

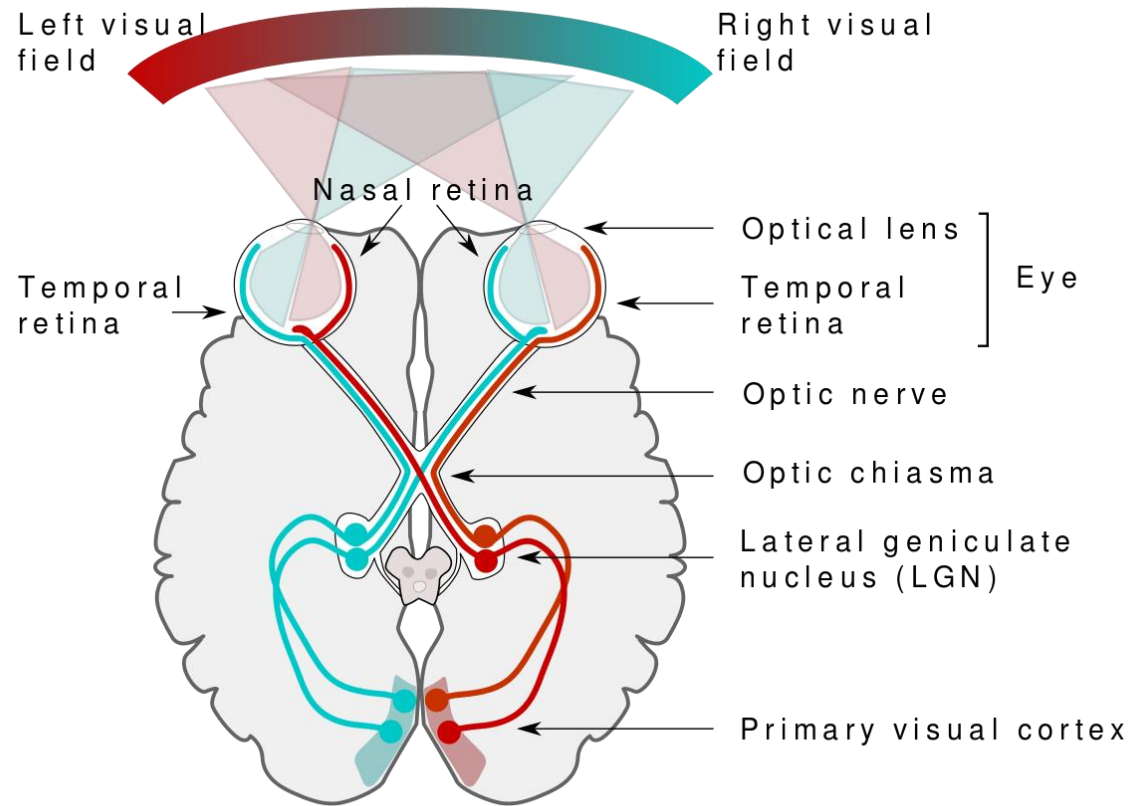
視覚とSparse coding

(阪医Python会勉強会第8回)

