

Сверточные нейросети

Операция свертки

Свертка

Операция свертки состоит в сворачивании изображения фильтром.

Фильтр (или, по-другому, ядро) — это матрица из чисел.
Например, такая:

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

Свертка изображения фильтром

0	50	0	29
0	80	31	2
33	90	0	75
0	9	0	95

Черно-белое изображение

*

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

Фильтр

Свертка изображения фильтром

Наложим фильтр на верхний левый угол картинки:

0	50	0	29
0	80	31	2
33	90	0	75
0	9	0	95

Черно-белое изображение

*

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

Фильтр

Свертка изображения фильтром

Сворачиваем часть картинки, на которую наложили фильтр:
поэлементно умножаем пиксели картинки на соответствующие им числа фильтра.

$$(0 \times -1) + (50 \times 0) + (0 \times 1) + (0 \times -2) + (80 \times 0) + (31 \times 2) + (33 \times -1) + (90 \times 0) + (0 \times 1) = 29$$

0	50	0	29
0	80	31	2
33	90	0	75
0	9	0	95

*

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

Черно-белое изображение

Фильтр

Свертка изображения фильтром

Сворачиваем часть картинки, на которую наложили фильтр:
поэлементно умножаем пиксели картинки на соответствующие им числа фильтра.

$$(0 \times -1) + (50 \times 0) + (0 \times 1) + (0 \times -2) + (80 \times 0) + (31 \times 2) + (33 \times -1) + (90 \times 0) + (0 \times 1) = 29$$

0	50	0	29
0	80	31	2
33	90	0	75
0	9	0	95

Черно-белое изображение

*

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

Фильтр

=

29	?
?	?

Результат

Свертка изображения фильтром

Результат свертки этой части картинки:

$$(50 \times -1) + (0 \times 0) + (29 \times 1) + (80 \times -2) + (31 \times 0) + (2 \times 2) + (90 \times -1) + (0 \times 0) + (75 \times 1) = -192$$

0	50	0	29
0	80	31	2
33	90	0	75
0	9	0	95

Черно-белое изображение

*

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

Фильтр

=

29	-192
?	?

Результат

Свертка изображения фильтром

Результат свертки этой части картинки:

$$(0 \times -1) + (80 \times 0) + (31 \times 1) + (33 \times -2) + (90 \times 0) + (0 \times 2) + (0 \times -1) + (9 \times 0) + (0 \times 1) = -35$$

0	50	0	29
0	80	31	2
33	90	0	75
0	9	0	95

Черно-белое изображение

*

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

Фильтр

=

29	-192
-35	?

Результат

Свертка изображения фильтром

Результат свертки этой части картинки:

$$(80 \times -1) + (31 \times 0) + (2 \times 1) + (90 \times -2) + (0 \times 0) + (75 \times 2) + (9 \times -1) + (0 \times 0) + (95 \times 1) = -22$$

0	50	0	29
0	80	31	2
33	90	0	75
0	9	0	95

Черно-белое изображение

*

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

Фильтр

=

29	-192
-35	-22

Результат
(карта активации)

Свертка изображения фильтром

Анимация процесса свертки:

