

КОГНИТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

122 «Комп'ютерні науки»

КНМ-20

2021 / 2022 навчальний рік

ЗГОРТКОВІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ

CNN

1. *Архітектури (загальний огляд).*
2. *Згортання.*
3. *Процес налаштування CNN.*
4. *Приклади*

Згорткова нейронна мережа

1988 г. Ян Ле Кун

CNN - многослойная нейронная сеть прямого распространения (без обратных связей).

Ориентирована на эффективное распознавание визуальных образов .

Использует особенности зрительной коры, состоящей из **простых** клеток, реагирующих на прямые линии под разными углами, и **сложных** клеток, реакция которых связана с активацией определённого **набора простых** клеток.

Згорткова нейронна мережа

**Задача розпознавання зображень
рукописних символів.**

Всього символів **30**.

Зображення символу **28×28** пікселів = **784**.

MLP

- вхідний шар **784** нейронів

- вихідний шар **30** нейронів

Сховані шари (???? емпірика) – схованих нейронів на порядок більше кількості вхідних.

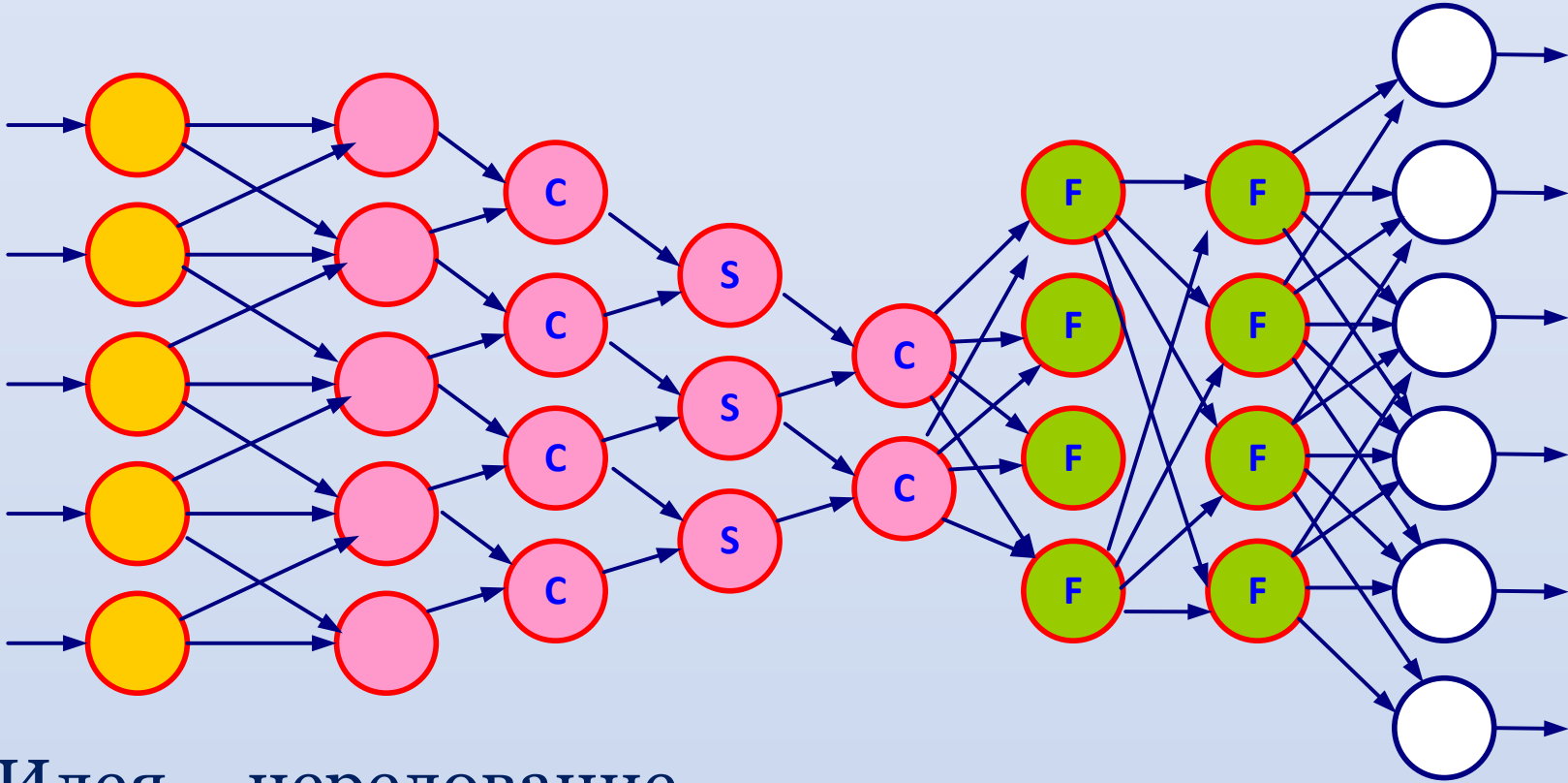
- т.е приблизно 8000 нейронів
(наприклад, 1 шар – **5000**, другий **3000**)

