

Метод кодування зорових образів у системах штучного інтелекту

У статті розглядається кілька способів комп'ютерного кодування зображень, які мають одну загальну рису: зоровий образ розглядається не по рядках (або колонках), а по колах, починаючи із зовнішнього кола (яке охоплює весь образ) і закінчуючи внутрішніми колами з найменшим радіусом.

In article is analysed a few ways of computer image recognition with common characteristic: pattern vision is arranged not in lines and columns but in circles beginning with external circle of big radius and finishing with small ones.

Розпізнавання зорового образу у системах штучного інтелекту може бути виконане нейронною мережею за допомогою когнітрона та неокогнітрона. Когнітрон є багат шаровою мережею. Кожний його шар реагує на власний підобраз вектора X , який ускладнюється у міру переміщення від входу когнітрона до його виходу: нейрони 1-го шару реагують на невеликий фрагмент вхідного образу; нейрони наступного шару охоплюють частку нейронів 1-го шару і тому реагують відповідним чином на більш складний підобраз і т.д.; останній шар реагує на весь образ незалежно від його положення, розміру й орієнтації у просторі. Неокогнітрон має схожість із когнітроном, але він більш потужний у розпізнаванні зорових образів незалежно від викривлень, зміни масштабу, обертання [1; 2; 7].

Ми розглядаємо кодування, яке пов'язане з перетворенням зорового образу на початковий цифровий код, який і обробляється з метою класифікації образу [1-7].

Звичайно зоровий образ розглядається як пласка прямокутна картина з розкладом її на окремі прямокутні фрагменти (елементи) по рядках та колонках. Розглянемо розпізнавання літери. У найпростішому випадку елемент образу має код "1", якщо частка лінії літери пересікає його; в іншому випадку отримується код "0". Недоліком цього методу кодування є те, що

повернення літери на деякий кут настільки змінює код, що це значно ускладнює розпізнавання.

Суть запропонованого методу розпізнавання зорового образу розглянута нижче на прикладі літер. Метод кодування, що розглядається нижче, вміщує більше незіпсованої інформації і тому може бути використаний, як у нейронних, так і в інших системах розпізнавання.

У статті розглядається кілька способів кодування зображень, які мають одну загальну рису: зоровий образ розглядається не по рядках (або колонках), а по колах, починаючи із зовнішнього кола (яке охоплює весь образ) і закінчуючи внутрішніми колами. Ці "кола" є умовними, бо за формою вони можуть бути круглими, квадратними та спіральними. Такий метод більш наближений до реальних умов зорового спостереження, яке властиве людині.

Дійсно, можна вважати, що у полі зору людини центральна частина зображення розглядається більш чітко у порівнянні з периферійною частиною, тобто чіткість зображення зменшується по колах при переміщенні від центру образу до його країв. Особливості такого кодування зображення і розглядаються у статті.

У статті розглядається кілька способів кодування зображень, які мають переваги

у порівнянні з розкладом по рядках або колонках, бо отримується більш реальний код зображення незалежно від повороту образу, або його перевертання:

1. По вставлених один у другий квадратних "колах", які поступово зменшують свій радіус (рис. 1).
2. По вставлених один в другий колах, які поступово зменшують свій радіус.
3. По спіралі.
4. По вписаному у коло квадрату, який охоплює зоровий образ. Поки що не розглядаємо питання нормалізації та розмірів образу.

При кодуванні образу по квадратних "колах" (рис. 1), "радіуси" яких щоразу зменшуються, використовують такий

алгоритм кодування:

1. Усі зображення розбиваються на однакову кількість рядків та колонок. У результаті зображення розбивається на окремі прямокутники або квадрати.
2. Перехід на новий виток спіралі виконується в одному місці – наприклад, там, де почався перегляд зображення.
3. При обході зображення по колу (спіралі) цифрами вказується освітлення комірок. Початок отриманого рядка цифр з'єднується з його кінцем, створюючи таким чином "коло даних" образу. Ці цифри вважаються вагами, під дією яких колесо коду повинне переміщуватись і

