

Medio para la Compensación Sensorial en personas con discapacidad visual parcial o total.

Hannibal Chew: You Nexus, huh? I design your eyes.

Batty: Chew, if only you could see what I've seen with your eyes!

Hannibal Chew: Eres un Nexus, ¿eh? Yo diseñé tus ojos.

Batty: Chew, si tan solo pudieras ver lo que he visto con tus ojos!

Diálogo entre Hannibal Chew y Roy Batty (Blade Runner, 1982)

If a technological feat is possible, man will do it. Almost as if it's wired into the core of our being.

Si un logro tecnológico es posible, el hombre lo hará. Casi como si estuviera conectado al núcleo de nuestro ser.

Mayor Motoko Kusanagi (Ghost in the Shell, 1997)

La reflexión que Roy Batty hace al decir en un tono sarcástico “*si tan solo pudieras ver lo que he visto con tus ojos!*” habla de un ser que sabe que no es dueño de su cuerpo, se considera un objeto diseñado para ser, existir y actuar como humano, relacionarse como ser humano y sin embargo, se ve y concibe a si mismo como un ser deshumanizado, artificial, actualizable y por tanto cuestiona su diseño y función.

Blade Runner (1982), película dirigida por Ridley Scott y basada en la novela del escritor Philip K. Dick llamada *Do Androids Dream of Electric Sheep?* (¿Pueden los Androides soñar con ovejas eléctricas?), publicado el año 1968, ambas obras ponen en duda al ser humano como tal, dado que, en un futuro decadente (2019), diseñamos replicas de seres naturales, ovejas eléctricas (similar a la concepción de electricidad propuesta por McLuhan) y también diseñamos androides a “Imagen y semejanza de nosotros mismos” llamados Replicantes.

En Blade Runner todo es acerca de la visión. Visión que de alguna manera tanto hace como deshace al Yo en la película, creando una dinámica entre una centrada y autónoma subjetividad (ojo / Yo), y el Yo como un objeto fabricado y mercantilizado (Eye Works).¹

Los Replicantes gozan de las mismas limitaciones del ser humano, sin embargo se saben seres artificiales y como tal cuestionan su mortalidad y pretenden asumir su rol como androides deshumanizados. Dicho rol implica amplificar sus capacidades físicas, convirtiéndose en seres eternos. Al momento de leer las reflexiones realizadas por Scott Bukatman (Bukatman, S. 1997), a partir de su análisis de Blade Runner realizado en 1997 para el British Film Institute:

El género, ha sido una parte esencial de la cultura tecnológica durante más de un siglo. A través del lenguaje, la iconografía y la narración de la ciencia ficción, el choque de lo nuevo se estetiza y examina. La ciencia ficción construye un espacio de alojamiento para una existencia sumamente tecnológica y esto ha continuado hasta el presente en la era electrónica.²

Comencé a reflexionar sobre el rol que el género de ciencia ficción plantea: escenarios futuros (simulaciones), muchas veces decadentes, pero que permiten proyectar instancias donde el ser humano es capaz de diseñar extensiones especializadas de su cuerpo, desafiando como tal su calidad de humano.

Marshall McLuhan se refirió por primera vez a los medios como una extensión del ser humano en *The Gutenberg Galaxy* (1962). Cita a Edward T. Hall, antropólogo, quien tres años antes de la publicación del libro de McLuhan, también se refirió a las extensiones como herramientas para interactuar con el entorno.

Hoy en día, el hombre ha desarrollado extensiones para prácticamente todo lo que solía hacer con su cuerpo. La evolución de las armas comienza con los dientes y puños y termina con la bomba atómica. La ropa y casas son extensiones de los mecanismos biológicos de temperatura del hombre. Los muebles reemplazan actos como sentarse en el suelo o estar en cuclillas. Las

¹ Blade Runner is all about vision. Vision somehow both makes and unmakes the self in the film, creating a dynamic between a centred and autonomous subjectivity (eye/I) and the self as a manufactured commodified object (Eye Works).

² The genre has been an essential part of technological culture for over a century. Through the language, iconography and narration of science fiction, the shock of the new is aestheticised and examined. Science fiction constructs a space of accommodation to an intensely technological existence, and this has continued through to the present electronic era.

*herramientas eléctricas, vasos, televisores, teléfonos y libros que llevan la voz a través del tiempo y el espacio son ejemplos de extensiones materiales. El dinero es una forma de extender y almacenar la mano de obra. Nuestras redes de transporte ahora hacen lo que solíamos hacer con los pies y la espalda. De hecho, todas las cosas materiales hechas por el hombre pueden tratarse como una extensión de lo que el hombre hizo una vez con su cuerpo o alguna parte especializada de su cuerpo.*³

El concepto de extensión adoptado por McLuhan es denominado *Medio* en su obra *Understanding Media (1964)*. El francés Pierre Guiraud (1971), destaca que para McLuhan los media (medios), son extensiones de nuestros sentidos y de nuestras funciones: la rueda es una extensión del pie, la escritura una extensión de la vista, el vestido, una extensión de la piel, los circuitos electrónicos una extensión del sistema nervioso central, etc. Agrega que los denominados *Media* (medios), modifican nuestras relaciones con el mundo circundante.

