

LEAP MOTION

Asignatura Sistemas Operativos

Grado en Ingeniería Multimedia

Universidad de Alicante

Trabajo realizado por:

- Danny Gabriel Rivera Solorzano
- Carlos Aldaravi Coll
- Natalia García Sánchez
- Marcos Urios Gómez

Índice:

1. Introducción

2. Historia

- (a) Acogida
- (b) Industria

3. Funcionamiento

- (a) Hardware
- (b) Software
- (c) Funcionamiento del controlador
- (d) Análisis de la API

4. Ventajas

- (a) En general
- (b) Sobre otros sistemas

5. Desventajas

6. Aplicaciones

- (a) Ocio
- (b) Desarrollo y diseño
- (c) Sanidad y asistencia
- (d) Educación
- (e) Ventas

7. Conclusiones

8. Bibliografía

1 Introducción

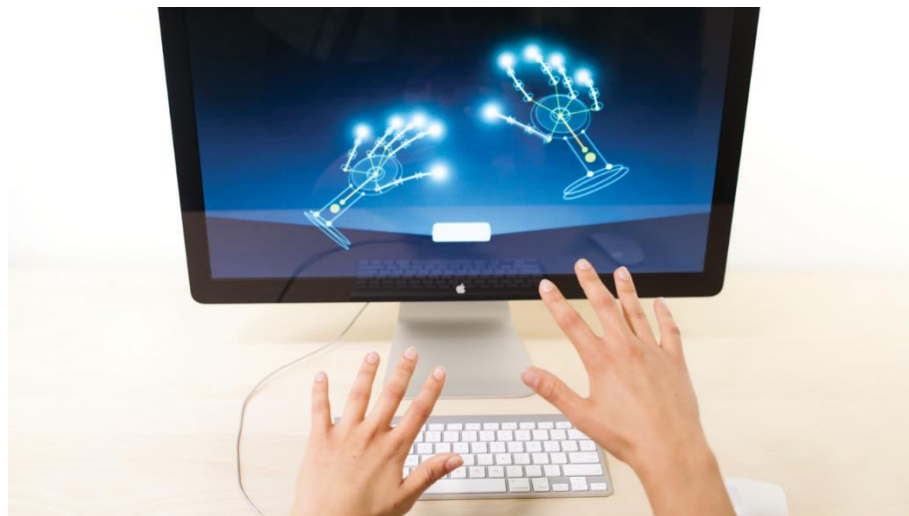


Actualmente es muy común pensar un futuro en el que los aparatos tecnológicos se controlen a través de gestos, sin necesidad de nada más que nuestras propias manos. Hemos visto infinidad de películas de ciencia ficción que han cautivado nuestras imaginaciones con numerosas interacciones potentes con un solo movimiento de nuestras manos. La película más frecuentemente nombrada, en la que aparece el control de movimiento es *Minority Report*.

A los dispositivos de control de movimiento se les atribuye el adjetivo de “intuitivo” pero éste es un término peligroso ya que cualquier usuario de un control de movimiento mal diseñado diría que el simple uso de los movimientos del cuerpo no produce una experiencia natural. Con intuición nos referimos a “En realidad no sabía que iba a estar ahí, fue pura intuición”, todo el mundo puede enseñarse a usar una interfaz, al fin y al cabo, pero una interfaz intuitiva va más allá. Lo que estamos describiendo aquí es hábito, formamos hábitos con el tiempo, el aprendizaje y nuestra rutina. De esta forma lo que para una persona es intuitivo, para otra puede ser totalmente desconocido. Los sistemas de control intuitivos deben ser fáciles de aprender, comprensibles y adaptado a nuestros hábitos.

Este es sólo un factor que afecta a los controles de movimiento, cosas como la ergonomía o la detección gestual afectan también al uso de estos dispositivos. El mayor problema que presentan estos controles es mantener nuestros brazos hacia arriba por tiempos prolongados y aunque podamos ser bastante milimétricos en el uso de nuestras manos, es complicado mantenerlas perfectamente inmóviles o realizar traducciones geométricas perfectas. Cada entorno tiene sus propias limitaciones y oportunidades por lo que el uso de estos dispositivos está muy condicionado.

Dentro de los controladores de movimiento, vamos a hablar de Leap Motion. Leap Motion es un pequeño sensor de control gestual que nos permite capturar con mucha precisión nuestras manos, incluyendo dedos, articulaciones y objetos. Esta interfaz 3D nos da la opción de interactuar con nuestro ordenador sin ni siquiera tocarlo, dejando de lado dispositivos convencionales como son el teclado y el ratón, o más modernos como las pantallas táctiles.



Esta nueva tecnología se presenta como “más preciso que un ratón, tan fiable como un teclado y más sensible que una pantalla táctil” y pretende controlar el ordenador de una forma mucho más “natural” y precisa. Los desarrolladores aseguran que este sistema es 200 veces más preciso que cualquier otro que podamos encontrar en el mercado.

Este dispositivo nos ofrece infinitas posibilidades, las cuales están en continuo desarrollo. Algunas de las más destacadas son:

- Navegar por Internet, leer artículos, ver fotos, vídeos o reproducir música con sólo mover un dedo.
- Dibujar, pintar, diseñar con la punta del dedo. Además, se puede utilizar un lápiz real o un pincel.
- Esculpir, moldear, estirar, doblar y construir objetos 3D. Desarmar y volver a unir objetos.
- Introducir la mano en diferentes mundos, agarrar objetos, girarlos.
- Jugar a infinidad de juegos usando tan solo las manos.

El diseño de este dispositivo, consiste en un aparato con unas dimensiones muy reducidas, que se conecta mediante USB a nuestro ordenador. Después tan solo hay que configurar el dispositivo con el software específico y listo.



La API de Leap Motion viene con pocos gestos incorporados, por lo que para aplicaciones complejas es necesario que el usuario de-

fin a su propio conjunto de interacciones a usar. Estamos acostumbrados a estados binarios de seleccionado o no, arriba o abajo. Con Leap Motion, la experiencia se define menos por los estados individuales y más por las transacciones entre dichos estados. Debe responder constantemente a los movimientos del usuario (feedback), para dar a entender que nos está escuchando y entendiendo. Esto se aleja los controladores tradicionales, en los que la interfaz solo cambia cuando el usuario actúa directamente sobre el dispositivo.

La ley de la Gestalt del destino común nos dice que las personas tendemos a agrupar elementos que se mueven a la vez o de la misma forma. Con lo que hay determinados usuarios que no agrupan los movimientos de sus manos con los de la pantalla a menos que coincidan exactamente. Es muy importante que los elementos de la pantalla nos den un feedback real con gestos que hacemos con nuestro cuerpo.

Los dispositivos de control de movimiento y en su caso Leap Motion son sensores muy potentes que nos proporcionan infinidad de aplicaciones, pero como se ha descrito anteriormente, son muchos los problemas que se presentan a la hora de desarrollarlos. Quedan muchos años de investigación y desarrollo en este sector para poder expresar totalmente el potencial de esta nueva forma de controlar nuestros dispositivos.



