



TELEWIZJA TRÓJWYMIAROWA

Przed kilkudziesięciu laty pojawiły się w kraju pierwsze odbiorniki telewizyjne. Starsi Czytelnicy z łezką w oku przypomną sobie takie nazwy jak Wisła czy Belweder.

W tamtych czasach pewien młody człowiek zastanawiał się, czy warto kupić sobie taki odbiornik. Jego problemem nie był brak gotówki. Chciał mieć telewizor, ale usłyszał, że na Zachodzie produkuje się już odbiorniki z dużo większym ekranem. Postanowił zaczekać, aż takie odbiorniki pojawią się w kraju. I rzeczywiście niedługo się pojawiły.

Ale on dowiedział się już, że na świecie produkuje się już odbiorniki dające obraz kolorowy. Postanowił wstrzymać się z kupnem do czasu pojawienia się na rynku takiego odbiornika. Doczekał się. Ale nie kupił. Na jakiejś wystawie zobaczył bowiem japoński odbiornik telewizji kolorowej. To cudo dawało obraz nieporównanie lepszej jakości, niż dostępne w kraju Rubiny i Elektry. Znowu czekał.

Z czasem, co prawda w niewielkich ilościach, ale jednak, pojawiły się w sklepach kolorowe odbiorniki japońskie. Zaczęto też produkować krajowego Jowisza, potem kolejnych jego następców.

Nasz znajomy wybrzydział, że odbiorniki za często się psują, że kolory nie są naturalne. Nie kupił jednak telewizora lepszej firmy i lepszej jakości za waluty wymienne w Pewexie. Przypadkiem obejrzał bowiem w jednym z kin film trójwymiarowy i efekt przestrzenny zrobił na nim ogromne wrażenie. Wstrzymał się więc z kupnem telewizora do czasu pojawienia się odbiorników dających obraz trójwymiarowy.

Nasz znajomy jest już niewątpliwie na emeryturze. Jeśli nadal planuje zakup odbiornika swoich marzeń, to być może wreszcie kupi coś, co go zadowoli (o ile wcześniej nie umrze). Pojawiły się bowiem odbiorniki telewizyjne dające obraz przestrzenny. Na przykład znana każdemu firma Sanyo proponuje nie jeden, ale kilka systemów telewizyjnych, dających obraz trójwymiarowy. Zostaną one przedstawione w poniższym artykule.

Podstawy

Człowiek widzi obrazy przestrzenne. W codziennym życiu nie zastanawiamy się nad tym faktem, ale gdy oglądamy tak zwane stereogramy jednoobrazkowe, trójwymiarowe pocztówki, anaglify, stereoskopowe przezrocza, hologramy, albo gdy idziemy do kina, gdzie wyświetlane są filmy trójwymiarowe, cieszymy się wstępującą tam tajemniczą głębią obrazu.

Głębina widzenia występuje także, gdy codziennie obserwujemy przedmioty w naszym otoczeniu. Nie robi na nas specjalnego wrażenia, bo jesteśmy do tego przyzwyczajeni niemal od urodzenia i jest to dla nas oczywiste, że na jeden rzut oka potrafimy ocenić odległości przedmiotów z naszego otoczenia. Natomiast wszelkiego rodzaju płaskie obrazki, dające obraz trójwymiarowy zawsze budzą ciekawość i niekiedy traktowane są jako wytwory z pogranicza magii, przede wszystkim dlatego, że głębina dostrzegana na tych obrazkach jest jakby większa, niż głębina normalnego widzenia, do której przez lata przywykliśmy.

Tymczasem we wszelkich obrazkach i filmach trójwymiarowych nie ma nic z magii. Wykorzystuje się po prostu pewne podstawowe właściwości ludzkiego wzroku, a ściślej biorąc – ludzkiego mózgu.