Guiraud, lingüista, analiza la palabra *Media* (Medio) estableciendo que para la semiología anglosajona, *Medium* designa diferentes medios de comunicación, es por tanto “una sustancia del signo”, advirtiendo que sería más exacto comprender al medio como un material o un soporte.

Habiendo reflexionado sobre el concepto de extensión utilizado por Hall y citado y desarrollado por McLuhan, cabe señalar que líneas previas al extracto utilizado por McLuhan, Hall señala que:

*Ocasionalmente los organismos han desarrollado extensiones especializadas de sus cuerpos para tomar el lugar de lo que el cuerpo en sí podría hacer y con ello liberar al cuerpo para otras cosas. Entre estos acontecimientos naturales ingeniosos están la tela de la araña, los capullos, los nidos de aves y peces. Cuando el hombre apareció con su organismo especializado, estas actividades de extensión entraron por su cuenta como un medio de explotar el medio ambiente.*⁴

³ Today man has developed extensions for practically everything he used to do with his body. The evolution of weapons begins with the teeth and the fist and ends with the atom bomb. Clothes and houses are extensions of man's biological temperature-control mechanisms. Furniture takes the place of squatting and sitting on the ground. Power tools, glasses, TV, telephones, and books which carry the voice across both time and space are examples of material extensions. Money is a way of extending and storing labor. Our transportation networks now do what we used to do with our feet and backs. In fact, all man-made material things can be treated as extensions of what man once did with his body or some specialized part of his body. (Edward T. Hall, *The Silent Language*, 1959)

⁴ Occasionally organisms have developed specialized extensions of their bodies to take the place of what the body itself might do and thereby free the body for other things. Among these ingenious natural developments are the web of the spider, cocoons, nests of birds and fish. When man appeared

Entre sus reflexiones con respecto a *Blade Runner*, Bukatman refuerza la idea de la *extensión*, explica que el film plantea que *el cuerpo meramente humano no está diseñado para las tensiones y los choques de un mundo mecánico. El cuerpo tuvo que ser blindado contra la modernidad.*⁵

Tanto Hall, McLuhan y Guiraud, reconocen al soporte tecnológico (ya sea mecánico o eléctrico dado su contexto), como una extensión natural tanto sensorial como corporal para la interacción del sujeto con su entorno. Por su parte Bukatman reflexiona sobre el rol que la visión, tanto en su aspecto cognitivo como sensorial, tiene en la película y cuando hace referencia al sarcasmo que Roy Batty desliza al decir: *si tan solo pudieras ver lo que he visto con tus ojo*, simboliza a un ser deshumanizado reconociendo que a través de un soporte tecnológico el ser humano es capaz de mejorar, de extender las capacidades de su cuerpo, en este caso a través de la visión.

Ante este panorama, para mí, la extensión es un medio diseñado para aumentar las capacidades físicas y sensoriales del ser humano. La pregunta que surge a partir de esta convención es: **¿Cómo diseñar extensiones del cuerpo humano para suplir al órgano especializado cuando este no cumple su función?**

Esta inquietud, supone cuestionar si somos capaces como seres humanos de superar nuestras limitaciones e imperfecciones y de diseñarnos de tal forma de suplir carencias o limitaciones y por tanto necesidades, pero, de ser así, ¿también podemos mejorarnos y desafiar nuestras limitaciones naturales como humanos?

Al adentrarme en esta visión de un ser que es capaz de llegar más allá de sus limitaciones humanas a través el diseño de soportes tecnológicos o extensiones, la ciencia ficción se vuelve ciencia y ficción cuestionando si los avances científicos mantendrán nuestra calidad de humanos o pasaremos a una nueva fase evolutiva donde seremos post-humanos.

Brooks Landon escribió que las películas de ciencia ficción producen su capacidad de asombro precisamente a partir de la presentación de nuevas formas de ver. (Bukatman, S. 1997)

Todo este análisis surge a partir de mi inquietud por explorar y comprender el sistema visual del ser humano, como diseñador gráfico mucha de mi actividad es generar mensajes a través del estímulo visual del usuario o destinatario del mensaje. Inicialmente, me enfoqué en entender el fenómeno del

with his specialized body, such extension activities came into their own as a means of exploiting the environment. (Edward T. Hall, *The Silent Language*, 1959)

⁵ The merely human body wasn't designed for the stresses and shocks of a mechanical world. The body had to be armoured against modernity

color y su influencia en los estímulos visuales, sin embargo, rápidamente me di cuenta de que el color era un de las tantas aristas de una búsqueda mucho más compleja que parte por comprender la fenomenología del estímulo visual.

