

I migliori sistemi per realtà virtuale a confronto

Autore: Gabriele Filosofi

La realtà virtuale (VR, Virtual Reality) si occupa di studiare e sviluppare sistemi che inducono in un organismo comportamenti finalizzati mediante una stimolazione sensoriale ingannevole, in maniera che l'organismo vive tale esperienza come autentica e reale.

L'idea non è certo nuova, ma negli ultimi ha ripreso slancio e vitalità, sostanzialmente grazie alla rapida evoluzione degli smartphone, innescando una corsa alla realizzazione del miglior headset tra importanti player dell'industria IT.

Ogni sistema VR comprende

- VWG (Virtual World Generator), una piattaforma hardware e software dove gira il programma applicativo VR
- HMD (Head Mounted Display), un visore binoculare che presenta la scena 3D del mondo virtuale
- Sistemi di input/output specializzati

Il senso umano più importante nel mondo reale è senza dubbio la vista. E' per questo che il l'HMD rappresenta la "porta" di accesso privilegiata al mondo virtuale prodotto dal VWG.

Ma per conseguire un'esperienza veramente immersiva, il VRH (Virtual Reality Headset) ha bisogno di altri elementi oltre al HMD, come le cuffie e i sensori di movimento. Motion Controllers, più eventuali altre periferiche, completano l'armamentario di un sistema VR *closed-loop* di alta qualità.

In questo articolo esaminiamo i principali sistemi disponibili oggi sul mercato, mettendoli a confronto sulla base di alcuni parametri generalmente considerati importanti

Tipo

Distinguiamo tre categorie di sistema VR in base all'hardware del VWG:

- PC-based
- Console-based
- Smartphone-based
- Embedded

Un sistema connesso a un PC o a una potente console di gioco può offrire l'esperienza visiva e l'interattività che gli appassionati di gaming si aspettano; uno smartphone adapter offre l'esperienza VR ad un costo accessibile su un dispositivo mobile a larghissima diffusione; un headset Embedded garantisce il massimo livello di portabilità e integrazione. Difficile predire oggi se e quale di queste configurazioni prevarrà sulle altre, ognuna avendo caratteristiche tali da renderne l'uso preferibile a seconda delle esigenze.

Sensori

Sensori artificiali di vari tipi che raccolgono informazioni dal mondo reale per trasmetterle al VWG, in primo luogo i movimenti dell'utente. Ad esempio, l'IMU (Inertial Measurement Unit) è un dispositivo a stato solido realizzato in tecnologia MEMS che misura l'accelerazione inerziale (3 assi) e la velocità angolare (3 assi). Montando l'IMU su un oggetto, il problema di determinarne posizione e orientazione si traduce in una doppia integrazione numerica nel tempo delle grandezze in uscita dall'IMU, il che ha come inconveniente una lenta deriva del segnale. E' per questo che un'altra classe di sensori, stavolta ottici, viene affiancata all'IMU per ottenere un tracking più accurato di VRH e motion controllers. Si tratta di un sistema di LED che emettono luce IR impulsata, e fotorivelatori. I LED sono convenientemente disposti sulla superficie dell'oggetto da tracciare, mentre i sensori destinati a rilevare la radiazione infrarossa sono posizionati a una certa distanza. Ma questa disposizione può anche essere invertita, o addirittura potremmo avere LED e sensori montati insieme fianco a fianco (in tal caso l'informazione è veicolata dalla luce riflessa sull'oggetto). Il tracking ottico e quello inerziale non si escludono a vicenda, anzi coesistono per ottenere il miglior risultato in tutte le condizioni possibili di utilizzo: se ad esempio un corpo occludesse momentaneamente qualcuno dei raggi infrarossi, il sistema inerziale potrebbe ancora dire la sua. Tra i sensori possiamo annoverare la videocamera integrata nell'headset, un utile strumento per includere nel mondo virtuale oggetti reali, in overlay o renderizzati.

Display

La tecnologia costruttiva del display, ad esempio Super AMOLED, OLED, ecc. La visione binoculare, o stereoscopica, comporta che le immagini presentate ai due occhi nello stesso istante siano leggermente diverse. Esse possono essere visualizzate in aree disgiunte dello stesso pannello oppure su pannelli separati.

Risoluzione

E' data il numero di pixel che compongono l'immagine su ciascun occhio (HxV), oppure di quella combinata su entrambe gli occhi (2x HxV)

PPI (Pixels Per Inch)

Indica il numero di pixel presenti sulla diagonale del display (D), quest'ultima espressa in pollici. A seconda della tecnologia costruttiva del display si dovrà aggiungere un coefficiente moltiplicativo (C) minore o uguale a 1

$$PPI = C * \sqrt{X^2 + Y^2} / D$$

L'occhio umano, da una distanza di 30-40 cm, riesce a rilevare i pixel di un display fino a 270 PPI (effetto noto come pixelation). 340 PPI è una densità sufficiente ad annullare la percezione della granularità, a qualsiasi distanza. Pochi saranno gli HMD che superano questa soglia.

Aspect Ratio

Per un display è il rapporto tra il numero dei pixel in orizzontale e in verticale (H:V)

Ottica

Grazie alla loro potenza ottica (un numero espresso in diottrie) le lenti permettono di ingrandire l'immagine presente sul display fino a che questa non occupa gran parte del campo visivo dell'utilizzatore.

La potenza ottica dovrebbe poter essere regolabile manualmente in un determinato range, possibilmente in maniera indipendente su ciascuna lente. Lenti di bassa qualità producono immagini sfocate, e in definitiva mal di testa. La distorsione geometrica e di colore generano aberrazioni che devono essere compensate graficamente, pertanto distorsioni minori comportano maggiore velocità di rendering e quindi un maggiore Frame Rate. Applicando opportune aperture sull'headset si riesce a prevenire l'appannamento delle lenti, garantendo sempre il massimo della resa.