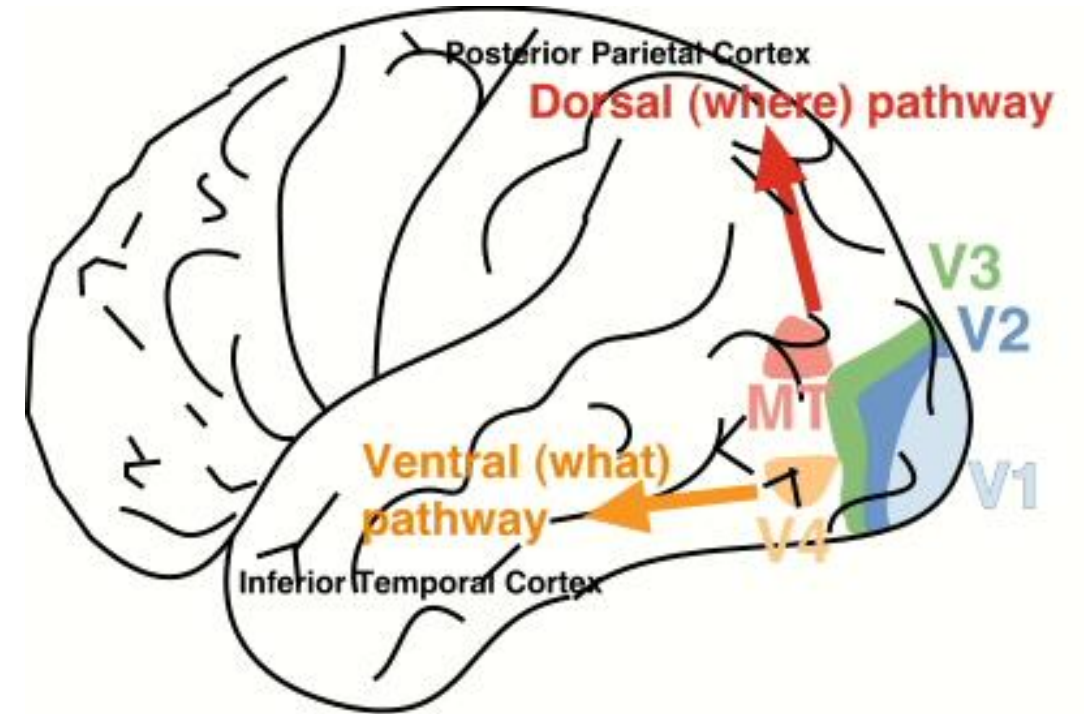
山本 拓都

(2020/8/19)

