

## РОЗПІЗНАВАННЯ ГРАФІЧНИХ ОБРАЗІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

*У статті розглядаються методи для підвищення ефективності роботи функції системи стеження за об'єктом (ActiveTrack), проблемою в даній системі є те що при великому скупченні людей, або коли ціль рухалась повільно і раптово збільшилась швидкість, система втрачає ціль на яку було вказано.*

*Тому в даній функції пропонується використовувати додатковий пристрій який буде отримувати вхідні дані з відеокамери головного пристрою та вибирати ціль з пульта керування, далі методами розпізнавання образів з використанням бібліотеки OpenCV та використанням нейронної мережі проводиться аналіз даних, пошук на відеозображенні вказаної цілі і передаватимуться дані для скеровування головного пристрою в сторону яку рухається ціль. Для вирішення завдань виявлення перешкод і розпізнавання образів необхідна наявність неспотвореного зображення. Однак більшість об'єктів телекамер мають викривляє ефектом (аберацією). Об'єкти, в яких повністю усунена аберація, мають високу вартість і великими масогабаритними характеристиками. Для усунення аберації об'єктиву телекамери пропонується використання алгоритму цифрової корекції спотворень на відеозображенні.*

*Модуль на якому оброблятимуться вхідні дані складається з одноплатного комп'ютера, вибір обумовлений малими розмірами та масою.*

**Ключові слова:** Розпізнавання образів, нейронні мережі, open cv, детектування, activetrack.

**Вступ.** Властивість бачити дозволяє нам надійно розпізнавати людей, тварин а також інші неживі об'єкти. В галузі штучного інтелекту або комп'ютерного зору для позначення всіх цих здібностей прийнято використовувати термін розпізнавання образів. До цього відноситься визначення класу конкретних об'єктів, представлених на зображенні (наприклад, обличчя), а також розпізнавання самих конкретних об'єктів (наприклад, особи Тіма Кука). Нижче перераховані прикладні області, які стимулюють розвиток цього науково-технічного напрямку.

1. Біометрична ідентифікація. Кримінальні розслідування і контроль доступу на об'єкти, що допускають присутність обмеженого кола осіб, потребують можливість одразу ідентифікувати особу. Операції зняття відбитків пальців, сканування райдужної оболонки ока і фотографування особи призводять до отримання зображень, які повинні бути співставленні з даними, що відносяться до конкретних людей.

2. Вибірка зображень з урахуванням їх вмісту. В текстовому документі можна легко знайти місцезнаходження будь-якого рядка, наприклад "cat", якщо вона там є; таку можливість надає будь-який текстовий редактор. А тепер розглянемо задачу пошуку в зображенні множини пікселів, які відповідають зображенню кішки. Якби система комп'ютерного зору мала таку можливість, то дозволяла б відповідати на запити, що стосуються вмісту зображень, такі як "Знайдіть фотографію, на якій показані разом Тім Кук і Джон Айв", "Знайдіть фотографію футболіста в стрибку", "Знайдіть фотографію Ейфелевої вежі вночі" тощо, без необхідності вводити ключові слова.

3. Розпізнавання рукописного тексту. До прикладу такого тексту відносяться підписи, блоки адрес на конвертах, суми в чеках і введені електронною ручкою в планшет чи будь-який інший пристрій.

Зір використовується для розпізнавання не тільки об'єктів, але і видів діяльності. Люди здатні впізнавати знайому ходу (здалеку помічаючи свого друга), вираз обличчя (посмішку), жест (наприклад, прохання наблизитися), дія (стрибок, танець) і т.д. Дослідження по розпізнаванню видів діяльності все ще знаходяться на етапі свого становлення, тому в даній статті ми зосередимося на темі розпізнавання об'єктів з використанням нейронних мереж.

Припустимо, у нас є певна кількість еталонних образів - зображень, або ще чогось-небудь. Нам дають якийсь спотворений образ, і наше завдання полягає в тому, щоб «розпізнати» в ньому один з еталонних. Яким чином людина це зробить - питання складне. А ось яким чином виконає це завдання штучна нейронна мережа - ми цілком можемо собі уявити.