FR (Frame Rate)

In FPS indica la frequenza di aggiornamento delle immagini sul display. Un elevato FR riduce il flickering percepito quando la scena cambia rapidamente. L'effetto svanisce a 60Hz nelle condizioni di videogiochi convenzionali, ma è ancora percettibile (e fonte di Motion Sickness) quando il display è a pochi centimetri dagli occhi. Pertanto il minimo FR raccomandato nella VR è di 75Hz. Elevati FR richiedono in genere una maggiore potenza dell'unità di elaborazione grafica, anche se esistono tecniche di Motion Interpolation che interpongono tra i frame renderizzati dei frame interpolati, questi ultimi ottenuti dai primi con un costo computazionale inferiore.

FOV (Field Of View)

Il campo visivo esprime, in gradi, l'ampiezza dell'angolo di massima visuale dell'occhio fermo. L'occhio nudo è sensibile a tutti gli stimoli che cadono in un cono con apertura di circa 180°, ma gli headset in commercio si fermano a 110°, un compromesso dettato dal fatto che nel giro di pochi minuti il nostro sistema visivo, estremamente adattabile agli stimoli persistenti, smette di percepire l'anomalia della tipica visione "a tunnel" che un FOV ridotto produce. In generale il FOV in verticale può differire dal FOV in orizzontale. Quando non specificato, il singolo valore dovrebbe esprimere la diagonale.

Latenza

Misura in ms il tempo che intercorre tra la fine di un movimento del HMD e la formazione corretta della nuova immagine sul display. Una latenza superiore a 15 ms produce Motion Sickness.

Persistenza

La risposta di luminanza di un pixel a una stimolazione istantanea richiede un certo tempo. Ma non è questo il motivo per cui l'occhio, inseguendo un oggetto in movimento sul display, lo percepisce meno definito, o sfocato, un fenomeno noto come Motion blur. La vera causa del Motion blur è invece il meccanismo di sample-and-hold per cui i pixel di un pannello OLED mantengono costante la loro luminanza per tutto il periodo di frame. Aumentare il FR, oppure spegnere il pixel per una parte del tempo di frame, sono queste le tecniche più comuni per ridurre la persistenza e, in definitiva, la Motion Sickness. L'idea di spegnere i pixel per una parte del tempo di frame funziona in quanto il cervello integra

attivamente il flusso ottico nei periodi di oscuramento, dando per scontato che il movimento prosegue con le stesse modalità. La tecnica mostra il suo limite nell'istante in cui il movimento dell'oggetto si arresta, dove si percepisce un effetto rimbalzo.

Audio

Il ruolo del suono nell'illusione del mondo virtuale difficilmente sarebbe sopravvalutato. Come dalla visione binoculare siamo in grado di localizzare un oggetto nello spazio 3D, l'udito binaurale ci permette di localizzare la sorgente del suono. I segnali audio corrispondenti a una sorgente localizzata nello spazio virtuale dovrebbero essere compensati in ampiezza e fase rispetto alla posizione e all'orientamento della testa, secondo quella che è la HRTF (Head Related Transfer Function). Se la testa ruota di un certo angolo, la sorgente sonora percepita dovrebbe ruotare dello stesso angolo nella direzione opposta. Questo si ottiene usando specifici filtri. Talvolta le cuffie, come pure il microfono, sono integrati nel VRH. Altre volte è disponibile la connessione a cuffie sterne. Il microfono è utile per dare comandi vocali.

Aggiornamenti Firmware

L'headset e altri componenti del sistema contengono di norma un microcontrollore che può necessitare di aggiornamenti firmware. Tali aggiornamenti possono avvenire mediante cavo oppure in wireless.

Tipo di ecosistema

Può essere proprietario oppure open source. E' riferito sia a componenti software che hardware.

Requisiti minimi del sistema

E' la dotazione hardware minima richiesta per il VWG. Non si applica a un sistema Embedded, che avrà già all'interno il VWG. Invece per un sistema PC-based dovremo specificare la memoria RAM minima, le capacità dell'unità di elaborazione grafica (GPU) e centrale (CPU), le interfacce di comunicazione. Più semplicemente, per un sistema smartphone-based il requisito indica i modelli di smartphone compatibili.

Area di azione

Specifica se il movimento dell'utente è sostanzialmente statico (seduto o in piedi) o dinamico all'interno della stanza (room-scale).

Software

Comprende varie funzionalità, dall'interfaccia Home di lancio delle app all'offerta di titoli di gioco, dai simulatori di guida ai contenuti speciali, alla possibilità di scrivere, navigare o fare chiamate senza doversi togliere l'headset (Virtual Desktop).

Ergonomia

Alcuni aspetti dell'ergonomia sono facili da quantificare, come il peso dell'headset, altri meno, ma tutti hanno la loro importanza: la possibilità di adattare l'headset alla conformazione della testa mediante l'ausilio di straps e inserti di foam, per garantire il massimo comfort; la possibilità di regolare la distanza tra le lenti, nonché la distanza di queste dagli occhi; la possibilità di indossare occhiali da vista; il controllo della VR Sickness, ossia l'affaticamento

visivo, se non la vera e propria nausea, provocati dall'utilizzo, ecc.

Controlli

Sono le modalità, mediate da hardware dedicato, che l'utilizzatore ha di produrre specifiche azioni nel mondo virtuale: controllori (a contatto o senza contatto), treadmill, comandi vocali, **trackpad, pulsanti, ecc.**

HTC Vive

Azienda: HTC **Corporation e Valve Corporation**

Nome: Vive

Product Code: ??

