

dr inż. Piotr Ody

# FORMATY OBRAZU RUCHOMEGO

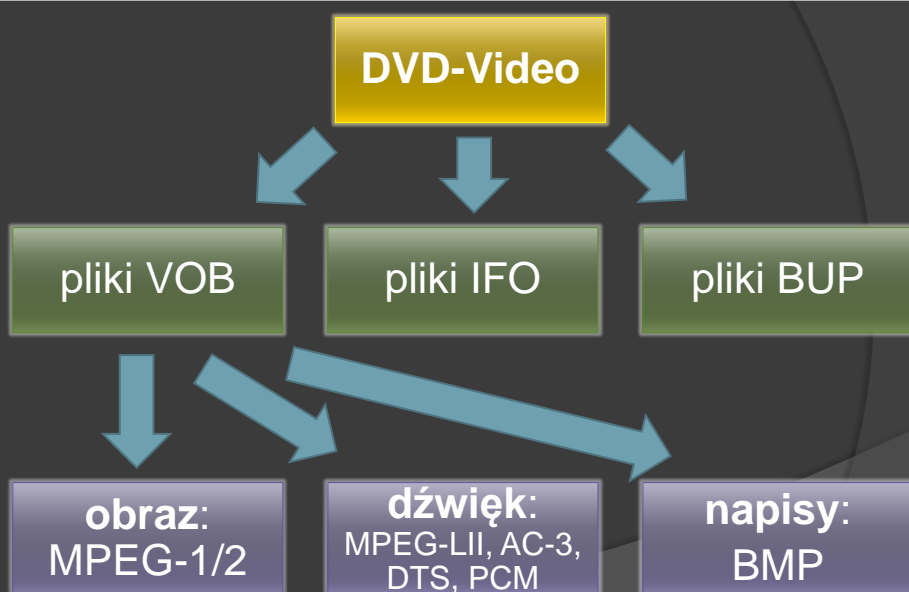
## Kontener



## Formaty - podziały

- ⦿ format pliku
  - kontener dla danych
  - WAV, AVI, BMP
- ⦿ format kompresji
  - bezstratna/stratna
  - ADPCM, MPEG, JPEG, RLE
- ⦿ format zapisu (nośnika)
  - ściśle określona struktura plików
    - CD-Audio, DVD-Video
  - rodzaj nośnika
    - CC, DAT, ADAT

## Formaty - przykład

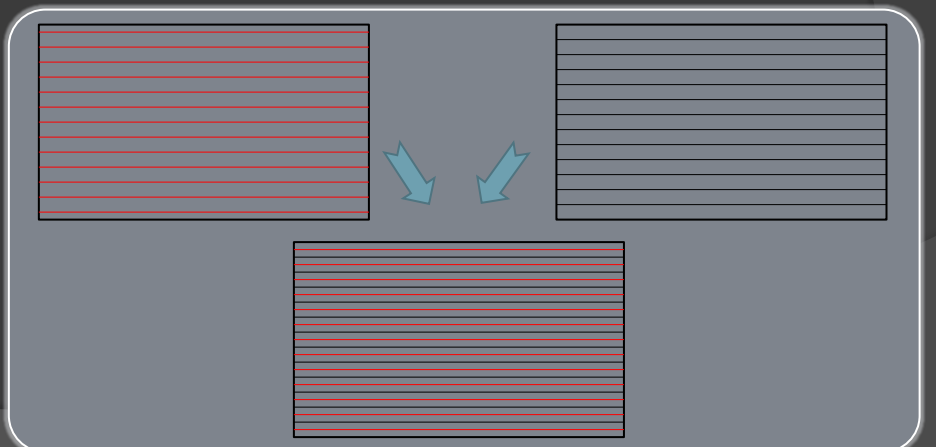


## Standardy telewizji kolorowej (SD)

- ⦿ Europa
  - PAL/SECAM
  - standard 625linii/50Hz
  - rozdzielczości: 768x576, 720x576, 704x576 (tzw. pełny PAL), 384x288, 352x288 (tzw. połówka PAL'u)
- ⦿ Ameryka
  - NTSC
  - standard 525linii/60Hz
  - rozdzielczości: 640x480, 720x480 (tzw. pełny NTSC), 352x240, 320x240 (tzw. połówka NTSC)
- ⦿ Formaty „sprzętowe”
  - Betacam SP, Digital Betacam, DV, DV-CAM, DVC-PRO