Mózg potrafi ocenić odległość od poszczególnym przedmiotów w otoczeniu na podstawie obrazów otrzymywanych z obu oczu. Zazwyczaj się mówi, że osoby patrzące tylko jednym okiem nie są w sta-

część

nie widzieć obrazów trójwymiarowych, ani ocenić odległości od poszczególnych przedmiotów. Jest to w dużej części prawdą – głębina widzenia powstaje w mózgu na podstawie obrazów z obu oczu. Ale nawet patrząc jednym okiem potrafimy ocenić oddalenie od nas poszczególnych przedmiotów – mózg jest naprawdę cudownym tworem i potrafi wykorzystać dodatkowe informacje, na przykład porównując względnie wielkości widzianych przedmiotów o znanych wymiarach, czy też wykorzystując zdolność oka do zmian ostrości widzenia przedmiotów umieszczonych w różnej odległości.

Ale rzeczywiście, podstawowym sposobem, w jaki mózg uzyskuje informacje o głębi, jest porównywanie minimalnie różniących się obrazów, uzyskiwanych z obu oczu.

Zapamiętaj pierwszy, co prawda ogólny, ale bardzo ważny wniosek: wrażenie głębi wynika z drobnych różnic w zawartości obrazów z obu oczu.

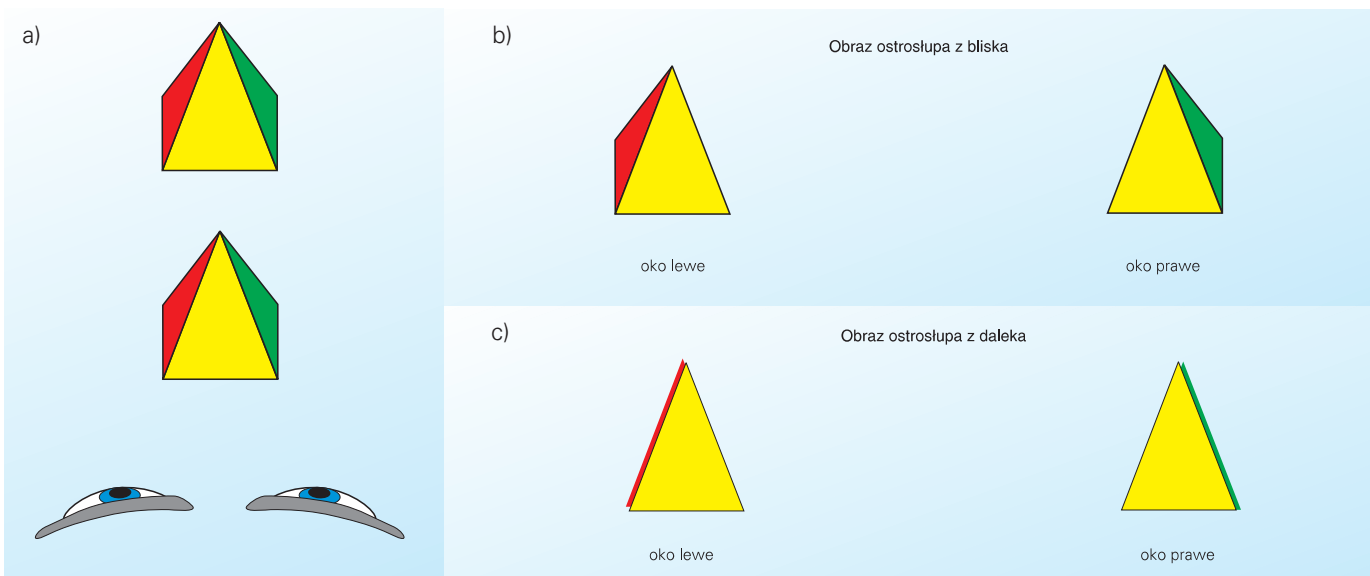
Zastanówmy się nad tym dokładniej.