Sito web: <http://www.htcvive.com/eu/>,

Tipo: PC-based

Prezzo: \$ 799 in US. In Italia 899 euro (+40 euro di spedizione), con un tempo di consegna di 60 giorni

Disponibilità: adesso

Dotazione standard:

- 1 headset
- 1 link box. Permette l'adattamento fisico tra il cavo dell'headset (3-in-1) e le porte USB/HDMI del PC
- 2x base stations. Dispositivi a forma di cubo con per tracciamento Lighthouse.
- 2x motion controllers. Barre di controllo da impugnare.
- HDMI and USB cables
- Tilt Brush, Fantastic Contraption

Sensori: tracking ottico Lighthouse (32 sensori posizionati sull'headset e 24 presenti su ciascun motion controller) e inerziale IMU (accelerometro e giroscopio MEMS); camera frontale per rilevamento ostacoli; sensore di prossimità interno che interrompe audio e video evitando surriscaldamento

Display: AMOLED oppure OLED ?

Risoluzione: 2x 1080x1200 pixels (combinata 2160x1200)

PPI:

Persistenza: <20 ms

Aspect Ratio:

Peso: 555 g

Alimentazione:

Ottica:

IPD: da 60.2 a 74.5 mm (regolabile)

FR: 90 Hz

FOV: 110° orizzontale, 113° verticale

Audio: microfono incorporato. Porta standard AUX 3.5mm TRRS per cuffie esterne generiche e per gli auricolari in dotazione

PC Software app: SteamVR

Software: System Dashboard per lanciare applicazioni VR, cambiare settings, spegnere il sistema, ecc. Una delle app è Vive Home, uno spazio dove creare

shortcuts alle applicazioni favorite e ricevere notifiche da smartphone

Firmware Updates: mediante cavo USB

Tipo di ecosistema software: proprietario

Connessioni esterne:

- 1x HDMI 1.4 o DisplayPort 1.2
- 1x USB 2.0

Requisiti minimi del PC:

- **GPU** NVIDIA GeForce® GTX 970 / AMD Radeon™ R9 290
- **CPU** Intel i5-4590 / AMD FX 8350
- **Memory** 4GB+ RAM
- **Video Output** Compatible HDMI 1.4 or DisplayPort 1.2
- **USB Ports** 1x USB 2.0 port
- **OS** Windows 7 SP1 64-bit

Area di azione: preferibilmente room-scale ma possibilmente anche statica

Nel 2014, **Valve Corporation** mostrò i primi prototipi di headset.

Successivamente nasce una partnership con **HTC** (<http://www.htcvive.com/eu/>) per produrre il **Vive**. Il rilascio fu pianificato per aprile 2016.

Il prezzo è \$ 799 in US. In Italia 899 euro (spedizione inclusa), con un tempo di consegna di 60 giorni. La confezione include

- 1 headset (connessione 3-in-1)
- 1 link box. Permette l'adattamento fisico tra il cavo dell'headset (3-in-1) e le porte USB/HDMI del PC
- 2x base stations. Dispositivi a forma di cubo con per tracciamento Lighthouse.
- 2x motion controllers. Barre di controllo da impugnare.
- cavi HDMI e USB
- 3x AC/DC power adapter
- Tilt Brush, Fantastic Contraption (giochi)

Il Link box è un adattatore che si interpone nel collegamento del Vive al PC. Probabilmente scomparirà nella prossima visione del headset.

Il sistema di serraggio sulla testa è basato su fascie strap, esattamente come il Rift CV1. Anche se la regolazione della fascia superiore è un pò problematica per la presenza dei cavi, il sistema del Vive è globalmente più confortevole e meno sensibile rispetto problemi di allineamento visivo.

Il Display OLED ha risoluzione 2x 1080x1200 pixels (combinata 2160x1200) e Frame Rate 90 Hz. Il FOV è di 110° in orizzontale, 113° in verticale.

Le lenti di HTC Vive, con interasse regolabile da 60.2 a 74.5 mm, producono immagini molto nitide, sicchè l'utente ha l'impressione di vedere esattamente quello che è riprodotto sul display. Sul Rift CV1 è stata notata una maggiore attenuazione della alte frequenze spaziali, che in alcuni tipi di gioco, come il car

driving simulation, può anche risultare migliorativa ma, specialmente nei giochi horror, con background scuro e punti di luce, risulta controproducente.

Il tracking IMU è a 6 assi (accelerometro e giroscopio).

Il sistema di tracciamento ottico di HTC Vive si chiama Lighthouse. Ideato da Alan Yates, rileva con precisione sub-millimetrica i movimenti dell'headset e dei motion controllers all'interno di una stanza di dimensioni comprese tra 2 x 1.5 m e 4.5 x 4.5 m. Ciascuna base station (Lightbox) contiene una stringa di LED IR che illumina uno specchietto. Lo specchietto ruota 60 volte al secondo in maniera tale che il laser spazza su un'apertura di 120° ogni elemento fisico presente nella stanza. I numerosi fotorivelatori distribuiti sul VRH (32) e sui motion controllers (24+24) rivelano la luce emanata dalle base stations. L'elaborazione degli istanti di occorrenza degli eventi di fotorivelazione garantisce un sistema di tracking molto preciso e fluido. Le due base stations devono essere posizionate ai vertici opposti dell'area di azione, a circa 2 m da terra (per ridurre la probabilità di occlusione), ad un massimo di 5 m di distanza tra loro e inclinate verso il basso di circa 30-45°. Le base stations si sincronizzano in wireless ma solo se si riesce a garantire una visuale libera, altrimenti è necessario usare un cavo aggiuntivo. Per di più ciascuna base station ha un suo alimentatore da collegare alla rete.

