

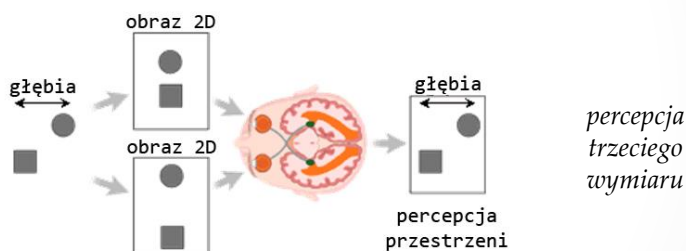
Produkcja materiałów stereoskopowych

dr inż. Piotr Ody

1

Widzenie stereoskopowe

- Analizując położenie obiektów obserwowanych przez jedno i drugie oko, mózg dostarcza informacji o odległości obiektów między nimi i odległości, jaka dzieli je od obserwatora



- Ze względu na sposób łączenia obrazów stereopary i metody ich oglądania, wyróżnia się wiele technik obrazowania stereoskopowego

3

Paralaksa stereoskopowa

- Paralaksa to efekt niezgodności obrazów tej samej sceny obserwowanej z różnych punktów widzenia
 - w dużej mierze decyduje o postrzeganiu głębi (lewe oko widzi świat trochę inaczej niż prawe)
 - rodzaj paralaksy wpływa na rozsuniecie lewej składowej obrazu stereoskopowego względem prawej składowej
 - **paralaksa zerowa** – obraz 2D
 - **paralaksa pozytywna** – wrażenie głębi „za ekranem”
 - **paralaksa negatywna** – wrażenie głębi „przed ekranem” – efekt pop-out
- Na paralaksę wpływają:
 - szerokość stereobazy (odległość między środkami obiektywów)
 - relacje geometryczne (położenie) filmowanych/fotografowanych obiektów

4

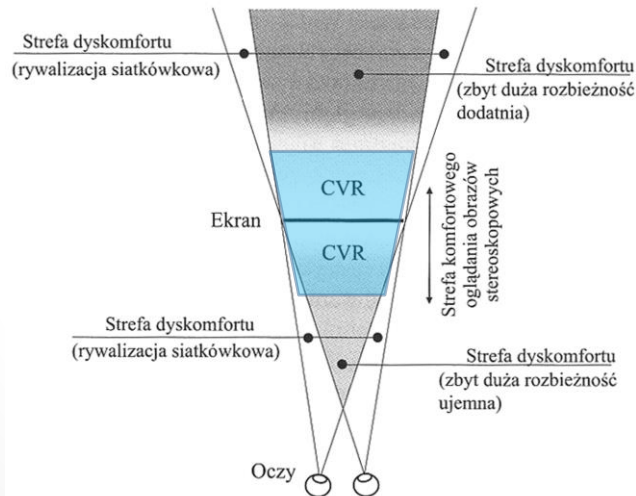
Paralaksa – perspektywa widza



5

Strefa komfortowego oglądania

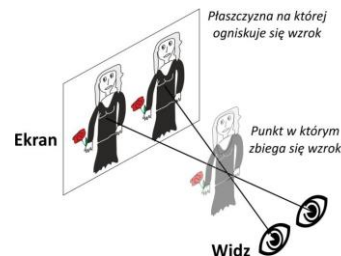
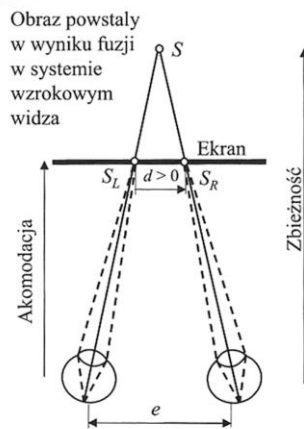
- ang. *comfort zone* (na rysunku – CVR)



6

Akomodacja a zbieżność

- W przypadku obrazu 3D (negatywna lub pozytywna paralaksa) mamy do czynienia z niezgodnością akomodacji i zbieżności wzroku



- niezgodność akomodacji i zbieżności wzroku nie jest naturalna dla ludzkiego wzroku, więc mózg musi podjąć się dodatkowego wysiłku – męczące dla widza

7

Podział technik stereoskopowych

- Techniki stereoskopowe można podzielić w zależności od stosowanego filtra
 - kolor (technika anaglifowa, Dolby 3D),
 - polaryzacja (techniki polaryzacyjne)
 - czas (techniki migawkowe)
 - przestrzeń (kaski wirtualne, wyświetlacze autostereoskopowe)

