

IDI3185 - Realidad Extendida

Clase 3 - Percepción

Prof. Leonel Merino
Ayud. Agustín Gutiérrez

2025 - 1

Realidad Objetiva y Subjetiva

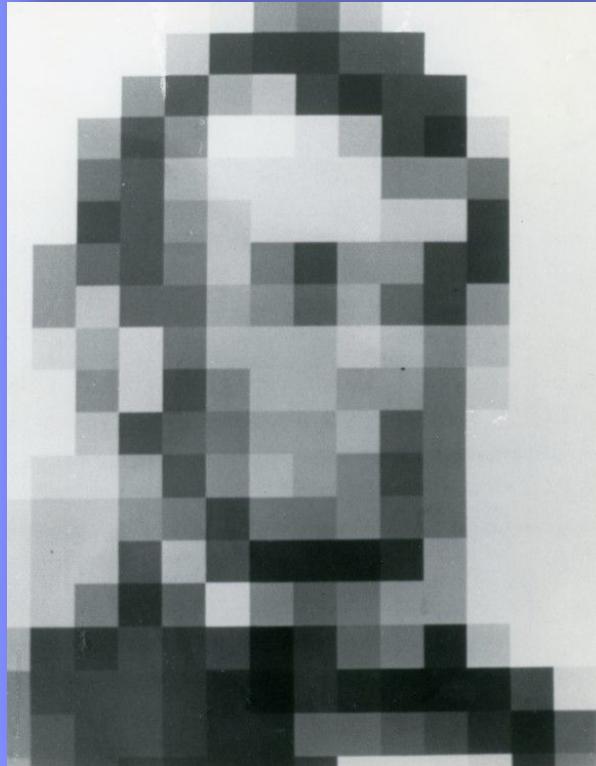
La realidad es subjetiva

¿Una mujer joven o una anciana?



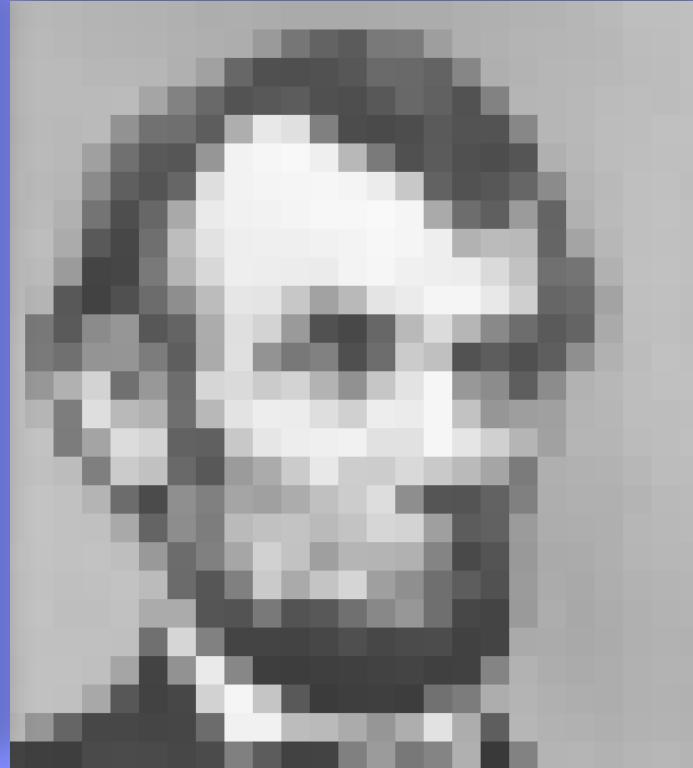
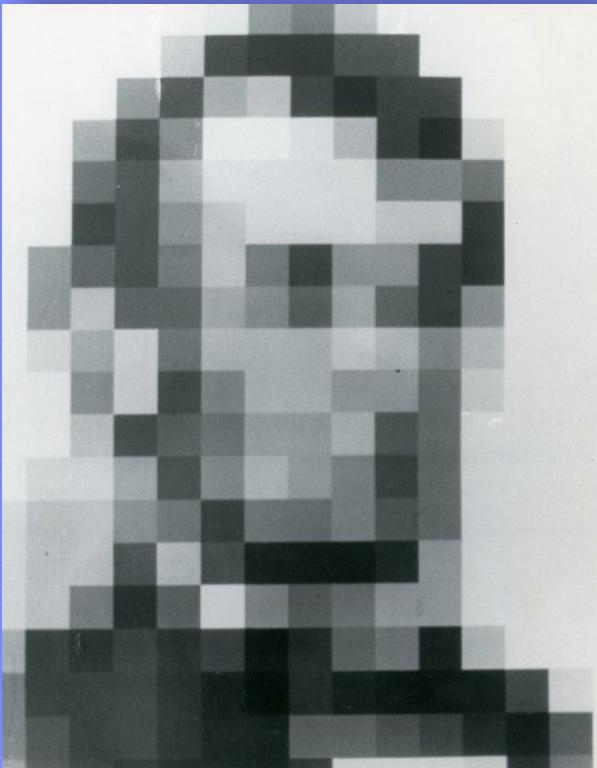
La realidad es subjetiva

¿Quién es?



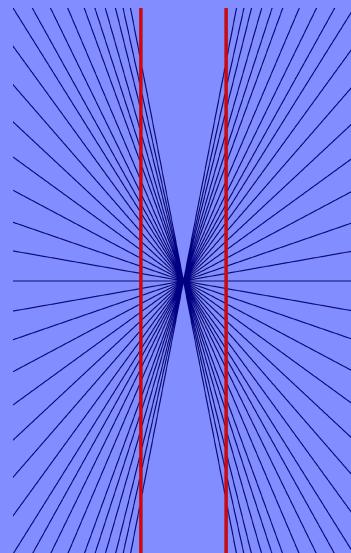
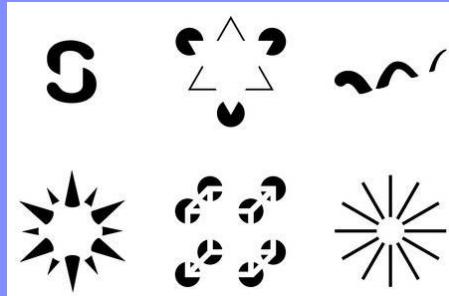
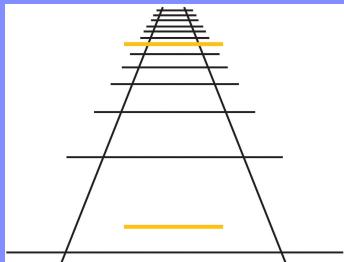
La realidad es subjetiva

¿Quién es?

