

dr inż. Piotr Ody

# FORMATY OBRAZU RUCHOMEGO

1

## Kontener



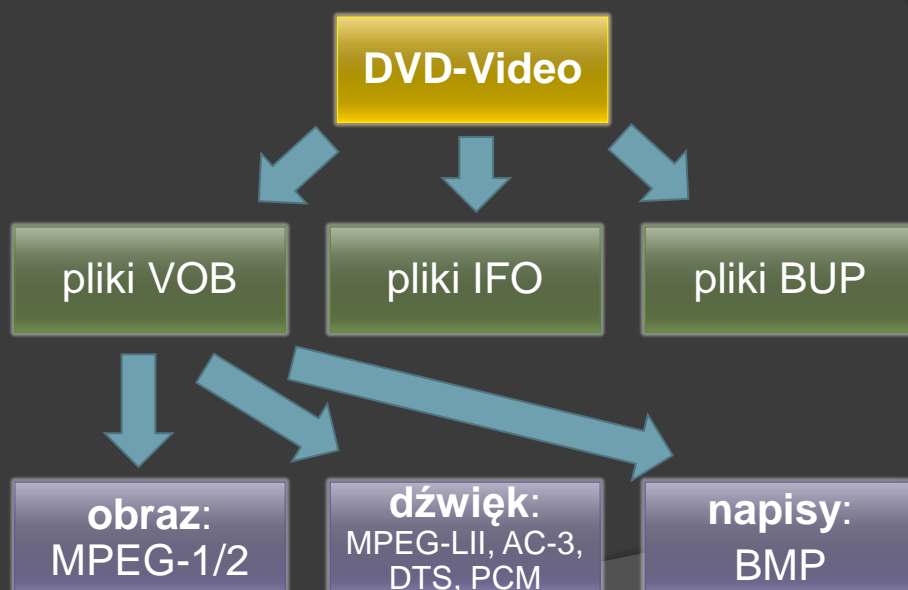
2

## 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

3

## Formaty - przykład



4

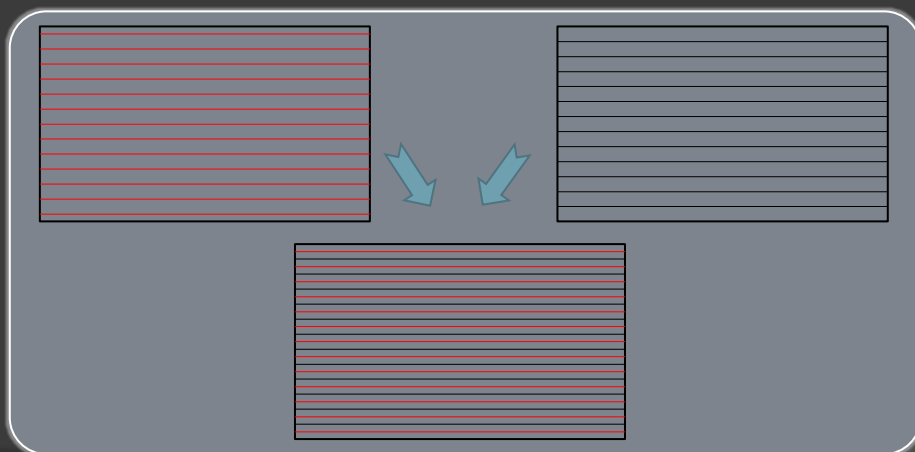
## Standardy telewizji kolorowej (SD)

- Europa
  - TV analogowa
    - PAL/SECAM
    - standard 625 linii/50Hz
  - cyfrowo
    - typowa rozdzielczość: 720x576
- Ameryka
  - TV analogowa
    - NTSC
    - standard 525 linii/60Hz
  - cyfrowo
    - typowa rozdzielczość: 720x480

5

## Przeplot

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



6

## HDTV – High Definition TV

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

7

## Ultra HD TV - 4k/8k

- ⦿ 4k - 4-krotnie większa rozdzielczość niż w HD: **3840x2160**
  - wciąż niewiele kanałów nadających w 4k
  - 4k najczęściej pojawia się w streamingu
- ⦿ 8k: 7680x4320
  - dostępne pierwsze telewizory
  - smartfon z kamerą 8k - Samsung Galaxy S20 Ultra
- ⦿ konieczne wykorzystanie kodeków wydajniejszych niż MPEG-4 AVC
  - HEVC
  - AV1
  - VVC



