



DIGITÁLNÍ VIDEO



pokus o poodhalení jeho neskutečné obludnosti
(bez jednosměrné jízdenky do blázince)

Petr Lobaz, katedra informatiky a výpočetní techniky
Fakulta aplikovaných věd, Západočeská univerzita v Plzni
19. listopadu 2009

DIGITÁLNÍ VIDEO

- rozlišení
- barevná hloubka
- snímková frekvence
- poměr stran obrazu
- poměr stran obrazového bodu
- gama korekce a barevný prostor
- telecine parametry
- parametry prokládání
- kompresní schéma
- vazba na nástroje pro zpracování videa
- technologie DRM
- ...

ROZLIŠENÍ



ROZLIŠENÍ



DVD

Blu-ray

4K

ROZLIŠENÍ

EVROPSKÁ NORMA PAL (DVD)

720 × 576 obrazových bodů

HDTV (BLU-RAY)

1280 × 720 nebo 1920 × 1080 obrazových bodů

DIGITÁLNÍ ZPRACOVÁNÍ FILMU

typicky až 4000 × 3000 obrazových bodů

BAREVNOST

ČERNOBÍLÝ TV OBRAZ

1 byte na obrazový bod (nepoužívá se)

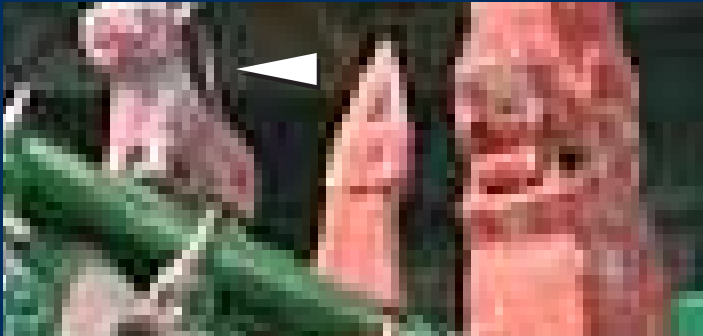
BAREVNÝ TV OBRAZ

1,5 až 3 byte na obrazový bod

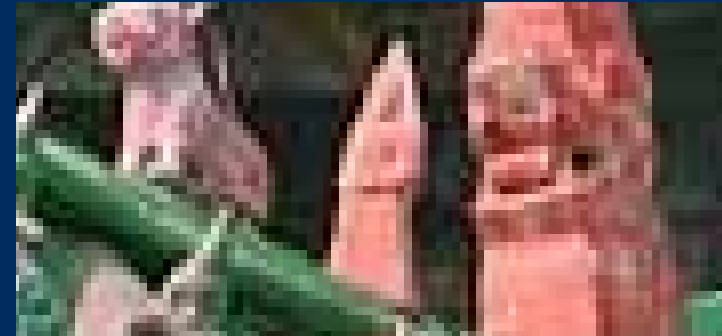
DIGITÁLNÍ ZPRACOVÁNÍ FILMU

typicky až 6 byte na obrazový bod

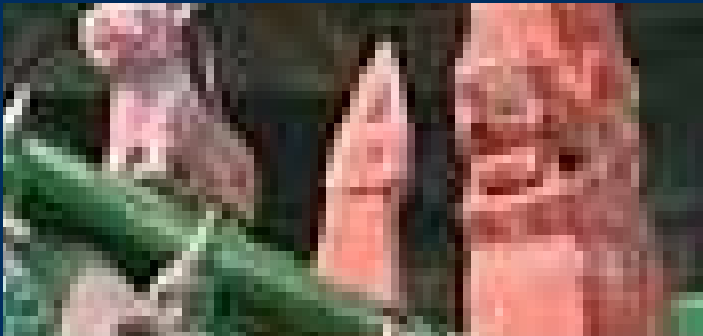
BAREVNOST



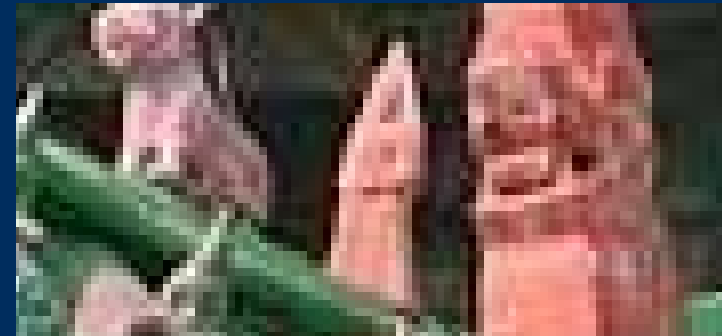
3 byte na obrazový bod



2 byte na obrazový bod



1,5 byte na obrazový bod (PAL)