2 Historia

El primer dispositivo de control de movimiento fue proporcionado por Nintendo Wii. Se introdujo la detección de movimiento aplicada a diversos juegos.



Más tarde el Kinect de Microsoft amplió esta idea incluyendo el movimiento de todo el cuerpo además de eliminar cualquier elemento que se interpusiera entre la pantalla y el usuario como mandos u otros. Esto introdujo una nueva generación de sensores con control gestual.

La tecnología para el Leap Motion fue desarrollada por primera vez en 2008 por David Holz. En 2010 se co-fundó la empresa con su amigo Michael Buckwald. La empresa creció \$1,3 millones en la ronda de financiación de junio de 2011. Estas inversiones vinieron de parte de empresas como: Andreessen Horowitz, Founders Fund y SOSventures además diversos angel inverstors (estos inversores invierten en línea a través de crowdfunding u otros para compartir la investigación y reunir su capital de inversión). En mayo de 2012, Leap Motion anunció \$12.75M de inversión de serie A (es la primera vez que una compañía se ofrece a inversores externos con mucho capital). Por último, en febrero de 2013 anunció una inversión de serie B de \$30M (cuando la compañía ya es rentable y se quiere que crezca y se expanda para aumentar el margen de los beneficios).

El 21 de mayo de 2012 la compañía anunció públicamente su primer producto, llamado inicialmente "The Leap". La compañía puso en marcha un programa para el desarrollo del software en 2012 y se

distribuían más o menos 12.000 unidades para desarrolladores interesados en crear aplicaciones para este dispositivo. El envío a gran escala de este producto no se realizó hasta Julio de 2013, cuando su fecha prevista de lanzamiento era un mes antes.

En marzo de 2014 se informó en TechCrunch que se habían vendido aproximadamente 500.000 unidades. Muy por debajo de las expectativas iniciales. Debido a esto, Leap Motion anunció el despido de un 10% de su personal laboral perteneciente a ventas y marketing. En mayo de 2014 lanzan beta de la versión 2 de este dispositivo para desarrolladores.

Leap Motion tiene una app store llamada AirSpace, en la que se venden aplicaciones hechas por desarrolladores. En noviembre de 2013 ya habían 150 aplicaciones a la venta y en mayo de 2014, ya habían más de 200 incluyendo Google Earth, aplicaciones de modelado virtual, de instrumentos musicales y demos de realidad virtual.



Michael Buckwald (filósofo) y David Holz (matemático). Amigos desde la infancia y tras muchas conversaciones sobre lo que la tecnología podría depararles ahora están al mando de una compañía como es Leap Motion, haciendo realidad su sueño de ser emprendedores tecnológicos.

La idea del Leap Motion surge de la necesidad de poder modelar arcilla virtualmente de la misma manera que se modelaba en la vida real. Era una tarea complicada modelar algo tan intuitivo como la arcilla con un ratón y un teclado.

El equipo que desarrolló esta idea dedicó varios años a estudiar cómo eliminar la barrera que separaba el mundo real del mundo dentro de un ordenador para que la gente pudiera interactuar con sus ordenadores de forma más natural e intuitiva.

Michael Buckwald dice:



“Durante décadas, la gente ha soñado con computadoras como las de Star Trek, o como esas donde Tom Cruise desliza sus dedos a través de la interfaz de la impresora 3D en Minority Report. Lo malo es que, hasta ahora, esas ideas se han quedado en las películas, nadie dijo “llevemos esta idea al laboratorio y hagámosla real”. Consideramos que la capacidad de controlar cualquier ordenador con la mano y los movimientos de los dedos transformará fundamentalmente la forma en que las personas interactúan con las computadoras, desde las tareas cotidianas como trabajar en la interfaz del sistema operativo, como navegar por la web y hasta modelar en 3D”

2.1 Acogida

Leap Motion fue fundado en 2010 y su lanzamiento se produjo en Julio de 2013. En cuanto a la acogida en los primeros meses de lanzamiento, fue bastante favorable entre la comunidad de desarrolladores. Según las palabras del CEO de Leap Motion, Michael Buckwald:

“Ya estamos viendo como profesionales de la talla de músicos, médicos, maestros, artistas, estudiantes o jugadores, pueden encontrar diversos usos creativos y prácticos para sus controladores de movimiento Leap, y eso que estamos empezando...”

Pero más tarde la acogida no fue tan favorable, dándose cuenta de que la intención de sustituir al teclado y ratón no iba a producirse, sino que más bien acompañaría a los dispositivos convencionales. El Leap Motion recibió numerosas críticas de varios clientes. Veamos algunas:

“Es comprensible que la aplicación tenga problemas. El SDK no está suficientemente maduro, se hicieron cambios de último momento para mejorar varias cosas, estando próximos al lanzamiento, pero aun así muchos de los gestos son imprecisos. La empresa no podía retrasar nuevamente la salida del dispositivo, así que se arriesgó a salir con su aplicación Touchless con un nivel por debajo de los estándares de calidad que mostraban en los videos promocionales y, por ende, los estándares de calidad que muchos usuarios esperaban con ansias” *xklibur*

“No tiene nada que ver con lo de Minority Report. Así que baja tus expectativas. Han hecho un gran trabajo de ingeniería, pero todavía queda mucho hasta que la interacción con el ordenador sea fluida de verdad.” **José Manuel Alarcón**

Para algunos, el producto era decepcionante e inútil y para otros, innovador y exitoso.

“Si bien las posibilidades de desarrollar aplicaciones increíbles con el Leap Motion son bastante amplias, el software y el dispositivo aún se encuentran en una fase muy incipiente. La precisión es un punto fundamental a mejorar, sobre todo cuando se pretende incursionar en ámbitos tan importantes como la salud y la ingeniería. El Leap Motion aún está lejos de ser empleado para realizar una cirugía, pero como dispositivo de control gestual, en el ámbito tecnológico general, ha hecho importantes avances.” *xklibur*

2.2 Industria

Los equipos más avanzados del mundo están experimentando con la interacción del Leap Motion para impulsar la siguiente generación industrial. Incluimos tanto el diseño de piezas de cohetes hasta hacer controles robóticos.

Todos los humanos nacemos con diez dedos y, según Steve Jobs “las manos son los mejores punteros de la naturaleza”. Esto es debido a que son flexibles, no tiene problemas de autonomía y responden constantemente a los deseos de nuestro cerebro.

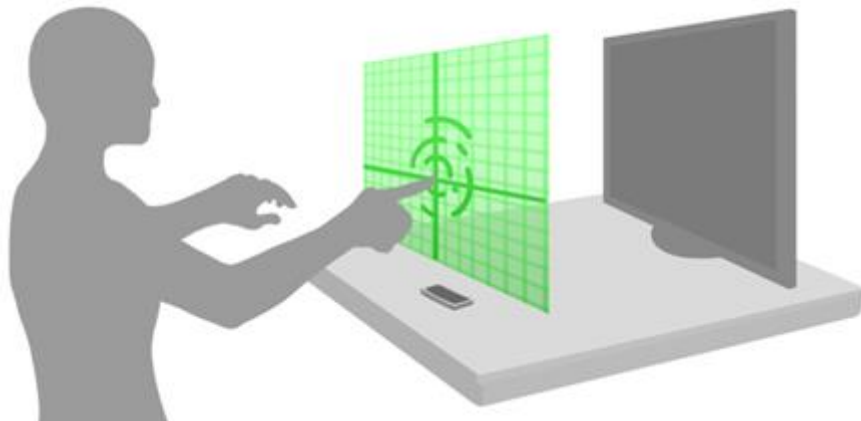


Debido a eso, la tecnología ha emprendido un camino hacia los controladores de movimiento, para tener interacción absoluta con las máquinas. Se preguntan cosas como ¿Por qué poner un dispositivo entre nosotros y el contenido pudiendo ser nosotros mismos el software?

