



Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores
intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

Visualização

Considerações

Classes de
ativação

Objetivo

Visualização

Deep Learning With Python

Chollet: 5.4

Natanael

IAG – USP

27 de Setembro de 2019



Visão Geral

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

Visualização

Considerações

Classes de ativação

Objetivo

Visualização

1 Visualização

■ Introdução

2 Ativadores intermediários

3 Filtros

4 Classes de ativação



Introdução

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores
intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

Visualização

Considerações

Classes de
ativação

Objetivo

Visualização

Principais Objetivos

- Entender como as camadas da *convnet* transformam a entrada.
- Entender que conceito (ou padrão) visual cada filtro de uma *convnet* é receptivo.
- Entender quais partes de uma imagem foram identificadas como pertencentes a uma determinada classe.



Visão Geral

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores
intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

Visualização

Considerações

Classes de
ativação

Objetivo

Visualização

1 Visualização

2 Ativadores intermediários

- Objetivo
- Modelo
- Método
- Visualização

3 Filtros

4 Classes de ativação



Visualização de ativadores intermediários

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores
intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

Visualização

Considerações

Classes de
ativação

Objetivo

Visualização

Objetivo

- Mostrar o mapa de características (*feature maps*) que são gerados a cada camada de convolução ou *pooling*.



Modelo: Sumário

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores
intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

Visualização

Considerações

Classes de
ativação

Objetivo

Visualização

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d_13 (Conv2D)	(None, 148, 148, 32)	896
max_pooling2d_13 (MaxPooling)	(None, 74, 74, 32)	0
conv2d_14 (Conv2D)	(None, 72, 72, 64)	18496
max_pooling2d_14 (MaxPooling)	(None, 36, 36, 64)	0
conv2d_15 (Conv2D)	(None, 34, 34, 128)	73856
max_pooling2d_15 (MaxPooling)	(None, 17, 17, 128)	0
conv2d_16 (Conv2D)	(None, 15, 15, 128)	147584
max_pooling2d_16 (MaxPooling)	(None, 7, 7, 128)	0
flatten_4 (Flatten)	(None, 6272)	0
dense_7 (Dense)	(None, 512)	3211776
dense_8 (Dense)	(None, 1)	513

T 1000

V 1000

T: Quantidade de amostras de treinamento para cada classe

V: Quantidade de amostras de validação para cada classe



Seleção dos dados

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores
intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

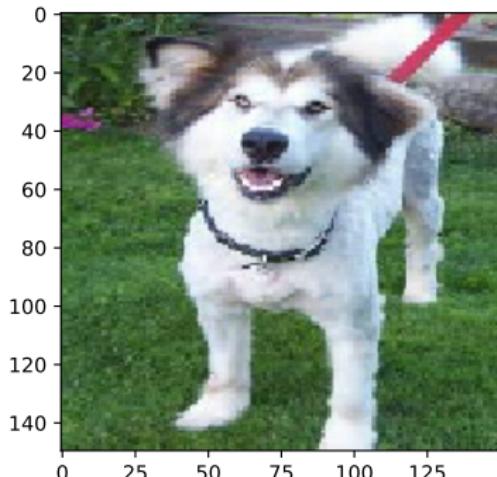
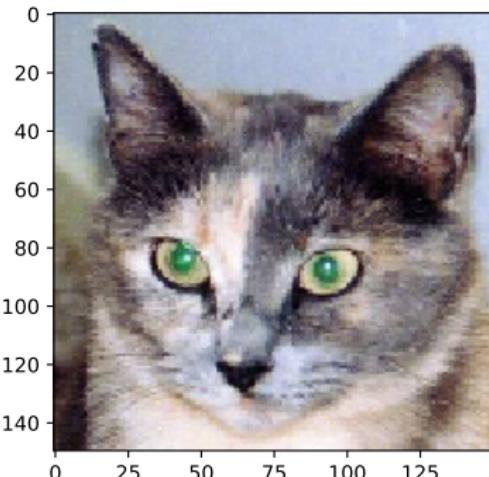
Visualização

Considerações

Classes de
ativação

Objetivo

Visualização





Método: Diagrama

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores
intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

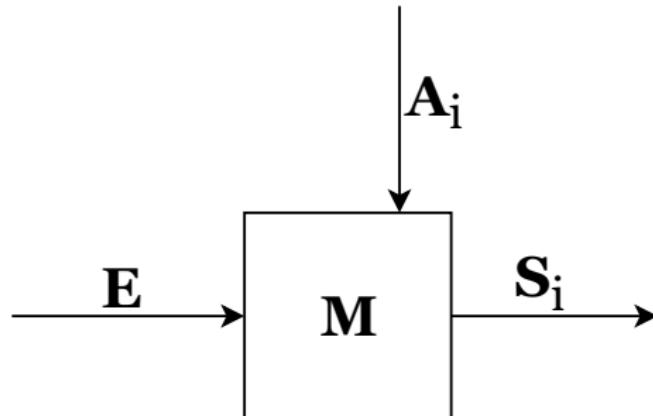
Visualização

Considerações

Classes de
ativação

Objetivo

Visualização



Legenda

E Representação tensorial da imagem de *entrada*

A_i Camada de *ativação* do modelo original

S_i *Feature Maps* associadas à camada de ativação *i*



Método: Algorítmo

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores
intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

