

Zniekształcenia dźwięku i obrazu

Opracowali:

dr inż. Piotr Suchomski

dr inż. Piotr Ody



1

Wprowadzenie

- nie ma urządzeń doskonałych
 - każde urządzenie wprowadza do sygnału (fonicznego bądź wizyjnego) zniekształcenia
- zniekształcenia przyjmują różne formy, w zależności od miejsca, w którym powstają
 - optyczne
 - elektryczne
 - analogowe <-> cyfrowe
 - wynikające z kompresji

2

Zniekształcenia dźwięku

3

Rodzaje zniekształceń dźwięku

- najczęściej obserwowane zniekształcenia to:
 - zniekształcenia liniowe,
 - zniekształcenia nieliniowe,
 - zniekształcenia fazowe.

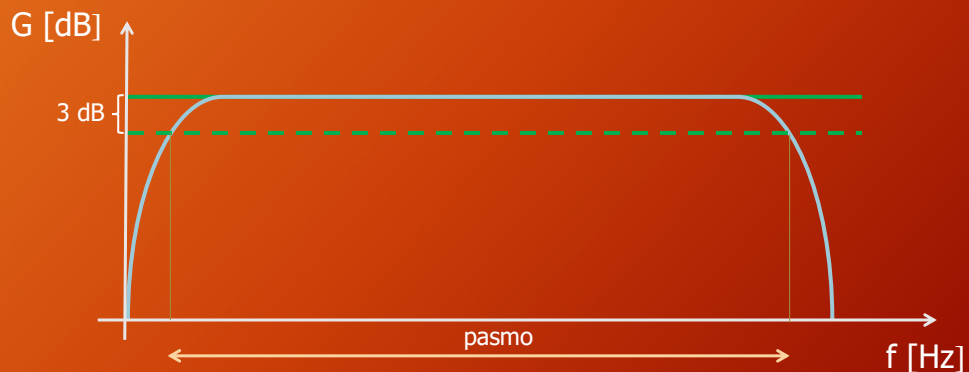
4

Zniekształcenia liniowe dźwięku

- dotyczą charakterystyki częstotliwościowej
 - teoretycznie ch-ka powinna być płaska
 - w praktyce występują zafalowania
 - pasmo podaje się z uwzględnieniem pewnego marginesu - typowo wynosi on 3dB
- zniekształcenia liniowe
 - wpływają na amplitudę i fazę
 - nie zmieniają kształtu sinusoidy