Por eso estos sistemas han ido ganando terreno con el paso de los años en todos los campos, desde los videojuegos, hasta la industria.

Leap Motion tiene una gran industria y una gran variedad de aplicaciones. Se debe seguir avanzando en su investigación con el fin de obtener un hardware potente que esté a la altura de los tiempos que corren.

En cuanto al futuro del Leap Motion cabe decir que en 2015 se realizó un acuerdo con Razer para su integración al mundo de la realidad virtual, el cual nos abre un abanico de posibilidades que explorar y que explicaremos más adelante.



3 Funcionamiento: hardware que contiene, software que utiliza y cómo interpreta los gestos.

3.1 Hardware

El LEAP Motion contiene en una caja de metal de 75 mm de largo, 25 mm de ancho y 11 mm de alto los componentes hardware necesarios para su correcto funcionamiento. Entre ellos, encontramos dos cámaras, tres luces leds, un microcontrolador y un controlador USB. Este dispositivo es compatible con los sistemas operativos Linux, Macintosh y Windows.

Las cámaras se encargan de capturar el movimiento realizado por las manos, para posteriormente ser procesado por el microcontrolador y detectar qué tipo de gesto o movimiento se realiza. Cada cámara cuenta con un sensor monocromático CMOS sensible a la luz infrarroja, con una longitud de onda de 850 nm. Este sensor es capaz de trabajar con velocidades de hasta 200 fps para detectar con la mayor precisión posible cada movimiento, dependiendo obviamente del rendimiento del ordenador al que se encuentre conectado.

La elección del tipo de sensor CMOS ante otros sensores como los CCD, por ejemplo, se debe a que el primero de ellos realiza la digitalización de los píxeles dentro de la misma celda, por lo que no es necesario contar con otro chip externo como ocurre en el caso de los CCD. Los CMOS son más económicos, tienen un consumo eléctrico menor y no producen el fenómeno blooming, un defecto que surge cuando una celda se satura de luz y conlleva a la saturación de las demás celdas.



Situación de los LEDs y cámaras.

Los LEDs funcionan como “iluminadores” de la zona que es capaz de detectar movimiento el LEAP Motion. Trabajan en el espectro de luz infrarroja a una longitud de onda de 850 nm, lógicamente al mismo valor que son sensibles los sensores ópticos. Se encuentran en lugares bien separados y colocados entre “celdas”, para que la emisión de luz infrarroja sea uniforme. De esta forma se logra que no se solape con el resto de LEDs emisores, y también evita que la luz infrarroja no ilumine directamente los sensores ópticos.

En cuanto al microcontrolador, nos encontramos un circuito integrado que se emplea como BIOS. Dispone en su interior del programa controlador de todo el funcionamiento, encargado de regular la iluminación de los sensores en caso necesario, recoger la información de los mismos para analizarla y posteriormente enviarla al controlador instalado en el dispositivo conectado.

El microcontrolador cuenta con dos puertos serie: UART_RX y UART_TX, que se encargan única y exclusivamente de enviar y recibir información al controlador del ordenador. Además, cuenta con un controlador USB para que el ordenador pueda reconocer el dispositivo; es de alta velocidad y puede soportar USB 3.0.

3.2 Software

El procesado de los gestos y movimientos capturado por el LEAP Motion se realiza en el dispositivo al que está conectado, en un software llamado “Leap Motion Service”. Los sensores captan las distintas secuencias de movimientos en imágenes, que son enviadas al ordenador de destino. Una vez el ordenador las recibe, analiza y compensa las imágenes con la iluminación y herramientas necesarias, eliminando el “ruido” de fondo como la cabeza, muebles, luces... u otros elementos que puedan interferir en la posterior detección de gestos.

A continuación, se procede a extraer de la imagen capturada una reconstrucción en 3D de lo que realmente el dispositivo “ve”, intentando obtener los dedos y las manos de las imágenes ya “limpias” (sin el ruido de objetos de fondo). En este proceso se aplican técnicas de filtrado para asegurar una lectura del movimiento suave, sin cortes y coherente a tiempo real.

Una vez el LEAP Motion Service tiene el movimiento “limpio” guardado, lo transmite mediante un protocolo de transporte (TCP o WebSocket, dependiendo de dónde se use el dispositivo) sobre una conexión local. La librería del cliente organiza los datos obtenidos (el análisis del movimiento) en la estructura API creada por los desarrolladores, y los enlaza; de este modo se asocia el movimiento capturado con la clase o función que le corresponde en el API. Una vez vinculado el gesto grabado, y encontrada la clase o función, se procede a ejecutar la llamada a la acción vinculada.

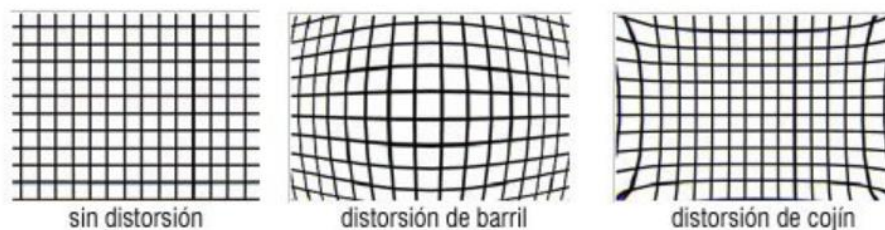
En los siguientes apartados procederemos a explicar con más detalle cómo se analizan los gestos y qué clases y funciones existen en el API.

3.3 Funcionamiento del controlador

El LEAP Motion, como bien hemos explicado anteriormente, únicamente se encarga de capturar los distintos movimientos con sus sensores, no los procesa; de ello se encarga la computadora a la que se conecta. El procesamiento de gestos pasa por 3 etapas para llegar a ser interpretado por el ordenador: una vez las imágenes son capturadas por los sensores, se aplica una corrección de la distorsión que producen los sensores. Más tarde se aplica un modelo matemático para determinar la configuración de cada mano, junto a un algoritmo de visión estereoscópica entre cada pareja de imágenes con la finalidad de conocer la posición en el plano que representa LEAP tridimensional.

