

РОЗПІЗНАВАННЯ ЦИФР НАБОРУ MNIST ТА ДОСЛІДЖЕННЯ НАБОРУ ОЗНАК

Дорош Н.Л. к.т.н., доц., Фененко Т. М. ст. викл.

Національна металургійна академія України

Ключові слова: РОЗПІЗНАВАННЯ, ЦИФРИ РУКОПISУ MNIST, ДЕСКРИПТОРИ, ХУ-МОМЕНТИ, ГІСТОГРАМИ, PYTHON, SCIKIT-LEARN, МЕТОД К-СЕРЕДНІХ

Вступ. На підставі результатів двадцятирічних досліджень можна переконатися, що проблема розпізнавання цифр хоча і добре вивчена, але до теперішнього часу представляє чималий інтерес. Є велика кількість робіт, присвячених розпізнаванню рукописних цифр, які представлені зображеннями. При цьому використовуються різні алгоритми класифікації. В [1] показано зведену таблицю результатів класифікації різними алгоритмами на наборі MNIST. Кращі результати розпізнавання мають помилку менше 1%. Вони отримані із застосуванням великих згортальних нейронних мереж [2]. Успішні алгоритми розпізнавання, в тому числі і глибокого навчання, приховані від користувача і складні в описі, тому не втратили свою актуальність алгоритми розпізнавання на основі дескрипторів.

Метою роботи є дослідження дескрипторів і зменшення їх кількості для розпізнавання цифр MNIST з застосуванням бібліотек системи Python.

Основний матеріал. Використання набору даних MNIST дозволило спростити роботу з підготовки даних і одразу перейти до алгоритмів розпізнавання. У наборі MNIST кожна цифра є зображенням, яке являє собою квадрат 28 на 28 пікселів. Усього набір містить 70000 зображень, з яких 60000 використовується для навчання моделі, а 10000 - для її перевірки. Є десять цифр або десять класів. В результаті розпізнавання видається помилка, яка є оцінкою точності.

Для характеристики кожного об'єкту (зображення конкретної цифри) необхідно задати набір ознак (дескрипторів). Із множини можливих ознак зображення потрібно вибрати оптимальний набір, який дозволяє однозначно виділяти класи. Для розпізнавання цифр рукопису MNIST в роботі було обрано набір з 12 дескрипторів, які запропоновані [3] стосовно розпізнавання

зображень, а саме: сім перших моментів $H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6, H_7$ і ще п'ять - E_n (число Ейлера), E_x (коефіцієнт заповнення), E_c (ексцентриситет), y_{cp} і x_{cp} (координати центру ваги), які обрані на підставі аналізу морфологічних ознак об'єкту.

Визначені статистичні характеристики та гістограми стосовно наборам цифр (навчання та тестування). На основі досліджень зроблено ряд припущень:

- гістограми відповідних дескрипторів в навчальному та тестовому наборах даних мають схожу конфігурацію;
- розподіл даних на гістограмах відрізняється від нормального, отже, для розпізнавання не підходить алгоритм «Наївний Байєс»;
- значення дескриптора H_5 практично для всіх точок нульове;
- небагато значень дескрипторів H_6 і H_7 відрізняються від нуля.

З'ясуємо, скільки зображень з навчального та тестового набору цифр відповідають таким значенням: $H_5 > 0,005$; $H_6 > 0,02$; $abs(H_7) > 0,0037$ (цифрові значення обрані інтуїтивно по гістограмі навчального набору даних).

Таким чином, у наборі рукописних цифр для навчання і тестування (70000) є мала кількість зображень (7), для яких значення дескрипторів H_5, H_6, H_7 з певною точністю відрізняється від нуля. Можна припустити, що ці сім зображень браковані.

Проведено розпізнавання цифр із застосуванням класифікатора на основі методу k-середніх з $n_neighbors = 10$ бібліотеки Scikit-Learn системи Python. Результати дослідження розумності вибору всіх 12 дескрипторів. з використанням методу k-середніх наведені на рисунку 1.