視覚の経路

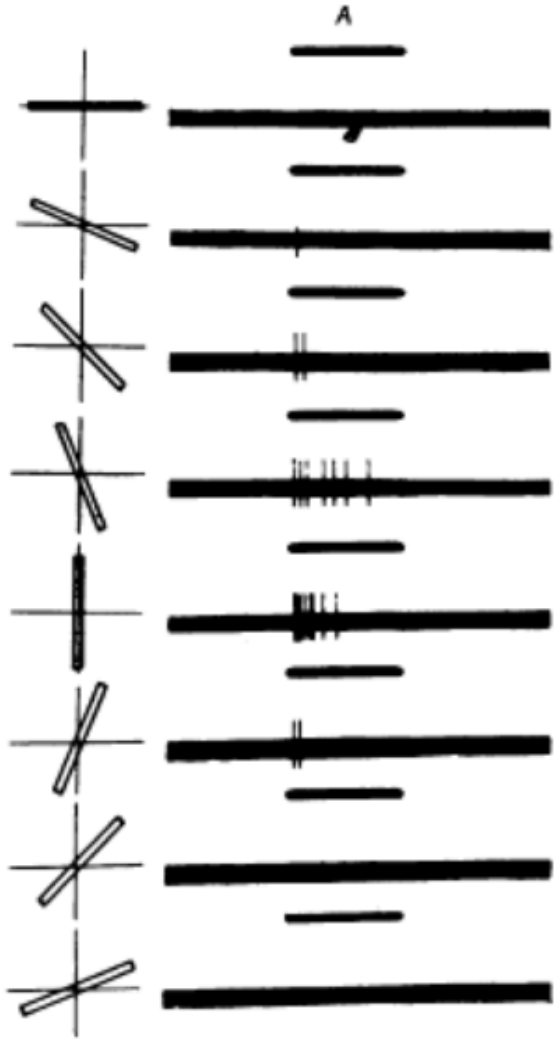


https://en.wikipedia.org/wiki/Visual_system



http://www.waece.org/cd_morelia2006/p/onencias/stoodley.htm

V1の単純細胞

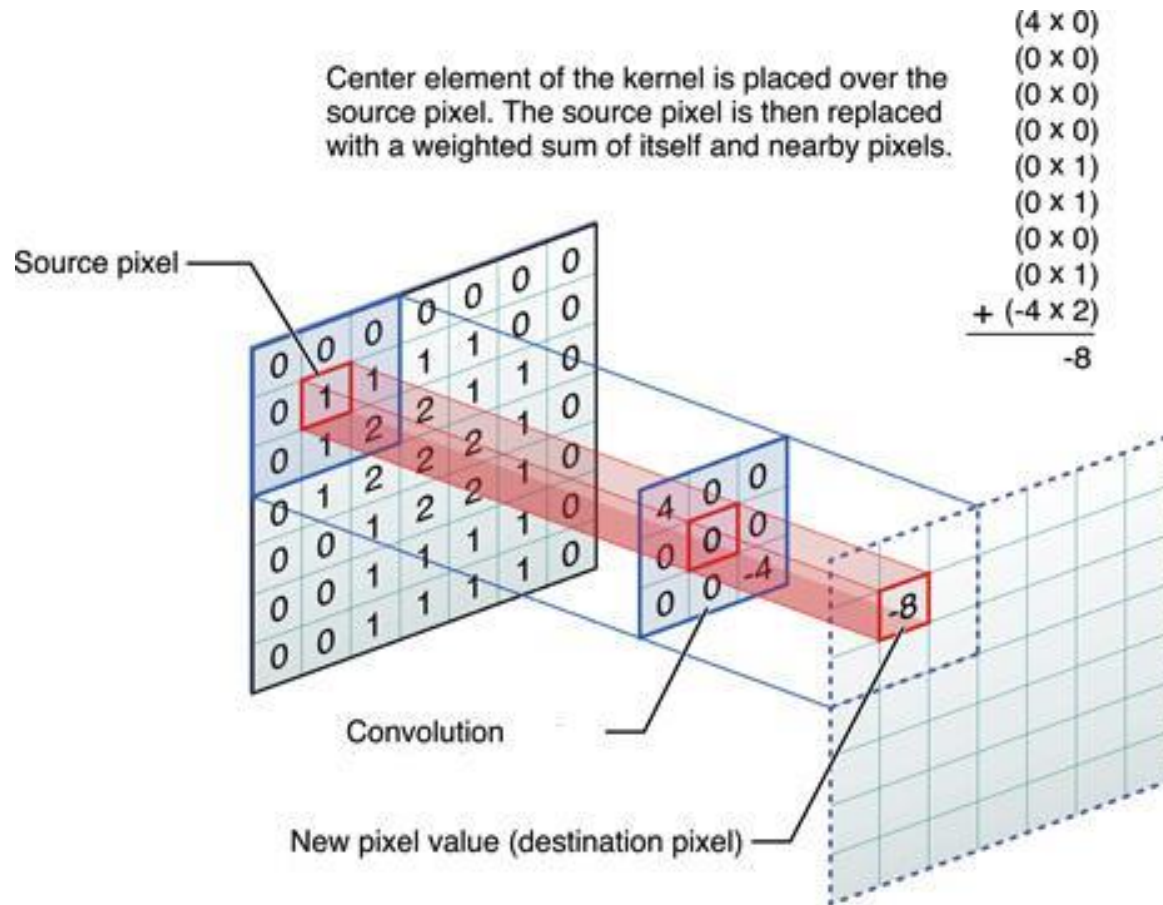


(Hubel & Wiesel, J Physiol. 1959)