Para identificar los distintos gestos de manera correcta, cuando se detecta movimiento sobre el dispositivo, éste ilumina la zona a la que enfocan las cámaras con una luz infrarroja emitida por sus luces LEDs. Cuando esta luz refleja en las manos, los sensores incorporados en el controlador reciben esta reflexión y la almacenan en una matriz como una imagen digitalizada. Los sensores captan el valor de intensidad luminosa por cada píxel de la imagen capturada, y se guardan en un buffer. Este valor de la intensidad luminosa se cuantifica a 8 bits (256 valores distintos de luminosidad) para producir una imagen RAW en escala de grises. Cada imagen tiene una medida de 640x120 píxeles, por lo que en total hay unos 76.800 píxeles por cada imagen. Es en este momento del proceso donde el microcontrolador ajusta a la resolución adecuada la matriz con la imagen digitalizada.

Una vez ajustada correctamente la resolución, los datos de los sensores se envían directamente al driver instalado en la computadora conectada por USB. Una vez el driver tiene esta información, la analiza y trata de identificar las manos y los dedos a partir de una secuencia matemática de caracterización anatómica. También se obtiene la profundidad a la que se encuentran mediante otro algoritmo distinto, que se explicará también a continuación.

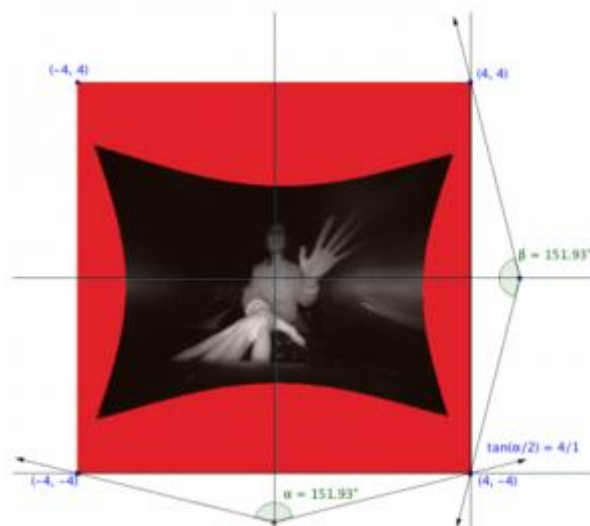


Distintos tipos de distorsiones.

Las lentes del dispositivo producen una distorsión en la imagen óptica de lo que realmente capta; se trata de una mezcla entre la distorsión de barril y la distorsión de cojín: una distorsión compleja. Esta distorsión deforma el objeto observado, y para optimizarla, LEAP Motion incorpora una opción de calibrado mediante la cual se obtiene un mapa de mallado de puntos que se superpone a la imagen capturada por cada sensor.

El dispositivo trata estos datos de la siguiente manera: cada buffer de datos de imagen que se envía al driver contiene otro buffer que contiene los datos de distorsión. Mediante una rejilla de 64x64 puntos con dos valores de 32 bits cada uno se representa la distorsión de la lente. Así, cada punto representa un rayo proyectado en la cámara, y el valor de un punto del mallado define la luminosidad de un píxel en la imagen. Se puede obtener el valor del brillo para cualquier rayo proyectado, al igual que los datos de luminosidad de todos los píxeles, pero este último dato se obtiene mediante interpolación.

La siguiente imagen nos permite explicar cómo se aplica la corrección de la distorsión compleja que crea la lente; como se puede apreciar, no es una imagen rectangular, pues al estar obtener la imagen deformada y posteriormente aplicar la corrección, se deforma su figura. La imagen se reconstruye mediante el cálculo de las pistas horizontales y verticales representados por cada píxel y se puede encontrar el valor de brillo verdadero. El valor del brillo que realmente proporciona el reflejo de la mano se puede encontrar en el mapa de calibración.



Representación de lo que captan los sensores.

Una vez contamos con la proyección de la imagen con la distorsión corregida, el driver tratará de identificar las manos y dedos de esa secuencia. Una vez las detecte, lo primero que determinará será su posición en el sistema de coordenadas en el que trabaja LEAP. Se trata de un sistema de coordenadas cartesianas a través de técnicas de visión estereoscópicas; como su sistema de detección de gestos está basado en la visión binocular, podremos obtener distancias “fácilmente”.

El sistema de visión binocular capta dos imágenes con cierta disparidad (diferencias mínimas entre las dos fotos). Funciona de la misma manera que si las cámaras fueran nuestros ojos: al encontrarse un poco separados, la imagen que ambos captan no es la misma, pero sí muy similar. Mediante un sistema de dos ecuaciones, considerando que la distancia focal en ambas cámaras es la misma y conociendo la distancia a la que se encuentran separadas, podemos obtener la distancia a la que se encuentran las manos respecto al LEAP Motion.

3.4 API de LEAP Motion

La interfaz de programación de aplicaciones, abreviada como **API** del inglés: Application Programming Interface, es el **conjunto de subrutinas, funciones y procedimientos** (o métodos, en la programación orientada a objetos) que **ofrece cierta biblioteca** para ser utilizado por otro software como una capa de abstracción.

Fuente: www.wikipedia.org

Como otros muchos proyectos (Android, por ejemplo), LEAP Motion cuenta con su propia página para desarrolladores en la que podemos encontrar el SDK propio del dispositivo, documentación acerca de todo el software necesario, y toda la información acerca de la API propia. En esta web también se encuentran varios ejemplos de gestos ya implementados, para una correcta comprensión en un contexto dado, y no tan abstracto.

Para poder utilizar cada uno de los gestos se deben de habilitar en el controlador. Vamos a proceder a explicar alguno de los gestos básicos que se pueden realizar, así como su función asociada, los distintos estados en los que trabaja y cómo funciona su software.

— Circle:

Comando para habilitarlo en el controlador:
"controller.enableGesture(Gesture::TYPE_CIRCLE);"

Como bien dice su nombre, se trata de realizar un círculo con los dedos. Cuando el usuario lo realice y el LEAP lo capte, la biblioteca modificará el estado de la función asociada dependiendo de la situación de la mano actual; de manera que los distintos estados serán:

- **Start:** se ha iniciado el movimiento circular con el dedo y ha sido detectado.
- **Update:** el movimiento del círculo continúa.
- **Stop:** ha finalizado el movimiento circular.



Representación del movimiento 'Circle'

— **Swipe:**

Comando para habilitarlo en el controlador:

```
"controller.enableGesture(Gesture::TYPE_SWIPE);"
```

Se trata de un breve movimiento de deslizar la mano hacia derecha o izquierda, de igual manera que si pasaras una página de un libro. Dependiendo de si queremos que se detecte el "swipe" según la velocidad o según la distancia deslizada, llamaremos a un método u otro:

- Según la velocidad:

```
"controller.config().setfloat("Gesture.Swipe.MinLength",valor)"
```

- Según la distancia:

```
"controller.config().setfloat("Gesture.Swipe.MinVelocity",valor)"
```

Existe la posibilidad de obtener datos relevantes a este gesto, como la velocidad con la que es realizado, la distancia recorrida en

cada uno de los ejes, dónde ha sido iniciado o la posición actual del mismo. Toda esta información se puede obtener creando un objeto de la clase `SwipeGesture`, y mediante métodos de consulta podremos obtener todos estos datos.

— **Key taps:**

Comando para habilitarlo en el controlador:

```
"controller.enableGesture(Gesture::TYPE_KEY_TAPS);"
```

Las "key taps" son swypes pero realizados con el dedo índice desplazándose verticalmente: hacia arriba o hacia abajo.