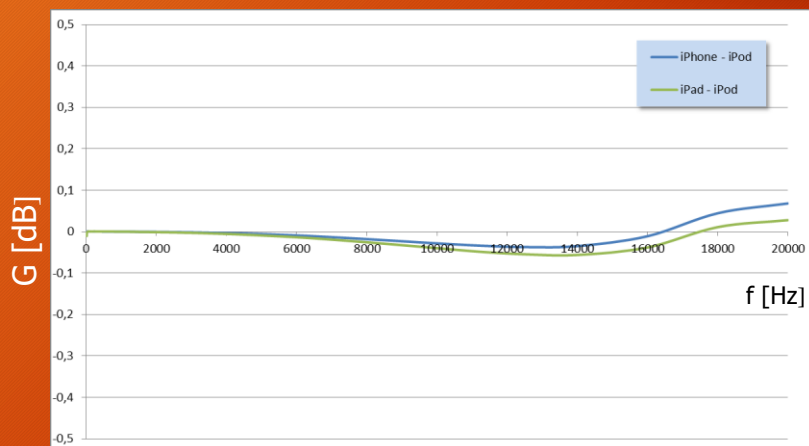
5

Zniekształcenia liniowe



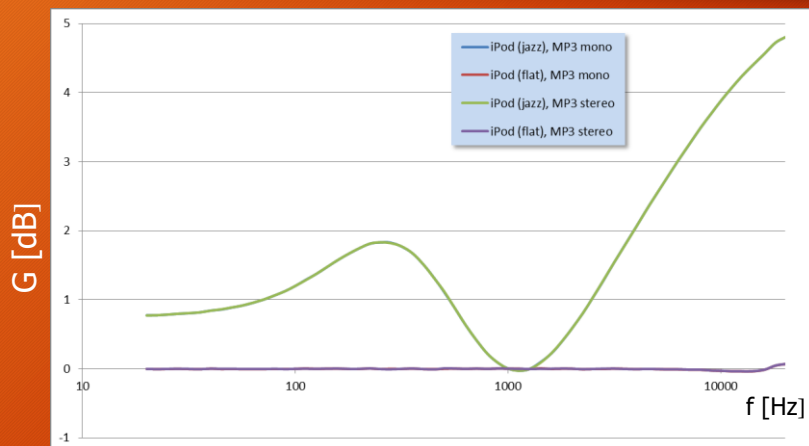
6

Zniekształcenia liniowe



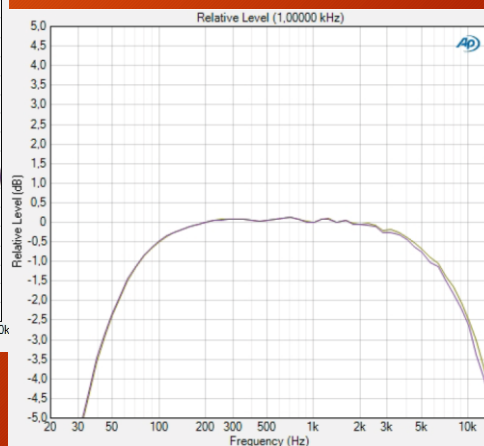
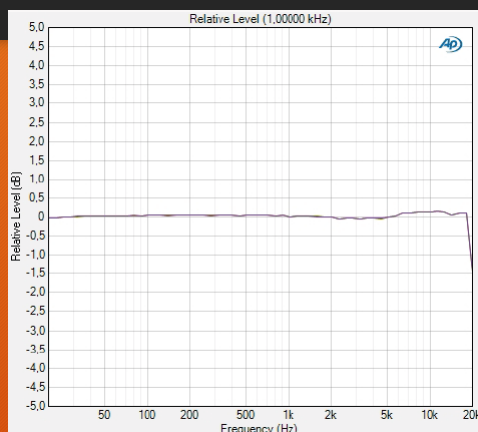
7

Zniekształcenia liniowe



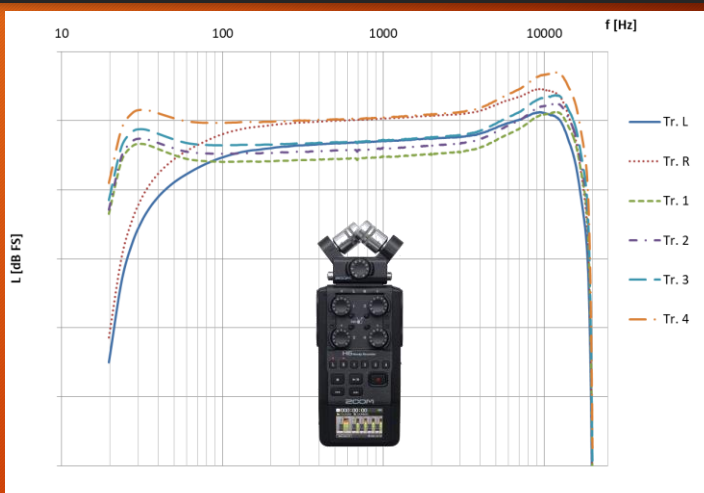
8

Zniekształcenia liniowe



9

Zniekształcenia liniowe



10

Zniekształcenia nieliniowe

- zniekształcenia nieliniowe powstają wtedy, gdy właściwości urządzenia przetwarzającego dźwięk zależą od poziomu tego dźwięku.
- w wyniku zniekształceń nieliniowych sygnał sinusoidalny jest przez to urządzenie zniekształcony, co powoduje powstanie dodatkowych składowych harmoniczných.

11

Zniekształcenia nieliniowe

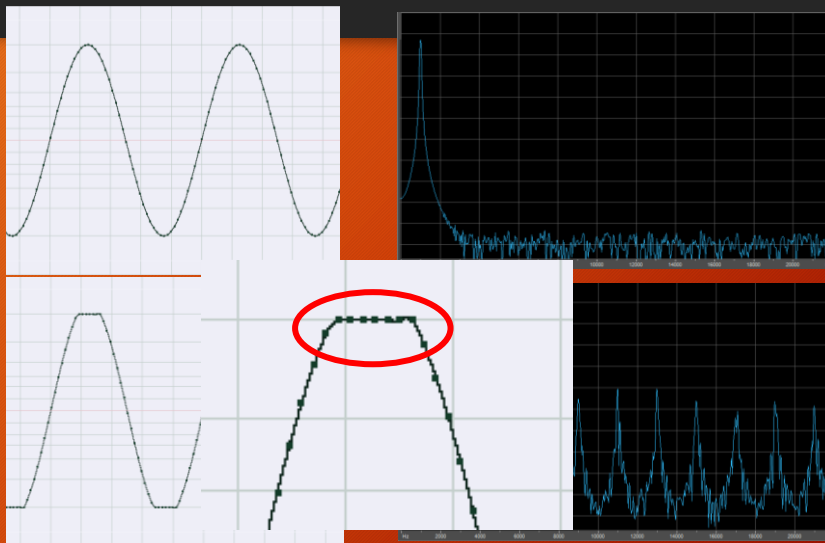
- najczęściej używaną miarą zniekształceń nieliniowych jest współczynnik zawartości harmoniczných (*Total Harmonic Distortion*):

$$THD[\%] = \frac{\sqrt{H_2^2 + H_3^2 + H_4^2 + H_5^2 + \dots + H_N^2}}{\sqrt{H_1^2 + H_2^2 + H_3^2 + H_4^2 + \dots + H_N^2}} \times 100\%$$

- przykładem zniekształceń nieliniowych może być efekt przesterowania wzmacniacza lub głośnika.

