

О. І. Воронков
М. Р. Максименюк
М. О. Русначенко
О. П. Прозор

МАТЕМАТИЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ЗГОРТКОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ОДНОЦИФРОВИХ РУКОПИСНИХ ЧИСЕЛ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто вирішення завдання обробки зображень використовуючи згорткові нейронні мережі. Запропоновано алгоритм розпізнавання одноцифрових рукописних чисел.

Ключові слова: нейронні мережі, згорткові нейронні мережі, матриця зображення, згортка, LeNet5.

Abstract

It is considered the problem of image processing using convolutional neural network. The algorithm of recognition of one-digit handwritten numbers is proposed.

Keywords: neural networks, convolutional neural network, image matrix, convolution, LeNet5.

Вступ

Сьогодні нейронні мережі стають все популярнішими: з'являються алгоритми, які покращують вже існуючі чи продукують зовсім нові рішення; удосконалюється математичний апарат, що застосовується у створенні нейронних мереж.

У своїй роботі ми обрали алгоритм Яна ЛеКуна, який називається LeNet [1]. Це один із перших створених алгоритмів, в якому використано властивості матриць для знаходження схожості між двома різними картинками шляхом їх компресування та порівняння.

Метою роботи є знаходження оптимального варіанта для розпізнавання рукописних цифр.

Результати дослідження

Під час пошуку ефективного алгоритму для розпізнавання картинок із зображенням рукописних цифр ми зупинились на алгоритмі LeNet5, в основі якого лежить використання загорткових мереж. Своєю назвою згорткові мережі отримали за назвою операції згортка [2], яка часто використовується для обробки зображень і має вигляд (1).

$$(f \times g)[m, n] = \sum_{k,l} f[m - k, n - l] \cdot g[k, l], \quad (1)$$

де f – вихідна матриця зображення; g – ядро (матриця) згортки.

Цю операцію можна описати наступним чином – вікном розміру ядра g проходимо із заданим кроком (зазвичай крок дорівнює одиниці) все зображення f на кожному кроці поелементно множимо вміст вікна на ядро g , результат сумуємо і записуємо в таблицю результату [3].

На першому етапі роботи ми віднайшли та завантажили у нашу програму набір із сотень картинок, на яких були зображення варіацій написання тих чи інших цифр. Вони стали основою для розпізнавання самописної цифри.

На другому етапі нами було написано згорткову мережу та виведено остаточний алгоритм роботи нашої програми:

1. Перед запуском нейронної мережі та розпізнаванням рукописного числа ми завантажуюмо та аналізуємо сет із вже готових картинок.
 2. Отримуємо написане число.
 3. За допомогою програми brain та формули (1) проводимо розпізнавання цифр.
 4. Отримуємо результати від 0 до 1, які математично показують відхилення у схожості заданого числа із раніше завантаженими.
 5. Після аналізу отриманих даних, знаходимо найбільш схоже число із бази введених чисел.
 6. Виводимо результат на екран.
- Зразок коду програми зображено на рис. 1 та рис. 2.

```

const brain = require('brain.js');
var net = new brain.NeuralNetwork();
const fs = require('fs');

const mnist = require('mnist');

const set = mnist.set(20000, 0);

const trainingSet = set.training;
//const testSet = set.test;

net.train(trainingSet,
  {
    errorThresh: 0.001, // error threshold to reach
    iterations: 20000, // maximum training iterations
    log: true, // console.log() progress periodically
    logPeriod: 1, // number of iterations between logging
    learningRate: 0.3 // learning rate
  }
);

let wstream = fs.createWriteStream('./data/mnistTrain.json');
wstream.write(JSON.stringify(net.toJSON(), null, 2));
wstream.end();

```

Рис.1. Частина коду для тренування нейронної мережі з Бази Даних у вигляді JSON файлу

```

module.exports = function softmax(output) {
  var maximum = output.reduce(function(p,c) { return p>c ? p : c; });
  var nominators = output.map(function(e) { return Math.exp(e - maximum); });
  var denominator = nominators.reduce(function(p, c) { return p + c; });
  var softmax = nominators.map(function(e) { return e / denominator; });

  var maxIndex = 0;
  softmax.reduce(function(p,c,i){if(p<c) {maxIndex=i; return c;} else return p;});

  var result = [];

  for (var i=0; i<output.length; i++)
  {
    if (i==maxIndex)
      result.push(1);
    else
      result.push(0);
  }

  return result;
}

```

Рис. 2. Переведення результату даного LeNet5 в зрозумілу нейронній мережі відповідь

Висновок

Таким чином нами встановлено, що застосування властивостей матриць є основою вирішення проблеми створення згорткової нейронної мережі, а алгоритм LeNet5 є досконалим варіантом для розпізнавання картинок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Y. LeCun and Y. Bengio: Convolutional Networks for Images, Speech, and Time-Series, in Arbib, M. A. (Eds), The Handbook of Brain Theory and Neural Networks, MIT Press, 1995.
2. Кирилашук С. А. Операційне числення. МВ до самостійного вивчення окремих розділів вищої математики для студ. технічних напрямів підготовки денної та заочної форм навчання / З.В. Бондаренко, С. А. Кирилашук, В.І. Клочко, / Метод. вказівки - Вінниця: ВНТУ, 2016, 47 с.
3. Синеглазов В. Глибокі нейронні мережі для вирішення завдань розпізнавання і класифікації зображення [Електронний ресурс] В. Синеглазов, О. Чумаченко. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://itcm.comp-sc.if.ua/2017/Sineglazov.pdf>.
4. Kolesnitskij, O. K., & Krasilenko, V. G. (1992). Analog-to-digital converters of picture-type images for optoelectronic digital processors. Avtometriya, (2), 16-29. Retrieved from www.scopus.com

Воронков Олександр Ігорович – студент групи 2 КН-186, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: yorkbc2@gmail.com.

Максименюк Максим Русланович – студент групи 2 КН-186, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: MaksymMaksymeniuk@gmail.com.

Русначенко Михайло Олександрович – студент групи 1 КН-186, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: misha2000misha29@gmail.com.

Voronkov Oleksandr Igorovich – student of 2CS-18b, Faculty for Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: yorkbc2@gmail.com.

Maksymeniuk Maksym Ruslanovych – student of 2CS-18b, Faculty for Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: MaksymMaksymeniuk@gmail.com.

Rusnachenko Misha Alexandrovich - student of 1CS-18b, Faculty for Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: misha2000misha29@gmail.com.

Науковий керівник: **Прозор Олена Петрівна** – к-т пед. наук, доц. кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: el.przr@gmail.com.

Supervisor: **Prozor Olena P.** – . Sn. Sc. (Eng), Assistant Professor of the Department of Higher Mathematics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: el.przr@gmail.com.