Este gesto es configurable mediante el controlador y el método "config"; podremos ajustar los parámetros correspondientes a la mínima velocidad (`Gesture.KeyTap.MinDownVelocity`) y distancia (`Gesture.KeyTap.MinDistance`) para que el gesto sea reconocido.

Implementa también métodos para conocer el progreso, la posición y la dirección del movimiento, por si queremos asociar acciones extras según la variación de estos últimos parámetros.



Movimiento 'key taps'.

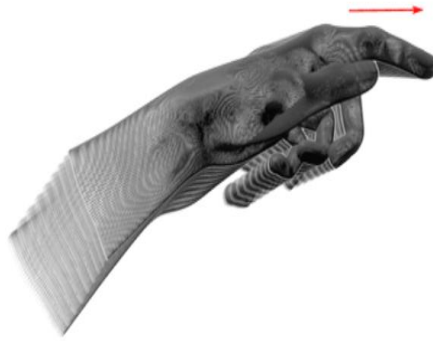
— **Screen taps:**

Comando para habilitarlo en el controlador:

```
"controller.enableGesture(Gesture::TYPE_SCREEN_TAP);"
```

Se tratan de “pulsaciones” hacia la pantalla; el gesto de pulsar algo con el botón índice.

También es totalmente configurable como los demás gestos: con el método `config` de la clase `controller` y los parámetros `Gesture.ScreenTap.MinDistance`, `Gesture.ScreenTap.HistorySeconds`, `Gesture.ScreenTap.MinForwardVelocity`, se pueden modificar los mismos ajustes que en los anteriores movimientos.



Representación del movimiento ‘Screen Taps’.

— **Hand:**

Esta clase implementada en el API del LEAP Motion aporta información sobre las manos que detecta. Representada en base ortonormal, aporta datos como los grados de inclinación, radio de curvatura de la mano, posición relativa, probabilidad del movimiento de la mano del siguiente frame...

— **HandList:**

Se trata de una lista de manos que contiene las manos detectadas simultáneamente (en Objetos `hand`). También existe una list para los objetos tipo `finger`, que es `FingerList`, con métodos similares en ambas clases.

— **Finger:**

Aporta información (también en base ortonormal) sobre cada dedo detectado en cada una de las manos (mano a la que le corresponde, posición, inclinación, vector de dirección, anchura y longitud...).

— **Bone:**

Refleja el esqueleto de la mano representada, concretamente las falanges de los dedos. La posición de la articulación, anchura, longitud o posición son algunos de los datos que se pueden extraer de esta clase.

— **Frame:**

Es el conjunto de manos o dedos representados en grupo, en un único frame.

— **Listener:**

La clase Listener se encarga de responder a los eventos proporcionados por el objeto Controller. Estas respuestas pueden ser configuradas y personalizadas para cambiarse por otras según el gusto del usuario. Para controlar los eventos de movimiento se instancia una subclase de Listener y se le asigna una instancia del controlador. Este controlador llama a la función establecida del Listener cuando el evento se activa.

4 Ventajas

4.1 En general

- Sus creadores aseguran que las industrias química y automotriz serían también unas de sus grandes destinatarias.
- La clave del Leap Motion está en la exactitud del diseño o la comprensión de una figura en tres dimensiones.
- Su configuración es muy sencilla de utilizar, tan solo es conectarlo por medio de USB y listo.



- La siguiente generación de coches será más interactiva que nunca. Con la tecnología de Leap Motion los conductores controlarán los nuevos sistemas con gestos en el aire pudiendo mantener la vista en la carretera.
- Alrededor de todo el mundo, artistas, agencias, músicos y diseñadores están creando nuevas experiencias interactivas. Haciendo una experiencia mágica entre la audiencia y la exhibición gracias a Leap Motion.
- En la educación básica, la tecnología tiene el potencial de transformar como los niños aprenden sobre el mundo. Con Leap Motion los estudiantes pueden sumergirse en experiencias y descubrir sus pasiones por el arte, la ciencia, la historia y las matemáticas.

- En la educación superior Leap Motion abre un rango de posibilidades de estudiantes de todas las disciplinas. Que pasa desde ingenieros, diseñadores, médicos, músicos y biólogos. Los estudiantes pueden aprender experimentando con interacciones 3D explorando un ambiente virtual y resolviendo antiguos problemas por nuevos caminos.
- Para interactuar con la realidad virtual y la realidad aumentada necesitamos nuestras manos. Los controladores de Leap Motion tienen un seguimiento preciso cerca de latencia cero que hace posible entrar en mundos virtuales y manipularlos con las manos. Leap Motion está haciendo un papel clave en la siguiente generación de interfaces 3D.
- La tecnología Leap Motion está transformando la forma de operar con los pacientes en un terreno muy amplio. Desde terapias físicas, necesidad de accesibilidad especial, y nuevos descubrimientos en hospitales hasta entrenamientos quirúrgicos e interfaces médicas. Con las recientes innovaciones, Leap Motion está haciendo posible a cirujanos acceder a información vital médica mientras mantienen un ambiente esterilizado.



- Cuando las marcas modernas necesitan hacer su marca, hacen sus mensajes al público con experiencias 3D inmersivas que generan unas conexiones emocionales entre las personas y los productos. Agencias creativas y detallistas usan el controlador de Leap Motion

para crear un escaparate digital introduciendo experiencias de compra con experiencias interactivas de la marca con historias que contar.

4.2 Sobre otros sistemas

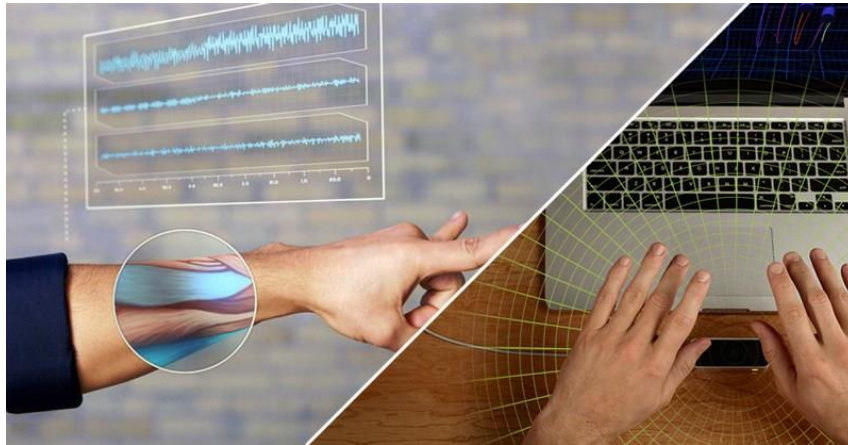
Leap Motion vs Kinect.