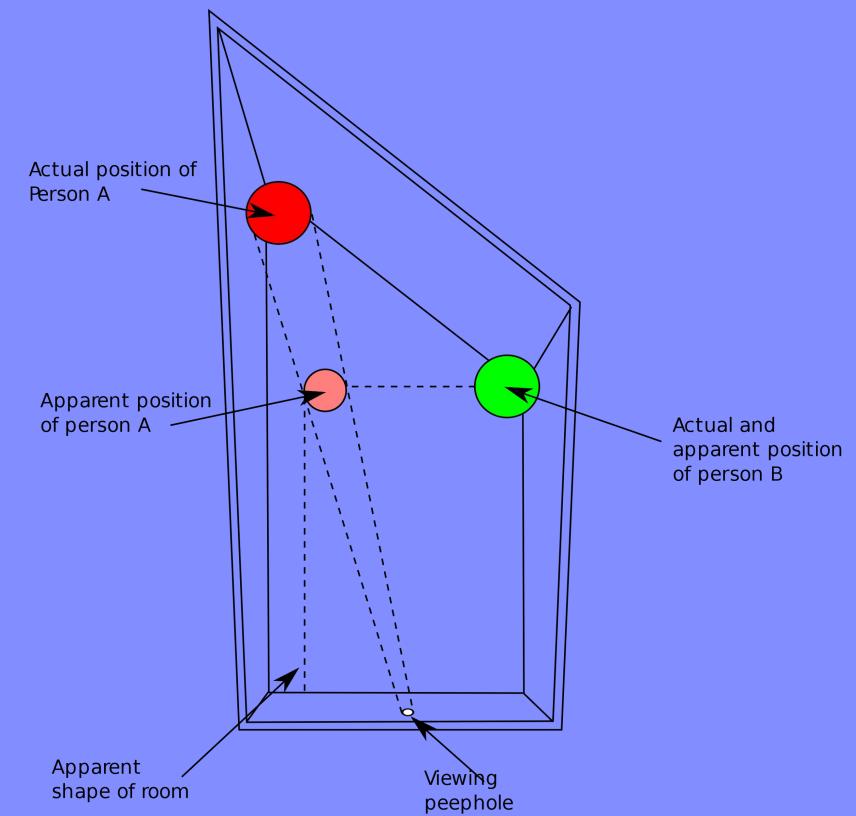


Ilusiones de percepción

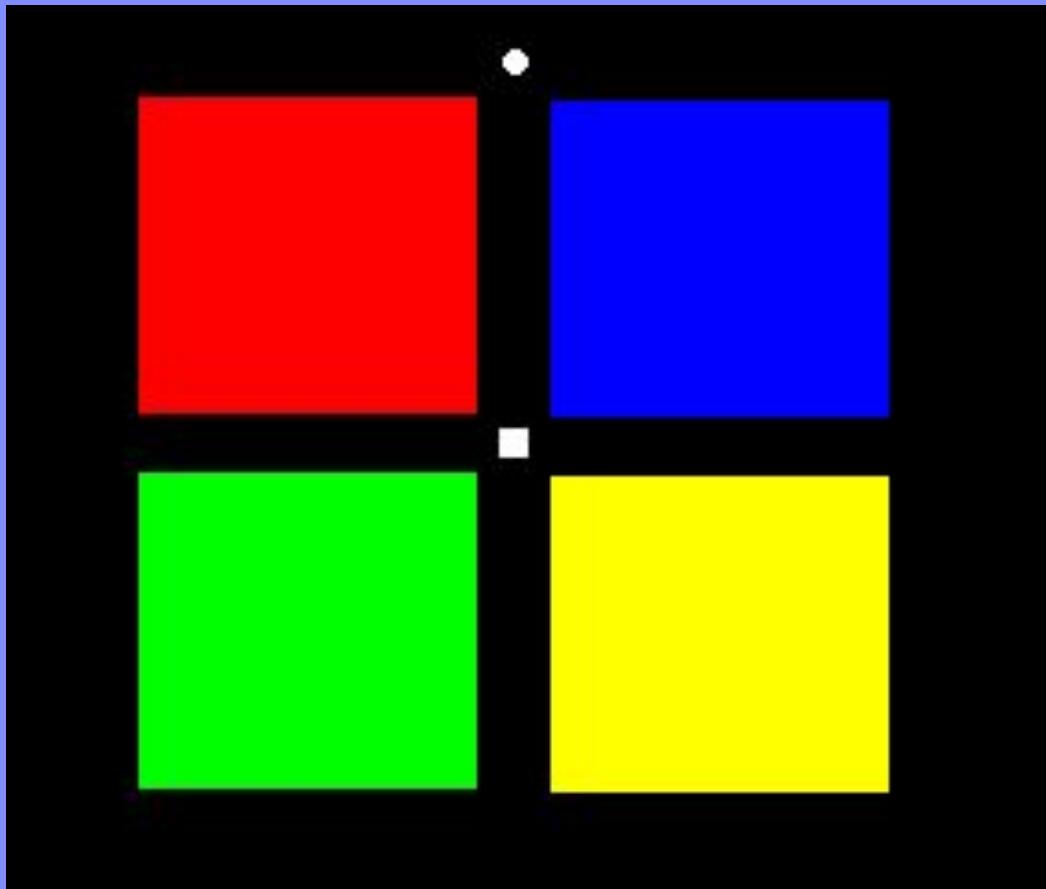
- Ilusión de Jastrow
- Ilusión de Hering
- Ilusión de Kanisza
- Ilusión de Ponzo



Ilusiones de percepción: La pieza de Ames



Ilusiones de percepción: Efecto Afterimage



Modelos perceptibles y procesos

Estímulos distales y proximales

- **Estímulos distales**: objetos y acontecimientos del mundo (estímulos objetivos)
- **Estímulos proximales**: energía de los estímulos distales que llega a los sentidos
- Respondemos a los objetos distales en función de los estímulos proximales
- El contexto, los conocimientos previos, las expectativas y otros aportes sensoriales desempeñan un papel en la caracterización de los estímulos distales

Los creadores de XR pretenden crear un mundo virtual distal que se proyecte sobre los sentidos de manera que los usuarios se sientan presentes en el mundo virtual

Sensación vs. Percepción

- **Sensación:** proceso elemental que permite reconocer a bajo nivel los estímulos distales a través de los estímulos proximales
- **Percepción:** proceso de nivel superior que combina la información de los sentidos, que filtra, organiza e interpreta para dar un significado a la información
- **Vinculación:** es el proceso por el cual los estímulos se combinan para crear nuestra percepción consciente de un objeto coherente

Procesamiento ascendente y descendente

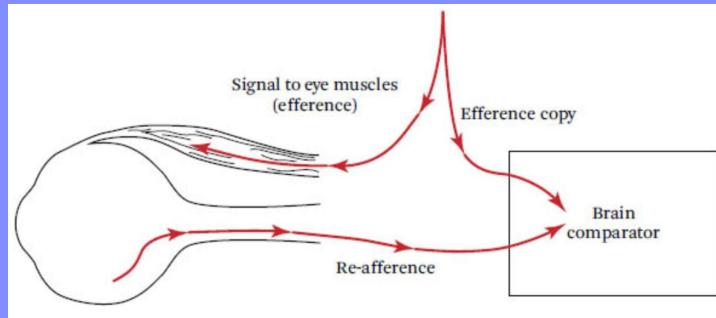
- El procesamiento ascendente es el que se basa en los estímulos próximos que proporcionan el punto de partida de la percepción.
- El procesamiento descendente es el que se basa en el conocimiento, es decir, la influencia de las experiencias y expectativas del observador en lo que percibe.

Los creadores de XR utilizan estímulos ascendentes (por ejemplo, los píxeles de la pantalla) lo suficientemente convincentes (es decir, para crear presencia) para superar los datos descendentes que sugieren que sólo llevamos un HMD.

Los creadores de XR aprovechan el procesamiento descendente (por ejemplo, la experiencia del usuario desde el mundo real o virtual) para crear contenidos interesantes e historias más atractivas.

Aferencias y eferencias

- Los impulsos nerviosos **aferentes** viajan desde los receptores sensoriales hacia el interior del sistema nervioso central
- Los impulsos nerviosos **eferentes** viajan desde el sistema nervioso central hacia los efectores, como los músculos.