Говорячи неформально, штучна нейронна мережа являє собою систему «нейронів», взаємодіючих між собою на зразок справжньої нейронної мережі мозку. Кожен нейрон мережі отримує і передає сигнали іншим. Те, як нейрони пов'язані між собою, залежить від типу мережі. Нейронна мережа «навчається» рішенням певної задачі, що, по суті, зводиться до обчислень вагових коефіцієнтів матриці. За допомогою нейронних мереж намагаються вирішувати різні завдання, але в статті буде вирішення питання розпізнавання образів.

**Виклад основного матеріалу.** Метою роботи є аналіз та вдосконалення існуючих пристроїв, так званих «безпілотників», в яких є можливість слідкування за об'єктом, але мають проблеми в реалізації цієї функції. Завдання - підвищення ефективності розпізнавання і пошуку об'єктів. Тому для вирішення цього завдання будемо використовувати наступні методи.

#### ***Розпізнавання з урахуванням яскравості***

При такому підході за основу береться підмножина пікселів зображення, яка відповідає образу який ми розпізнаємо, і визначаються дані про характеристики як дані про самі вихідні значення яскравості пікселів. Ще один варіант цього методу полягає в тому, що спочатку може бути виконана згортка зображення з різними лінійними фільтрами, після чого значення пікселів в результуючих зображеннях розглядаються як характеристики. Такий підхід виявився дуже успішним при вирішенні таких завдань, як розпізнавання рукописних цифр.

Для створення детекторів обличчя, що дозволяють розпізнавати обличчя за допомогою баз даних з прикладами, використовувався цілий ряд статистичних методів, включаючи методи на основі нейронних мереж з необробленими вхідними даними, представленими у вигляді характеристик пікселів; дерева рішень з характеристиками, обумовленими за допомогою різних фільтрів смуг і країв. Деякі результати застосування останнього методу показані на рис 1.

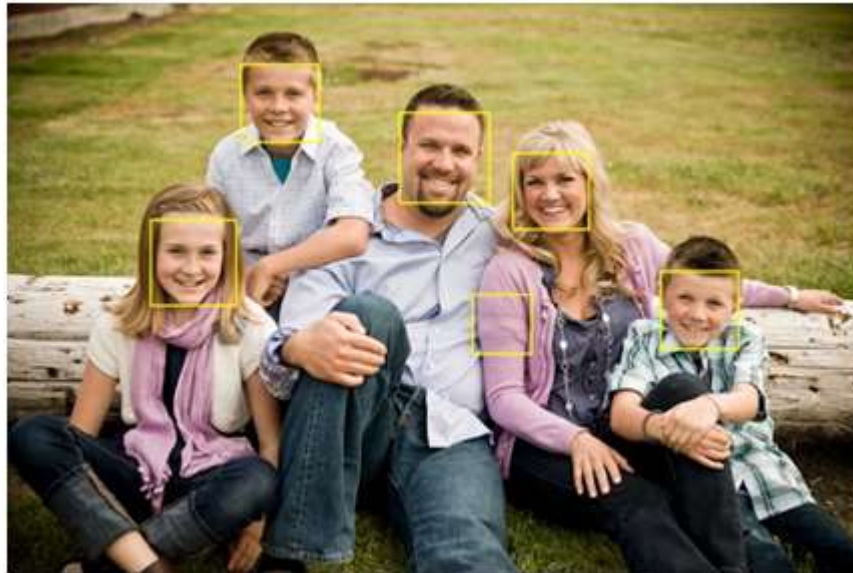


Рис. 1. Приклад розпізнавання обличчя з урахуванням яскравості

Одним з недоліків методу, в якому в якості векторів характеристик використовуються необроблені дані про пікселі, є велика надмірність, властива цьому способу представлення. Припустимо, що розглядаються два пікселя, розташовані поруч на зображенні, щоби лиця якоїсь людини; між ними, швидше за все, буде досить висока кореляція, оскільки для них властиві аналогічне геометричне розташування, освітленість і т.д. Для скорочення кількості розмірностей вектора характеристик можна з успіхом застосовувати методи зменшення обсягу даних, такі як аналіз найбільш важливих компонентів; використання таких методів забезпечує розпізнавання образів, подібних обличчю, з більшою швидкістю в порівнянні з тим, що може бути досягнуто з використанням простору більшої розмірності.

