

Datu saspiešana 5

Aplūkosim *JPEG* formātu attēlu glabāšanai.

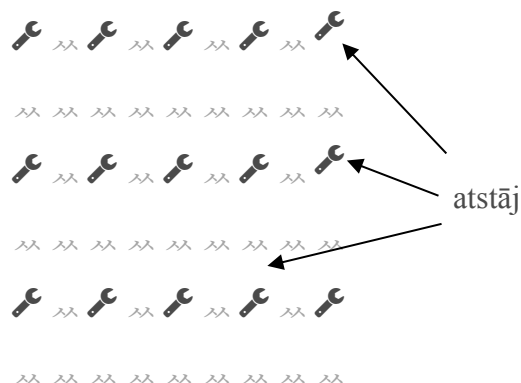
- Izejas dati: $m \times n$ punktu attēls, katra punkta krāsu apraksta trīs 8 bitu skaitļi (robežās no 0 līdz 255) – R, G, B, kur R – sarkanā krāsa (*red*), G – zaļā krāsa (*green*), B – zilā krāsa (*blue*).
- Mērķis – iegūt saspiestu failu, no kura var atjaunot attēlu, kas ir līdzīgs sākotnējam. Saspiešana notiek ar zudumiem.
- Soļi ir saistīti ar to, kā cilvēks uztver krāsu.

1. solis.

$RGB \rightarrow YIQ$. Y , I , Q vērtības iegūst no R , G , B vērtībām, pareizinot tās ar koeficientu matricu. Piemēram, $Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B$. Y apraksta krāsas gaišumu, I un Q – nokrāsu. Šī transformācija ir atgriezeniska, t.i., zinot Y , I , Q vērtības, var atjaunot R , G , B vērtības.

2. solis.

Atstāj visas Y vērtības, taču katrā virzienā atstāj tikai katru otro I un Q vērtību (punktu skaits tiek samazināts 4 reizes). Šeit tiek izmantots fakts, ka acs pārmaiņas gaišumā uztver daudz labāk nekā pārmaiņas nokrāsā.



3. solis.

Y vērtības, I vērtības un Q vērtības sadala 8×8 blokos. Tā kā tika atstāta tikai katra otrā I un Q vērtība, tad bloku, kas iegūti no I un Q , izmērs sākotnējā attēlā ir 16×16 . Katrs bloks tiek apstrādāts atsevišķi.

4. solis.

Katram 8×8 blokam pielieto diskreto kosinusu transformāciju. Apzīmēsim bloku ar

$X = \begin{pmatrix} x_{00} & \cdots & x_{07} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{70} & \cdots & x_{77} \end{pmatrix}$. Diskrētā kosinusu transformācija matricu $\begin{pmatrix} x_0 \\ \vdots \\ x_7 \end{pmatrix}$ transformē par

matricu $\begin{pmatrix} x'_0 \\ \vdots \\ x'_7 \end{pmatrix}$, kur

$$x'_0 = \frac{1}{\sqrt{8}} \sum_{i=0}^7 x_i$$

$$x'_j = \frac{2}{\sqrt{8}} \sum_{i=0}^7 \cos \frac{j(2i+1)\pi}{8} x_i, \text{ ja } 1 \leq j \leq 7$$

Vispirms diskrēto kosinusu transformāciju pielieto katrai matricas X kolonnai, domās sadalot matricu astoņās mazākās matricās:

$$\begin{pmatrix} x_{00} \\ \vdots \\ x_{70} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{01} \\ \vdots \\ x_{71} \end{pmatrix} \dots \begin{pmatrix} x_{07} \\ \vdots \\ x_{77} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} x'_{00} \\ \vdots \\ x'_{70} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x'_{01} \\ \vdots \\ x'_{71} \end{pmatrix} \dots \begin{pmatrix} x'_{07} \\ \vdots \\ x'_{77} \end{pmatrix}$$

Pēc tam to pašu izdara katrai iegūtās matricas X' rindai:

$$\begin{pmatrix} x'_{00} & x'_{01} & \dots & x'_{07} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x'_{70} & x'_{71} & \dots & x'_{77} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} x''_{00} & x''_{01} & \dots & x''_{07} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x''_{70} & x''_{71} & \dots & x''_{77} \end{pmatrix}$$

Rezultātā tiek iegūta matrica $X'' = \begin{pmatrix} x''_{00} & \dots & x''_{07} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x''_{70} & \dots & x''_{77} \end{pmatrix}$.

