

Trabalho 1

October 20, 2020

Nome:Christian Hideki Maekawa - RA: 231867

1 Introdução

O objetivo deste trabalho é implementar alguns filtros de imagens no domínio espacial. A filtragem aplicada a uma imagem digital é uma operação local que altera os valores de intensidade dos pixels da imagem levando-se em conta tanto o valor do pixel em questão quanto valores de pixels vizinhos. Para esta atividade procurar testar os filtros e seus efeitos.

2 O Programa

O programa foi implementado usando ubuntu 18.04 e python 3.6.9. As bibliotecas utilizadas para este trabalho foram numpy 1.18.5, matplotlib 3.2.2, opencv python 4.1.2.30. e pathlib 1.0.1.

A seguir coloquei os comandos para mostrar as configuração do ambiente.

```
[ ]: !cat /etc/*release
```

```
DISTRIB_ID=Ubuntu
DISTRIB_RELEASE=18.04
DISTRIB_CODENAME=bionic
DISTRIB_DESCRIPTION="Ubuntu 18.04.5 LTS"
NAME="Ubuntu"
VERSION="18.04.5 LTS (Bionic Beaver)"
ID=ubuntu
ID_LIKE=debian
PRETTY_NAME="Ubuntu 18.04.5 LTS"
VERSION_ID="18.04"
HOME_URL="https://www.ubuntu.com/"
SUPPORT_URL="https://help.ubuntu.com/"
BUG_REPORT_URL="https://bugs.launchpad.net/ubuntu/"
PRIVACY_POLICY_URL="https://www.ubuntu.com/legal/terms-and-policies/privacy-
policy"
VERSION_CODENAME=bionic
UBUNTU_CODENAME=bionic
```

```
[ ]: !python --version
```

Python 3.6.9

2.1 Como executar

O programa foi desenvolvido para ser executado com o ambiente Colab. Para executar a célula é necessário pressionar Shift + Enter para cada célula ou pressionar o botão de executar que fica na parte superior esquerda de cada célula.

Algumas vantagens de utilizar o Colab.

- O código roda num ambiente isolado (ubuntu) usando internet externo;
- Para pessoas sem internet rápida ou computador bom é uma ótima solução;
- Vem com vários pacotes pré instalado evitando problema de instalação e configuração de ambiente;
- Ele executa comandos Ubuntu;
- Podemos baixar repositório do github e instalar o pacote que estiver sendo desenvolvido;
- Facilmente vinculado ao Github e Google drive.

Alguns exclarecimentos sobre alguns códigos.

O comando `%%capture` suprime o output, `import sys` será utilizado para verificar se o usuário está executando no Colab ou no jupyter(local).

O caracter `!` indica ao Colab que está executando um comando do ubuntu.

Ao final do código terá esse código para comprimir e baixar as imagens em um arquivo `.zip`.

2.2 Entrada

Imagens baixadas utilizando o wget do Colab. Essas imagens estarão disponível no ambiente do Colab para processamento. As imagens foram baixados do [link](#).

2.3 Saída

O Programa gera uma imagem que é possível de ser baixado utilizando atalho Shift + Botão direita >> Salvar como ... no formato png. Ao final da seção de código existe um comando para baixar todas as imagens.

3 Parâmetros Utilizados

Foram utilizadas imagens extraídas do site. Essas imagens são convertidas para formato vetorizado usando a biblioteca do opencv e servirá de parâmetros para os programas. O filtro foi criado utilizando numpy e armazenado em um dict para as chamadas ficarem mais limpas.

4 Solução

4.1 Download das imagens

```
[ ]: %%capture  
import sys  
if 'google.colab' in sys.modules:
```

```

!wget https://www.ic.unicamp.br/~helio/imagens_png/baboon.png
!wget https://www.ic.unicamp.br/~helio/imagens_png/butterfly.png
!wget https://www.ic.unicamp.br/~helio/imagens_png/city.png
!wget https://www.ic.unicamp.br/~helio/imagens_png/house.png
!wget https://www.ic.unicamp.br/~helio/imagens_png/seagull.png
!rm -rf sample_data/
else:
    import wget
    wget.download("https://www.ic.unicamp.br/~helio/imagens_png/baboon.png")
    wget.download("https://www.ic.unicamp.br/~helio/imagens_png/butterfly.png")
    wget.download("https://www.ic.unicamp.br/~helio/imagens_png/city.png")
    wget.download("https://www.ic.unicamp.br/~helio/imagens_png/house.png")
    wget.download("https://www.ic.unicamp.br/~helio/imagens_png/seagull.png")

```

4.2 Bibliotecas utilizadas

```

[ ]: import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import cv2
from pathlib import Path

[ ]: def loadImgs(metadata):
    """
    Essa função é responsável por carregar as imagens. Path do pathlib é utilizada
    para pegar todas
    as imagens com final png da raiz "." o conteúdo vetorizado é armazenado na
    lista imgs.
    E o nome dessa imagem fica salvo no dict como referencia na hora salvar.
    """
    imgs = []
    for i in Path('.').glob('*.*'):
        imgs.append(cv2.imread(f"./{i}", cv2.COLOR_BGR2GRAY)) # Carrega imagens
    if 'files' in metadata.keys():
        pass
    else:
        metadata['files'] = []
    metadata['files'].append(i.stem) # Guarda informações das imagens
    return imgs, metadata

def custom_plot(imgs,legend="Plot",_filter=np.
    array([]),figsize=(15,15),metadata={}):
    """
    Essa função foi criado para fazer o plot. Ele tem como parâmetro de entrada o
    nome da legenda, o
    filtro que pode ser opcional caso queira fazer os plots sem filtro, tamanho da
    imagem e metadata que
    contém informações adicionais para salvar imagens.