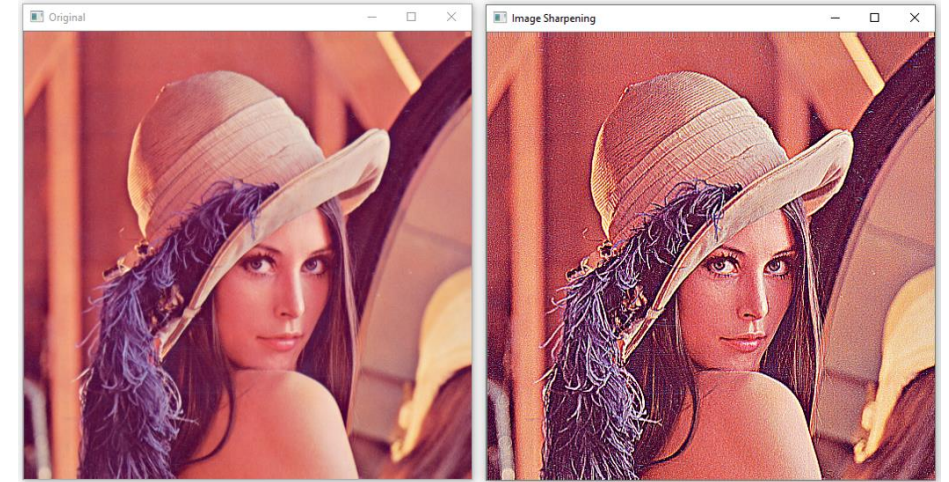


<https://www.youtube.com/watch?v=8VdFf3egwfg>

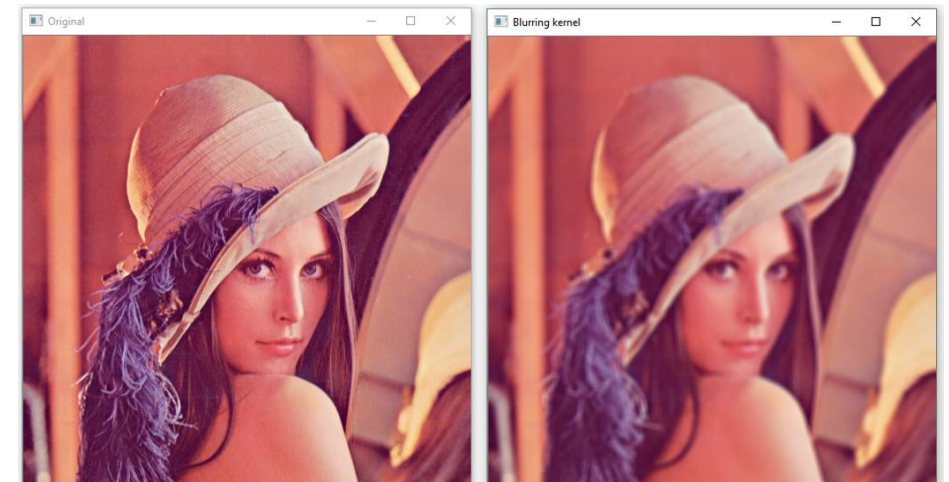
フィルタリング・畳み込み



Sharpen Filter