I motion controllers di HTC Vive rappresentano il vero spartiacque rispetto alla concorrenza. Si tratta di due handheld controllers wireless (Wi-Fi) dotati di trackpad multi-funzione e triggers con haptic feedback. Ciascun controller alloggia di 24 sensori di tracking e batteria ricaricabile Ioni di Litio da 960 mAh.

L'installazione del software, SteamVR di Steam (<http://www.steamvr.com>), è abbastanza semplice. Una scelta iniziale che l'utente deve fare è la Play Area, room-scale o statica. Poi vi è la calibrazione del piano del pavimento. Calibrazioni aggiuntive mediante i motion controllers sono richieste con il setup room-scale. SteamVR ha diversi settings utili sia per i controllers che per l'headset.

L'interfaccia software di Vive è più essenziale rispetto all'Oculus Home. Con Vive è possibile guardare l'ora, scrivere, navigare o fare chiamate attraverso i motion controller o premendo un tasto sul lato sinistro del VRH.

Sui due lati del VRH è presente una rotella con cui è possibile regolare la distanza delle lenti dagli occhi. Una terza rotella, più piccola, permette di modificare la distanza tra le lenti. La fascia di sostegno del visore è regolabile. La lunghezza dei cavi di collegamento al PC è circa 5 m.

Interessante caratteristica, esclusiva del Vive, è il sistema di guida Chaperone. Letteralmente "accompagnatore", Chaperone è una telecamera frontale montata sul VRH che permette di sovrapporre le immagini del mondo reale con quelle virtuali. Dopo aver indossato l'headset infatti, veniamo in un certo senso distaccati dal mondo reale. Muoverci all'interno della stanza senza la possibilità

di capire se di fronte a noi c'è un ostacolo o meno può essere decisamente rischioso. Per ovviare al problema, mentre utilizzeremo l'HTC Vive, all'interno della nostra esperienza virtuale, quando ci avvicineremo ad un oggetto o una parete, una serie di griglie luminose indicheranno il limite fisico di fronte a noi. La camera frontale è una caratteristica molto potente in mano agli sviluppatori, infatti qualsiasi variazione di MR (Mixing Reality) diventa possibile.

Sono disponibili molti giochi per il Vive (https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_HTC_Vive_games , <http://store.steampowered.com/search/?vrsupport=101>).

Per quel che riguarda gli sviluppatori, Valve ha rilasciato il suo OpenVR SDK, una versione aggiornata di Steamworks VR API, contenente esempi e documentazione [per compilare applicazioni](#) per hardware SteamVR. OpenVR SDK supporta HTC Vive Developer Edition, il motion controller SteamVR e il Lighthouse. OpenVR è supportato da diversi ambienti di sviluppo, come Unreal Engine 4 e jMonkeyEngine.

Il problema di HTC Vive, come anche di Oculus Rift, è la mancanza ancora di un adeguato parco installato di giochi e applicazioni pensate per la VR. Quello che oggi è disponibile sono solamente un certo numero di demo.

Oculus Rift

Azienda: Oculus (Facebook)

Nome: Rift

Product Code: DK2

Sito web: <https://www3.oculus.com/en-us/rift/>

Tipo: PC-based

Prezzo: \$ 599 in US. In Italia 699 euro (+40 euro di spedizione), con un tempo di consegna di 60 giorni

Disponibilità: adesso

Dotazione standard:

- 1 headset
- 1 remote control
- 1 Xbox One controller
- 1 tracking camera
- cavi HDMI e USB
- Lucky's Tale (gioco)

Accessori:

- 2 Oculus Touch controllers (non ancora con marchio FCC, in vendita dalla seconda metà del 2016)

Sensori: tracking [ottico Constellation](#) (? LEDs posizionati sull'headset e CMOS image sensor) e inerziale IMU (accelerometro e giroscopio MEMS con sampling frequency a 1kHz e ODR a 500Hz)

Display: 2x OLED

Risoluzione: 2x 1080x1200 pixels (totale 2160x1200)

PPI:

Persistenza: 2 ms

Aspect Ratio:

Peso: 470 g

Alimentazione:

Ottica:

IPD: da 58 a 72 mm (regolabile)

FR: 90 Hz. Oculus ATW (Asynchronous Timewarp)

FOV: 110°

Audio: cuffie e microfono integrati con audio direzionale 3D

PC Software app: Xbox, Oculus Home/SteamVR

Software: video/still pictures 360°, games

Firmware Updates: ?

Tipo di ecosistema software: proprietario

Compatibilità: PC, Xbox One

Connessioni esterne:

- 1x HDMI 1.3
- 3x USB 3.0

Requisiti minimi del PC:

- **GPU** NVIDIA GeForce® GTX 970 / AMD Radeon™ R9 290
- **CPU** Intel i5-4590
- **Memory** 8GB+ RAM
- **Video Output** Compatible HDMI 1.3 video output
- **USB Ports** 3x USB 3.0 ports plus 1x USB 2.0 port
- **OS** Windows 7 SP1 64-bit

Area di azione: statica o room-scale

List giochi: [https://en.wikipedia.org/wiki/](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_games_with_Oculus_Rift_support)

[List_of_games_with_Oculus_Rift_support](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_games_with_Oculus_Rift_support)

Preview giochi: <https://youtu.be/pN6YCFIS8nU>

Oculus Rift ha inizio con una campagna di crowdfunding Kickstarter nel 2012. John Carmack guida il progetto. Nel marzo 2014 Facebook acquisisce Oculus VR per 2 milioni di dollari.

Nel tempo Oculus produce un paio di headset per sviluppatori, DK1 e DK2 (Developer Kits) fino a che, a marzo 2016, rilascia CV1 (Consumer Version) la prima release per il mercato consumer.

Il CV1 costa \$ 599 in US. In Italia 699 euro (spedizione inclusa), con un tempo di consegna di 60 giorni.