```

*Essa função exibe a imagem e gera é responsável por gerar o output do png.
A função clip faz o ajuste da escala para 0 até 255.
Em especial o h12 tem um tratamento especial envolver operações com filtro foi
utilizado lambda.*

```

"""
assert type(figsize) == tuple, "figsize tem que ser tupla"
assert type(legend) == str, "legend precisa ser string"
imgs = imgs.copy()
fig, ((ax1, ax2), (ax3, ax4), (ax5, ax6)) = plt.subplots(3, 2,
figsize=(8,8), sharex=True, sharey=True) # Inicializa
fig.suptitle(legend)
fig.set_size_inches(figsize[0], figsize[1])
_filter_fun = _filter
if type(_filter) == type(lambda:x):# Etapa para verificar se é um filtro h12
    _filter = np.array([1])
if len(_filter) > 0 :
    for idx,img in enumerate(imgs):
        if type(_filter_fun) == type(lambda:x):# Etapa para verificar se é um filtro h12
            imgs[idx] = np.clip(_filter_fun(img),0,255)
        else:
            imgs[idx] = np.clip(cv2.filter2D(img,-1,_filter),0,255) # só aplica o filtro
if 'files' in metadata.keys(): # escreve imagens
    filename = f"{metadata['files'][idx]}_{metadata['filter']}.png"
    cv2.imwrite(filename, imgs[idx])
for ax, img in zip(fig.get_axes(), imgs): # exibe imagens
    if ax != ax6:
        ax.imshow(img, cmap="gray")
        ax.label_outer()
        ax.set_xticks([]), ax.set_yticks([])

def loading_filter():
"""
Essa função foi utilizada para criar os filtros e armazenar em um dict. Foi criada dessa maneira para praticar o uso do numpy. Mas poderia ser feito com np.array([...]) depois feito o reshape que ficaria mais fácil.
"""
_filters = {}
_filters['h1'] = np.zeros((5,5))
_filters['h1'][1,1] = -1
_filters['h1'][1,3] = -1
_filters['h1'][3,1] = -1
_filters['h1'][3,3] = -1
_filters['h1'][2] = np.array([-1,-2,16,-2,-1])

```

```

_filters['h1'][ :, 2] = _filters['h1'][2]

_filters['h2'] = np.ones((5,5))
_filters['h2'][0] = np.array([1,4,6,4,1])
_filters['h2'][-1] = _filters['h2'][0]
_filters['h2'][1] = np.array([4,16,24,16,4])
_filters['h2'][-2] = _filters['h2'][1]
_filters['h2'][2] = np.array([6,24,36,24,6])
_filters['h2'] = _filters['h2']/256

_filters['h3'] = np.zeros((3,3))
_filters['h3'][ :, 0] = -1*np.array([1,2,1])
_filters['h3'][ :, -1] = -1*_filters['h3'][ :, 0]

_filters['h4'] = _filters['h3'].T

_filters['h5'] = -1*np.ones((3,3))
_filters['h5'][1,1] *= -8

_filters['h6'] = np.ones((3,3))
_filters['h6'] /= 9

_filters['h7'] = -1*np.ones((3,3))
_filters['h7'] += np.diag([3,3,3])
_filters['h7'] = np.rot90(_filters['h7'])

_filters['h8'] = np.rot90(_filters['h7'])

_filters['h9'] = np.diag([1]*9)/9

_filters['h10'] = np.ones((5,5))*-1
_filters['h10'] += np.diag([0,3,9,3,0])
_filters['h10'] = np.rot90(_filters['h10'])
_filters['h10'] += np.diag([0,3,0,3,0])
_filters['h10'][2] += np.array([0,3,0,3,0])
_filters['h10'][ :, 2] += np.array([0,3,0,3,0])
_filters['h10'] /= 8

_filters['h11'] = np.zeros((3,3))
_filters['h11'][0] = np.array([-1,-1,0])
_filters['h11'][ :, 0] = _filters['h11'][0]
_filters['h11'][2] = _filters['h11'][0][:-1]**-1
_filters['h11'][ :, 2] = _filters['h11'][0][:-1]**-1

_filters['h12'] = lambda x: (np.sqrt(cv2.filter2D(x,-1,_filters['h3'])**2 + cv2.filter2D(x,-1,_filters['h4'])**2)).astype(np.uint8)
return _filters

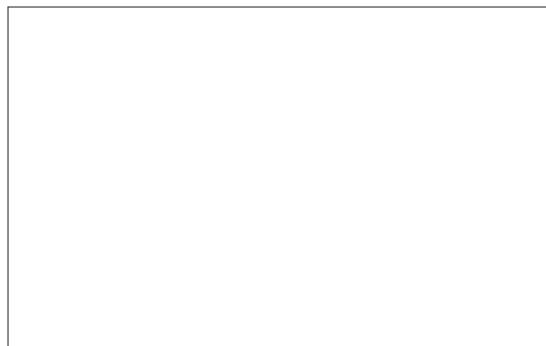
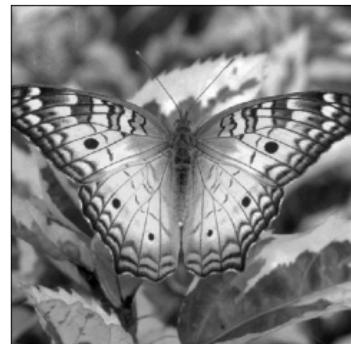
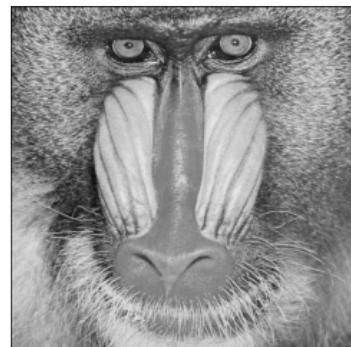
```

