

بینایی کامپیوتر

فصل سوم

فشرده‌سازی ۲

COMPRESSION

محمدجواد فدائی اسلام

بهمن ۱۴۰۳

فشرده سازی با اتلاف

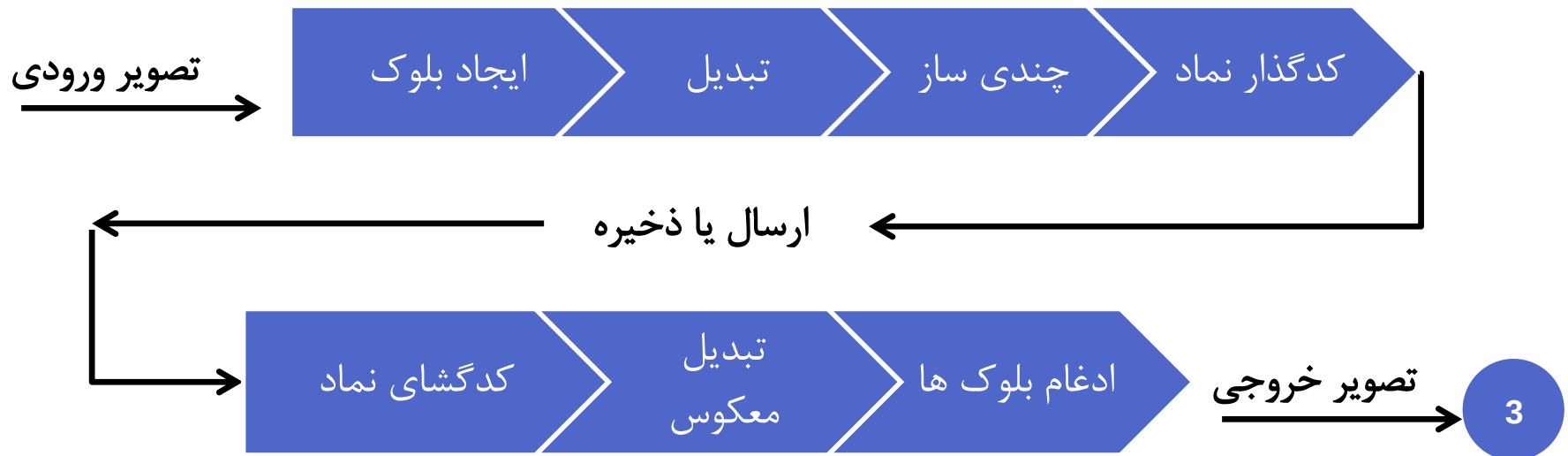
LOSSY COMPRESSION

- فشرده سازی بدون اتلاف به ندرت کاهش بیش از سه برابر داده ها را نتیجه می دهد.
- با فشرده سازی با اتلاف تا حدود ۱۰ تا ۲۰ برابر می توان فشرده سازی نمود بدون آنکه از تصویر اصلی قابلیت تشخیص داشته باشند.

کد گذاری تبدیلی

BLOCK TRANSFORM CODING

در این روش ابتدا پیکسلها به فضای دیگری می روند و در آنجا چندی و کد می شوند.
هدف از تبدیل، ناهمبسته کردن پیکسل های درون هر بلاک است.



تبدیل

- تبدیل های مناسب
 - تبدیل کاره‌انن لوئی (KLT)
 - تبدیل فوریه گسسته (DFT)
 - تبدیل کسینوسی گسسته (DCT)
 - تبدیل والش-ه‌ادامارد (WHT)
- DCT قویتر از DFT و WHT است.
- محاسبه KLT سنگین است.
- DCT در مدار مجتمع کاربرد دارد.