8

## 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

9

## Parametry a wielkość pliku (HD)

- dla RGB lub YUV 4:4:4
  - 1920 x 1080 x 25 x 24bit
  - przepływność ~1,2Gbit/s
  - 1 minuta -> ~9GB
- dla YUV 4:2:0
  - przepływność ~0,6Gbit/s
  - 1 minuta -> ~4,5GB
- dla formatu Blu-ray (z kompresją stratną)
  - przepływność (średnia) 25Mbit/s
  - 133 minut -> ~25GB

15

## 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.

18

## 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.

19

## Kompresja międzyramkowa

- kolejne obrazy w sekwencji niewiele się od siebie różnią – możliwa jest redukcja nadmiaru informacji czasowej między kolejnymi ramkami sygnału wizyjnego



kadr z filmu „Mumia” („The Mummy”, 1999)

20

## Kompresja międzyramkowa

- kolejne obrazy w sekwencji niewiele się od siebie różnią – możliwa jest redukcja nadmiaru informacji czasowej między kolejnymi ramkami sygnału wizyjnego



kadr z filmu „Mumia” („The Mummy”, 1999)

21

## Kompresja międzyramkowa

- kolejne obrazy w sekwencji niewiele się od siebie różnią – możliwa jest redukcja nadmiaru informacji czasowej między kolejnymi ramkami sygnału wizyjnego



kadr z filmu „Mumia” („The Mummy”, 1999)

22

## Kompresja międzyramkowa

- kolejne obrazy w sekwencji niewiele się od siebie różnią – możliwa jest redukcja nadmiaru informacji czasowej między kolejnymi ramkami sygnału wizyjnego



kadr z filmu „Mumia” („The Mummy”, 1999)

23



## Kompresja międzyramkowa

- kolejne obrazy w sekwencji niewiele się od siebie różnią – możliwa jest redukcja nadmiaru informacji czasowej między kolejnymi ramkami sygnału wizyjnego



kadr z filmu „Mumia” („The Mummy”, 1999)

24

## Kompresja międzyramkowa

- 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*).

25

## Kompresja międzyramkowa



<https://youtu.be/TDXyHKvZVmU>

fragment filmu „Osaczeni” („Entrapment”, 1999)

26

## Kompresja międzyramkowa



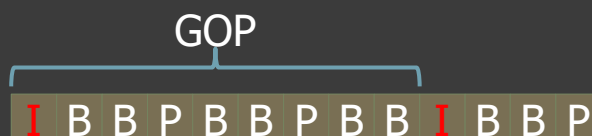
<https://youtu.be/Whqoif7hWTA>

fragment filmu „Mumia” („The Mummy”, 1999)

27

## Struktura ramek w MPEG

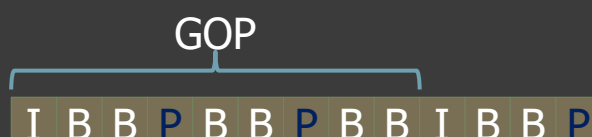
- ramki typu I (ang. *intra frames*)
  - zakodowane podobnie do JPEG, oparte na DCT
  - używane jako swobodny punkt dostępu do strumienia danych MPEG
  - rozpoczynają każdy GOP (*Group of Pictures*)
  - charakteryzują się najmniejszym współczynnikiem kompresji



28

## Struktura ramek w MPEG

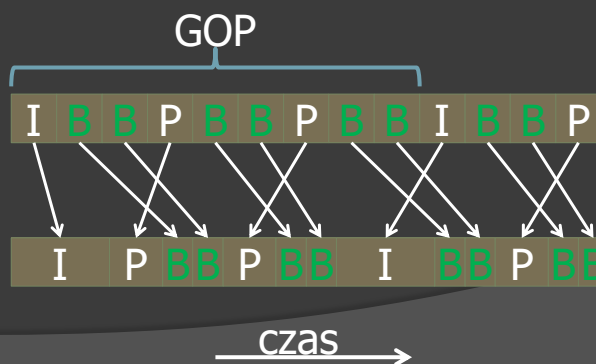
- ramki typu P (ang. *predicted frames*)
  - zakodowane przy użyciu kodowania predykcyjnego w przód
  - ramka odniesienia (I lub P) nie musi bezpośrednio poprzedzać danej ramki
  - współczynnik kompresji ramek typu P jest znacznie większy niż dla ramek typu I



