

SLIKE I VIDEO

Mario Kova...

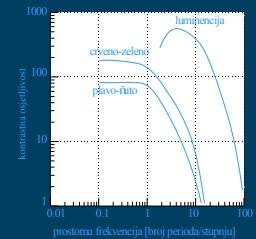
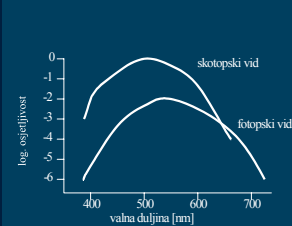
Čovjekov sustav za gledanje

- Prostorna frekvencija



- Koje su karakteristike oka bitne za kompresiju slike

- < 4 tipa receptora
- štapići : veća osjetljivost, raspoznavanje intenziteta, skotopski vid
- .unjići : raspoznavanje boja, \$, (i Dtipovi, fotopski vid



Mario Kova...

Transformacije: DCT

- Zašto transformacija u postupcima kompresije slike
 - < izdvajanje detalja koje oko "ne vidi"
- Zahtjevi
 - < koncentracija energije u nižim prostornim frekvencijama
 - < jednostavnost računanja
 - < minimizacija srednje kvadratne pogreške
- Idealna transformacija: KLT (Karhunen-Loeve)
 - < potpuno nepraktična za primjenu
- Veoma bliska po karakteristikama: DCT (Diskretna kosinusna)
 - < praktična za primjenu

Mario Kova...

DCT : Definicija

- Definicija 2D-DCT

$$F(u,v) = \frac{1}{4} C(u) C(v) \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 f(x,y) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{16}$$

$$f(x,y) = \frac{1}{4} \sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 C(u) C(v) F(u,v) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{16}$$

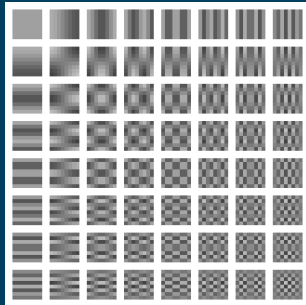
gdje je :

$C(u), C(v) = 1/\sqrt{2}$	za $u,v=0$
$C(u), C(v) = 1$	za $u,v > 0$
$f(x,y)$	element ulaznog podatka
$F(u,v)$	DCT koeficijent

Mario Kova...

DCT : Valni oblici

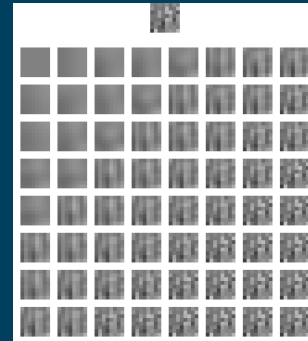
- Valni oblici za 2D-DCT



Mario Kova...

DCT : Primjer

- Stvaranje slikovnog bloka



Mario Kova...

Kvantizacija

- Kvantizacija

$$Q(x(i), i) = \text{zaokruži} \left(\frac{x(i)}{q(i)} \right)$$

- Inverzna kvantizacija

$$x(i) = Q(x(i), i) \cdot q(i)$$

- Prednosti
- Nedostaci

Mario Kova...

Sustavi za kompresiju slike

- Tipičan tijek kompresije



Mario Kova...

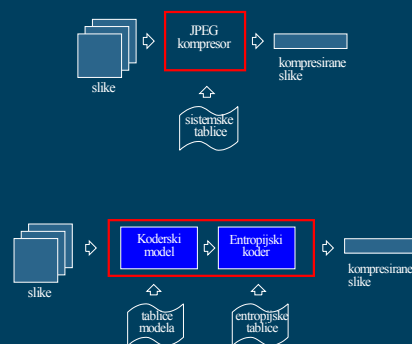
Multimedija, norme: JPEG

- Joint Photographic Expert Group (JPEG)
- Po. etak 1982. - formiranje radne grupe 8 unutar Tehni. kog odbora Međunarodne organizacije za norme (WG8 TC97-SC2 ISO)
- Tijekom slijedećih par godina priključuju se i neke druge međunarodne organizacije (odakle i naziv Joint....) da bi se izbjeglo definiranje različitih međunarodnih normi
- travanj 1990. ISO CD 10918 (Committee Draft)
- 1991. ISO DIS 10918-1 (Draft International Standard) tehni. ke specifikacije
- 1992. ISO DIS 10918-2 testovi za provjeru
- 1994 ISO IS 10918

Mario Kova...