8

Porównanie technik

Technika stereoskopowa	Zalety	Wady
Technika anaglifowa	- obraz anaglifowy łatwo można uzyskać, - łatwość wyświetlania - dowolny wyświetlacz, - tanie, łatwo dostępne okulary	- utrata części kolorów, - stosunkowo słaby efekt 3D, - szybko męczy wzrok
Technika polaryzacyjna	- wyświetla wszystkie kolory, - efekt 3d zdecydowanie lepszy niż w technice anaglifowej - tanie okulary	- problemy z wyświetlaniem: - 2 rzutniki z filtrami + ekran dobrze odbijający światło, - specjalny telewizor, - męczy wzrok

9

Porównanie technik

Technika stereoskopowa	Zalety	Wady
Technika migawkowa	- dobry efekt 3D, - stosowana w domowych warunkach (gry komputerowych, telewizory 3D)	- okulary aktywne, - częstotliwość odświeżania wyświetlacza – co najmniej 100 Hz, - męczy wzrok przy dłuższym oglądaniu
Technika autosteroskopowa	- nie wymaga okularów	- bardzo drogi ekran, - wymagany komputer do przeliczania danych, - efekt 3D obarczony błędami, - efekt 3D widoczny tylko w określonych warunkach

10

Sposoby transmisji/prezentacji

- anaglif
- Side-by-Side (SBS)
- Over-Under
- Line alternate
- zwielokrotnienie liczby ramek na sekundę

11

Sposoby transmisji/prezentacji

- anaglif
 - najwygodniejsza do edycji materiału
 - bez okularów widać wzajemne położenie obrazów



12

Sposoby transmisji/prezentacji

- Side-by-Side (SBS)
 - najpopularniejsza metoda
 - używana m.in. w DVB i na YouTube
 - problem z wyświetlaniem na ekranach polaryzacyjnych



13

Problem z SBS

- Problem z rozdzielczością w TV



Obraz dla każdego oka ma rozdzielczość 1920x1080



Transmisja odbywa się w trybie SBS (Side-by-Side), obraz ma 1920x1080, ale dla jednego oka jest 960x1080



Linie w telewizorze są spolaryzowane naprzemiennie, co ogranicza maksymalną rozdzielczość do 1920x540. Ale dla materiału SBS otrzymuje się 960x540!

- Rozwiązanie: telewizor 4k – ma rozdzielczość 3840x1080 dla każdego z OCZU

14

Sposoby transmisji/prezentacji

- Over-Under
 - nie ma dodatkowej utraty rozdzielczości na ekranach polaryzacyjnych
 - niektórzy twierdzą, że wygląda lepiej niż SBS
 - używana na YT dla materiałów 360 stopni



15

Sposoby transmisji/prezentacji

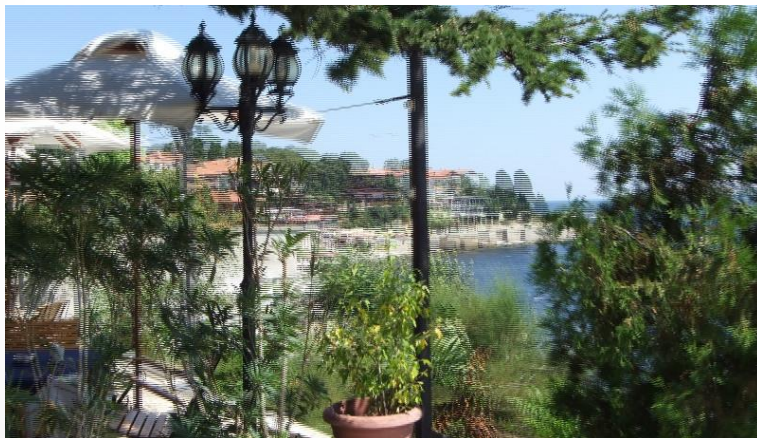
- Over-Under
 - nie ma dodatkowej utraty rozdzielczości na ekranach polaryzacyjnych
 - niektórzy twierdzą, że wygląda lepiej niż SBS
 - używana na YT dla materiałów 360 stopni



16

Sposoby transmisji/prezentacji

- Line alternate
 - teoretycznie możliwe bezpośrednie wyświetlenie na ekranie polaryzacyjnym
 - mniej wydajna kompresja tego typu obrazu



17

Sposoby transmisji/prezentacji

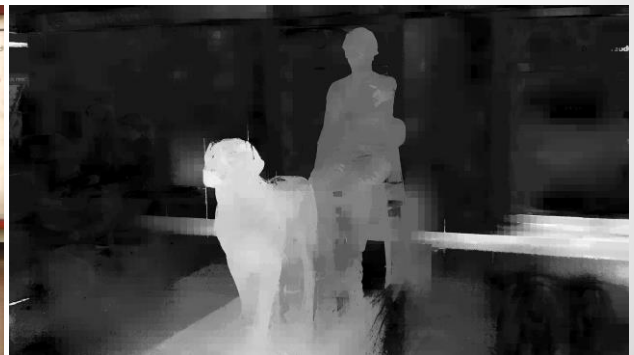
- Zwiększenie liczby ramek na sekundę
 - przesyłanie naprzemiennie ramki dla każdego z oczu
 - rośnie przepływność sygnału
 - rozwiązanie stosowane w przypadku użycia okularów aktywnych
 - teoretycznie najwyższa jakość transmisji
 - w pewnym sensie stosowane dla danych z płyty Blu-ray 3D