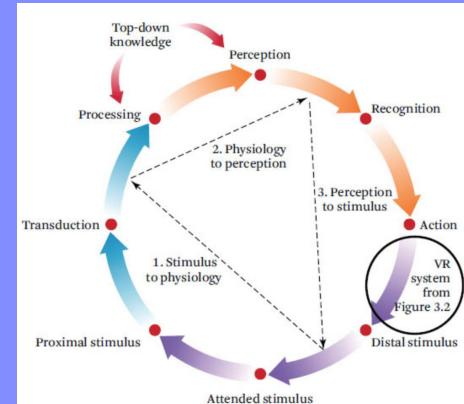
Copia de la diferencia durante la rotación del ojo

Procesamiento perceptivo interactivo

Los tres pasos del proceso perceptivo iterativo de Goldstein [Goldstein 2007]:

1. Del estímulo a la fisiología: el mundo externo llega a nuestros receptores sensoriales;
2. De la fisiología a la percepción: nuestra interpretación perceptiva de esas señales
3. Percepción a estímulo: nuestras acciones de comportamiento que influyen en el mundo exterior, lo que da lugar a un ciclo interminable que llamamos vida

Para la XR, secuestramos los estímulos distales del mundo real y los sustituimos por estímulos distales generados por computador en función de modelos geométricos y algoritmos.



El subconsciente y el consciente

- El **subconsciente** es todo lo que ocurre dentro de nuestra mente de lo que no somos plenamente conscientes pero que influye mucho en nuestras emociones y comportamientos.
- El **consciente** es el conjunto de sensaciones, percepciones, ideas, actitudes y sentimientos de los que somos conscientes en un momento dado.

Subconscious	Conscious
Fast	Slow
Automatic	Controlled
Multiple resources	Limited resources
Controls skilled behavior	Invoked for novel situations when learning, when in danger, when things go wrong

Procesos viscerales, conductuales, reflexivos y emocionales

Un modelo aproximado útil de la cognición y la reacción humana puede clasificarse en cuatro niveles de procesamiento:

- **Los procesos viscerales** están estrechamente vinculados al sistema motor, y sirven como mecanismos de reflexión y protección para ayudar a la supervivencia inmediata; por ejemplo, la respuesta visceral al miedo a las alturas es especialmente popular para demostrar el poder de la XR
- **Los procesos conductuales** son habilidades aprendidas e interacciones intuitivas desencadenadas por situaciones que coinciden con los patrones neuronales almacenados, y son en gran medida subconscientes, por ejemplo, un usuario de VR desea agarrar un objeto en el mundo, simplemente piensa en agarrar un objeto, la mano se mueve hacia el objeto para intersectarlo, y luego pulsa un botón para recogerlo
- **Los procesos reflexivos** abarcan desde el pensamiento consciente básico hasta el examen de los propios pensamientos y sentimientos. La reflexión de alto nivel permite comprender y tomar decisiones lógicas.
- **Los procesos emocionales** se refieren el aspecto afectivo de la conciencia que procesa poderosamente los datos, dando lugar a respuestas fisiológicas y psicológicas viscerales y de comportamiento.

Modelos mentales

Un **modelo mental** es una explicación simplificada en la mente de cómo funciona el mundo o algún aspecto específico del mundo.

Una analogía de un modelo mental es un mapa físico del mundo real.

El objetivo principal de un modelo mental es la predicción, y el mejor modelo es el más sencillo que permite predecir cómo se desarrollará una situación lo suficientemente bien como para tomar las medidas adecuadas.

Programación neurolingüística

La **programación neurolingüística** (PNL) es un enfoque psicológico de la comunicación, el desarrollo personal y la psicoterapia que se basa en el concepto de modelos mentales.

La PNL en sí es un modelo que explica cómo los seres humanos procesan los estímulos que entran en la mente a través de los sentidos, y ayuda a explicar cómo percibimos, comunicamos, aprendemos y nos comportamos.

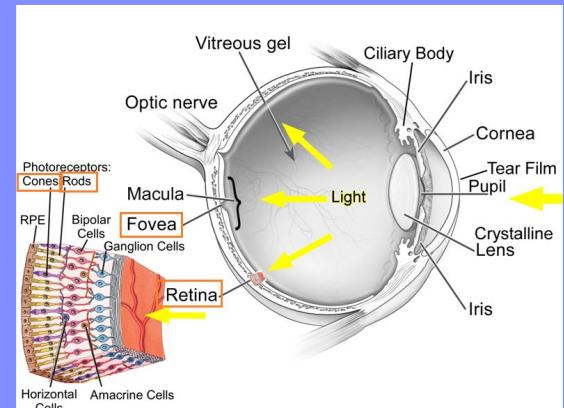
Como creadores de XR, podemos controlar los estímulos que se presentan a los usuarios e influir (no controlar) lo que esa persona experimenta.



Modalidades perceptuales

Visión: El sistema visual

- La **retina** es una red de neuronas en el fondo del ojo que procesa la entrada de fotones.
- Los **conos** son responsables de la visión con niveles altos de iluminación, en color y detallada.
- La **fóvea** es una zona en el centro de la retina que contiene sólo conos.
- Los **bastones** son los principales responsables de la visión con niveles bajos de iluminación, se encuentran en toda la retina, excepto en la fóvea y el punto ciego.



Visión: Visión central frente a visión periférica

Visión central

Sensible al color

Optimizado para
condiciones de luz diurna

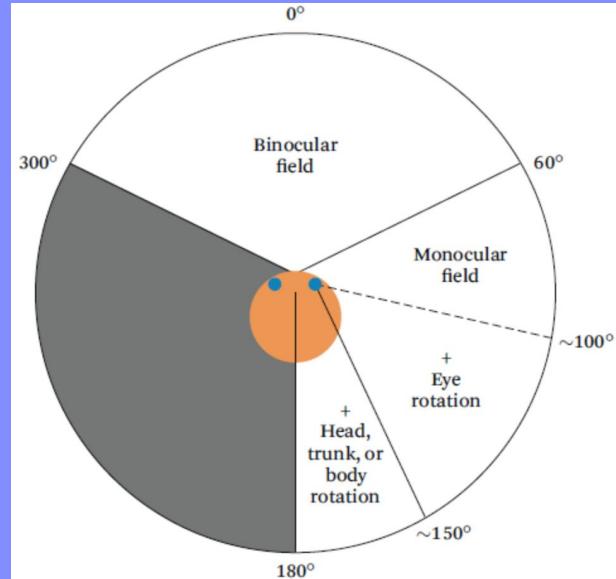
Alta agudeza visual

Visión: Visión central frente a visión periférica

Visión central	Visión periférica
Sensible al color	Insensible al color
Optimizado para condiciones de luz diurna	Más sensible a la luz que la visión central en condiciones de oscuridad
Alta agudeza visual	Respuesta rápida y es más sensible al movimiento rápido y al parpadeo
	Menos sensible a los movimientos lentos

Visión: Campo visual y campo visual

- El **campo de visión** es la medida angular de lo que se puede ver en un solo punto en el tiempo.
- El **campo de atención** es una medida de lo que se puede ver girando físicamente los ojos, la cabeza y el cuerpo.



Visión: Brillo y luminosidad

- El **brillo** es la intensidad aparente de la luz que ilumina una región del campo visual.
- La **luminosidad** es la reflectancia aparente de una superficie; los objetos que reflejan una pequeña proporción de luz aparecen oscuros y los que reflejan una mayor proporción de luz aparecen claros/blancos.



La luminancia de los estímulos circundantes afecta a nuestra percepción del brillo. Los cuatro cuadrados tienen la misma luminancia.