Pregled JPEG postupka

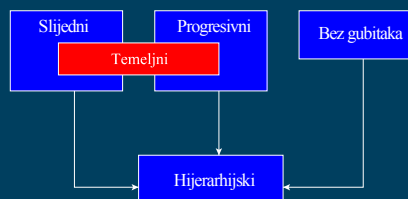
- JPEG sustav na najvišoj razini



Mario Kova...

JPEG : Načini rada

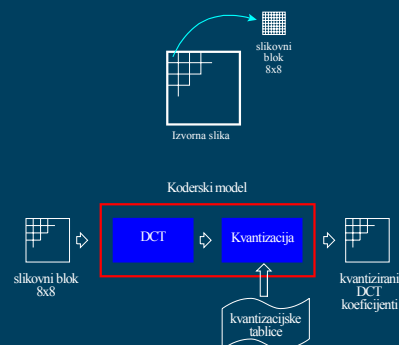
- Slijedni, temeljen na DCT (sequential DCT-based, baseline)
- Progresivni, temeljen na DCT (progressive DCT-based)
- Bez gubitaka (lossless)
- Hijerarhijski (hierarchical)



Mario Kova...

JPEG

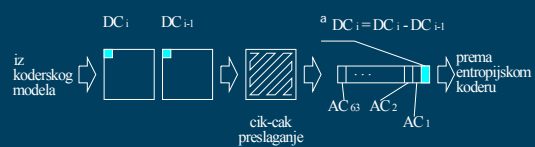
- Kodirski model



Mario Kova...

JPEG

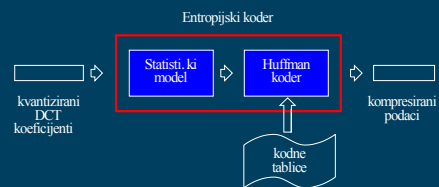
- Tijek podataka između koderskog modela i entropijskog koda



Mario Kova...

JPEG

- Entropijski koder



DC simbol: [kategorija] [amplituda]

AC simbol: [[duljina niza nula], [kategorija]] [amplituda]

Mario Kova...

JPEG

- Definicija kategorija

Kategorija	DC razlika	AC koeficijent
0	0	
1	-1,1	-1,1
2	-3,-2,2,3	-3,-2,2,3
3	-7,...,4,4,...,7	-7,...,4,4,...,7
4	-15,...,8,8,...,15	-15,...,8,8,...,15
5	-31,...,16,16,...,31	-31,...,16,16,...,31
6	-63,...,32,32,...,63	-63,...,32,32,...,63
7	-127,...,64,64,...,127	-127,...,64,64,...,127
8	-255,...,128,128,...,255	-255,...,128,128,...,255
9	-511,...,256,256,...,511	-511,...,256,256,...,511
10	-1023,...,512,512,...,1023	-1023,...,512,512,...,1023
11	-2047,...,1024,1024,...,2047	

Tablica 5.4. Kategorije koeficijenata

Mario Kova...

JPEG

- Definicija simbola

Duljina niza	Kategorija				
	0	1	2	...	10
0	EOB	0/1	0/2	...	0/10
1	x	1/1	1/2	...	1/10
!	x	!	!	...	!
14	x	14/1	14/2	...	14/10
15	ZRL	15/1	15/2	...	15/10

Mario Kova...

JPEG

• Primjer dijela Huffmanove tablice

Duljina niza/Kategorija	Duljina koda	Kodna riječ
0/0 (EOB)	4	1010
0/1	2	00
0/2	2	01
0/3	3	100
0/4	4	1011
0/5	5	11010
0/6	7	1111000
0/7	8	11111000
0/8	10	1111110110
0/9	16	111111110000010
0/10	16	1111111110000011
1/1	4	1100
1/2	5	11011
...

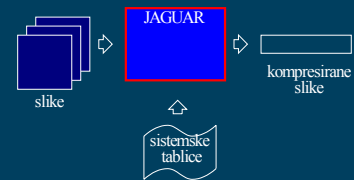
Tabela 5.7 Huffmanove kodne riječi za AC elemente

Mario Kova...

JAGUAR arhitektura

• Postavljeni zahtjevi

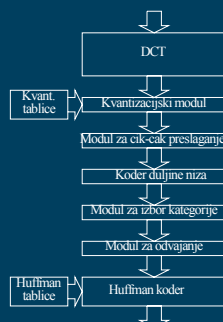
- < efikasna izvedba na integriranom sklopu
- < paralelni na. in. obrade
- < proto. na arhitektura bez povratnih tokova informacija
- < minimalna upravlja. ka logika
- < intenzivna simulacija na svim razinama



Mario Kova...