La presente tesis, explora la compensación sensorial a través de medios, entendiendo al medio como una extensión especializada del cuerpo. El caso de estudio al cual aplicaré dicha compensación sensorial se centra en personas con discapacidad visual parcial o total utilizando un medio(extensión) de asistencia que compense la carencia de dicho estímulo derivando dichas sensaciones hacia otros sentidos como el tacto o el oído generando un estímulo compensatorio. Si bien, durante muchos pasajes de este documento haré referencia a un dispositivo tecnológico, esa será una descripción técnica del conjunto de componentes específicos que me permitirán articular este medio.

El proceso me ha llevado a explorar un área hasta hace poco desconocida para mí llamada *Computer Vision*. Esta área la definen Forsyth & Ponce como:

La visión por ordenador -o simplemente "visión"; disculpas a aquellos que estudian visión humana o animal- como una empresa que utiliza métodos estadísticos para separar datos utilizando modelos construidos con la ayuda de la geometría, la física y la teoría del aprendizaje. Por lo tanto, en nuestra opinión, la visión se basa en una comprensión sólida de las cámaras y del proceso físico de la formación de la imagen para obtener inferencias simples de valores de los píxeles individuales, se combinan la información disponible en varias imágenes en un todo coherente, se impone un poco de orden en los grupos de píxeles para separarlos unos de otros o inferir forma a la información, y reconocer objetos utilizando la información geométrica o técnicas probabilísticas. Tiene una amplia variedad de aplicaciones, tanto antiguas: por ejemplo, la navegación móvil robot, inspección industrial, y la inteligencia militar, y nuevas: por ejemplo, la interacción persona-ordenador, recuperación de imágenes en las bibliotecas digitales, análisis de imágenes médicas, y la representación realista de la escenas sintéticas utilizando gráficos por computador.

A partir de esta definición, mi hipótesis es que: *Al articular un medio de asistencia visual, entendido como una extensión, se puede compensar la carencia del estímulo visual hacia otros aparatos sensoriales para informar al usuario ante la detección de objetos permitiendo una interacción de este con el entorno.*

Al momento de declarar estas intenciones no dejan de rondar en mi cabeza escenas como la GUI (interfaz gráfica de usuario) de Terminator, o la misma frase de Roy Batty en Blade Runner "si tan solo pudieras ver lo que he visto con tus ojos". Si bien el objetivo es diseñar una extensión del cuerpo para ayudar a ver lo que no se es posible de ver, desde un punto de vista filosófico me pregunto si diseño un medio asistir a un humano o esto diseñando a un post-humano.

La Experiencia Perceptual

Para articular mi medio, en primera instancia debo entender como funciona el proceso perceptual en el ser humano. En su libro *Sensation and Perception*, Bruce Goldstein define al proceso perceptual como:

Una secuencia de procesos que trabajan en conjunto para determinar nuestra experiencia y reacción a los estímulos del entorno.

Dicho proceso se divide en cuatro categorías: Estímulo, Electricidad, Experiencia y Acción, y Conocimiento.

Estímulo se refiere a lo que hay en el ambiente, a lo que realmente prestamos atención, y lo que estimula nuestros receptores. La *electricidad* se refiere a las señales eléctricas que son creados por los receptores y la transmiten al cerebro. La *experiencia y la acción* se refiere a nuestra meta de percibir, reconocer y reaccionar frente a los estímulos. El *conocimiento* se refiere al conocimiento que traemos a la situación perceptiva. Esta categoría se encuentra por encima de las otras tres, ya que puede tener efecto en muchos puntos diferentes en el proceso.