Скільки ваг в MLP:

$$784 \times 5000 + 5000 \times 3000 + 3000 \times 30 =$$

19 010 000 ваг = 19 млн. ваг

Згорткова нейронна мережа



Ідея – чередовання

- свёрточних слоїв (convolution layers, **C-layer**),
- субдискретизуючих слоїв (subsampling layers / слоїв подвыборки, pooling layers, **S-layer**),
- пов'язаних слоїв на виході (**F-layer**).

Згорткова нейронна мережа

3 принципа:

Локальність.

Разделяемые веса.

Субдескретизация.

Локальність:

На вход нейрона подается не все изображение, а только его часть!! Например, часть 5×5 пикселей (25 весов !!!) - ядро.

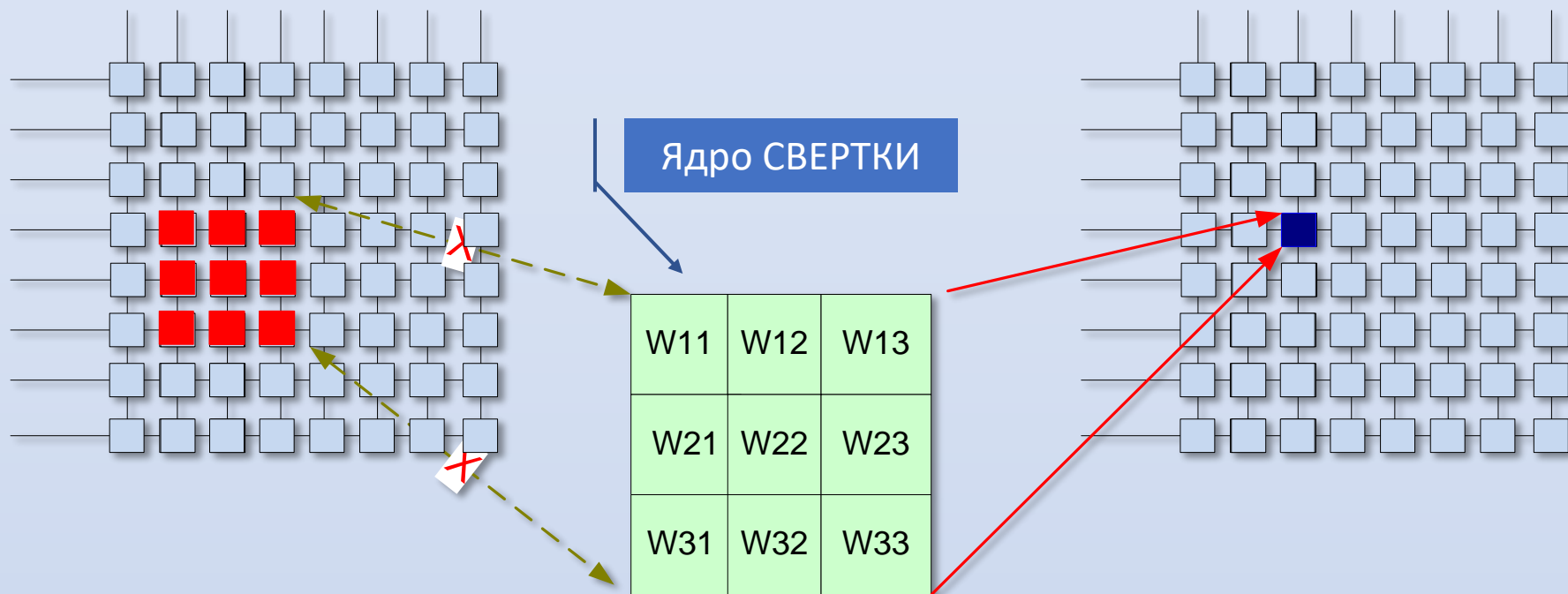
Разделимость:

Ядро для всего изображения одинаковое.
Несколько ядер.