4.3 Imagens Original

Nessa parte será apresentada a imagem original para comparação. As imagens são transformada na escala de cinza com cv2.COLOR_BGR2GRAY. E a função `custom_plot` é responsável por exibir customizadas todas as imagens na escala de cinza. Essa parte também é inicializada a variável `metadata` para serem utilizadas na hora de salvar.

```
[ ]: metadata = {}  
      imgs, metadata = loadImg(metadata)  
  
[ ]: custom_plot(imgs,"Imagen Original")
```

Imagen Original



4.4 Carregar Filtros

Nessa parte é inicializada a variável `_filters` com os 12 filtros para acessar basta utilizar `_filters['h1']`. Foi criada desta maneira para melhorar a visualização dos resultados. Nas próximas seções serão apresentados os filtros.

```
[ ]: _filters = loading_filter()
```

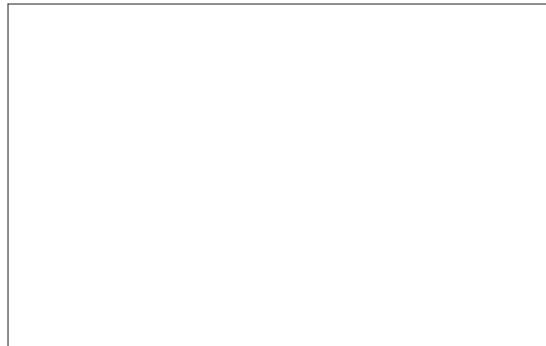
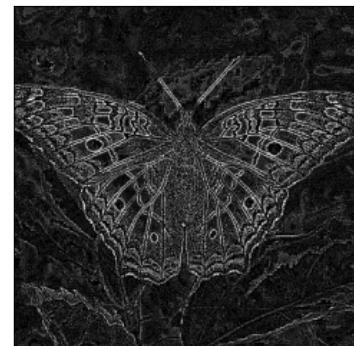
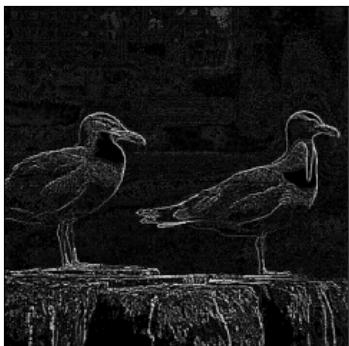
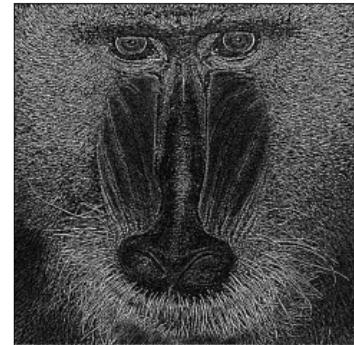
4.4.1 Filtro de detecção de borda

Filtro de detecção de bordas com Laplaciano do gaussiano com vizinhança 4, sem considerar as diagonais. O filtro laplaciano sozinho tem uma desvantagem por ser extremamente sensível ao ruído. Então aplicando suavização antes do laplaciano faz melhorar o resultado das imagens processadas. Em comparação ao filtro laplaciano h5 o h1 consegue identificar melhor alguns detalhes de borda que não ficam claras após o filtro h5.

```
[ ]: _filter = 'h1'
print(f"Filtro {_filter} \n{_filters[_filter]}")
metadata['filter'] = _filter
custom_plot(imgs,"Detecção de borda",_filters[_filter],metadata=metadata)
```

```
Filtro h1
[[ 0.  0. -1.  0.  0.]
 [ 0. -1. -2. -1.  0.]
 [-1. -2. 16. -2. -1.]
 [ 0. -1. -2. -1.  0.]
 [ 0.  0. -1.  0.  0.]]
```