La confezione, con un bellissimo packaging che funge anche da valigetta da trasporto, include

- 1 headset (connessione HDMI e USB 3.0)
- 1 remote control (pad con selettore centrale e U/D/L/R tasti home, back, +/- controlli volume)
- 1 Xbox One controller (wireless)

- 1 ricevitore wireless per il controller (connessione USB 3.0)
- 1 tracking camera (connessione USB 3.0)
- cavi e alimentatore
- Lucky's Tale (gioco)

Il Display è un OLED con risoluzione totale 2160x1200, leggermente migliore rispetto alla risoluzione del Oculus DK2, ed esattamente uguale a quella del HTC Vive. Anche il Frame Rate e il FOV sono gli stessi, rispettivamente 110° e 90 Hz.

Le lenti non sono intercambiabili come accadeva per il DK2.

Vi è uno slider nella parte inferiore del VRH che permette di regolare la distanza del display dalle lenti. Il software guida l'utente in questa operazione di calibrazione. Anche l'IPD è regolabile.

Uno dei miglioramenti introdotti nel tempo da Oculus é l'Asynchronous Time Warp (ATW), una tecnica che riduce runtime la persistenza del display, problema di cui HTC Vive ha sempre sofferto meno.

Le cuffie sono integrate nel VRH ma non sembrano essere di qualità particolarmente elevata. Sono comunque rimovibili.

Il sistema di bloccaggio sulla testa è basato su fascie strap. Talvolta, indossando l'headset a lungo, è necessario risistamarle. Il tessuto che si trova proprio sopra il naso è leggermente abrasivo, problema inesistente nel HTC Vive.

Il cavo di collegamento tra headset e PC, HDMI e USB 3.0, è lungo circa 3 m e non prevede adattatori nel mezzo.

Il tracking inerziale dell'headset è basato su accelerometro e giroscopio MEMS, quest'ultimo con sampling frequency a 1kHz e ODR a 500Hz.

Creato da Palmer Luckey, il sistema di tracciamento ottico IR per headset e controllori Oculus Touch si chiama Constellation. Funziona in modo inverso rispetto al Lighthouse di HTC Vive, nel senso che l'headset e i controllori montano i LED, non i sensori. I LED non sono visibili, in quanto coperti da una plastica nera, ma trasparente alla luce infrarossa.

Il sensore é la tracking camera che, con il pratico piedistallo, sembra quasi una lampada da tavolo. Deve essere posizionata frontalmente e collegata al PC tramite il cavo USB 3.0. Se si adopera l'Oculus Touch è necessario avere due sensori, per evitare problemi di occlusione. Come Lighthouse, anche Constellation è in grado di funzionare su un'area room-scale (ha un range di circa 3 m in profondità), ma fino ad ora Rift non ha spinto per questo tipo di utilizzo. Il sistema è genlocked, questo significa che la posizione di tutti i markers è definita negli stessi istanti di tempo. Con un frame rate di 60 Hz sarebbe quindi possibile seguire tutti i movimenti aventi velocità inferiore o uguale a 6 cm/s garantendo un'accuratezza di 1 mm. Tuttavia il sistema è in grado tracciare movimenti 10 volte più rapidi, infatti il tracking primario

dell'Oculus Rift non é quello ottico, ma è quello inerziale. Il compito del Constellation é "semplicemente" quello di azzerare il drift dell'IMU (dell'ordine di 1 m/s) 60 volte al secondo.

Abbiamo detto che il set standard di Oculus Rift contiene un solo sensore, sebbene Constellation sia perfettamente in grado di funzionare con più sensori contemporaneamente. Smontando il sensore si possono notare i componenti interni fondamentali: la videocamera CMOS, il chip di controllo Full HD 1080p (Etron Tech. eSP770U), un transceiver BLE (Nordic nRF51822), quest'ultimo forse necessario per consentire la comunicazione tra sensori. Oculus mette a disposizione le API di Constellation per sviluppatori di terze parti che vogliano produrre periferiche compatibili.

L'installazione del software è molto semplice e guida l'utilizzatore anche nella configurazione hardware, le calibrazioni, ecc.

La Oculus Home è strepitosa anche se meno versatile di SteamVR. Vi accoglie all'interno di una bella sala, con il crepitio di un caminetto acceso. Sull'altro lato appare un'ampia scala e di fronte campeggia il menu, con l'e-store, i contenuti divisi per tipo, l'accesso all'account personale. Si interagisce con l'ambiente tramite il telecomando intuitivo e leggero, estremamente utile per la regolazione del volume, oppure con il joypad della Xbox One, entrambi in dotazione.

Purtroppo mancano il Virtual Desktop e il BigScreen.

E' disponibile una discreta lista di titoli di gioco (https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_games_with_Oculus_Rift_support) e la preview (<https://youtu.be/pN6YCFIS8nU>).

La notevole differenza di costo del Rift rispetto al Vive é giustificata dalla mancanza dei motion controller nel set di Oculus.

Gli Oculus Touch controllers infatti sono ancora nella fase di approvazione FCC, e saranno in vendita verso la fine del 2016. L'impossibilità di una "interazione manuale" con il mondo virtuale è peraltro resa più frustrante proprio in virtù dell'efficacia immersiva dell'esperienza. Al momento il costo degli Oculus Touch non è stato ancora ufficializzato, non è quindi da escludere che il sistema completo possa essere anche più caro di Vive.

Sony PlayStation VR

Azienda: Sony

Nome: PlayStation VR

Product Code: **CUH-ZVR1**

Sito web: <https://www.playstation.com/it-it/explore/playstation-vr/>

Tipo: Console-based

Prezzo: \$ 399

*PlayStation®4, PlayStation®Camera and PlayStation®VR software sold separately.

