demo-01_hw-01

October 12, 2020

1 Multimedijske arhitekture i sustavi

1.1 Demonstracija 1. domaće zadaće

zadnje ažurirano 12.10.2020.

1.1.1 Zadatak

Potrebno je napisati program koji:

- učitava **.ppm** sliku
- radi konverziju **RGB** u **YCbCr**
- radi pomak domene iz $[0, 255]$ u $[-128, 127]$
- radi 2D-DCT
- kvantizira Y komponentu s kvantizacijskom tablicom K.1
- kvantizira Cb i Cr komponente s kvantizacijskom tablicom K.2
- ispisuje u ASCII formatu kvantizirane koeficijente za proizvoljni blok
- sprema ispis koeficijenata u proizvoljnu tekstualnu datoteku

1.1.2 Priprema

Prvo osiguravamo da smo pravilno pozicionirani.

[1]:
```
import os

CD_KEY = "--IN_ROOT"
```

[2]:
```
if CD_KEY not in os.environ:
    os.environ[CD_KEY] = "false"
```

[3]:
```
if (
    CD_KEY not in os.environ
    or os.environ[CD_KEY] is None
    or len(os.environ[CD_KEY]) == 0
    or os.environ[CD_KEY] == "false"
):
    %cd ..
else:
    print(os.getcwd())
```

```
os.environ[CD_KEY] = "true"
```

```
/mnt/data/projekti/faks/MAIS/dz/dz-01
```

Onda učitavamo sve potrebne pakete.

[4]:
```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

from src.quantization.ycbcr_quantization import (
    get_quantization_tensor, quantize
)
from src.parsing.ppm_parsing import Ppm6Image
from src.transformations.image_transformations import (
    dct_2d,
    dct_2d_on_8x8_block,
    divide_image_to_blocks,
    rgb_to_ycbcr,
    shift_image_pixels
)
from src.transformations.matrix_transformations import (
    zigzag_pixel_blocks
)
```

Sad možemo nastaviti na ostatak demonstracije.

1.1.3 Učitavanje slike

Slika se nalazi u `data` direktoriju.

[5]:
```
image_path = "data/lenna.ppm"
```

Možemo je učitati predajom puta do slike u **Ppm6Image** konstruktor.

[6]:
```
image = Ppm6Image(image_path)
```

Sad možemo vidjeti i kako izgleda ova slika.

[7]:
```
fig, ax = plt.subplots(figsize=(16, 16))
ax.imshow(image.data)
plt.axis("off");
fig.tight_layout()
```

1.1.4 Konverzija RGB u YCbCr

Trenutno je naša slika u RGB formatu:

[8]:
```
print(image.data)
```

```
[[[226 137 125]
  [226 137 125]
  [223 137 133]
  …
  [230 148 122]
  [221 130 110]
  [200  99  90]]
```

```
[[226 137 125]
 [226 137 125]
 [223 137 133]
 …
 [230 148 122]
 [221 130 110]
 [200  99  90]]

[[226 137 125]
 [226 137 125]
 [223 137 133]
 …
 [230 148 122]
 [221 130 110]
 [200  99  90]]

…

[[ 84  18  60]
 [ 84  18  60]
 [ 92  27  58]
 …
 [173  73  84]
 [172  68  76]
 [177  62  79]]

[[ 82  22  57]
 [ 82  22  57]
 [ 96  32  62]
 …
 [179  70  79]
 [181  71  81]
 [185  74  81]]

[[ 82  22  57]
 [ 82  22  57]
 [ 96  32  62]
 …
 [179  70  79]
 [181  71  81]
 [185  74  81]]]
```

Trebamo je pretvoriti u **YCbCr** format. To ćemo učiniti koristeći pomoćnu funkciju.

