

Zestawy słuchawkowe VR i inne interfejsy człowiek-VR

W tej części wymienione są aktualne sposoby łączenia się z wirtualną rzeczywistością. Od zestawów słuchawkowych VR po kontrolery i kamizelki dotykowe, rynek sprzętu kwitnie, a inżynierowie szukają nowych, intuicyjnych sposobów, aby poczuć się jeszcze bardziej obecnymi w wirtualnym świecie. Złożoność i koszt obecnych gogli VR są często wymieniane jako potencjalne zagrożenia dla sukcesu branży VR. Niezbędne jest ulepszenie technologii interfejsu, aby była bardziej przystępna cenowo i intuicyjna. W tej części wymieniono najważniejsze specyfikacje i wymagania obecnych gogli VR oraz na co zwrócić uwagę w najbliższej przyszłości.

Uwaga na temat choroby wirtualnej rzeczywistości

Jaka jest przyczyna choroby wirtualnej rzeczywistości? Nasze ciała są wyszkolone, aby wykrywać i reagować na sprzeczne informacje pochodzące z naszego wzroku i układu przedsionkowego, powszechnie znanego jako ucho wewnętrzne. Układ przedsionkowy to układ sensoryczny, który zapewnia wiodący wkład w poczucie równowagi i orientacji przestrzennej w celu koordynacji ruchu z równowagą. Mózg wykorzystuje informacje z układu przedsionkowego, aby zrozumieć pozycję i przyspieszenie ciała z chwili na chwilę. Kiedy ta informacja koliduje bezpośrednio z informacjami pochodzącymi z układu wzrokowego, może powodować objawy, takie jak nudności i zawroty głowy. Zabawna, ale niezweryfikowana teoria wyjaśniająca, dlaczego ten konflikt prowadzi do nudności, głosi, że dawno temu (kilka tysięcy lat) ludziom groziło zjedzenie śmiertelnego grzyba. Pierwszymi objawami były zawroty głowy i dysfunkcja układu przedsionkowego, nasz organizm nauczył się automatycznie „wyrzucać” to, co jest w żołądku, aby pozbyć się niebezpiecznego grzyba, stąd nudności. Niebezpieczeństwo już dawno minęło, ale nasze ciała pamiętają i dlatego niektórzy ludzie cierpią na chorobę lokomocyjną. W wirtualnej rzeczywistości pole widzenia uczestnika wypełnia całkowicie doświadczenie VR, a poruszając się w wirtualnym świecie stojąc/chorując w realnym świecie, konflikt między tym, co widzimy (poruszamy się w VR), a tym, co my czuć (jesteśmy statyczni w prawdziwym świecie) prowadzi do zawrotów głowy i nudności. Ten szczególny rodzaj choroby lokomocyjnej nazywa się chorobą rzeczywistości wirtualnej. Jak uniknąć choroby wirtualnej rzeczywistości? Poruszanie kamerą (lub postacią FPS w przypadku gry VR opartej na silniku gry), podczas gdy uczestnik pozostaje nieruchomy, jest główną przyczyną choroby wirtualnej rzeczywistości. Oto kilka podstawowych zasad, których należy przestrzegać, aby temu zapobiec:

- * Absolutny brak obracania/panoramowania kamery. Ruchy lewo-prawo pozostawia się samym uczestnikom, którzy mogą rozejrzeć się lub nie.
- * Absolutnie bez przechylania aparatu. Ruchy góra-dół są również pozostawione samym uczestnikom, którzy mogą rozejrzeć się lub nie.
- * Upewnienie się, że horyzont jest wyrównany. Jeśli horyzont nie jest płaski, ale system przedsionkowy uczestnika wykryje, że powinien być, może to spowodować zawroty głowy i utratę równowagi.
- * Jeśli poruszasz kamerą, preferuj ruch w zwolnionym tempie. Włosy w uchu wewnętrznym mogą wykryć tylko przyspieszenie, a nie rzeczywisty ruch. Przyspieszenie to zmiana prędkości, więc jeśli prędkość kamery jest idealnie stała, szanse na chorobę lokomocyjną są zmniejszone.
- * Zmiany kierunku są technicznie formą przyspieszenia. Najlepiej zawsze poruszać kamerą po linii prostej.