18

Sposoby transmisji/prezentacji

- Zdjęcie 2D + mapa głębi
 - używane m.in. do konwersji filmów kinowych, przez monitory autostereoskopowe czy na Facebooku
 - można przygotować w programie StereoPhoto Maker dysponując lewym i prawym zdjęciem



19

Sposoby transmisji/prezentacji

- Zdjęcie 2D + mapa głębi
 - używane m.in. do konwersji filmów kinowych, przez monitory autostereoskopowe czy na Facebooku
 - można przygotować z pojedynczego zdjęcia z wykorzystaniem algorytmów AI



20

Rejestracja obrazu stereoskopowego

- Podstawowy problem przy rejestracji obrazu stereoskopowego:

SYNCHRONIZACJA OBU STRUMIENI

- Opcje:
 - synchronizacja „ręczna” – np. klaps lub klaśnięcie
 - używana gdy np. dysponujemy dwoma niezależnymi kamerami
 - synchronizacja elektroniczna: kod czasowy lub przesyłanie sygnałów sterujących pracą kamery



21

Rejestracja obrazu stereoskopowego

- rozstaw obiektywów ma wpływ na to, jak oddalone od kamery obiekty będzie można sfilmować w 3D
 - im mniejsza odległość między obiektywami, tym
 - dla bliżej znajdujących się obiektów uzyska się obraz 3D
 - trudniej będzie uzyskać efekt 3D dla obiektów położonych dalej
- typowa odległość – ok. 6 cm
 - sprawdza się w zakresie od pojedynczych metrów do kilkunastu metrów
- dla odległych obiektów trzeba zwiększać rozstaw

22

Rejestracja odległych obiektów

- konieczne zwiększenie odległości między „oczami” - obiektywami
- przykład: nagranie zorzy polarnej przez Ikuo Nakamurę
 - dwie kamery w odległości 5-10 km
 - obie kamery uruchamiane równocześnie w jednym punkcie
 - druga kamera przewożona do drugiej lokalizacji - przy trwającym zapisie
 - problem z temperaturami w okolicach -40°C
 - więcej informacji:
 - <https://mubi.com/notebook/posts/3d-in-the-21st-century-holography-artist-ikuo-nakamura-on-aurora-borealis>
 - <http://www.hololab.com>



23

Tradycyjne wideo

...

24

Rejestracja obrazu stereoskopowego

- Rejestracja obrazu w większości technik stereoskopowych polega na zastosowaniu:
 - 2 identycznych kamer
 - kamery umieszczone na specjalnym rigu
 - metoda najczęściej stosowana
 - problem z synchronizacją
 - konieczność zastosowania dokładnie takich samych nastaw na obu kamerach
 - brak możliwości transfokacji
 - kłopotliwe ustawianie kamer na rigu
- + dowolne ustawienie odległości między kamerami
- + można użyć sprzętu wysokiej jakości



25

Rejestracja obrazu stereoskopowego

- Rejestracja obrazu w większości technik stereoskopowych polega na zastosowaniu:

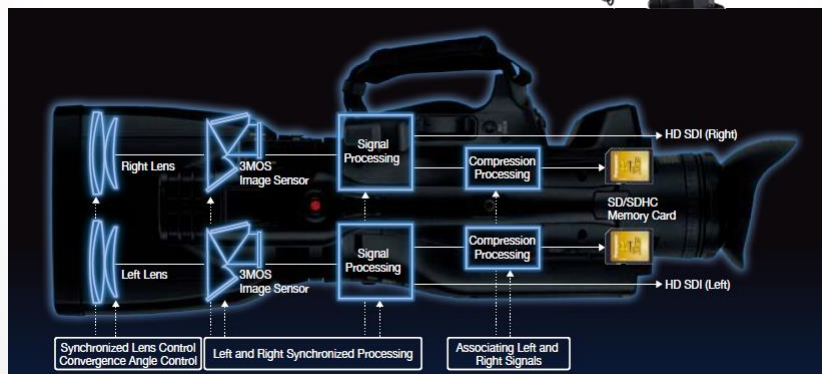
- kamery dwuobiektywowej
 - stosowane w profesjonalnych produkcjach
 - wygoda korzystania
- specjalnego adaptera (nasadki na obiektyw)
 - rozwiązanie głównie amatorskie
 - słaba jakość



26

Posiadany sprzęt

- kamera Panasonic AG-3DA1
 - odległość między obiektywami: ok. 5,8 cm
 - minimalna odległość od obiektów: ok. 2m
 - zapis materiału na dwóch kartach pamięci

