

Розпізнавання математичних символів з використанням згорткових нейронних мереж

Дерманський Д.І.

*Керівник
проф. Данилов В.Я.*

Структура запропонованого алгоритму розпізнавання математичних виразів

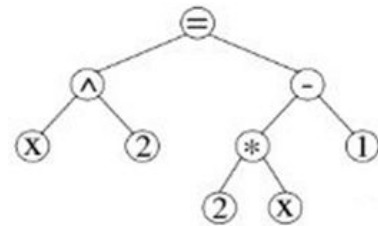
$$x^2 = 2x - 1$$



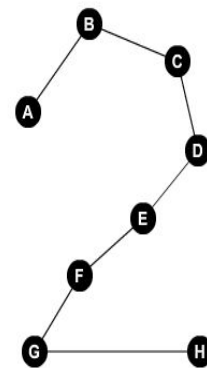
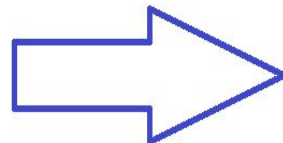
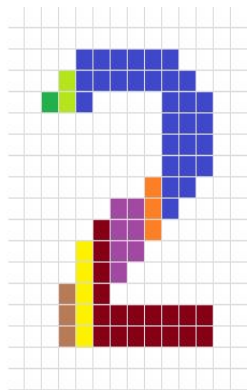
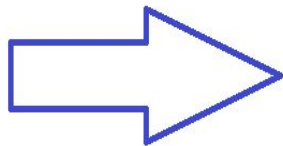
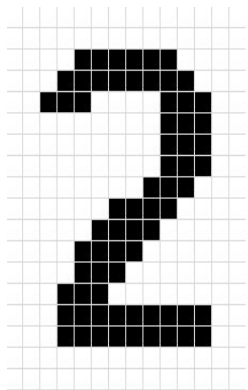
$$x^2 = 2x - 1$$