W przypadku doświadczeń VR w skali pomieszczenia uczestnicy mogą swobodnie poruszać się fizycznie w świecie rzeczywistym, a ich ruchy są śledzone i dopasowywane w świecie wirtualnym. Jeśli opóźnienie jest poniżej pewnego progu, może to być całkowicie wolne od chorób VR, ponieważ informacje pochodzące zarówno z systemu przedsionkowego, jak i wizualnego są zgodne. W przypadku rzeczywistości wirtualnej z akcją na żywo zastosowanie „krzesła sterowanych ruchem” inspirowanych teatrami 4D (z siedzeniami zaprogramowanymi tak, aby dokładnie pasowały do ruchu na ekranie) to świetny sposób na zapobieganie chorobie lokomocyjnej. Firma Positron oferuje symulator ruchu, który dopasowuje ruch kamery do każdego doświadczenia VR, ale tego typu rozwiązanie jest niestety zbyt duże i drogie, aby stać się produktem producencko-konsumenckim („prosument”) i jest na razie dostępne tylko w lokalizacjach Wydarzenia VR, takie jak festiwale czy salony gier.

Wyświetlacze nagłowne (HMD)

Wyświetlacz montowany na głowie lub HMD to urządzenie, które nosi się na głowie lub jako część kasku i ma małą optykę wyświetlacza przed oczami. W części 1 zobaczyliśmy, że historia VR jest powiązana i zależna od rozwoju technologii HMD. W rzeczywistości obecne szaleństwo na VR rozpoczęło się w 2012 roku, kiedy Oculus z powodzeniem zebrał ponad 2 miliony dolarów na Kickckstarterze na stworzenie zestawu VR, ale wkrótce potem został kupiony przez Facebooka za 2 miliardy dolarów. Technologia smartfonów, a także przystępność cenowa ekranów OLED, akcelerometrów i żyroskopów o wysokiej rozdzielczości ostatecznie umożliwiły dostęp do wysokiej jakości interfejsu VR o sześciu stopniach swobody, który zapoczątkował dynamicznie rozwijającą się branżę VR, jaką znamy dzisiaj.

Podstawy

VR HMD składa się zwykle z dwóch podstawowych elementów: ekranu o wysokiej rozdzielczości do wyświetlania treści stereoskopowych oraz czujników śledzących ruch głowy. Czujniki te mogą obejmować żyroskopy, akcelerometry, kamery itp. Gdy uczestnicy poruszają głowami, aby spojrzeć w różnych kierunkach, czujniki wysyłają odpowiednią informację do gracza, który dostosowuje widok. Zestawy słuchawkowe rzeczywistości wirtualnej mają znacznie wysokie wymagania dotyczące latencji – czasu, jaki upływa od zmiany pozycji głowy, aby „zobaczyć” efekt. Jeśli system jest zbyt wolny, aby reagować na ruch głowy, może to spowodować, że uczestnik doświadczy choroby wirtualnej rzeczywistości, jak wyjaśniono powyżej. Według inżyniera Valve, idealne opóźnienie wynosiłoby 7-15 milisekund. Głównym składnikiem tego opóźnienia jest częstotliwość odświeżania wyświetlacza o wysokiej rozdzielczości. W przypadku rzeczywistości wirtualnej wymagana jest częstotliwość odświeżania 90 Hz lub wyższa. Istnieją dwa rodzaje gogli VR: mobilna VR i wysokiej klasy „na uwięzi” VR. Mobile VR wykorzystuje smartfon jako ekran i moc obliczeniową zestawu słuchawkowego; obecnie ma tylko trzy stopnie swobody. Najbardziej znane mobilne rozwiązania VR to Samsung Gear VR, kompatybilny z wybranymi telefonami Samsung oraz Google Cardboard i Daydream. Zaawansowana „na uwięzi” VR wykorzystuje zewnętrzny komputer i kamery/czujniki do śledzenia pozycji, aby zapewnić sześć stopni swobody. Najbardziej znane gogle VR na uwięzi to Oculus Rift i HTC Vive, które wykorzystują komputer z systemem Windows i wydajne karty graficzne do mocy obliczeniowej oraz PlayStation VR, które wykorzystuje PlayStation 4 i kolejne modele do mocy obliczeniowej. Warto wspomnieć o trzeciej kategorii: samodzielne zestawy słuchawkowe VR, które będą miały wewnętrzne możliwości obliczeniowe i wewnętrzne śledzenie, aby osiągnąć sześć stopni swobody. Wielu producentów gogli pracuje obecnie nad tą technologią i możemy się spodziewać, że nowa generacja gogli VR wyjdzie na światło dzienne w ciągu najbliższych dwóch lub trzech lat.