1,5 byte na obrazový bod (NTSC)

SNÍMKOVÁ FREKVECE

EVROPSKÁ NORMA (PAL)

25 snímků za vteřinu

AMERICKÁ NORMA (NTSC)

29,976 snímků za vteřinu

FILM

typicky 24 snímků za vteřinu

DATOVÝ TOK

PRO BAREVNOU TELEVIZI (DVD)

$720 \times 576 = 414\,720$ obrazových bodů
× 1,5 = 622 080 byte na snímek
× 25 = 15 552 000 byte za vteřinu
× 8 = 124 416 000 bitů za vteřinu

PRO HDTV (BLU-RAY)

$1920 \times 1080 = 2\,073\,600$ obrazových bodů
× 1,5 = 3 110 400 byte na snímek
× 25 = 77 760 000 byte za vteřinu
× 8 = 622 080 000 bitů za vteřinu

DATOVÝ TOK

STANDARDNÍ DATOVÉ TOKY

CD mechanika	1,5 Mbit/s
DVD mechanika	10,1 Mbit/s
Blu-ray mechanika	54,0 Mbit/s
běžný HDD	~ 200,0 Mbit/s

NEKOMPRIMOVANÉ VIDEO

DVD rozlišení	124,4 Mbit/s
Blu-ray rozlišení	622,1 Mbit/s
filmové rozlišení	až 13824,0 Mbit/s

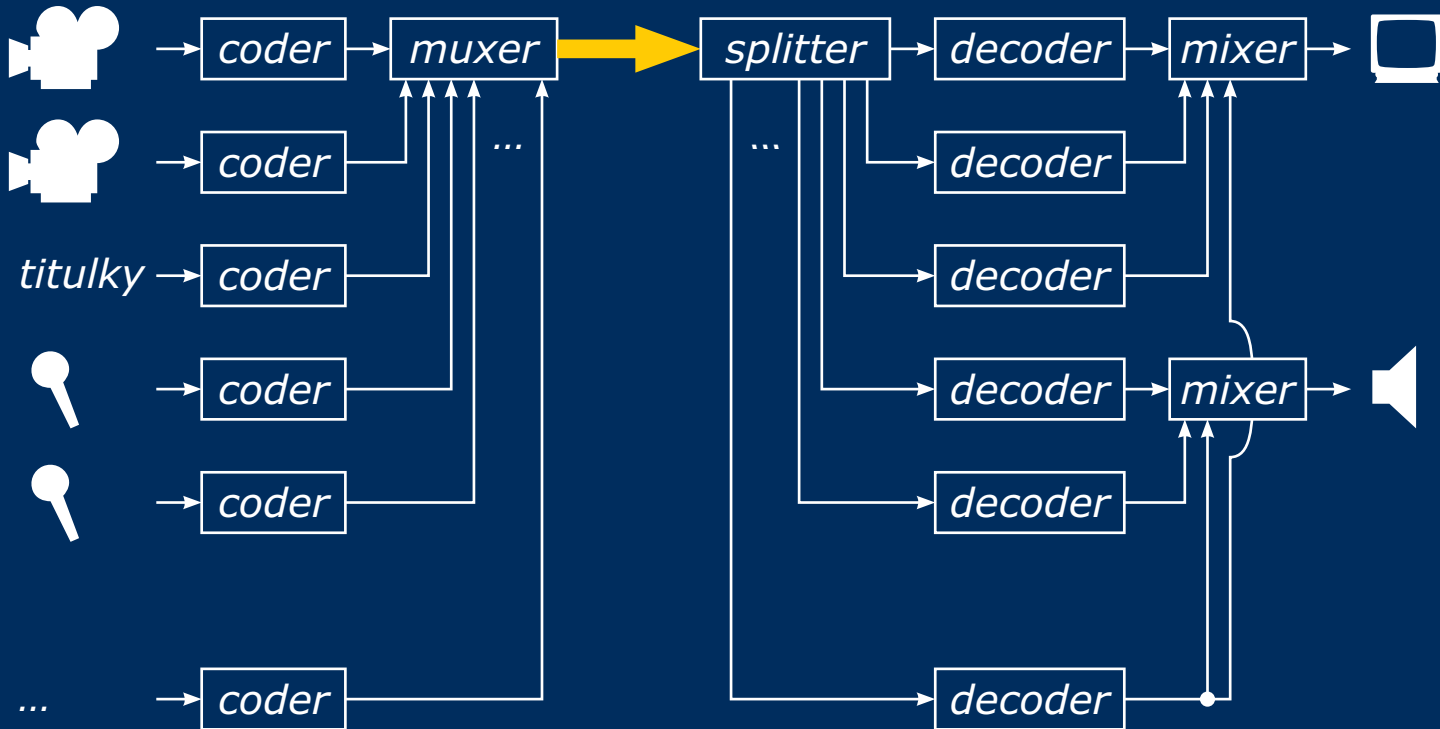
⇒ **KOMPRESSE DAT**

CO K VIDEOU PATŘÍ?