Disponibilità: 13 Ottobre 2016

Dotazione standard:

- VR headset × 1
 - Processor unit × 1
 - VR headset connection cable × 1
 - HDMI and USB cables
 - Stereo headphones × 1 (with a complete set of earpiece)
 - AC power adaptor

Accessori:

Sensori: accelerometro e giroscopio

Display: OLED 5.7" 1080p

Risoluzione: 2x 960x1080 pixels (totale 1920x1080)

PPI:

Persistenza:

Aspect Ratio:

Peso: 610 g

Alimentazione:

Ottica:

RR: 90/120 Hz, 18ms latenza. FOV: 100°

Audio: microfono incorporato. La cuffia per il 3D audio deve essere collegata tramite una porta standard AUX 3.5mm TRRS

PC Software app:

Software: games

Firmware Updates: ?

Tipo di ecosistema software: proprietario

Compatibilità: PlayStation 4

Area di azione: statica

A marzo 2014, Sony aveva mostrato un prototipo di headset per PS4, successivamente chiamato PlayStation VR.

PlayStation VR (abbreviato PSVR) è l'headset Console-based di Sony.

Disponibile entro la fine dell'anno, si prefigura come il sistema di fascia alta più accessibile in termini di costo. Ma attenzione, per utilizzarlo è necessario avere una PS4, il controller DualShock 4, la PS 4 Camera e opzionalmente due controllori PS Move da tenere in mano.

Nel mondo già ci sono 40 milioni di utenti PS4, e certamente per questi il PSVR è la soluzione ideale.

Anche se, molto probabilmente, tutti e i 50 giochi che Sony ha promesso di lanciare insieme alla PSVR avranno l'audio 3D, le cuffie non sono incluse nel set del PSVR. Si possono collegare esternamente.

Il tracking ottico, denominato Eye, funzionante su una area di azione massima di 1.9 x 2.4 m, è basato sulla PS 4 Camera. Essa rileva il movimento dei LED presenti sul VRH, sui Move controllers e anche sul DualShock 4. Rispetto ai Move controllers di Sony, progettati oramai circa cinque anni fa, gli Oculus

Touch del Rift e i Motion controllers del Vive sembrano essere più responsivi e accurati.

La risoluzione del PSVR è pure inferiore rispetto a quella di Rift e Vive (si può notare l'effetto pixelation) ma l'immersività è comunque garantita.

Inizialmente ha destato qualche perplessità l'unità aggiuntiva di elaborazione esterna, inclusa nel set. Questa unità chiamata PU (Processing Unit) è uno scatolotto di 14 cm di lato che deve essere collegato tra la PS4 e l'headset. La PU porta l'output HDMI della PS4 fino ai 1080p. In questo modo all'utente arriva una esperienza visiva quasi più pulita del Rift e del Vive, ma in un certo senso ci dice anche che la PS4 necessita di una revisione. Sulla PU è pure presente un'uscita HDMI, da connettere al TV. Di qui la sua funzione cosiddetta Social Screen, che permette agli amici di seguire in diretta l'esperienza VR che l'utente sta facendo (mirroring mode), oppure di usare il TV in modo indipendente (separate mode).

Il Frame Rate eccezionalmente alto (120Hz) del PSVR viene ottenuto con la tecnica dell' Asynchronous Reprojection di Sony: partendo dai 60 FPS di base si aggiungono ulteriori frames, ottenuti da quelli di base mediante trasformazioni algebriche che integrano esclusivamente i movimenti veloci del headset. Ovviamente, se la testa è ferma il flusso ottico resta invariato.

Dal punto di vista dell'ergonomia, la maggior parte dei 610 g di peso del VRH è applicata sulla zona alta della fronte, grazie alla fascia regolabile, mentre la parte anteriore che alloggia il display può scivolare da e verso gli occhi con la semplice pressione di un pulsante, una soluzione estremamente confortevole. Da questi dettagli risalta il vantaggio competitivo, Rispetto a Oculus e HTC, derivante dalla maggiore esperienza di Sony nel design di elettronica di consumo.

Dal Home Menu del PSVR è possibile attivare il "cinematic mode" per lanciare un gioco o una app, oppure vedere un film, su un BigScreen 16:9 simulato. Con la PSVR si possono ovviamente fruire i video 360° e le foto panoramiche.

In conclusione, oltre al comfort ineguagliato del headset, l'altro vero punto di forza dei Playstation VR è l'offerta dei giochi che si annuncia potente, da Valkyrie a Job Simulator, a Star Wars Battlefront. C'è letteralmente un esercito di sviluppatori per PS4 là fuori pronti a creare nuovi giochi, oppure a portare sulla piattaforma di Sony quelli inizialmente creati per Rift e Vive.

Samsung Gear VR

Azienda: Oculus e Samsung

Nome: Gear VR

Sito web: <https://www3.oculus.com/en-us/gear-vr/>

Tipo: smartphone Adapter

Requisiti di sistema: SAMSUNG Galaxy (S7,S7 edge,S6, S6 edge,S6 edge+, Note 5)

Prezzo: \$ 99.99

Disponibilità: adesso

Dotazione standard:

- 1 adapter

Sensori: tracking di posizione interno, grazie ai sensori dello smartphone

Display: quello dello smartphone (super AMOLED)

Risoluzione: quella dello smartphone (combinata 2560x1440 pixels)

PPI:

Persistenza:

Aspect Ratio:

Peso: ? g

Alimentazione:

Ottica:

FR:

FOV: 96°

Audio:

Software:

Firmware Updates:

Tipo di ecosistema software:

Compatibilità:

Area di azione:

List giochi:

Note:

Sono disponibili applicazioni per esperienze immersive di vario tipo, foto e video 360° nonchè giochi di terze parti Single User o Multi User, **che possono richiedere o meno la** connessione a internet. Per una migliore esperienza di gioco si può **acquistare separatamente un gamepad SteelSeries Stratus XL**. Funziona collegandolo in **Bluetooth allo smartphone Android**.