Śledzenie

Jeśli chodzi o obecność, po wizualizacjach, kolejną najważniejszą cechą jest dokładne śledzenie submilimetrowe. To sprawia, że efekty wizualne w VR wyglądają tak, jak w rzeczywistości, bez względu na to, gdzie położona jest Twoja głowa. Różne technologie są używane oddzielnie lub razem do przemieszczania się w środowisku o trzech lub sześciu stopniach swobody. W pierwszym przypadku (pan-roll-tilt) nazywa się to „śledzeniem głowy”; a w drugim przypadku (pan, roll, tilt, przód/tył, lewo/prawo i góra/dół) nazywa się to „śledzeniem pozycji”. IMU, czyli inercyjna jednostka pomiarowa, to elektroniczny czujnik składający się z akcelerometrów, żyroskopów i magnetometrów. Mierzy prędkość, orientację i siły grawitacyjne urządzenia. W rzeczywistości wirtualnej i rozszerzonej IMU służy do wykonywania śledzenia rotacyjnego dla HMD. Mierzy ruchy obrotowe pochylenia, odchylenia i kołysania, stąd „śledzenie głowy”. Brak śledzenia pozycji w mobilnych systemach VR (obsługują one tylko śledzenie głowy) jest jednym z powodów, dla których brakuje im zwiększonego poczucia obecności, które oferuje wysokiej klasy VR. Dobre śledzenie opiera się na zewnętrznych czujnikach (takich jak aparat Oculus Rift), co nie jest możliwe na urządzeniu mobilnym.

Akcelerometr i żyroskop

Akcelerometr mierzy właściwe przyspieszenie w bezwzględny układzie odniesienia. Na przykład akcelerometr w spoczynku na powierzchni Ziemi zmierzy przyspieszenie spowodowane grawitacją Ziemi. W tabletach, smartfonach i aparatach cyfrowych stosuje się akcelerometry, dzięki którym obrazy na ekranach są zawsze wyświetlane w pozycji pionowej. Akcelerometry są również wykorzystywane w dronach do stabilizacji lotu. Pierwotnie żyroskop to kręcące się koło lub dysk, w którym oś obrotu może sama przyjąć dowolną orientację. Jest to ten sam system, który jest używany w Steadicamach. Podczas obracania na orientację tej osi nie ma wpływu przechylenie lub obrót mocowania, zgodnie z zasadą zachowania momentu pędu. Żyroskopy są zatem przydatne do pomiaru lub utrzymywania orientacji. Integracja żyroskopu z elektroniką użytkową pozwoliła na dokładniejsze rozpoznawanie ruchu w przestrzeni 3D niż poprzedni samotny akcelerometr w wielu smartfonach. Żyroskopy i akcelerometry są połączone w smartfonach i większości zestawów VR, aby uzyskać bardziej niezawodne wykrywanie kierunku i ruchu. Razem akcelerometr i żyroskop może zapewnić dokładne śledzenie głowy.