Detecção de borda



4.4.2 Filtro de embaçamento Gaussiano 5x5

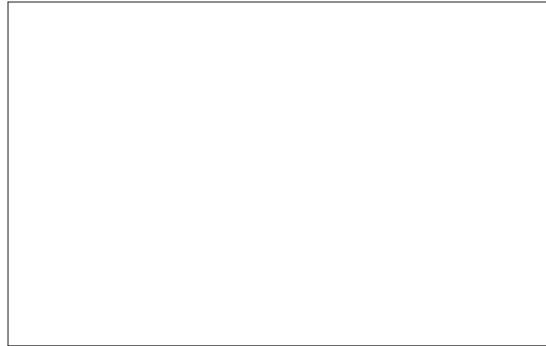
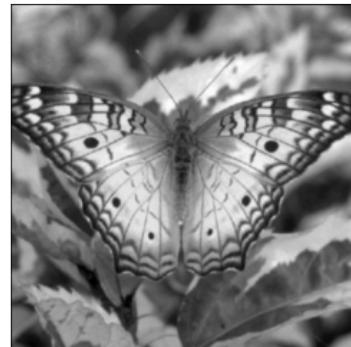
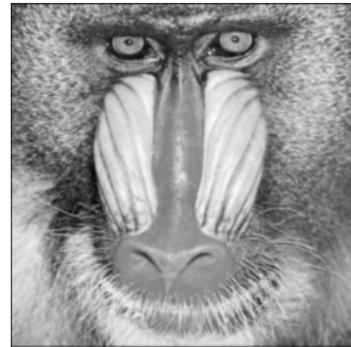
Para embaçar a imagem é utilizado o filtro de *Gaussian blur*. Ele reatribui cada pixel com a soma dos pesos dos pixels vizinhos. Os filtros gaussianos implementados em python costumam ter um sigma que com seu aumento proporciona o aumento do tamanho do filtro, intensificando o efeito de enbaçamento sobre a imagem. Se tem mais vizinhos influenciando no pixel a ser processado maior é o efeito do embaçamento.

```
[ ]: _filter = 'h2'
print(f"Filtro {_filter} \n{_filters[_filter]}")
metadata['filter'] = _filter
custom_plot(imgs, "Embaçamento Gaussiano 5x5",_filters[_filter],metadata=metadata)
```

Filtro h2

```
[[0.00390625  0.015625   0.0234375  0.015625   0.00390625]
 [0.015625    0.0625     0.09375    0.0625     0.015625  ]
 [0.0234375   0.09375   0.140625   0.09375   0.0234375 ]
 [0.015625    0.0625     0.09375   0.0625     0.015625  ]
 [0.00390625  0.015625   0.0234375  0.015625   0.00390625]]
```

Embaçamento Gaussiano 5x5



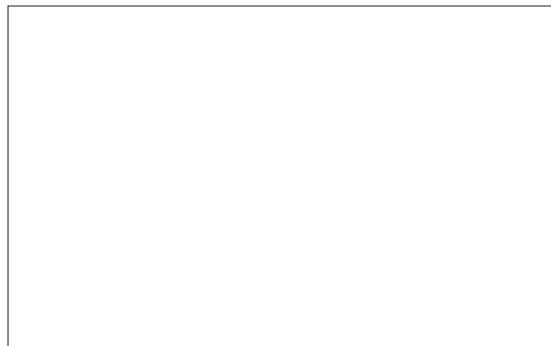
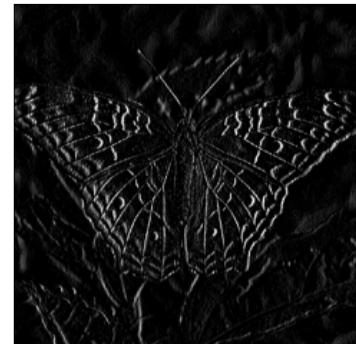
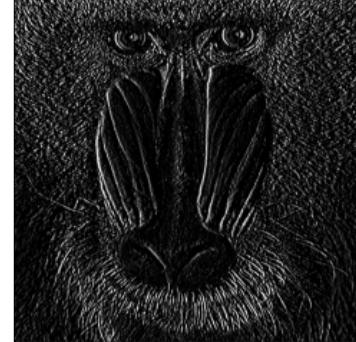
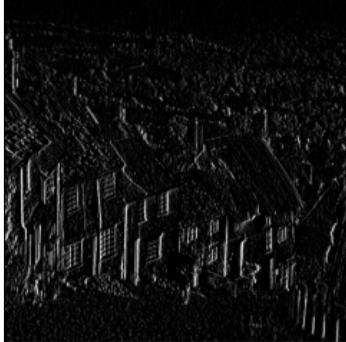
4.4.3 Filtro de detecção de borda

Para detecção de bordas usando Sobel operator. O filtro é pequeno e rápido para ser processado e suaviza um pouco a imagem ficando mais robusto ao rúido quanto detecção de borda do que utilizando apenas o filtro laplaciano. Para esse trabalho foi utilizado filtro de sobel com operação vertical(h3) e com operação horizontal(h4). Para as imagens processada utilizando o h3 notou que houve realce vertical enquanto para h4 notou que houve um realce na horizontal.

```
[ ]: _filter = 'h3'
print(f"Filtro {_filter} \n{_filters[_filter]}")
metadata['filter'] = _filter
custom_plot(imgs,"Operação de Sobel"
            →Vertical",_filters[_filter],metadata=metadata)
```

Filtro h3
[[[-1. 0. 1.]
 [-2. 0. 2.]
 [-1. 0. 1.]]]