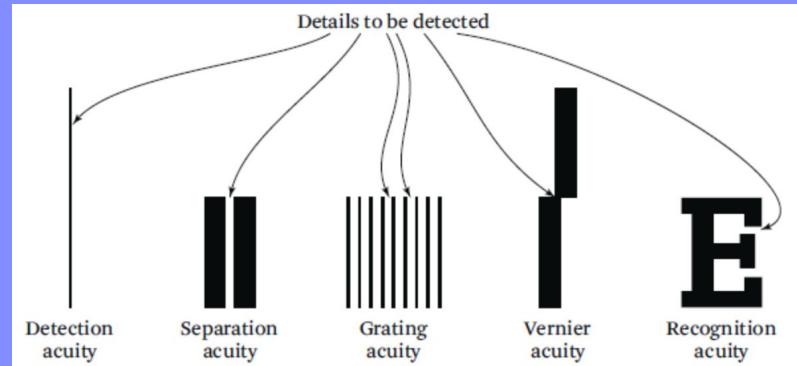
Visión: Color

- Los colores no existen en el mundo fuera de nosotros, sino que son creados por nuestro sistema perceptivo.
- En la realidad objetiva existen diferentes longitudes de onda de la radiación electromagnética. Llamamos "azul" a las longitudes de onda cortas, y "rojo" a las más largas.
- Percibimos los colores en longitudes de onda que van de unos 360 nm (violeta) a 830 nm (rojo), y las bandas de longitudes de onda dentro de esta gama se asocian con diferentes colores.
- Los colores pueden evocar inconscientemente nuestras emociones y afectar a nuestras decisiones

Los creadores de XR deben ser muy conscientes de los colores que eligen, ya que los colores arbitrarios pueden dar lugar a experiencias no deseadas.

Visión: Agudeza visual

- La **agudeza visual** es la capacidad de resolver detalles y suele medirse en ángulo visual.
- Una persona con una vista normal puede ver una cuarta parte a 81 metros (casi la longitud de un campo de fútbol), lo que corresponde a 1 arc min (1/60 de grado).
- En condiciones ideales, podemos ver una línea tan fina como 0,5 segundos de arco (1/7200 de grado)



Visión: Movimiento de ojos

- **Desplazamiento de la mirada:** seguimiento, sacadas, supresión sacádica, vergencia
- **Fijación:** desviación ocular
- **Estabilización de la mirada:** deslizamiento de la imagen retiniana
- **Reflejo vestíbulo-ocular (RVO)**
- **Reflejo optocinético (OKR)**
- **Aumento de la rotación ocular**
- **Movimiento activo vs. pasivo de la cabeza y los ojos**
- **Nistagmus**
- **Nistagmus pendular**

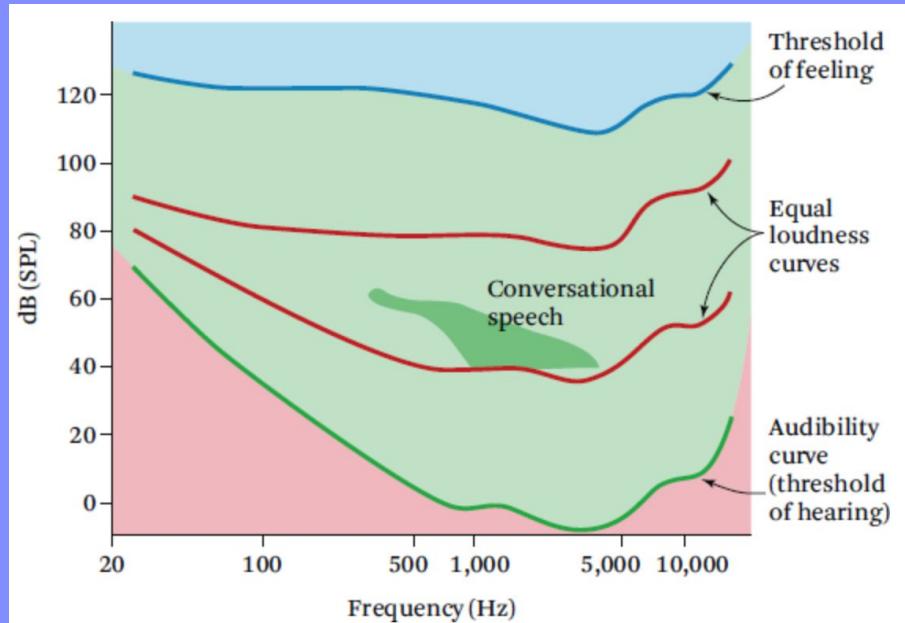
Visión: Pantallas visuales

Teniendo en cuenta que cada ojo puede ver 210° girando el ojo y suponiendo una agudeza vernier o estereoscópica de 2 arcosegundos, una pantalla necesitaría una resolución horizontal de 378.000 píxeles para cada ojo para ajustarse a lo que podemos ver en la realidad.

¡Queda mucho trabajo por hacer para llegar al punto de simular realmente la realidad visual!

Audición: Propiedades del sonido

- **Aspectos físicos:** frecuencia del sonido, amplitud del sonido
- **Aspectos perceptivos:** volumen, tono
- **Umbrales auditivos**



Audición: Señales binaurales

Las **señales binaurales** son dos señales de audio diferentes, una para cada oído, que ayudan a determinar la posición de los sonidos. Las diferencias temporales interauriculares proporcionan una pista eficaz para localizar los sonidos de baja frecuencia.

Las **señales monoaurales** utilizan las diferencias en la distribución (o espectro) de las frecuencias que entran en el oído (debido a la forma del oído) para ayudar a determinar la posición de los sonidos. Una pista monoaural es útil para determinar la dirección de elevación (arriba/abajo) de un sonido cuando las pistas binaurales no son útiles.

La agudeza espacial del sistema auditivo no es tan buena como la de la visión. Podemos detectar diferencias de sonido a unos 1° delante o detrás de nosotros, pero nuestra sensibilidad disminuye a 10° cuando el sonido está al extremo izquierdo/derecho de nosotros y a 15° cuando el sonido está por encima/debajo de nosotros.