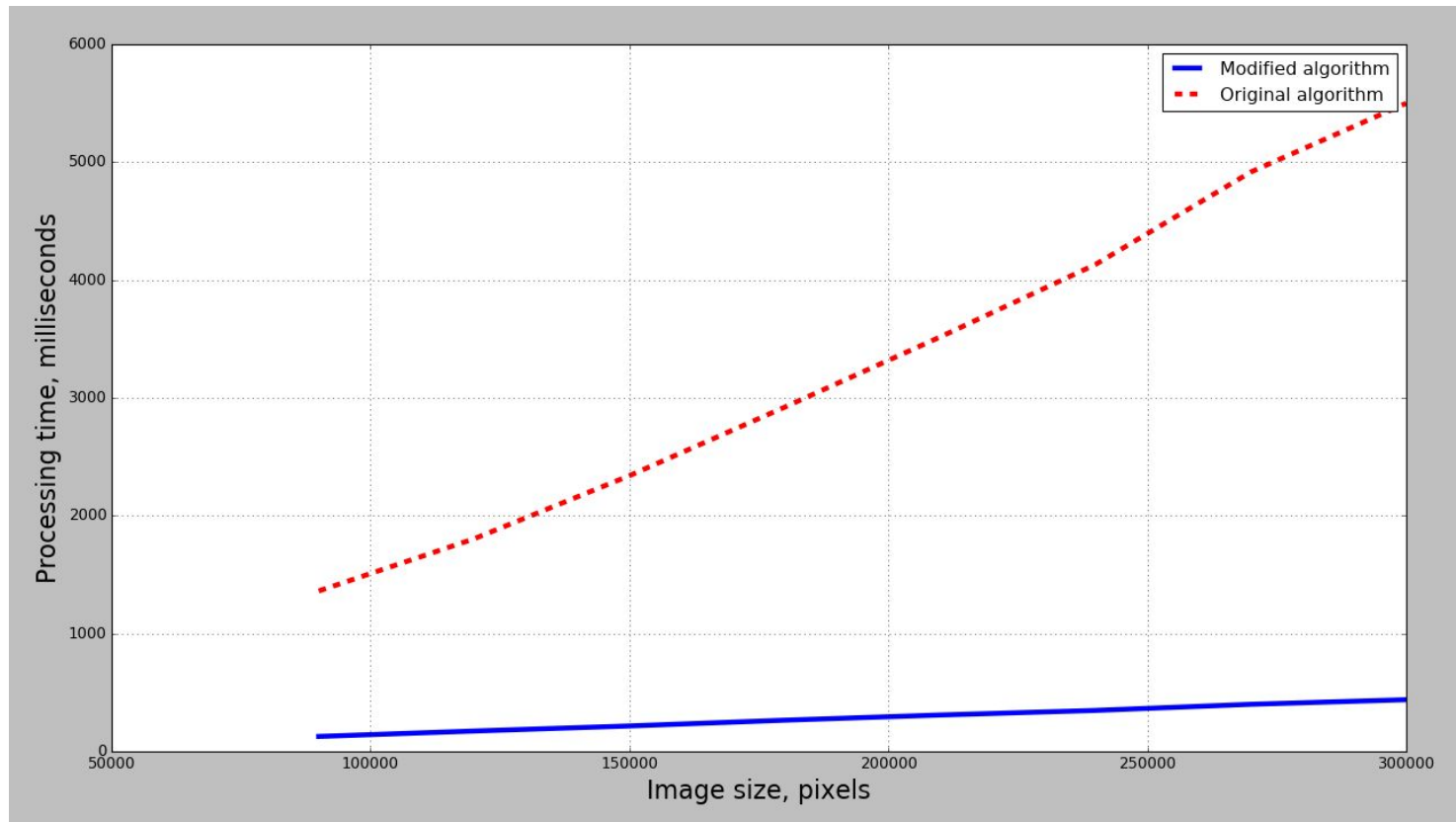
$$x^2 = 2x - 1$$



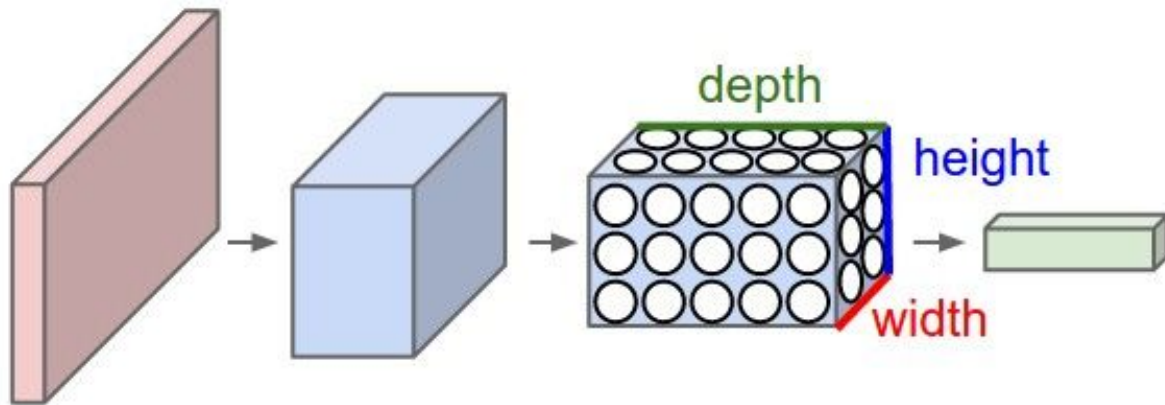
Алгоритм сегментації зображення



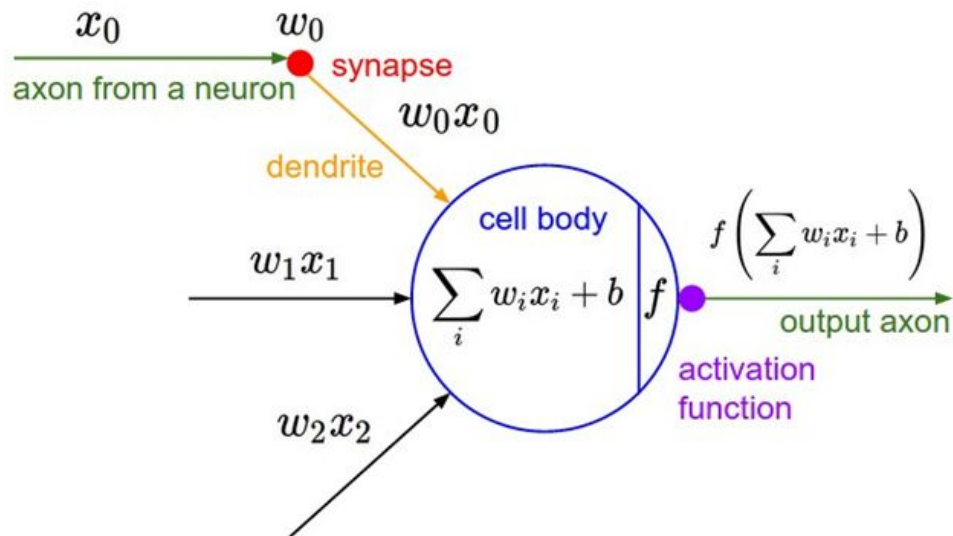
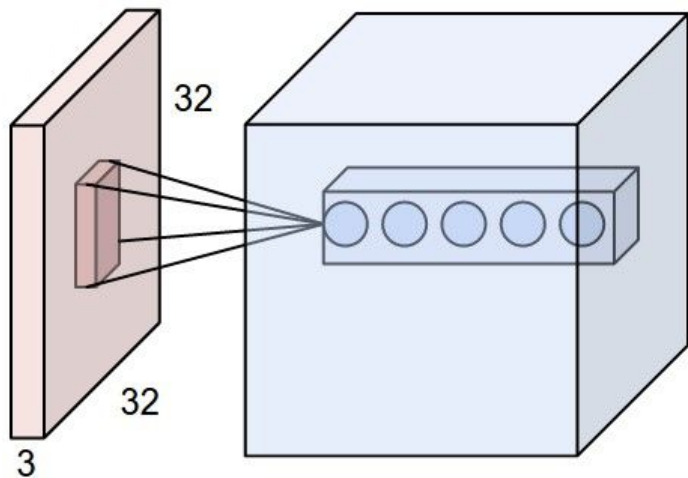
Порівняння ефективності роботи алгоритмів