Il vantaggio principale è ovviamente l'economicità di una soluzione che non necessita di un PC di alta fascia.

Il Gear VR ha una risoluzione maggiore rispetto a Oculus Rift, ma **la qualità dell'esperienza** visiva è un bilanciamento fra diversi fattori tra cui l'ampiezza del campo visivo, maggiore nel Rift che nel Gear VR.

Avegant Glyph

Azienda: Avegant

Nome: Glyph

Sito web: <https://shop.avegant.com>

Tipo: Embedded

Requisiti di sistema:

Prezzo: \$ 699

Disponibilità: **adesso**

Dotazione standard:

- 1 headset Founder's Edition
- HDMI and USB cables

Sensori: tracking di **posizione interno**, **grazie al** sensore IMU a 9 assi integrato

Display: proiettore (virtual retina display o Retinal Imaging Technology)
Risoluzione: 2x1280x720 pixels (combinata 2560x720)
PPI:
Persistenza:
Aspect Ratio: 16:9
Peso: 411 g
Alimentazione: batteria Li-Ion 2060 mAh. Ricarica tramite porta microUSB
Ottica: diopter adjustment range: da +1 a -7
FR:
FOV: 45°
Audio: cuffie integrate HF con risposta in frequenza 20Hz-20kHz e cancellazione di rumore attiva e passiva. ingresso microHDMI e standard AUX 3.5mm TRRS
Software:
Firmware Updates:
Tipo di ecosistema software:
Compatibilità: qualsiasi dispositivo con uscita video HDMI compatibile 1280x720
Area di azione:
List giochi:
Note:
La batteria ha un'autonomia di 4h di video. L'ingresso HDMI permette di fruire di contenuti video 2D o 3D generati da qualsiasi piattaforma, PC, smartphone, tablet o console di gioco.
Il "virtual retinal display" utilizza le retine dell'utente come schermi in quanto di tratta di un microproiettore con un array di 2 milioni di micro-specchi.
L'immagine è quindi molto nitida, priva dell'effetto pixel e la luce proiettata è naturale pertanto la visione è meno stressante.
Il Glyph non può raggiungere la qualità di esperienza VR di un Rift, ma deve essere considerato un visore HDM di alta qualità (o un mediawear) piuttosto che un headset per VR. Il gaming non è la sua funzione target.

Razer HDK2

Azienda: Razer
Nome: HDK2 (Hacker Dev Kit)
Sito web: <http://www.razerzone.com/vr/hdk2>
Tipo: PC-based o Console-based
Requisiti di sistema:
Prezzo: \$ 349.99
Disponibilità:
Dotazione standard:

- 1 headset
- HDMI and USB 3.0 cables

Sensori:

Display: **OLED 5.5''**

Risoluzione: 2x 1080x1200 pixels (totale 2160x1200)

PPI: 441

Persistenza:

Aspect Ratio:

Peso: g

Alimentazione:

Ottica: diopter adjustment range: da +4.5 a -2

Enlarged eye-box for fuss-free setup, right out-of-box

Low geometric distortion and colour corrected image for faster rendering

Individual eye focus for personalized use without glasses.

FR: 90 Hz

FOV: 100°

Audio:

Software:

Firmware Updates:

Tipo di ecosistema software: open source (OSVR, SteamVR e qualsiasi altra libreria)

Compatibilità:

Area di azione:

List giochi:

Note:

Razer OSVR è l'unico headset VR creato per sviluppatori in un'ottica open source.

OSVR (Open Source **Virtual Reality**)

Gira su una piattaforma software modulare customizzabile. Non ci sono limiti all'utilizzo di piattaforme di gioco, software VR proprietario o controller, facendone un tool estremamente adattabile per chiunque voglia creare nuove applicazioni. L'hardware di Razer hardware é aperto, vengono forniti schematici e disegni che possono aiutare a costruirne uno in casa.

L' OSVR può anche lavorare con hardware meno costoso rispetto ai prodotti PC-based concorrenti. Qualsiasi sviluppatore hardware può usarlo come base di partenza per costruire applicazioni più sofisticate come ausili di addestramento per chirurghi, strumenti terapeutici, sistemi di controllo di videocamere di sicurezza, ecc. I developer kit sono completi di un kit per aggiungere il tracking posizionale.

External USB 3.0 connection for additional accessories

Additional 2 x USB 3.0 connectors for internal expansion

Zeiss VR One

Azienda: Zeiss

Nome: VR One

Sito web:

Tipo: smarthone Adapter

Requisiti di sistema: iPhone 6, Samsung Galaxy S4, S5, S6, Nexus 5, and LG-G3 o qualsiasi altro smartphone meccanicamente compatibile in grado di far girare il software

Prezzo: \$ 129

Disponibilità: adesso

Dotazione standard:

- 1 headset

Sensori: tracking di posizione interno, grazie ai sensori dello smartphone

Display: quello dello smartphone

Risoluzione: quella dello smartphone

PPI:

Persistenza:

Aspect Ratio:

Peso: g

Alimentazione:

Ottica: alta qualità

FR: Hz

FOV: 100°

Audio: quella dello smartphone

Software: VR One Media Center app, da dove lanciare altre app scaricate sul telefono

Firmware Updates:

Tipo di ecosistema software: open source Unty3D SDK

Compatibilità: qualsiasi smartphone con dimensione schermo compresa tra 4.7" a 5.5". Qualsiasi app sviluppata per Unity3D SDK

Area di azione:

List giochi:

Note:

La presenza di uno slide consente il posizionamento accurato dello smartphone.