Visualização

Considerações

Classes de

ativação

Objetivo

Visualização

```
1 from keras import models
2
3 def get_activations(model, img_tensor):
4     layer_outputs = [
5         layer.output for layer in model.layers[:8]
6     ]
7     activation_model = models.Model(
8         inputs=model.input,
9         outputs=layer_outputs
10    )
11    activations = activation_model.predict(img_tensor)
12    return activations
```



Visualizando o canal 21 da 1^a camada de ativação

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização
Introdução
Ativadores
intermediários

Objetivo
Modelo
Método
Visualização

Filtros
Objetivo
Método
Visualização
Considerações

Classes de
ativação
Objetivo
Visualização

```
1 import matplotlib.pyplot as plt
2
3 first_activation_layer = get_activations(model, img_tensor
4 )[0][0, :, :, 21]
5 plt.imshow(first_activation_layer, cmap='viridis')
```



Visualizando o canal 21 da 1^a camada de ativação

Deep Learning
Chollet: 5.4

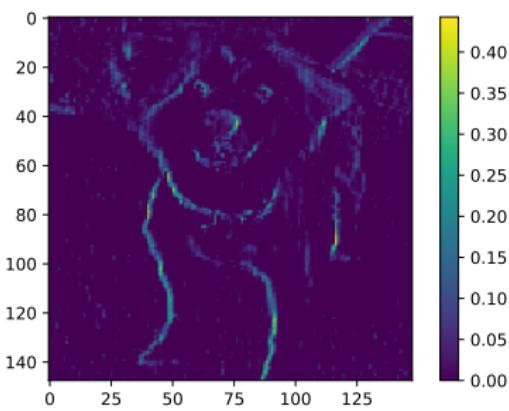
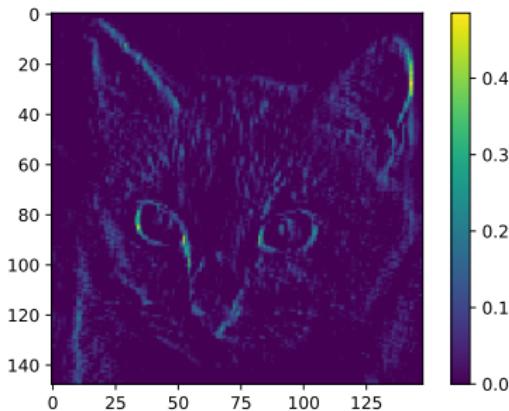
Visualização
Introdução
Ativadores
intermediários

Objetivo
Modelo
Método
Visualização

Filtros
Objetivo
Método
Visualização
Considerações

Classes de
ativação
Objetivo
Visualização

```
1 import matplotlib.pyplot as plt
2
3 first_activation_layer = get_activations(model, img_tensor
4 )[0][0, :, :, 21]
5 plt.imshow(first_activation_layer, cmap='viridis')
```





Visualizacao dos canais da primeira camada de convolucao

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores
intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

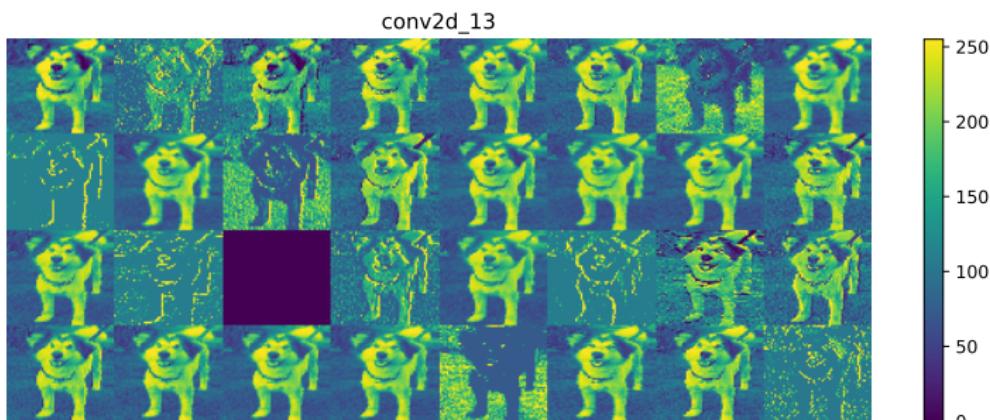
Visualização

Considerações

Classes de
ativação

Objetivo

Visualização





Vizualizacao dos canais da primeira camada *pooling*

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores
intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

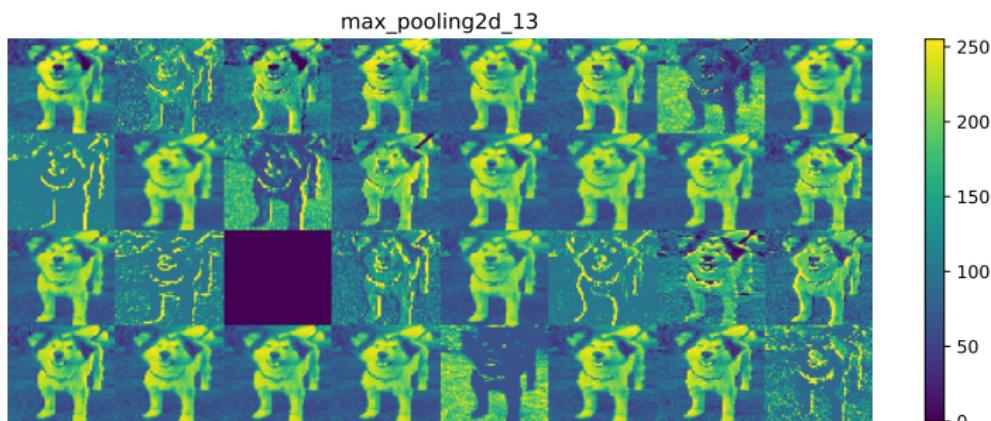
Visualização

Considerações

Classes de
ativação

Objetivo

Visualização





Visualizacao dos canais da segunda camada de convolucao

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores
intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