[9]:
```
image_ycbcr = rgb_to_ycbcr(image.data)
```

Sada imamo ovakav zapis

[10]:
```
print(image_ycbcr)
```

```
[[[162.243  106.9857 173.4756]
  [162.243  106.9857 173.4756]
  [162.258  111.4918 171.3252]
  …
  [169.554  101.1666 171.1138]
  [154.929  102.6483 175.126 ]
  [128.173  106.4613 179.2317]]

 [[162.243  106.9857 173.4756]
  [162.243  106.9857 173.4756]
  [162.258  111.4918 171.3252]
  …
  [169.554  101.1666 171.1138]
  [154.929  102.6483 175.126 ]
  [128.173  106.4613 179.2317]]

 [[162.243  106.9857 173.4756]
  [162.243  106.9857 173.4756]
  [162.258  111.4918 171.3252]
  …
  [169.554  101.1666 171.1138]
  [154.929  102.6483 175.126 ]
  [128.173  106.4613 179.2317]]

 …

 [[ 42.522  137.8658 157.5854]
  [ 42.522  137.8658 157.5854]
  [ 49.969  132.5345 157.9797]
  …
  [104.154  116.63   177.1057]
  [100.008  114.4552 179.3496]
  [ 98.323  117.0995 184.1179]]

 [[ 43.93   135.378  155.1545]
  [ 43.93   135.378  155.1545]
  [ 54.556  132.2032 157.561 ]
  …
  [103.617  114.1117 181.7683]
  [105.03   114.443  182.187 ]
  [107.987  112.7743 182.9309]]

 [[ 43.93   135.378  155.1545]
  [ 43.93   135.378  155.1545]
  [ 54.556  132.2032 157.561 ]
```

```
 …
 [103.617  114.1117 181.7683]
 [105.03   114.443  182.187 ]
 [107.987  112.7743 182.9309]]]
```

1.1.5 Pomak domene

Kako kosinusna transformacija koristi i negativne brojeve, prvo bi bilo dobro pretvoriti našu struktno pozitivno domenu u $[-128, 127]$.

[11]:
```
shifted_ycbcr = shift_image_pixels(image_ycbcr, -128)
```

Sad naša reprezentacija izgleda ovako

[12]:
```
print(shifted_ycbcr)
```

```
[[[ 34.243  -21.0143  45.4756]
  [ 34.243  -21.0143  45.4756]
  [ 34.258  -16.5082  43.3252]
  …
  [ 41.554  -26.8334  43.1138]
  [ 26.929  -25.3517  47.126 ]
  [  0.173  -21.5387  51.2317]]

 [[ 34.243  -21.0143  45.4756]
  [ 34.243  -21.0143  45.4756]
  [ 34.258  -16.5082  43.3252]
  …
  [ 41.554  -26.8334  43.1138]
  [ 26.929  -25.3517  47.126 ]
  [  0.173  -21.5387  51.2317]]

 [[ 34.243  -21.0143  45.4756]
  [ 34.243  -21.0143  45.4756]
  [ 34.258  -16.5082  43.3252]
  …
  [ 41.554  -26.8334  43.1138]
  [ 26.929  -25.3517  47.126 ]
  [  0.173  -21.5387  51.2317]]

 …

 [[-85.478    9.8658  29.5854]
  [-85.478    9.8658  29.5854]
  [-78.031    4.5345  29.9797]
  …
  [-23.846  -11.37    49.1057]
  [-27.992  -13.5448  51.3496]
  [-29.677  -10.9005  56.1179]]
```

```
 [[-84.07     7.378   27.1545]
  [-84.07     7.378   27.1545]
  [-73.444    4.2032  29.561 ]
 …
  [-24.383  -13.8883  53.7683]
  [-22.97   -13.557   54.187 ]
  [-20.013  -15.2257  54.9309]]

 [[-84.07     7.378   27.1545]
  [-84.07     7.378   27.1545]
  [-73.444    4.2032  29.561 ]
 …
  [-24.383  -13.8883  53.7683]
  [-22.97   -13.557   54.187 ]
  [-20.013  -15.2257  54.9309]]]
```

1.1.6 2D-DCT

Nad pomaknutom reprezentacijom trebamo obaviti 8x8 2D-DCT. Prvo bi bilo dobro da podijelimo sliku na 8×8 blokove.