Operação de Sobel Vertical

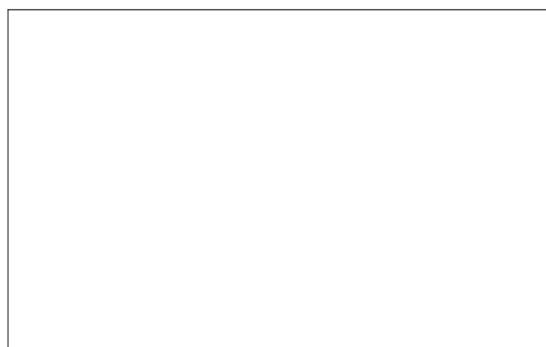
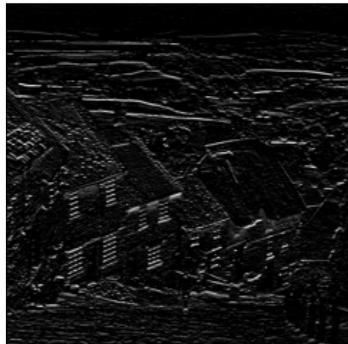


```
[ ]: _filter = 'h4'
print(f"Filtro {_filter} \n{_filters[_filter]}")
metadata['filter'] = _filter
custom_plot(imgs,"Operação de Sobel\u2014
→Horizontal",_filters[_filter],metadata=metadata)
```

Filtro h4
[[-1. -2. -1.]

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Operação de Sobel Horizontal



4.4.4 Deteção de bordas

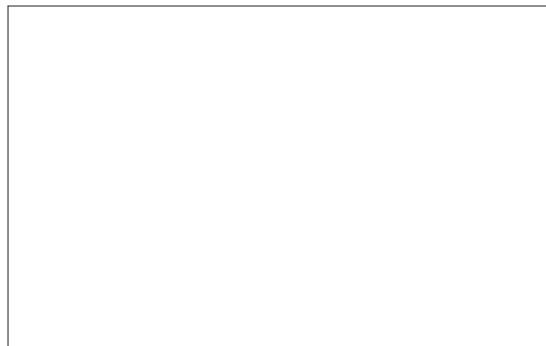
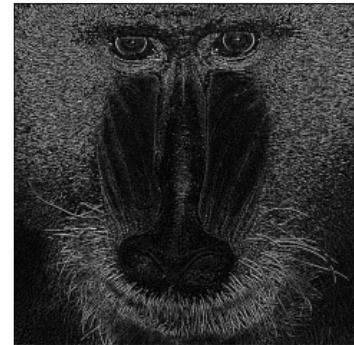
Esse filtro é baseado em operação Laplaciano com vizinhança 8, abrangendo as diagonais. É calculado por meio da segunda ordem de derivação. Por essa característica, ele tem sensibilidade ao

ruído. Para fazer essa correção geralmente é utilizado filtro gaussiano para reduzir nível do ruído antes de se aplicar o filtro com operação Laplaciano. É notado um alto nível de detalhamento nas bordas das imagens processadas.

```
[ ]: _filter = 'h5'
print(f"Filtro {_filter} \n{_filters[_filter]}")
metadata['filter'] = _filter
custom_plot(imgs,"Deteção de bordas",_filters[_filter],metadata=metadata)
```

```
Filtro h5
[[[-1. -1. -1.]
 [-1.  8. -1.]
 [-1. -1. -1.]])
```

Deteção de bordas



4.4.5 Filtro de embaçamento

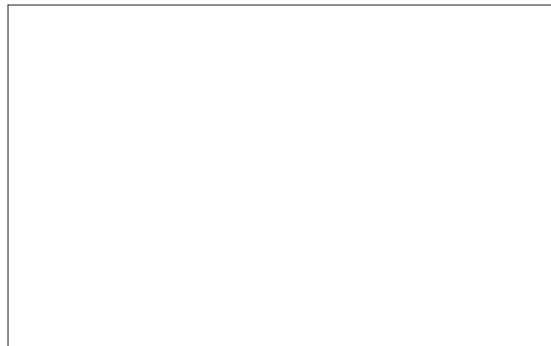
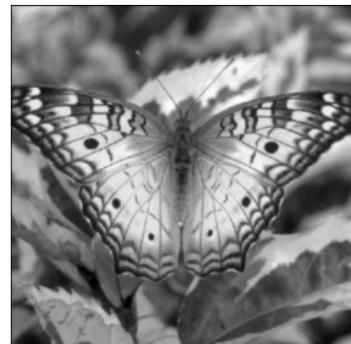
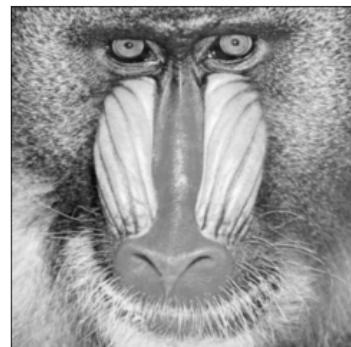
Filtro Box blur normalizado com vizinhança 8. O filtro aplica um efeito de média sobre o pixel central tornando ele ligeramente embaçado. Ele tem um custo operacional menor por ser uma média e normalização dos peso logo em seguida. O efeito de embaçamento é ligeramente pequeno comparado com h2 por causa do sigma.

```
[ ]: _filter = 'h6'
print(f"Filtro {_filter} \n{_filters[_filter]}")
metadata['filter'] = _filter
custom_plot(imgs,"Box blur normalizado",_filters[_filter],metadata=metadata)
```