#### ***Розпізнавання з урахуванням характеристик***

Замість застосування в якості характеристик необроблених даних про яскравість пікселів можна використовувати методи виявлення та розмітки просторово локалізованих характеристик, таких як поля і краї. Застосування країв є доцільним завдяки двом описаним нижче важливих причин. Однією з них є зменшення обсягу даних, пов'язане з тим, що кількість країв набагато менше в порівнянні з кількістю пікселів зображення. Друга причина обумовлена можливістю домогтися інваріантності освітленості, оскільки краї (при наявності відповідного діапазону контрастів) виявляються приблизно в одних і тих же місцях, незалежно від точної конфігурації освітленості. Краї представляють собою одномірні характеристики; були також зроблені спроби використовувати двомірні характеристики (ділянки) і безмірні характеристики (точки). Зверніть увагу на те, як відрізняються трактування просторового розташування в підходах з урахуванням яскравості і з урахуванням характеристик. У підходах з урахуванням яскравості ці дані кодуються неявно, як індекси компонентів вектора характеристик, а в підходах з урахуванням характеристик, характеристикою є саме місцезнаходження  $(x, y)$ .

Невід'ємною властивістю будь-якого об'єкта є інваріантне розташування країв; саме з цієї причини люди можуть легко інтерпретувати контурні малюнки, навіть незважаючи на те, що подібні зображення не зустрічаються в природі. Найпростіший спосіб використання цих знань заснований на класифікаторі по найближчих сусідніх точках. При цьому попередньо обчислюються і зберігаються дані про зміни країв, всім відомим образам. А після отримання конфігурації країв, яка відповідає невідомому об'єкту на зображенні, що є предметом запиту, можна визначити "відстань" цього об'єкта від кожного елемента бібліотеки де зберігаються

образи. Після цього класифікатор по найближчих сусідніх точках вибирає найбільш схожий образ.

### **Оцінка пози**

Інтерес представляє не тільки завдання визначення того, яким є певний об'єкт, але і завдання визначення його пози, тобто його позиції і орієнтації по відношенню до спостерігача. Наприклад, при вирішенні проблеми маніпулювання об'єктами на виробництві доводиться враховувати, що захоплення робота не може взяти об'єкт до тих пір, поки не буде відома його поза. У разі жорстких об'єктів, як тривимірних, так і двовимірних, ця проблема має просте і цілком визначене рішення, засноване на методі вирівнювання, який описаний нижче.

У цьому методі об'єкт представляється за допомогою характеристик, або помітних точок  $m_1, m_2, \dots, m_N$  в тривимірному просторі (як такі можуть, припустимо, розглядатися вершини багатогранного об'єкта). Координати цих точок вимірюються в деякій системі координат, найбільш підходящою для даного об'єкта. Після цього точки піддаються операції тривимірного обертання  $R$  з невідомими параметрами, за якою слідує операція перенесення на невідому величину  $t$ , а потім виконується операція проєкції, яка призводить до появи точок характеристик зображення  $p_1, p_2, \dots, p_N$  на площині зображення. Оскільки деякі точки моделі можуть закривати один одного, а детектор характеристик може пропустити деякі характеристики (або виявити помилкові характеристики, поява яких обумовлена наявністю шуму). Таке перетворення для тривимірної моделі точок  $m_i$  і відповідних точок зображення  $p_i$  можна представити таким чином: де  $R$  - матриця обертання,  $t$  - вектор переносу; Чистим результатом стає трансформація  $Q$ , яка призводить точки моделі  $m_i$  у відповідність з точками зображення  $p_i$ . При цьому, хоча спочатку трансформація  $Q$  не визначена, відомо, що (застосовується до жорстких об'єктів)  $Q$  повинна бути однаковою для всіх точок моделі.