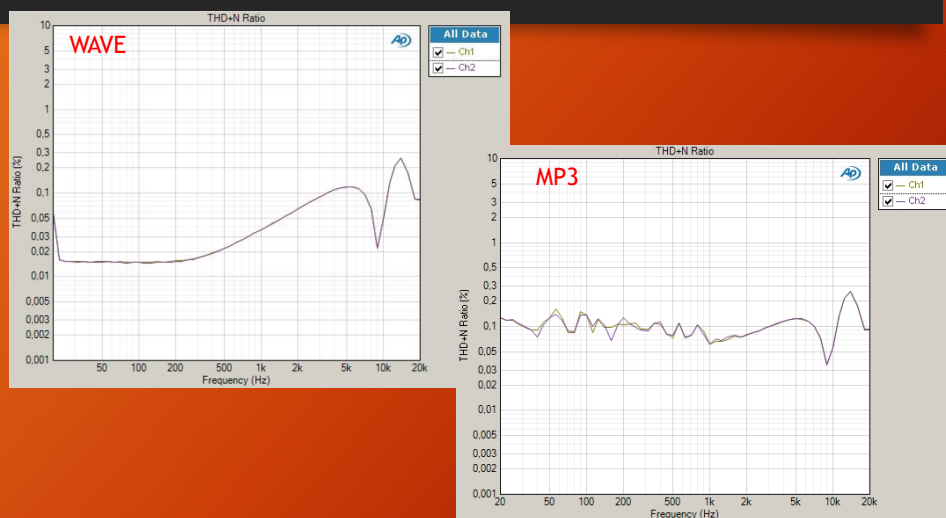
12

Zniekształcenia nieliniowe



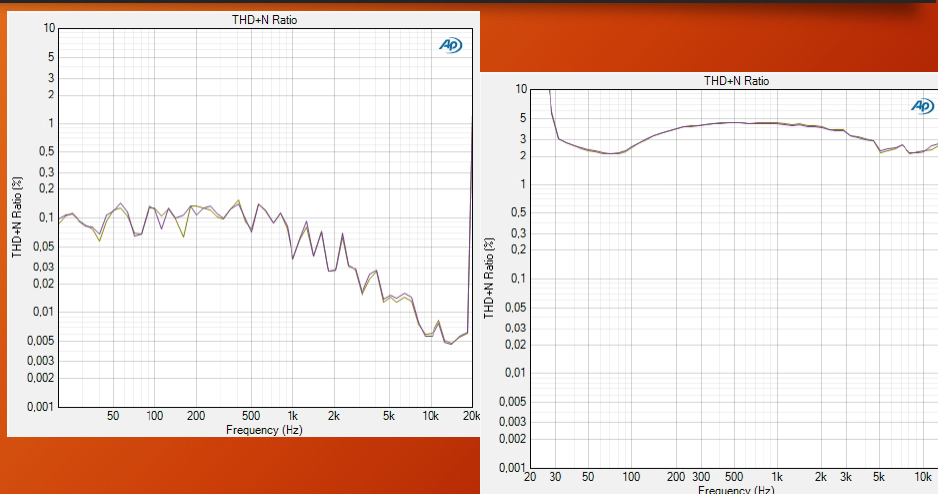
13

Zniekształcenia nieliniowe



14

Zniekształcenia nieliniowe



15

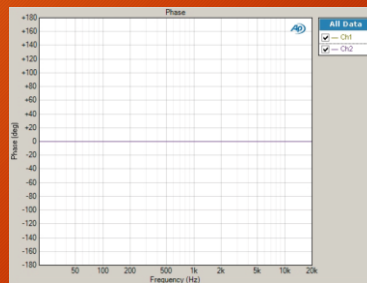
Zniekształcenia fazowe dźwięku

- zniekształcenia fazowe powstają na skutek różnych opóźnień poszczególnych składowych sygnału dźwiękowego
- generalnie składowe o wyższych częstotliwościach mają większe opóźnienia niż składowe o niskich częstotliwościach
- głównym źródłem tych zniekształceń są filtry, korektory częstotliwości czy długie przewody sygnałowe

16

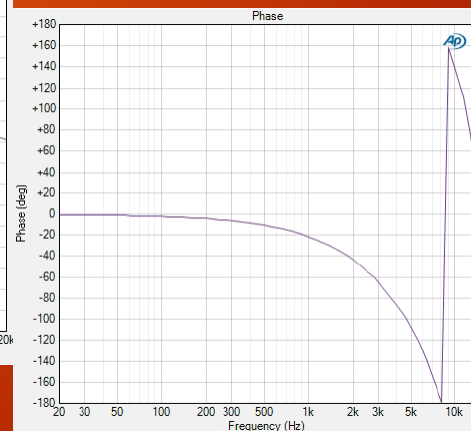
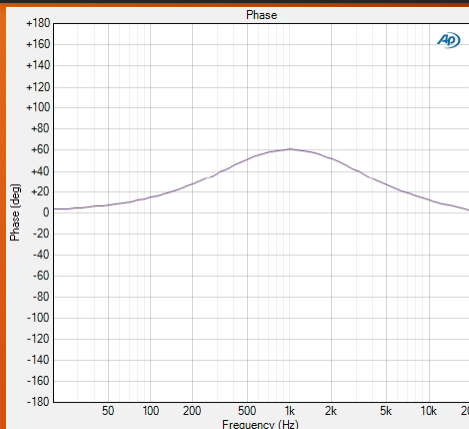
Zniekształcenia fazowe

- zniekształcenia fazowe utrudniają lokalizację przestrzenną dźwięku.
- w skrajnym przypadku przy przesunięciu o 180 stopni (przeciwfaza) może dojść do wygaszania się dźwięków.