- zvukové stopy
- titulkové stopy
- alternativní videostopy
- metadata
- technické údaje uložení
(počty stop, kompresní schémata, ...)
- ...

⇒ **KONTEJNEROVÁ STRUKTURA**

POSTUP ZPRACOVÁNÍ



POSTUP ZPRACOVÁNÍ

- codec (coder/decoder)
- muxer
- splitter (demuxer)

- mixer
- renderer

ZÁKLADNÍ KONTEJNERY

AVI

- Microsoft; překonaný, ale rozšířený formát
- záhlaví (technické údaje o programu), prokládaná data video (1 stopa) a audio (více stop), index

MKV

- open-source kontejner, větší možnosti než AVI
- podpora modernějších kodeků, titulky, přílohy, ...

MPG/TS

- kontejnerové struktury sdružení MPEG
- základ pro DVD, DVB, Blu-ray, ...

KOMPRESSE MPEG-1 VIDEO

- kousek jedné řádky obrázku: 5 2 4 5

- běžné vyjádření

$$5 \cdot [1 \ 0 \ 0 \ 0] + \begin{array}{|c|c|c|} \hline \blacksquare & \square & \square \\ \hline \end{array}$$

$$2 \cdot [0 \ 1 \ 0 \ 0] + \begin{array}{|c|c|c|} \hline \square & \blacksquare & \square \\ \hline \end{array}$$

$$4 \cdot [0 \ 0 \ 1 \ 0] + \begin{array}{|c|c|c|} \hline \square & \square & \blacksquare \\ \hline \end{array}$$

$$5 \cdot [0 \ 0 \ 0 \ 1] = \begin{array}{|c|c|c|} \hline \square & \square & \blacksquare \\ \hline \end{array}$$

$$[5 \ 0 \ 0 \ 0] +$$

$$[0 \ 2 \ 0 \ 0] +$$

$$[0 \ 0 \ 4 \ 0] +$$

$$[0 \ 0 \ 0 \ 5] =$$

$$[5 \ 2 \ 4 \ 5]$$

- alternativní vyjádření

$$3 \cdot [1 \ 1 \ 1 \ 1] + \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \\ \hline \end{array}$$

$$2 \cdot [1 \ 0 \ 0 \ 1] + \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \blacksquare & \square & \square & \blacksquare \\ \hline \end{array}$$

$$-1 \cdot [1 \ 1 \ 0 \ 0] + \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \blacksquare & \blacksquare & \square & \square \\ \hline \end{array}$$

$$1 \cdot [1 \ 0 \ 1 \ 0] = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \blacksquare & \square & \blacksquare & \square \\ \hline \end{array}$$

$$[3 \ 3 \ 3 \ 3] +$$

$$[2 \ 0 \ 0 \ 2] +$$

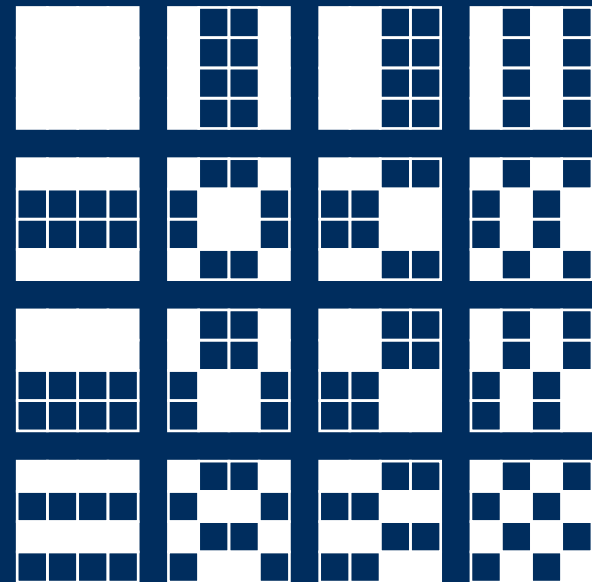
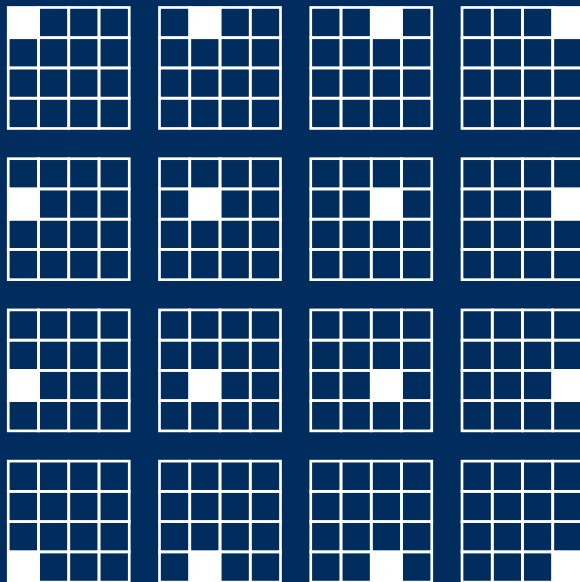
$$[-1 \ -1 \ 0 \ 0] +$$