Magnetometry

Magnetometr to urządzenie mierzące pola magnetyczne. Może działać jak kompas, wykrywając magnetyczną północ i zawsze może określić, w jakim kierunku jest zwrócony na powierzchni Ziemi. Magnetometry w smartfonach nie są używane do celów śledzenia (nie są wystarczająco dokładne), ale niektórzy programiści zmienili przeznaczenie magnetometru do użytku z Google Cardboard, gdzie pierścień magnetyczny jest przesuwany w górę i w dół po innym magnesie, a następnie rejestrowane są fluktuacje pola jako kliknięcie przycisku.

Czujniki laserowe

System śledzenia położenia Lighthouse firmy Valve i kontrolery HTC do zestawu słuchawkowego Vive wykorzystują system laserowy do śledzenia położenia. Obejmuje dwie stacje bazowe w całym pomieszczeniu, które omiatają obszar za pomocą błyskających laserów. Zestaw słuchawkowy HTC Vive i kontrolery SteamVR są pokryte małymi czujnikami, które wykrywają te lasery podczas ich przechodzenia. Kiedy następuje błysk, zestaw słuchawkowy po prostu zaczyna odliczać, aż „zobaczy”, który z jego fotoczuJNIKÓW zostanie trafiony wiązką laserową - i wykorzystuje relację między miejscem, w którym ten fotoczuJNIK znajduje się w zestawie słuchawkowym, a momentem, w którym wiązka uderza w fotoczuJNIK, aby matematycznie obliczyć jego dokładną pozycję względem stacji bazowych w pomieszczeniu. Uderz wystarczająco dużo tych fotoczuJNIKÓW laserem w tym samym czasie, a tworzą one „pozę” - trójwymiarowy kształt, który nie tylko informuje, gdzie znajduje się zestaw słuchawkowy, ale także w jakim kierunku jest zwrócony. Nie jest wymagane śledzenie optyczne. Chodzi o wycucie

czasu. System sprytnie integruje wszystkie te dane, aby określić rotację urządzeń i ich położenie w przestrzeni 3D. Szybkie wbudowane IMU w każdym urządzeniu są wykorzystywane do pomocy w śledzeniu. Ten system jest niezwykle dokładny: według Olivera „Doc-Ok” Kreylos (doktorat z informatyki), z obiema stacjami bazowymi śledzącymi zestaw słuchawkowy Vive, jitter systemu wynosi około 0,3 mm. Oznacza to, że zestaw słuchawkowy wydaje się skakać w przestrzeni kuli o średnicy około 0,3 mm we wszystkich kierunkach, chociaż w rzeczywistości zestaw słuchawkowy jest absolutnie nieruchomy. Na szczęście ten submilimetrowy drgania jest tak mały, że niezauważalny dla naszego układu wzrokowego i mózgu. Chociaż stacje bazowe muszą być synchronizowane razem przez Bluetooth (lub dołączony kabel do synchronizacji) i wymagają zasilania, nie są one podłączone do komputera ani do HMD. W przeciwieństwie do czujników kamer innych systemów, które śledzą znaczniki na zestawach słuchawkowych, to dane zebrane przez HMD (wraz z informacjami z IMU) są wysyłane do komputera w celu przetworzenia.

Widzialne światło

Zestaw słuchawkowy PlayStation VR wykorzystuje system „światła widzialnego” do śledzenia pozycji. Pomysł jest następujący: uczestnik nosi zestaw słuchawkowy z dziewięcioma diodami LED, a kamera PlayStation go śledzi. Istotna różnica polega na tym, że kamera PlayStation ma dwie kamery do postrzegania głębi stereo. Kamera widzi przedmioty tylko w polu widzenia w kształcie stożka, a czasami okluzja lub oświetlenie może powodować problem (silne naturalne oświetlenie w pomieszczeniu, ekrany telewizyjne i powierzchnie odbijające światło, takie jak lustro). Zestaw słuchawkowy PlayStation VR ma tylko dziewięć diod LED, ale są one ukształtowane w taki sposób, że kamera może określić ich orientację, a percepcja głębi stereo może obliczyć ich pozycję. PlayStation VR posiada również IMU do dokładnego śledzenia głowy.