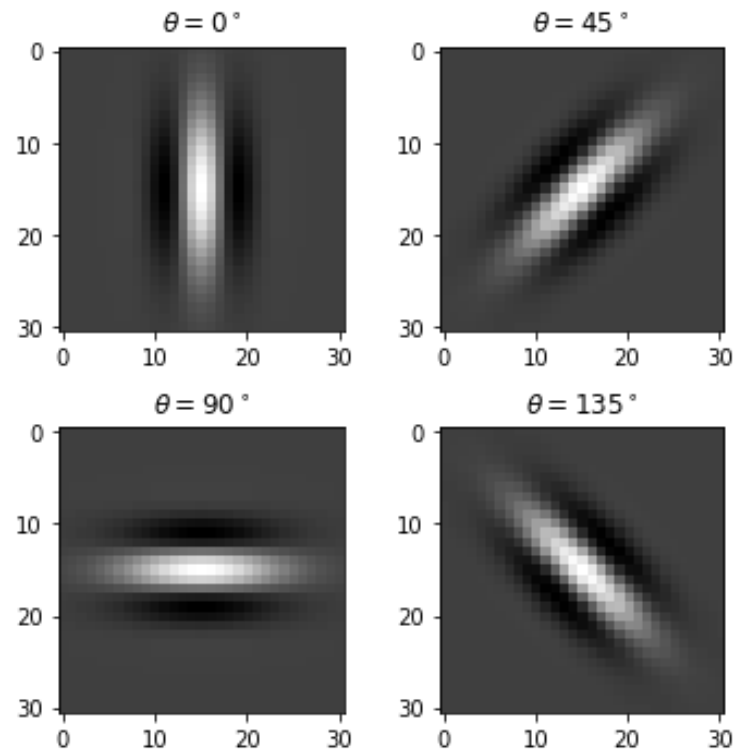


Blurring Filter

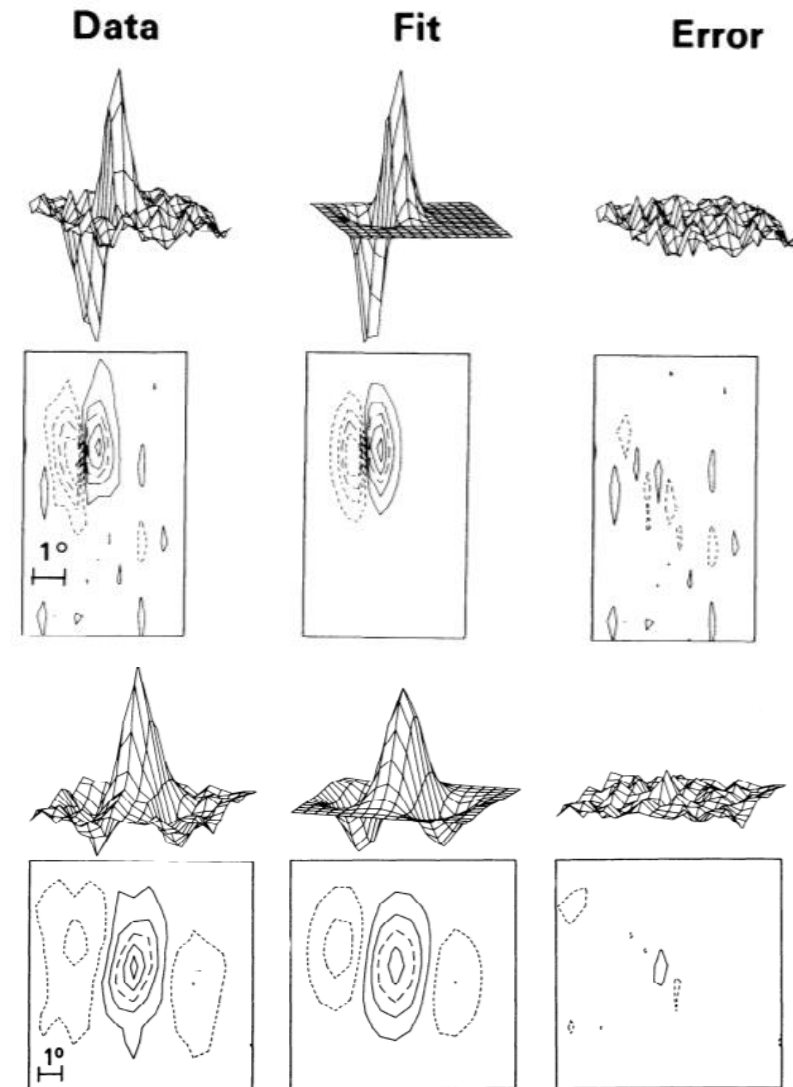


<https://medium.com/@bdhuma/6-basic-things-to-know-about-convolution-daef5e1bc411>

