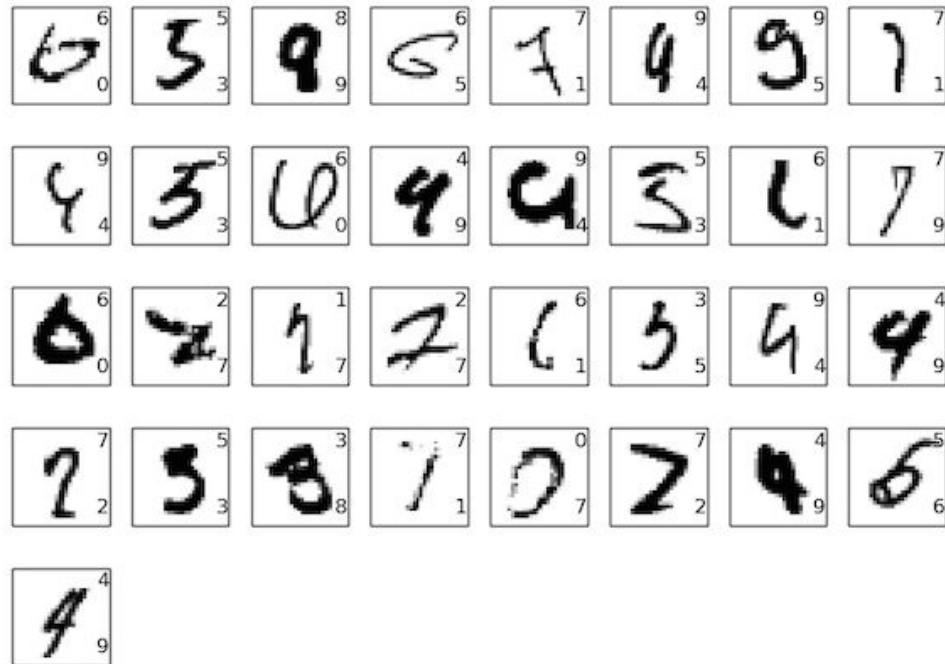
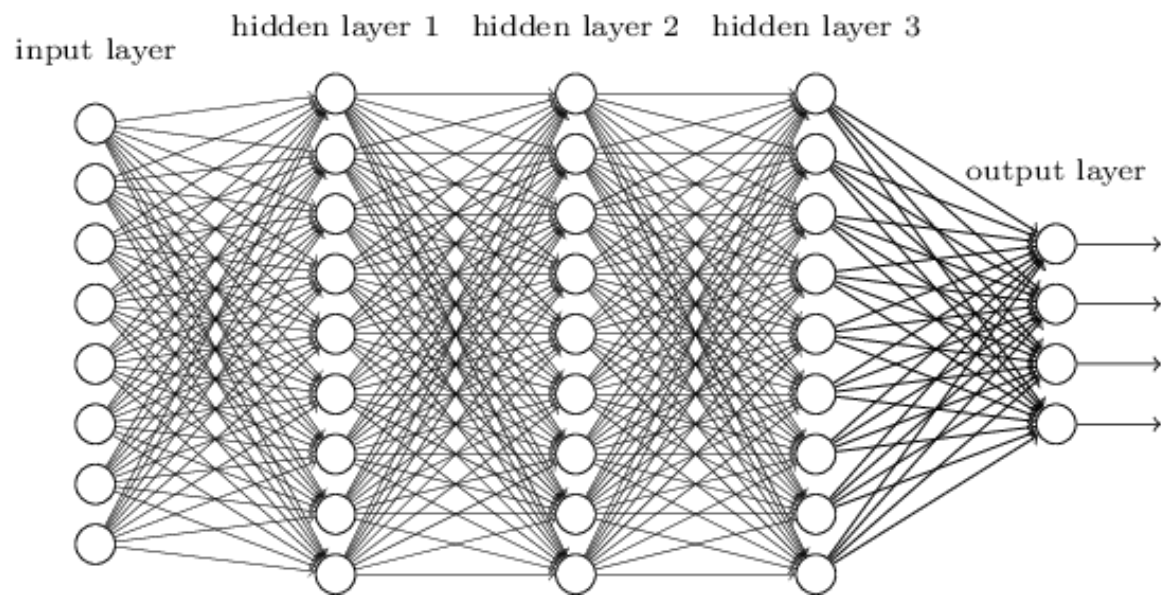