- Si nos paramos a comparar las ventajas de Leap Motion sobre Kinect, nos encontramos en primer lugar con la precisión, aseguran que Leap Motion es 200 veces más preciso que Kinect.
- También tiene una mejor adaptación para juegos y aplicaciones para PC.
- Un punto a favor de kinect es que al llevar incorporado micrófono se podría combinar la detección por voz y la detección gestual.
- También tiene un mayor alcance en la detección de movimientos, no es necesario estar pegado al ordenador.
- Otra ventaja, es el tamaño, Leap Motion mide tan solo 7.5 cm de largo, 2.5 cm de ancho y 1.1 cm de alto frente a los 33.3cm x 27.4cm x 7.9cm del dispositivo Kinect.
- Kinect 2.0 viene con USB3.0 lo que mejora la comunicación y con ella, la velocidad de respuesta.
- Esta versión también incorpora infrarrojos para mejorar la detección de profundidad.



Leap Motion vs MYO.

Leap Motion proporciona una posición "absoluta" (al menos cinco o seis posiciones decimales de precisión, en relación con la posición absoluta del propio sensor). MYO proporciona una posición "relativa" (con una precisión desconocida, con respecto a la posición inicial que el HAD había asumido anteriormente). Leap Motion proporciona una trayectoria muy explícita, MYO proporciona una trayectoria "aproximada". Leap Motion detecta el movimiento real, MYO detecta una "indicación" de un movimiento (movimiento de los músculos, tal vez tendones, etc, que se traduce en movimiento con una gran cantidad de variación por persona).



Leap Motion vs SKYMOUSE.

Ambos se enfocan en el mismo paradigma y tecnología, su diferencia es la forma en la que lo hacen. SKYMOUSE dispone de un anillo de LEDs y una cámara infrarroja con los que detectará nuestros movimientos. Además es necesario utilizar una especie de anillosdedales que suponen un inconveniente respecto a LeapMotion. Este producto aún no se encuentra desarrollado y los primeros prototipos se realizaron con Arduino.



Leap Motion vs Mando Wii.

De los pioneros en la interacción gestual, nos dió la idea de que las máquinas podían interaccionar con los humanos mediante gestos. La diferencia del mando de la wii es que esta diseñado exclusivamente para jugar y para su consola, aunque podría usarse para otros dispositivos, existen proyectos donde usan el mando para pasar diapositivas de power point en windows. El inconveniente es que al ser de los primeros controladores gestuales presenta mayores limitaciones de movimiento con respecto a leap motion.

El punto a favor del mando de la wii es que permite estar a más distancia que Leap Motion.



Leap Motion vs Munivo.

Munivo está enfocado a un campo muy específico lejos del de LeapMotion: la movilidad para personas que sufren ceguera y tienen problemas para desplazarse con normalidad por la ciudad. No se basa en una cámara que detecta los movimientos, sino que se basa en detectar los objetos próximos (obstáculos) a través de un radar. Por lo tanto, no es tanto una comunicación hombremaquina gestual, sino una interacción máquina hombre.

5 Desventajas

Uno de los puntos para hablar de desventajas, es preguntar a los usuarios descontentos sobre qué tienen quejas. Después de muchas críticas, llegamos a la conclusión de que muchos usuarios se quejan intensamente de la falta de precisión del dispositivo.

Ahora no estamos hablando de 0,01 mm o 0,02 mm de precisión, sino de no ser capaz de reconocer el movimiento de la mano en condiciones de iluminación normal o perder la pista de los dedos durante una actividad. Algunas personas incluso dicen que han tratado de usar un lápiz (como dice en el sitio web de Leap Motion), pero ni siquiera podría registrarlo como si estuviera en el área activa (dentro del espacio que Leap Motion usa para reconocer las manos).

Todos estos problemas se agravaron en ciertas aplicaciones, algunos usuarios hablan de que ni siquiera son capaces de dibujar una línea sin que haya interrupciones continuas, siendo el resultado final un montón de puntos al azar.

5.1 Limitaciones

- Hay que tener en cuenta que somos humanos y al tener que estar con el brazo sin apoyo se dificulta la realización de trabajos precisos. Un ejemplo de esto sería que, al tener la mano en el aire, después de un rato, si tuvieras que seleccionar algún botón pequeño

como puede ser el de abrir una aplicación o cualquier otro, resulta más complicado atinar debido al cansancio del brazo.

- Cuando la/las manos son colocadas verticalmente la conexión es pobre ya que no se detectan ninguno o alguno de los dedos.

Efecto brazo de gorila ¿ventaja o desventaja?

Como se ha definido en estudios:

El “Brazo de gorila” es un término acuñado por ingenieros hace unos 30 años para describir lo que sucede cuando la gente trata de usar interfaces verticales por un período prolongado de tiempo. Es el equivalente de pantalla táctil al síndrome del túnel carpiano en los teclados. De acuerdo a diversos estudios “el brazo comienza doler y se siente como si creciera y molesta” – el usuario parece un gorila mientras utiliza la pantalla táctil y luego esa postura parece mantenerse”.

Se relaciona con el flujo sanguíneo. Si persistimos en mantener los brazos sobre el nivel medio del cuerpo, primero percibimos hormigueo. luego falta de sensibilidad y en casos extremos -accidentes, por ejemplo- puede llegarse a la necrosis. Es uno de esos casos en que la naturaleza se impone.



Utilizando palabras de Steve Jobs durante la presentación del MacBook Air en 2010:

“Hemos realizado toneladas de pruebas de usuario con esto [un Mac táctil] y resulta que no funciona. Las superficies táctiles no quieren ser verticales. Quedan genial durante una demostración, pero tras un pequeño período de tiempo empiezas a sentirte fatigado y tras un rato más tu brazo quiere que lo bajes.”

Bien, pero Leap Motion no es una interfaz en la que necesites tener contacto con la pantalla, no hace falta tocarla, ni presionarla. Con Leap Motion se puede interactuar desde la distancia moviendo las manos y los dedos por lo que el usuario podría tener los codos apoyados en la mesa, escritorio, o incluso en sus muslos e interactuar con la pantalla. También es verdad que, tal vez, para determinadas aplicaciones sí que deba tener el usuario los brazos levantados sin poder descansarlos.

Por lo tanto, y en mi opinión, creo que no se puede acusar de esta desventaja a Leap Motion, ya que como bien he explicado, para que el efecto brazo gorila surja efecto, los brazos deben estar en el aire por un tiempo prolongado.

Con Leap Motion se puede interactuar de la misma manera que puedes tener una conversación durante horas con otra persona, con los brazos apoyados y gesticulando con ellos.

6 Aplicaciones

Gracias a su gran versatilidad, Leap Motion es capaz de adaptarse a una gran cantidad de ámbitos.

6.1 OCIO

Una de las principales aplicaciones de este dispositivo, gracias a su preciso sistema de seguimiento y latencia tan baja, se encuentra en el sector del entretenimiento, ya que, la manera más cómoda y natural de controlar e interactuar con la realidad aumentada es mediante nuestras manos.



Además, combinado con las gafas de realidad virtual, pueden llegar a generar una experiencia mucho más realista.



Para mejorar la sinergia entre estos dos dispositivos (Leap Motion y las gafas de realidad virtual), los creadores de Leap Motion, lanzaron Orion, un sistema, en parte hardware y en parte software, diseñado para mejorar en gran medida sus prestaciones. Entre sus características destacan:

- Aumento en general de su capacidad de seguimiento, incluso en situaciones en que la mano escapa al campo de visión del sensor.
- Gran mejora frente a escenarios complejos que mejoran la interacción.
- Físicas mejoradas para interactuar con el escenario virtual.
- Aumento de la velocidad de reconocimiento de las manos, menor latencia...