$$[1 \ 0 \ 1 \ 0] =$$

$$[5 \ 2 \ 4 \ 5]$$

KOMPRESSE MPEG-1 VIDEO

- kousek jednoho obrázku (4×4 obrazové body)
- běžné vyjádření
- alternativní vyjádření



KOMPRESSE MPEG-1 VIDEO

- oddělení jasové a barevné informace
$$Y \doteq 0,3 \cdot R + 0,6 \cdot G + 0,1 \cdot B$$
$$C_B \doteq B - Y$$
$$C_R \doteq R - Y$$
- rozklad do bloků 8×8 obrazových bodů
- převod bloku do alternativního popisu (diskrétní kosinová transformace – DCT)
- zaokrouhlení alternativního popisu (kvantizace)
- cik-cak převod do řady čísel
- náhrada sekvencí nul jejich počtem

KOMPRESSE MPEG-1 VIDEO

31	46	62	88	97	95	92	82
83	108	98	126	158	111	97	90
103	131	124	116	151	144	104	104
136	144	133	127	134	151	133	134
191	216	196	148	136	148	143	117
139	203	216	240	237	147	107	65
122	118	176	255	255	161	58	21
141	122	131	172	166	99	29	3

*původní
obrázek*



128.30	19.57	-34.22	5.22	2.76	-5.36	-2.64	0.35
-23.72	-38.10	30.56	-2.97	-8.02	-2.80	-0.62	0.16
-30.40	-3.40	-22.22	4.72	13.45	2.99	-0.53	0.13
9.86	1.54	-8.32	-7.19	-3.15	2.54	-4.25	1.23
-11.60	-2.46	26.32	-0.27	-6.22	4.87	3.20	-2.16
-3.22	-12.21	-12.13	2.29	4.46	2.22	4.11	-1.82
-2.65	1.89	1.90	-3.03	-4.19	-2.38	-1.40	0.47
-0.10	1.91	3.35	1.91	-3.33	0.89	3.91	-0.19

*alternativní
popis
(DCT
koeficienty)*

KOMPRESSE MPEG-1 VIDEO

128.30	19.57	-34.22	5.22	2.76	-5.36	-2.64	0.35
-23.72	-38.10	30.56	-2.97	-8.02	-2.80	-0.62	0.16
-30.40	-3.40	-22.22	4.72	13.45	2.99	-0.53	0.13
9.86	1.54	-8.32	-7.19	-3.15	2.54	-4.25	1.23
-11.60	-2.46	26.32	-0.27	-6.22	4.87	3.20	-2.16
-3.22	-12.21	-12.13	2.29	4.46	2.22	4.11	-1.82
-2.65	1.89	1.90	-3.03	-4.19	-2.38	-1.40	0.47
-0.10	1.91	3.35	1.91	-3.33	0.89	3.91	-0.19

*alternativní
popis
(DCT
koeficienty)*

128.00	20.00	-33.00	4.00	5.00	-6.00	0.00	0.00
-24.00	-40.00	30.00	0.00	-10.00	0.00	0.00	0.00
-30.00	-6.00	-18.00	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00
8.00	0.00	-12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-10.00	0.00	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-6.00	-12.00	-18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

*alternativní
popis
(DCT
koeficienty)
po
zaokrouhlení*

KOMPRESSE MPEG-1 VIDEO

128.00	20.00	-33.00	4.00	5.00	-6.00	0.00	0.00	<i>alternativní</i>
-24.00	-40.00	30.00	0.00	-10.00	0.00	0.00	0.00	<i>popis</i>
-30.00	-6.00	-18.00	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	<i>(DCT</i>
8.00	0.00	-12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>koeficienty)</i>
-10.00	0.00	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>po</i>
-6.00	-12.00	-18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>zaokrouhlení</i>
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

