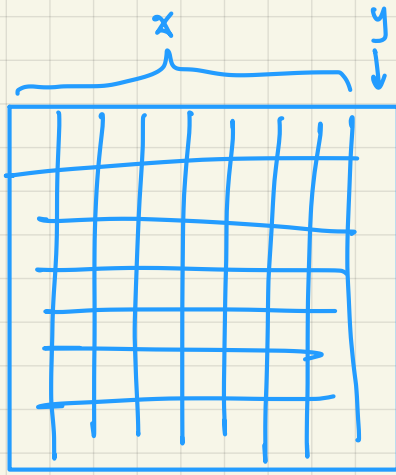


Classical



Feature vector : $\{x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_n\} \mid x \in \mathbb{R}$
 ↑
 n dimension

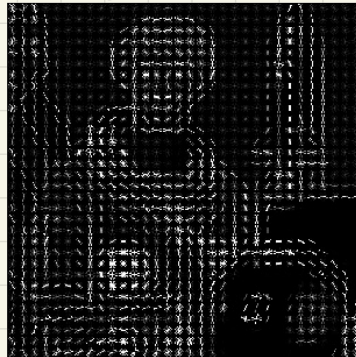
เป็น set 100+ ล้าน?

Deep learning

Input image



Histogram of Oriented Gradients



Sobel filter

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

Gx

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

Gy

3x3 convolutional Sobel filters:

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

Gx

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

Gy

$$G_x = (-1 \cdot 3) + (1 \cdot 4) + (-2 \cdot 3) + (2 \cdot 5) + (-1 \cdot 2) + (1 \cdot 4) = 7$$

$$G_y = (1 \cdot 3) + (2 \cdot 1) + (1 \cdot 4) + (-1 \cdot 2) + (-2 \cdot 3) + (-1 \cdot 4) = -3$$

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

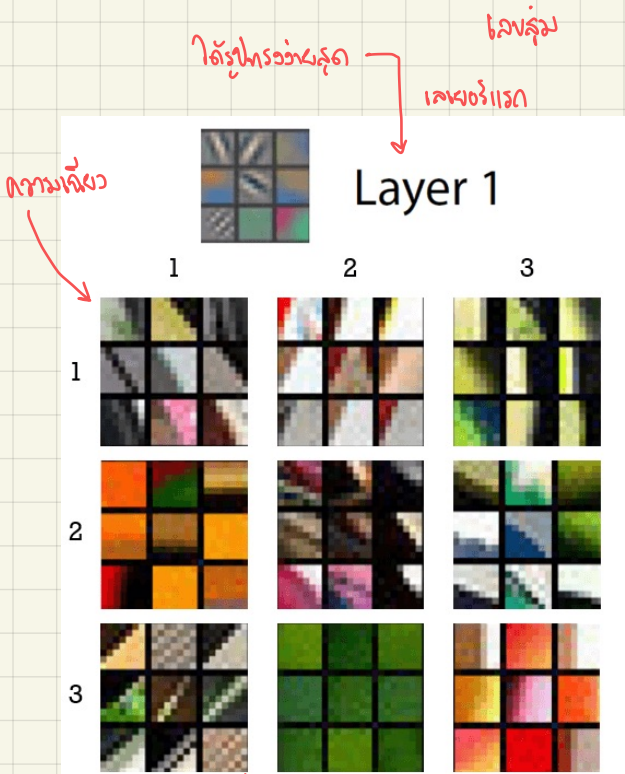
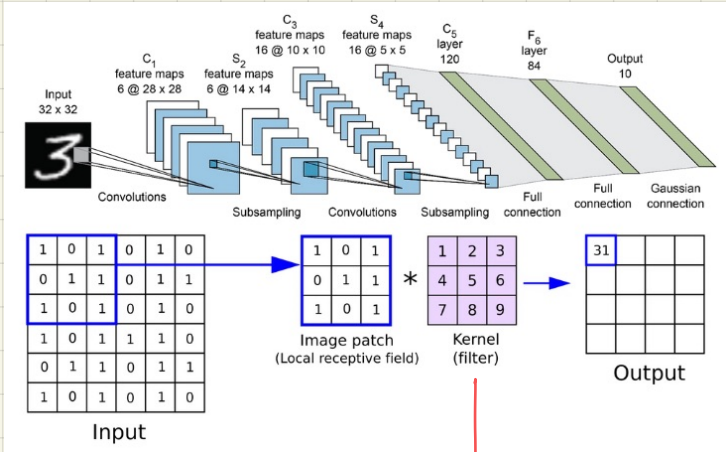
$|G_x| + |G_y|$