La parte frontale è trasparente, consentendo alla camera dello smartphone di riprendere l'esterno e consentire applicazioni di realtà aumentata.

VR One fa tutto quello che ci si aspetterebbe da un headset VR, specialmente considerando il prezzo incredibilmente

Nessuno può dire se questo e altri smartphone-based headset continueranno a evolvere alla stessa velocità degli HDM standalone, o anche quelli PC-based. Vi è la possibilità che gli smartphones continueranno a essere un ottimo modo di veicolare contenuti VR.

È presto per fare una previsione del genere, ma se sei interessato a provare la VR nel modo più immediato ed economico possibile, il Zeiss VR One è un'ottima scelta.

- Optics - Leading-edge optical design and ZEISS precision lenses for ultimate immersive visual experience

- Tracking sensors - Internal tracking by smartphone sensors. See-through front shield enabling smartphone cameras for augmented reality apps

Google Cardboard

Google ha rilasciato nel 2014 una serie di specifiche e kit fai-da-te (DIY) per visori di VR conosciuti come Google Cardboard. La peculiarità di questi headset è che sono degli smartphone adapter realizzati con materiali a basso costo. Già 5 milioni di Google Cardboard sono stati venduti (<https://googleblog.blogspot.it/2016/01/unfolding-virtual-journey-cardboard.html>). Il grande merito del Google Cardboard e di prodotti simili è avere permesso alla realtà virtuale di aprire una breccia nel grande pubblico. Grazie a questo smartphone-adapter del valore di pochi euro, e alle molte **demo scaricabili sottoforma di app, anche il nonno e la vicina** di casa adesso sanno perfettamente cosa è la VR. Essi sono quindi già preparati al passo successivo, raccontarlo ad altri. Credo sia stata questa l'operazione di marketing studiata a tavolino.

Google Daydream

todo

Microsoft HoloLens

todo

FOVE VR

www.getfove.com

Il FOVE è un sistema PC-based, anche se la casa madre ha in cantiere l'idea di rendere l'headset compatibile anche con le maggiori console di gioco. L'idea iniziale del FOVE nasce dai fondatori dell'azienda, Yuka Kojima (una ex sviluppatrice di videogiochi in Sony) e Lochlainn Wilson (un esperto di algoritmi di riconoscimento facciale), rispettivamente CEO e CTO di un'azienda che oggi ha un team composto da 7 membri. La società ha la sua base in San Francisco, California, ma il FOVE verrà prodotto in Giappone. Il tutto parte da una campagna su Kickstarter. Il nome FOVE deriva dalle parole love e fovea, l'area della retina umana che ha la maggiore acuità visiva e il maggiore campo visivo. FOVE infatti è stato il primo VRH a implementare il tracciamento veloce dei movimenti oculari (eye-tracking). Questa tecnica, combinata con il tracciamento inerziale dei movimenti della testa, offre un livello aggiuntivo di interattività rispetto ai prodotti concorrenti. Il rendering foveale (foveated rendering) è in prospettiva la soluzione tecnica più promettente al problema del

sovraccarico della GPU. Grazie al eye-tracking è possibile fare apparire un menu o un personaggio virtuale esattamente dove si sta guardando, oppure si può comunicare con i personaggi stessi attraverso lo sguardo.

Per ottenere il tracking oculare l'HDM contiene un sensore IR che ogni secondo cattura 120 immagini di entrambe gli occhi, in questo modo il sistema conosce le coordinate del punto del display dove l'utente sta guardando con una accuratezza inferiore a 1°.

FOVE può essere utilizzato a tutte le età, anche da chi porta lenti a contatto, purchè non colorate, mentre li occhiali da vista sono sconsigliati perchè la montatura potrebbe determinare occlusione dei raggi.

Il display ha una diagonale di 5.7" e una notevole risoluzione per grado (vedere la tabella di riferimento per i dettagli).

In questa prima versione, più orientata agli sviluppatori che ai consumatori, non è prevista connettività wireless. FOVE si collega via cavo al PC tramite la Display Port e l'interfaccia USB 3.0. Attraverso quest'ultima l'headset viene alimentato.

Dal punto di vista software, l'SDK è dichiarato compatibile con gli ambienti Unity, Unreal e Cryengine.

Oltre a implementare il rendering stereoscopico e la compensazione della distorsione ottica delle lenti, l'integrazione di FOVE in giochi sviluppati sotto uno di questi ambienti prevede di abilitare l'eye-tracking insieme alle trasformazioni del camera view. L'SDK assiste lo sviluppatore in tutti questi passaggi, mettendo a disposizione API di basso livello, codice di esempio, ecc. L'SDK non dà supporto al Virtual Desktop. Anche per quel che riguarda il porting di giochi che hanno audio 3D, o che vogliono sfruttare appieno l'eye-tracking variando i contenuti grafici in dipendenza del punto di fissazione, il lavoro dello sviluppatore è fondamentale.

E' lecito chiedersi se l'illuminazione della pupilla da una distanza così ravvicinata possa comportare qualche rischio per l'utente. La casa assicura che la luce è abbastanza diffusa da non causare nessun problema, fastidio o lacrimazione, anche dopo uso prolungato. Il livello di affaticamento visivo non è nè superiore nè inferiore rispetto ad altri headset VR presenti in commercio. Se siete interessati all'acquisto potete aggiungerci alla waitlist su getfove.com.

Freefly VR headset

todo

Sulon Q

todo

OnePlus Loop VR

todo

LG360 VR

todo

Homido

todo

StarVR

FOV: 210°

VR Union Claire

Azienda: VR Union

Sito: <http://www.vrrebels.com/it/vr-union-claire-4k-oculus-rift/>

FOV: 210°