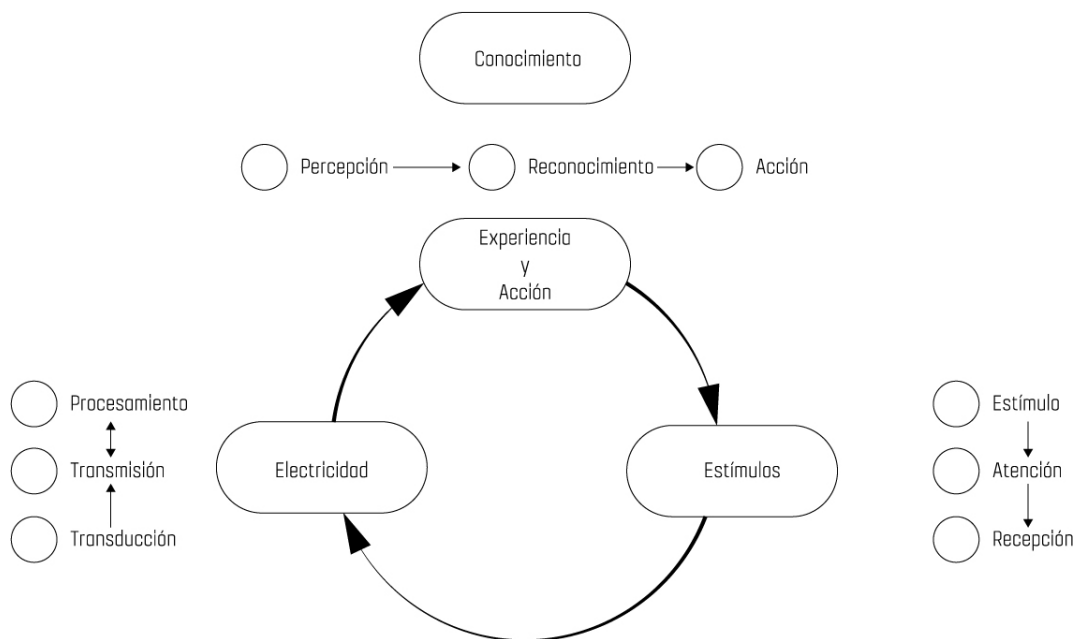


Ilustración 1 Proceso Perceptual descrito por Goldstein.

A partir de esta sistematización del proceso perceptual descrito por Goldstein, el medio de compensación sensorial (MCS), se define como un intermediario de captura de un estímulo, transducción, transmisión y procesamiento de los datos capturados, de manera de articular, frente al déficit del aparato visual, una experiencia perceptual compensada por los otros aparatos sensoriales

(tacto y oído por ejemplo), de manera de facilitar el reconocimiento e interacción espacial del sujeto (ciego).

Compensaciones Sensoriales

Cattaneo y Vecchi (Cattaneo, Z. y Vecchi, T., 2011), al igual que Goldstein, reafirman que como seres humanos podemos basarnos en diferentes canales sensoriales para experimentar el mundo, aluden a que nuestros diversos sentidos ofrecen información convergente y además complementaria sobre el entorno que nos rodea. Por ejemplo, la posición de un objeto en el espacio puede ser percibida por el tacto, la vista y el oído (aunque utilizando diferentes marcos de referencia espacial).

El cuestionamiento que se plantean es: ¿Puede una persona ciega ver? Para estos autores la respuesta es que estamos acostumbrados a asumir de que la visión esta estrictamente relacionada a “ver con los ojos”. La ceguera ocular solo afecta a parte del circuito relacionado a la visión. Resulta paradójico cuestionar si el cerebro de una persona ciega puede ver. Definen el **acto de ver** como: *La habilidad de generar representaciones mentales internas que pueden contener detalles visuales.*

Pero, ¿qué ocurre cuando padecemos de ceguera o insuficiencia visual parcial o total? La respuesta que Cattaneo y Vecchi argumentan es que: Es comúnmente creído y aceptado que cuando una modalidad sensorial es deficiente o se carece de ella, los sentidos restantes mejoran para hacer frente a a dicho déficit sensorial. Por el solo hecho de que una persona sufra de una discapacidad visual total o parcial, no implica que dicha persona no pueda tener imágenes mentales vívidas de objetos y espacios. Muy por el contrario, variados autores argumentan que las capacidades de “plasticidad sensorial” del cerebro le permite compensar los estímulos visuales a través de los sentidos restantes, sobre todo tacto y oído, con miras a la generación de imágenes mentales. (Cattaneo et al., 2011; Kosslyn, 1980; Kosslyn y Ochsner, 1994). Estas representaciones reciben el nombre de *Imagery* (Imaginería) que se entiende como: *La presencia de una representación mental mientras el estímulo no está siendo percibido, esta fue creada durante la fase de percepción, tiene las características del estímulo y dan la experiencia subjetiva de percepción. Sin embargo, autores más recientes han anotado que también hay representaciones que se generan como producto del funcionamiento mental y que no requieren de una estimulación sensorial previa para su creación. Sencillamente se ha considerado como percibir con los ojos de la mente, teniendo en cuenta que no abarca solo las imágenes visuales, sino también las auditivas, olfativas y motoras, entre otras.* (Moulton, S. T. y Kosslyn, S. M., 2009; Bar, M., 2009; Mast, F., Tartaglia, E. y Herzog, M., 2012; Tamayo Martínez, N., 2014)

Durante el último tiempo se ha debatido el carácter pictórico que pueden tener dichas imágenes mentales. Dentro de este debate se destacan dos grandes teorías: Por una parte está la *Teoría Pictórica* -o *Representativista*- de Kosslyn (Kosslyn 1973, 1980, 1994, 2006) y por otra se encuentra la *Teoría Proposicional* -o *Descriptivista*- de Pylyshyn (Pylyshyn 1973, 1981, 2003).