ガボールフィルタと単純細胞の受容野



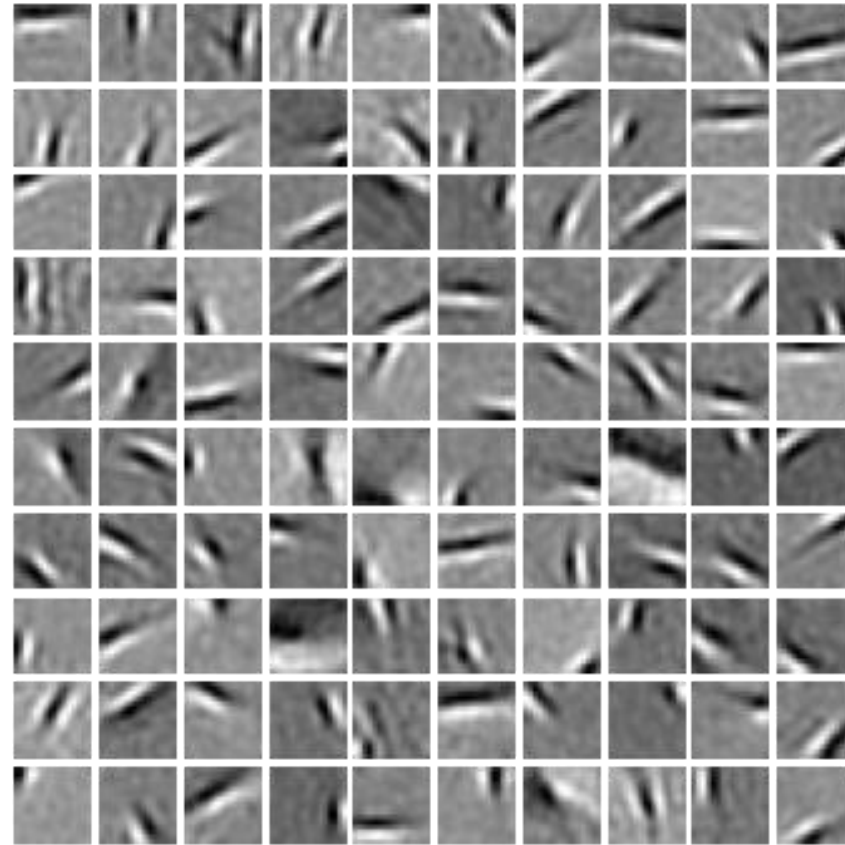
白色: ON領域(興奮)
黒色: OFF領域(抑制)



(Jones & Palmer, J Physiol. 1987)

今日の本題：Sparse coding モデル

Receptive fields



Sparseとは？

Dense (密) \Leftrightarrow **Sparse** (疎, 疎ら, スカスカ)

Dense Matrix

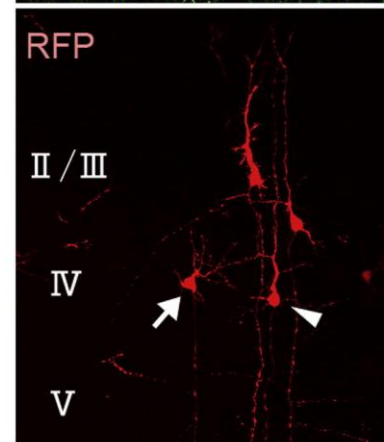
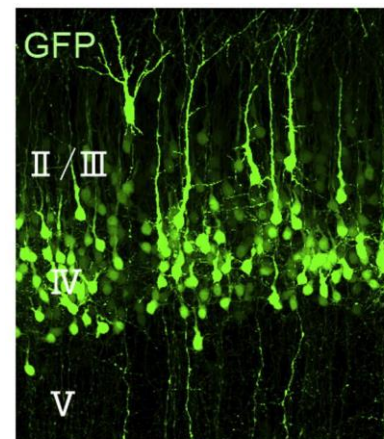
1	2	31	2	9	7	34	22	11	5
11	92	4	3	2	2	3	3	2	1
3	9	13	8	21	17	4	2	1	4
8	32	1	2	34	18	7	78	10	7
9	22	3	9	8	71	12	22	17	3
13	21	21	9	2	47	1	81	21	9
21	12	53	12	91	24	81	8	91	2
61	8	33	82	19	87	16	3	1	55
54	4	78	24	18	11	4	2	99	5
13	22	32	42	9	15	9	22	1	21

Sparse Matrix

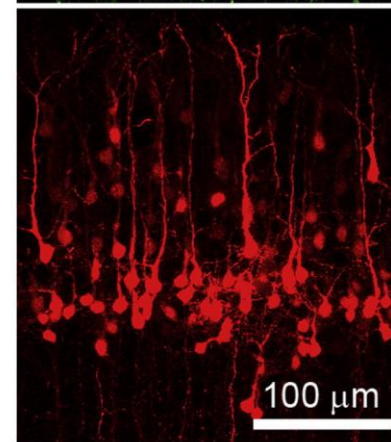
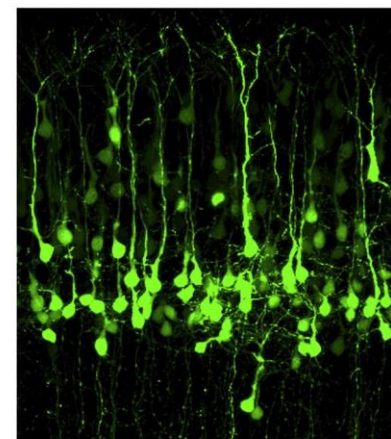
1	.	3	.	9	.	3	.	.	.
11	.	4	.	.	.	.	.	2	1
.	.	1	.	.	.	4	.	1	.
8	.	.	.	3	1	.	.	.	.
.	.	.	9	.	.	1	.	17	.
13	21	.	9	2	47	1	81	21	9
.
.	.	.	.	19	8	16	.	.	55
54	4	.	.	.	11	.	.	.	.
.	.	2	.	.	.	.	22	.	21