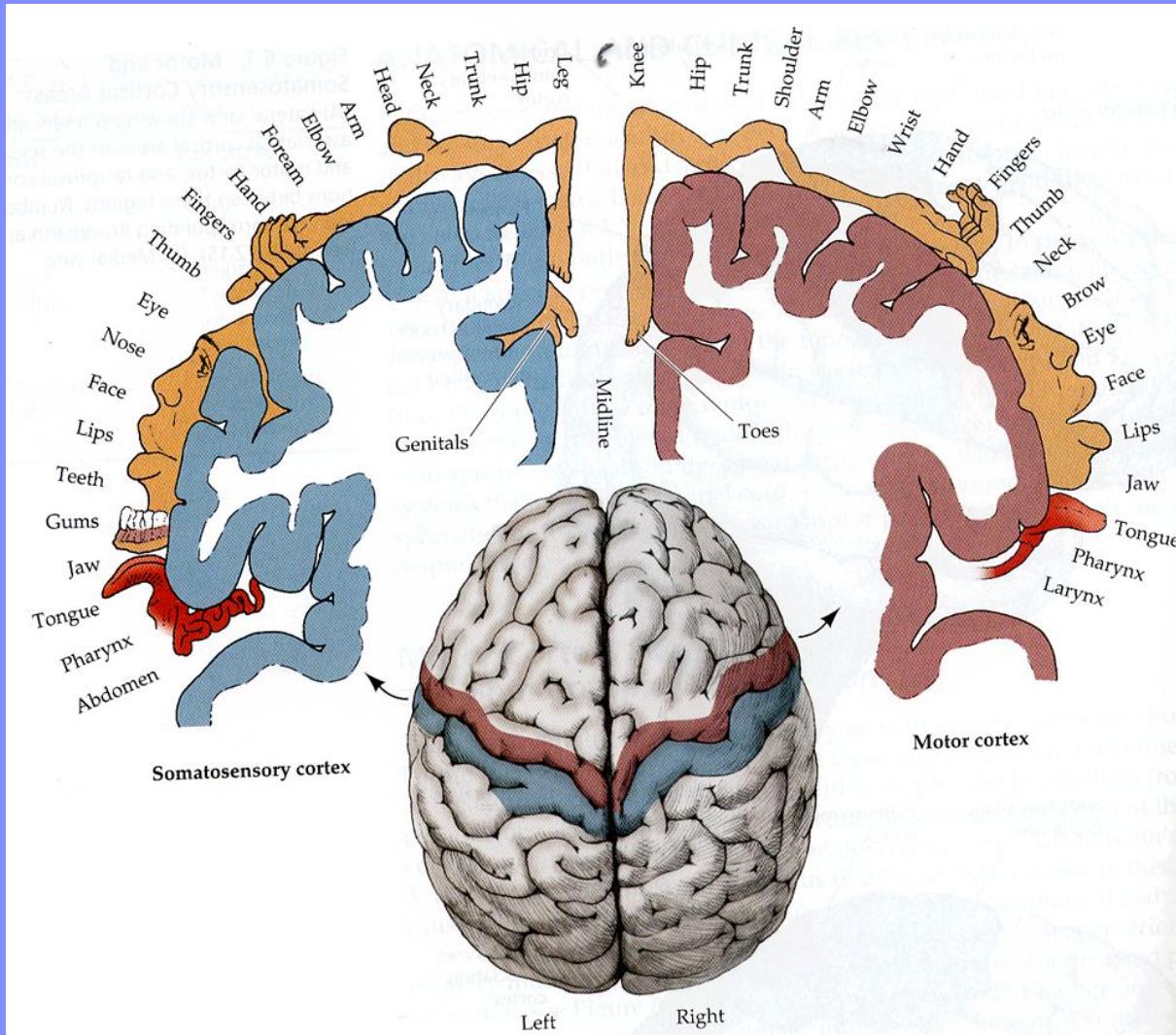
Audición: Percepción del habla

Un **fonema** es la unidad sonora más pequeña de una lengua, perceptiblemente distinta, que ayuda a distinguir entre palabras de sonido similar.

Un **morfema** es una unidad gramatical mínima de una lengua, en la que cada morfema constituye una palabra o parte significativa de una palabra que no puede dividirse en partes gramaticales independientes más pequeñas.

La **segmentación** del habla es la percepción de palabras individuales en una conversación, incluso cuando la señal acústica es continua.

Tacto



Tacto: Vibración

La piel es capaz de detectar no sólo detalles espaciales, sino también vibraciones. Esto se debe a los mecanorreceptores denominados corpúsculos pacinianos. Las fibras nerviosas situadas dentro de los corpúsculos responden lentamente a los empujes lentos o constantes, pero responden bien a las frecuencias vibratorias altas.

Tacto: Textura

Depender de la visión para percibir la textura no siempre es suficiente, porque ver esa textura depende de la iluminación. También podemos percibir la textura a través del tacto.

Los creadores de XR no suelen tener en cuenta las texturas físicas. Donde sí se tienen en cuenta es en la háptica pasiva, como cuando se construyen dispositivos físicos (por ejemplo, mandos de mano o un sistema de dirección) y superficies del mundo real con las que los usuarios interactúan mientras están inmersos.

Tacto: Tacto pasivo vs. Tacto activo

El **tacto pasivo** se produce cuando se aplican estímulos a la piel.

El **tacto activo** se produce cuando una persona explora activamente un objeto, normalmente con los dedos y las manos. El ser humano utiliza tres sistemas distintos a la vez cuando utiliza el tacto activo:

- El sistema sensorial, utilizado para detectar sensaciones cutáneas como el tacto, la temperatura o las texturas.
- El sistema motor, que se utiliza para mover los dedos y las manos.
- El sistema cognitivo, que se utiliza para pensar en la información proporcionada por los sistemas sensorial y motor.

Tácto: Dolor

El dolor funciona para advertirnos de situaciones peligrosas, y puede clasificarse en:

- Dolor neuropático causado por lesiones, tareas repetitivas (por ejemplo, el síndrome del túnel carpiano) o daños en el sistema nervioso (por ejemplo, lesiones de la médula espinal o accidentes cerebrovasculares)
- Dolor nociceptivo causado por la activación de los receptores de la piel llamados nociceptores, que están especializados en responder al daño tisular o al daño potencial del calor, los productos químicos, la presión y el frío
- Dolor inflamatorio causado por daños previos en los tejidos, inflamación de las articulaciones o células tumorales

Propiocepción

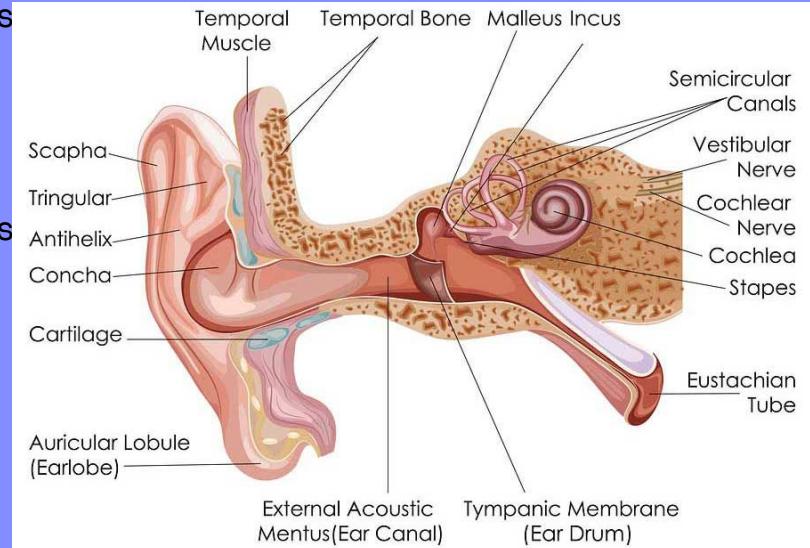
La **propiocepción** es la sensación de postura y movimiento de las extremidades y de todo el cuerpo, derivada de los receptores de los músculos, los tendones y las cápsulas articulares.

La propiocepción nos permite tocarnos la nariz con la mano incluso con los ojos cerrados.

Los diseñadores de ambientes inmersivos deben familiarizarse con el sentido de la propiocepción, ya que es importante para entender cómo se mueven físicamente los usuarios para interactuar con un entorno virtual.

Equilibrio y movimiento físico

- El **sistema vestibular** consta de laberintos en los oídos internos que actúan como detectores mecánicos de movimiento, que proporcionan información para el equilibrio y la detección del movimiento físico.
- Cada conjunto (derecho e izquierdo) de dos órganos otolíticos actúa como un acelerómetro de tres ejes que mide la aceleración lineal.
- Los órganos otolíticos detectan casi inmediatamente el cese del movimiento lineal.
- La interpretación de las señales de los órganos otolíticos por parte del sistema nervioso se basa casi exclusivamente en la dirección y no en la magnitud de la aceleración.



Comprender el sistema vestibular es muy importante para crear contenidos de XR, ya que el mareo puede producirse cuando los estímulos vestibulares no coinciden con los de los demás sentidos.

Olfato y gusto

- El **olfato** es la capacidad de percibir olores cuando las moléculas odorantes transportadas por el aire se unen a sitios específicos de los receptores olfativos situados en la parte alta de la nariz.
- El **gusto** es la sensación quimiosensorial de las sustancias en la lengua. La lengua humana puede distinguir por sí misma entre cinco sabores universales: dulce, ácido, amargo, salado y umami.
- El olfato, el gusto, la temperatura y la textura se combinan para proporcionar la percepción del sabor.