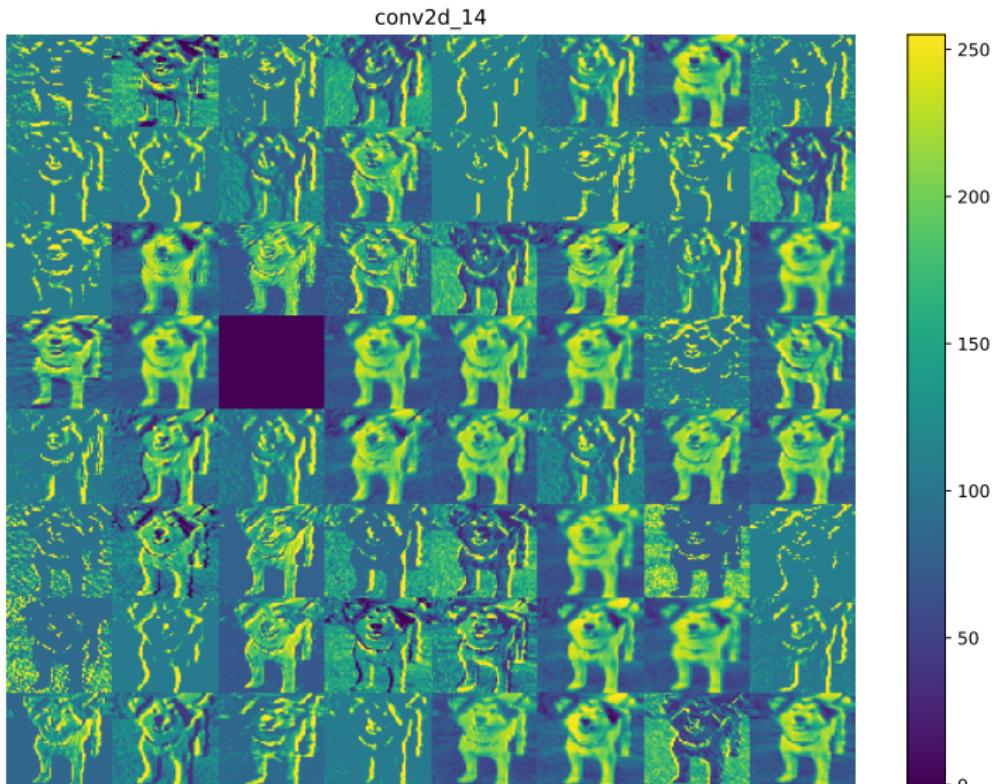
Visualização

Considerações

Classes de
ativação

Objetivo

Visualização





Vizualizacao dos canais da segunda camada *pooling*

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores
intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

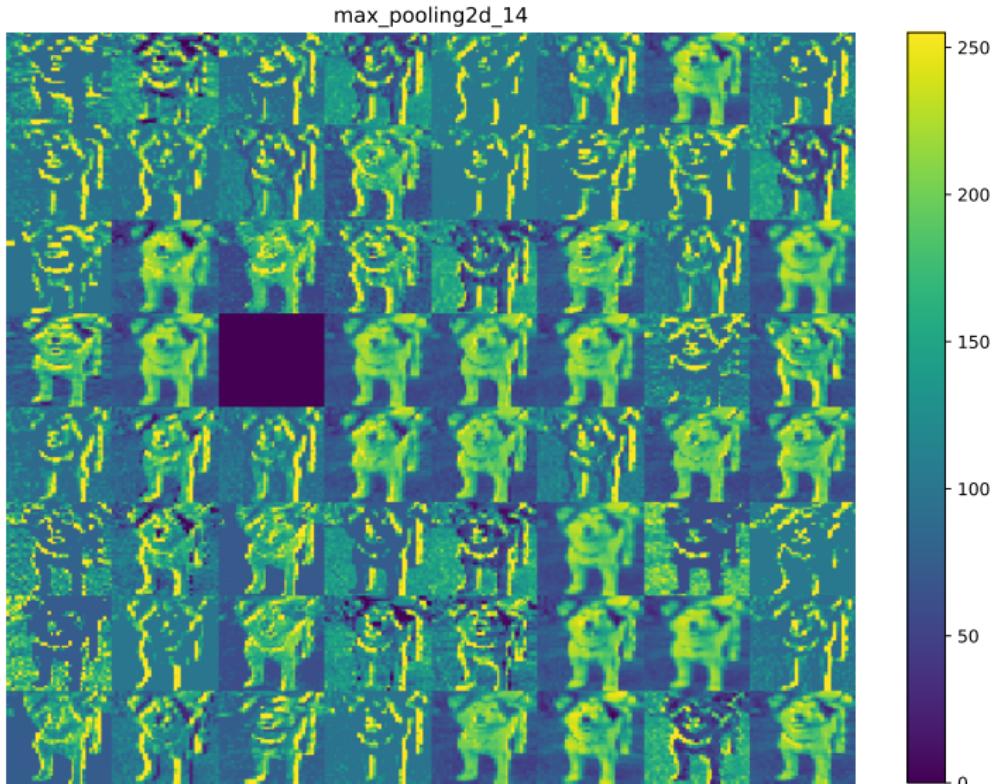
Visualização

Considerações

Classes de
ativação

Objetivo

Visualização





Visualizacao dos canais da terceira camada de ativacao

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores
intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