17

Zniekształcenia fazowe



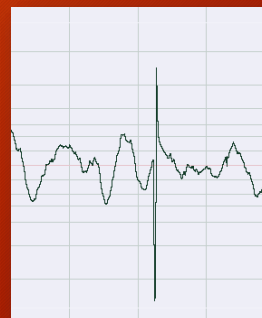
18

Zakłócenia dźwięku

19

Rodzaje zakłóceń dźwięku

- Zakłócenia dźwięku mogą mieć charakter:
 - chwilowy (np. trzaski, dropy itp.)
 - płyta gramofonowa
 - brak synchronizacji urządzeń cyfrowych
 - ubytki warstwy magnetycznej taśm (analogowych i cyfrowych)



20

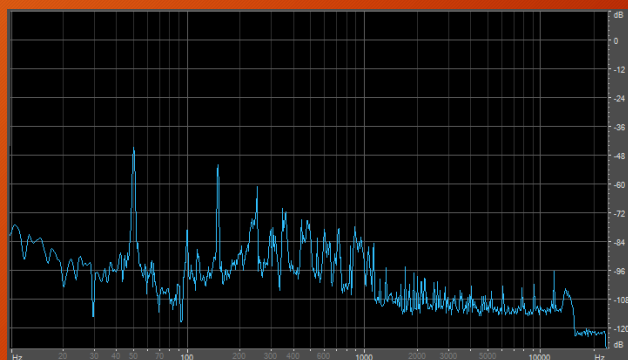
Usuwanie zakłóceń impulsowych

- dwa podejścia do usuwania zakłóceń impulsowych:
 - wygładzanie sygnału przez filtrację dolnoprzepustową lub medianową (przetwarzanie całego sygnału, wprowadzanie dodatkowych zniekształceń)
 - dwuetapowy algorytm, który najpierw dokonuje detekcji zakłócenia w sygnale, a następnie usuwa go i rekonstruuje w tym miejscu przetwarzany sygnał dźwiękowy.

21

Rodzaje zakłóceń dźwięku

- Zakłócenia dźwięku mogą mieć charakter:
 - ciągły (np. szумы, przydźwięk)



23

Usuwanie szumu

- nie zawsze usuwanie szumu jest konieczne!
- metod usuwania szumu nie należy mylić z bramką szumu.
- w procesie usuwania szumu chodzi o takie przetworzenie dźwięku, aby zawarty w nim szum był jak najmniej słyszalny.
- najczęściej wykorzystywaną metodą usuwania szumu jest metoda odejmowania widmowego.
 - metoda ta może bazować wyłącznie na obliczeniach statystycznych lub może wykorzystywać model perceptualny słuchu człowieka.

25

Odejmowanie widmowe

- polega na
 - systematycznym określaniu średniego widma sygnału i średniego widma szumu we fragmentach nagrania
 - dokonywaniu odejmowania obu reprezentacji widmowych
- w ten sposób uzyskuje się poprawę średniego stosunku sygnału do szumu.

26

Odejmnowanie widmowe

- sygnał zaszumiony może być opisany wzorem:

$$y[m] = x[m] + n[m]$$

gdzie $x[m]$ to sygnał użyteczny a $n[m]$ jest niepożądanym szumem/zakłóceniami

- w dziedzinie widma widmo sygnału ma postać:

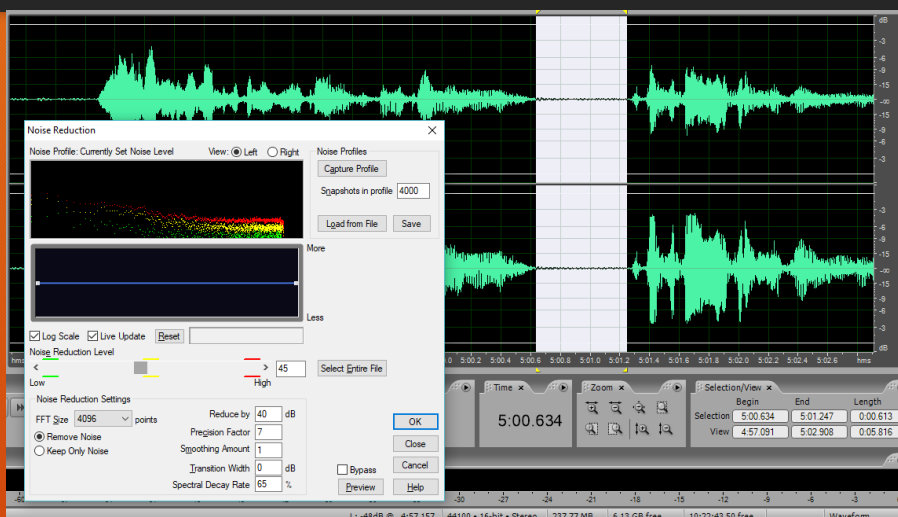
$$X(j\omega) = Y(j\omega) - N(j\omega)$$