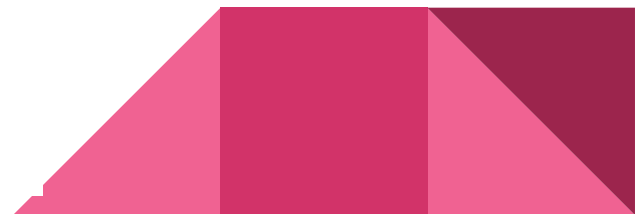
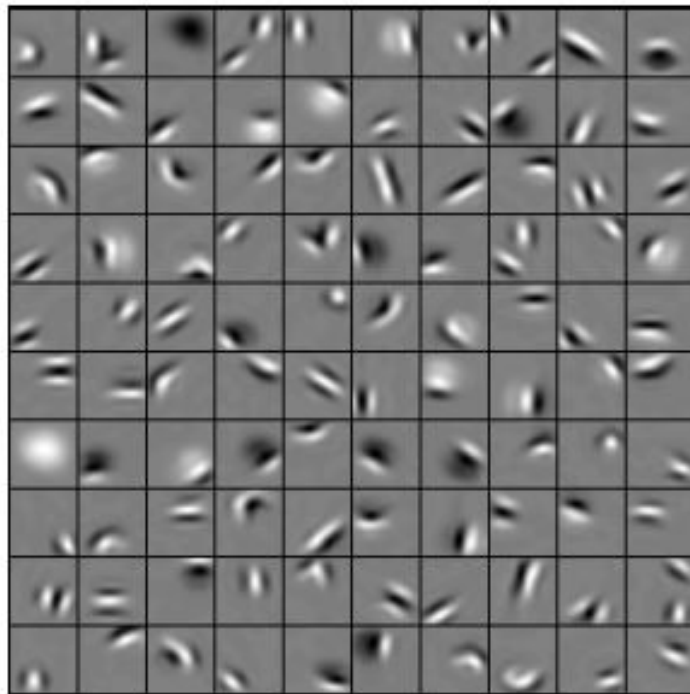
Згорткові нейронні мережі



