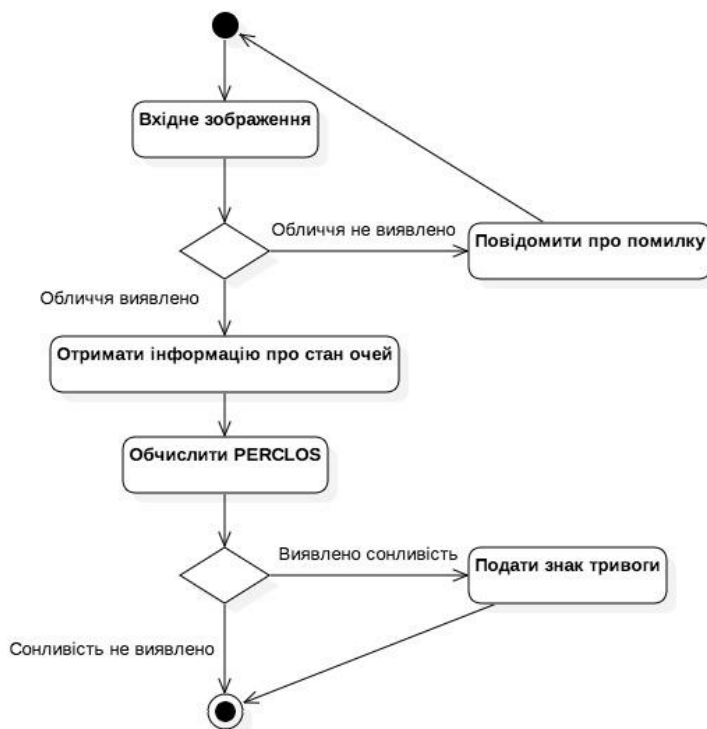


Рис. 4. Діаграма активності алгоритму

Основа алгоритму – це обробка зображення і виявлення обличчя. Продуктивність алгоритму дуже залежить від розміру зображення. Тому рекомендовано перед подачею на виявлення обличчя зменшити розмір зображення або записувати відео у малому розширенні.

Відсоток закритих очей (PERCLOS)

Сонні люди проявляють деяку поведінку, яку можна спостерігати на обличчі, наприклад рухи головою, очей. Вважається, що частота кліпання очей перевищує норму в сонних людей. Тривалість закриття очей також вказує на сонливість. Сонна людина закриває очі частіше, з інтервалом від 2 до 4 секунд.

Відсоток закритих очей (Percentage of eye closure, PERCLOS) - це математично визначена пропорція часового інтервалу, в якому очі знаходяться в закритому стані. PERCLOS не включає кліпання очей. Цей метод був представлений у 1994 році. Міністерство транспорту США прийняло його стандартною мірою виміру сонливості водія. В роботі (Udo Trutschel) стверджується, що цей підхід працює краще ніж будь-яку інші. PERCLOS вважається «золотим стандартом» серед мій запобігання сонливості (knipling, 1998). Формула обрахунку:

$$\text{PERCLOS} = \frac{I_{430}}{T} \times 100\%$$

де I430 – сума інтервалів часу закритих очей протягом часу T.

Згідно [12] було визначено, якщо PERCLOS менше 8% водій в стані бадьорості. PERCLOS в межах 8-15% - водій ймовірно знаходиться в сонливому/втомленому стані. Якщо PERCLOS більше 15% - водій однозначно втомлений.

Таблиця 1.1.

Показник втоми PERCLOS

PERCLOS	<8%	8-15%	>15%
Стан	Бадьорість	Ймовірна втома	Втома/сонливість

Висновки: Об'єктом дослідження даної роботи є програмне забезпечення для контролю втоми водія, яке базується на виявленні обличчя в реальному часі у відеопотоці. Було визначено проблему, її актуальність, досліджено сучасні методи запобігання аварій спричинених втомою водія, розглянуто алгоритми виявлення облич. Опираючись на проаналізованих даних, зроблено висновок, що програмний продукт є актуальним і допоможе запобігти аваріям, спричинених втомою.

Література:

1. Wikipedia [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/>.
2. Global status report on road safety 2013 [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/en/.
3. Fatigue and crash risk [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/knowledge/fatigue/fatigue_and_road_crashes/fatigue_and_crash_risk_en.
4. Pew Research center [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.pewglobal.org/>.
5. Wang, R., Guo, L., Tong, B., Jin, L.: Monitoring Mouth Movement for Driver Fatigue or Distraction with One Camera. In: The 7th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems: 314 -319 – 2004.
6. L.Juwei, N. P.Konstantinos, A. Venetsanopoulos, "Face recognition using kernel direct discriminant analysis algorithms", *IEEE Transactions On Neural Networks*, vol.14, no. 1, pp.117–126, January 2003.
7. M. Lades, J. Vorbruggen, J. Buhmann, "Distortion invariant object recognition in the dynamic link architecture", *IEEE Transactions on computers*, 1993, vol. 42, no. 3, pp. 300 -310, March 1993.
8. P. Viola, "Robust realtime face detection", *International Journal of Computer Vision*, 2004, vol. 57, no. 2, pp. 137-154, 2004.
9. А. М. Лисенко, "Застосування біометричних систем для ідентифікації особи", *Вісник Київського нац. ун.-ту ім. Т.Шевченка, Юридичні науки*, 2004, №60/62, с. 87-91.
10. Метод Виолы-Джонса (Viola-Jones) как основа для распознавания лиц, *Электронный ресурс*, Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/133826/>.
11. P. Viola, "Rapid object detection using a boosted cascade of simple features", *IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*, V. 1, Kauai, Hawaii, USA., pp. 511–518, 2001.
12. S.Lawrence, C.L. Giles., C. Tsoima, "Face Recognition: A Convolutional Neural Network Approach", *IEEE Transactions on Neural Networks, Special Issue on Neural Networks and Pattern Recognition*, vol. 8, no 1, pp.98–113, 1997.
13. Y.Taigman, M.Yang, M.Ranzato, "DeepFace: Closing the Gap to Human-Level Performance in Face Verification", [Online]. Available at : https://www.cs.toronto.edu/~ranzato/publications/taigman_cvpr14.pdf