- ponieważ widmo zakłóceń $N(j\omega)$ jest nieznane, używa się estymaty $N_e(j\omega)$

$$|X(j\omega)|^2 = |Y(j\omega)|^2 - |N_e(j\omega)|^2$$

27

Odejmnowanie widmowe



28

Zniekształcenia obrazu

29

Zniekształcenia obrazu

- mimo coraz doskonalszej techniki tworzenia obrazów cyfrowych, zwłaszcza fotografii cyfrowych, obrazy te nie są wolne od zniekształceń.
- wśród najczęściej spotykanych zniekształceń obrazów cyfrowych należy wyróżnić:
 - zniekształcenia geometryczne,
 - zniekształcenia tonalne,
 - szумы i zakłócenia.

30

Zniekształcenia geometryczne

- najczęściej są wynikiem niedoskonałości układów optycznych aparatów lub niewłaściwym fotografowaniem.
- występują na skutek:
 - nieliniowości układów przeglądania,
 - nierównoległości płaszczyzn obrazu i elementu fotoczulego,
 - własności fizycznych toru optycznego,
 - obrotu, ruchu aparatu, kamery,
 - zmiany skali.

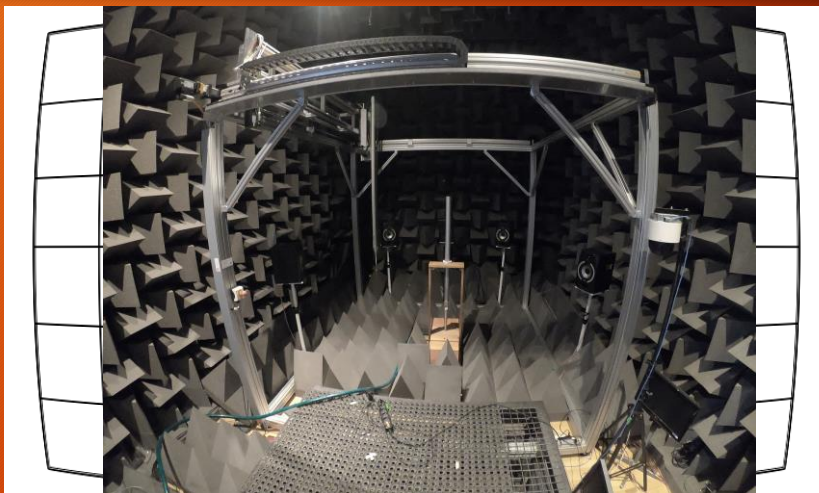
31

Zniekształcenia geometryczne

- Najbardziej typowe zniekształcenia to:
 - zniekształcenie beczkowe - obraz jest lekko sferyczny, charakterystyczne dla obiektywu szerokokątnego, zbyt bliskie fotografowanie
 - zniekształcenie poduszkowe - obraz jest lekko wklęsły, ściągnięte do środka, charakterystyczne dla teleobiektywów (duży zoom)
 - zniekształcenia trapezowe

32

Zniekształcenie beczkowe



34

Zniekształcenie poduszkowe



35

Zniekształcenie trapezowe



36

Metody usuwania zniekształceń geometrycznych

- Funkcje korekty zniekształceń geometrycznych są wbudowane w większość popularnych narzędzi do przetwarzania obrazów cyfrowych
 - i w same aparaty cyfrowe
- Wśród metod korekcji można wyróżnić:
 - aproksymacje transformacji wielomianem,
 - przekształcenia rozciągające,
 - przekształcenia afiniczne.

37

Metody usuwania zniekształceń geometrycznych



38

Winietowanie

- Objawia się niedoświetleniem brzegów kadru.
- Może być spowodowane niedoskonałością optyki lub/i niewłaściwym oświetleniem sceny



39

Aberracja chromatyczna

- Wada układu optycznego powstała w wyniku różnych odległości ogniskowych (różna wartość współczynnika załamania) dla poszczególnych składowych światła białego.
- Objawia się pojawianiem kolorowych obwódek na krawędziach obiektów (granice kontrastowe).



41

Aberracja chromatyczna

- Wada układu optycznego powstała w wyniku różnych odległości ogniskowych (różna wartość współczynnika załamania) dla poszczególnych składowych światła białego.
- Objawia się pojawianiem kolorowych obwódek na krawędziach obiektów (granice kontrastowe).