Para ilustrar esto, tenemos, por ejemplo, un simulador de DJ, en el que puedes controlar tanto la música como el entorno que te rodea, ya sea por interacciones con el entorno o por gestos propios.



Aunque también encontramos uso en la realidad aumentada de ofimática. Pudiendo controlar el escritorio y las diferentes ventanas con nuestras manos.



6.2 DESARROLLO Y DISEÑO

Actualmente, encontramos diversas plataformas para desarrolladores y artistas que emplean Leap Motion.

Unreal Engine es una de ellas, nos permite utilizar el seguimiento de nuestras manos directamente en nuestros proyectos a través de un plugin, tanto en código como en Blueprints.



Epic Games (UE4) y Leap Motion, crearon, de manera conjunta, dicho plugin. Gracias a él, los desarrolladores pueden fácilmente, añadir manos virtuales a sus creaciones.

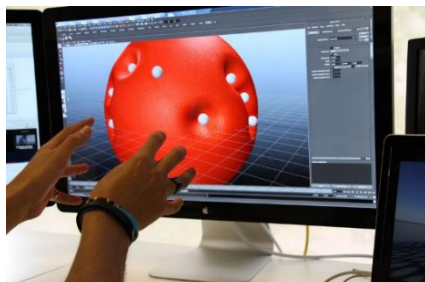
La manera en que funciona es simple, se coge el movimiento que Leap Motion captura, y se pasa a las componentes virtuales de las manos en Unreal, las cuales pueden interactuar con otros elementos del escenario.



El primer proyecto que utilizó este sistema es Hollow, un videojuego de terror que incluye los efectos visuales de Unreal y el control manual de Leap Motion para montar a caballo.



Así mismo, Leap Motion también ofrece soporte para Unity, añadiendo extensiones para facilitar el desarrollo en realidad virtual.



Por otro lado, tenemos Autodesk, un software de diseño en 2D y 3D en el que Leap Motion crea un nuevo sistema de interfaz que permite emplear tus propias manos para interactuar con un espacio tridimensional.

De esta manera, los diseñadores pueden crear lo que tienen en mente mucho más rápido, sin las limitaciones que el ratón supone.

Por ejemplo, a la hora de montar y desmontar las diferentes piezas de un sistema creado. Al utilizar el ratón, necesitas cambiar constantemente el punto de vista para poder mover las partes. Con las manos, en cambio, basta con coger y arrastrar, todo es mucho más sencillo e intuitivo, como si se tratara del mundo real.



Al igual que con Unreal, esta sinergia se lleva a cabo por medio de un plugin, que añade todas las funcionalidades mencionadas.

6.3 SANIDAD Y ASISTENCIA

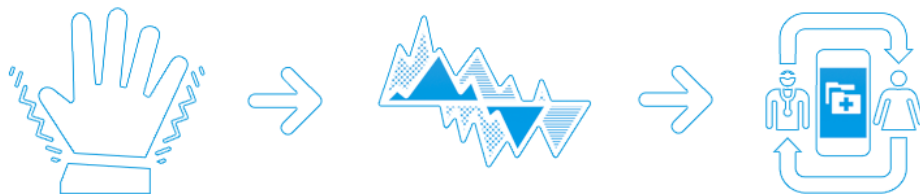
En el sector sanitario, también encontramos diversas aplicaciones que van desde facilitar el trabajo a los especialistas hasta el uso de sistemas para terapia y rehabilitación.

Uno de los problemas que Leap Motion permite resolver, se encuentra en la sala de operaciones. Los cirujanos no pueden tocar un ordenador sin arriesgarse a contaminar las herramientas.

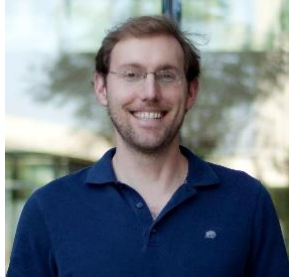
Por esto, una empresa dedicada al desarrollo de tecnologías destinadas al cuidado de la salud, TedCas, integró Leap Motion en un software que permite a los médicos poder interactuar con imágenes (por ejemplo) en un entorno esterilizado por medio del movimiento de las manos. Actualmente este sistema se encuentra en pruebas en 6 centros distribuidos por todo el mundo.



Otro de los problemas que existen se encuentra relacionado con las enfermedades como el Parkinson o la Distonía, entre otra muchas. No resulta sencillo realizar un seguimiento a lo largo del tiempo sobre los temblores que sufren las personas con dichas dolencias de manera rápida y fiable.



Para solventar esto, diversos desarrolladores e investigadores han probado el uso de Leap Motion para medir estos temblores. Recientemente, tres investigadores de la UCSF, presentaron Leap Motion frente a dos guantes que también permitían capturar el movimiento. Para ello, midieron los ángulos que se formaban en los nudillos, entre la mano y los dedos. Tras realizar diversas pruebas, y comprobar las capacidades de los diferentes dispositivos, de acuerdo al Dr. Jason Godlove:



“Si solo queremos ver a pacientes con las manos anormalmente cerradas o trabajando con objetos grandes, habría que utilizar el guante de 5DT. Si estás mirando el temblor, el diseño de software de rehabilitación, o sobre todo lo demás, Leap Motion es la mejor opción.”

Además, para ayudar a los pacientes en su rehabilitación, diversas entidades como el instituto de rehabilitación Burke, Ten Ton Raygun, entre otras, han desarrollado diversos juegos para eliminar las tareas repetitivas y aburridas de las rehabilitaciones, empleando Leap Motion.

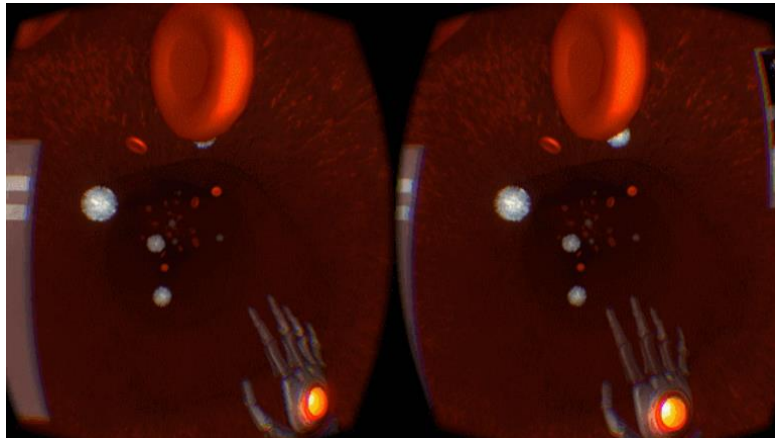


Entre otros problemas que puede resolver, encontramos el soporte a la comunicación entre personas sordas mediante el lenguaje de signos, mejora en desórdenes de la vista mediante juegos en realidad virtual y control del movimiento, etc. Como se puede apreciar, Leap Motion tiene mucho potencial en este ámbito.