10

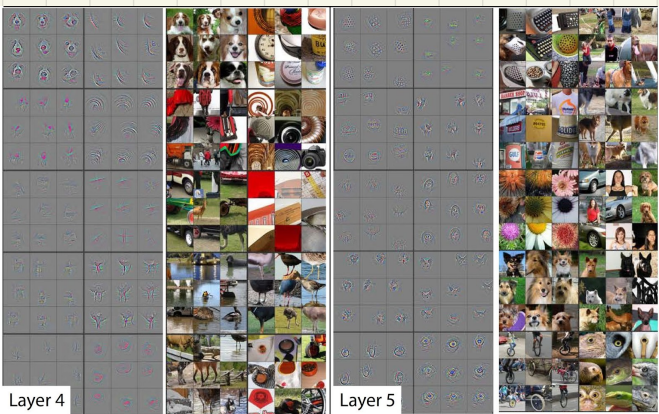
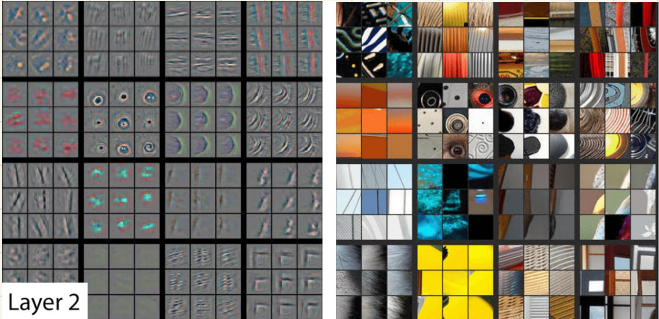
Example "receptive field"

ค่าจาก 5 ช่อง
เป็นแนวตั้งฉาก?

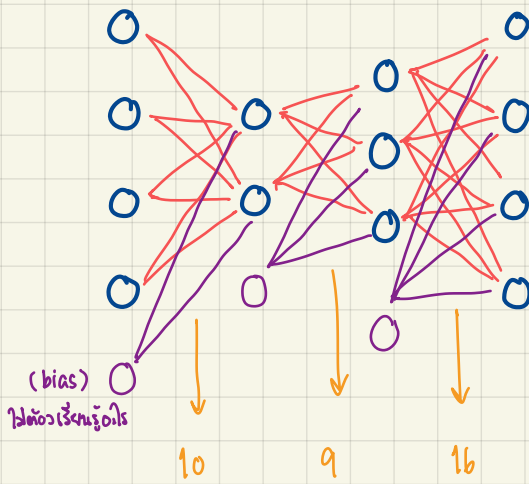
Convolutional neural network filter



เลขสองแรกจากรูปข้างบนคืออะไร? เลขหนึ่งแรก ข้างบนนั้น



Sequential



```

1 #Define Sequential model with 3 layers
2 model = keras.Sequential(
3     [
4         keras.Input(shape=(4,)), #Input 4 node
5         layers.Dense(2, activation="relu", name="layer1"), #Dense 2 node
6         layers.Dense(3, activation="relu", name="layer2"), #Dense 3 node
7         layers.Dense(4, name="output"), #Dense 4 node
8     ]
9 )
10 model.summary()

```

Layer (type)	Output Shape	Param #
layer1 (Dense)	(None, 2)	10
layer2 (Dense)	(None, 3)	9
output (Dense)	(None, 4)	16

Total params: 35 (140.00 Byte) → ไม่สามารถใส่ค่า bias ได้
 Trainable params: 35 (140.00 Byte) → สามารถใส่ค่า bias ได้
 Non-trainable params: 0 (0.00 Byte)

Train (รวมกับการใส่ค่า bias ใน colab notebook หน้า)