Pewną sytuację pokazano w wielkim uproszczeniu na rysunku 1. Obserwator patrzy na ten sam obiekt (ostrosłup o podstawie kwadratu) raz z bliska, drugi raz z daleka. Przy patrzeniu z bliska obraz przekazywane z obu oczu do mózgu są zdecydowanie różne – zobacz rysunek 1b. Jeśli obiekt jest daleko, obraz są – można powiedzieć – praktycznie jednokowe. Zobacz rysunek 1c. (Zaniedbujemy tu różnicę wielkości, zależną od odległości, ale nie jest to w tej chwili istotne.)

I tu doszliśmy do drugiego bardzo ważnego w praktyce wniosku:

Przedmioty dalekie tworzą w obu oczach jednakowy obraz – tylko przedmioty bliższe dają w obu oczach obrazy nieco inne. Stopień tej odmienności zale-

Telewizja



Rys. 1. Obrazy wytworzone w obu oczach przy obserwacji przedmiotów

ży ściśle od odległości danego przedmiotu od obserwatora.

Ta zasada jak się potem okaże, została w bardzo ciekawy sposób wykorzystana do uzyskiwania ze zwykłego filmu wrażenia głębi.

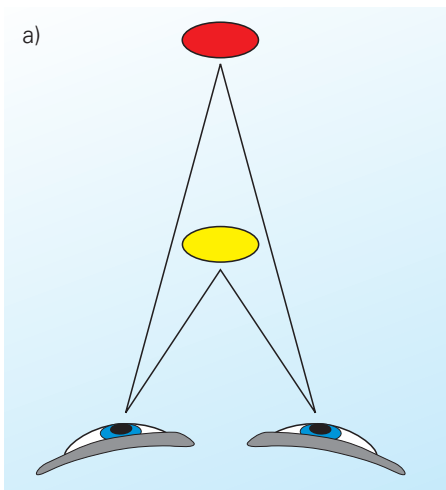
Zastanówmy się nad naszym postrzeganiem jeszcze chwilę. Przypuśćmy, że przeprowadzamy eksperyment. W dużej zaciemnionej hali pokazujemy obserwatorowi dwa świecące, kolorowe płaskie kółka. Kółka mogą mieć różną wielkość. Ponieważ hala jest ciemna, obserwator nie może dostrzec, jak zamocowaliśmy te kółka, czyli nie otrzymuje żadnych informacji dodatkowych, na podstawie których potrafiłby się zorientować, w jakiej odległości od niego umieszczono te świecące kółka. Ponieważ kółka mają różną, nieznaną mu wielkość, nie może ocenić odległości na podstawie wymiarów obrazu. Czy może ocenić tę odległość?

Tarcze są płaskie. Inaczej było w przypadku obserwacji ostrostłupa, gdzie poszczególne ściany pomalowane były na

różne kolory – tam obrazy przedmiotu w obu oczach znacznie się różniły, bo każde oko oprócz ściany przedniej, obserwowało inną ścianę boczną (rysunki 1b i 1c) – dostarczona była bardzo ważna informacja umożliwiająca mózgowi wytworzenie wrażenia głębi. Teraz w przypadku płaskich tarcz nie ma żadnych ścianek bocznych i w sumie obrazy w obu oczach są jednakowe. Czy nie mając informacji o „bocznych ściankach” można ocenić odległości, a tym samym uzyskać wrażenie głębi obrazu?

