

# **CNNs - Convolutional Neural Networks**

# Почему не fully-connected layers?

**Слишком много весов...**

**Выход есть! - Эксперименты на кошках**

**Дэвид Хьюбел и Торстен Визель, нобелевские лауреаты 1981 года.**

**Зрительная кора мозга котика устроена так:**

- соседние нейроны обрабатывают сигналы с соседних областей сетчатки;**
- нейроны образуют иерархическую структуру, где каждый следующий уровень выделяет все более и более высокоуровневые признаки;**
- нейроны организованы в так называемые колонки — вычислительные блоки, которые трансформируют и передают информацию от уровня к уровню.**

**Статья**



# Convolutional Neural Networks



**Yann LeCun**

## **Generalization and Network Design Strategies**

**<http://yann.lecun.com/exdb/publis/pdf/lecun-89.pdf>**

## **Gradient-Based Learning Applied to Document Recognition**

**<http://yann.lecun.com/exdb/publis/pdf/lecun-98.pdf>**

# Основа – операция свертки

**Свёртка** (англ. convolution) — это операция, показывающая «схожесть» одной функции с отражённой и сдвинутой копией другой. Если функции дискретны, т.е. заданы массивами, матрицами и т.п. (дискретными сигналами), то их свёртка является дискретной.

**Дискретная линейная свёртка.** Пусть имеется два дискретных сигнала  $a(n)$ ,  $n = \overline{0..N-1}$ , и  $b(n)$ ,  $n = \overline{0..M-1}$  (в общем случае  $N \neq M$ ). Линейной сверткой сигналов и называется дискретный сигнал вида:

$$s(n) = a * b = \sum_{m=0}^n a(m) \cdot b(n-m), \quad n = \overline{0..N+M-2}$$

	$a(m)$	2	1	3	-1				
$b(0-m)$	2	1	-1			$s(0)=2 \cdot (-1)=-2$			
$b(1-m)$		2	1	-1		$s(1)=2-1=1$			
$b(2-m)$			2	1	-1	$s(2)=2 \cdot 2+1-3=2$			
$b(3-m)$				2	1	-1	$s(3)=2+3+1=6$		
$b(4-m)$					2	1	-1	$s(4)=2 \cdot 3-1=5$	
$b(5-m)$						2	1	-1	$s(5)=-2$

Другая реализация **свёртки**:

	$a(m)$	2	1	3	-1	
$b(2-m)$	2	1	-1			$s(0)=2 \cdot 2+1-3=2$
$b(3-m)$		2	1	-1		$s(1)=2+3+1=6$

INPUT  
28x28

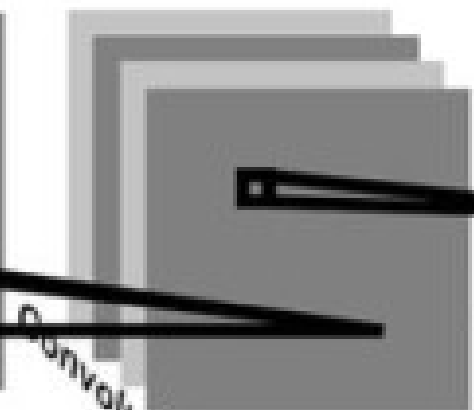
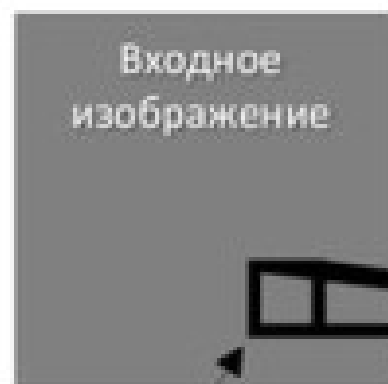
feature maps  
4@24x24

feature maps  
4@12x12

feature maps  
12@8x8

feature maps  
12@4x4

OUTPUT  
10@1x1

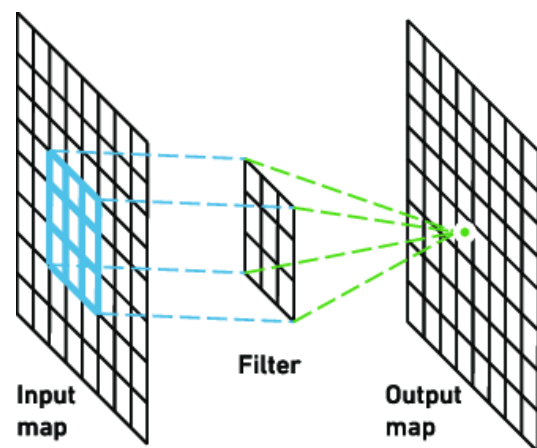


Ядро  
свертки –  
матрица из  
весов,  
например,  
размером  
5x5

Свертка – проход ядром  
свертки по всем  
нейронам нижнего слоя  
для активации нейронов  
верхнего слоя –  
получение карты  
признаков (feature maps).  
Для ядер разного типа  
получаются разные карты  
признаков.