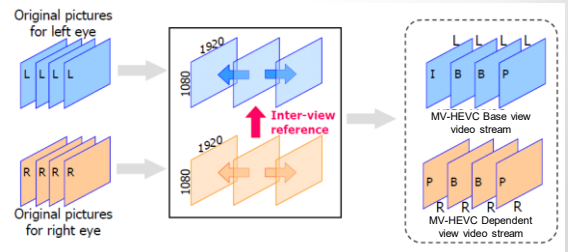


27

Rejestracja obrazu stereoskopowego

• iPhone-y

- od wersji 15 Pro
- zapis w formacie MV-HEVC (Multiview High Efficiency Video Coding)
 - obraz z obiektywu 1x zapisywany jako główny
 - obraz z obiektywu 0,5x skalowany i obcinany, zapisywana różnica między obrazami
- niewielka odległość między obiektywami
- zapis 1920x1080 w 30 kl./s (SDR)
 - dźwięk ambisoniczny
- problemy z edycją (brak oprogramowania)



28

Posiadany sprzęt

- kamery GoPro HERO Black na specjalnym uchwycie
 - para kamer HERO 6 i 12
 - brak synchronizacji między kamerami
 - odległość między obiektywami kamer wynosząca ok. 7,5 cm



33

Parametry rejestracji

- jeżeli materiał ma być umieszczony na płycie Blu-ray 3D, trzeba zwrócić uwagę na dopuszczalny klatkaż:
 - 1920x1080 przy 23,976 kl./s
 - 1280x720 przy 59,94 kl./s
 - 1280x720 przy 50 kl./s
- nie jest dopuszczalny np. tryb 1920x1080 przy 25/30 kl./s (ani 50i)
 - może to wynikać z ograniczeń standardu HDMI 1.4
- można rejestrować obraz z wielokrotnościami dopuszczalnych prędkości
 - ew. problem (motion blur) przy zmianie klatkażu

35

Ujęcia

- musi być widocznych wiele planów
 - najlepiej ze trzy, cztery plany – jakieś „przeszkadzajki” na pierwszym planie, postaci na planie „głównym”, tło
 - uważać przy komponowaniu planu, żeby nie wejść w strefę dyskomfortu
 - ostrożnie z ustawianiem zbliżeń – efekt pop-up
- uważać, by nie pojawiły się obiekty widoczne tylko w jednym obiektywie
- na zdjęciach stereoskopowych potrafią przeszkadzać pyłki, owady, odbicia, refleksy itp.
 - elementy, które zupełnie pomijamy na tradycyjnych zdjęciach 2D
- im ostrzejszy obraz, tym efekt 3D jest bardziej widoczny

36

Przykłady



37

Przykłady



38

Przykłady



39

Przykłady



40

Przykłady



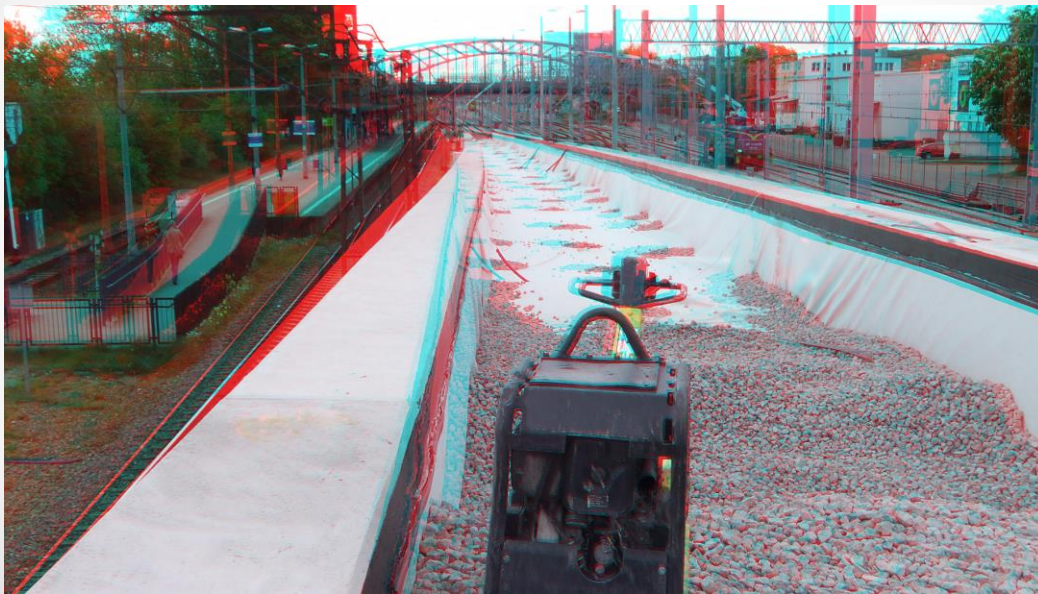
41

Przykłady



42

Przykłady



43

Obiekt w jednym obiektywie



44

Odbicia światła, refleksy



45

Owady



46

Ruchy kamerą

- przód-tył – wychodzą bardzo dobrze
- jazda lewo-prawo – bez większych problemów
- panoramy – w zależności od sytuacji i ułożenia obiektów
- transfokacja – unikać
 - zmienia się zbieżność obrazów