Światło podczerwone

Seria 20 diod LED na podczerwień wbudowanych w gogle Oculus Rift to coś, co Oculus nazywa systemem śledzenia konstelacji. Znaczniki te - ułożone prawie jak konstelacja - są wychwytywane przez czujniki Oculus, które są zaprojektowane do wykrywania światła znaczników klatka po klatce. Ramki te są następnie przetwarzane przez oprogramowanie Oculus na Twoim komputerze, aby określić, gdzie w przestrzeni kosmicznej masz się znajdować. Podobnie jak system śledzenia światła widzialnego, okluzja może stać się dużym problemem w przypadku śledzenia pozycji w podczerwieni: jeśli cokolwiek znajdzie się między zbyt dużą liczbą znaczników podczerwieni a czujnikiem Rift, znaczniki podczerwieni zostaną zablokowane lub zatkane, a śledzenie stanie się niemożliwe. Teraz możliwe jest użycie maksymalnie trzech kamer/czujników, aby uniknąć tego problemu i sprawić, by urządzenie Oculus było „skalowane w pomieszczeniu”. Zasięg śledzenia kamery będzie ograniczony zarówno przez optykę, jak i rozdzielczość obrazu. Będzie punkt, w którym gogle będą zbyt daleko, aby mógł rozpoznać wystarczająco dużo szczegółów do dokładnego śledzenia. Przed kamerą znajduje się martwa strefa 90 cm, w której nie może śledzić HMD, prawdopodobnie dlatego, że nie może prawidłowo ustawić ostrości na zestawie słuchawkowym. Zestaw słuchawkowy zachowuje żyroskop, akcelerometr i magnetometr o orientacji 360°.

Śledzenie magnetyczne

Śledzenie magnetyczne polega na pomiarze natężenia pola magnetycznego w różnych kierunkach. Zazwyczaj istnieje stacja bazowa, która generuje wzbudzenie AC, DC lub impulsowe DC. Wraz ze wzrostem odległości pomiędzy punktem pomiarowym a stacją bazową maleje siła pola magnetycznego. Obracanie punktu pomiarowego powoduje zmianę rozkładu pola magnetycznego na różnych osiach, co pozwala również na określenie orientacji. Śledzenie magnetyczne zostało zaimplementowane w kilku produktach, takich jak kontrolery VR Razer Hydra. Dokładność śledzenia

magnetycznego może być dobra w kontrolowanych środowiskach (specyfikacje Hydra to dokładność pozycjonowania 1,0 mm i dokładność obrotu 1°), ale śledzenie magnetyczne podlega zakłóceniom ze strony materiałów przewodzących w pobliżu emitera lub czujnika oraz pól magnetycznych generowanych przez inne urządzenia elektroniczne.

Śledzenie optyczne

Fiducial markers: kamera śledzi markery, takie jak predefiniowane wzory lub kody QR. Kamera może rozpoznać istnienie tego znacznika i jeśli wiele znaczników zostanie umieszczonych w znanych pozycjach, można obliczyć położenie i orientację. Wcześniejsza wersja gogli StarVR wykorzystywała tę metodę. Aktywne markery: Aktywny system optyczny jest powszechnie używany do mocap (przechwytywania ruchu). Trianguluje pozycje, bardzo szybko oświetlając jedną diodę LED na raz lub wiele diod LED za pomocą oprogramowania, aby zidentyfikować je na podstawie ich względnej pozycji (grupa diod LED dla gogli VR, druga dla kontrolera itp.). System ten charakteryzuje się wysokim stosunkiem sygnału do szumu, co skutkuje bardzo małym jitterem znacznika i wynikającą z tego wysoką rozdzielczością pomiaru (często do 0,1 mm w skalibrowanej objętości). Firma PhaseSpace używa aktywnych znaczników w swojej technologii śledzenia pozycji VR. Nowa wersja gogli StarVR wykorzystuje ten system w połączeniu z czujnikiem bezwładnościowym (IMU)

Światło strukturalne

Światło strukturalne to proces rzutowania znanego wzoru (często siatek lub poziomych pasków) na scenę. Sposób, w jaki światło odkształca się, gdy uderza w powierzchnie, pozwala systemom wizyjnym na obliczenia informacji o głębokości i powierzchni obiektów w scenie, używane w skanerach 3D światła strukturalnego. Żaden zestaw VR nie korzysta z tej technologii, ale rozwiązanie rzeczywistości rozszerzonej Google „Project Tango” już tak.