Субдескретизация:

Уменьшение пространственной размерности изображений.

Операція згортки

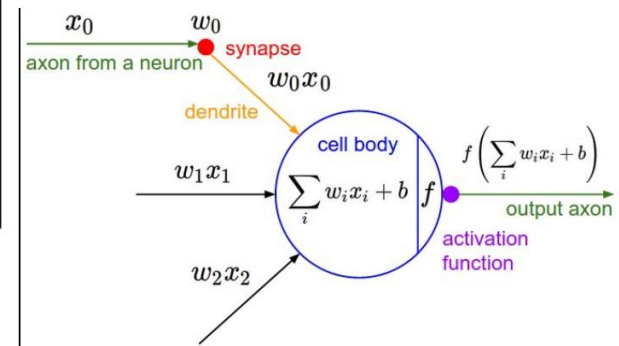
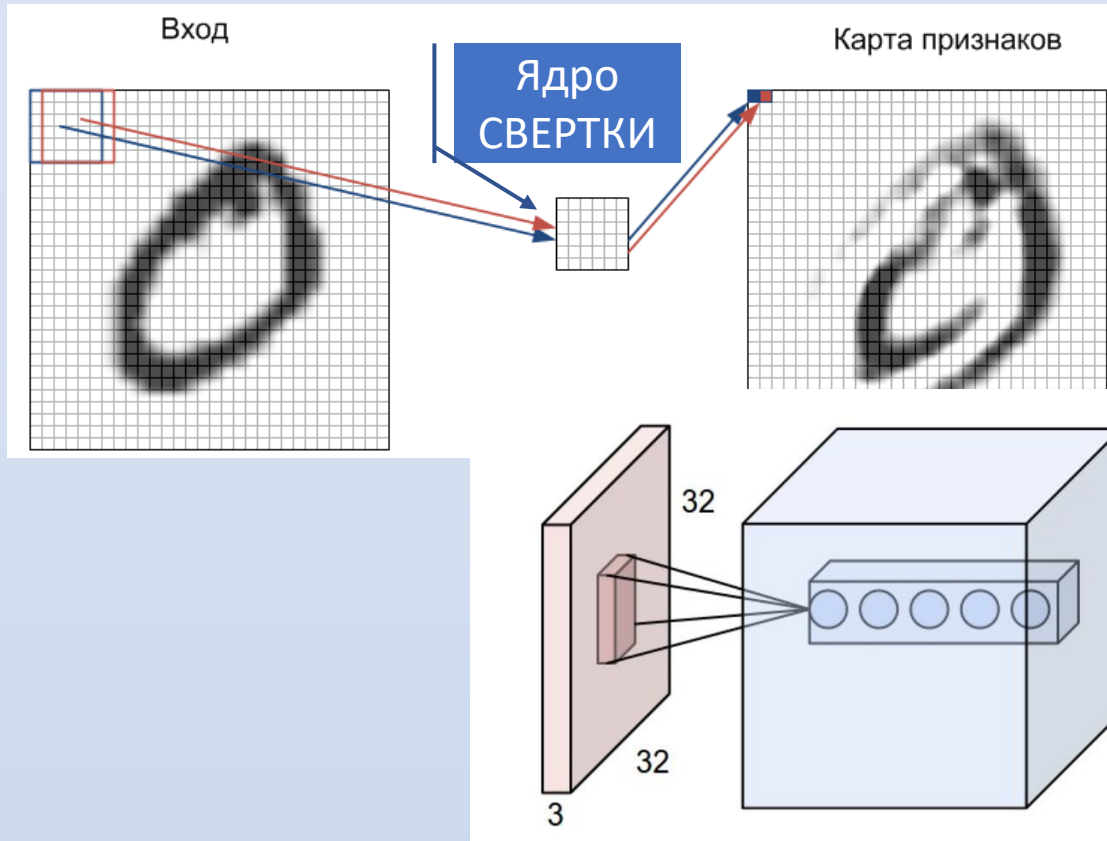