### **OpenCV**

OpenCV - розроблена Intel на C/C++ бібліотека з відкритим вихідним кодом, здатна значно спростити програмування комп'ютерного зору. Вона надає багато можливостей: детектування, відстеження та розпізнавання осіб, фільтрація Кальмана і різні готові до використання методи штучного інтелекту (ІІ). Крім того через низькорівневий API надається велика кількість базових алгоритмів комп'ютерного зору.

Розуміння роботи методів дозволить отримати хороші результати від використання OpenCV. Тут буде описано, як, використовуючи OpenCV, реалізувати детектування, відстеження та розпізнавання осіб. Крім цього буде показано, як працює кожен метод і представлено кілька трюків для досягнення найкращих результатів.

Перша версія OpenCV була випущена Intel в 1999р. Спочатку для її використання потрібна Image Processing Library. Але ця залежність була видалена і тепер OpenCV може використовуватися незалежно.

OpenCV є багатоплатформною бібліотекою, вона підтримує Windows, Linux і MacOSX. З одним лише виключенням (модуль CVCAM, який буде описаний нижче), її інтерфейси платформи-незалежні.

### **Особливості**

OpenCV має дуже багато можливостей і спочатку може здатися складною, але щоб почати знайомство потрібно зовсім не багато. Тут короткий опис найважливіших функціональних категорій в бібліотеці OpenCV версії 1.0:

Введення/виведення зображень і відео. Ці функції дозволяють читати зображення з файлів або з відео-потоків, а так само створювати зображення і відео.

Основні алгоритми комп'ютерного зору і обробки зображень (середньо- і низькорівневі API). Використовуючи цей інтерфейс можна експериментувати з більшістю стандартних алгоритмів комп'ютерного зору, без необхідності їх кодувати. Це включає пошуку перепадів, ліній і кутів, апроксимація еліпсом, піраміди зображень для різномасштабної обробки,

порівняння з еталоном (pattern matching), різні варіанти перетворень (Фур'є, дискретне косинус-перетворення) і багато іншого.

Модуль високорівневого комп'ютерного зору OpenCV включає кілька високорівневих можливостей, наприклад оптичний потік (optic flow) (використання руху камери для визначення тривимірної структури), калібрування камери і стереозору.

Методи II і машинного навчання. Для додатків, що використовують комп'ютерний зір, часто потрібні методи машинного навчання або інші методи II. Деякі з них доступні в пакеті OpenCV Machine Learning.

Складання вибірки зображення і перетворення виду. Часто буває корисно обробляти групу пікселів, як блок. OpenCV містить функції для виділення областей зображення, випадкової вибірки, зміни розміру, обгортка, повороту і застосування ефектів перспективи.

Методи для створення і аналізу бінарних (двозначних) зображень. Бінарні зображення часто використовуються в перевірочних системах, які сканують на предмет дефекту форми або кількості частин. Бінарне представлення також зручно, коли об'єкт не рухомий.

Методи для обчислення тривимірної інформації. Ці функції корисні для складання карт і виявлення з використанням стерео оснащення або декількох зображень, отриманих однією камерою з різних точок огляду.

Математичні функції для обробки зображень, комп'ютерного зору і інтерпретації зображень. OpenCV включає часто використовувані алгоритми лінійної алгебри, статистики та обчислювальної геометрії.

Графіка. Цей інтерфейс дозволяє писати текст і малювати на зображеннях. Крім того ці функції корисні для маркування та створення різних знаків. Наприклад, якщо ви пишете програму для детектування об'єкта, корисно написати на зображенні розмір і положення об'єкта.

Методи GUI. OpenCV містить власні функції для виведення вікон. Вони представляють просту мультиплатформену API для виведення зображень, допускають обробку подій миші та клавіатури і реалізують керуючий елемент повзунок.

Структури даних і алгоритми. З цими функціями ви можете ефективно створювати і маніпулювати великими списками, послідовностями, графами і деревами.



Рис. 2. Показує кілька прикладів можливостей OpenCV в дії: детектування особи, контуру і перепадів



Отже, такі методи покликані для вирішення поставлених задач в яких використовуються методи теорії, методи обробки цифрових зображень, теорії нейронних мереж. Програма, яка використовуватиме алгоритм, буде написана на мовах C# и C++ з використанням бібліотеки OpenCv.

