

Kompresija slika korišćenjem diskretne kosinusne transformacije

Seminarski rad u okviru kursa Naučno izračunavanje

Aleksandra Đurić

Matematički fakultet, jul 2017.

Uvod

- ▶ Kompresija se koristi kao rešenje za efikasno čuvanje podataka
- ▶ Glavna podela kompresije:
 - ▶ **kompresija bez gubitaka podataka** – dekompresovanjem se dobijaju podaci identični originalnim
 - ▶ **kompresija sa gubitkom dela podataka** – dekompresija ne uspeva tačno da reprodukuje originalne podatke, ali je stepen kompresije veći
- ▶ JPEG kompresija slika je kompresija sa gubitkom podataka (u koraku kvantizacije se odbacuju manje važne frekvencije)

Uvod

- ▶ Kao referentni rad za ovu temu korišćen je rad *Image compression and Discrete Cosine Transform* [1]. U njemu se kao osnovni koraci JPEG kompresije navode:
 1. Podela slike na blokove koji se sastoje od 8x8 piksela
 2. Na blokove se primenjuje diskretna kosinusna transformacija s leva na desno, odozgo na dole
 3. Svaki blok se kvantizuje
 4. Niz vrednosti dobijen blokovima sadrži veliki procenat nula i zbog toga se može efikasno kompresovati
 5. Za rekonstrukciju i prikaz slike koristi se inverzna kosinusna transformacija
- ▶ Postupak JPEG kompresije slike se radi posebno za svaku komponentu boje
- ▶ U radu je su obrađene osnovne manipulacije matricama i nije posvećena pažnja koraku kodiranja

Diskretna kosinusna transformacija

Matrica

- Za dobijanje matrice diskretne kosinusne transformacije koristimo poseban oblik njene jednačine:

$$T_{i,j} = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{N}} & \text{if } i = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{N}} \cos\left[\frac{(2j+1)i\pi}{2N}\right] & \text{if } i > 0 \end{cases}$$

- Rezultat je sledeća matrica:

$$T = \begin{bmatrix} .3536 & .3536 & .3536 & .3536 & .3536 & .3536 & .3536 & .3536 \\ .4904 & .4157 & .2778 & .0975 & -.0975 & -.2778 & -.4157 & -.4904 \\ .4619 & .1913 & -.1913 & -.4619 & -.4619 & -.1913 & .1913 & .4619 \\ .4157 & -.0975 & -.4904 & -.2778 & .2778 & .4904 & .0975 & -.4157 \\ .3536 & -.3536 & -.3536 & .3536 & .3536 & -.3536 & -.3536 & .3536 \\ .2778 & -.4904 & .0975 & .4157 & -.4157 & -.0975 & .4904 & -.2778 \\ .1913 & -.4619 & .4619 & -.1913 & -.1913 & .4619 & -.4619 & .1913 \\ .0975 & -.2778 & .4157 & -.4904 & .4904 & -.4157 & .2778 & -.0975 \end{bmatrix}$$

Diskretna kosinusna transformacija

Primena

- ▶ Prvo je neophodno od originalnih blokova oduzeti 128 jer je ovakva diskretna kosinusna transformacija napravljena da radi sa takvim vrednostima:

$$M = \text{Original} - 128$$

- ▶ Primenuje se diskretna kosinusna transformacija na sledeći način:

$$D = TMT^T$$

$$\text{Original} = \begin{bmatrix} 154 & 123 & 123 & 123 & 123 & 123 & 123 & 136 \\ 192 & 180 & 136 & 154 & 154 & 154 & 136 & 110 \\ 254 & 198 & 154 & 154 & 180 & 154 & 123 & 123 \\ 239 & 180 & 136 & 180 & 180 & 166 & 123 & 123 \\ 180 & 154 & 136 & 167 & 166 & 149 & 136 & 136 \\ 128 & 136 & 123 & 136 & 154 & 180 & 198 & 154 \\ 123 & 105 & 110 & 149 & 136 & 136 & 180 & 166 \\ 110 & 136 & 123 & 123 & 123 & 136 & 154 & 136 \end{bmatrix} \quad D = \begin{bmatrix} 162.3 & 40.6 & 20.0 & 72.3 & 30.3 & 12.5 & -19.7 & -11.5 \\ 30.5 & 108.4 & 10.5 & 32.3 & 27.7 & -15.5 & 18.4 & -2.0 \\ -94.1 & -60.1 & 12.3 & -43.4 & -31.3 & 6.1 & -3.3 & 7.1 \\ -38.6 & -83.4 & -5.4 & -22.2 & -13.5 & 15.5 & -1.3 & 3.5 \\ -31.3 & 17.9 & -5.5 & -12.4 & 14.3 & -6.0 & 11.5 & -6.0 \\ -0.9 & -11.8 & 12.8 & 0.2 & 28.1 & 12.6 & 8.4 & 2.9 \\ 4.6 & -2.4 & 12.2 & 6.6 & -18.7 & -12.8 & 7.7 & 12.0 \\ -10.0 & 11.2 & 7.8 & -16.3 & 21.5 & 0.0 & 5.9 & 10.7 \end{bmatrix}$$