JAGUAR arhitektura

• Osnovni moduli



Mario Kova...

Matematička podloga za izvedbu DCT

• Problemi pri izvedbi 2D-DCT

- Na. in. ra. unanja
 - < konzervativni na. in: 4096 množenja i 4032 zbrajanja
 - < koriste li pravilo odvojivosti ($2D = 1D + 1D$): 1024 množenja, 896 zbrajanja
 - < potpuno neprakti. no za bilo kakvu primjenu

• Brzi algoritmi

- < Lightenberg, Vetterli
 - 1D-DCT, 13 množenja, 29 zbrajanja
- < Haralick
 - DCT preko DFT
- < Tseng, Miller
 - skalirani DCT preko realne DFT
- < Arai, Agui, Nakajima
 - skalirani DCT preko realne DFT
 - 5 množenja, 29 zbrajanja i 16 dvojnih komplementa (množenje s -1)

Mario Kova...

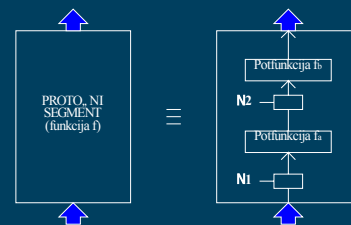
Novi algoritam za DCT

- Modifikacija osnovne ideje algoritma autora Arai, Agui i Nakajima
- Skalirani DCT preko realne DFT
- Poboljšanje zahvaljujući analizi Winogradovih algoritama za DFT
- 5 množenja, 29 zbrajanja i 12 dvojnih komplementa
- Sve operacije mogu se grupirati i izvesti u paralelnim koracima bez povratnih informacija

Mario Kova...

JAGUAR arhitektura

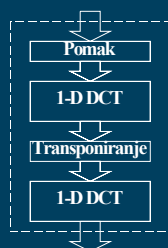
- Načelo vremenskog vopenja



Mario Kova...

JAGUAR arhitektura

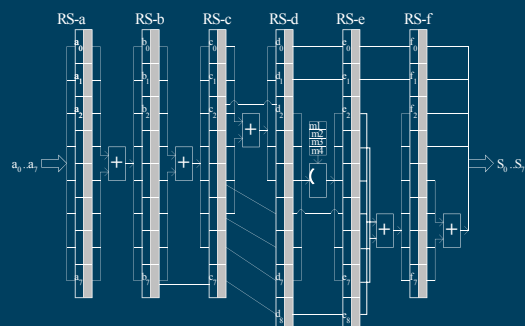
- Sklop za DCT



Mario Kova...

JAGUAR arhitektura

- Sklop za 1D-DCT



Mario Kova...

JAGUAR arhitektura

- Neke karakteristike DCT modula
 - < Sve operacije unutar 1 perioda signala vremenskog vopenja
 - < Potpuno proto.na organizacija
 - < Sklopovi za zbrajanje projektirani kao CLA i optimizirani za postupak kompresije
 - < Sklopovi za množenje organizirani kao Wallace-ova stabla i optimizirani za postupak kompresije

Mario Kova...

JAGUAR arhitektura

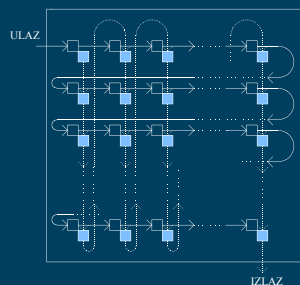
- Vremensko vopenje DCT modula

	A	B	C	D	E	F	F _{ADD}
0	ld0 oe0,oe7						
1	ld1 oe1,oe6	ld0 oe0,oe5	oe0,oe7	oe0,oe7			
2	ld2 oe3,oe4,neg	ld1 oe1,oe4,neg	ld0 oe0,oe3,neg	ld0 oe0,oe1,oe7,m1	ld0,ld1 oe5,oe6	oe0,oe4,oe7	
3	ld3 oe1,oe6,neg	ld2 oe2,oe6	ld1 oe1,oe4	ld1,ld5 oe5,oe6,m4	ld5 oe5,oe6,neg	ld2	oe
4	ld4 oe2,oe5	ld3 oe1,oe4	ld2 oe2,oe5,neg	ld2,ld3,ld5 oe3,oe8,m1	ld8 oe3,oe8	ld3 oe2,oe5,oe6,neg	
5	ld5 oe3,oe4	ld4 oe0,oe5,neg	ld3	ld4 oe4,m2	ld2 oe3,oe8,neg	ld4	oe
6	ld6 oe2,oe5,neg	ld5 oe3,oe7	ld4,ld7 oe6,oe7	ld7,ld8	ld3 oe2,oe7	ld5 oe1,oe5,oe6	
7	ld7 oe0,oe7,neg	ld6 oe3,oe6	ld5		ld4 oe4,oe7	ld6	oe
0		ld7	ld6		ld6 oe0,oe1	ld0,ld1,ld7 oe3,oe4,oe7,neg	
1					ld7		oe

Mario Kova...