## Przeplot

- ⦿ zamiast przesyłać po kolei kolejne linie obrazu, linie nieparzyste i parzyste przysyłane są naprzemiennie

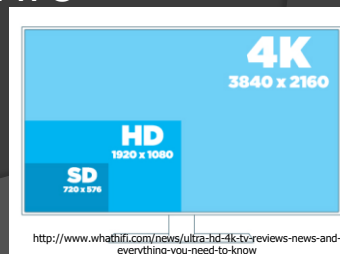


## HDTV – High Definition TV

- znaczne zwiększenie rozdzielczości obrazu
  - 1920x1080 (1080)
  - 1280x720 (720)
- skanowanie progresywne (oznaczenie „p”)
  - skanowanie z przeplotem - „i”
- dwa formaty stosowane powszechnie: 1080i oraz 720p
  - oba w wersjach 50/60
  - HDV, AVCHD, DVCPRO HD, HDCAM
  - DVB
  - Blu-ray

## Ultra HD TV - 4k

- 4-krotnie większa rozdzielczość niż w HD
  - 3840x2160
- na rynku dostępne głównie telewizory
- obecnie przekazy telewizyjne przede wszystkim testowe
- konieczne wykorzystanie kodeków wydajniejszych niż MPEG-4 AVC
  - HEVC



## Formaty obrazu cyfrowego

---

- ⦿ częstotliwość próbkowania składowej luminancji
  - dla SD (CCIR 601, D1 video): 13,5MHz
  - dla HD: 74,25MHz
- ⦿ rozdzielczości bitowe
  - typowo: 8 bitów
  - sprzęt profesjonalny: 10 bitów
  - dla UHDTV definiuje się nawet 12 bitów

## Parametry a wielkość pliku

---

- ⦿ dla RGB lub YUV 4:4:4
  - przepływność 270Mbit/s
  - 1 minuta -> ~2GB
- ⦿ dla YUV 4:2:0
  - przepływność 135Mbit/s
  - 1 minuta -> ~1GB
- ⦿ dla formatu DVD
  - przepływność (średnia) 4Mbit/s
  - 133 minut -> ~4,7GB

## Kompresja obrazu ruchomego

---

- ⦿ sygnał wizyjny można traktować jako sygnał o czterech wymiarach:
  - atrybuty pojedynczego piksela
  - rozdzielczość w poziomie
  - rozdzielczość w pionie
  - czas
- ⦿ każdy z tych wymiarów może podlegać kompresji

## Kompresja obrazu ruchomego

---

- ⦿ obraz ruchomy (animacja, wideo) powstaje z sekwencji obrazów statycznych
- ⦿ w procesie kompresji wykorzystuje się
  - metody kompresji obrazów statycznych
  - metody kompresji wykorzystujące właściwości ruchu obiektów w kolejnych ramkach obrazu ruchomego.
- ⦿ dwie płaszczyzny kompresji obrazu ruchomego:
  - kompresja wewnątrzramkowa,
  - kompresja międzyramkowa.