Подвыборка –  
операция  
уменьшения  
размерности. Чаще  
всего – выбор  
максимума или  
поиск среднего по  
нескольким  
соседним нейронам.

# Слой свертки Convolutional layer



Каждый нейрон соединён только с небольшой областью входной матрицы:

$$x_j^l = f\left(\sum_i x_i^{l-1} * k_j^l + b_j^l\right)$$

где:

$x_j^l$  - карта признаков  $j$  (выход слоя  $l$ ),

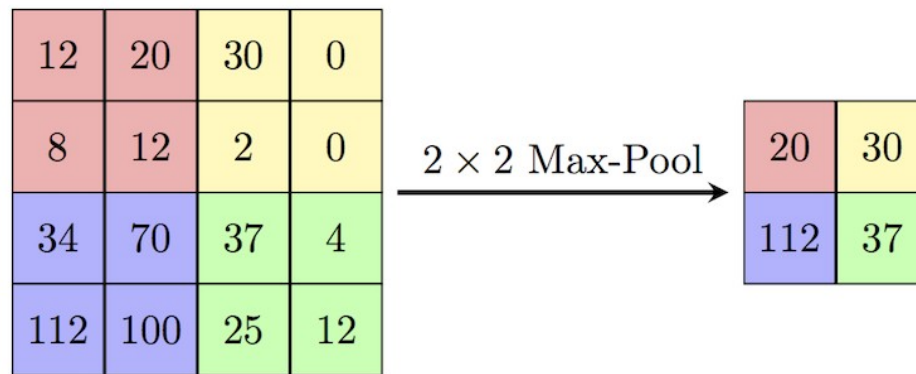
$f(\circ)$  - функция активации,

$b_j$  - коэффициент смещения для карты признаков  $j$ ,

$k_j$  - ядро свёртки номер  $j$ ,

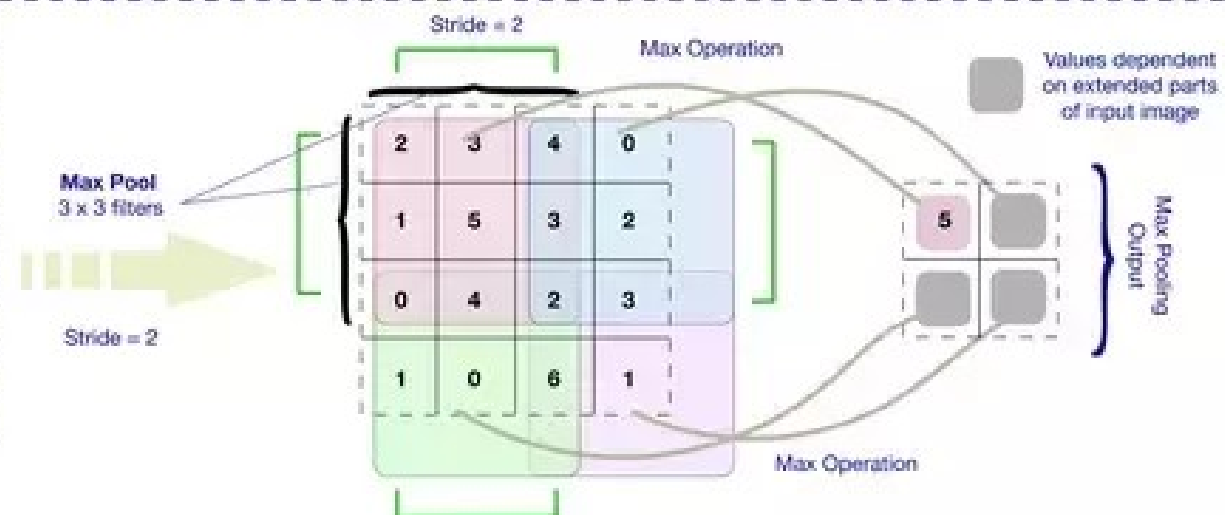
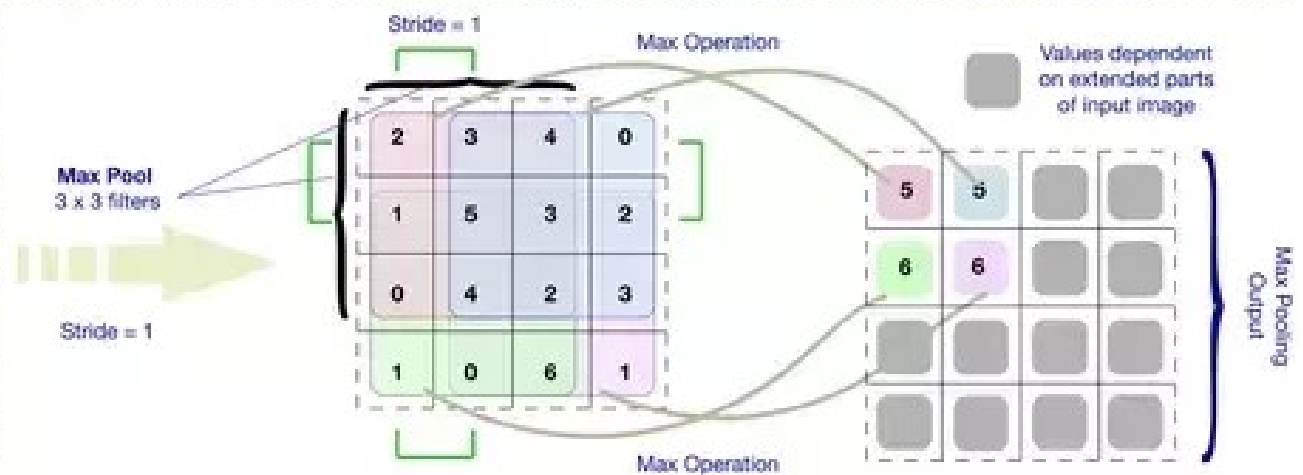
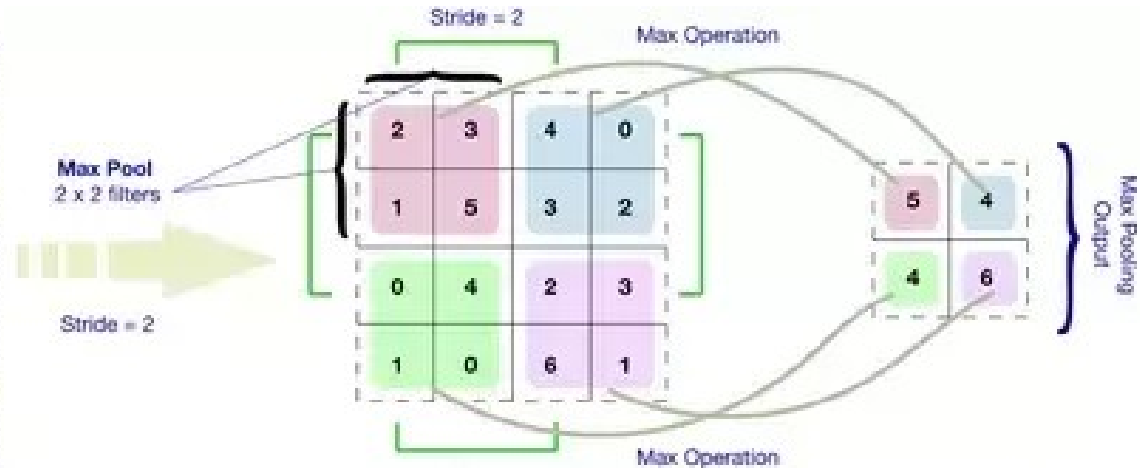
$x_i^{l-1}$  - карты признаков предыдущего слоя.