Según la mirada Pictórica, las imágenes mentales son genuinos estados cerebrales de representación similares a fotografías. Se consideran funcionalmente equivalentes a una copia de impresiones sensoriales anteriores, alojados en el estado de *Conocimiento* denominado por Goldstein dentro de su descripción del proceso perceptual.

El planteamiento descriptivista, por su parte, plantea que el razonamiento con imágenes mentales activa los mismos procesos y formas de representación como el razonamiento en general, es decir, representaciones proposicionales que consisten en un sistema simbólico abstracto que se puede utilizar para expresar los contenidos de la mente. En otras palabras, para Pylyshyn, las representaciones mentales son el resultado de la generación de un patrón simbólico no fotográfico, en contraposición a Kosslyn, descrito por las modalidades sensoriales que no necesariamente deben ser visuales, advierte que dichas descripciones utilizan las propiedades espaciales del mundo real como una referencia para la imagen mental generada.

Metodología

Asumiendo que la extensión, en este caso el medio de compensación sensorial, será el mediador entre el estímulo visual, no percibido naturalmente por personas con discapacidad visual total o parcial, siendo articulado por elementos de software y hardware con la finalidad de transducir la señal visual detectada por la cámara en otra de distinta naturaleza.

Dichas señales plantean tres escenarios de trabajo para dos experiencias que buscan la generación de imágenes mentales o *Imageries* compensadas a través de modalidades sensoriales como tacto y audio en función de describir propiedades espaciales del mundo real.

Inicialmente para la generación de este Medio de Compensación Sensorial, la metodología plantea abordar tres áreas primordiales:

Generación de la imagen mental:

- 1.1. **Objetivo de la actividad:** Esta actividad busca explorar la generación de la imagen mental a partir de la teoría pictórica y la teoría descriptiva a través del estímulo auditivo.
- 1.2. **Descripción de la Actividad:** Se solicita a los usuarios identificados como *Sujeto A* y *Sujeto B* vendar sus ojos, con la finalidad de privarlos de estímulos visuales y escuchar la descripción de una imagen que retrata un atardecer en la playa en base a dos estímulos auditivos:
 - 1.2.1. **Sujeto A** (Teoría pictórica): La descripción de la imagen será dada en un contexto de varios estímulos auditivos, efectos sonoros como el sonido del oleaje y la fauna, un relato descriptivo que evoque mediante el uso de palabras o frases, respuestas emocionales en el sujeto.

1.2.2. **Sujeto B** (Teoría descriptivista): El relato se basará en la misma imagen con la salvedad de que el carácter descriptivo de los datos serán parámetros similares a los que entrega un GPS.

Resultados:

1.2.3. Transducción, Transmisión y Procesamiento de Datos: Al finalizar la experiencia auditiva, se le solicitará a ambos sujetos dibujar la escena antes descrita. La finalidad de esta experiencia es de comparar la generación de imágenes mentales basado en el carácter cualitativo y cuantitativo de los datos proporcionados durante la prueba, siendo datos de carácter emotivo (cualitativos), en el caso del Sujeto A y datos paramétricos (cuantitativos), en el caso del Sujeto B.

Elaboración de Taxonomías basadas en Experiencias de Integración Tecnológica para la Generación de Imágenes Mentales a través de la compensación sensorial.

1.3. Durante esta investigación he explorado referentes tecnológicos que considero relevantes para el desarrollo de esta tesis. Dentro de estas taxonomías se destacan experiencias realizadas con la finalidad de generar compensaciones sensoriales a través del uso de tecnologías como son la impresión 3D o la utilización de componentes tecnológicos.