47

Problem z kolorami



50

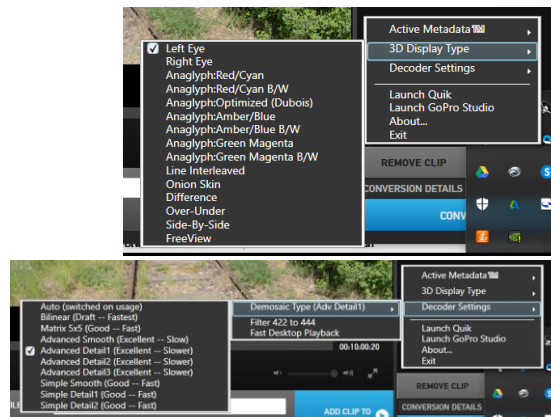
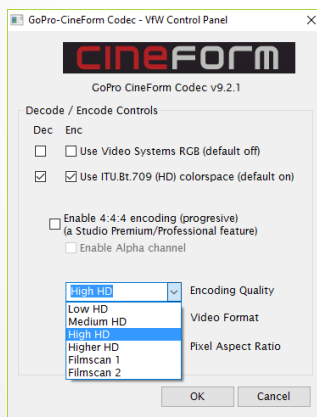
Problem z kolorami



51

Kodek Cineform

- kompresja falkowa
- utrzymywana stała jakość
- widoczny w systemie, można go używać w dowolnym oprogramowaniu
- konfiguracja dekodera z poziomu traya



52

Przed edycją

- warto zadbać o odpowiednie nazewnictwo plików
 - 3D_L0100.MP4
 - 3D_R0100.MP4
- ułatwi automatyczne parowanie plików 3D
- pozwoli lepiej zapanować nad plikami