Kvantizacija

Primena

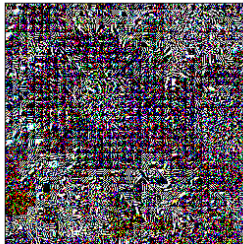
- ▶ Kvantizovani blokovi se dobijaju primenom sledeće pokoorinatne operacije:
$$C_{i,j} = \text{round}(D_{i,j}/Q_{i,j})$$
- ▶ Dobija se matrica kod koje su zanemarene visoke frekvencije - deo matrice koji im odgovara je popunjen nulama koje je moguće kompresovati

$$C = \begin{bmatrix} 10 & 4 & 2 & 5 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 9 & 1 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -7 & -5 & 1 & -2 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ -3 & -5 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

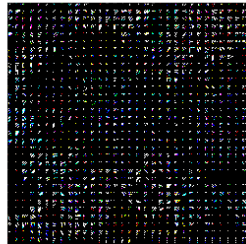
originalna slika



primenjen DCT

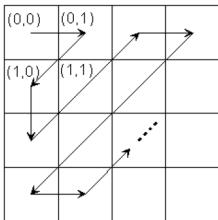


primenjena kvantizacija



Kodiranje

- ▶ Vrednosti iz matrice se iščitavaju u cik cak - veliki broj uzastopnih nula



- ▶ Niz brojeva se prebacuje u niz bitova
- ▶ Na niz bitova je moguće primeniti neku vrstu kodiranja bez gubitaka, najčešće Run-Length a zatim Hofmanovo kodiranje
- ▶ Nakon kodiranja neophodno je dodati zaglavlje koje bi nosilo informacije neophodne za njenu rekonstrukciju

Dekompresija

- ▶ Da bi se prikazala slika potrebno je izvršiti njenu dekompresiju primenom sledećih koraka:
 - ▶ Množenje kvantizacionom matricom: $R_{i,j} = Q_{i,j} \times C_{i,j}$
 - ▶ Inverzna kosinusna transformacija $N = \text{round}(T^T R T) + 128$
- ▶ Početna i dekompresovana matrica se razlikuju:

$$\text{Original} = \begin{bmatrix} 154 & 123 & 123 & 123 & 123 & 123 & 123 & 136 \\ 192 & 180 & 136 & 154 & 154 & 154 & 136 & 110 \\ 254 & 198 & 154 & 154 & 180 & 154 & 123 & 123 \\ 239 & 180 & 136 & 180 & 180 & 166 & 123 & 123 \\ 180 & 154 & 136 & 167 & 166 & 149 & 136 & 136 \\ 128 & 136 & 123 & 136 & 154 & 180 & 198 & 154 \\ 123 & 105 & 110 & 149 & 136 & 136 & 180 & 166 \\ 110 & 136 & 123 & 123 & 123 & 136 & 154 & 136 \end{bmatrix}$$

$$\text{Decompressed} = \begin{bmatrix} 149 & 134 & 119 & 116 & 121 & 126 & 127 & 128 \\ 204 & 168 & 140 & 144 & 155 & 150 & 135 & 125 \\ 253 & 195 & 155 & 166 & 183 & 165 & 131 & 111 \\ 245 & 185 & 148 & 166 & 184 & 160 & 124 & 107 \\ 188 & 149 & 132 & 155 & 172 & 159 & 141 & 136 \\ 132 & 123 & 125 & 143 & 160 & 166 & 168 & 171 \\ 109 & 119 & 126 & 128 & 139 & 158 & 168 & 166 \\ 111 & 127 & 127 & 114 & 118 & 141 & 147 & 135 \end{bmatrix}$$

Zaključak

original



**primenjena
Q50
procenat nula:
86.44%**

**primenjena
Q90
procenat nula:
68.10%**



**primenjena
Q10
procenat nula:
95.21%**

Literatura



Ken Cabeen, Peter Gent

Image compression and Discrete Cosine Transform