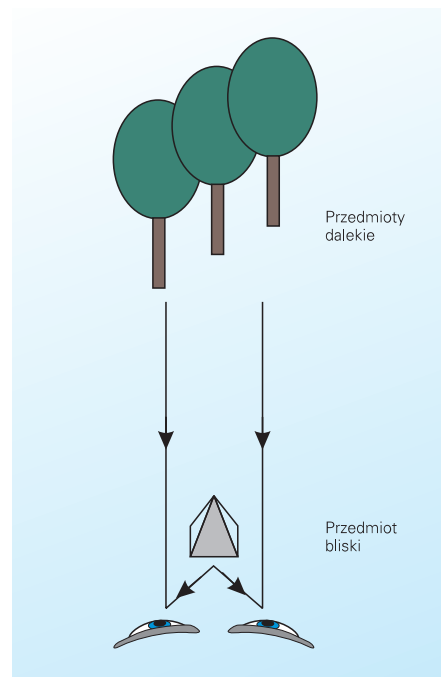
Inaczej mówiąc pytanie brzmi: czy z dwóch „płaskich” obrazów może powstać wrażenie głębi?

W znalezieniu odpowiedzi pomoże **rysunek 2**. Załóżmy, że pokazujemy obserwatorowi jednocześnie dwie tarcze umieszczone na tej samej wysokości (rys 2a). Dalsza tarcza jest odpowiednio większa tak, aby obrazy obu tarcz o oczach obserwatora miały jednakowe wymiary. Obrazy powstające w obu oczach obserwatora pokazuje rysunek 2b. Kluczem do znalezienia odpowiedzi na postawione pytanie jest właśnie rysunek 2b. Zauważ, iż obrazy w obu oczach będą się jednak czymś różnić (w tym miejscu pomijamy problem ostrości wzroku i koncentrowania ostrości w jednym punkcie). Nas interesuje, że obrazy obu tarcz będą, można powiedzieć – przesunięte. Na rysunku 2b „kolejność” jest wręcz odwrotna, ale nie chodzi tu o zmianę kolejności, tylko o przesunięcie.



Rys. 2. Obserwacja dwóch różnie oddalonych tarcz

Żeby dokładniej zapoznać się z problemem przeanalizujemy **rysunki 3...7**.



Rys. 3.

Nie masz chyba wątpliwości, że promienie światła, niosące obraz bardzo dalekich przedmiotów do obu oczu obserwatora są praktycznie równoległe. Inaczej jest w przypadku przedmiotów bliskich. Pokazano to na **rysunku 3**. Przyjmijmy teraz dla uproszczenia naszych rozważań jakiś punkt odniesienia, jakąś podstawę, aby dokładniej przeanalizować zagadnienie. Niech tą podstawą będą obrazy (bardzo) dalekich przedmiotów. Zastanówmy się, jak zmieniać się będą obrazy w obu oczach jeśli będziemy te przedmioty przybliżać.

Dla ułatwienia, niech obiektami będą nadal kolorowe tarcze o tak dobieranych rozmiarach, aby ich obrazy w oczach zawsze miały jednakową wielkość. Jest to może przykład trochę sztuczny, ale właśnie on idealnie pasuje do naszych rozważań o podstawach telewizji trójwymiarowej.

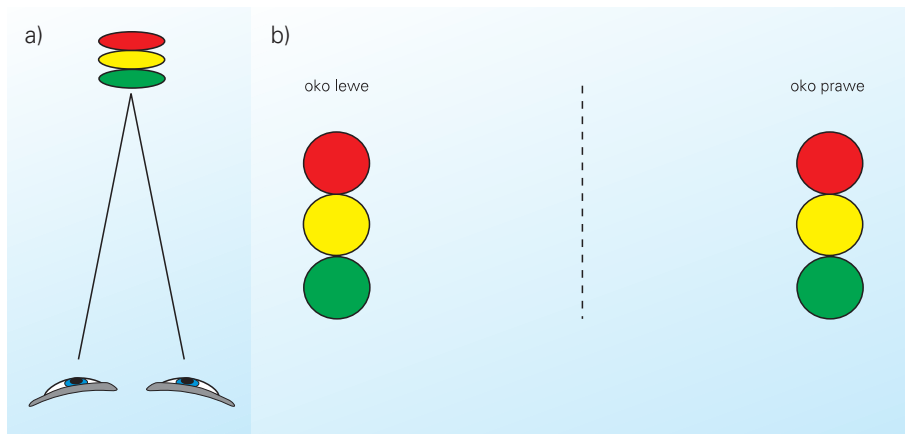
Niech czerwona tarcza zawsze będzie ustawiona bardzo daleko i dość wysoko. Niżej, tuż pod tą czerwoną tarczą umieścimy dwie inne tarcze: żółtą i zieloną. Jeśli wszystkie ustawione będą równie daleko, uzyskamy sytuację i obraz jak na **rysunku 4a**. Na **rysunek 4b** przedstawia obrazy, jakie wytworzą się w obu oczach obserwatora. Wszystkie tarcze są w jednakowej odległości, i nic dziwnego, że obrazy w obu oczach będą jednakowe.

