

УДК 004

## ОГЛЯД АЛГОРИТМІВ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ ПОШУКУ ОБ'ЄКТІВ НА ЗОБРАЖЕННІ

*Коротач Ю.Б.*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків*

У наш час більшість наукових розробок так чи інакше пов'язані зі штучним інтелектом і методами його використання у вирішенні завдань будь-якого характеру, це в свою чергу привертає велику увагу до теми комп'ютерного зору, як одного із способів сприйняття навколишнього світу для машин. Також, це обумовлено тим, що дана технологія може бути використана в різноманітних прикладних областях і гнучко налаштована під виконання певних типових завдань.

Для пошуку об'єктів на зображенні, комп'ютерний зір використовує різні методи. Виділяються три основні методи розпізнання об'єктів на зображенні: контурний аналіз, пошук шаблону (більш відомий, як *template matching*) і зіставлення по ключових точках (*feature detection, description & matching*).

Контурний аналіз [1] являє з себе метод опису, зберігання, розпізнавання, порівняння та пошуку графічних образів (об'єктів) за їх контурами. Контур цілком визначає форму зображення і містить всю необхідну інформацію для розпізнавання зображень за їх формою. Такий підхід дозволяє не розглядати внутрішні точки зображення і тим самим значно скоротити обсяг інформації, що переробляється. Під контуром розуміється крива, яка описує кордон об'єкта на зображенні. Розгляд тільки контурів об'єктів дозволяє піти від простору зображення до простору контурів, що істотно знижує складність алгоритмів і обчислень.

Головною перевагою контурного аналізу є 21 інваріантність щодо обертання, масштабу і зсуву контуру на зображенні, що тестується. Він відмінно підходить для пошуку об'єкта деякої заданої форми. Наслідком цього часто стає можливість забезпечення роботи системи в режимі реального часу.

Однак описані припущення про контури накладають суттєві обмеження на область застосування даного методу. Перш за все, вони викликані проблемами виділення контуру на зображенні:

- розриви контуру в місцях, де яскравість змінюється не дуже швидко;
- наявність помилкових контурів внаслідок шуму на зображенні;
- широкі контурні лінії через розмитість або шум.

Таким чином, контурний аналіз має досить слабку стійкість до перешкод, і будь-яке порушення цілісності контуру або погана видимість об'єкта призводять або до неможливості детектування, або до помилкових спрацьовувань. Однак простота і швидкодія контурного аналізу, дозволяють цілком успішно застосовувати даний підхід за умови наявності чітко вираженого об'єкта на контрастному тлі і відсутності перешкод.

Одним із прикладів використання контурного аналізу є розпізнання друкованого тексту. Зокрема, для перетворення тексту в звук (особливо актуально для людей зі слабким зором).

Метод *Template matching* [2] застосовується для пошуку ділянок зображень, які найбільш схожі з деяким заданим шаблоном. Ухвалення рішення про приналежність тестового об'єкта до певного класу здійснюються за критерієм мінімуму (максимуму) деякої функції зіставлення об'єкта і його шаблону. Цей метод є одним з найпростіших для розуміння і власної реалізації, по суті, необхідно вирішити питання про подання об'єкта деяким шаблоном і вибору функції зіставлення. Таким чином, вхідними параметрами методу є:

- зображення, на якому необхідно шукати шаблон;
- зображення об'єкта, який необхідно знайти на тестованому зображенні, розмір шаблону повинен бути меншим за розмір перевіряемого зображення.

Мета роботи алгоритму - знайти на тестованому зображенні ділянку, яка найкраще збігається з шаблоном.

Пошук шаблону проводиться шляхом послідовного переміщення його на

один піксель за раз по зображенню, і оцінкою схожості кожної нової області з шаблоном. За результатами перевірки вибирається та ділянка, яка має найвищий коефіцієнт збігу. По суті - це відсоток збігу області картинки і шаблону. Описаний спосіб зіставлення з шаблонами є простим, проте певна складність присутня в процесі формування шаблонів, тобто в навчанні.

Template matching [3] є хорошим вибором, коли необхідно швидко перевірити наявність деякого об'єкта на зображенні. Однак варто розуміти, що template matching не дозволяє з упевненістю сказати чи був знайдений вихідний об'єкт, оскільки це імовірнісна характеристика, що залежить від масштабу, кутів огляду, поворотів картинки і наявності фізичних перешкод. Також можливі помилкові спрацьовування алгоритму, коли шуканого об'єкта насправді немає, але є якісь загальні деталі у шаблону та області на тестованому зображенні. Звичайно, подібній ситуації можна уникнути шляхом перевірки значення коефіцієнта збігу (щоб він не був менше деякої граничної межі), проте це не завжди буде працювати належним чином з огляду на описані вище причини.