Śledzenie wewnątrz i na zewnątrz

Wszystkie obecne gogle VR ze śledzeniem pozycyjnym wykorzystują metodę śledzenia „na zewnątrz”. Dzieje się tak, gdy kamery śledzące są umieszczone w środowisku zewnętrznym, w którym śledzone urządzenie (HMD) znajduje się w jego zasięgu. Transport na zewnątrz wymaga złożonego i często drogiego sprzętu składającego się z HMD, jednego lub wielu czujników/kamer, stacji obliczeniowej i łączności między wszystkimi elementami. Z drugiej strony, śledzenie od wewnątrz ma miejsce, gdy kamera/czujnik śledzący jest umieszczony na samym HMD, który następnie wykrywa otoczenie wokół siebie i swoją pozycję w czasie rzeczywistym, jak „Projekt Tango” Google. Większość producentów gogli VR opracowuje obecnie śledzenie od wewnątrz dla swoich HMD, w tym Oculus, jak ogłoszono podczas wydarzenia Oculus Connect 3 w 2016 roku. Tymczasem śledzenie na zewnątrz jest ograniczone obszarem ustawionym przez kamerę/czujniki. StarVR wykorzystuje technologię aktywnego znacznika, co oznacza, że obszar gry jest skalowalny w zależności od liczby kamer używanych do śledzenia zestawu słuchawkowego, do 30x30 metrów.

Jakość wizualna

Różne technologie wyświetlania i optyka, z których korzysta każdy zestaw słuchawkowy, mają duży wpływ na jakość obrazu, a także wrażenie zanurzenia. Istnieją cztery ważne elementy, jeśli chodzi o wysokiej klasy VR: rozdzielczość wyświetlacza, jakość optyki, częstotliwość odświeżania i pole widzenia.

Rozdzielczość

Zarówno Rift, jak i Vive mają rozdzielczość 1200x1080 pikseli na oko, podczas gdy PlayStation VR ma 960x1080 pikseli na oko, ale matryca RGB (czerwona, zielona, niebieska) na ekranie jest lepsza od

matrycy Samsung PenTile innych wyświetlaczy HMD. Na ekranie matrycy PenTile jest mniej subpikseli, a więcej z nich ma kolor zielony. To jest powód, dla którego postrzegana rozdzielczość PlayStation VR jest podobna do rozdzielczości zestawu słuchawkowego Vive lub Rift. The StarVR ma jednak imponującą rozdzielczość 5120 x 1440 pikseli, ale pole widzenia jest również znacznie większe (210°), więc postrzegana rozdzielczość na stopień jest podobno większa (ale nie została potwierdzona przez producenta). Ludzkie widzenie ma rozdzielczość kątową 70 pikseli na stopień, podczas gdy obecne zestawy słuchawkowe VR zwykle oferują około 10 pikseli na stopień, co wyjaśnia, dlaczego ludzie często narzekają na „widzenie pikseli”. Współczynnik powiększenia ze względu na fakt, że pojedynczy wyświetlacz jest rozciągnięty w szerokim polu widzenia, sprawia, że wady są znacznie bardziej widoczne. W przypadku mobilnej rzeczywistości wirtualnej rozdzielczość zależy od smartfona używanego w zestawie słuchawkowym. Pixel XL (kompatybilny z Daydream) ma rozdzielczość 2560x1440 pikseli, podczas gdy Samsung Galaxy S8 (kompatybilny z Samsung Gear VR) ma 2960x1440 pikseli. Liczby te mogą być mylące: mobilna VR wydaje się mieć wyższą rozdzielczość niż wysokiej klasy „na uwięzi” gogle VR. Jednak niekoniecznie będą miały lepszą prezentację wizualną. Nawet najtańsza kompatybilna karta graficzna w podłączonym komputerze Rift pozwoli na znacznie bogatsze środowisko graficzne niż zazwyczaj można znaleźć w grach lub aplikacjach Gear VR.