<https://cmdlinetips.com/2018/03/sparse-matrices-in-python-with-scipy/>

Sparse Labeling



Regular Labeling

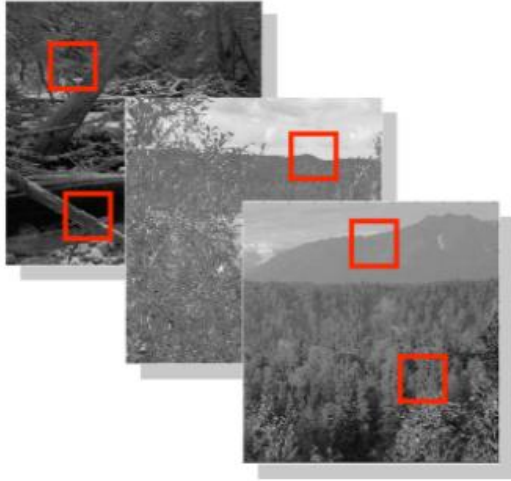


Supernova system (Mizuno et al., *Neuron*. 2014)

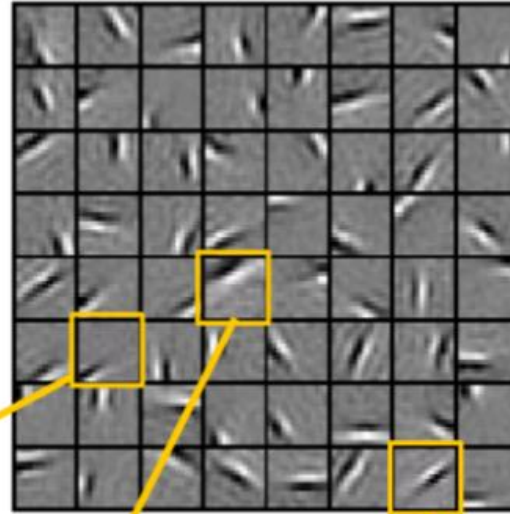
Sparse モデル

①画像パッチを切り取る(赤枠)

Natural Images

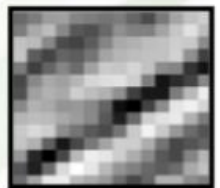
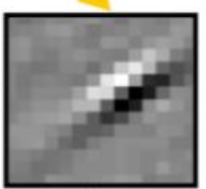
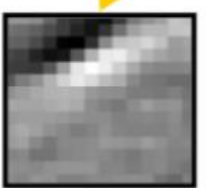



Learned bases ($\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_{64}$): "Edges"



