

## ПРИНЦИПИ РОЗПІЗНАВАННЯ АМОРФНИХ ОБ'ЄКТІВ

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*Розглядається питання розпізнавання об'єктів, які деяким чином змінилися. Аналізуються відомі методи розпізнавання.*

**Ключові слова:** розпізнавання об'єктів, аморфні об'єкти, об'єкти, що змінюються, метод гнучкого порівняння на графах, приховані Марківські моделі, згортувальні нейронні мережі.

### **Abstract**

*The question of object recognition, which somehow changed, is considered. The known recognition methods are analyzed.*

**Keywords:** object recognition, amorphous objects, changing objects, flexible comparison method on graphs, hidden Markov models, Convolutional neural network.

### **Вступ**

Оскільки людина бачить предмети реального світу не задумуючись над послідовністю операцій, які ведуть до формування образу в свідомості, сприйняття об'єктів здається нам простим та природнім. Проте впізнавання та розпізнавання об'єкта – це результат складної «перцептронної» діяльності, яка заснована на роботі центральної нервової системи [1].

Людині добре вдається ідентифікувати образи, проте складність полягає в тому, як навчити комп'ютер виконувати дану функцію. В зв'язку з тим, що зростає кількість областей застосування технологій розпізнавання обличчя, а саме: телеконференції, охоронні системи, банківська сфера, криміналістика та ін., зростає і інтерес до процедур, які лежать в основі розпізнавання облич.

### **Основні методи розпізнавання аморфних об'єктів**

Під аморфними об'єктами розглядаються обличчя, які можуть змінюватися з часом.

Складність розпізнавання обличчя різко зростає зі зміною якості зображення, яке пропонується. До таких змін відносяться зміни, пов'язані з віком, зміною зачіски, наявністю окулярів чи різноманітних пошкоджень на обличчі, а також зміни ракурсу та умов освітленості.

При всьому різноманітті різних алгоритмів та методів розпізнавання зображень, типовий метод розпізнавання складається з трьох компонент:

- перетворення вхідного зображення в початкове представлення;
- виділення ключових характеристик;
- механізм класифікації: кластерна модель, нейронна мережа і т.д.

Побудова методу розпізнавання опирається на апріорну інформацію про предметну область та коректується експериментальною інформацією, яка з'являється в ході розробки методу.

До попередньої обробки вхідного зображення відноситься перетворення зображення до відповідного масштабу, положення, відбувається вирівнювання орієнтації та яскравості. Після проведення попередньої обробки необхідно переходити уже до перетворення зображення за допомогою рядів Фур'є, головних компонент та інших способів.

Наступним етапом є виділення ключових ознак. Якщо розглядати даний етап на прикладі зображення людського обличчя, то ключовими ознаками, в даному випадку, будуть точки обличчя (очі, ніс, губи, підборіддя та ін.).

Заключним етапом є сам механізм моделювання, тобто те, яким чином буде відбуватися саме розпізнавання зображення. Способів розпізнавання зображень є багато, наприклад, марківські моделі, нейронні мережі, метрика, та ін. Вибір способу розпізнавання зображень залежить від того, яких цілей та з якою точністю необхідно досягнути, адже всі методи мають свої переваги та недоліки.

Детальніше типовий метод розпізнавання зображень на рисунку 1.



Рисунок 1 – Типовий метод розпізнавання

Існує безліч методів та засобів для реалізації методів розпізнавання аморфних об'єктів. Найбільш поширеними на даний час є: метод гнучкого порівняння на графах, приховані Марківські моделі та нейронні мережі.

Метод гнучкого порівняння на графах – це метод, який представляє обличчя у вигляді графа, вершинами якого є такі ключові точки, як контури голови, губ, носу та їхніх крайніх точках.

Ребра графа зважуються відстанню між суміжними вершинами. Різниця між двома графами обчислюється за допомогою деякої цінової функції деформації, яка враховує як різницю між значеннями ознак, обчислених в вершинах, так і ступінь деформації ребер графа.

Проте основними недоліками даного методу є висока обчислювальна складність процедури розпізнавання та лінійна залежність часу роботи від розміру бази даних облич [2].

Приховані Марківські моделі використовують статичні властивості сигналів та враховують безпосередньо їх просторові характеристики. Кожна модель  $\lambda = (A, B, \pi)$ , представляє собою набір  $N$  станів  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_N\}$ , між якими можливі переходи. В кожен момент часу система знаходиться в строго визначеному стані [3].

Однією з корисних властивостей прихованих Марківських моделей є здатність сегментувати зображення.