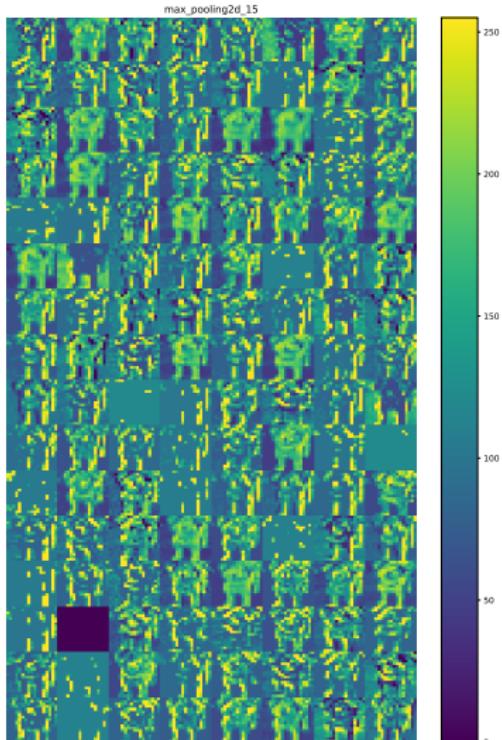
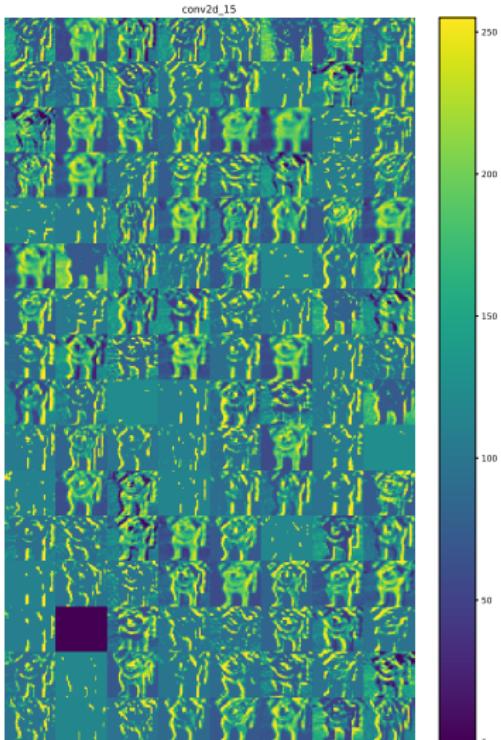
Visualização

Considerações

Classes de
ativação

Objetivo

Visualização





Visualizacao dos canais da quarta camada de ativacao

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores
intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

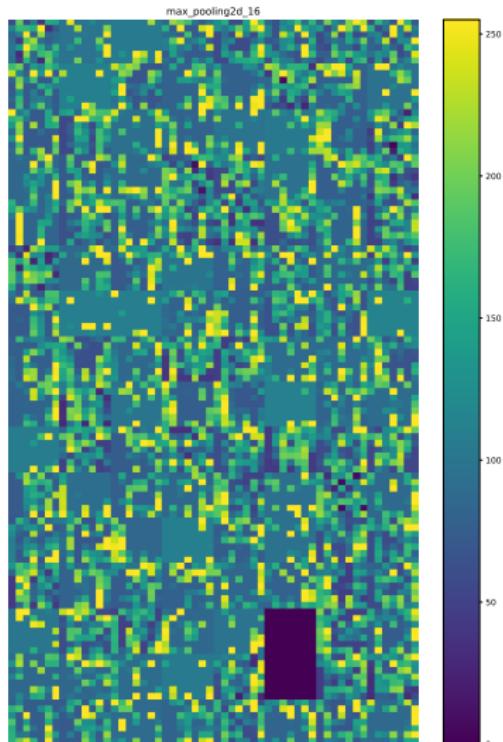
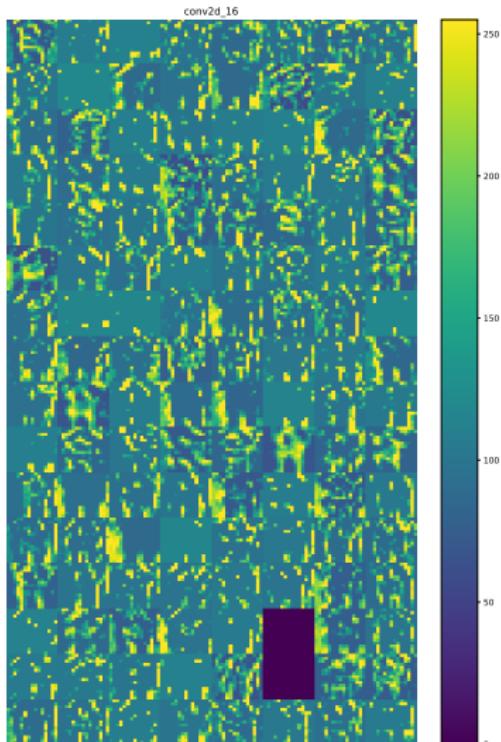
Visualização

Considerações

Classes de
ativação

Objetivo

Visualização





Visão Geral

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

Visualização

Considerações

Classes de ativação

Objetivo

Visualização

1 Visualização

2 Ativadores intermediários

3 Filtros

- Objetivo
- Método
- Visualização
- Considerações

4 Classes de ativação



Visualização dos filtros de uma convnet

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

Visualização

Considerações

Classes de ativação

Objetivo

Visualização

Objetivo

- Entender como as camadas da *convnet* vêem o mundo.
- Cada camada de uma *convnet* aprende um conjunto de filtros, de modo que suas entradas possam ser expressas.