Свёрточные нейронные сети

MNIST classification

- 98% точность
- структура изображения не учтена
- нужно настраивать много весов





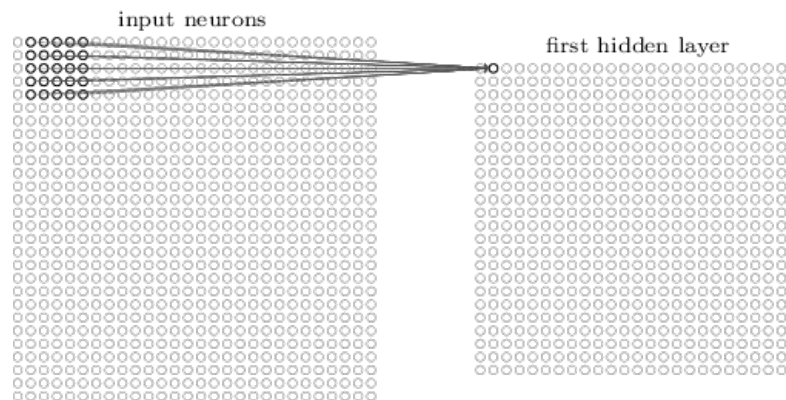
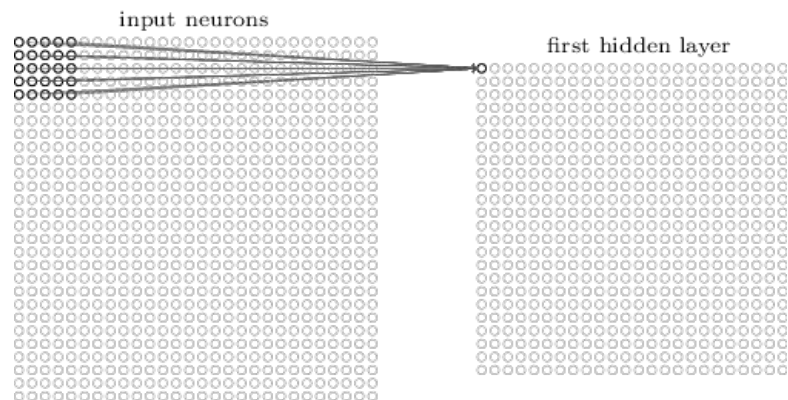
CNN. Мотивация

- Хочется учесть “пространственное” положения пикселей
- Поиск наиболее общих признаков
- Признак может встретиться в любой части изображения
- Устойчивость к небольшим изменениям картинки(сдвигам)