## Kompresja wewnątrzramkowa

---

- ⦿ polega na redukcji nadmiaru informacji przestrzennej w obrębie jednej ramki (ang. *spatial redundancy reduction*)
- ⦿ służy głównie do kompresji pojedynczych obrazów nieruchomych
- ⦿ może służyć do kodowania pojedynczych ramek w sekwencji sygnału wizyjnego.
- ⦿ **opiera się na analogicznych algorytmach, jak w przypadku obrazów nieruchomych**

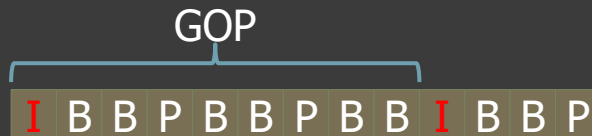
## Kompresja międzyramkowa

---

- ⦿ kolejne obrazy w sekwencji niewiele się od siebie różnią –możliwa jest redukcja nadmiaru informacji czasowej między kolejnymi ramkami sygnału wizyjnego
- ⦿ redukcja nadmiaru informacji czasowej polega na wyszukaniu różnic między kolejnymi ramkami i odpowiednim ich kodowaniu
- ⦿ metody kompresji międzyramkowej:
  - kodowanie różnicowe (ang. difference coding),
  - blokowe kodowanie różnicowe (ang. block based difference coding),
  - kompensacja ruchu (ang. motion compensation).

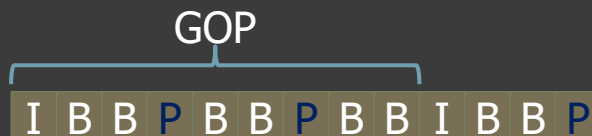
## Struktura ramek w MPEG

- ◉ ramki typu I (*intra frames*)
  - zakodowane podobnie do JPEG, oparte na DCT
  - używane jako swobodny punkt dostępu do strumienia danych MPEG
  - rozpoczynają każdy GOP
  - charakteryzują się najmniejszym współczynnikiem kompresji



## Struktura ramek w MPEG

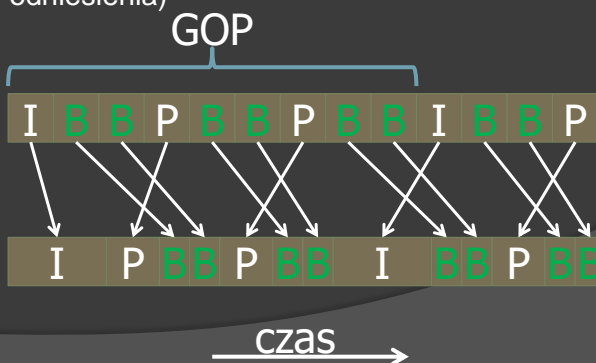
- ◉ ramki typu P (*predicted frames*)
  - zakodowane przy użyciu kodowania predykcyjnego w przód
  - ramka odniesienia (I lub P) nie musi bezpośrednio poprzedzać danej ramki
  - współczynnik kompresji ramek typu P jest znacznie większy niż dla ramek typu I



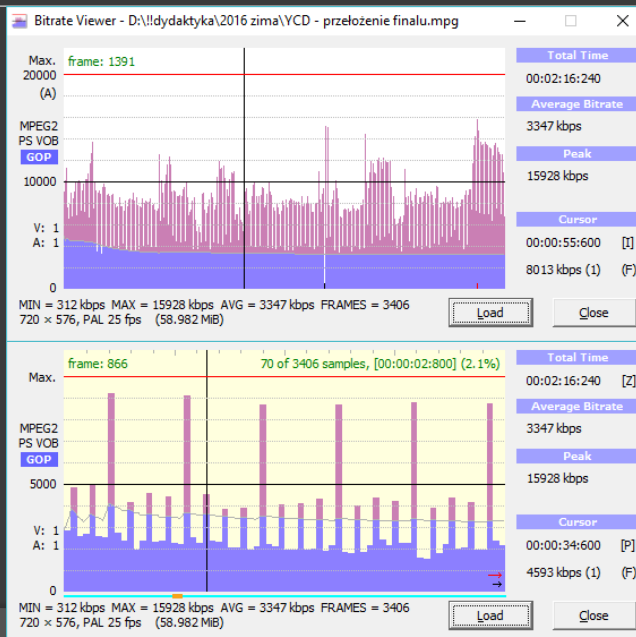


# Struktura ramek w MPEG

- ◉ ramki typu B (*bidirectional frames*)
  - o zakodowane przy użyciu dwóch ramek referencyjnych: byłej i przyszłej (I lub P)
  - o współczynnik kompresji dla ramek typu B osiąga największe wartości
  - o konieczna zmiana kolejności transmisji obrazów (najpierw ramki odniesienia)