6.4 EDUCACIÓN

Gracias a su precio tan asequible, muchas instituciones de enseñanza pueden permitirse utilizar este dispositivo. Así, los estudiantes pueden aprender de un modo más interactivo y familiarizarse con esta tecnología.

Un ejemplo lo encontramos en el proyecto World of Comenius, un software que emplean Oculus y Leap Motion y que permite a los estudiantes realizar acciones que de otro modo no serían posibles. Pudiendo jugar con los átomos y descubrir y aprender de una manera intuitiva su comportamiento, adentrarse en el cuerpo humano y poder ver e interactuar con las células, conocer gente de la historia y explorar su mundo teniendo la sensación de que realmente estás ahí... y mucho más.



Aparte de esto, encontramos otros ejemplos que permiten al usuario pintar con el dedo e imprimir en 3d su creación, explorar el oceanográfico con el movimiento de las manos, etc.

Además, también se han creado aplicaciones para ayudar a aquellos niños con necesidades especiales, facilitando su aprendizaje mediante juegos interactivos.

Pero no solo se aplica a la enseñanza temprana, también encontramos aplicaciones en universidades, como por ejemplo la Universidad de Ohio. “Holodeck” es el nombre que le han puesto a esta tecnología que nos permite proyectar en tres paredes imágenes de Internet o aplicaciones, dando a las personas que se encuentren en el área Holodeck una sensación de inmersión.

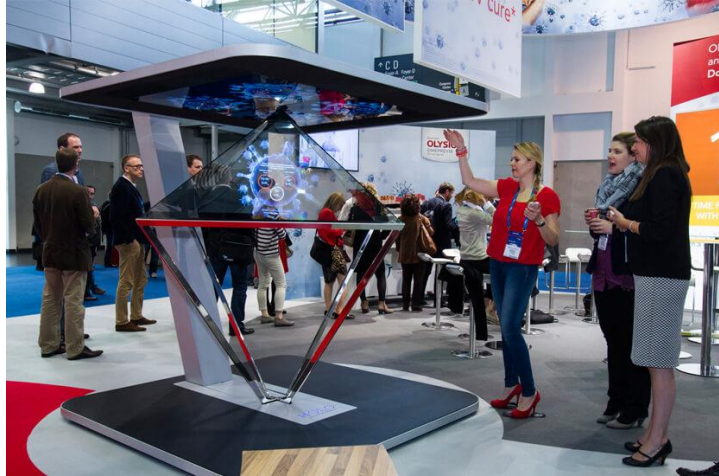


Gracias a los sensores de detección de movimiento los usuarios pueden moverse por el escenario proyectado y/o interactuar con él.

6.5 VENTAS

Diversas empresas, vendedores y agencias han utilizado Leap Motion, ya sea para presentar sus productos de una manera más interactiva o añadir funcionalidades a sus productos.

Es el caso de Holo. Diseñado para eventos con la última tecnología, Holo convierte los productos en un holograma interactivo tridimensional. Dicha interactividad se lleva a cabo con el reconocimiento de movimiento de Leap Motion.



Un ejemplo más conocido viene dado de la mano de HP, el cual ha incluido el nuevo micro sensor de Leap Motion en uno de sus productos: HP ENVY 17.



Este nuevo sensor mide 3.5 mm de alto, y añade todas las funcionalidades de control al sistema.

Estos son los ejemplos más destacados. Aunque también lo podemos encontrar a la hora de cambiar las propiedades de un coche y verlo con Oculus, o diseñar tus propias botas de Nike.

7 Conclusiones y valoración personal

Como resultado de la investigación del funcionamiento y el uso práctico de Leap Motion, podemos concluir que esta tecnología facilita la interacción entre el usuario y la máquina, permitiéndonos simplificar las operaciones y realizarlas de una manera intuitiva.

Nos permite realizar muchas y muy variadas acciones con tan solo el movimiento de nuestras manos. Debido a esto, principalmente, esta tecnología tiene un gran potencial en una gran cantidad de sectores. Y, gracias a los desarrolladores, Leap Motion puede crecer mucho más, creando nuevas y mejores aplicaciones capaces de resolver otros muchos problemas.



Otro punto a favor, lo encontramos en el precio, haciéndolo asequible para cualquier usuario. Y, gracias a las asociaciones con otras empresas, como por ejemplo HP, se podrá adquirir incorporado en otros dispositivos, mejorando las prestaciones, como es el caso del HP Envy.

Sin embargo, aún tiene margen de mejora respecto a todos los demás dispositivos que existen actualmente. Pese a esto, creemos que Leap Motion puede destacar sobre los demás por su sencillez y su accesibilidad al público, convirtiéndolo en uno de los dispositivos con más potencial de esta era tecnológica.

8 Bibliografía

<https://www.leapmotion.com/>

https://paginas.fe.up.pt/~prodei/dsie15/web/papers/dsie15_submission_3.pdf

<http://www.soydemac.com/leap-motion-obtiene-una-gran-acogida-entre-la-comunidad-de-desarrolladores/>

<http://www.gadgetos.com/videos/leap-motion-su-tecnologia-reconocimiento-gestos/>

<http://www.xataka.com/otros/leap-motion-y-su-sistema-de-control-gestual-mas-barato-y-preciso-que-kinect>

<http://kerchak.com/leap-motion-interfaz-control-en-3d/>

<http://www.abc.es/tecnologia/informatica/20140204/abci-probamos-leap-motion-201402041411.html>

<http://www.applesfera.com/accesorios/leap-motion-el-sistema-de-control-gestual-mas-barato-y-preciso-que-kinect-que-dificilmente-triunfara>

https://en.wikipedia.org/wiki/Leap_Motion

<http://www.ohmygeek.net/2013/03/01/entrevista-con-michael-buckwald-ceo-de-leap-motion-el-dispositivo-magico-para-controlar-tu-pc/>

<http://www.applesfera.com/accesorios/leap-motion-el-sistema-de-control-gestual-mas-barato-y-preciso-que-kinect-que-dificilmente-triunfara>

<https://community.leapmotion.com/t/kinect-vs-leap-motion-sdk/1392>

<https://www.quora.com/Which-one-is-better-Kinect-SoftKinectic-or-Leap-Motion>

<http://www.xataka.com/otros/leap-motion-pone-el-reconocimiento-de-manos-al-casco-de-realidad-virtual-de-razer-osvr>

<https://www.leapmotion.com/solutions/auto>

<http://www.strangecompany.org/leap-motion-orion-yes-the-leap-works-now>

<http://blog.leapmotion.com/introducing-leap-motion-plugin-ue4/>

<http://docplayer.es/12643216-Leap-motion-pablo-fernandez-francisco-navarro-alvaro-munoz.html>

<http://www.tedcas.com/en/node/1562>

<http://blog.leapmotion.com/leap-motion-vs-gloves-new-medical-study/>

<http://www.roadtovr.com/world-of-comenius-education-interaction-virtual-reality-oculus-rift-leap-motion/>

<http://blog.leapmotion.com/hp-world-first-leap-motion-notebook/>