Як видно з рисунку 1 точність розпізнавання тестового набору цифр на підставі набору $H_1, H_2, H_3, H_4, E_x, Y_n, X_n, E_n$ (виключили H_5, H_6, H_7, E_c) навіть поліпшилась і становить 78,58%. Таким чином в набір дескрипторів увійшло 8 елементів замість 12.

```
'H1 H2 H3 H4 H5 H6 H7 E_x E_c Y_n X_n E_n Точность - 78.14%'
'H1 H2 H3 H4 E_x E_c Y_n X_n E_n Точность - 78.14%'
'H1 H2 H3 H4 E_x Y_n X_n E_n Точность - 78.58%'
```

Рисунок 1 – Результати розпізнавання з вибіркоким набором дескрипторів

Висновки. Проведено дослідження дескрипторів, визначені статистичні характеристики та гістограми щодо наборів цифр (навчання та тестування). На основі досліджень зроблено ряд припущень.

Проведено розпізнавання рукописних цифр набору MNIST з використанням класифікатор на основі методу k-середніх з $n_neighbors = 10$. Використано набори дескрипторів з 12, які було обрано. Точність розпізнавання – близько 78%, оцінка точності проведена з використанням перехресної перевірки. Допущення про виключення з набору дескрипторів H5, H6, H7 підтвердилися, було також з'ясовано, що необхідно виключити з набору Eс.

На підставі результатів порівняльного аналізу зроблений висновок, що доцільно перейти до групи з 8 дескрипторів для розпізнавання набору рукописних цифр методом k-середніх.

Література

1. MNIST. Who is the best in MNIST? [Електронний ресурс] – Режим доступу. — URL: https://rodrigob.github.io/are_we_there_yet/build/classification_datasets_results.html /(дата звернення 18.10.2019).
2. Распознавание рукописных цифр с использованием сверточных нейронных сетей в Python с Keras [Електронний ресурс] – Режим доступу. — URL: <https://www.machinelearningmastery.ru/handwritten-digit-recognition-using-convolutional-neural-networks-python-keras/>/(дата звернення 18.10.2019).
3. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MatLab. М: Техносфера, 2006. – 616 с.

RECOGNITION OF MNIST HANDWRITTEN DIGITS AND CHARACTER SET RESEARCH

Dorosh Nataliia, Fenenko Tatyana

Abstract. The goal of the work is the study of influence of descriptors and reduction of their quantity for recognition of MNIST database of handwritten digits.

For recognition of the MNIST digits, a set of 12 descriptors was chosen. Statistical analysis of descriptors was performed. Analysis of descriptors gave the reason to assume, that the fifth, sixth and seventh Hu-moments doesn't contribute into result of digit recognition. Digit recognition with usage of classifier based on on k-means method with $n_neighbors = 10$ of Scikit-Learn Python system library was done. Best results using 8 descriptors, excluding the fifth, sixth and seventh

Hu-moments and eccentricity. Recognition accuracy was 78.58% compared to 78.14%.

Keywords: RECOGNITION, MNIST DATABASE OF HANDWRITTEN DIGITS, DESCRIPTORS, HU-MOMENTS, HISTOGRAMS, PYTHON, SCIKIT-LEARN, K-MEANS METHOD.

References

- 1 MNIST. Who is the best in MNIST? [Electronic resource] - Access mode.— URL:https://rodrigob.github.io/are_we_there_yet/build/classification_datasets_results.html /(date of appeal 18.10.2019)
- 2 Raspoznavanie rukopisnyih tsifr s ispolzovaniem svertochnyih neyronnyih setey v Python s Keras [Electronic resource] - Access mode. – URL: <https://www.machinelearningmastery.ru/handwritten-digit-recognition-using-convolutional-neural-networks-python-keras/>/(date of appeal 18.10.2019)
- 3 Gonsales R., Vuds R., Eddins S. Tsifrovaya obrabotka izobrazheniy v srede MatLab. M: Tehnosfera, 2006. – 616 s.