29

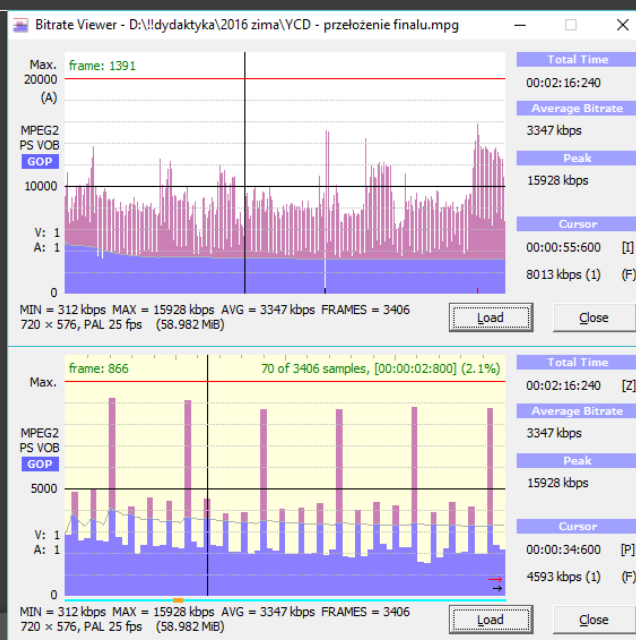
## Struktura ramek w MPEG

- ◉ ramki typu B (ang. *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)



30

## Struktura ramek



31

## Zagadka

Mamy dwa strumienie wideo zakodowane w następujący sposób:

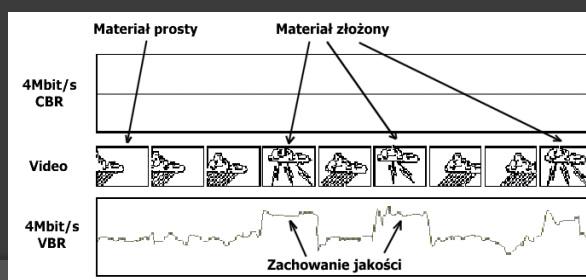
1. IBBPBBPBBIBBPBBPBBI....
2. IPIPIPIPIP....

Zakładając, że oba strumienie mają być wizualnie (jakościowo) identyczne, który ze strumieni wymagać będzie większej przepływności?

32

## 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)



33

## Kodeki

- ⦿ MJPEG
- ⦿ MPEG-1
- ⦿ MPEG-2
- ⦿ MPEG-4 ASP
- ⦿ MPEG-4 AVC (h.264)
- ⦿ HEVC (h.265, MPEG-H Part 2)
- ⦿ VVC (h.266)
  
- ⦿ VP8
- ⦿ VP9
  
- ⦿ AV1

34

## Formaty AV – AVI (\*.avi)

- ⦿ Audio Video Interleave – opracowany przez Microsoft na początku lat 90-tych
  - dane wizyjne i dźwiękowe są umieszczone naprzemiennie
  - teoretycznie możliwość umieszczenia większej liczby ścieżek audio (a także napisów)
- ⦿ 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

36

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

- standard Apple-owski
- odpowiednik Windowsowego AVI
- kiedyś ściśle powiązany z odtwarzaczem QuickTime
- używany także w sprzęcie profesjonalnym (np. kamery)
- możliwość użycia wiele kodeków (obrazu i dźwięku)

41

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

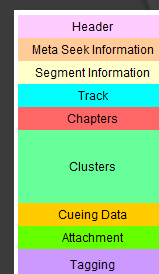
- przeznaczony do przechowywania i transmisji danych wideofonicznych
- wersje
  - **program stream** - przede wszystkim DVD-Video (\*.vob)
    - do użycia przy założeniu braku błędów transmisji
  - **transport stream** - DVB, Blu-ray, kamery
    - główna różnica: częste powtarzania nagłówka
- pozwala na użyciu wielu kodeków
  - wizja: MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 ASP, H.264, VC-1, HEVC
  - fonia: AC-3, DTS, MPEG, AAC
  - napisy: BMP (4 bity)

42

## Formaty AV – Matroska (\*.mkv)



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



43

## 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 optymalizacji dla potrzeb streamingu
- ⦿ obsługa materiałów 360 stopni
- ⦿ obsługa menu

44



Koniec...