Ko šī matrica apraksta? Pēc diskrētās kosinusu transformācijas pielietošanas katrai matricas X kolonnai, iegūtās matricas X' pirmās rindas k -tais elements x'_{0k} ir vienāds ar visu matricas X k -tās kolonnas elementu vidējo aritmētisko, kas pareizināts ar kādu koeficientu. Līdz ar to skaitlis x''_{00} ir matricas $(x'_{00} x'_{01} \dots x'_{07})$ elementu vidējais aritmētiskais, kas pareizināts ar kādu koeficientu. Tātad skaitlis x''_{00} ir proporcionāls visu matricas X elementu vidējam aritmētiskajam, t.i., tas raksturo vidējo gaišumu vai nokrāsu.

Pārējie matricas X'' elementi apraksta, kā krāsa mainās no viena punkta uz otru.

$$x''_{ij} = \sum_{k=0}^7 x'_{ik} \cdot \cos \frac{(2k+1)j\pi}{8} = \sum_{k=0}^7 \sum_{l=0}^7 x_{lk} \cdot \cos \frac{(2l+1)i\pi}{8} \cdot \cos \frac{(2k+1)j\pi}{8}$$

5. solis.

Skalārā kvantizācija.

$$\begin{pmatrix} x''_{00} & \dots & x''_{07} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x''_{70} & \dots & x''_{77} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \left\lceil \frac{x''_{00}}{a_{00}} \right\rceil & \dots & \left\lceil \frac{x''_{07}}{a_{07}} \right\rceil \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \left\lceil \frac{x''_{70}}{a_{70}} \right\rceil & \dots & \left\lceil \frac{x''_{77}}{a_{77}} \right\rceil \end{pmatrix}$$

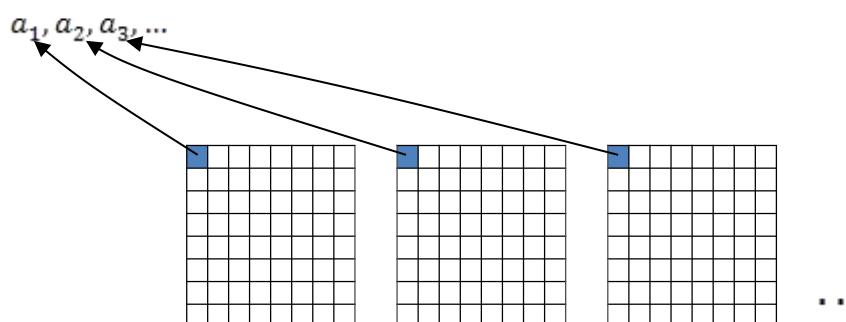
Elementu x''_{ij} noapaļojam līdz precizitātei a_{ij} . Elementu atšķirības, kas ir mazākas par a_{ij} , ir nebūtiskas. Galvenā viltība ir tā, ka skaitļi a_{ij} atšķiras dažādiem matricas elementiem. Ideja: tās komponentes, kuras acs uztver vājāk, tiek noapaļotas ar zemāku precizitāti. Mazākā vērtība $a_{13} = 10$, lielākā – $a_{65} = 121$.

6. solis.

Atsevišķi apstrādā x''_{00} (vidējo gaišumu vai nokrāsu) un pārējos iegūtās matricas elementus. Pamatidejas katrā gadījumā ir vienādas, tāpēc aplūkosim tikai elementa x''_{00} apstrādi.

7. solis.

Visus 8×8 matricu kreisos augšējos elementus (x''_{00}) saliek virknē. Šādi tiks iegūtas trīs virknes – katrai no trim krāsu telpas YIQ komponentēm. Aplūkosim kādu no šīm virknēm $a_1, a_2, a_3, a_4, \dots, a_k$. Šai virknei pielieto starpību kodēšanu, iegūstot virkni $a_1, a_2 - a_1, a_3 - a_2, a_4 - a_3, \dots, a_k - a_{k-1}$. Doma ir tāda, ka sākuma bildē blakusesošajos 8×8 blokos, ļoti iespējams, krāsas būs līdzīgas, līdz ar to šādā virknē pārsvarā būs mazi skaitļi.



8. solis.

Iegūtajai virknei pielieto Hofmana vai aritmētisko kodēšanu.