تبدیل فوریه

- ابزاری برای تبدیل توصیف فضایی / زمانی داده (صوت یا تصویر) به اجزای فرکانسی آن است.
- در این فضا، فرکانس های مختلف پردازش می شوند
- فیلترینگ: فرایندی که در طی آن فرکانس های خاصی از داده حذف می شود



تبدیل فوریه پیوسته و معکوس آن

$$F(u) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) e^{-j2\pi ux} dx$$

$$f(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} F(u) e^{j2\pi ux} du$$

تبدیل فوریه گسسته (DFT) و معکوس آن (IDFT)

$$F(u) = \frac{1}{N} \sum_{x=0}^{N-1} f(x) e^{-j2\pi ux/N}$$

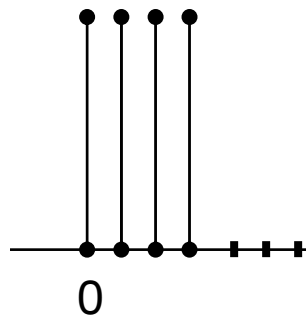
$$f(x) = \sum_{u=0}^{N-1} F(u) e^{j2\pi ux/N}$$



مثال ١

$$f(x)=[1 \ 1 \ 1 \ 1]$$

$$F(u)=[1 \ 0 \ 0 \ 0]$$



$$F(u) = \frac{1}{4} \sum_{x=0}^3 e^{-j2\pi xu/4}$$

$$F(0) = \frac{1}{4} (1 + 1 + 1 + 1) = 1$$

$$F(1) = \frac{1}{4} (1 + e^{-j2\pi/4} + e^{-j2\pi*2/4} + e^{-j2\pi*3/4}) = 0$$

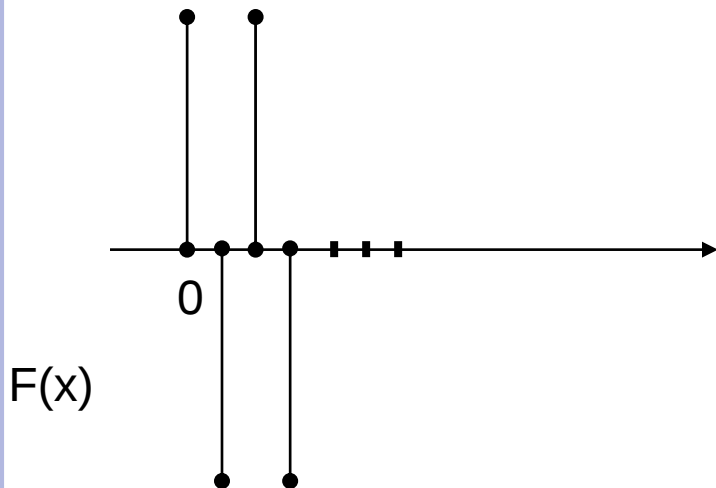
مثال ٢

$$f(x)=[1 \ -1 \ 1 \ -1]$$

$$F(u)=[0 \ 0 \ 1 \ 0]$$

$$F(u) = \frac{1}{4} \sum_{x=0}^3 (-1)^x e^{-j2\pi xu/4}$$

$$F(0) = \frac{1}{4} (1 - 1 + 1 - 1) = 0$$

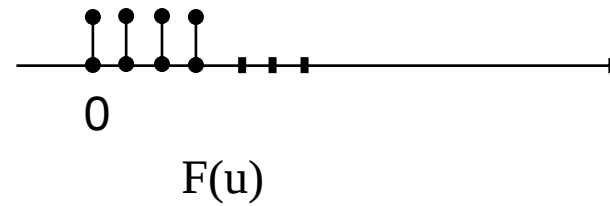
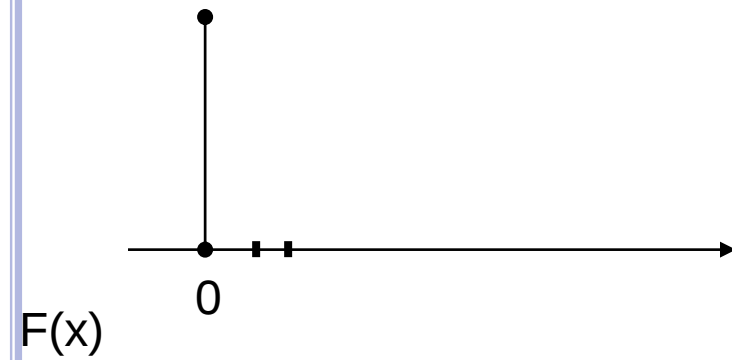