JAGUAR arhitektura

- Sklop za transponiranje



Mario Kova...

JAGUAR arhitektura

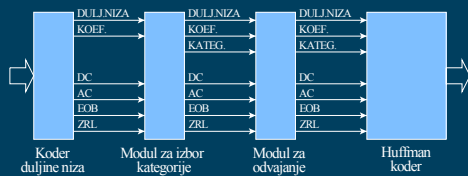
- Kvantizacijski modul



Mario Kova...

JAGUAR arhitektura

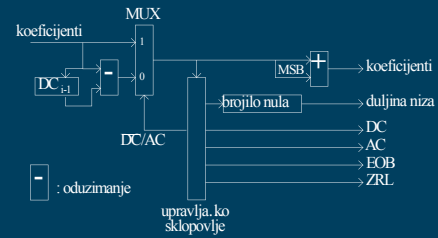
Entropijski koder



Mario Kova...

JAGUAR arhitektura

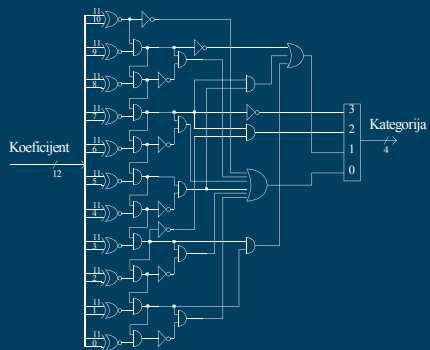
Koder duljine niza



Mario Kova...

JAGUAR arhitektura

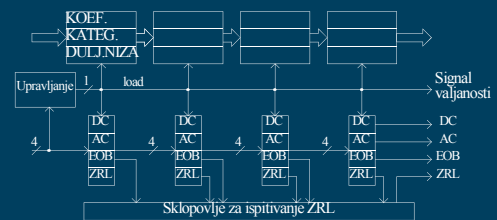
Modul za izbor kategorije



Mario Kova...

JAGUAR arhitektura

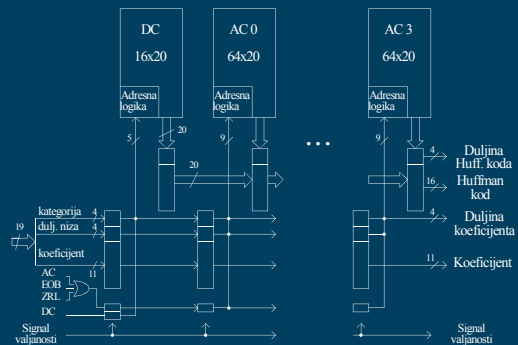
Modul za odvajanje



Mario Kova...

JAGUAR arhitektura

Huffman koder

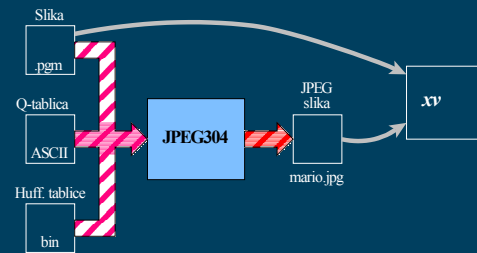


Mario Kova...

Simulacija arhitekture

Simulacija:

- < simulacija algoritma i visoke razine arhitekture u programskom jeziku C
- < TOP-DOWN pristup



Mario Kova...

Slike kompresirane JAGUAR arhitekturom

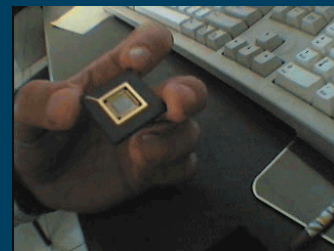
Lenna (omjer 19:1)



Mario Kova...

JAGUAR prototip

- 33.96 mm² aktivne površine
- 6.4 x 6.5 mm² = 41.6 mm² ukupne površine
- CMOS 2MIP tehnologija
- 80 aktivnih izvoda
- Brzina kompresije:
 - < 100 M slikovnih elemenata u sekundi
 - < 30 okvira 1024 x 1024 slika u boji u sekundi
- proizveden u seriji od 14 komada



Mario Kova...