Filtro h6

```
[[0.11111111 0.11111111 0.11111111]
 [0.11111111 0.11111111 0.11111111]
 [0.11111111 0.11111111 0.11111111]]
```

Box blur normalizado



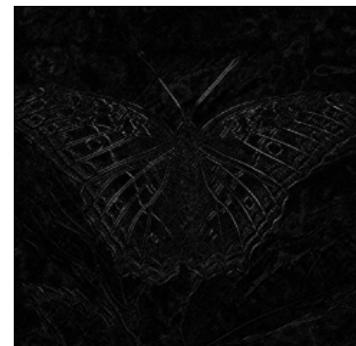
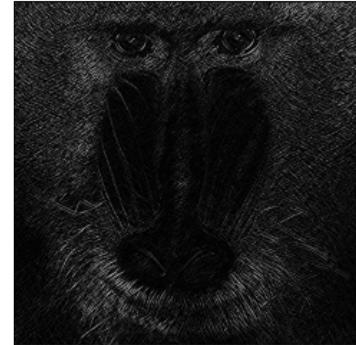
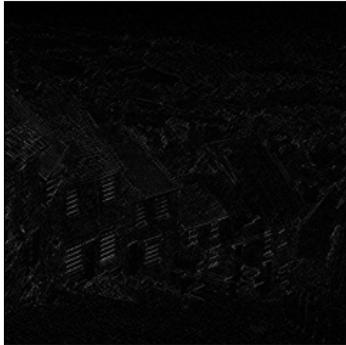
4.4.6 Deteção de linha

O próximo filtro tem a propriedade de identificar linhas que estão a 45 graus. É notada nas imagens da árvore, pelagem do babuino e asa de borboleta.

```
[ ]: _filter = 'h7'
print(f"Filtro {_filter} \n{_filters[_filter]}")
metadata['filter'] = _filter
custom_plot(imgs,"Detecção de linha 45\u2192
graus",_filters[_filter],metadata=metadata)
```

```
Filtro h7
[[[-1. -1.  2.]
 [-1.  2. -1.]
 [ 2. -1. -1.]])
```

Detecção de linha 45 graus



4.4.7 Detecção de linha

O próximo filtro tem a propriedade de identificar linhas que estão a 135 graus. É notada nas imagens da árvore da casa e na imagem da cidade.

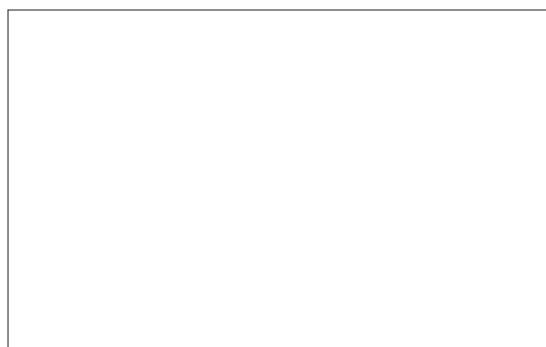
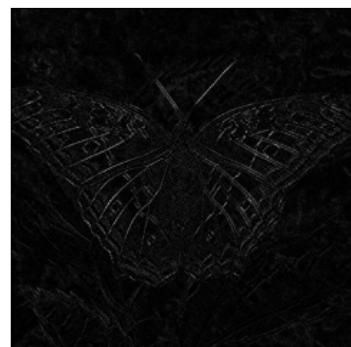
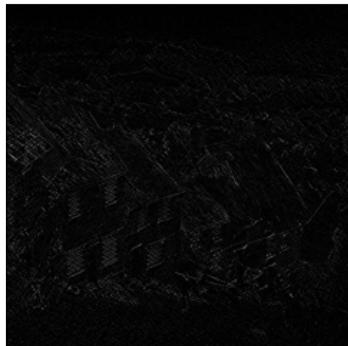
```
[ ]: _filter = 'h8'  
print(f"Filtro {_filter} \n{_filters[_filter]}")
```

```
metadata['filter'] = _filter
custom_plot(imgs,"Detecção de linhas 135°
→graus",_filters[_filter],metadata=metadata)
```