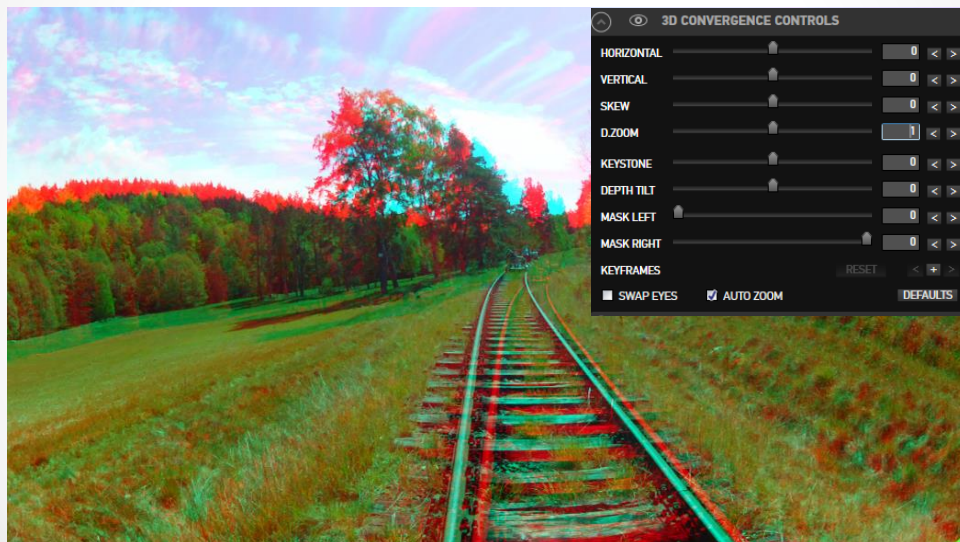
53

Edycja materiału

- GoPro Studio
- Magix Movie Studio Platinum
- Vegas Pro
- DaVinci Resolve

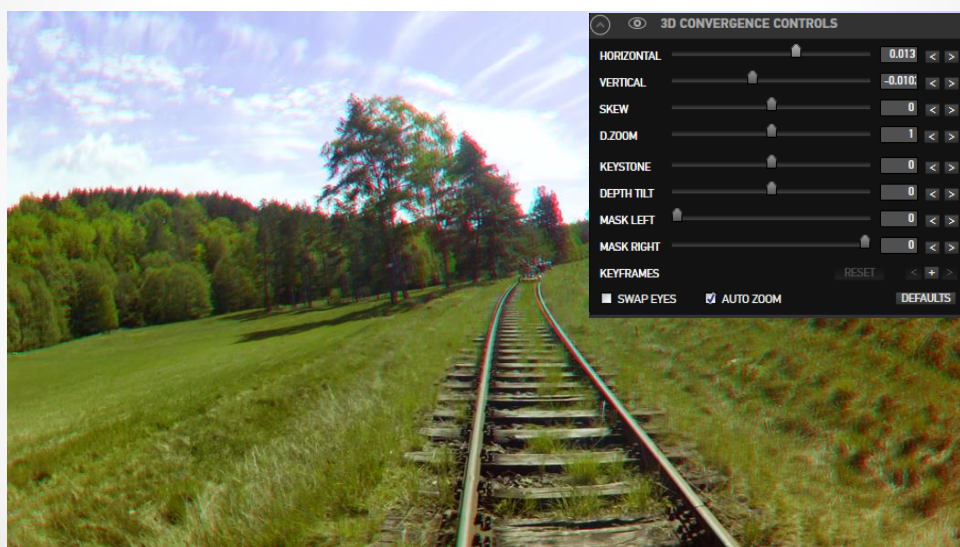
54

Korekcja obrazu stereoskopowego



55

Korekcja obrazu stereoskopowego



56

Authoring Blu-ray 3D

- oprogramowanie do authoringu
 - darmowy TsMuxer (bez menu)
 - Movie Studio Platinum (bez menu)
 - Vegas Pro (bez menu)
 - DVD Architect (z menu 2D)
- trzeba dysponować plikami MVC/AVC
 - do wygenerowania w Vegas-ie
 - problem - jedyna dostępna przepływność to 25Mbit/s

3. Render your clip using the Sony AVC/MVC plug-in with one of the following templates:

- MVC 1280x720-60p, 25 Mbps video stream
- MVC 1280x720-50p, 25 Mbps video stream
- MVC 1920x1080-24p, 25 Mbps video stream

Rendering using these templates creates BD-compliant video streams that will be burned to disc with no recompression.

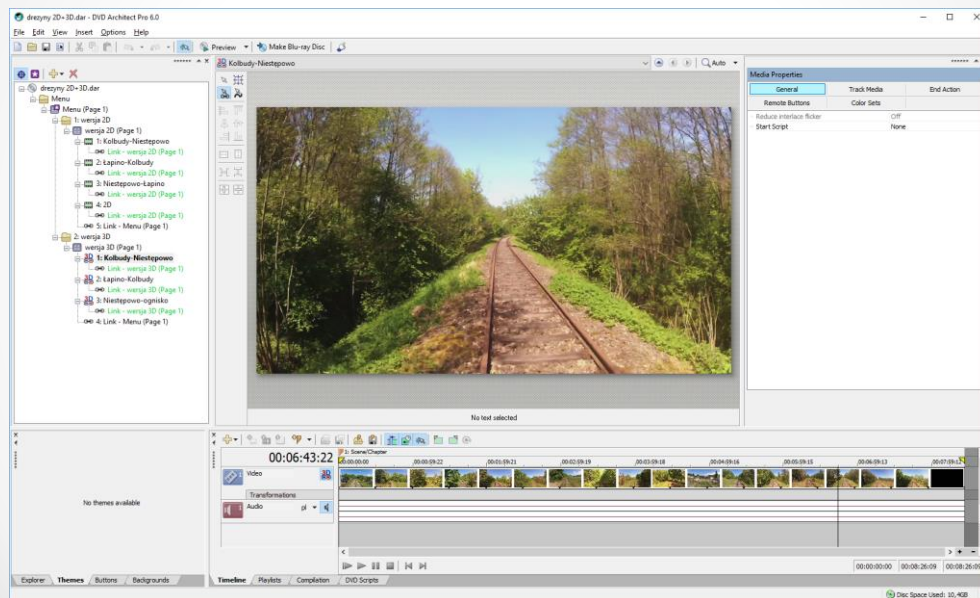
Two files will be created when you render your stereoscopic 3D video. The base stream is a full-resolution 2D AVC video, and the dependent stream is an MVC video that contains video data for the other eye.

4. When rendering is complete, add your base (.avc) stream to your DVD Architect project as you would add standard 2D media. DVD Architect will automatically detect the dependent (.mvc) stream.

You can mix 2D and 3D media in a single project, but menus are displayed only in 2D.

69

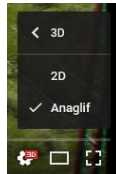
Authoring Blu-ray 3D



70

Umieszczanie na YT

- obsługa 3D przez YT bywała niestabilna
 - częste problemy z możliwością odtwarzania materiałów 3D
- sytuacja aktualna
 - można załadować jedynie pliki SBS z dodanymi metadanymi 3D (<https://support.google.com/youtube/answer/7278886?hl=pl>)
 - przy odtwarzaniu można wybrać jedynie 2D lub anaglif



- na telewizorach 3D i kaskach VR automatycznie uruchamia się tryb 3D

71

Wideo VR (180/360 stopni)

...

72

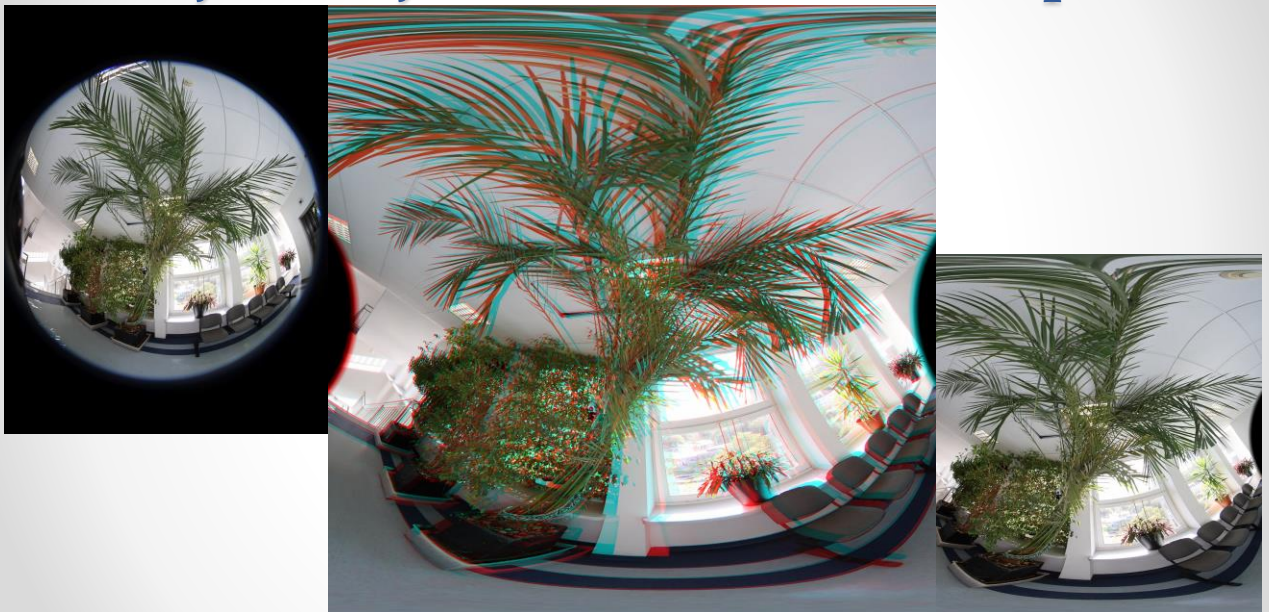
Rejestracja obrazu 3D 180 stopni

- Obiektywy dual fish-eye
 - np. Canon RF 5.2mm F2.8L
 - pełna synchronizacja obrazów
 - problem ze współpracą z body
 - dodatkowa obróbka w EOS VR Utility
 - konieczne przekształcenie na widok równoodległościowy
 - płatna licencja (50\$ rocznie)
 - dostępny także plugin do Adobe Premiere



73

Rejestracja obrazu 3D 180 stopni



74

Rejestracja obrazu 3D 360 stopni

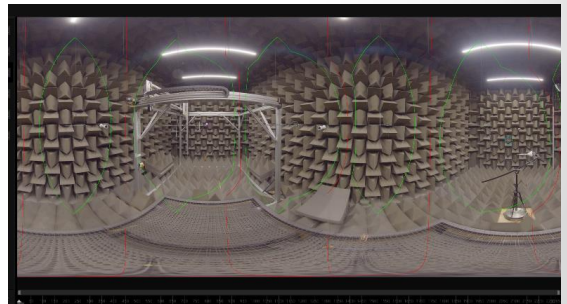
- Kamery 360 stopni
 - bardzo drogie
 - od 6 obiektywów
 - pełna synchronizacja wideo
 - problem z łączeniem materiałów
 - kwestia jakości w gorszych warunkach oświetleniowych
 - możliwość łączenia obrazu z dźwiękiem ambisonicznym
 - kamera może szumieć
 - problem z rozdzielczością – 8k to za mało dla obrazu 360 stopni