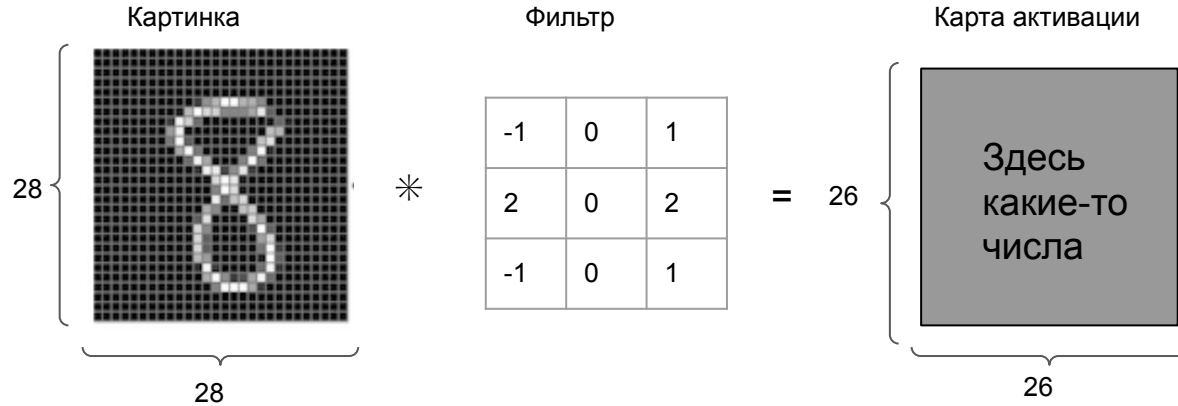
0	50	0	29
0	80	31	2
33	90	0	75
0	9	0	95

Исходное изображение

29	?
?	?

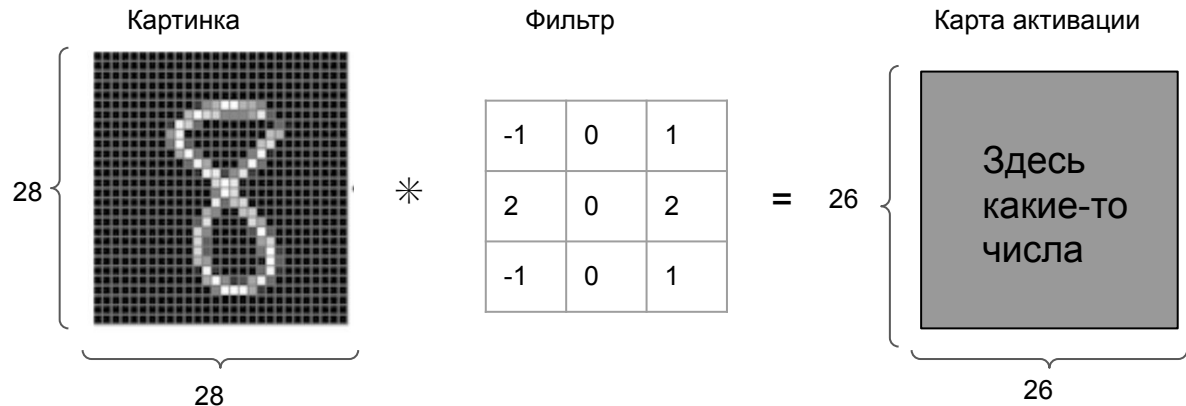
Карта активации
(результат)

Свертка изображения фильтром



Размеры карты активации после свертки будут меньше,
чем размеры исходной картинки

Свертка изображения фильтром



Общая формула расчета размера карты активации:

$$m = i - f + 1$$

Размер карты активации

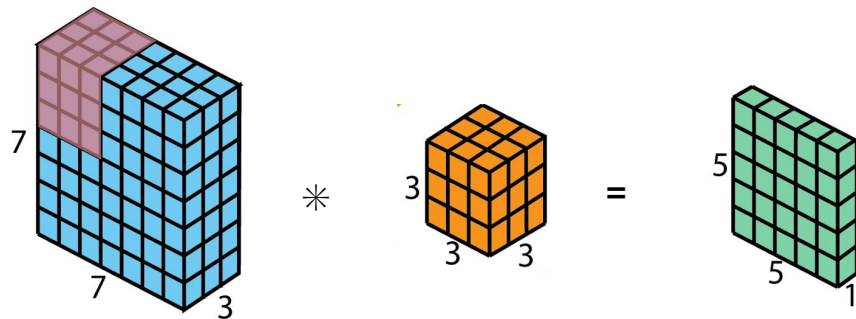
Размер изображения

Размер фильтра

Свертка цветных изображений

Как сворачивать цветные картинки:

1 вариант: свертка трехмерным ядром
Результат — одна двумерная карта активации



2 вариант: свертка двумерным ядром
отдельно по каждому цветовому каналу.
Результат — три двумерные карты активации