# Pooling layer



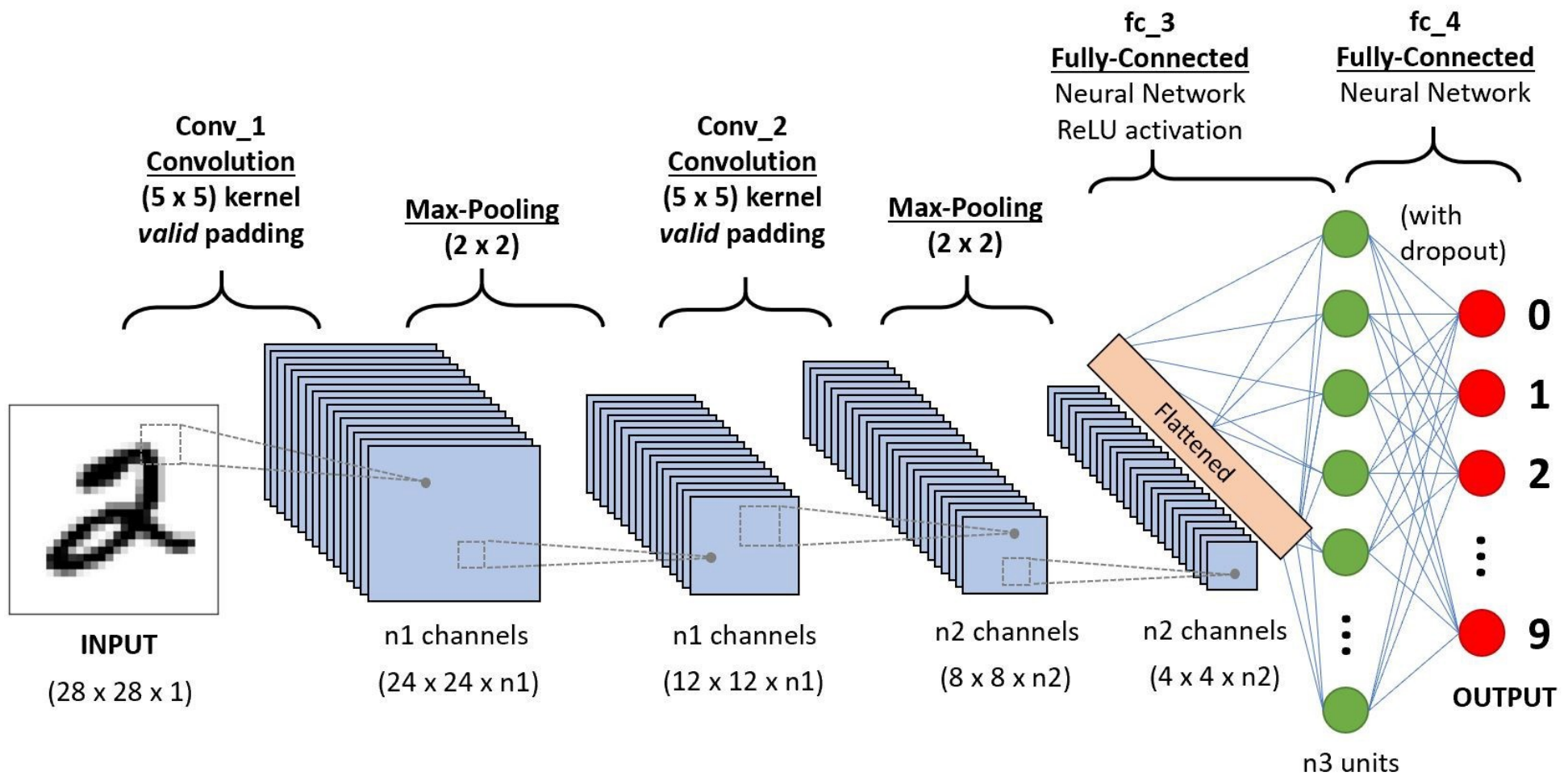
An example Image Portion  
for Max Pooling  
Numbers represent  
the pixel values

2	3	4	0
1	5	3	2
0	4	2	3
1	0	6	1





# Примерная архитектура сети



# Transfer learning

**Мало данных... Кто виноват и Что делать?**

**Система, натренированная на большом объеме данных и решающая общую задачу.**

**Для PyTorch - [https://pytorch.org/tutorials/beginner/transfer\\_learning\\_tutorial.html](https://pytorch.org/tutorials/beginner/transfer_learning_tutorial.html)**

Больше информации тут -  
<https://cs231n.github.io/transfer-learning/>





**NLP:**

**Yoon Kim, Convolutional Neural Networks for  
Sentence Classification, 2014**