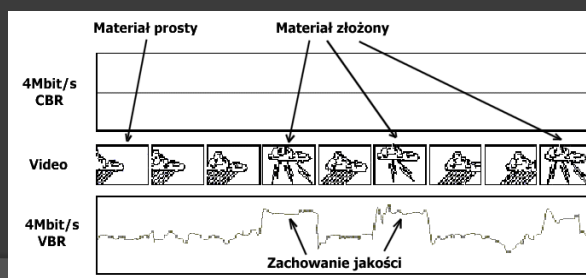


# Struktura ramek



## Przepływność

- CBR (*Constant Bit Rate*) - utrzymywana jest stała przepływność niezależnie od materiału wejściowego
- VBR (*Variable Bit Rate*) - chwilowa przepływność dostosowywana jest do sygnału wejściowego
  - parametrem może być jakość sygnału po kompresji, wielkość pliku lub średnia przepływność (ABR)



## Kompresja perceptualna

- można wyeliminować z sygnału część informacji, nie powodując jednocześnie pogorszenia jego subiektywnej jakości, bo oko nie jest doskonałym przetwornikiem
  - oko jest bardziej wrażliwe na zmiany luminancji niż chrominancji
  - przy gwałtownych zmianach obrazu, oko nie dostrzega wszystkich detali

## Formaty AV - przykłady

### Formaty AV – AVI (\*.avi)

---

- ⦿ Audio Video Interleave – opracowany przez Microsoft na początku lat 90-tych
  - dane wizyjne i foniczne są umieszczone naprzemiennie
  - teoretycznie możliwość umieszczania większej liczby ścieżek audio (a także napisów)
  - OpenDML AVI – usunięcie limitu wielkości pliku
- ⦿ możliwość stosowania praktycznie nieograniczonej liczby formatów kompresji
  - do identyfikacji użytego kodeka służy kod FourCC
  - problemy z synchronizacją A/V w przypadku fonii w MP3 VBR i AAC

# Formaty AV – AVI (\*.avi)

## ● struktura pliku

- „hdr1” – nagłówek
  - informacje o kodeku, rozdzielczości i liczbie ramek na sekundę
- „movi” – dane wizyjno-foniczne
- „idx1” – indeks (zapisywany na końcu pliku)
  - całkowita liczba ramek oraz informacje o ramkach kluczowych
  - problem w przypadku uszkodzenia pliku

```
RIFF\09 AVI LIST\01 hdr1avih8 @\$ + * \ } + f +
LIST\01 str1strh8 vidsmjpg
D + f + MJPG
JUNK\01
LIST\01 str1strh8 auds
strf U \ 6\ N
LIST\01 odaldmlh\
VirtualDub build 23350/release
LIST\01 movi00dcB
DivX503b1393p LIST\01 movi00dcj\ '6 p
.XviD0041 *+ t\ wCz\ UGH\*f\wJf\tr\Su\ü st\.. g\B\pQZ
```