Jeśli żółtą (małą) tarczę umieścimy blisko obserwatora, sytuacja będzie wyglądać, jak na **rysunku 5a**. Teraz obrazy w obu oczach będą się różnić – pokazuje to **rysunek 5b**.

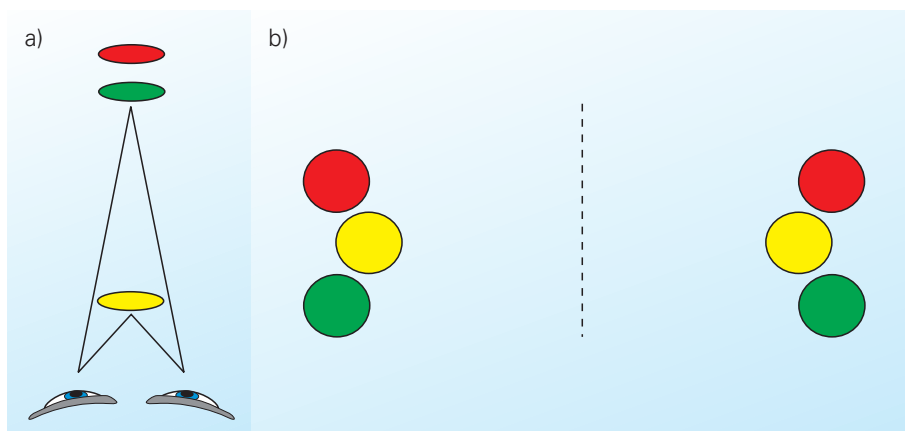
Jeśli z kolei zieloną tarczę umieścimy gdzieś pomiędzy tarczą czerwoną a żółtą, to sytuacja będzie wyglądać, jak na **rysunku 6a i b**.

Do tej pory pomijaliśmy kwestię ostrości wzroku. Wiadomo, że możemy skupić wzrok na przedmiotach dalekich, i wtedy przedmioty bliskie widzimy nieostro. Możemy też skupić wzrok na przedmiotach bliskich, a wtedy obiekty dalekie będą nieostre. Sprawdź to patrząc przez firankę za okno. Zbliż się do firanki na odległość około 10...15cm. Albo skoncentrujesz wzrok na firance, albo na krajobrazie za oknem.

Jesteśmy przyzwyczajeni, a właściwie jest to odruch, że w codziennym życiu nasze oko koncentruje wzrok na chwilę na obiektach bliższych, potem dalszych, potem znów bliższych, itp. Takie świadome, czy nieświadome zmiany odległości ostrego widzenia odgrywają niebagatelną rolę w ocenianiu odległości poszczególnych przedmiotów. Nasz biedny obserwator, którego męczymy przeprowadzając eksperymenty z rysunków 2...6 mógł dodatkowo próbować oceniać odległość skupiając odruchowo wzrok na poszczególnych tarczach. Właśnie tak za-