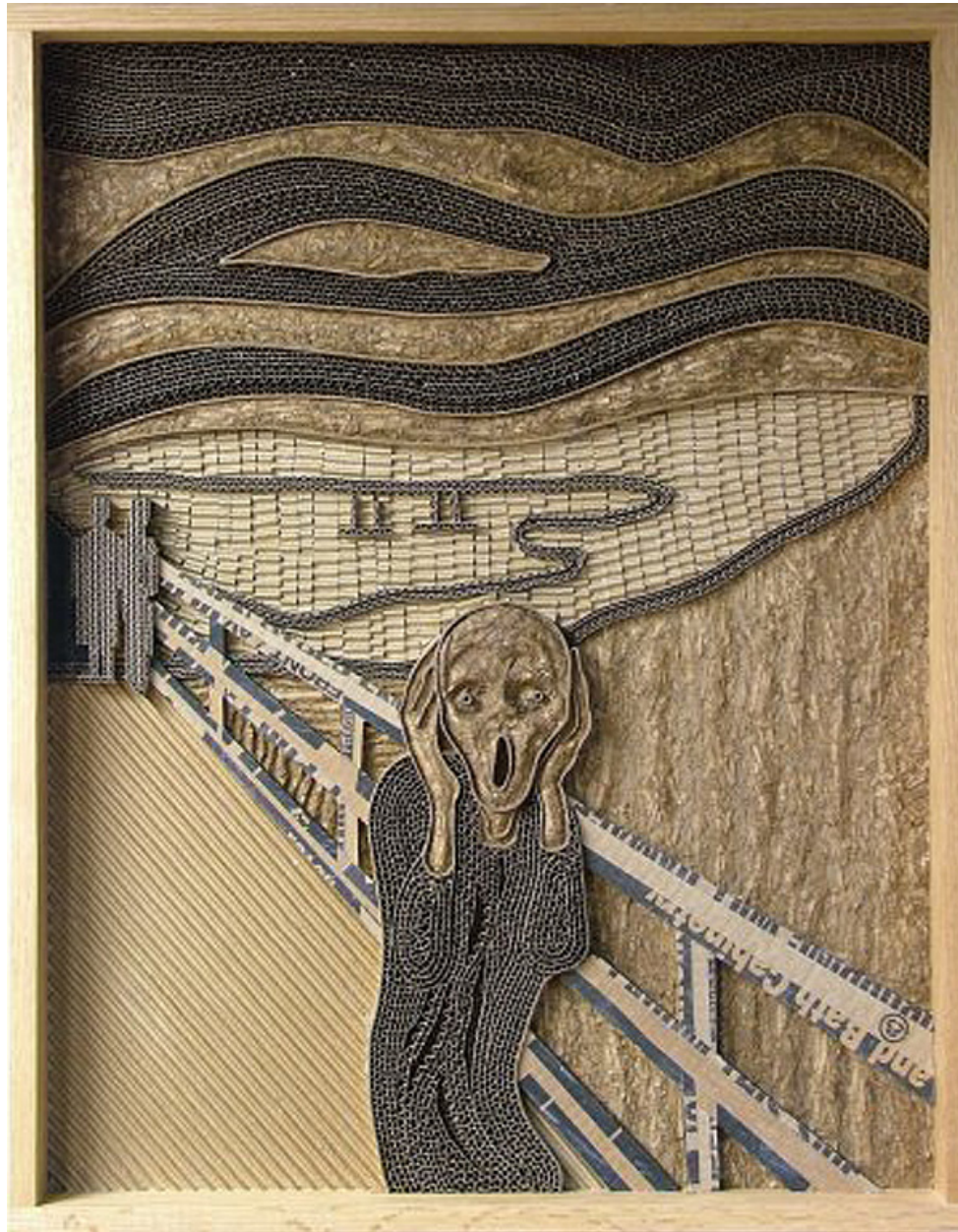


Ilustración 2 El grito - Adaptación a Arte táctil

- 1.3.1. **Tipología 1:** Esta tipología agrupa experiencias realizadas compensando el estímulo visual a través del uso de la modalidad sensorial del tacto. Cabe destacar dentro de esta tipología experiencias realizadas desde el mundo del arte conocido como arte táctil. Utilizando el tacto, las personas privadas de visión son capaces de reconocer patrones y texturas, formas de objetos y rasgos de personas para su reconocimiento y exploración. Son innumerables las experiencias que generan la extrusión de obras de arte, escanean

esculturas y las reducen a un tamaño en el cual ciegos pueden explorar y conocer mediante el tacto obras de arte.

- 1.3.2. **Tipología 2:** Esta tipología agrupa experiencias realizadas compensando el estímulo visual a través del uso de la modalidad sensorial auditiva.



Ilustración 3 Sign Recognition - Prototipo. Texas A&M

- 1.3.3. **Tipología 3:** Esta es considerada una tipología en la cual se utilizan compensaciones sensoriales en las que la privación del estímulo no se centra solo en la visión, más bien se organizan con la finalidad de analizar la introducción del componente tecnológico y sus implicancias como extensión frente a la carencia de ciertas modalidades sensoriales.

Diseño de Experiencias de compensación sensorial Auditivas y Táctiles a través del uso de componentes de software y hardware

A partir de los datos recabados procedí a desarrollar dos experiencias que permiten analizar imágenes capturadas a través de una cámara para que el computador reemplace el acto de captura que realiza el aparato visual humano. La idea es modificar las rutas de la experiencia perceptual descritas por Goldstein con la finalidad de compensar en las modalidades sensoriales Auditivas y Táctiles a través del uso de un computador:

1. Experiencia de Software: Las experiencias de software utilizan Python y OpenCV para el reconocimiento de patrones, rastreo de objetos en pantalla, reconocimiento de imágenes en el entorno y medición de distancia. Esto se basa en las primeras etapas descritas por Goldstein, es decir, estímulos del entorno → Atención al estímulo → Estímulo en el receptor.