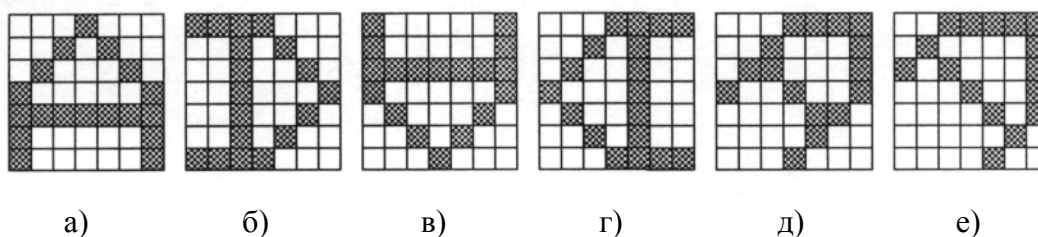


Рис. 1. Кодування літери "А" по квадратних "колах"

Для рис. 1 отримуємо кодування, яке наведене у табл. 1 (рис. 1,а вважаємо еталоном).

Таблиця 1

Кодування літери А згідно з рис. 1

| | | | | | | |
|---------------------------------------|--------|-----------|---------------------------------|--------|--------|------|
| Рис. 1, а (еталон, поворот 0°) | | | Рис. 1, б (поворот +90°) | | | |
| 000100 | 000111 | 100000 | 111000 | 000100 | 000111 | |
| 111100 | | | 100000 | | | |
| 0101 | 0101 | 0000 0101 | 0101 | 0101 | 0101 | 0000 |
| 00 | 00 | 11 10 | 10 | 00 | 00 | 11 |
| 0 | | | 0 | | | |
| Рис. 1, в (поворот 180°) | | | Рис. 1, г (поворот -90°) | | | |
| 100000 | 111100 | 000100 | 000111 | 100000 | 111100 | |
| 000111 | | | 000100 | | | |
| 0000 | 0101 | 0101 0101 | 0101 | 0000 | 0101 | 0101 |
| 11 | 10 | 00 00 | 00 | 11 | 10 | 00 |
| 0 | | | 0 | | | |

| | | | | | | |
|---------------------------------|--------|-----------|---------------------------------|--------|--------|------|
| Рис. 1, д (поворот +45°) | | | Рис. 1, е (поворот +45°) | | | |
| 000111 | 111100 | 000100 | 001111 | 111110 | 001000 | |
| 000100 | | | 000010 | | | |
| 0100 | 0001 | 0100 0001 | 1000 | 0000 | 1000 | 0000 |
| 10 | 00 | 10 00 | 10 | 00 | 10 | 00 |
| 1 | | | 1 | | | |

Отримані коди розглянемо на прикладі рис. 1 шляхом порівняння образу літери "А" (рис. 1,б-е) з її еталоном – рис. 1,а. Розгляд виконується по кожному колу окремо (зовнішньому і внутрішніх): спочатку ми обходимо літеру по колу по зовнішніх сторонах; потім переходимо на найближчі внутрішні сторони й обходимо їх по колу і т.д. Отримані коди по кожному такому обходу показані в табл. 1 окремим рядком. З розгляду кодів літер випливає:

1. Якщо літера повернена на "+90°", "-90°" та "180°" (що відповідає стороні квадрата), то коди літери цілком співпадають і по них навіть можна визначити, у яку сторону і на який кут повернена літера. Як можна помітити, наведені у таблиці вертикальні групи цифр співпадають. Наприклад, група цифр

111100
0101

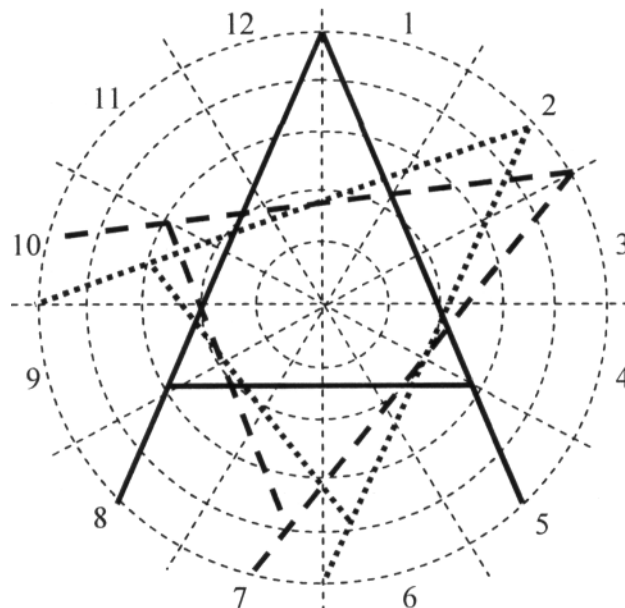


Рис. 2. Кодування літери "А" у колах

10 є однаковою для рис. 1,а-г. Щоб коди цілком співпали, потрібно лише, умовно з'єднавши цифри по кожному окремому колу, повернути їх на відповідний кут, який дорівнює куту повороту літери.