Método: Algorítmo

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores
intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

Visualização

Considerações

Classes de
ativação

Objetivo

Visualização

```
1 from keras import backend as K
2
3 def generate_pattern(layer_name, filter_index, size=150):
4     layer_output = model.get_layer(layer_name).output
5     loss = K.mean(layer_output[:, :, :, filter_index])
6     grads = K.gradients(loss, model.input)[0]
7     grads /= (K.sqrt(K.mean(K.square(grads))) + 1e-5)
8     iterate = K.function([model.input], [loss, grads])
9     input_img_data = np.random.random((1, size, size, 3))
10    * 20 + 128.
11    step = 1.
12    for i in range(40):
13        loss_value, grads_value = iterate([input_img_data
14    ])
15        input_img_data += grads_value * step
16        img = input_img_data[0]
17    return deprocess_image(img)
```



Visualização

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores
intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

Visualização

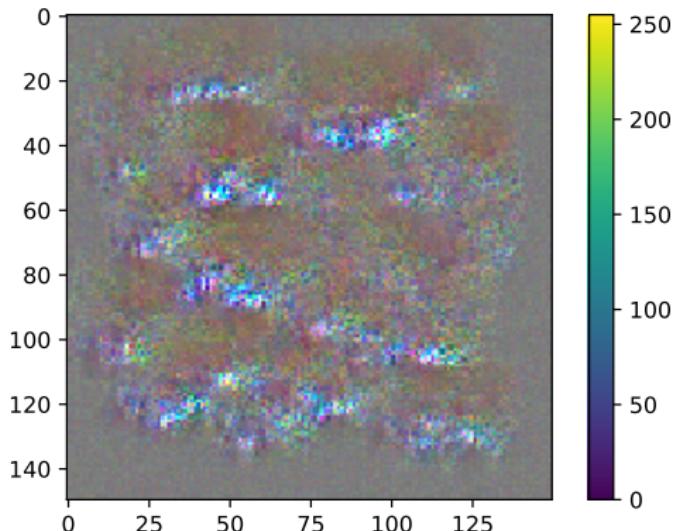
Considerações

Classes de
ativação

Objetivo

Visualização

```
1 import matplotlib.pyplot as plt  
2  
3 plt.imshow(generate_pattern('conv2d_16', 24))
```





Filtros após operação *Max Pooling*

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

Visualização

Considerações

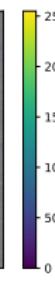
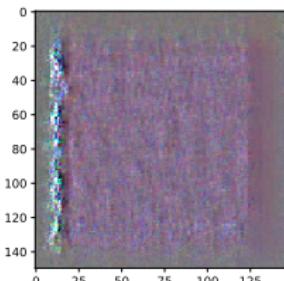
Classes de ativação

Objetivo

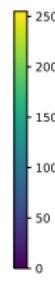
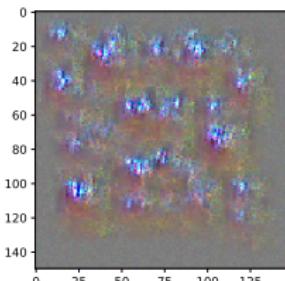
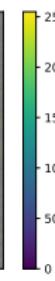
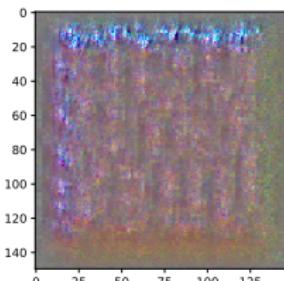
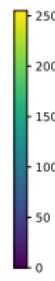
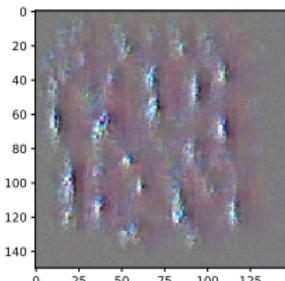
Visualização

Última camada (filtros 24 e 25)

Convolução



Max Pooling





32 primeiros filtros da última camada

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores
intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