Rys. 4. Obserwacja trzech tarcz



Rys. 5. Obserwacja tarcz różnie oddalonych

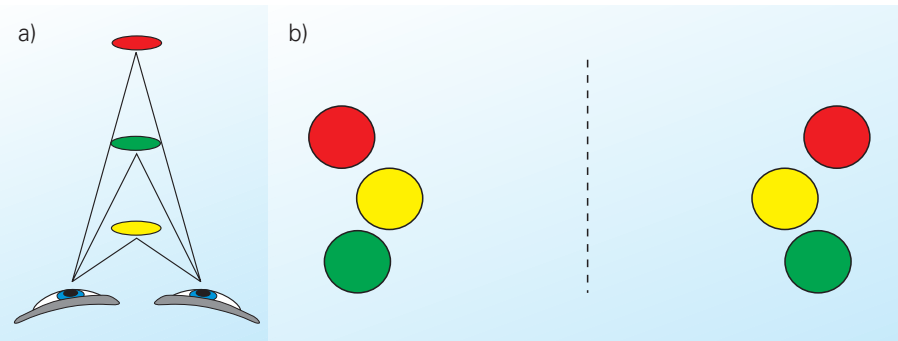
chowowałyby się prawdziwy obserwator – raczej skupiałby wzrok kolejno na poszczególnych tarczach, a nie gapił się bezmyślnie wprost przed siebie.

No tak, ale co się stanie, jeśli będziemy dalej katować naszego eksperymentatora, i w naszej ciemnej hali niepostrzeżenie podsunie mu niemal pod nos, na odległość kilkunastu czy kilkudziesięciu centymetrów, planszę z trzema świecącymi punktami, rozmieszczonymi tak, jak pokazano na rysunkach 4b, 5b czy 6b? Obserwator nie będzie wiedział co teraz robimy, bo wcześniej powiedzieliśmy mu, że celem eksperymentów jest badanie oceny odległości przedmiotów.

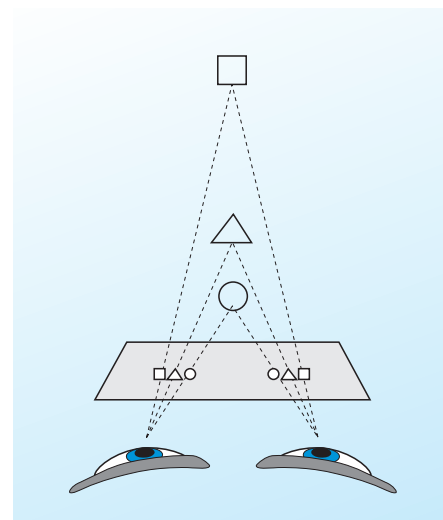
Możemy mu podsunąć także inny obrazek. Sytuacja jest pokazana na **rysunku 7**.

Zauważ, że obraz w obu oczach będzie taki sam, gdy obserwator będzie patrzył na rzeczywiste przedmioty umieszczone w różnej odległości, i będzie taki sam, gdy podsunie mu przed oczy planszę z odpowiednimi rzutami tych przedmiotów. No, może nie do końca.

Obserwator zapewne zorientuje się jednak, że coś jest nie tak, bo w przypadku planszy, aby uzyskać w oczach ostry obraz będzie musiał skupić wzrok, tak jak na przedmiotach bliskich. A w codzien-



Rys. 6. Obserwacja tarcz różnie oddalonych



Rys. 7.

Televizja

nym życiu jest przyzwyczajony do zmian ostrości wzroku.

Ale idea jest niewątpliwie ciekawa.

Rysunki 2–7 ilustrują najprostsze przykłady. Niedawno przeżywaliśmy szal stereogramów jednoobrazkowych. Przy odpowiednim patrzeniu, zobaczysz na rysunku „wystające do góry” – z płaskiego obrazu tworzą się w mózgu wrażenie głębi – trzeciego wymiaru..

Przy tworzeniu takich stereogramów również wykorzystuje się zasady, które omówiliśmy – do obu oczu muszą być dostarczone obrazy, odpowiednio różniące się treścią.