Изображение 28×28

Ядро $3 \times 3 \rightarrow$ после свертки изображение 26×26

Ядро $5 \times 5 \rightarrow$ после свертки изображение 24×24

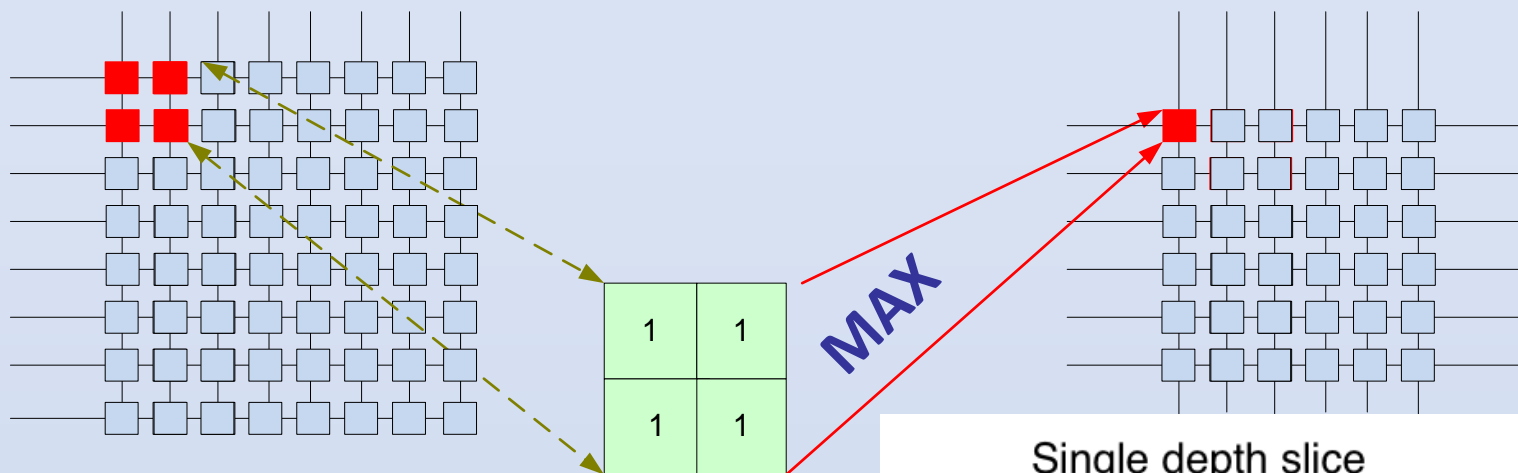
Згортка



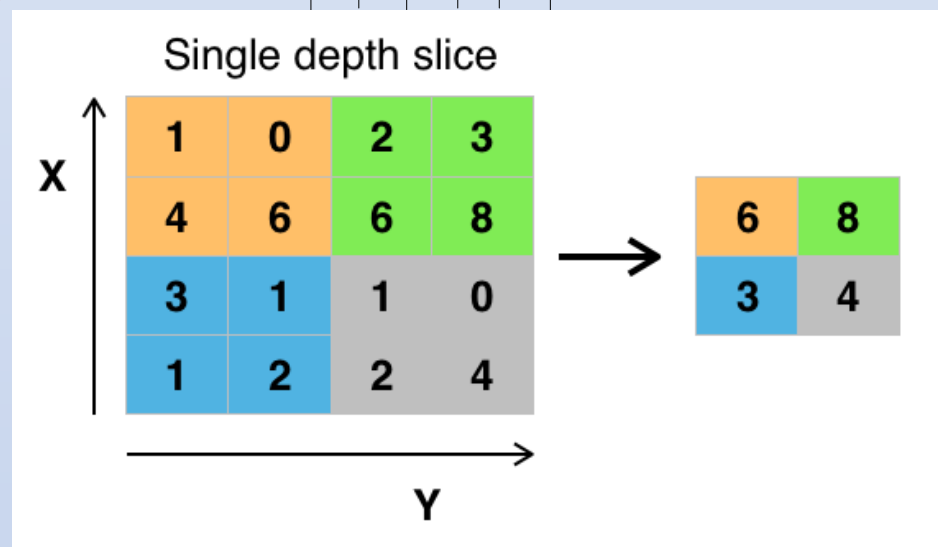
Необходимо учитывать и цветовые компоненты (R,G,B). Цветное изображение – трехмерный массив, ядро свертки также может трехмерным.