Концепція feature detection в комп'ютерному зорі відноситься до методів, які націлені на обчислення абстракцій зображення і виділення на ньому ключових особливостей. Дані особливості потім використовуються для порівняння двох зображень з метою виявлення у них загальних складових. Не існує чітко визначення того, що таке ключова особливість картинки. Нею можуть бути як ізольовані точки, так і криві або деякі пов'язані області. Прикладами таких особливостей можуть служити межі об'єктів і кути.

Часто алгоритми для своєї роботи використовують ключові точки (feature points) зображення. Під ключовими точками розуміються деякі ділянки картинки, які є відмінними для даного зображення. Існує велика кількість методів для виявлення подібних "особливих точок", всі вони відрізняються за швидкістю роботи, числу виділених точок, а також стійкості до трансформаціям зображення: обертанням, змінах кутів огляду, змін масштабу.

Подібні точки кожен алгоритм визначає по-своєму. Для знаходження

ключових точок на зображеннях і подальшого їх порівняння використовуються три складові:

– Детектор (feature detector) - здійснює пошук ключових точок на зображенні.

– Дескриптор (descriptor extractor) - виробляє опис знайдених ключових точок, оцінюючи їх позиції через опис навколишніх областей.

– Матчер (matcher) - здійснює побудову відповідностей між двома наборами точок зображень.

На відміну від template matching і контурного аналізу, алгоритми пошуку ключових точок більш стійкі до перешкод, трансформацій і дозволяють знаходити об'єкти навіть при наявності фізичних перешкод. При цьому висока швидкість 24 роботи деяких методів дозволяє застосовувати їх для пошуку зображень в режимі реального часу навіть на мобільних пристроях, що призвело до можливості використання доповненої реальності в смартфонах і планшетних комп'ютерах рядових користувачів.

Для досягнення якомога більш якісного рівня трекінгу об'єкта (маркера)- він повинен володіти чималим числом унікальних (стабільних) ключових точок, які бібліотека доповненої реальності швидко може виділити на відео потоці і зіставити з наявним шаблонним набором. Для цього необхідно використовувати якомога швидший детектор, дескриптор і матчер, а також розробити алгоритм, який би міг з упевненістю сказати, що об'єкт був знайдений. Якщо вибір перших трьох компонентів здійснюється шляхом проведення експериментів з виміром швидкості роботи і оцінкою інваріантності щодо різних трансформацій, то остання складова вимагає більш детального опрацювання. Перш за все це пов'язано з тим, що відсутні будь-то стандартні програмні засоби, які могли б нам з упевненістю заявити про факт перебування маркера. Подібні фільтри необхідно реалізовувати самостійно з урахуванням завдань проекту, в якому вони будуть використовуватися.

Алгоритм на основі особливих точок, має достатню стійкість, яка важлива в процесі використання. Подібний алгоритм дозволяє розпізнавати образи під

різним кутом, на різній віддаленості від камери, при різному освітленні і при частковому перекритті зображення.

### Список використаних джерел

- [1] Контурний аналіз і його застосування для розпізнавання об'єктів [Електронний ресурс] // Доступно: <https://nauka21veka.ru/articles/tekhnicheskie-nauki/konturnyy-analiz-i-ego-primeneniye-dlya-raspoznavaniya-obektov-1480087113/>
- [2] Проста технологія класифікації розпізнаних сторінок ділових документів на основі методу Template Matching [Електронний ресурс] // Доступно: <https://habr.com/ru/company/smartengines/blog/321782/>
- [3] Feature detection (computer vision) [Електронний ресурс] // Доступно: [https://en.wikipedia.org/wiki/Feature\\_detection\\_\(computer\\_vision\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Feature_detection_(computer_vision))
- [4] Комп'ютерний зір [Електронний ресурс] // Доступно: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Комп%27ютерний\\_зір#](https://uk.wikipedia.org/wiki/Комп%27ютерний_зір#):
- [5] Аналіз методів розпізнавання образів / А. В. Зенин / — 2017. [Електронний ресурс] // Доступно: <https://moluch.ru/archive/150/42393/>
- [6] Огляд основних методів контурного аналізу для виділення контурів рухомих об'єктів. / І. О. Сакович, Ю. С. Белов // Інженерний журнал: наука та інновації, 2014 року, вип. 12. [Електронний ресурс] // Доступно: <http://engjournal.ru/catalog/it/hidden/1280.html>.
- [7] Аналіз методів розпізнавання облич на зображеннях / Т. В. Юр // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка. - 2015. [Електронний ресурс] // Доступно: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npdntu\\_inf\\_2015\\_2\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npdntu_inf_2015_2_8)