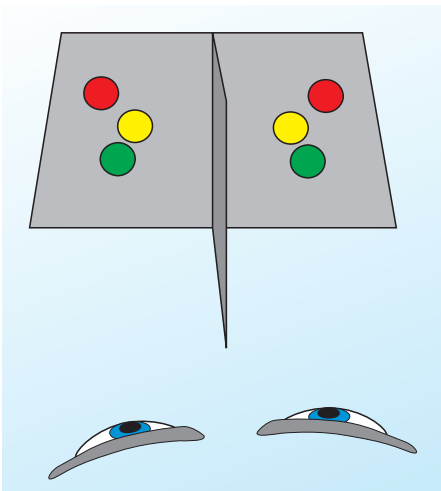
Poszczególne osoby mają różne zdolności w zakresie prawidłowego postrzegania takich jednoobrazkowych stereogramów. Mózg niektórych potrafi przystosować się do nowych, nietypowych warunków w ciągu kilku sekund. Inni potrzebują kilku minut, a niektórzy wcale nie potrafią się przestawić na taki nietypowy sposób patrzenia.

W praktyce nie wystarczy zwykle plansza podobna do tej z rysunku 7. Do każdego oka musi trafić tylko ta połowa obrazu z planszy, która jest dla niego przeznaczona. Trzeba więc skutecznie rozdzielić obrazy przeznaczone dla każdego oka. Można do tego celu użyć przegrody, jak pokazano na **rysunku 8**.

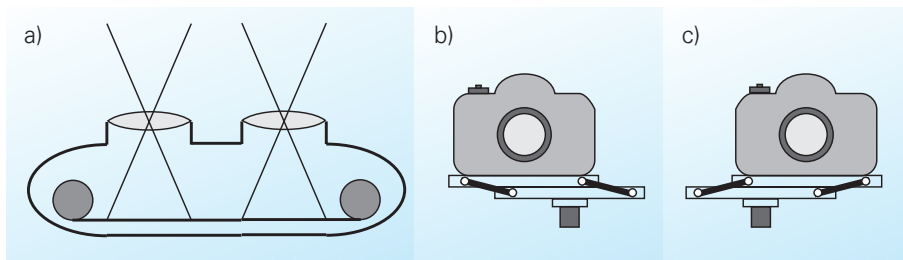
W sytuacji z rysunku 8, po pewnym czasie patrzenia przed siebie, jego mózg, który z początku nie może wręcz dojść do ładu z zupełnie nietypową sytuacją, w końcu przystosuje się do nowych warunków.

Krótko mówiąc, po pewnym czasie wpatrywania się w obraz, obserwator odniesie trochę dziwne, ale bardzo ciekawe wrażenie: mając wzrok skoncentrowany w jednej, bliskiej płaszczyźnie, odczuje głębię obrazu!

Będzie to dziwne wrażenie właśnie dlatego, że ostrość wzroku musi być skoncentrowana na jednym planie



Rys. 8. Stereoskop z przegrodą



Rys. 9. Wykonywanie fotografii stereoskopowej

– właściwie nie jest to takie wpatrywanie się z wielkim natężeniem w obraz, a raczej jakby puszczenie wzroku „luzem” – spokojne patrzenie wprost przed siebie bez nerwowego błędzenia wzrokiem po szczegółach obrazu.

Teraz możesz sam spróbować, jak twój mózg potrafi przystosować się do takich warunków. Poświęć trochę czasu i popatrz przez dłuższy czas z bliskiej odległości (najpierw kilku, potem kilkunastu centymetrów) na rysunki 1b, 1c, 2b, 4b, 5b i 6b. Czy udało ci się zobaczyć głębię na tych rysunkach i czy naocznie sprawdziłeś trafność wniosków, które wyciągaliśmy przy ich omawianiu?

Czy teraz już znasz odpowiedź na postawione wcześniej pytania?