Visualização

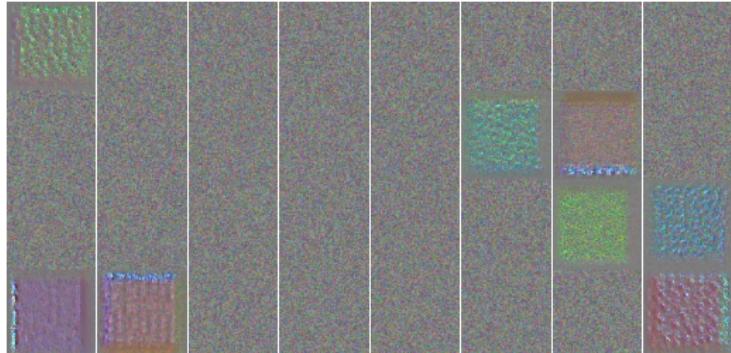
Considerações

Classes de
ativação

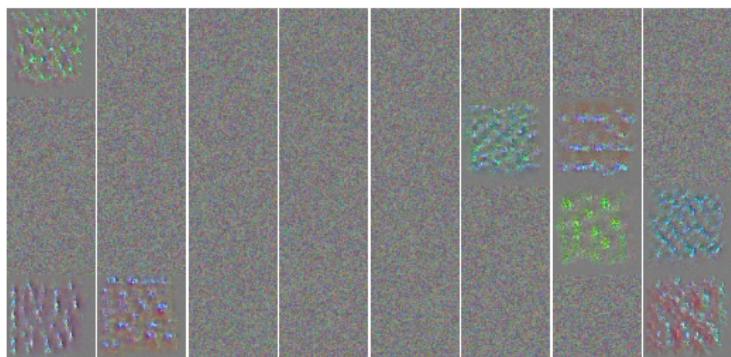
Objetivo

Visualização

Convolução



Max
Pooling





Primeira camada de convolução

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

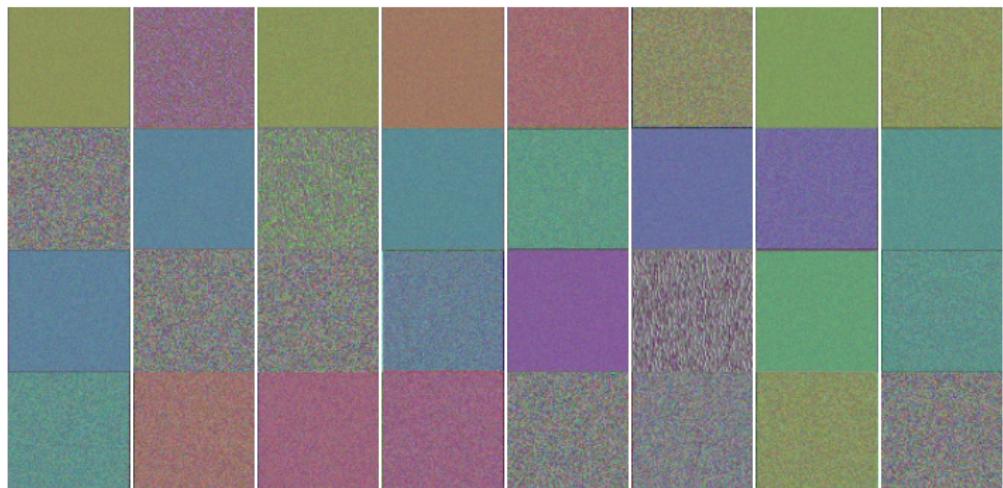
Visualização

Considerações

Classes de ativação

Objetivo

Visualização





Segunda camada de convolução

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores
intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

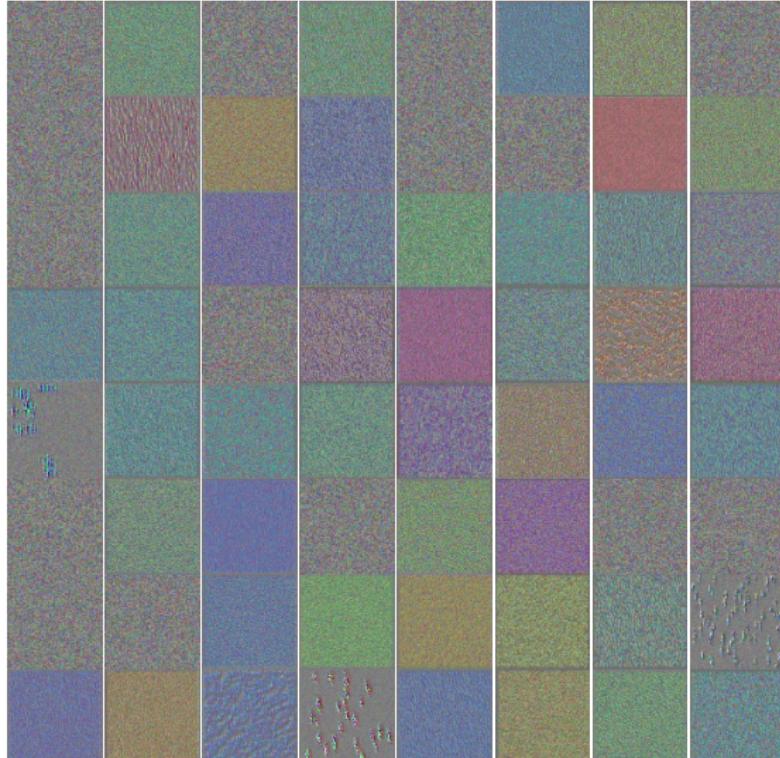
Visualização

Considerações

Classes de
ativação

Objetivo

Visualização





Terceira camada de convolução

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores
intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