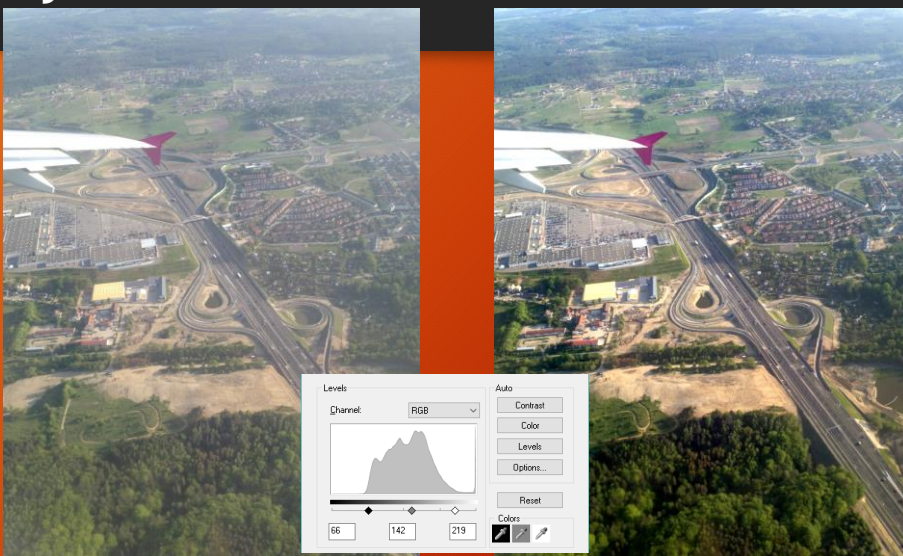
42

Korekcja tonalna

- Korekcja tonalna jest wymagana w sytuacji gdy parametry ekspozycji obrazu cyfrowego były nieprawidłowe.
- Popularne narzędzia do obróbki obrazów posiadają następujące funkcje, które pozwalają dokonać korekcji tonalnej obrazu:
 - Zmiana kontrastu i jasności,
 - Korekcja za pomocą poziomów,
 - Korekcja za pomocą krzywych.

43

Korekcja tonalna



44

„Przepalone” zdjęcie



45

„Przepalone zdjęcie” -> HDR



46

Szum w obrazie

- wynika z niedoskonałości przetworników obrazu
- pojawia się przy
 - podniesieniu czułości ISO
 - zmniejszeniu oświetlenia - zwiększa się wzmocnienie
- im mniejszy piksel w matrycy, tym większe szumy
 - nie ma sensu korzystanie z matrycy 20 Mpikseli w kompakcie

47

Szum w obrazie



48

Usuwanie szumu z obrazu

- Usuwanie szumu z obrazu jest realizowane za pomocą między innymi takich metod jak:
 - Liniowy filtr splotowy (filtry dolnoprzepustowe),
 - Filtry statystyczne (np. filtr medianowy),
 - Operacje arytmetyczne na obrazie (odejmowanie, mnożenie i dzielenie).
 - Algorytmy AI

49

Usuwanie szumu z obrazu

- Usuwanie szumu z obrazu jest realizowane za pomocą między innymi takich metod jak:
 - Liniowy filtr splotowy (filtry dolnoprzepustowe),
 - Filtry statystyczne (np. filtr medianowy),
 - Operacje arytmetyczne na obrazie (odejmowanie, mnożenie i dzielenie).
 - Algorytmy AI



50

Niedoskonałości przetworników obrazu

- problem z ruchem w przypadku matryc CMOS, tzw. rolling shutter



54

Rollingshutter



<https://www.youtube.com/watch?v=dNVtMmLInoE>

55

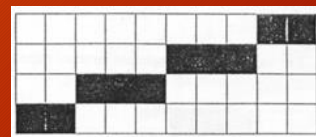
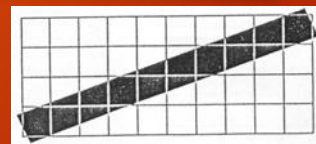
Aliasing

- Aliasing - zbyt mała częstotliwość próbkowania - problem nakładania się widm
- Objawy:
 - obraz „poszarpany”, krawędzie obiektów mają postać „schodków”;
 - problem „obracających się kół” (w przypadku obrazu ruchomego).

56

Wygładzanie odcinka

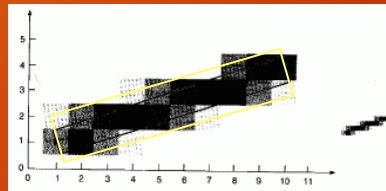
- odcinek idealny
- odcinek narysowany
- odcinek wygładzony (antialiasing)



57

Aliasing

- Metody wygładzania odcinka:
 - bezwagowe próbkowanie powierzchni
 - jasność piksela zależy od stopnia pokrycia piksela przez idealny odcinek



- wagowe próbkowanie powierzchni
 - przypisywanie różnych wag w zależności od odległości piksela od odcinka

58

Problem aliasingu



Wagon Wheel
(stroboscopic)
Effect

<https://www.youtube.com/watch?v=6XwgbHjRo30>

59

Problem aliasingu

WHEN A CAMERA'S FRAME RATE



IS SYNCED TO A HELICOPTER'S ROTOR

60

Problem aliasingu

**produce 24hz sine wave
and adjust volume**

youtube.com/brusspup

https://www.youtube.com/watch?v=uENITui5_jU

61

Zniekształcenia wynikające z kompresji

62

Efekty kompresji stratnej dźwięku

- ograniczenie pasma
 - wyższe częstotliwości zostają usunięte
- zniekształcenia fazowe
 - prowadzą do zaburzeń bazy stereofonicznej
- zaburzenia amplitudy