Okazuje się, że można niejako oszukać wzrok i uzyskać wrażenie głębi, czyli trzeci wymiar, z dwóch obrazów płaskich, dostarczanych do obu oczu. Jesteśmy więc o krok od naszego głównego tematu – telewizji trójwymiarowej.

Aby uzyskać wrażenie głębi, trzeba spełnić dwa podstawowe warunki:

Należy dostarczyć do obu oczu dwa niezależne obrazy.

Treść obu obrazów musi być nieco inna (w najprostszym przypadku wystarczy odpowiednio przesunięcie obrazów, które mają być postrzegane w różnej odległości)

Jak widzisz, odczucie wrażenia głębi jest możliwe nawet przy użyciu w sumie dość prostego obrazka wydrukowanego na kartce. A nie ma żadnego kłopotu z odczuciem głębi, jeśli obserwujemy dwie prawdziwe fotografie stereoskopowe. Zasadę tworzenia fotografii trójwymiarowej (stereoskopowej, przestrzennej) pokazuje **rysunek 9**. Swego czasu produkowano nawet specjalne aparaty stereoskopowe z dwoma umieszczonymi poziomo obiektywami (nie mylić z lustrzankami dwuobiektywowymi), albo też wykonywano dwa zdjęcia, przesuwać poziomo aparat o pewną określoną odległość – zwykle ta odległość była równa lub nieco większa niż rozstaw ludzkich oczu (65...70mm) – zobacz rysunek 9a. Można też wykonać prosty przyrząd i po umocowaniu aparatu z tym przyrządem na statywie wykonywać świetne fotografie stereoskopowe – zobacz rysunek 9b i 9c.

Zasady te wykorzystuje się od wielu lat – niemal od początku istnienia sztuki fotograficznej wykonywano tak zwane zdjęcia stereoskopowe. Nasi dziadkowie zachwycaли się fotoplastykonem – patrzyli przez swego rodzaju lornetkę na dwie fotografie stereoskopowe i podziwiali głębię obrazu.

Oczywiście zamiast dwóch aparatów fotograficznych można zastosować dwie umieszczone obok siebie, synchronicznie pracujące kamery. Nie ulega wątpliwości, że oglądając później każdy z filmów innym okiem uzyskamy zachwycające wrażenie głębi.

Rysunki 7 i 8 sugerują, że można po prostu patrzeć na dwa małe ekraniki telewizyjne umieszczone blisko oczu.

Zasada ta była znana od dawna i wykorzystywana w przeglądarkach stereoskopowych bajek – zapewne ty też miałeś w dzieciństwie takie bajki – przezrocza umieszczone na kartonikach, które wsuwało się w szczelinę przeglądarki.

A może widziałeś już coś nowszego – hełm wirtualnej rzeczywistości. Hełm wirtualnej rzeczywistości ma dwa niezależne ekrany umieszczone naprzeciw obu oczu. Program komputerowy przesyła na te ekraniki dwa ruchome obrazy. Oczywiście zastosowano tam zasady, które przed chwilą omówiliśmy.

Ale korzystanie z hełmu zakładanego na głowę jest niewygodne, a ponadto bardzo kosztowne, bo w danej chwili obrazem może się rozkoszować tylko jedna osoba. Rozkoszowanie może być zresztą niewłaściwym określeniem, ponieważ są osoby, które niedobrze znoszą odizolowanie od rzeczywistości, jakie staje się udziałem widza, korzystającego z hełmu.

Od wielu lat przeprowadzano najróżniejsze próby znalezienia innego, tańszego i lepszego sposobu, umożliwiającego korzystanie z obrazów trójwymiarowych, w tym obrazów ruchomych.

I tu doszliśmy do systemów oferowanych przez firmę Sanyo. Firma ta opracowała i oferuje aż cztery systemy telewizji trójwymiarowej.

Zostaną one przedstawione w następnym numerze EdW.

Piotr Górecki