CNN. Идеи

- Локально-связанные слои
- Общие веса
- pooling

Локально-связанные слои



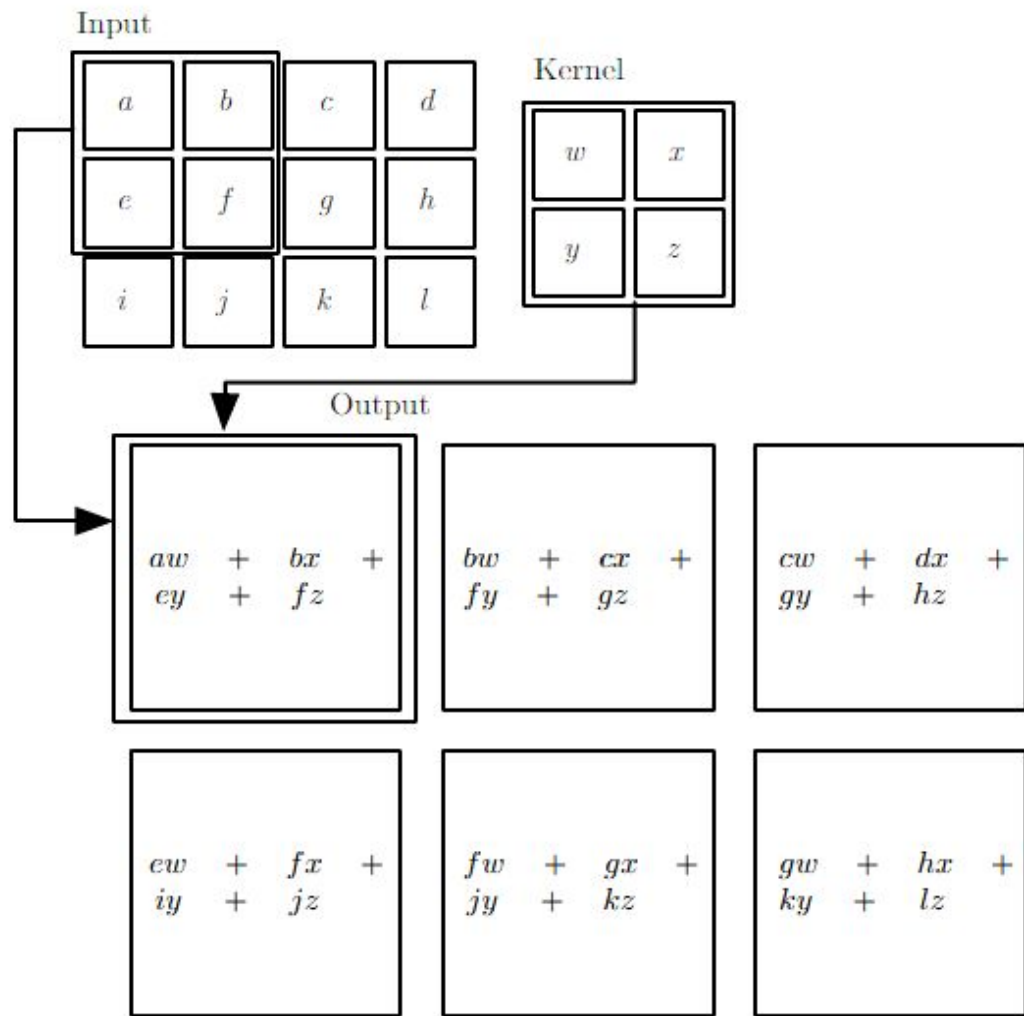
Общие веса

- значение нейрона

$$\sigma \left(b + \sum_{l=0}^4 \sum_{m=0}^4 w_{l,m} a_{j+l,k+m} \right)$$

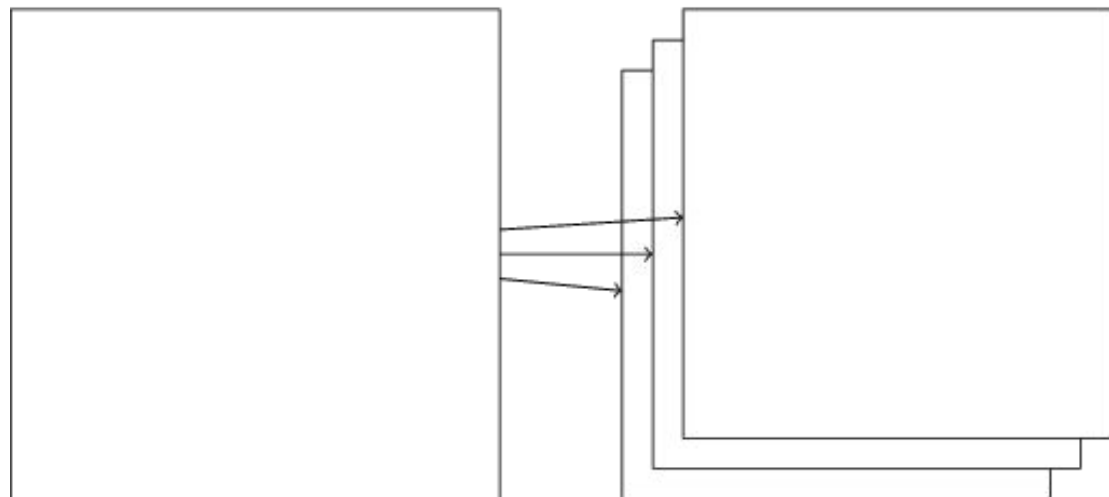
- одна матрица W для всей картинки -- ядро или фильтр
- сигма -- функция активации
- можно использовать несколько матриц W чтобы получить разные feature map