مثال ٣

$$f(x) = [1 \ 0 \ 0 \ 0]$$

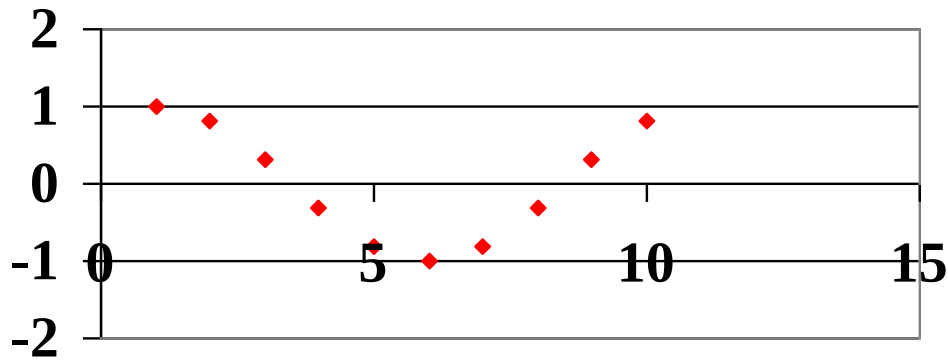
$$F(u) = [0.25 \ 0.25 \ 0.25 \ 0.25]$$

$$F(u) = \frac{1}{4}$$

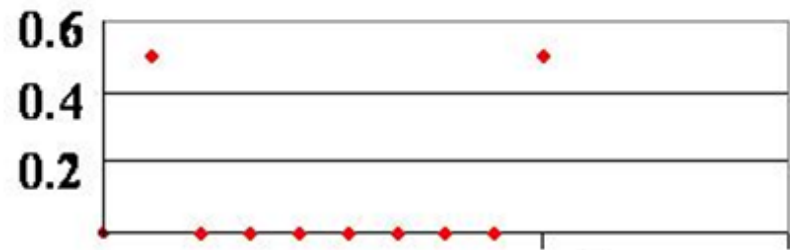


مثال (تابع کسینوسی)

$$f(x) = \cos(\pi x / 5) = (.5)(\exp(i\pi x / 5) + \exp(-i\pi x / 5))$$



$$F(u) = \frac{1}{10} \sum_{x=0}^9 \cos(\pi x / 5) e^{-j2\pi x u / 10}$$



تبدیل فوریه گسسته دو بعدی

$$F(u, v) = \frac{1}{NM} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} f(x, y) e^{-j2\pi(xu/N + yv/M)}$$

$$f(x, y) = \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{M-1} F(u, v) e^{j2\pi(xu/N + yv/M)}$$

مثال دو بعدی

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

image

$$\begin{bmatrix} .5 & 0 & 0 & .5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

2D FFT

Matlab = (1/36)fft2(A)

تبدیل کسینوسی گسسته

- فقط قسمت حقیقی دارد
- محاسبه آن ساده تر است
- در چند رسانه ای بیشتر از آن استفاده می شود.