CIK-CAK PŘEVOD

128, 20, -24, -30, -40, -33, 4, 30, -6, 8, -10, 0, -18, 0, 5, -6, -10, 0,
-12, 0, -6, 0, -12, 30, 0, 15, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -18, 0, 0, 0, ..., 0

NÁHRADA SHLUKŮ NUL (ILUSTRATIVNĚ)

128, 20, -24, -30, -40, -33, 4, 30, -6, 8, -10, 0, -18, 0, 5, -6, -10, 0,
-12, 0, -6, 0, -12, 30, 0, 15, **7×0**, -18, **KONEC**

KOMPRESSE MPEG-1 VIDEO



31	46	62	88	97	95	92	82
83	108	98	126	158	111	97	90
103	131	124	116	151	144	104	104
136	144	133	127	134	151	133	134
191	216	196	148	136	148	143	117
139	203	216	240	237	147	107	65
122	118	176	255	255	161	58	21
141	122	131	172	166	99	29	3

*původní
obrázek*



31	38	51	83	110	96	80	92
91	102	105	116	132	119	98	98
96	123	130	132	148	143	116	101
136	154	140	118	130	142	131	121
207	211	183	152	149	145	129	122
151	181	214	240	237	172	93	59
93	122	183	251	250	149	47	16
157	133	136	173	164	79	23	39

*obrázek
po
kompresi*

KOMPRESSE MPEG-1 VIDEO



původní obrázek



obrázek po kompresi

KOMPRESSE MPEG-1 VIDEO

ODHADNUTÝ SNÍMEK

- ve videu snímky F , G , kódujeme snímek G :



- posun zeleného bloku: -4 b. vodorovně, -1 b. svisle
- obrazová data:

2	2	2	2
0	2	2	2
0	0	0	2
0	0	0	0

F

1	2	2	2
0	2	2	2
0	0	1	2
0	0	0	0

G

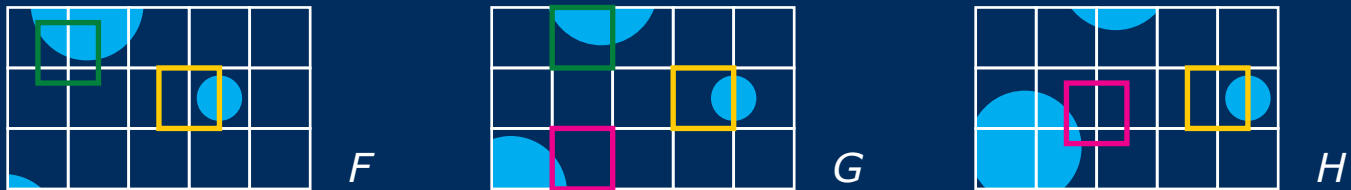
1	0	0	0
0	0	0	0
0	0	1	0
0	0	0	0

$F - G$

KOMPRESSE MPEG-1 VIDEO

ZPĚTNĚ ODHADNUTÝ SNÍMEK

- ve videu snímky F, G, H, kódujeme snímek G:



- posun zeleného bloku: $(-4, -1)$ oproti F
- posun červeného bloku: $(4, 3)$ oproti H
- posun žlutého bloku: $(-4, 0)$ oproti F; $(4, 0)$ oproti H

KOMPRESSE MPEG-1 VIDEO

- snímek I:
kódován nezávisle na ostatních
- snímek P:
odhad z předchozího snímku typu P nebo I
- snímek B:
odhad z následujícího nebo okolních snímků P nebo I

- snímky ve videu

1 **I** 2 **B** 3 **B** 4 **P** 5 **B** 6 **B** 7 **P** 8 **I** 9 **B** 10 **B** 11 **P** ...

- snímky v proudu dat

1 **I** 4 **P** 2 **B** 3 **B** 7 **P** 5 **B** 6 **B** 8 **I** 11 **P** 9 **B** 10 **B** ...

AUTORSKÝ ZÁKON

- Zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů
- výrazněji novelizován zákonem č. 81/2005 Sb. a 216/2006 Sb.
- práva autora k jeho dílu
- související práva (výkonného umělce, výrobce záznamu, právo vysílatele, právo zveřejnitelé, právo nakladatele, právo pořizovatele k databázi), ochrana práv podle tohoto zákona, kolektivní správa práv, ...