Se ha demostrado en estudios con usuarios que el sistema pseudogustativo se puede intervenir para que los usuarios crean que una galleta normal tiene un sabor diferente al proporcionarles diferentes señales visuales y olfativas [Miyaura et al. 2011]

Percepciones multimodales

- La percepción de una sola modalidad puede influir en otras modalidades
- La percepción del habla suele ser una experiencia multisensorial en la que intervienen la audición y la visión
- La visión tiende a dominar otras modalidades sensoriales
- En determinadas condiciones, en XR los usuarios
 - pueden creer que su mano está tocando algo diferente a lo que sienten
 - son más sensibles a la penetración visual de su mano virtual en un objeto virtual que a la sensación propioceptiva de que su mano no está colocada con su mano visual en el espacio

Percepciones multimodales

- La posición u orientación absolutas no pueden determinarse sólo a partir de las señales vestibulares
- Las señales visuales y vestibulares se combinan para permitir a las personas desambiguar entre los estímulos en movimiento y el movimiento propio.
- El sistema visual es bueno para captar los movimientos de baja frecuencia, mientras que el sistema vestibular es mejor para detectar los movimientos de alta frecuencia.
- El sistema vestibular es un sistema mecánico y tiene una respuesta más rápida (¡hasta 3-5 ms!) que la respuesta visual electroquímica más lenta de los ojos.
- Los órganos vestibulares del otolito no pueden distinguir entre la aceleración lineal y la inclinación, lo que puede aprovecharse en la XR cuando se dispone de plataformas de movimiento, inclinando la plataforma para dar una sensación de aceleración hacia delante que puede ser muy convincente.

Percepción del espacio y el tiempo

La percepción del espacio: criterios exocéntricos y egocéntricos

- Los criterios exocéntricos son el sentido de dónde están los objetos en relación con otros objetos, el mundo o alguna otra referencia externa, por ejemplo, el sentido de la gravedad, la dirección geográfica y la distancia entre dos objetos.
- Los criterios egocéntricos son el sentido de dónde se encuentran las señales (dirección y distancia) en relación con el observador, por ejemplo, izquierda/derecha y adelante/atrás. Los juicios egocéntricos pueden realizarse mediante las modalidades sensoriales primarias de visión, audición, propiocepción y tacto.
- El ojo dominante, el que se utiliza para las tareas de visión, también influye en los juicios de dirección.

La percepción del espacio: La segmentación del espacio que nos rodea

- En general, se considera que nuestro **espacio personal** es el volumen natural de trabajo que se encuentra al alcance del brazo y un poco más allá. Este espacio se encuentra a menos de 2 metros del punto de vista de la persona.
- El espacio de acción, es el **espacio de acción pública**, en el que podemos movernos con relativa rapidez, hablar con otros y lanzar objetos. Este espacio comienza a unos 2 metros y se extiende hasta unos 20 metros del usuario.
- Más allá de los 20 metros está el **espacio de la vista**, donde tenemos poco control inmediato y las señales perceptivas son bastante consistentes (por ejemplo, la visión binocular es casi inexistente).

Percepción del espacio: Percepción de la profundidad

- **Señales de profundidad pictórica:** oclusión, perspectiva lineal, tamaño relativo/familiar, sombras/sombreado, gradiente de textura, altura relativa al horizonte, perspectiva aérea
- **Señales de profundidad de movimiento:** paralaje de movimiento, efecto de profundidad cinética
- **Señales binoculares:** estereopsis
- **Señales oculomotoras:** **vergencia, acomodación**

Percepción del espacio: Factores de distancia contextual

- **Las señales de distancia basadas en la acción** son factores psicológicos de acciones futuras que influyen en la percepción de la distancia
- **Las señales de distancia basadas en el miedo** son situaciones que provocan miedo y aumentan la sensación de altura.

Percepción del espacio: Medición de la percepción de la profundidad

- Existen varios métodos para comprobar la percepción de la distancia: la estimación verbal, el emparejamiento perceptivo y las acciones dirigidas visualmente.
- Los distintos métodos suelen dar lugar a estimaciones diferentes.
- Incluso la formulación de la instrucción dentro del mismo método puede influir en la forma de estimar la distancia. Por ejemplo, "a qué distancia parece estar el objeto visualmente" o "a qué distancia está realmente el objeto" pueden dar lugar a estimaciones diferentes.
- Con métodos cuidadosamente diseñados, la percepción de la profundidad puede ser bastante precisa para distancias de hasta 20 metros.

Percepción del espacio: Desafíos en XR

- La percepción natural del espacio en la XR sigue siendo un reto para la tecnología de visualización y la creación de contenidos.
- Por ejemplo, mientras que la percepción de la distancia egocéntrica puede ser bastante buena en el mundo real, las estimaciones de la distancia egocéntrica en la XR son comprimidas.
- La percepción espacial verídica no es esencial para todas las aplicaciones de la XR, pero es extremadamente importante cuando la percepción de la distancia y el tamaño de los objetos es esencial, como en la arquitectura, la automoción y las aplicaciones militares.

Percepción del tiempo: Un desglose del tiempo

- El **presente subjetivo** está siempre con nosotros como los preciosos segundos de nuestra experiencia consciente en curso.
- El presente subjetivo consiste en el "ahora", es decir, el momento actual, y la experiencia del tiempo que pasa (estimación de la duración, orden/secuencia y anticipación/planificación del futuro inmediato)
- Un **momento perceptual** es la unidad psicológica de tiempo más pequeña que un observador puede percibir. Los estímulos presentados dentro del mismo momento perceptivo se perciben como si ocurrieran simultáneamente.
- Un **evento** es un segmento de tiempo en un lugar concreto que se percibe con un principio y un final o una serie de momentos perceptivos que se desarrollan en el tiempo.

La percepción del tiempo: El cerebro y el tiempo

- **Retraso en la percepción:** todos vivimos en el pasado con nuestra conciencia siempre por detrás de la realidad, sin embargo, un par de cientos de milisegundos de retraso del sistema de XR puede ser la causa del mareo.
- La **persistencia** es el fenómeno por el que una imagen posterior positiva parece persistir visualmente. Un único destello de luz de 1 ms se experimenta a menudo como un momento perceptivo de 100 ms cuando el observador está adaptado a la luz y de hasta 400 ms cuando está adaptado a la oscuridad.
- La **continuidad perceptiva** es la ilusión de continuidad y plenitud. El cerebro a menudo construye eventos después de que se hayan presentado múltiples estímulos, lo que ayuda a dar continuidad a la percepción de un único evento a través de las pausas o interrupciones que se producen debido a estímulos extraños en el entorno.

Percepción del tiempo: La percepción del paso del tiempo

- Los **relojes biológicos** son mecanismos corporales que actúan de forma periódica, sirviendo cada periodo como un tictac del reloj, que nos permiten percibir el paso del tiempo, por ejemplo, los latidos del corazón, la actividad eléctrica del cerebro, la respiración, las actividades metabólicas y los pasos al caminar.
- Los **relojes cognitivos** se basan en los procesos mentales (por ejemplo, la tarea) que ocurren durante un intervalo, que puede verse afectado por
 - el cambio: cuantos más cambios se produzcan durante un intervalo, más rápido marcará el reloj
 - el esfuerzo: los estímulos más difíciles de procesar dan lugar a juicios de mayor duración
 - la atención: cuanto más se preste atención al paso del tiempo, más largo parecerá el intervalo de tiempo
 - edad: a medida que las personas envejecen, el paso de unidades de tiempo mayores (es decir, días, meses o incluso años) parece acelerarse

Percepción del movimiento: Fisiología

- La vía visual primitiva que atraviesa el cerebro está especializada en gran medida en la percepción del movimiento junto con el control de las respuestas reflejas, como los movimientos de los ojos y la cabeza.
- La mayoría de los científicos especializados en percepción visual coinciden en que, para la percepción de la mayoría de los movimientos, la aceleración visual no es tan importante como la velocidad visual
- Sin embargo, la aceleración lineal visual puede provocar mareo más que la velocidad lineal visual cuando hay un desajuste con la aceleración lineal detectada por el sistema vestibular

Movimiento relativo al objeto vs. movimiento relativo al sujeto

- El **movimiento relativo al objeto** se produce cuando cambia la relación espacial entre los estímulos.
- El **movimiento relativo al sujeto** se produce cuando cambia la relación espacial entre un estímulo y el observador.
- Se considera que los visuales de la realidad aumentada son en su mayoría relativos al objeto con respecto a las señales del mundo real, ya que los visuales pueden compararse directamente con el mundo real.
- Los visuales que se mueven de forma incorrecta se perciben más fácilmente en los HMD ópticos (es decir, en la realidad aumentada) que en los HMD no ópticos.
- Los errores visuales en la XR debidos a problemas como la latencia y la mala calibración suelen ser relativos al sujeto.