[13]:
```
pixel_blocks = divide_image_to_blocks(shifted_ycbcr)
```

Inicijalno je oblik podataka bio ovo

[14]:
```
print(shifted_ycbcr.shape)
```

```
(512, 512, 3)
```

Sada je ovo

[15]:
```
print(pixel_blocks.shape)
```

```
(64, 64, 8, 8, 3)
```

Vidimo da ono što smo dobili je 64×64 mozaik 8×8 blokova. Nad svakim od ovih blokova radimo dvodimenzionalnu diskretnu kosinusnu transformaciju:

[16]:
```
dct_blocks = dct_2d(pixel_blocks, verbose=1)
```

```
100%|      | 4096/4096 [02:22<00:00, 28.67it/s]
```

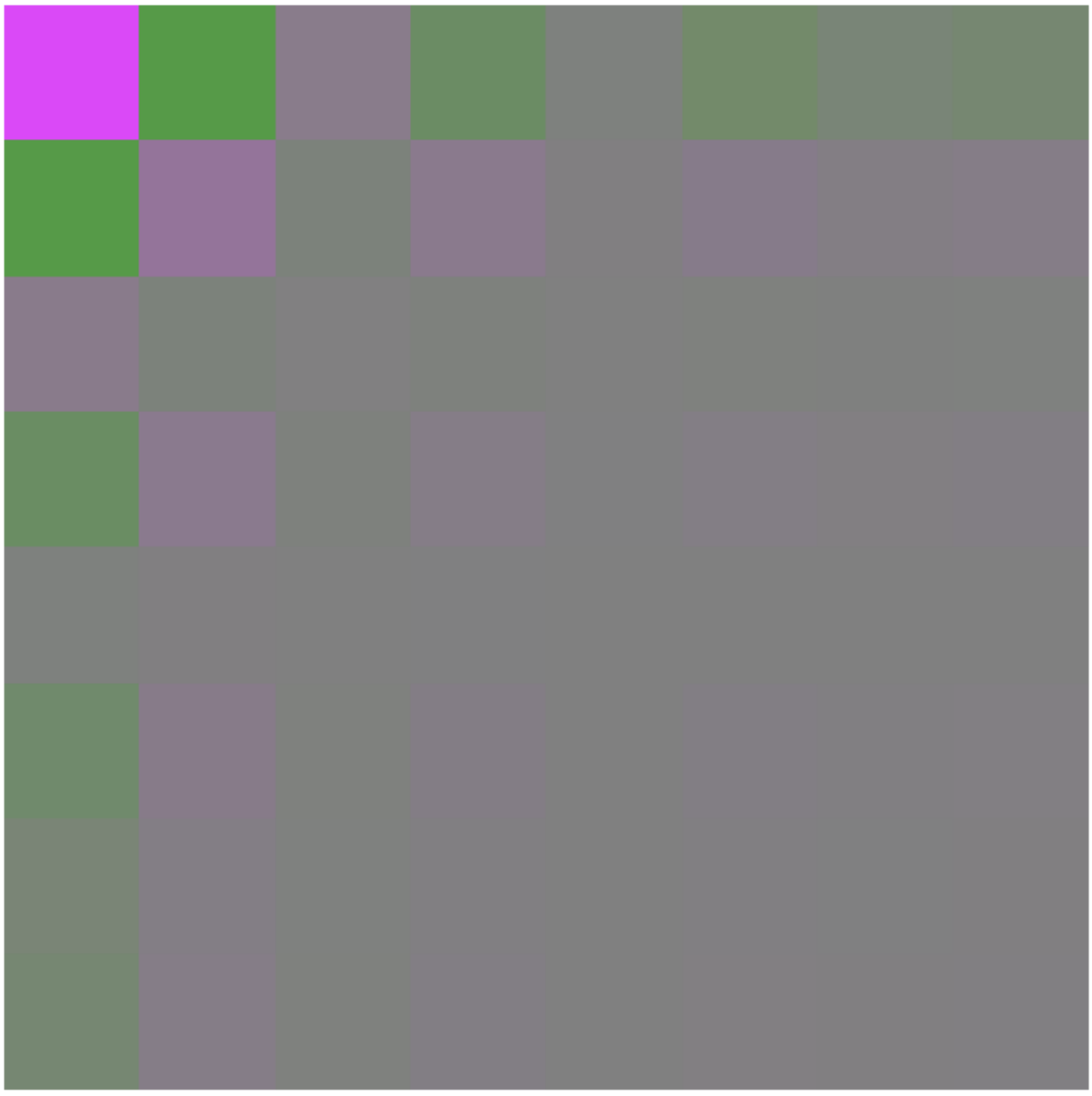
Možemo vidjeti da se sad oblik naših podataka nije promijenio

