

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

Koraci JPEG kompresije:

1. Podela na blokove koji se sastoje od 8×8 piksela
2. Na blokove se primenjuje diskretna kosinusna transformacija s leva na desno, odozgo na dole
3. Svaki blok se kompresuje za vreme kvantizacije
4. Niz vrednosti dobijen blokovima sadrži veliki procenat nula koji 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

Diskretna kosinusna transformacija

Matrica

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

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

- 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

Izbor nivoa kvaliteta

- ▶ Standardna Q50 kvantizaciona matrica:

$$Q_{50} = \begin{bmatrix} 16 & 11 & 10 & 16 & 24 & 40 & 51 & 61 \\ 12 & 12 & 14 & 19 & 26 & 58 & 60 & 55 \\ 14 & 13 & 16 & 24 & 40 & 57 & 69 & 56 \\ 14 & 17 & 22 & 29 & 51 & 87 & 80 & 62 \\ 18 & 22 & 37 & 56 & 68 & 109 & 103 & 77 \\ 24 & 35 & 55 & 64 & 81 & 104 & 113 & 92 \\ 49 & 64 & 78 & 87 & 103 & 121 & 120 & 101 \\ 72 & 92 & 95 & 98 & 112 & 100 & 103 & 99 \end{bmatrix}$$

- ▶ Kvantizaciona matrica se menja u odnosu na željeni kvalitet - manji kvalitet odgovara većem stepenu kompresije i obrnuto:

$$Q_{\text{quality level}} = \begin{cases} \text{quality level} > 50, & \frac{100 - \text{quality level}}{50} * Q_{50} \\ \text{quality level} = 50, & Q_{50} \\ \text{quality level} < 50, & \frac{50}{\text{quality level}} * Q_{50} \end{cases}$$

Kvantizacija

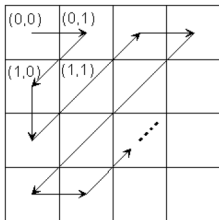
Primena

- ▶ Kvantizovani blokovi se dobijaju primenom sledeće pookoordinatne 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

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

Kodiranje

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



- ▶ Vrednosti iz matrica se pretvaraju u niz bajtova
- ▶ Na niz bajtova je moguće primeniti neku vrstu kodiranja bez gubitaka, na primer Run-Length kodiranje na koje se zatim primenjuje Hafmanovo 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



Literatura



Ken Cabeen, Peter Gent

Image compression and Discrete Cosine Transform