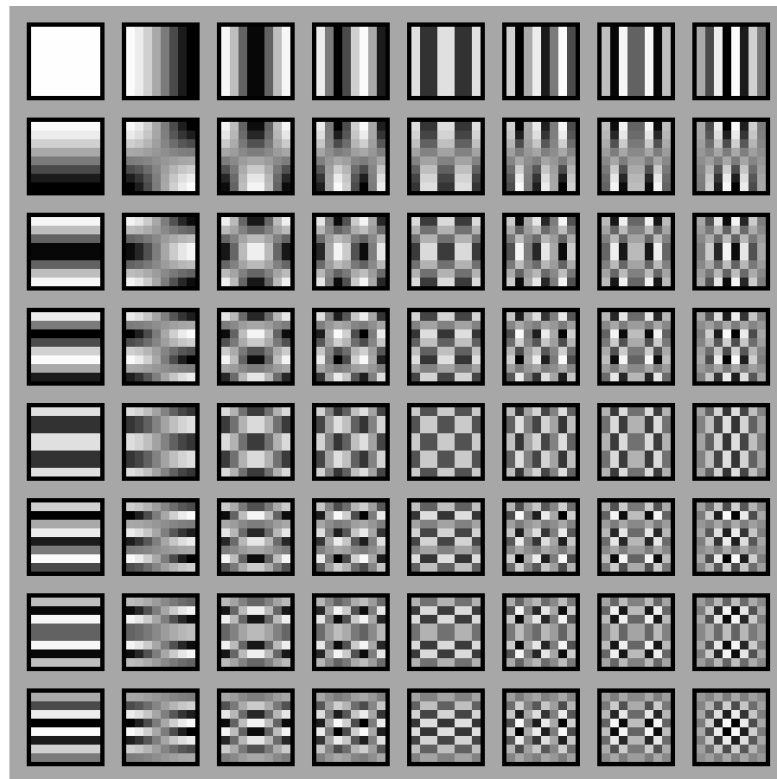
تبدیل کسینوسی گسسته و معکوس آن

$$F(u) = \left(\frac{2}{N}\right)^{1/2} \sum_{i=0}^{N-1} \Lambda(i) \cdot \cos\left[\frac{\pi \cdot u}{2 \cdot N} (2i + 1)\right] f(i)$$

$$f(i) = \left(\frac{2}{N}\right)^{1/2} \sum_{i=0}^{N-1} \Lambda(i) \cdot \cos\left[\frac{\pi \cdot u}{2 \cdot N} (2i + 1)\right] F(u)$$

$$\Lambda(\xi) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & \text{for } \xi = 0 \\ 1 & \text{Otherwise} \end{cases}$$