[17]:
```
print(dct_blocks.shape)
```

```
(64, 64, 8, 8, 3)
```

A prvi blok, npr., izgleda ovako

[18]:
```
fig, ax = plt.subplots(figsize=(8, 8))
ax.imshow(np.rint(dct_blocks[0][0] / 2 + 128).astype(int))
plt.axis("off");
fig.tight_layout()
```



Razlog za ovo reskaliranje `dct_blocks` je da dobijemo sliku gdje su vrijednosti unutar nekih normalnih za sliku - u suprotnom imamo preveliku domenu. Razlog zašto su više frekvencije sive su zato što je njihova energija bila gotovo 0, pa operacijama kojima smo transformirali DCT blok smo ih postavili na odmak, 128, što je siva boja u RGB-u.

1.1.7 Kvantizacija

Sad ćemo kvantizirati naše blokove. Sve što radimo je, zapravo, dijeljenje s 8×8 tablicama i zaokružujemo rezultat na cijeli broj. Prvo ćemo izgenerirati kvantizacijsku tablicu - $8 \times 8 \times 3$

tenzor s kojim ćemo dijeliti svaki blok.

[19]:
```
quantization_tensor = get_quantization_tensor()
```

Zatim možemo primijeniti kvantizaciju na naše DCT-ane blokove.

[20]:
```
quantized_blocks = quantize(dct_blocks, quantization_tensor)
```

Prvi blok ove reprezentacije izgleda ovako

[21]:
```
print(quantized_blocks[0][0].transpose(2, 0, 1))
```

```
[[[11 -8  2 -3  0 -1  0  0]
  [-7  3 -1  1  0  0  0  0]
  [ 1 -1  0  0  0  0  0  0]
  [-3  1  0  0  0  0  0  0]
  [ 0  0  0  0  0  0  0  0]
  [-1  0  0  0  0  0  0  0]
  [ 0  0  0  0  0  0  0  0]
  [ 0  0  0  0  0  0  0  0]]

 [[-6  3  0  1  0  0  0  0]
  [ 3 -1  0  0  0  0  0  0]
  [ 0  0  0  0  0  0  0  0]
  [ 1  0  0  0  0  0  0  0]
  [ 0  0  0  0  0  0  0  0]
  [ 0  0  0  0  0  0  0  0]
  [ 0  0  0  0  0  0  0  0]
  [ 0  0  0  0  0  0  0  0]]

 [[14 -6  1 -1  0  0  0  0]
  [-6  2  0  0  0  0  0  0]
  [ 1  0  0  0  0  0  0  0]
  [-1  0  0  0  0  0  0  0]
  [ 0  0  0  0  0  0  0  0]
  [ 0  0  0  0  0  0  0  0]
  [ 0  0  0  0  0  0  0  0]
  [ 0  0  0  0  0  0  0  0]]]
```

Ono što možemo je pretvoriti proizvoljan blok u zig-zag poredak, čime ćemo pseudosortirati elemenete matrice silazno po apriornoj vjerojatnosti visoke energije. Za ovaj isti blok, dobit ćemo sljedeće

[22]:
```
zigzagged_blocks = zigzag_pixel_blocks(quantized_blocks)
```

[23]:
```
print(zigzagged_blocks[0][0])
```

```
[[11 -8 -7  1  3  2 -3 -1 -1 -3  0  1  0  1  0 -1  0  0  0  0 -1  0  0  0
   0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
```

```
  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0]
[-6  3  3  0 -1  0  1  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0]
[14 -6 -6  1  2  1 -1  0  0 -1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0]]
```

1.1.8 Završne riječi

Ova bilježnica je samo primjer korištenja funkcionalnosti - ona **nije** rješenje ove domaće zadaće (iako bi trebala biti, a ne debilan način s monolitskom datotekom). Za to provirite u `solution` direktorij.