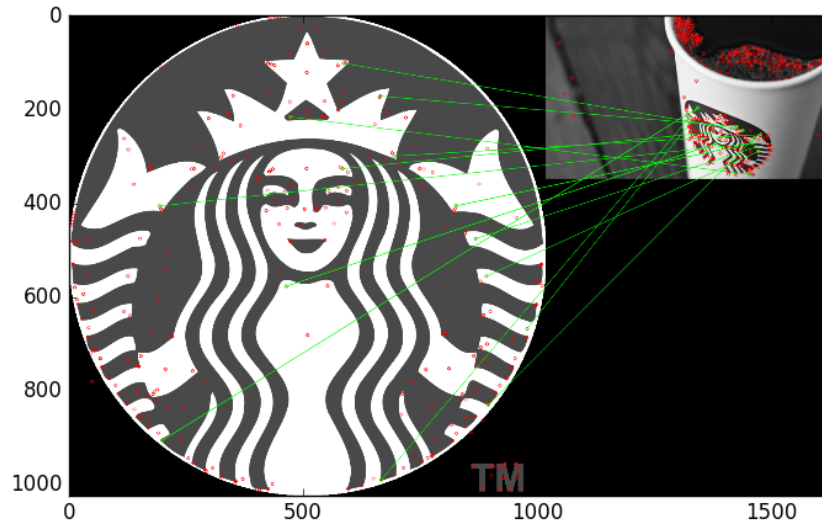


Ilustración 4 Detección del Logo de Starbucks en un imagen

- a. Experiencia de Reconocimiento de una imagen en el entorno: La primera experiencia de reconocimiento de una imagen en el entorno contempló la selección de un logo, la selección de este respondió a que sus formas simplificadas permitirían un reconocimiento más preciso en el entorno. Para este caso seleccioné el logo de Starbucks y mediante el algoritmo SIFT utilizado por OpenCV se realiza un análisis por puntos.
- b. Una vez realizado con éxito el reconocimiento del patrón mediante SIFT tomé una captura de imagen utilizando una GoPro y un bastón a fin de simular el punto de vista del bastón utilizado por un ciego. El objetivo era buscar la señalética 'No Estacionar' en el encuadre.