Недоліком прихованих Марківських моделей є те, що вони не володіють здатністю розпізнавання. Тобто алгоритм навчання лише максимізує відгук кожної моделі на свої класи, але не мінімізує відгук на інші класи та не виділяються ключові ознаки, які відрізняють один клас від іншого [4].

На сьогоднішній день існує біля десяти різновидів нейронних мереж. Найкращі результати в області розпізнавання облич показала Convolutional Neural Network або згортувальна нейронна мережа, яка є логічним розвитком ідей таких нейронних мереж, як когнітронна та неокгнітронна. Навчається нейронна мережа на наборі навчальних прикладів. Сенс навчання зводиться до налаштування ваг міжнейронних зв'язків в процесі вирішення оптимізаційної задачі методом градієнтного спуску. В процесі навчання нейронної мережі відбувається автоматичне виділення ключових ознак, визначення їх важливості та побудова взаємозв'язків між ними.

Загальна архітектура згортувальних нейронних мереж представлена на рисунку 2.



Рисунок 2 - Архітектура згортувальних нейронних мереж

Тестування згортувальної нейронної мережі на базі даних ORL, яка містить зображення облич з невеликими змінами освітлення, масштабу, положення та різними емоціями, показало 96% достовірність розпізнавання.

Основні переваги, яким володіють згортувальні нейронні мережі:

- Налаштування нейронної мережі для вирішення певної задачі відбувається в процесі навчання на наборі тренувальних прикладів.
- Володіють хорошою узагальнюючою властивістю.
- Нейронні мережі не потребують накладання яких-небудь обмежень на тестову вибірку, і не покладаються на те, що вона володіє якимось апріорними властивостями, на відміну від, наприклад, статичних методів.
- Не потребують ніякого попереднього вивчення характеру даних [5].

Проте, не дивлячись на всі переваги, застосування згортувальних нейронних мереж вимагає спеціальних зусиль. Це пов'язано, насамперед, з складним характером зображень, особливо зображень трьохвимірних об'єктів реального світу, якими являються обличчя людей. Зображення повинно бути попередньо оброблене – приведені до деяких стандартних умов.

Розглянувши найбільш популярні методи та засоби для реалізації методів, для розпізнавання аморфних об'єктів найбільше підходять згортувальні нейронні мережі, оскільки:

- Метод гнучкого порівняння на графах має високу обчислювальну складність, яка зростає зі збільшенням бази даних;
- За допомогою Марківських моделей максимізується відгук моделі на свій клас, але не мінімізується відгук на інші класи.

А нейронні мережі легко навчаються і чим більший тестовий набір, тим вища точність розпізнавання, а також не потребують попереднього вивчення даних. Необхідно лише привести зображення до стандартних умов.

## Висновки

Проведено дослідження, яке дозволило полегшити вирішення задачі розпізнавання аморфних об'єктів. В результаті аналізу комбінації різноманітних методик обробки та розпізнавання об'єктів, було обрано згортувальну нейронну мережу, яка дала можливість підвищити точність розпізнавання аморфних об'єктів. Розроблений принцип розпізнавання дозволить у подальшому розпізнавати аморфні об'єкти серед множини схожих об'єктів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кулябичев Ю.П., Пивторацкая С.В. // Современные технологии в задачах управления, автоматизации и обработки информации: труды XVII международного научно-технического семинара. Алушта, сентябрь 2008 г. – СПб.: ГУАП, 2008. – С. 207.
2. Face Recognition by Elastic Bunch Graph Matching, Laurenz Wiskott, Jean-Marc Fellous, Norbert Krüger, and Christoph von der Malsburg, Institute for Neural Computation Ruhr-University Bochum D-44780 Bochum, Germany, Computer Science Department University of Southern California Los Angeles, CA 90089, USA
3. Nefian, A.V. Hidden Markov Model-Based Approach for Face Detection and Recognition / Ara Nefian. 1999.
4. Гульдяева, Т.А. Скрытые марковские модели с одномерной топологией в задаче распознавания лиц / Т.А. Гульдяева, А.А. Попов; ИГТУ. — 2006.
5. S. Lawrence, Face recognition: a convolutional neural-network approach, NEC Res. Inst., Princeton, NJ, USA

**Тетяна Ігорівна Ткаченко** – студентка групи КН-17м (з/в), факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tetyana95@ukr.net

**Олена Іванівна Суприган** – канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Tkachenko Tetiana I.** – department of information technologies and computer engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: tetyana95@ukr.net.

**Suprihan Olena I.** – Cand. Sc., Associate Professor of Computer Science, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia