

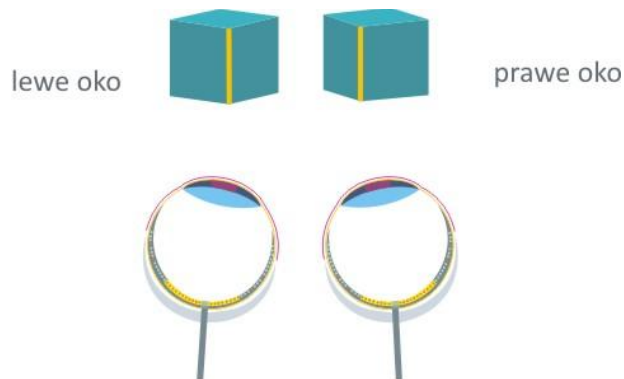
# Ćwiczenie 1

## Wybrane techniki stereoskopii

### Wprowadzenie teoretyczne

Ćwiczenie ma charakter wybitnie eksperymentalny, w związku z tym nie wymaga skomplikowanego przygotowania teoretycznego. Jego celem jest między innymi zaznajomienie studentów z techniką zapisu i wyświetlania obrazów trójwymiarowych techniką stereoskopii.

Stereoskopia jest najstarszą znaną techniką zapisu i oglądania obrazu trójwymiarowego. Naśladuje ona naturalny sposób postrzegania obrazu przestrzennego polegający na obserwacji z dwóch odpowiednio rozseparowanych miejsc. Polega w ogólności na zapisie obrazu przestrzennego przy użyciu dwóch obiektywów (lub całych aparatów fotograficznych) umieszczonych równoległe do siebie w odległości równej w przybliżeniu tzw. bazie ocznej, czyli przeciętnej odległości między prawą i lewą źrenicą człowieka. W następnej kolejności tak zapisane obrazy (tzw. półobrazy) muszą zostać skierowane do odpowiedniego oka obserwatora, tj. obraz zarejestrowany z lewej strony bazy ocznej musi trafić do lewego oka, a obraz zapisany z prawej strony bazy musi zostać obejrzany wyłącznie przez prawe oko:



Istotą metody jest zapobieżenie tzw. przesłuchowi, czyli trafianiu części obrazu do nie tego oka. W przypadku poprawnej realizacji obserwacji stereoskopowej mózg odpowiednio łączy i pozycjonuje półobrazy przy pomocy niewielkich ruchów korygujących gałek ocznych. Ponadto interpretuje on złączone półobrazy jako całościowy obraz przestrzenny.

### Metody zapisu obrazu stereoskopowego

Istnieje wiele technik zapisu obrazu z wykorzystaniem bazy ocznej. Najprostszym sposobem jest wykorzystanie dwóch aparatów fotograficznych lub aparatu z dwoma obiektywami:



Zaletą tej drugiej opcji jest natychmiastowy zapis dwóch półobrazów na kartę pamięci oraz doskonała synchronizacja czasu wykonania obu zdjęć - co umożliwi również kręcenie filmów 3-D.

Inną możliwością jest wykonanie zdjęcia lub filmu stereoskopowego zwykłym aparatem cyfrowym tyłu lustrzanka, ale ze specjalną nasadką, która za pomocą układu zwierciadeł zapisuje półobrazy obok siebie na pojedynczym zdjęciu:



Wadą tej opcji jest zmniejszenie powierzchni półobrazów, co oznacza spadek rozdzielczości oraz zmianę proporcji boków.

W niniejszym ćwiczeniu wykorzystamy opcję z nasadką Loreo 3D oraz najprostszą metodę polegającą na wykonaniu po kolei dwóch zdjęć tego samego, nieruchomego obiektu przy pomocy statywu z dwóch miejsc oddalonych od siebie o ok. 10 cm. Przykładowa para zdjęć pokazana jest poniżej.



Wybierając kadr należy zadbać o to, żeby obiekt charakteryzował się silną przestrzennością (musi zawierać przedmioty w kilku różnych odległościach od aparatu), oraz statycznością (obiekt nie może się poruszyć pomiędzy dwoma ekspozycjami, zdjęcia ludzi nie wyjdą

poprawnie). Ponadto należy zadbać o to, by oba zdjęcia skierowane były dokładnie w to samo miejsce w dużej odległości (np. na charakterystyczny punkt na odległej ścianie). Po trzecie oba zdjęcia muszą być wykonane przy tych samych warunkach oświetleniowych oraz przy tych samych ustawieniach ekspozycji w aparacie. Najlepiej w tym celu użyć trybu M (Manual - ręczny) oraz ręcznego nastawu ostrości oraz poziomu białości. Wykonujemy zdjęcie pierwsze (półobraz dla oka lewego), a następnie delikatnie przesuwamy aparat o ok. 10 cm w prawo, celujemy w dokładnie to samo miejsce w dali i wykonujemy drugie zdjęcie (półobraz dla oka prawego).

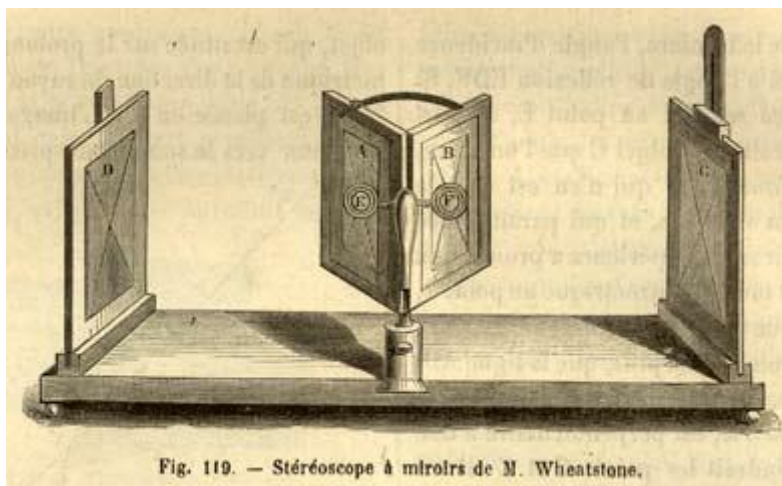
Tak wykonana para zdjęć posłuży w dalszej części ćwiczenia do wykonania odtworzeń (obserwacji) stereoskopowych trzema różnymi technikami.

### **Metody oglądania obrazów stereoskopowych**

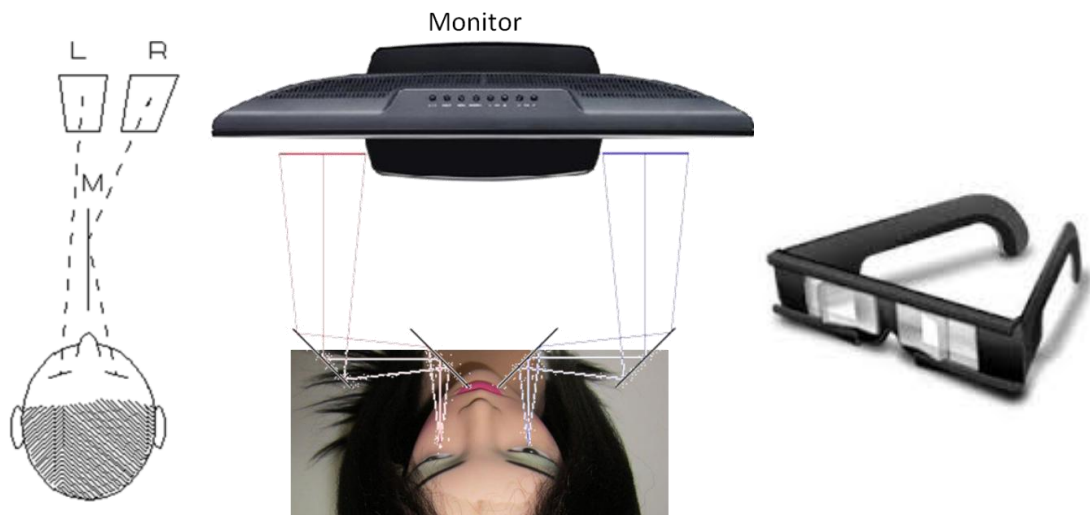
O ile w metodyce zapisu półobrazów stereoskopowych nie nastąpiły istotne zmiany od początków fotografii (XIXw.), o tyle w technikach odtwarzania tychże trwają intensywne badania i prace rozwojowe. Omówimy tu szczegółowo techniki, które będą wykorzystane na ćwiczeniu. Pozostałe techniki zostaną jedynie zasygnalizowane a omówione dogłębnie na wykładzie.

#### 1. Technika zwierciadlana.

Ta najstarsza technika oglądu stereoskopowego została zaproponowana przez Wheatstone'a w roku 1838. Zakładała ona obserwację przez dwa zwierciadła nachylone do kierunku patrzenia o kąt 45 stopni, dzięki czemu można było patrzeć na dwa osobne zdjęcia przedstawiające półobrazy stereoskopowe.



W niniejszym ćwiczeniu wykorzystamy monitor LCD, na którym należy obok siebie wyświetlić uwiecznione uprzednio półobrazy. Następnie należy skonstruować taki układ optyczny złożony ze zwierciadeł, który umożliwi obserwację lewej połowy monitora lewym okiem (wyłącznie!), a prawej części prawym okiem. Poniżej przedstawiono schematy ideowe układu wykorzystującego jedno zwierciadło "M" (po lewej), układu wykorzystującego cztery zwierciadła, ale dającego szersze pole widzenia i lepszy efekt 3-D (w środku) oraz najprostszego układu wykorzystującego okulary pryzmatyczne (po prawej).

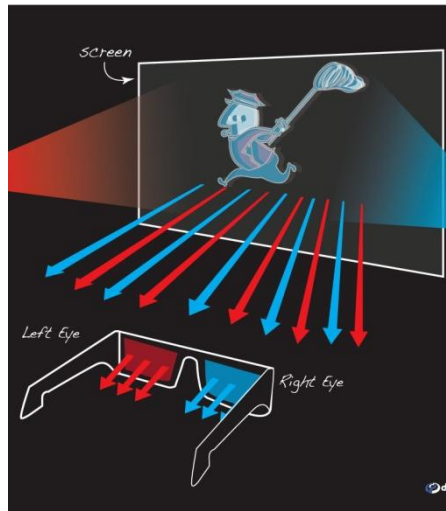


## 2. Technika anaglifowa.

Jest to historycznie pierwsza technika stereoskopowa wykorzystana w środkach masowego przekazu. Spowodowane to było faktem, że działa dobrze na zwykłych odbiornikach TV przy użyciu ogólnie dostępnych i tanich okularów anaglifowych. W technice tej półobrazy są kodowane barwnie, a następnie dodawane do siebie by utworzyć pseudo-kolorowy obraz, który możemy wyświetlić na ekranie. Najczęściej obraz dla lewego oka koduje się kolorem czerwonym, a dla oka prawego kolorem niebieskim. Przykładowe półobrazy zakodowane barwnie oraz ich sumę pokazano poniżej.



Tak powstały obraz przy oglądaniu przez okulary anaglifowe (poniżej) powinien dawać złudzenie trójwymiarowości, ponieważ obraz niebieski nie przejdzie przez filtr czerwony i odwrotnie. Jednym słowem, do danego oka dociera tylko półobraz dla niego przeznaczony.

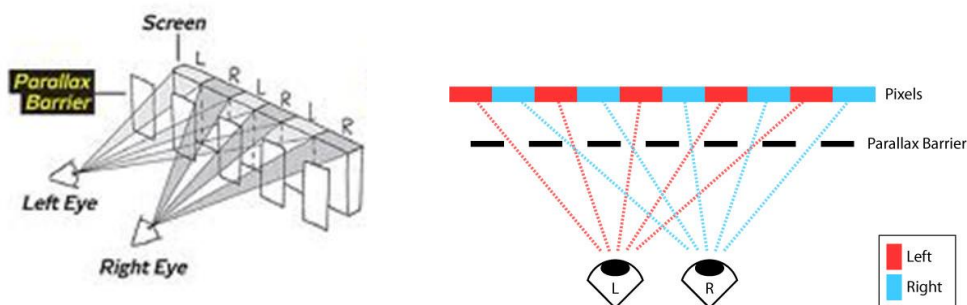


Oczywistą wadą tej techniki jest zmniejszenie nasycenia kolorów obrazu stereoskopowego w wyniku filtracji barwnej w okularach.

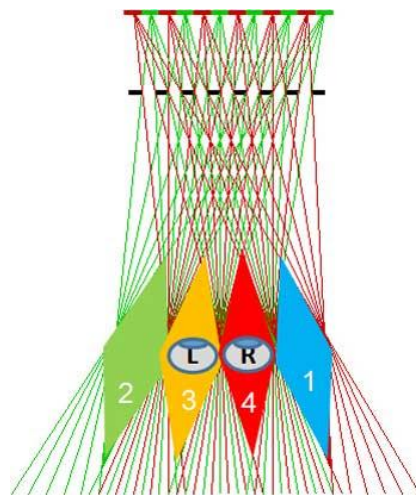
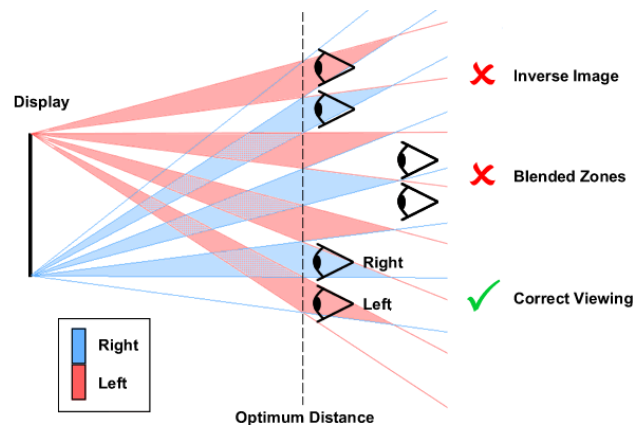
W tym ćwiczeniu należy zakodować półobrazy kolorami dopasowanymi do dostępnych w laboratorium okularów anaglifowych. Kodowania dokonujemy przy pomocy programu LightSword i funkcji eksportu do bitmapy z podaniem docelowej składowej barwnej (R, G lub B - red, green, blue). Umieszczając półobrazy w składowej czerwonej i niebieskiej uzyskujemy obraz anaglifowy, który należy obejrzeć przez okulary.

### 3. Technika bariery paralaksy (ang. parallax barrier).

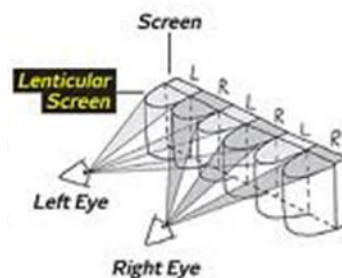
Jest to stosunkowo nowa technika obserwacji obrazów stereoskopowych na monitorze komputerowym. Zakłada ona użycie specjalnego filtra periodycznego w postaci serii pionowych pasków. Ich zadaniem jest zasłonięcie co drugiej kolumny pikseli monitora w ten sposób, że przykładowo do oka lewego docierają tylko parzyste kolumny, a do oka prawego nieparzyste.



Niestety wymaga to dokładnego spozycjonowania filtra względem pikseli ekranu (zarówno lewo-prawo jak i obrót), w celu uniknięcia efektu mory. Dodatkowo, aby uzyskać pełną separację półobrazów należy umieścić filtr w pewnej odległości od ekranu komputera (rzędu 1 mm). W wyniku tego tworzy się pewien obszar w przestrzeni około 30-40cm od monitora, w której bez użycia okularów można obserwować trójwymiarowy, w pełni kolorowy obraz. Jest to największa zaleta tej techniki. Wadą jest oczywiście konieczność stosowania filtra o stałej okresowości dobranej do danego monitora a także fakt, że jasność obrazów spada dwukrotnie (ze względu na blokowanie światła w filtrze). Kolejnym ograniczeniem jest niewielki rozmiar strefy, w której widać efekt 3-D (tzw. sweet spot), co pokazano na poniższej ilustracji.



Rozwinięciem tej techniki jest technika mikro-soczewek cylindrycznych (lenticular), rozwiązująca problem zmniejszonej jasności.



W tej części ćwiczenia zostanie wykorzystany aparat Fuji FinePix Real 3D wyposażony w ekran mikro-soczewkowy. Przygotowaną i spozycjonowaną stereoparę należy zapisać w postaci pliku MPO przy użyciu programu StereoPhotoMaker a następnie załadować plik do aparatu Fuji w celu oglądu na ekranie 3-D.

#### 4. Swobogład równoległy.

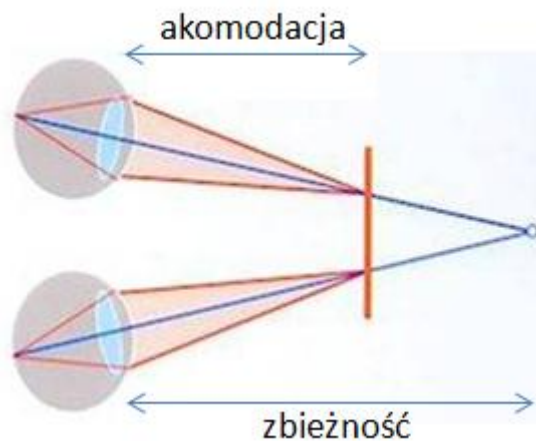
Jest to technika nie wymagająca okularów, wymagająca za to treningu. Aby zobaczyć obraz przestrzenny należy skupić wzrok za obrazkami tak, aby czerwone punkty "zjechały się" w jeden punkt. W tym momencie mózg powinien dostrzec głębię obrazka.

Zaletą tej metody jest jej prostota i brak okularów, natomiast wadą jest to, że obrazki muszą być dostatecznie małe (do ok. 6 cm szerokości) oraz to, że oprócz obrazu stereo widzimy jeszcze dwa poboczne obrazy płaskie.