Soczewki

Wybór obiektywów do gogli VR decyduje o ostatecznym polu widzenia, a także o jakości obrazu. Gdy ekran jest umieszczony bardzo blisko oczu, ogniskowa musi być krótka, aby go powiększyć. Niektórzy producenci zestawów słuchawkowych, tacy jak HTC i Oculus, zdecydowali się na soczewki Fresnela. Soczewka Fresnela zmniejsza ilość wymaganego materiału w porównaniu z konwencjonalną soczewką, dzieląc soczewkę na zestaw koncentrycznych sekcji pierścieniowych. Soczewki Oculus Rift to hybrydowe soczewki Fresnela z bardzo drobnymi krawędziami w połączeniu ze zwykłą soczewką wypukłą, co zmniejsza problem „widzę piksele”. Hybrydowe soczewki Rift mają również większy słodki punkt i bardziej spójną ostrość w całym polu widzenia, co oznacza, że są bardziej wyrozumiałe w kwestii tego, jak ustawiasz HMD przed oczami. Soczewki Fresnela mogą pomóc w osiągnięciu szerszego pola widzenia, ale krawędzie soczewki mogą stać się widoczne w środowiskach o wysokim kontraście, tym bardziej, gdy zestaw słuchawkowy nie jest idealnie dopasowany do oczu. Z drugiej strony PlayStation VR zdecydowało się na zwykły obiektyw i zamiast tego wykorzystuje jakość swojego ekranu. Soczewki gogli VR często powodują poważne zniekształcenia i aberrację chromatyczną, które muszą być skompensowane w samym odtwarzaczu VR.

Częstotliwość odświeżania

Jak wspomniano powyżej, częstotliwość odświeżania 90 Hz jest wymagana dla rzeczywistości wirtualnej w celu ograniczenia skutków choroby rzeczywistości wirtualnej i zapewnienia zwiększonego poczucia obecności. Niestety większość mobilnych zestawów słuchawkowych VR jest ograniczona do 60 Hz. Z kolei PlayStation VR oferuje częstotliwość odświeżania 120 Hz.

Pole widzenia

Nie ma dostrzegalnych różnic między poziomym polem widzenia (FoV) HTC Vive, Oculus Rift, przenośnymi goglami VR i PlayStation VR, które są ogłaszane przy około 100°, podczas gdy poziome pole widzenia człowieka wynosi (z uwzględnieniem widzenia peryferyjnego) 220°. Oznacza to, że gogle VR mogą zakrywać tylko połowę naszego normalnego widzenia, tak jakbyśmy nosili klapki na oczach, co znacznie wpływa na poczucie obecności. Jednak StarVR i nadchodzące gogle Panasonic VR wykorzystują konstrukcję podwójnego Fresnela, co pozwala na uzyskanie superszerokiego pola widzenia około 210° w poziomie.

Minimalne wymagania dotyczące komputera/telefonu komórkowego

Większość zestawów słuchawkowych VR jest kompatybilna tylko z kilkoma konkretnymi smartfonami w przypadku mobilnej VR i kart graficznych/zasilania komputerowego w przypadku wysokiej klasy VR na uwięzi. Jedynym wyjątkiem jest to, że niektóre gogle VR są kompatybilne z większością obecnych smartfonów, o ile mają IMU do śledzenia głowy – na przykład niedrogi Google Cardboard.

Kontrolery i akcesoria

Kontrolery i akcesoria mogą sprawić, że wirtualna rzeczywistość będzie jeszcze bardziej wciągająca, poprawiając sposób interakcji ze środowiskiem wirtualnym. Najważniejsze jest śledzenie dłoni i możliwość łatwej manipulacji wirtualnymi obiektami. Bieżnie, kamizelki dotykowe i rozwiązania bezprzewodowe dla wysokiej klasy rynku VR przeżywają boom.