Пример действия свертки

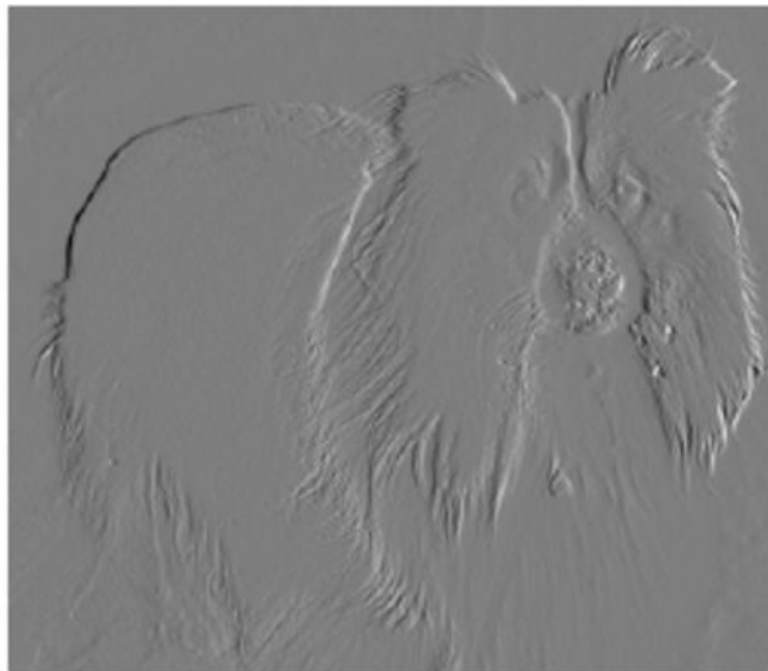


28×28 input neurons

first hidden layer: $3 \times 24 \times 24$ neurons



Поиск вертикальных границ



Почему свёрточные

- Есть лазерный сенсор, который передаёт координаты $x(t)$ в момент t
- Лазер шумный, хочется устранить шум. Усредняем

$$s(t) = \int x(a)w(t - a)da$$

- Дискретный вариант

$$s(t) = \sum_{a=-\infty}^{\infty} x(a)w(t - a)$$

Почему свёрточные

- Многомерный случай

$$S(i, j) = (I * K)(i, j) = \sum_m \sum_n I(m, n) K(i - m, j - n)$$

$$S(i, j) = (K * I)(i, j) = \sum_m \sum_n I(i - m, j - n) K(m, n)$$

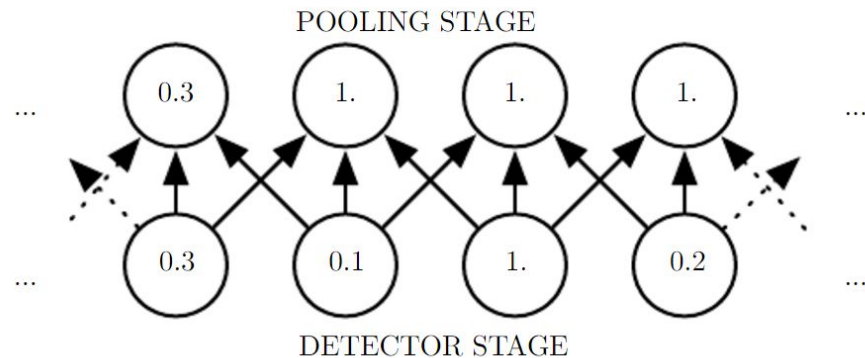
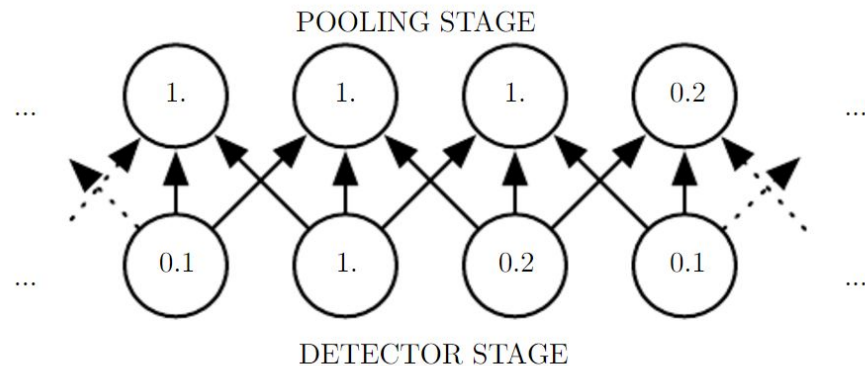
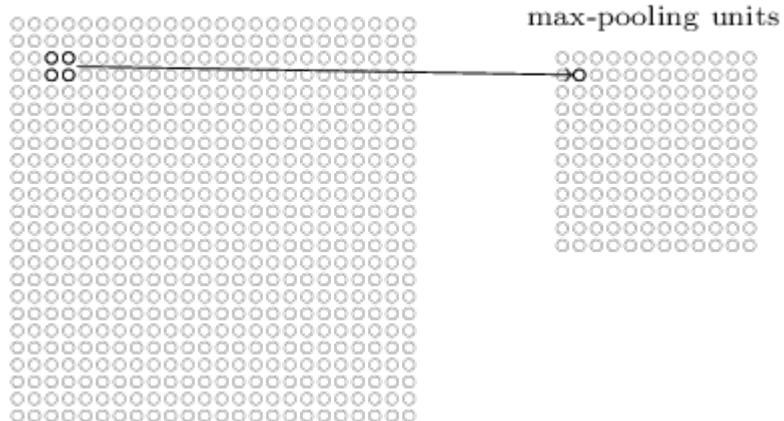
- В реальности