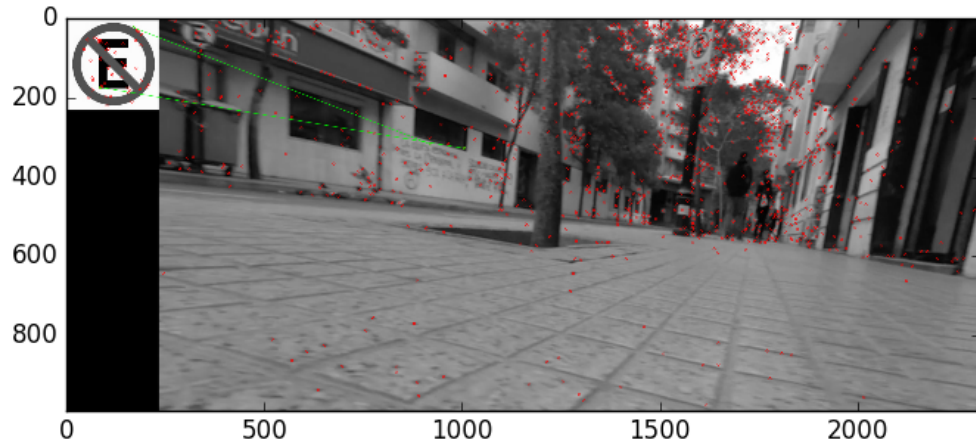


Ilustración 5 Utilizando SIFTse intenta rastrear sin éxito

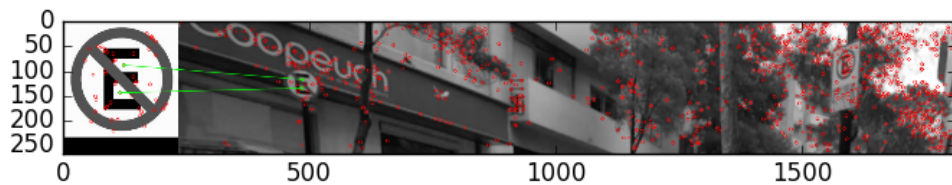


Ilustración 6 Detección de Señalética realizado con SIFT

- c. Los primeros experimentos demostraron que el campo visual y la deformación propia de la imagen realizada por el efecto ojo de pez de la GoPro empobrece la imagen a detectar.
2. Experiencia de Hardware: La experiencia de Hardware articula una placa Arduino junto con un set de luces LED de alto brillo y un par de piezos que generará un sonido ante la detección.
 - a. Establecí un rango de verdes de pantalla a detectar. Utilizando un trozo de goma eva color verde, la WEBcam de mi computador detecta dichos rangos y genera un input para arduino. Los outputs son la generación de sonidos (estimulo sonoro) y la intensidad del LED aumentará a medida que el rango de verde se acerca a una mejor detección.
 - b. Un vez lograda la detección y respuesta de la placa frente a esta, procedí a ampliar los rangos de detección a tres colores considerando sus valores HSV (Tono, Saturación y

Valor) la idea es filtrar distintos colores y formas con la finalidad de generar variados estímulos sonoros que le indiquen al sujeto cuando ir a la derecha y cuando ir a la izquierda. Finalmente, la indicación de detenerse es cuando ambos piezos suenan. La finalidad de generar estas codificaciones responde a lo que plantea Pylyshyn al establecer que tanto las modalidades sonoras como táctiles son de preferencia utilizadas como referentes espaciales para la generación de imágenes mentales cuando la visión no se encuentra presente. Los distintos usos de los piezos generan un sistema simbólico que sumada a la plasticidad del cerebro humano se asimila como una forma de interacción con el medio.

- c. El paso final fue el reemplazar los piezos por motores de vibración, la idea es transferir la misma experiencia esta vez en la mano. ¿Por qué la mano? Por que considero que dentro de los actos naturales con los que el ser humano pretende compensar la falta de visión en cualquier grado es a través de la extensión del brazo que le permite mantener una distancia de los objetos circundantes y por otra parte la mano pasa a ser el instrumento táctil que encuentra objetos y los convierte en información. Para este caso la idea es utilizar el juego “Frío, frío, caliente, caliente” el cual hace que el participante privado de visión deba buscar un objeto y utilizando estímulos sonoros y táctiles compensa la privación de visión con el objetivo de encontrar el objeto antes oculto. Los estímulos visuales serán capturados por la cámara mientras que el “caliente, caliente” es reemplazado por la vibración de los motores puestos en lugares de la mano.

Bibliografía

Bar, M. (2007). The proactive brain: using analogies and associations to generate predictions. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(7), 280–289. <http://doi.org/10.1016/j.tics.2007.05.005>

Bukatman, S., & British Film Institute. (1997). *Blade runner*. London: British Film Institute.

Cattaneo, Z., & Vecchi, T. (2011). *Blind vision: The neuroscience of visual impairment*. Cambridge, Mass: MIT Press.

Goldstein, E. B. (2009). *Sensation and Perception*. Retrieved from <http://www.amazon.com/dp/0495601497>

Guiraud, P. (1971). *Semiology*.

Kosslyn, S. M. (February 01, 1973). Scanning visual images: Some structural implications. *Perception & Psychophysics*, 14, 1, 90-94.

Kosslyn, S. M. (1980). *Image and mind*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.

Kosslyn, S. M. (1994). *Image and brain: The resolution of the imagery debate*. Cambridge, Mass: MIT Press.

Kosslyn, S. M. (January 01, 2006). You can play 20 questions with nature and win: Categorical versus coordinate spatial relations as a case study. *Neuropsychologia*, 44, 9, 1519-1523.

Mast, F. W., Tartaglia, E. M., & Herzog, M. H. (2012). New Percepts via Mental Imagery? *Frontiers in Psychology*, 3. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00360>

McLuhan, M., & Lapham, L. H. (1994). *Understanding media: The extensions of man*.

McLuhan, M. (1962). *The Gutenberg galaxy: The making of typographic man*. Toronto: University of Toronto Press.

Moulton, S. T., & Kosslyn, S. M. (2009). Imagining predictions: mental imagery as mental emulation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1521), 1273–1280. <http://doi.org/10.1098/rstb.2008.0314>

Pilyshyn, Z. W. (January 01, 1973). What the mind's eye tells the mind's brain: A critique of mental imagery. *Psychological Bulletin*, 80, 1, 1-24.

Pylyshyn, Z. W. (July 01, 1981). Psychological explanations and knowledge-dependent processes. *Cognition*, 10, 267-274.

Pylyshyn, Z. W. (March 01, 2003). Explaining mental imagery: now you see it, now you don't. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 3, 111-112.

Tamayo Martínez, N. (2014). Imaginería mental: neurofisiología e implicaciones en psiquiatría . *Revista Colombiana de Psiquiatría . scieloco .*