DCT



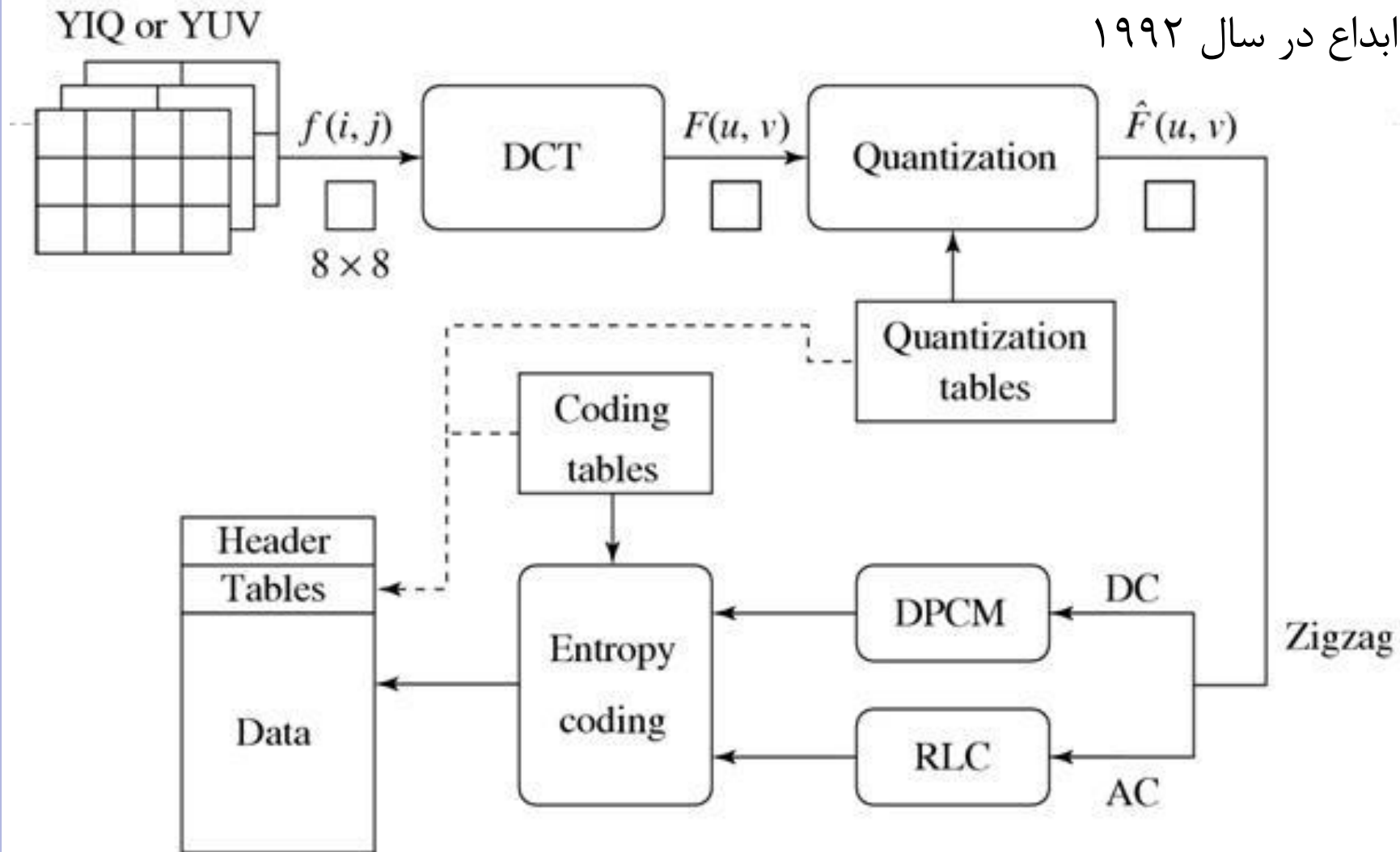
نمایش گرافیکی یک DCT دو بعدی 8×8



فشرده سازی

JPEG –JOINT PHOTOGRAPHIC EXPERTS GROUP

• ابداع در سال ۱۹۹۲



فشرده سازی (مراحل JPEG)

1. نمونه برداری رنگ (Chroma Subsampling)

2. بلوک بندی

3. انتقال سطح (از هر پیکسل ۱۲۷ کم شود)

4. انجام DCT

5. چندی سازی
$$\hat{F}(u,v) = \text{round}\left(\frac{F(u,v)}{Z(u,v)}\right)$$

6. باز آرایي توسط الگوی زیگزاگی

7. کدگذاری AC و DC

DCT

200	202	189	188	189	175	175	175
200	203	198	188	189	182	178	175
203	200	200	195	200	187	185	175
200	200	200	200	197	187	187	187
200	205	200	200	195	188	187	175
200	200	200	200	200	190	187	175
205	200	199	200	191	187	187	175
210	200	200	200	188	185	187	186

تصویر ورودی (مثال)

$f(i, j)$

515	65	-12	4	1	2	-8	5
-16	3	2	0	0	-11	-2	3
-12	6	11	-1	3	0	1	-2
-8	3	-4	2	-2	-3	-5	-2
0	-2	7	-5	4	0	-1	-4
0	-3	-1	0	4	1	-1	0
3	-2	-3	3	3	-1	-1	3
-2	5	-2	4	-2	2	-3	0

تبدیل فوری

$f(u, v)$

چندی سازی (ماتریس Z)

○ ماتریس مربوط به شدت نور

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

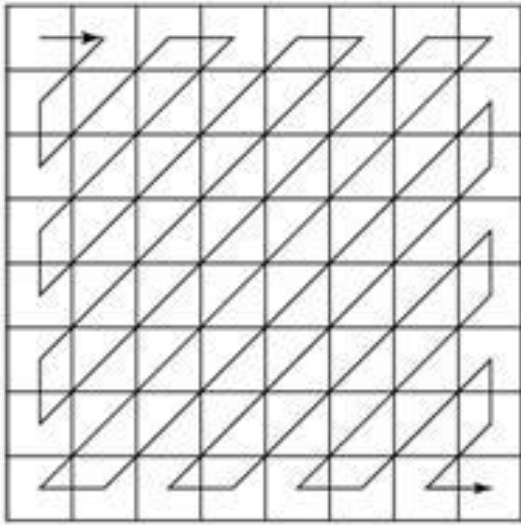
○ ماتریس مربوط به رنگ

17	18	24	47	99	99	99	99
18	21	26	66	99	99	99	99
24	26	56	99	99	99	99	99
47	66	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99

○ رنگ و شدت نور دو ماتریس متفاوت برای چندی سازی دارند.