<https://cs231n.github.io/convolutional-networks/>

Субдескретизация (пулинг)

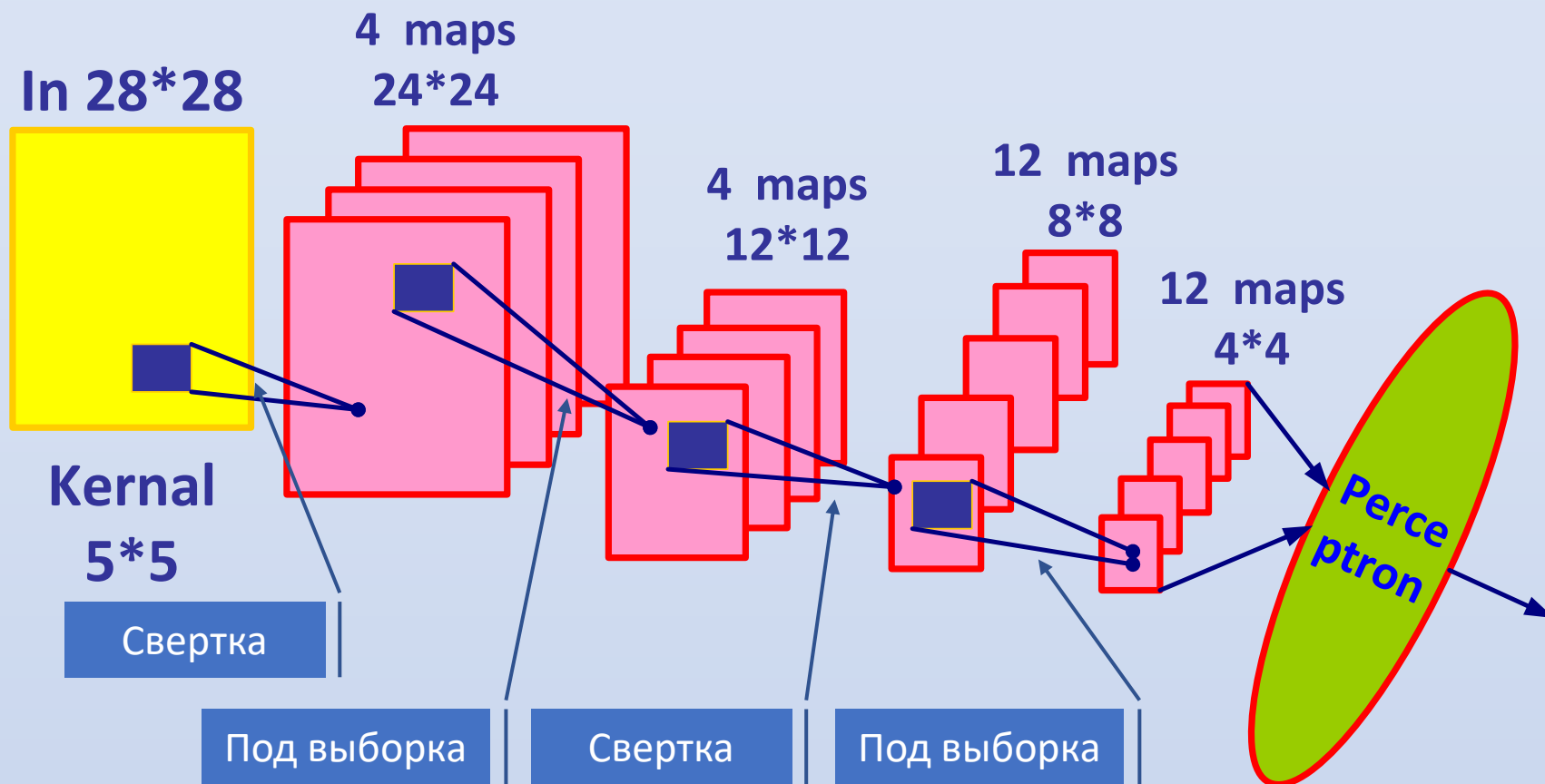


Уменьшает
размерность карты
признаков



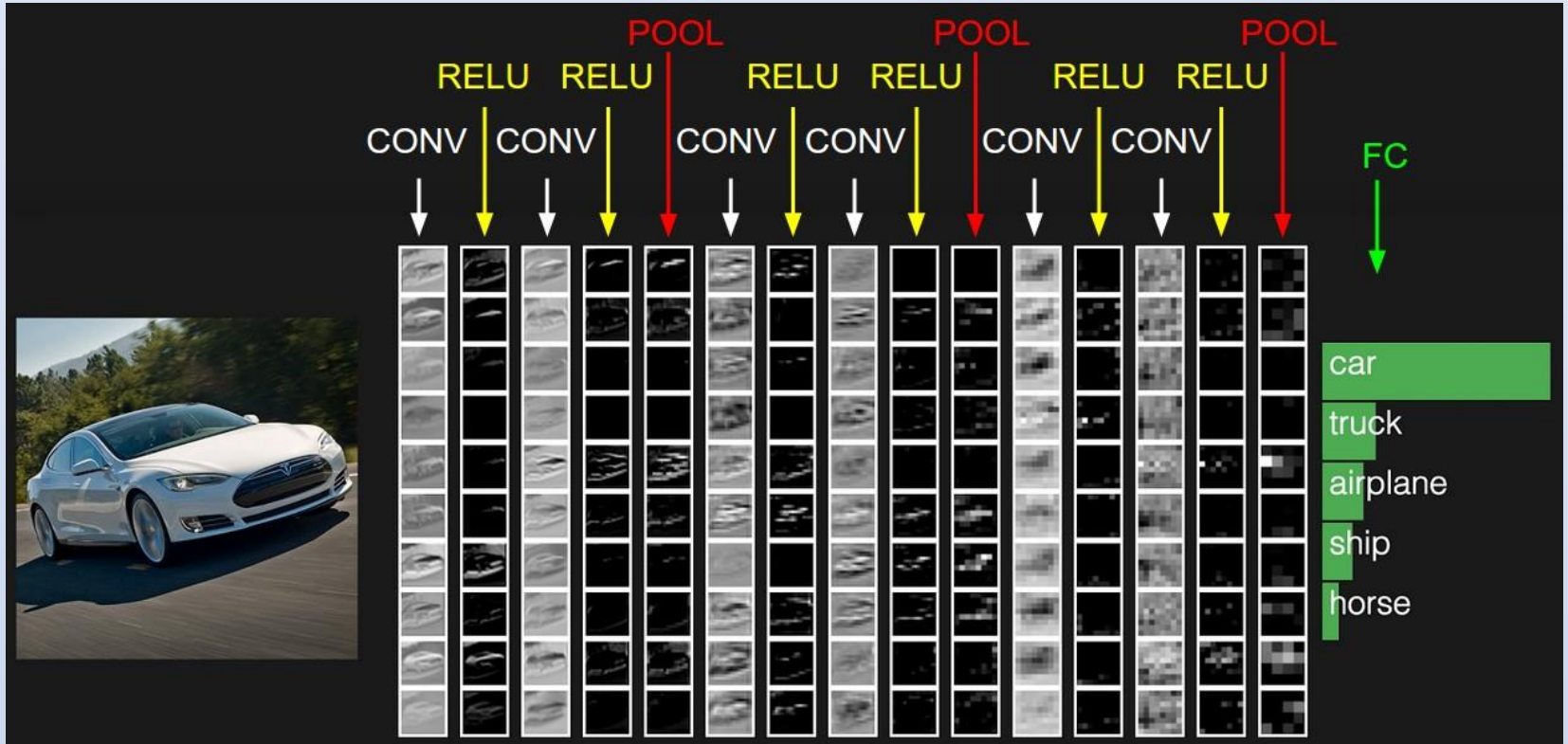
Ядро -> выбор максимума или среднего.
Для уменьшения размерности выхода – **страйд** (stride) - смещение ядра по входному слою. Часто, ядро 2×2 , страйд = 2.

Організація



Перцептрон – один скрытый слой или многослойный .