### Zalety i wady stereoskopii

Niewątpliwą zaletą stereoskopii jest jej prostota oraz realizowalność przy pomocy klasycznej optyki i klasycznych (niekoherentnych) źródeł światła. Z kolei wady stereoskopii są liczne. Stereoscopia nie wykazuje paralaksy ani w pionie ani w poziomie. Wymaga stosowania specjalnych okularów lub filtrów ograniczających jasność albo zakres tonalny barw. Wymaga poziomego trzymania głowy (tzn. efekt przestrzenności znika po pochyleniu głowy na bok o więcej niż kilka stopni). Podczas oglądania zdjęć lub filmów stereoskopowych występuje konflikt pomiędzy zbieżnością a akomodacją oczu, pokazany na poniższej ilustracji:



Oko naturalnie akomoduje na odległość widzenia zdjęcia stereoskopowego, tym niemniej zbieżność oczu (tzn. kąt pomiędzy kierunkami, w które parzą gałki oczne) jest sztucznie ustawiana na odległość, którą mózg interpretuje "oszukany" różnicami pomiędzy półobrazami. Powstaje w ten sposób konflikt pomiędzy zbieżnością a akomodacją, który powoduje poważne dolegliwości zdrowotne przy dłuższym oglądaniu. Najczęściej jest to ból głowy, oczopląs oraz ogólne zmęczenie. Zdarzają się także zaburzenia widzenia przestrzennego.

## Przebieg ćwiczenia

- 1) Wykonanie zdjęć stereoskopowych (min. 3 porządne stereo-pary) techniką przesuwu poprzecznego aparatu pomiędzy ujęciami z wykorzystaniem statywu.  
Uwaga: zdjęcia powinny być zrobione na krótkiej ogniskowej (szeroki kąt) i przedstawiać wyraźny pierwszy plan na dla odległego drugiego planu. Rozdzielczość zdjęć: S, ustawienia ekspozycji, poziomu bieli i ostrości manualne.
- 2) Zgranie zdjęć na komputer w pracowni w formacie JPG.
- 3) Obserwacja swoboglądu równoległego (po zmniejszeniu zdjęć i zestawieniu ich obok siebie, np. w programie StereoPhotoMaker lub w dwóch instancjach programu IrfanView).
- 4) Realizacja metody anaglifowej.
  - a. Zakodowanie barwne w programie StereoPhotoMaker i zapis w formacie MPO.
  - b. Wyświetlenie na całym ekranie i obserwacja w okularach anaglifowych.
  - c. Zapis do sprawozdania anaglifów wszystkich stereo-par w wersji szaroodcieniowej (greyscale) i kolorowej.
- 5) Realizacja metody bariery paralaksy.
  - a. Wyświetlenie wybranego pliku MPO w programie StereoPhotoMaker w trybie "Sharp 3D LCD". Eksport do pliku graficznego do sprawozdanie.
  - b. Załadowanie plików MPO na kartę pamięci SD.
  - c. Umieszczenie w aparacie Fuji PinePix Real3D.
  - d. Obserwacja obrazów 3-D.
  - e. Pomiar rozmiaru strefy poprawnego oglądu ("sweet spot") poprzez przesuwanie poprzeczne i wzdluzne aparatu przy unieruchomionej głowie.
- 6) Realizacja metody zwierciadlanej
  - a. Odmiana z jednym zwierciadłem.
  - b. Odmiana z czterema zwierciadłami.
  - c. Sformułowanie wniosków co do szerokości pola widzenia.
- 7) Oglądanie stereopar przez okulary pryzmatyczne.

Realizacja kroków 3) - 7) może odbywać się w dowolnej kolejności.

W sprawozdaniu należy:

- Opisać wykonywane czynności ilustrując je zdjęciami z adekwatnym i wyczerpującym opisem.
- Sformułować ocenę subiektywną jakości efektu 3-D we wszystkich technikach. Zasygnalizować wady i zalety technik.
- Sporządzić subiektywny ranking technik, które zrobiły najlepsze wrażenie.

**UWAGA:** Wykonane oraz zakodowane na zajęciach zdjęcia należy załączyć w sprawozdaniu, przy czym muszą być odpowiednio wykadrowane i opisane. Przykładowo w przypadku zdjęcia zakodowanego do bariery paralaksy należy pokazać całe zdjęcie ale też powiększony fragment pokazujący różnice w zawartości kolumn parzystych i nieparzystych. Zawartość zamieszczonych zdjęć musi świadczyć o zrozumieniu ilustrowanego zagadnienia. Komentarze co do pokazywanego efektu należy zamieszczać tuż obok zdjęcia (a nie na końcu sprawozdania)