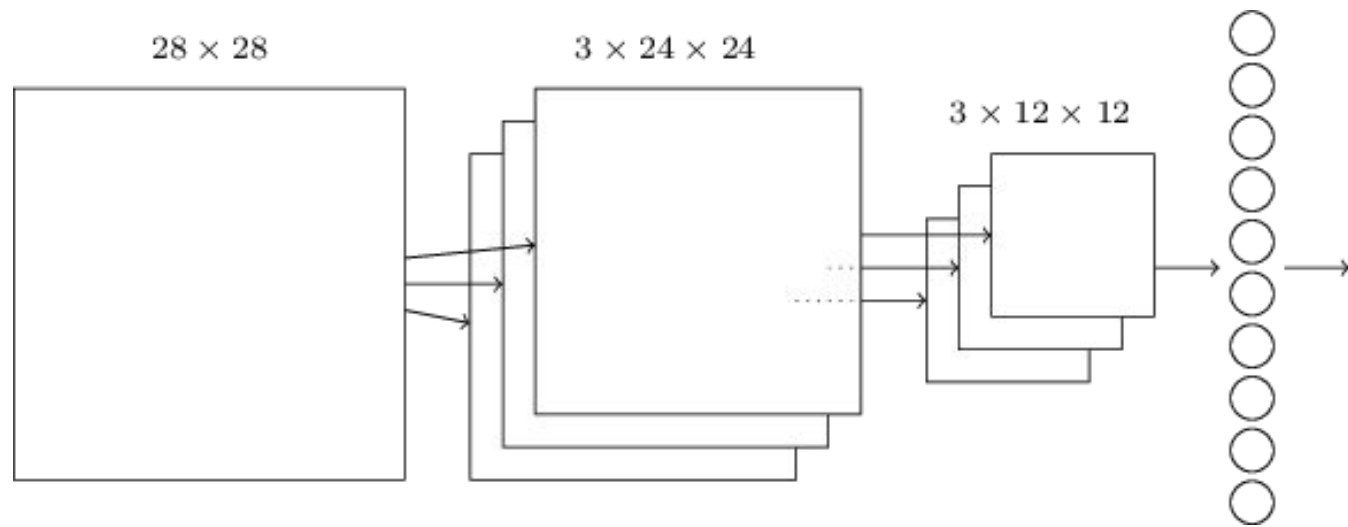
$$S(i, j) = (I * K)(i, j) = \sum_m \sum_n I(i + m, j + n) K(m, n)$$