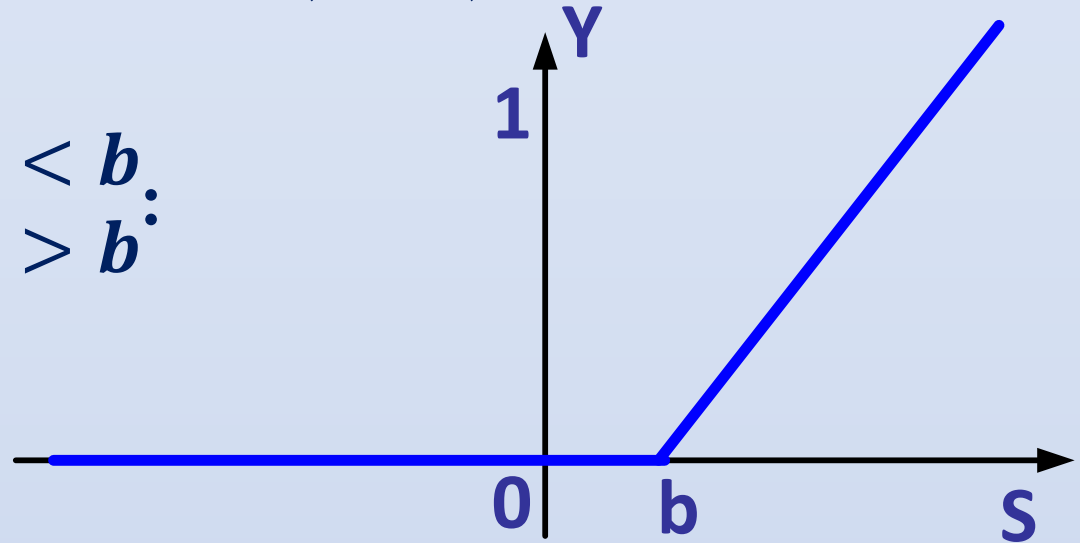
Організація



Функція активації

Rectifier Linear Unit (RLU) - линейный выпрямитель

$$\text{ReLU} \quad Y = \begin{cases} 0 & S < b \\ S & S > b \end{cases}$$



Для выходного слоя перцептрона может использоваться другая функция активации (сигмоид, softmax).

$$Y(x_i) = \frac{e^{x_i}}{\sum_i e^{x_i}}$$

Навчання CNN

Обучение с учителем, алгоритм обратного распространения ошибки (минимизация среднеквадратичной ошибки распознавания).

Переваги CNN

Адаптирована к различным искажениям образцов: сдвиг, масштабирование, поворот, неполный образец, шум.

Допускает сильное **распараллеливание** вычислительного процесса.

Можно рассматривать как модель зрительной системы человека

Приклады

База изображений ImageNet - база изображений, предназначенная для отработки и тестирования методов распознавания изображений.

Содержит более **14** млн. размеченных и аннотированных изображений, **20** тыс. категорий объектов.

Аннотации на уровне изображений показывают наличие или отсутствие **объекта** данного класса (например, «есть чайник / нет чайника»). На уровне объекта в аннотацию включается прямоугольник с **координатами** видимой части объекта.

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_datasets_for_machine-learning_research

Приклады

Ежегодные соревнования - ILSVRC (ImageNet Large Scale Visual Recognition Competition)

2012 - AlexNet – ошибка распознавания 15,3%

2013 ZF Net – ошибка распознавания 11,2%

2014 VGG Net – ошибка распознавания 7,3%

2014 Inception 1 – ошибка распознавания
6,7%

2015 Inception 3 – ошибка распознавания
3,58%

2015 ResNet – ошибка распознавания 3,57%

2016 Inception-ResNet – ошибка
распознавания 3,1%

Рекомендована ЛІТЕРАТУРА

- **Федоров Е.Е. Искусственные нейронные сети.** — Красноармейск, ДВНЗ «ДонНТУ», 2016. — 338 с.
- **Хакин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд.** — М. : Издательский дом «Вильямс», 2016. — 1104 с.
- **Видео: Современные CNN архитектуры.**

<https://www.youtube.com/watch?v=RVk2RUW9Euk>

Контрольні запитання

1. **Надайте визначення та особливості архітектури згорткових нейронних мереж.**
2. **Поясніть суть операції згортки .**
3. **Поясніть суть операції підвибірки .**
4. **Функції активації, що використовуються в CNN .**

The END
Mod 2. Lec 6.