Percepción del movimiento: Flujo óptico

- El **flujo óptico** es el patrón de movimiento visual en la retina: el patrón de movimiento de los objetos, las superficies y los bordes en la retina causado por el movimiento relativo entre una persona y la escena.
- El **flujo de gradiente** es la diferente velocidad de flujo de las distintas partes de la imagen retiniana: rápida cerca del observador y más lenta lejos.
- El **foco de expansión** es el punto en el espacio alrededor del cual todos los demás estímulos parecen expandirse a medida que se avanza hacia él.

Percepción del movimiento: Factores de la percepción del movimiento

- **Percepción del movimiento en la visión periférica frente a la central:** La literatura es contradictoria en cuanto a si la sensibilidad al movimiento aumenta o disminuye con la excentricidad del ojo
- **El movimiento de la cabeza suprime la percepción del movimiento:** Aunque el movimiento de la cabeza suprime la percepción del movimiento visual, la percepción del movimiento visual mientras la cabeza se mueve puede ser sorprendentemente precisa.
- **La percepción de la profundidad afecta a la percepción del movimiento:** La hipótesis del pivote afirma que un estímulo puntual a distancia parecerá moverse cuando la cabeza se mueva si su distancia percibida difiere de su distancia real.

Percepción del movimiento: Movimiento inducido

- El **movimiento inducido** se produce cuando el movimiento de un objeto induce la percepción de movimiento en otro objeto.
- Por ejemplo, el movimiento de las nubes por la noche puede hacer que parezca que la luna se mueve en dirección contraria.

Percepción del movimiento: Movimiento aparente

- El **movimiento aparente** es la percepción del movimiento visual que resulta de los estímulos adecuadamente desplazados en el tiempo y el espacio, aunque nada se esté moviendo realmente.
- El "strobing" y el "judder" pueden ser un problema que ocurre con HMDs debido al movimiento de la cabeza y de los ojos en relación con la pantalla y el estímulo.
- En los aspectos temporales del movimiento aparente intervienen tres factores: el intervalo entre estímulos, la duración del estímulo y la asincronía del inicio del estímulo.

La percepción del movimiento: Otros aspectos

- La **coherencia de movimiento** es la correlación entre los movimientos de los puntos en imágenes sucesivas; por ejemplo, los puntos colocados al azar en fotogramas individuales pueden percibirse como si tuvieran forma y movimiento si esos puntos se mueven de forma coherente a través de los fotogramas.
- La **persistencia del movimiento** es el rastro de persistencia percibida que deja un objeto en movimiento; por ejemplo, si se agita la mano de un lado a otro delante de los ojos, la mano parece estar en varios lugares simultáneamente.
- La percepción biológica del movimiento se refiere a la capacidad de detectar el movimiento humano.

Cualquier simulación de movimiento de los seres humanos en XR debe ser precisa para que sea creíble.

Percepción del movimiento: Vección

- La **vección** es una ilusión de movimiento propio cuando uno no se está moviendo físicamente de la manera percibida.
- Por ejemplo, la vección puede producirse cuando uno está sentado en un auto y otro auto adyacente parado se aleja.
- La vección es más probable en el caso de estímulos grandes que se mueven en la visión periférica

Estabilidad perceptiva, atención y acción

Constancias perceptuales

- Una **constancia perceptual** es la impresión de que un objeto tiende a permanecer constante en la conciencia aunque cambien las condiciones (por ejemplo, cambios en la iluminación, posición de la vista, giro de la cabeza).
- Las constancias perceptivas tienen dos fases principales:
 - el **registro**, un proceso por el que los cambios en los estímulos próximos se codifican para su procesamiento en el sistema nervioso; y
 - la **aprehensión**, que es la experiencia subjetiva real de la que se dispone conscientemente y que puede describirse.

Constancias perceptivas: Consistencia de tamaño

- ¿Por qué los objetos no parecen cambiar de tamaño cuando caminamos hacia ellos?
- Por ejemplo, si nos acercamos a un animal en la distancia, no nos quedamos boquiabiertos como si un monstruo estuviera creciendo.
- La **consistencia del tamaño** es una experiencia aprendida que nos dice que las cosas no cambian de tamaño cuando caminamos hacia ellas.
- La constancia del tamaño depende en gran medida de que la distancia aparente de un objeto sea correcta y, de hecho, los cambios en la distancia mal percibida pueden cambiar el tamaño percibido. Cuantas más señales de distancia haya, mejor será la constancia del tamaño.

Constancias perceptivas: Constancia de la forma

- La **constancia de la forma** es la percepción de que los objetos conservan su forma, incluso cuando los miramos desde diferentes ángulos, lo que provoca un cambio de forma de su imagen en la retina.
- Por ejemplo, percibimos el borde de una taza de café como un círculo, aunque en la retina sólo sea un círculo cuando se mira directamente desde arriba (si no, es una elipse cuando se mira en ángulo o una línea cuando se mira de frente).
- La constancia de la forma no sólo nos proporciona una percepción coherente de los objetos, sino que nos ayuda a determinar la orientación y la profundidad relativa de esos objetos.

Constancias perceptivas: Constancia de posición

- La **constancia de la posición** es la percepción de que un objeto parece estar inmóvil en el mundo aunque los ojos y la cabeza se muevan. Por ejemplo, el mundo real permanece estable cuando se gira la cabeza.
- La **relación de desplazamiento** es la relación entre el ángulo de desplazamiento del entorno y el ángulo de rotación de la cabeza.
- El **rango de inmovilidad** es el rango de la relación de desplazamiento en el que se percibe la constancia de la posición, por ejemplo, si un observador gira su cabeza 100° hacia la derecha, el entorno puede moverse hasta 2° - 3° con o en contra de la dirección del giro de su cabeza sin que note ese movimiento.

Constancias perceptivas: Constancias de luminosidad, color y sonoridad

- La **constancia de la luminosidad** es la percepción de que la luminosidad de un objeto depende más de la reflectancia del objeto y de la intensidad de los estímulos circundantes que de la cantidad de luz que llega al ojo. Por ejemplo, el papel blanco y el carbón negro siguen pareciendo blancos y negros aunque cambien las condiciones de iluminación.
- La **constancia del color** es la percepción de que los colores de los objetos familiares permanecen relativamente constantes incluso bajo una iluminación cambiante. Por ejemplo, cuando una sombra cae parcialmente sobre un libro, no percibimos que la parte sombreada del libro cambie de color.
- La **constancia de la sonoridad** es la percepción de que una fuente de sonido mantiene su intensidad incluso cuando el nivel de sonido en el oído disminuye a medida que el oyente se aleja de la fuente de sonido.