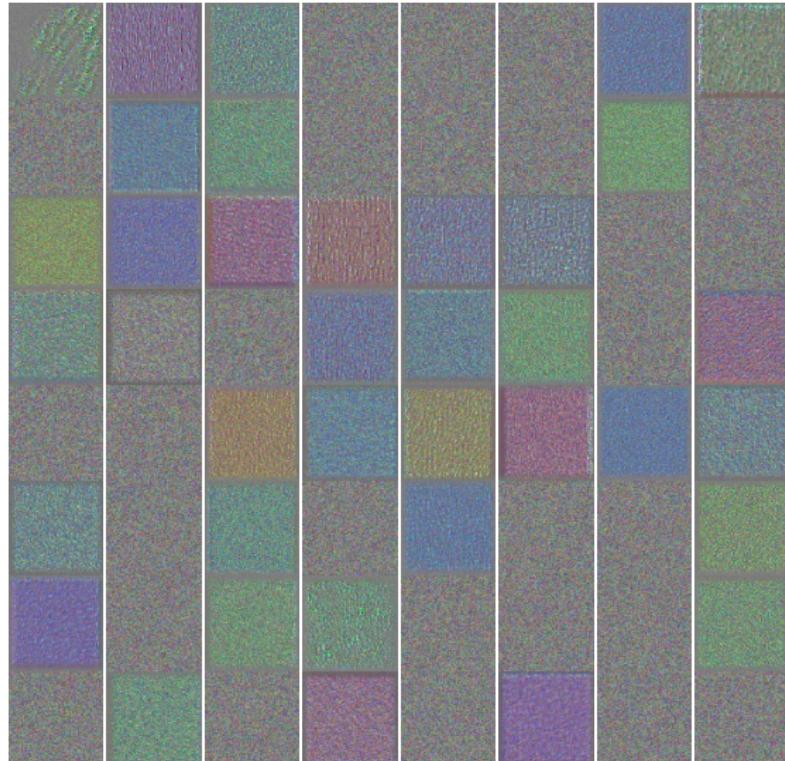
Visualização

Considerações

Classes de
ativação

Objetivo

Visualização





Quarta camada de convolução

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores
intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

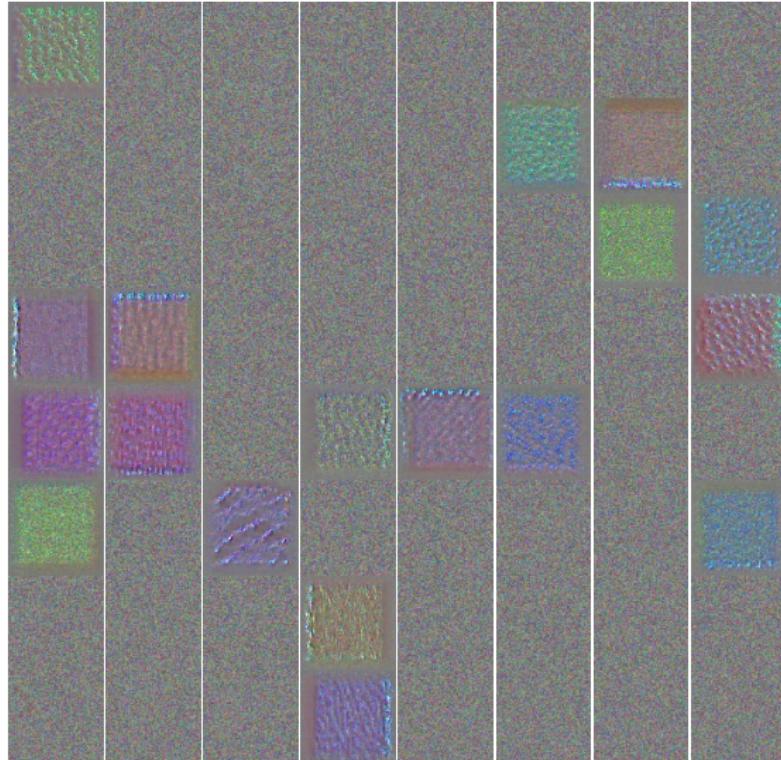
Visualização

Considerações

Classes de
ativação

Objetivo

Visualização





VGG16 - ImageNet: Quarta Camada

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores
intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