**Висновки.** Зважаючи на складність завдання розпізнавання образів, а також використання нейронних мереж, завдання має бути розбите на два етапи:

- збір первинної інформації, розробка первинного рішення на основі обробки цифрових зображень з використанням бібліотеки OpenCV;

- підвищення ефективності розпізнавання та обробки зображень з використанням нейронних мереж.

Для вирішення завдань виявлення перешкод і розпізнавання образів необхідна наявність неспотвореного зображення. Однак більшість об'єктів телекамер мають викривляє ефектом (аберацією). Об'єкти, в яких повністю усунена аберація, мають високу вартість і великими масогабаритними характеристиками. Для усунення аберації об'єктиву телекамери пропонується використання алгоритму цифрової корекції спотворень на відеозображенні.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Бойко И.А. Распознавание объектов на основе видеосигнала, полученного с камеры, установленной на подвижной платформе / Бойко И.А. – М.: Молодой ученый, 2013.
2. Юревич Е.И. Основы робототехники. – М.: БХВ-Петербург, 2007.
3. Степанченко И.В. Нейронные сети для распознавание образов / Степанченко И.В. Волгоград. гос. техн. ун-т. – М.: Волгоград, 2004.

#### REFERENCES:

1. Boyko I.A. Recognition of objects based on the video signal received from the camera mounted on a moving platform / Boyko I.A. – М.: Young Scientist 2013.
2. Yurevich E.I. Fundamentals of Robotics. – М.: BHV-Petersburg, 2007.
3. Stepanchenko I.V. Neural networks for pattern recognition / Volgograd. state. tehn. Univ. – М.: Volgograd 2004.

**Рецензент: д.т.н., проф. Сбітнєв А.І.**

д.т.н., проф. Мясіщев О.А., к.т.н. Ленков Є.С., Білик О.М.  
**РАСПОЗНАВАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ОБРАЗОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

*В статье проведен анализ моделей надежности программного обеспечения (ПО). Наиболее известных моделей надежности ПО сегодня существует около десятка, поэтому в этой работе они сгруппированы по признакам.*

*Рассмотрены компьютерные системы с централизованной архитектурой приложений файл-сервер и клиент-сервер.*

*Особое внимание уделено клиент-серверной архитектуре. Существуют различные классификации, но одной из самых распространенных является использование четырех моделей технологии «клиент-сервер»: модель файлового сервера (File Server - FS), модель удаленного доступа к данным (Remote Data Access - RDA), модель сервера БД (Data Base Server - DBS), модель сервера приложений (Application Server - AS).*

*С целью оценки надежности для систем типа "клиент-сервер" на этапе тестирования определены такие важные характеристики функционирования программного комплекса, как: расчет текущего времени наработки до отказа, расчет среднего времени наработки до отказа за все время моделирования работы системы, расчет вероятности отказа ПО за единицу времени расчет коэффициента готовности.*

*Ключевые слова: надежность программного обеспечения, модели надежности, клиент-серверная архитектура, программа-клиент, область определения входных данных.*

**Prof. Myasishev O.A., Ph.D. Lenkov Ye.S., Bilik O.M.**

## **RECOGNITION OF GRAPHIC IMAGES USING NEURAL NETWORKS**

*In the article the analysis of models of reliability of software (SOFTWARE). The most famous reliability models FOR today there are about a dozen, so in this work they are grouped by characteristics.*

*Considered a computer system with a centralized application architecture file-server and client-server.*

*Special attention is paid to the client-server architecture. There are various classifications, but one of the most common is the use of four models of the technology "Client-server": a model of file server (File Server FS), model RDA (Remote Data Access - RDA) model of the DB server (Data Base Server DBS), a model of the application server (Application Server - AS).*

*To assess reliability for systems of type "client-server" at the stage of testing identified the following important features of the operation of software, such as: calculation of the current operating time fully, the calculation of the average operating time fully during the simulation of the system, the calculation of the probability of failure per unit time, the calculation of the coefficient of readiness.*

*Keywords: software reliability, reliability models, client-server architecture, the client program, the scope of the input data.*