75

Stitching – łączenie obrazów

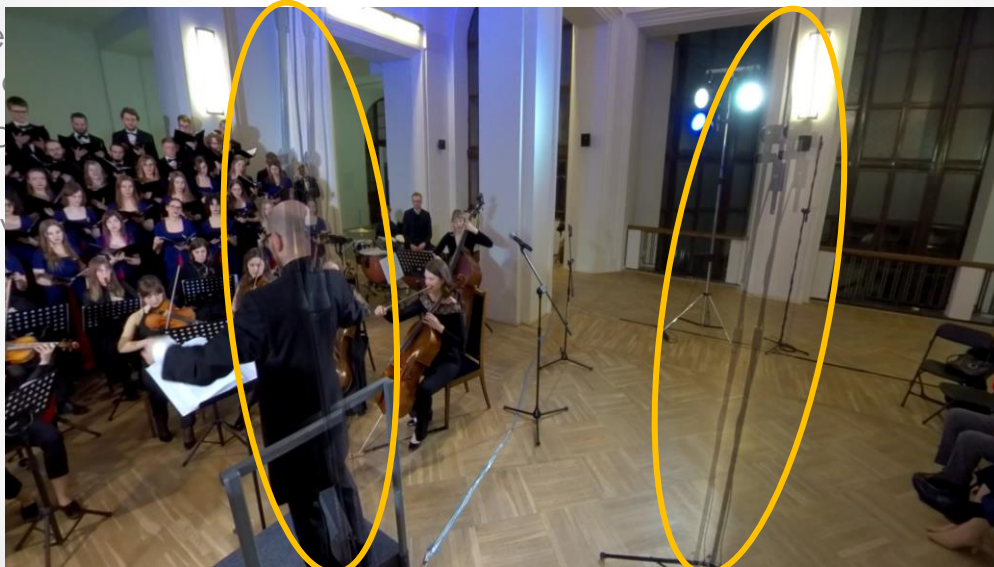
- jeden z ważniejszych etapów postprodukcji materiałów 360 stopni
- sprzętowe
 - często z ograniczeniem rozdzielczości
- z wykorzystaniem oprogramowania
 - dostarczonego przez producenta kamery
 - zwykle niewielkie możliwości konfiguracji
 - zewnętrznego (kosztowne), np. Mistika VR
 - możliwość dopasowania sposobu łączenia obrazów



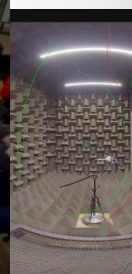
76

Stitching – łączenie obrazów

- je
- st
- sp
- Z



60



77

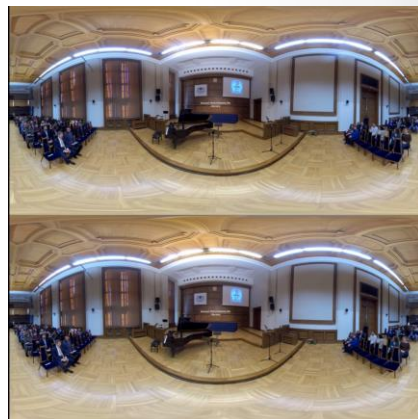
Edycja

- Adobe Premiere
- DaVinci Resolve
- Magix Movie Studio Platinum
- oprogramowanie producenta

78

Edycja

- plus/minus jak dla zwykłego materiału ☺
- konieczne zastonienie statywu
- kwestia obrotu kamery (jeżeli nie zostało to zrobione na którymś z wcześniejszych etapów)
- eksport w układzie „over-under”
 - AR 1:1



79

Youtube - zalecane parametry

- filmy 360 stopni z dźwiękiem 360
 - konieczne edytowanie metadanych (np. Spatial Media Metadata Injector)
 - standardy dźwięku:
 - Ambisonia pierwszego rzędu (FOA - First Order Ambisonics)
 - Ambisonia pierwszego rzędu z dźwiękiem stereo
 - dla transmisji **live**: tylko stereo
 - formaty dźwięku
 - AmbiX
 - FOA
 - W, Y, Z, X, 48kHz
 - PCM w kontenerze MOV
 - AAC w kontenerze MP4/MOV
 - OPUS w kontenerze MP4
 - FOA + stereo
 - W, Y, Z, X, L, R
 - PCM w kontenerze MOV:
 - OPUS w kontenerze MP4:

80

Youtube - przykład



81

DeoVR

- darmowy portal poświęcony głównie materiałom VR + apka na kaski VR
- obsługa materiałów 180 i 360 stopni, 2D i 3D (SBS lub under/over)
 - możliwość zmiany kąta widzenia w materiałach 180/360
 - także zdjęcia
- obsługa dźwięku przestrzennego
 - kontener mkv
 - audio zakodowane kodekiem Opus - ale w formacie TBE (8 kanałów)
 - konieczna ścieżka stereo
- transmisje live
- kodowanie obrazu „passthrough” (obsługa kanału alfa)

82

Wirtualne spacery

- przygotowanie aplikacji pozwalających na wirtualne zwiedzanie muzeów itp.
 - działających na PC, urządzeniach mobilnych i kaskach VR
- oprogramowanie – np. 3DVista Virtual Tour Pro
- łączenie obrazów i filmów 2D, 3D, „zwykłych” i 360 stopni
- elementy interaktywności (w tym także np. quizy)
- umieszczenie na serwerze www jako zwykłej strony internetowej
- przykład: https://www.3dvista.com/samples/new_york_loft.html

83

Dziękuję za uwagę

...

85