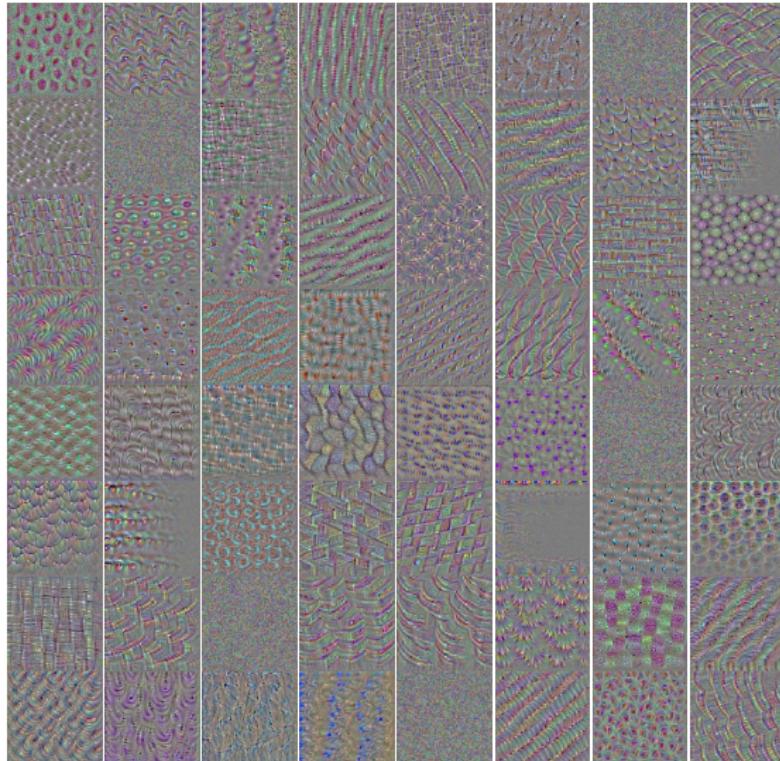
Visualização

Considerações

Classes de
ativação

Objetivo

Visualização





Considerações

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

Visualização

Considerações

Classes de ativação

Objetivo

Visualização

- A primeira camada age como uma coleção de vários **detectores de bordas**. Nesse estágio, as ativações retêm quase todas as informações presentes na imagem inicial.



Considerações

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

Visualização

Considerações

Classes de ativação

Objetivo

Visualização

- À medida que avançamos, as ativações se tornam cada vez **mais abstratas** e menos interpretáveis visualmente.
 - Elas começam a codificar conceitos de alto nível, como “*orelha de gato*” e “*olho de gato*”.
 - Elas carregam cada vez menos informações sobre o conteúdo visual da imagem e cada vez mais informações relacionadas à classe da imagem.



Considerações

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

Visualização

Considerações

Classes de ativação

Objetivo

Visualização

- A **esparsidade** das ativações aumenta com a profundidade da camada
 - Na primeira camada, praticamente todos os filtros são ativados pela imagem de entrada
 - Mas nas camadas a seguir, mais e mais filtros estão em branco (*o padrão codificado pelo filtro não foi encontrado na imagem de entrada*)



Visão Geral

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores
intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

Visualização

Considerações

Classes de
ativação

Objetivo

Visualização

1 Visualização

2 Ativadores intermediários

3 Filtros

4 Classes de ativação

- Objetivo
- Visualização



Objetivo

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

Visualização

Considerações

Classes de ativação

Objetivo

Visualização

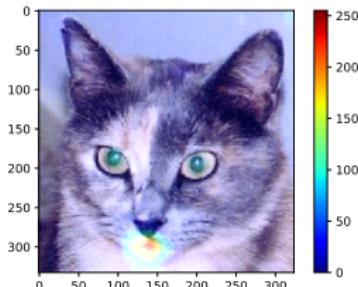
- Entender qual parte da imagem levou a *convnet* à decisão final de classificação
 - Depurar o processo de decisão de uma *convnet*, principalmente numa classificação errada.
 - Localizar objetos específicos em uma imagem.



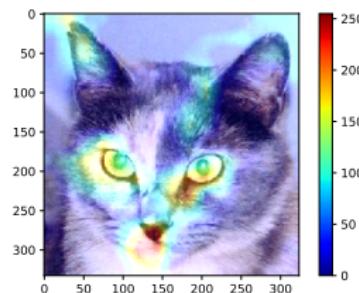
Visualização

Deep Learning
Chollet: 5.4

DataAug Model



Full Model



A heatmap overlay on a photograph of a white dog's face. The heatmap shows a localized area of high activation (red/yellow) centered on the dog's nose and mouth, indicating where the model focused its attention. The x-axis is labeled from 0 to 200, and the y-axis is labeled from 0 to 300.

A heatmap visualization of a dog's face and body, showing a color gradient from blue (low values) to red (high values). The x-axis is labeled from 0 to 200, and the y-axis is labeled from 0 to 300. A vertical color bar on the right indicates values ranging from 0 to 250.



Visualização: Piores Predições

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores
intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

Visualização

Considerações

Classes de
ativação

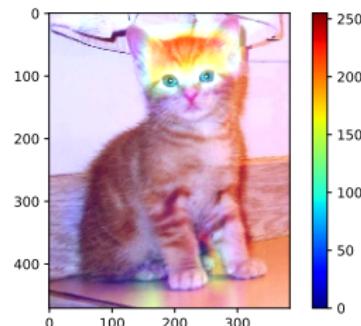
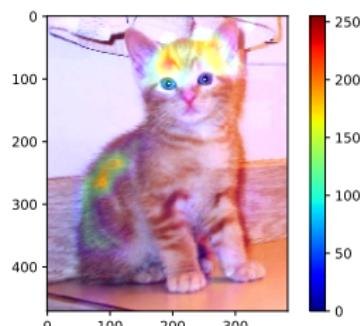
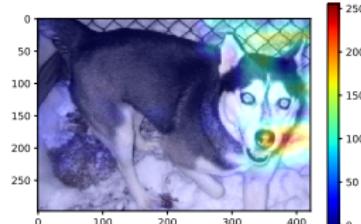
Objetivo

Visualização

DataAug Model



Full Model





Visualização: Melhores Predições

Deep Learning
Chollet: 5.4

Visualização

Introdução

Ativadores
intermediários

Objetivo

Modelo

Método

Visualização

Filtros

Objetivo

Método

Visualização

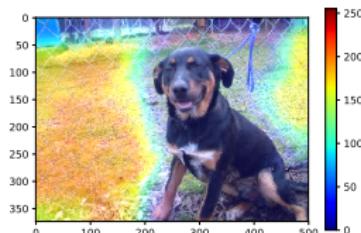
Considerações

Classes de
ativação

Objetivo

Visualização

DataAug Model



Full Model