# Formaty AV – AVI (\*.avi)

```
HexEdit - D:\part corr2.avi
File Edit Find View About
0 52 49 46 46 a6 9d a2 00 41 56 49 20 4c 49 53 54 RIFF...AVI LIST
10 ec 11 00 00 68 64 72 6c 61 76 69 68 38 00 00 00 ...hdr1avih8...
20 e2 85 01 00 70 25 08 00 00 00 00 00 10 00 00 00 ...p\...
30 c8 00 800 00 00 0800 00 01 00 00 00 00 00 00 00 ...X...
40 20 03 00 00 58 02 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ...LIST...
50 00 00 00 00 00 00 00 00 00 4c 49 53 54 94 10 00 00 str1strh8...vids
60 73 74 72 6c 73 74 72 68 38 00 00 00 76 69 64 73 GPJM...
70 47 50 4a 4d 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 #'...
80 e8 03 00 00 23 27 00 00 00 00 00 00 c8 00 00 00
90 a7 db 00 00 ff ff ff ff 00 00 00 00 00 00 00 00
a0 20 03 58 02 73 74 72 66 28 00 00 00 28 00 00 00 .X.strf(...
b0 20 03 00 00 58 02 00 00 01 00 18 00 4d 4a 50 47 ...X...MJPG
c0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
d0 00 00 00 00 4a 55 4e 4b 18 10 00 00 00 00 00 00
e0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
f0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
100 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
110 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
120 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
130 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
140 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
150 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
160 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
170 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
180 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
```

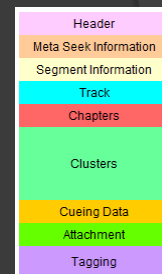
## Formaty AV – MPEG-2 PS/TS (\*.mpg/\*.ts/\*.m2ts)

- ⦿ przeznaczony do przechowywania i transmisji danych wideofonicznych
- ⦿ każdy ze strumieni danych jest dzielony na pakiety (*Packetized Elementary Stream – PES*)
- ⦿ wersje
  - **program stream** - przede wszystkim DVD-Video (\*.vob)
    - wizja: MPEG-1, MPEG-2
    - fonia: AC-3, DTS, MPEG, PCM
    - napisy: BMP (4 bity)
    - do użycia przy założeniu braku błędów transmisji
  - **transport stream** - DVB, Blu-ray
    - wizja: MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 ASP, H.264, VC-1, HEVC
    - fonia: AC-3, DTS, MPEG, AAC
    - napisy itp.
    - główna różnica: częste powtarzania nagłówka
      - pakiet długości 188 bajtów, w tym 4 bajty nagłówka

## Formaty AV – Matroska (\*.mkv)



- ⦿ Open Source
  - jeden z najpopularniejszych kontenerów
- ⦿ brak ograniczenia wielkości plików
- ⦿ bezproblemowe łączenie obrazu, dźwięku i napisów
  - dźwięk VBR
  - obraz VFR (Variable Frame Rate)
- ⦿ obsługa menu i dodatkowych danych sterujących (np. menu, rozdziały)
- ⦿ dane AV zapisywane w klastrach
- ⦿ narzędzia: mkvtoolnix, mkvmerge, tsMuxeR
- ⦿ obecny także w telewizorach i stacjonarnych odtwarzaczach
- ⦿ uproszczona wersja: \*.webm (YouTube)



## Formaty AV – QuickTime (\*.mov/\*.qt)

---

- ⦿ standard Apple-owski
- ⦿ odpowiednik Windowsowego AVI
  - wzbogacony o możliwość tworzenia panoram
  - obsługa streamingu
- ⦿ ściśle powiązanie z odtwarzaczem QuickTime

## Formaty AV – Windows Media Video (\*.wmv)

---

- ⦿ w zasadzie kontener Advanced System Format (\*.asf)
  - przeznaczenie pierwotne: streaming
- ⦿ możliwość umieszczania w jednym pliku strumieni AV o zupełnie różnych parametrach
- ⦿ obsługa metadanych
- ⦿ obsługa DRM
- ⦿ możliwość stosowania kodeków przede wszystkim Microsoftowych (Windows Media)

## Formaty AV - MPEG-4 Part 14 (\*.mp4)

- powiązany z formatami kompresji opartymi na MPEG-4
  - wizja: MPEG-1, MPEG-2, H.263, MPEG-4 ASP, VC-1/WMV, H.264/MPEG-4 AVC, HEVC
  - fonia: MPEG-1 Layers I, II, III, AAC, AC-3, Vorbis, Apple Lossless, CELP (mowa)
  - napisy: MPEG-4 Timed Text
- bazuje na kontenerze QuickTime-a
- możliwość streamingu
- obsługa menu

Koniec...