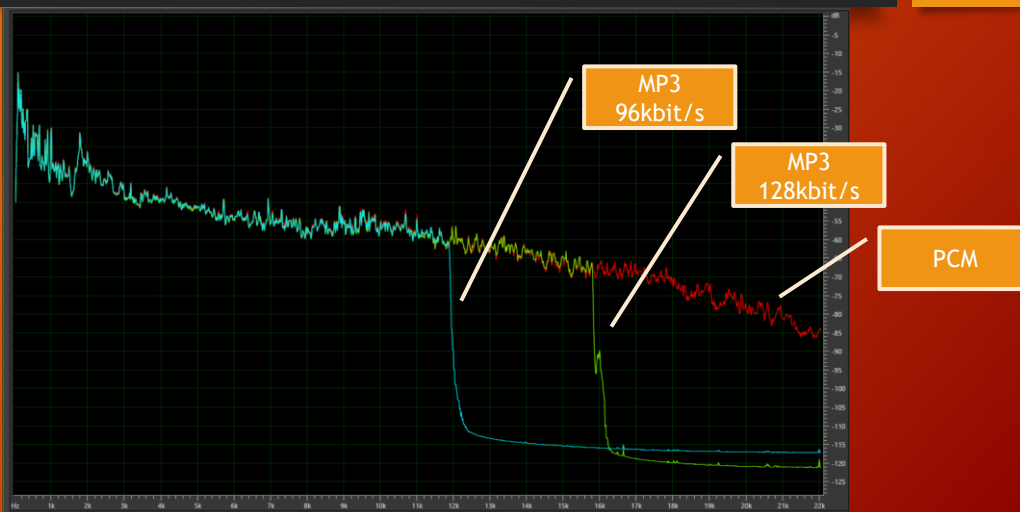
NIELSEN AND LUND OVERLOAD IN SIGNAL CONVERSION

Algorithm	Mode	Datarate [kbit/s]	Avg. per ch. [kbit/s]	Max. peak re. 0.5
MPEG-1 L II	stereo	384	192	+1.3 dB
MPEG-1 L II	stereo	224	112	+1.3 dB
MPEG-1 L III	stereo HQ	320	160	+1.7 dB
MPEG-1 L III	stereo HQ	160	80	+2.3 dB
MPEG-1 L III	int-st HQ	128	64	+5.3 dB
MPEG-1 L III	int-st fast	128	64	+3.0 dB
MPEG-1 L III	int-st HQ	96	48	+4.7 dB
MPEG-2 L III	22.05 kHz, 1-st HQ	80	40	+1.7 dB
DTS	6 ch.	1234	206	+0.6 dB
Ogg Vorbis	stereo, Q=10	157-193		+0.3 dB
Ogg Vorbis	stereo, Q=5	49-64		+1.8 dB

Table 4: Maximum peak values observed in 12 hot CD excerpts (length 14-33 s) perceptually coded with various algorithms, data rates and modes.

63

Efekty kompresji stratnej dźwięku



64

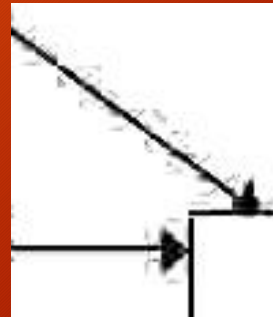
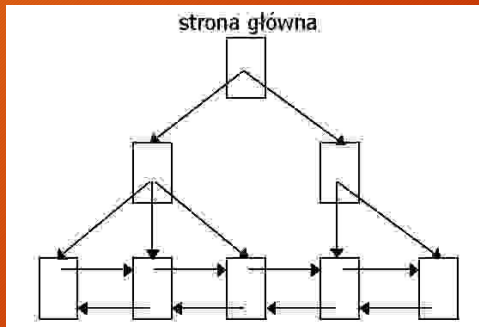
Efekty kompresji stratnej dźwięku