2. Якщо літера повернена на "+45°" (що не відповідає стороні квадрата), то його код псується, що пояснюється умовами розміщення літери та зміною кількості використаних комірок для опису зображення. Код образу змінюється настільки, що його вже неможливо розкодувати (тут не беремо до уваги інші можливості декодування літери, наприклад, порівняння загальної кількості пікселів у сукупності з іншими ознаками).

Тепер розглянемо випадок, коли образ літери вміщується у коло з наступним його кодуванням (рис. 2).

Елементи образу виділяються концентричними колами та секторами, отриманими за допомогою ліній, які проходять через центр кола: ми "вклали"

образ літери "А" рис. 2 у п'ять кіл та 12 секторів. У табл. 2-4 кола помічені цифрами "1...5" у колонці "R", а сектори позначені номерами "1...12".

Таблиця 2

Кодування літери "А" (безперервними лініями) по колах рис. 2

| R | Сектор | | | | | | | | | | | |
|---|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | 1 | | | | 1 | | | 1 | | | | 1 |
| 2 | 1 | | | | 1 | | | 1 | | | | 1 |
| 3 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | 1 | 1 |
| 4 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 5 | | | | | | | | | | | | |

Таблиця 3

Кодування літери "А" (штриховими лініями) по колах рис. 2

| R | Сектор | | | | | | | | | | | |
|---|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | | 1 | 1 | | | | 1 | | | 1 | | |
| 2 | | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | | 1 | 1 | |
| 3 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 4 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | 1 | |
| 5 | | | | | | | | | | | | |

Таблиця 4

Кодування літери "А" (пунктирними лініями) по колах рис. 2

| R | Сектор | | | | | | | | | | | |
|---|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | | 1 | | | | 1 | | | | 1 | | |
| 2 | | 1 | | | | 1 | 1 | | | 1 | | |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 4 | 1 | | | 1 | | | | 1 | 1 | | 1 | 1 |
| 5 | | | | | | | | | | | | |

Розміщення кода по "хвилях" (див. табл. 2-4) дозволяє також використати розклад у ряд Фур'є для розпізнавання образу.

Кодування може відбуватись також за допомогою квадрата, вписаного в коло. Для цього образ потрібно взяти у прямокутник,

який нормалізують у квадрат. Тоді код образу вміщує кут повороту квадрата та його комірки, заповнені цифрами "0" та "1".

Розглянутий підхід до початкового кодування зорового образу розширює можливості інтелектуальних систем і, отже, є

Література

1. Нейроинформатика / А.Н.Горбань, В.Л.Дунин-Барковский, А.Н.Кирдин и др. -Новосибирск: Наука. Сибирское предприятие РАН, 1998. – 296 с.
 2. Горбань А.Н., Россиев Д.А. Нейронные сети на персональном компьютере. – Новосибирск: Наука (Сиб. отделение), 1996. – 276 с.
 3. Анисимов Б.В. и др. Распознавание и цифровая обработка изображений: Учебное пособие для вузов по специальности «Электронные вычислительные машины и автоматизированные системы управления». – М., 1983.
 4. Васильев В.И. Распознающие системы. Справочник. – Киев: Наукова думка, 1983. -422с.
 5. Горелик А.Л., Скрипкин В.А. Методы распознавания: Учебное пособие для студентов вузов по специальностям "Вычислительные машины, комплексы, системы и сети", "Автоматизированные системы обработки информации и управления". – М.: Высшая школа, 1989.-232с.
 6. Фор А. Восприятие и распознавание образов. – М.: Машиностроение, 1989. – 272 с.
 7. Hopfield J.J. Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 1982. Vol. 79. – P. 2554-2558.
-

Стаття надійшла до редколегії 12.01.2004 р.