Adaptación: Adaptación sensorial

La **adaptación sensorial** altera la sensibilidad de una persona para detectar un estímulo.

Por ejemplo:

- La **adaptación a la oscuridad** aumenta la sensibilidad a la luz en condiciones de oscuridad.
- La **adaptación a la luz** disminuye la sensibilidad a la luz en condiciones luminosas.

Al estudiar la percepción en la XR, los investigadores deben ser conscientes de la adaptación, ya que puede confundir las mediciones y cambiar las percepciones.

Adaptación: Adaptación perceptiva

- La **adaptación perceptiva** altera los procesos perceptivos de una persona.
- La **adaptación dual** es la adaptación perceptiva a dos o más entornos sensoriales mutuamente conflictivos que se produce después de alternar frecuentemente entre esos entornos conflictivos, por ejemplo, ir y venir entre una experiencia de XR y el mundo real puede ser un problema menor para los usuarios experimentados.
- La **adaptación de la posición** es un proceso de compensación que mantiene el entorno perceptualmente estable durante la rotación de la cabeza, que puede verse alterada por la adaptación perceptual.
- La **adaptación temporal** es una adaptación perceptiva que puede afectar al tiempo pasado de nuestra conciencia.

Atención: Recursos limitados y filtrado

- La **capacidad perceptiva** es la capacidad total de percepción de una persona.
- La **carga perceptiva** es la cantidad de capacidad perceptiva de una persona que se utiliza en ese momento.
- El **efecto cóctel** es la capacidad de centrar la atención auditiva en una conversación concreta mientras se filtran muchas otras conversaciones en el mismo lugar.
- El **ensombrecimiento** es el acto de repetir la información verbal que se recibe, a menudo entre otras conversaciones.
- La **ceguera por falta de atención** es la incapacidad de percibir un objeto o un acontecimiento por no prestar atención y puede ocurrir incluso cuando se mira directamente.
- La **ceguera al cambio** es la incapacidad de percibir el cambio de un elemento en una pantalla de un momento a otro.
- La **ceguera a la elección** es la incapacidad de notar que un resultado no es lo que la persona eligió previamente.

Atención Dirigir la atención

- La **mirada atencional** es una metáfora de cómo se atrae la atención hacia un lugar o cosa concreta en una escena, que se desplaza más rápido que el ojo.
- La **captación atencional** es un desplazamiento involuntario y repentino de la atención debido a la saliencia.
- La **saliencia** es la propiedad de un estímulo que hace que sobresalga de sus vecinos y atraiga la atención, como un destello repentino de luz.
- Un **mapa de saliencia** es una imagen visual que representa cómo destacan las partes de la escena y captan la atención.
- Una **fijación** es una pausa en un elemento de interés, y una **sacada** es un movimiento ocular brusco de una fijación a la siguiente.
- Una **búsqueda visual** consiste en buscar una característica u objeto entre un campo de estímulos y puede ser una búsqueda de características o una búsqueda de conjunción.
- Cuando se está en estado de **flujo**, las personas pierden la noción del tiempo y de lo que está fuera de la tarea que se está realizando

Acción

- Una acción guiada visualmente se procesa principalmente a través del flujo dorsal y la percepción visual sin acción se procesa principalmente a través de la vía ventral. Es decir, los seres humanos utilizan diferentes métricas y diferentes marcos de referencia en función de si están puramente observando o también realizando una acción.
- La imitación puede ser útil para aprender nuevas habilidades y comunicar emociones como la empatía; por ejemplo, observar a un personaje controlado por ordenador realizar una acción puede ser útil para aprender nuevas técnicas de interacción.

Acción: Navegación

- La **navegación** consiste en determinar y mantener un rumbo o trayectoria hacia un lugar previsto, que puede dividirse en
 - **exploración**, que no tiene un objetivo específico, sino que se utiliza para navegar por el espacio y construir un conocimiento del entorno; y
 - la **búsqueda**, que tiene un objetivo específico de ubicación desconocida (búsqueda ingenua) o previamente conocida (búsqueda preparada).
- La **búsqueda de caminos** es el elemento mental de la navegación que no implica ningún tipo de movimiento físico real, sino sólo el pensamiento que guía el movimiento.
- El **desplazamiento** es el acto de ir de un lugar a otro y puede llevarse a cabo de muchas maneras diferentes, por ejemplo, caminando, nadando, conduciendo o, en el caso de la XR, apuntando para volar.

Percepción: Guías de diseño

Realidad objetiva y subjetiva

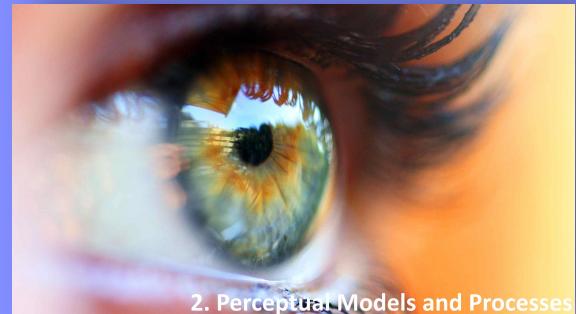
- Estudiar las ilusiones perceptivas para comprobar las hipótesis e interpretar los resultados experimentales
- Hacer que las señales sensoriales sean coherentes en el espacio y el tiempo en todas las modalidades sensoriales para que no se produzcan ilusiones involuntarias



1. Objective and Subjected Reality

Modelo y procesos perceptivos

- Utilizar la intuición estética para impulsar la atracción inicial y las emociones positivas
- Hacer que las interfaces sean intuitivas para que la complejidad se entienda con el modelo mental más sencillo posible
- Proporcionar cursos que traigan recuerdos para asociar la experiencia con un evento anterior
- Ayudar a los usuarios a decidir que les gusta la experiencia desde el principio
- Definir personas para diseñar una experiencia que se aproveche del público objetivo



2. Perceptual Models and Processes

Modalidades perceptivas

- Elija los colores con cuidado para evitar consecuencias no deseadas
- Utilizar señales binaurales con la postura de la cabeza para dar una sensación de ubicación del sonido
- Utilizar el audio cuando sea importante el momento preciso, y utilizar los visuales cuando sea importante la localización precisa



3. Perceptual Modalities

Percepción del espacio y del tiempo

- Considerar cómo la importancia relativa de las señales de profundidad varía en función de la distancia (es decir, algunas señales son más relevantes a una determinada distancia)
- Utilice una variedad de señales de profundidad para mejorar los juicios espaciales y aumentar la presencia
- No coloque cerca del ojo los estímulos esenciales que deben verse constantemente
- Tenga cuidado con la secuencia y el tiempo de los eventos, ya que cambiar el orden puede modificar su significado



4. Perception of Space and Time

Estabilidad perceptiva, atención y acción

- Considere la posibilidad de utilizar principalmente colores rojos e iluminación para las escenas oscuras, a fin de mantener la adaptación a la oscuridad mientras se mantiene una alta agudeza visual para la visión foveal
- Utilizar la saliencia (por ejemplo, un objeto brillante/ colorido o un sonido espacializado) para captar la atención de la persona
- Para aumentar el rendimiento de la tarea, elimine los estímulos irrelevantes para la misma. Para hacer que una tarea sea más desafiante, añada estímulos de distracción
- Hacer que personajes controlados por ordenador realicen interacciones para ayudar a los usuarios a aprender



5. Perceptual Stability, Attention, and Action



Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0)

You are free to:

Share — copy and redistribute the material in any medium or format

Adapt — remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially.

The licensor cannot revoke these freedoms as long as you follow the license terms.

Under the following terms:



Attribution — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use.



ShareAlike — If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original.

No additional restrictions — You may not apply legal terms or technological measures that legally restrict others from doing anything the license permits.

<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>