Multimedija, norme : MPEG

- Moving Pictures Expert Group (MPEG)
- Po. etak 1988. - formiranje radne grupe 11 unutar Tehni. kog odbora Međunarodne organizacije za norme (ISO-IEC/JTC1 SC29/WG11)
- 1991. ISO IS 10918 poznat kao MPEG-1 (max. 1.5 Mbit/s)
 - 10918-1 : Systems
 - 10918-2 : Video
 - 10918-3 : Audio
 - 10918-4 : Conformance testing

Mario Kova...

Multimedija, norme : MPEG

- 1990. Po. inje rad na novoj normi 13818 (MPEG-2)
 - 13818-1 : Systems
 - 13818-2 : Video
 - 13818-3 : Audio
 - 13818-4 : Conformance testing
 - 13818-5 : Simulation software
 - 13818-6 : Digital Storage Media Command and Control
 - 13818-7 : Multi-channel Audio Coding
 - 13818-8 : High Quality Video Coding
 - 13818-9 : Real Time Interface
- Nove norme koje su definirane na ovom području su:
 - < MPEG-4 (low bit rates)
 - < MPEG-7

Mario Kova...

MPEG : Video

- MPEG uvodi dva osnovna načela za kompresiju
 - < unutar blokovska kompresija
 - < među blokovska kompresija
- 3 osnovna tipa okvira (slika)
 - < I - okvir
 - < P - okvir
 - < B - okvir
- I-okvir (Intra-frame)
 - < kodiranje ovih slika temelji se SAMO na karakteristikama slike bez povezanosti sa susjednim slikama. Način kodiranja ovih slika vrlo je sličan JPEG kodiranju.
- P - okvir (Predicted frame)
 - < ove slike kodirane su metodama predviđanja i kompenzacije pomaka. U odnosu na prethodne I ili P okvire. Zbog kompenzacije pomaka i kodiranja razlike između predviđenih i stvarnih podataka omjer kompresije za P okvire znatno je veći od I okvira.

Mario Kova...

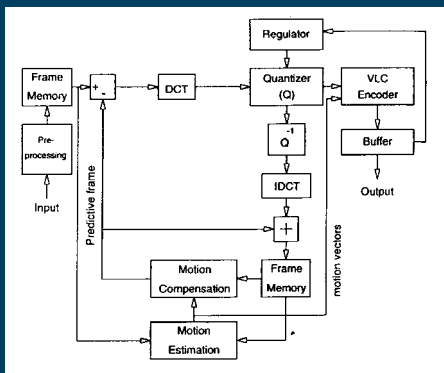
MPEG : Video

- B - okviri (Bidirectionally predicted frames)
 - < B slike koriste mogućnost predviđanja i kompenzacije pomaka u odnosu na prethodnu i/ili slijedeću I ili P sliku i kako B slike ne služe kao reference za kodiranje drugih slika one postižu najveći stupanj kompresije.
- Primjer prosječne veličine slike
 - I: 156 kbit
 - P: 62 kbit
 - B: 15 kbit

Mario Kova...

MPEG : Video

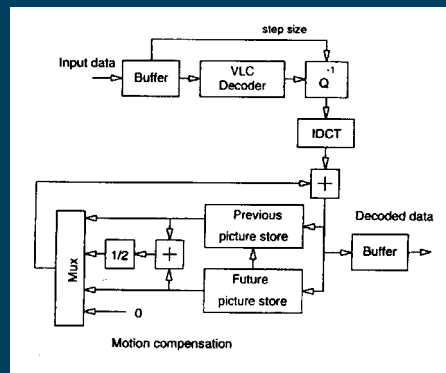
• Organizacija MPEG koda



Mario Kova...

MPEG : Video

• Organizacija MPEG dekodera



Mario Kova...

Zaključak

- Primjena multimedije postaje sve značajnija za globalnu i lokalnu razmjenu informacija
- Za maksimalno iskorištenje dostupnih resursa (ra. unala, komunikacijskih kanala) potrebno je dobro poznavanje osobina svih tipova informacija koje se prenose (slika, zvuk, video, podaci,...)
- Programska/sklopovska dekompresija
- Dobro projektirani sustav za primjenu multimedije omogućiti će efikasnu uporabu svim korisnicima (pa i po. etnicima) i motivirati ih za daljnje korištenje
- "Slika vrijedi tisuću riječi, a multimedija milion"

Mario Kova...