○ با افزایش Z یا به عبارتی ضرب آن در یک مقدار ثابت می توان مقدار فشرده سازی را تغییر (Scale Factor) 22

باز آرایي توسط الگوی زیگزاگی



-26	-3	-6	2	2	0	0	0
1	-2	-4	0	0	0	0	0
-3	1	5	-1	-1	0	0	0
-4	1	2	-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

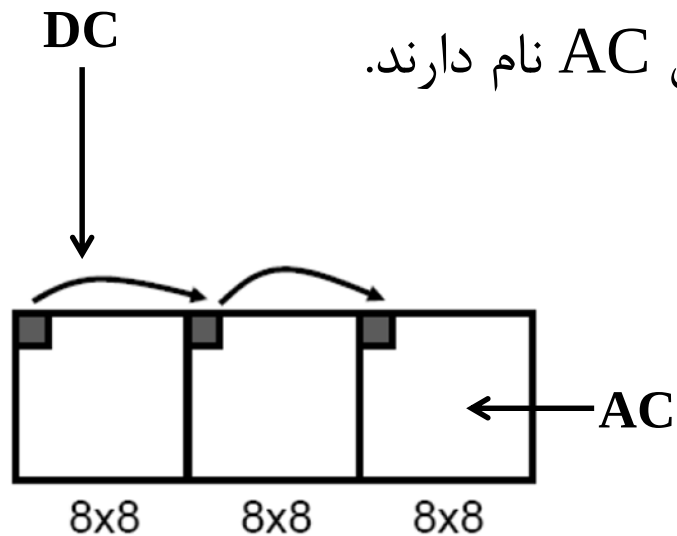
DC



[-26 -3 1 -3 -2 -6 2 -4 1 -4 1 1 5 0 2 0 0 -1 2 0 0 0 0 0
-1 -1 EoB]

تفکیک داده ها

میانگین هر بلوک DC و سایر مقادیر آن AC نام دارند.



کدگذاری طول دامنه (RLC) بر روی ضرایب AC

○ RLC مقادیر $\hat{T}$ را به گروه‌های

(#-Zeros-to-skip, next non-zero value)

تبدیل می‌کند.

مثال:

مقادیر یک بلوک:

(32,6,-1,-1,0,-1,0,0,0,-1,0,0,1,0,0,...,0)

32 مقدار DC است.

(0,6)(0,-1)(0,-1)(1,-1)(3,-1)(2,1)(0,0)

DC بر ضرایب DPCM

- ضرایب DC به طور مجزا از ضرایب AC کدگذاری می شوند.
استفاده از روش DPCM.

$$d_i = DC_{i+1} - DC_i,$$

$$\text{and } d_0 = DC_0.$$

ضرایب DC برای ۵ بلوک تصویر اول:

150,155,149,152,144

:DPCM

150,5,-6,3,-8

کدگذاری انتروپی

در نهایت ضرایب AC و DC دستخوش مرحله کدگذاری انتروپی می‌شوند تا فشرده‌سازی ممکن بعدی بدست آید.

مثال استفاده از DC: هر ضریب DC کدگذاری شده توسط DPCM با

(Size, Amplitude) نشان داده می‌شود.

مثال

150,5,-6,3,-8

کدگذاری انتروپی

(8, 10010110), (3, 101), (3, 001), (2, 11), (4, 0111)

SIZE = 4 bits

Symbol1	SIZE	AMPLITUDE
Symbol2	SIZE	AMPLITUDE

کدگذاری انتروپی

SIZE	AMPLITUDE
1	-1, 1
2	-3, -2, 2, 3
3	-7..-4, 4..7
4	-15..-8, 8..15
.	.
.	.
.	.
10	-1023..-512, 512..1023

Size = 4bits

نحوه کدگذاری آنتروپی

- مثال عدد ۵ در ردیف سوم است و ۳ بیت فضا می گیرد
- اعداد ردیف سوم:

-7	-6	-5	-4	4	5	6	7
0	1	2	3	4	5	6	7

- عدد ۶- در ردیف سوم است پس ۳ بیت فضا می گیرد و کد آن 001 است.
- عدد بعدی ۳ است. در ردیف دوم قرار دارد و دو بیت فضا می گیرد و کد آن 11 است.