Pooling

Делает вывод инвариантным
к изменениям входа

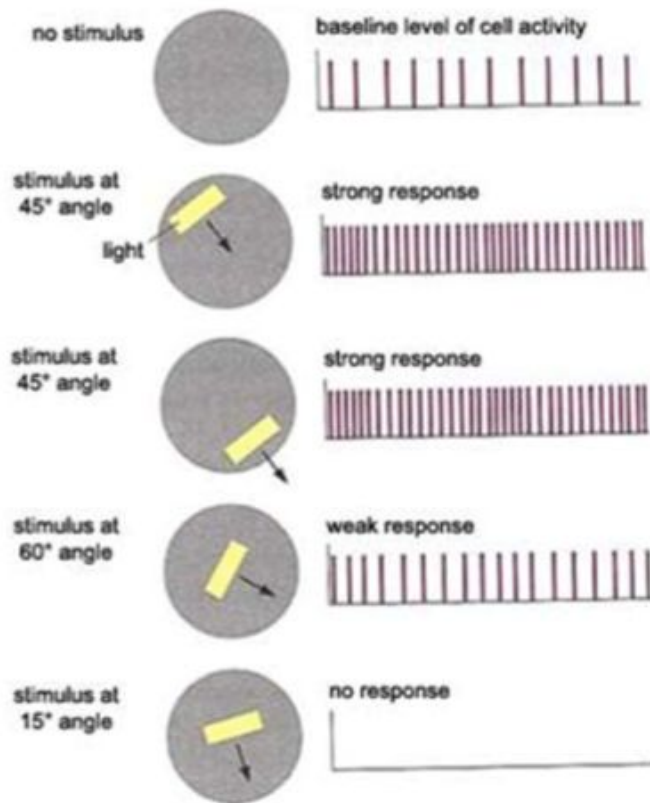
hidden neurons (output from feature map)





Связь с биологией

Некоторые нейроны активируются при границах определённой ориентации



Обучение CNN

- Backproragation
- L -- функция ошибки

$$w = w_i - \eta \frac{dL}{dW}$$

w = Weight
 w_i = Initial Weight
 η = Learning Rate

Откуда взять фильтры

- Рандом
- Инициализировать руками
- Обучить при помощи методов обучения без учителя

Перенос стиля картины

A

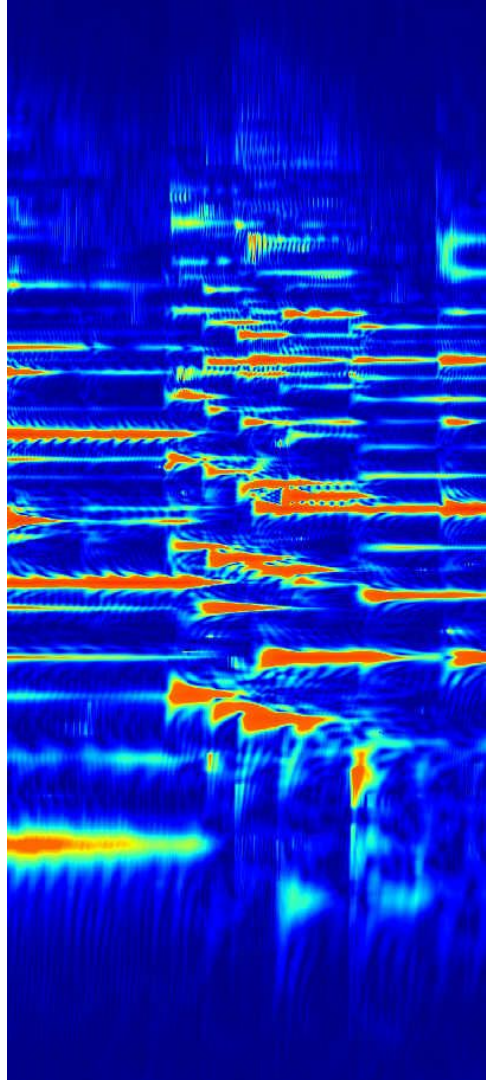
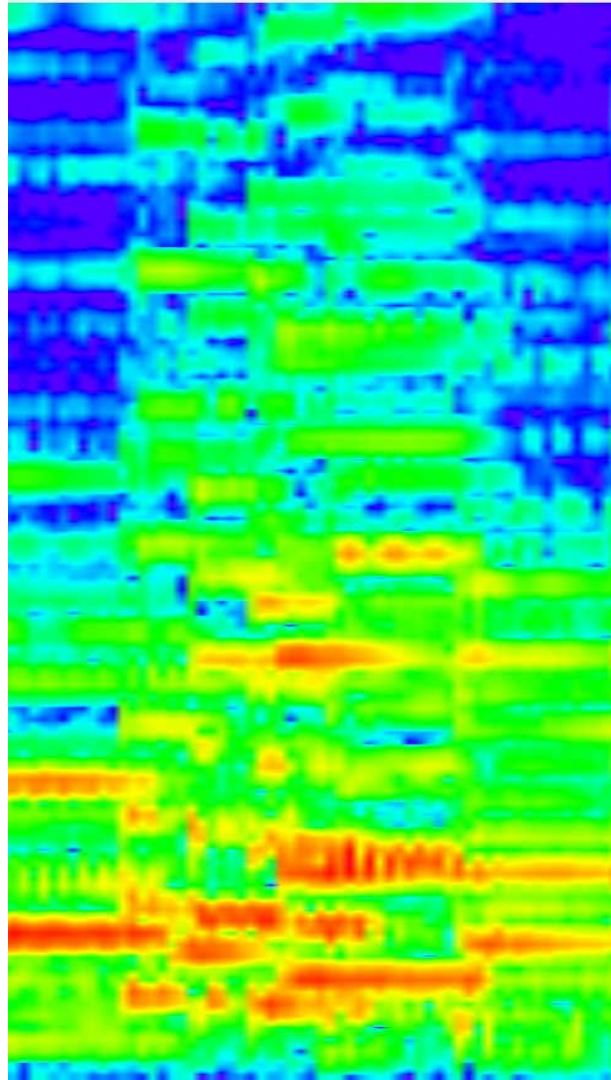