	Left	Right		Left	Right		Left	Right
Peak Amplitude:	-0,85 dB	-0,85 dB	Peak Amplitude:	0,49 dB	-0,09 dB	Peak Amplitude:	1,09 dB	0,15 dB
True Peak Amplitude:	-0,50 dBTP	-0,71 dBTP	True Peak Amplitude:	0,53 dBTP	-0,08 dBTP	True Peak Amplitude:	1,16 dBTP	0,16 dBTP
Maximum Sample Value:	29713	29713	Maximum Sample Value:	34674,41	32416,29	Maximum Sample Value:	37161,39	32073,05
Minimum Sample Value:	-29713	-29713	Minimum Sample Value:	-33436,09	-31398,55	Minimum Sample Value:	-34265,87	-33356,11
Possibly Clipped Samples:	0	0	Possibly Clipped Samples:	10	0	Possibly Clipped Samples:	14	1
Total RMS Amplitude:	-9,42 dB	-10,47 dB	Total RMS Amplitude:	-9,54 dB	-10,51 dB	Total RMS Amplitude:	-9,57 dB	-10,52 dB
Maximum RMS Amplitude:	-6,60 dB	-6,16 dB	Maximum RMS Amplitude:	-6,69 dB	-6,25 dB	Maximum RMS Amplitude:	-6,68 dB	-6,20 dB
Minimum RMS Amplitude:	-17,00 dB	-18,97 dB	Minimum RMS Amplitude:	-17,13 dB	-18,99 dB	Minimum RMS Amplitude:	-17,16 dB	-19,17 dB
Average RMS Amplitude:	-9,74 dB	-11,00 dB	Average RMS Amplitude:	-9,85 dB	-11,03 dB	Average RMS Amplitude:	-9,87 dB	-11,05 dB
DC Offset:	0,00 %	0,00 %	DC Offset:	0,01 %	0,00 %	DC Offset:	0,01 %	-0,01 %
Measured Bit Depth:	16	16	Measured Bit Depth:	32	32	Measured Bit Depth:	32	32
Dynamic Range:	10,40 dB	12,82 dB	Dynamic Range:	10,44 dB	12,74 dB	Dynamic Range:	10,48 dB	12,97 dB
Dynamic Range Used:	9,20 dB	9,60 dB	Dynamic Range Used:	9,20 dB	9,55 dB	Dynamic Range Used:	9,35 dB	9,60 dB
Loudness:	-8,19 dB	-9,33 dB	Loudness:	-8,45 dB	-9,54 dB	Loudness:	-8,37 dB	-9,38 dB
Perceived Loudness:	-4,83 dB	-7,31 dB	Perceived Loudness:	-5,15 dB	-7,32 dB	Perceived Loudness:	-5,23 dB	-8,59 dB
Copy All	ITU-R BS.1770-2 Loudness: -7,81 LUFS		Copy All	ITU-R BS.1770-2 Loudness: -7,91 LUFS		Copy All	ITU-R BS.1770-2 Loudness: -7,93 LUFS	
PCM			MP3 128kbit/s			MP3 96kbit/s		

65

Artefakty kompresji obrazu

- mosquito noise (brzęczenie komara):
 - pojawia się wokół szczegółów, często na liniach przekątnych, przy czcionce o ostrych krawędziach, gdy czarny tekst jest nakładany na jasne tło



67

Artefakty kompresji obrazu

- quilting (pikowanie):
 - są to drobne nieciągłości przy przechodzeniu z jednej grupy pikseli do drugiej - zazwyczaj prawie niewidoczne
 - mogą pojawić się przy długich, wolnych poziomych ruchach kamerą, przy liniach skośnych, zazwyczaj długich o zakrzywieniu około 20°



Źródło obrazków: <http://www.adamwilt.com/pix-artifacts.html>

69

Artefakty kompresji obrazu

- blokowanie pikseli

- powstaje, gdy liczba bitów służących do opisanie obrazu jest mniejsza od liczby bitów potrzebnych do opisanie obrazu
 - zbyt mała przepływność
 - zbyt dynamiczny obraz
- w skrajnym przypadku następuje zatrącenie informacji o kolorach



70

Artefakty kompresji obrazu



72

Pytanie

- Czy kable HDMI mogą wpływać na jakość transmitowanego sygnału?
 - Czy będą to zniekształcenia?
 - Czy będą to zakłócenia?

75

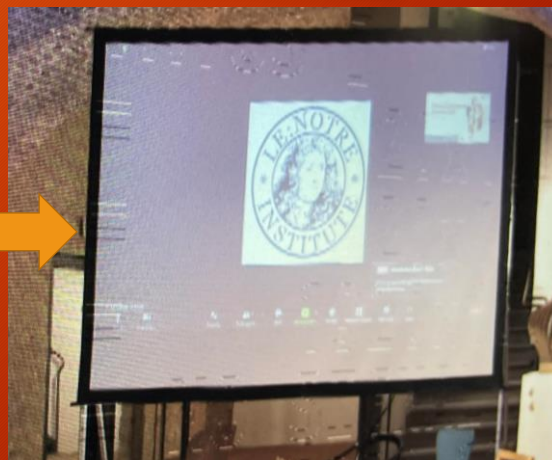
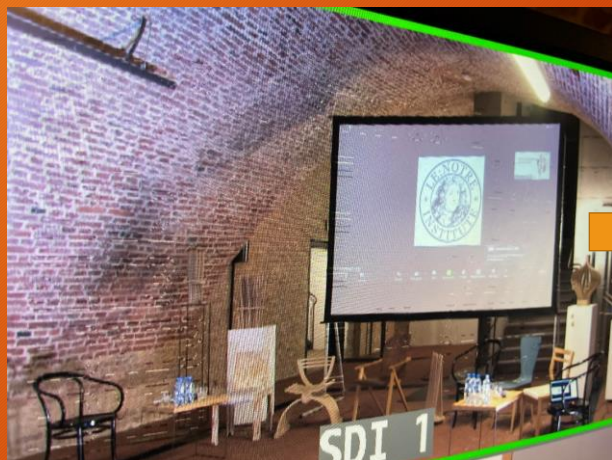
Pytanie

- Czy kable HDMI mogą wpływać na jakość transmitowanego sygnału?
 - Czy będą to zniekształcenia?
 - Czy będą to zakłócenia?



76

Przydźwięk sieciowy (?)



77

Dziękuję za uwagę

78