Filtro h8

```
[[ 2. -1. -1.]
 [-1.  2. -1.]
 [-1. -1.  2.]]
```

Detecção de linhas 135 graus



4.4.8 Gaussian blur

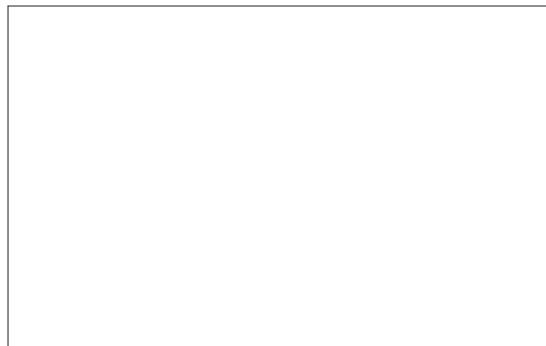
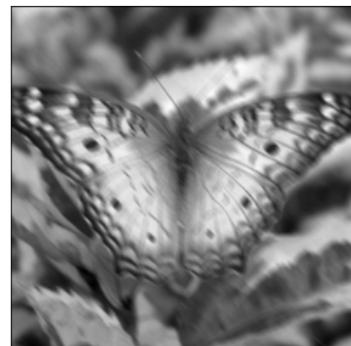
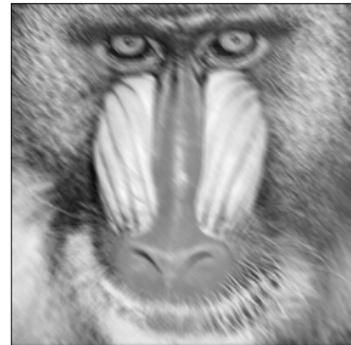
Para esse filtro de Gaussian blur considerou apenas a diagonal principal e tem-se apenas efeito da média da diagonal principal causando um efeito de enbaçamento de deslocamento.

```
[ ]: _filter = 'h9'
print(f"Filtro {_filter} \n{_filters[_filter]}")
metadata['filter'] = _filter
custom_plot(imgs,"Gaussian blur",_filters[_filter],metadata=metadata)
```

Filtro h9

```
[[0.11111111 0.         0.         0.         0.         0.
   0.         0.         0.         ]
 [0.         0.11111111 0.         0.         0.         0.
   0.         0.         0.         ]
 [0.         0.         0.11111111 0.         0.         0.
   0.         0.         0.         ]
 [0.         0.         0.         0.11111111 0.         0.
   0.         0.         0.         ]
 [0.         0.         0.         0.         0.11111111 0.
   0.         0.         0.         ]
 [0.         0.         0.         0.         0.         0.11111111
   0.         0.         0.         ]
 [0.         0.         0.         0.         0.         0.
   0.11111111 0.         0.         ]
 [0.         0.         0.         0.         0.         0.
   0.         0.11111111 0.         ]
 [0.         0.         0.         0.         0.         0.
   0.         0.         0.11111111]]
```

Gaussian blur



4.4.9 Filtro detecção de borda

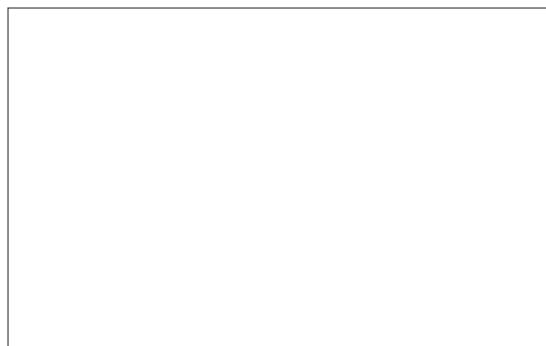
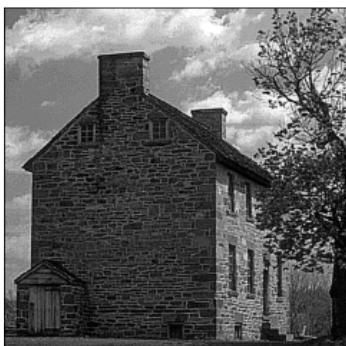
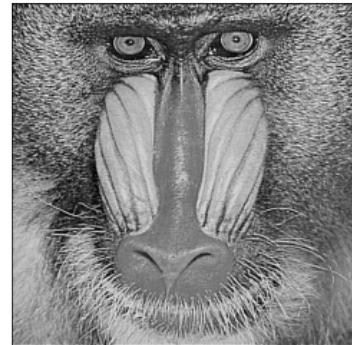
Filtro de detecção de bordas com Laplaciano do gaussiano com vizinhança 8, considerando as diagonais. O filtro laplaciano sozinho tem uma desvantagem por ser extremamente sensível ao ruído. Então aplicando suavização antes do laplaciano faz melhorar o resultado das imagens processadas. Nesse caso por ser de vizinhança 8 os pixels da diagonais também tem peso deixando esse efeito contrária ao h1.

```
[ ]: _filter = 'h10'
print(f"Filtro {_filter} \n{_filters[_filter]}")
metadata['filter'] = _filter
custom_plot(imgs,"Deteção de bordas",_filters[_filter],metadata=metadata)
```

Filtro h10

```
[[ -0.125 -0.125 -0.125 -0.125 -0.125]
 [ -0.125  0.25   0.25   0.25  -0.125]
 [ -0.125  0.25   1.     0.25  -0.125]
 [ -0.125  0.25   0.25   0.25  -0.125]
 [ -0.125 -0.125 -0.125 -0.125 -0.125]]
```