②画像パッチをニューロンの活動と受容野の積の線形和で再構成する。このとき、できるだけ一部のニューロンだけが活動(=スパースな活動)するようにする。

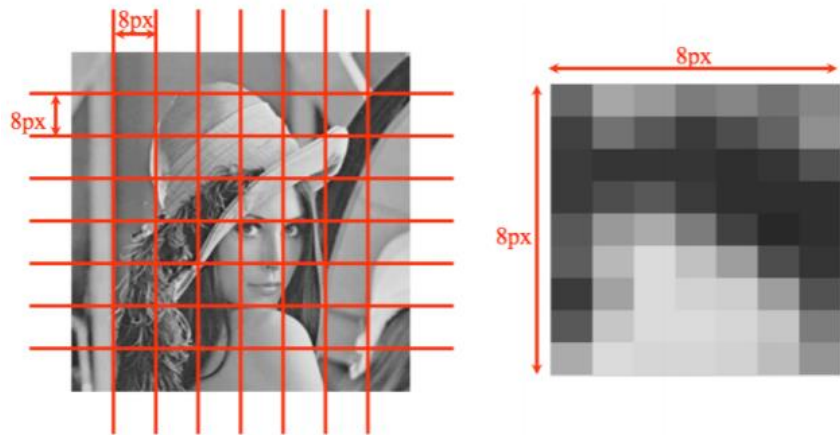
Test Example


$$\approx 0.8 \times \phi_{36} + 0.3 \times \phi_{42} + 0.5 \times \phi_{63}$$


The diagram shows a test example image patch on the left. To its right is an approximation equation: $\approx 0.8 \times \phi_{36} + 0.3 \times \phi_{42} + 0.5 \times \phi_{63}$. Below each basis ϕ_{36} , ϕ_{42} , and ϕ_{63} is a small grayscale image of that specific basis. Yellow arrows connect the three highlighted bases from the grid above to their respective terms in the equation.

$$[\alpha_1, \dots, \alpha_{64}] = [0, \dots, 0.8, \dots, 0.3, \dots, 0.5, \dots, 0]$$

JPEG圧縮の仕組み

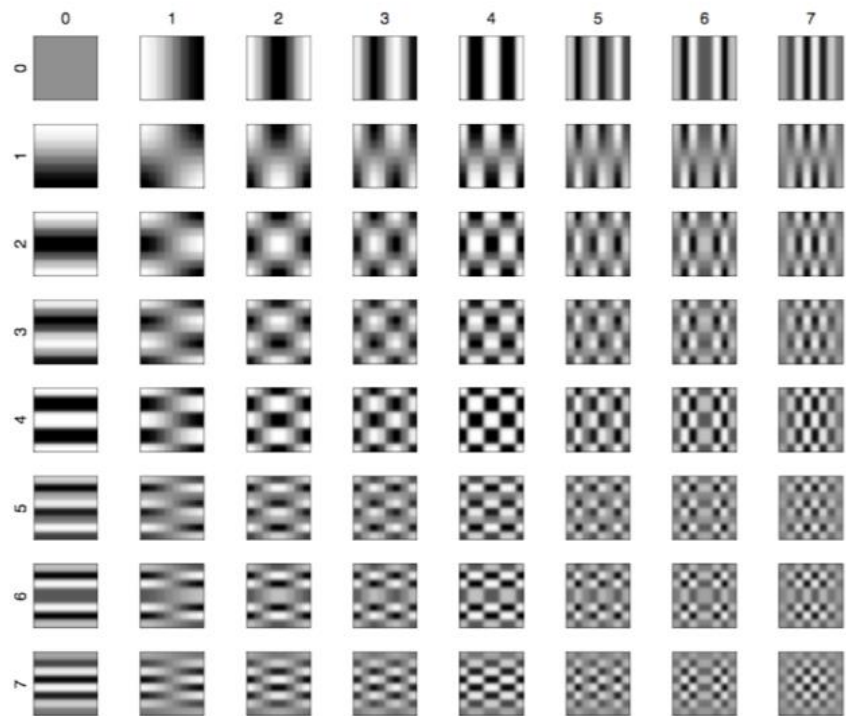


JPEGなどの画像圧縮、MP3など音声圧縮には**離散コサイン変換**(discrete cosine transform; DCT)が使われている(フーリエ変換と異なり実数のみを使用)。

画像を分割し、波形を足し合わせる係数を求めることで、必要な情報量を減らすことができる。

(cf.)『フーリエ変換と画像圧縮の仕組み』

<https://www.slideshare.net/ginrou799/ss-46355460>



<http://ohzawa-lab.bpe.es.osaka-u.ac.jp/resources/text/KisokouKoukai2009/Ohzawa2009Koukai04.pdf>

Jupyter notebookで実行

生成モデルの視点で書いた数学的な詳細は以下を参照。
『11.2 Sparse coding (Olshausen & Field, 1996) モデル』
https://compneuro-julia.github.io/11-2_sparse-coding.html