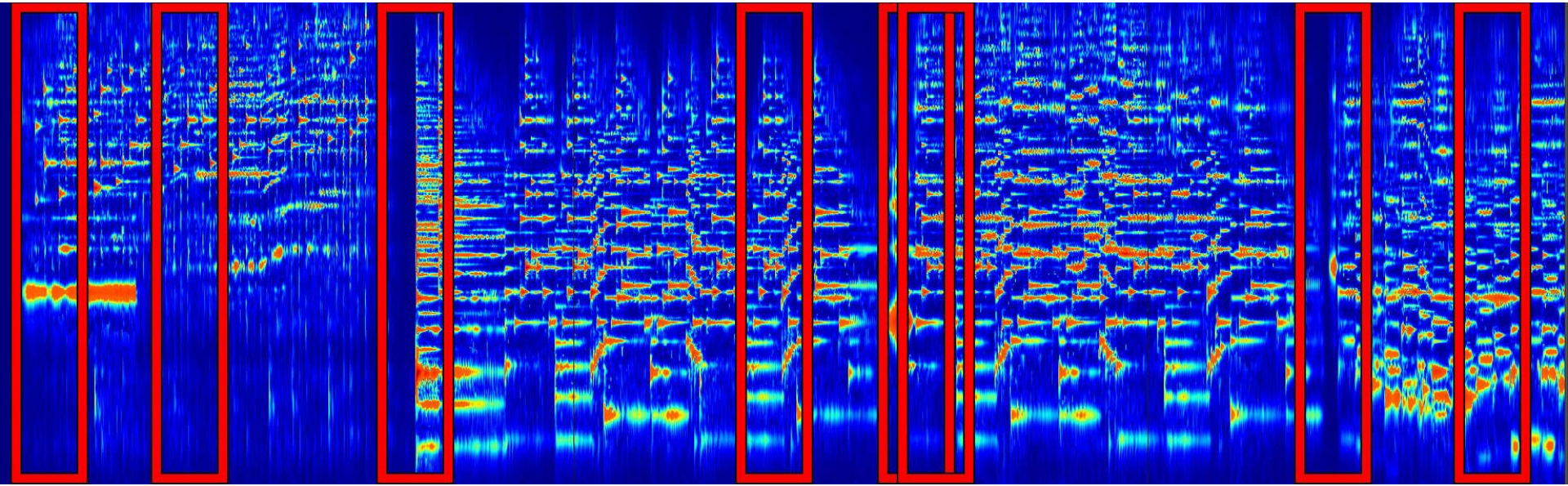
B



CNN для музыки

- Определение стиля композиции
- Определение инструментов в композиции
- Определение нот





спасибо за внимание