Deteção de bordas



4.4.10 Filtro detecção de borda

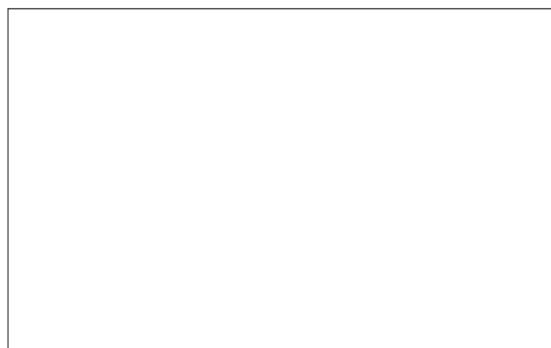
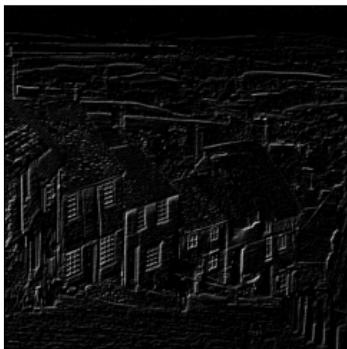
Soma das gradient x e y de Prewitt operator rotacionado 90 graus. Esse filtro tem propriedade de detectar a borda baseado na intensidade do pixel. Partes claras tendem a destacar mais.

```
[ ]: _filter = 'h11'  
print(f"Filtro {_filter} \n{_filters[_filter]}")
```

```
metadata['filter'] = _filter
custom_plot(imgs,"Deteção de bordas",_filters[_filter],metadata=metadata)
```

Filtro h11
[[[-1. -1. -0.]
 [-1. 0. 1.]
 [-0. 1. 1.]]]

Deteção de bordas



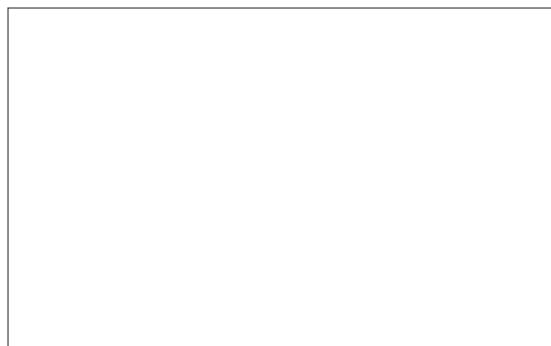
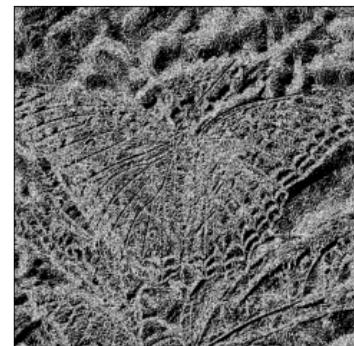
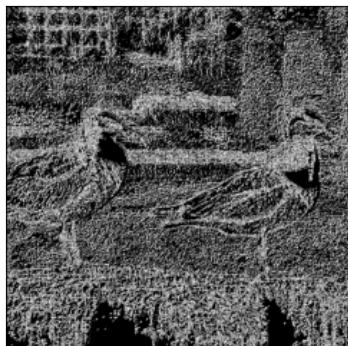
4.4.11 Magnetude gradiente dos operadores de Sobel

Fazendo a soma dos produtos ao quadrado dos filtro de sobel e tirando a raiz. É possível achar melhor as bordas que foram identificado melhor com filtro h3 e h4.

```
[ ]: _filter = 'h12'
print(f"Filtro {_filter} \n{_filters[_filter]}")
metadata['filter'] = _filter
custom_plot(imgs, "Deteção de bordas",_filters[_filter],metadata=metadata)
```

```
Filtro h12
<function loading_filter.<locals>.<lambda> at 0x7fe3ce8bf0d0>
```

Deteção de bordas



```
[ ]: for i in range(1,13):
    Path(f"results/h{i}").mkdir(parents=True, exist_ok=True)
```

```
[ ]: for i in range(1,13):
    for j in Path('.').glob(f"*h{i}.png"):
        j.rename(f"results/h{i}/{j.name}")
for i in Path('.').glob(f"*.png"):
    i.rename(f"results/{i.name}")
```

```
[ ]: if 'google.colab' in sys.modules:  
    !zip -r /content/projeto1.zip results/  
    from google.colab import files  
    files.download("/content/projeto1.zip")  
else:  
    print("Funcionalidade disponível apenas no colab")
```

References

- [1] Wikipidia. *Kernel (image processing)*. 2020. [https://en.wikipedia.org/wiki/Kernel_\(image_processing\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Kernel_(image_processing)), Last accessed on 2020-10-19.
- [2] Opencv. *About Filter2D*. 2020. https://docs.opencv.org/master/d4/d86/group__imgproc__filter.html#ga27c049795ce870216ddfb366086b5a04, 2020-10-19.
- [3] Centre for Innovation, IIT Madras. *Summer School Session 3: Features - Corner and Edge Detection*. 2020. https://iitmcvg.github.io/summer_school/Session3/, 2020-10-19.
- [4] Utkarsh Sinha. *Convolutions*. 2020. <https://aishack.in/tutorials/image-convolution-examples/>, 2020-10-19.