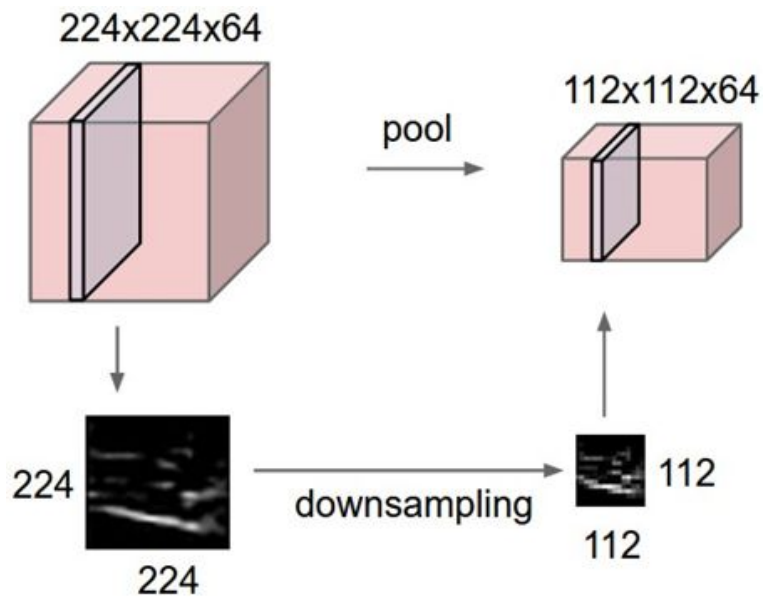
Поле сприйняття нейрону шару згортки



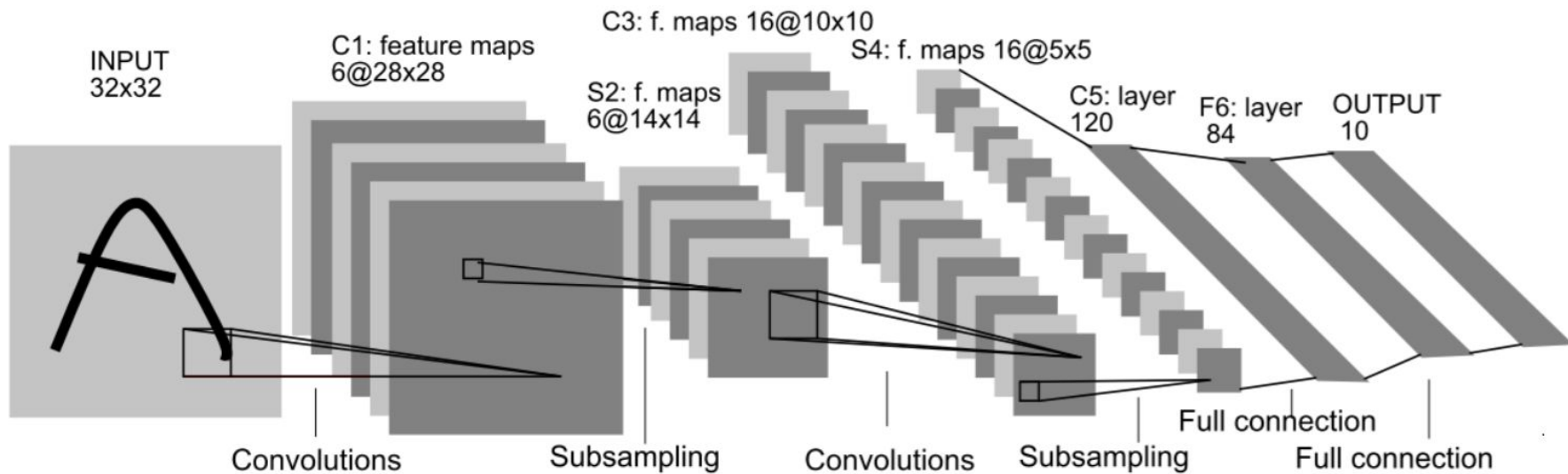
Натреновані фільтри одного з шарів



Шар підвибірки



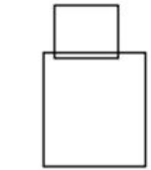
Архітектура мережі



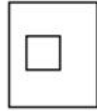
1.1%

NETWORK ERROR RATE

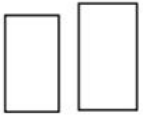
Розпізнавання структури виразу



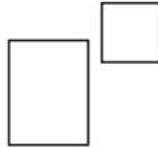
Up/Down Relationship



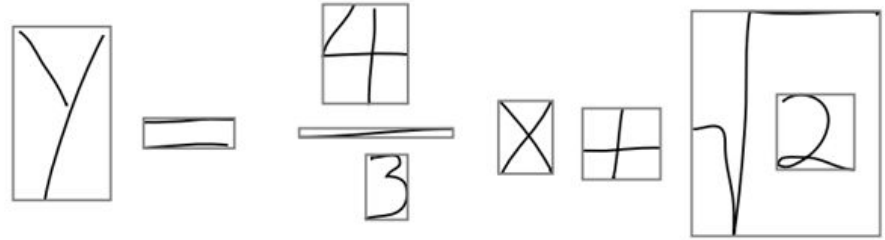
In/Out Relationship



Left/Right Relationship



Upper Right/Lower Left Relationship



Приклад сегментованого зображення

Типи співвідношень між блоками позначок



Приклад роботи алгоритму

Оригінальне зображення:

$$2' + 3 \times 4 = 14$$



Сегментоване зображення:

$$2' + 3 \times 4 = 14$$



Класифікація символів:

2	4	1	1	3	4
2	4	1	1	3	4



Розпізнавання структури:

$$2 \wedge 1 + 3 \times 4 = 14$$

Недоліки алгоритму та перспективи подальших досліджень

Недоліки:

- Недосконалий алгоритм розпізнавання структури зображення
- Мала кількість типів символів у тренувальній вибірці

Перспективи подальших досліджень:

- Удосконалення алгоритму розпізнавання структури виразу для підтримки багаторівневих вкладень та різноманітних математичних нотацій (наприклад, матричні вирази)



Дякую за увагу