

El futuro de las interfaces de interacción hombre-computador

The future of the human-computer interaction interfaces

Oscar Mauricio Mendoza Casas, Elkin Dario Mercado Sierra, Camilo Martinez Zuluaga

Resumen

El siguiente artículo hablara del creciente desarrollo en la industria del reciente paradigma de interacción Hombre-Maquina, el cual se basa en el desarrollo de arquitecturas computacionales que permitan la interacción desde sinergias corticales, permitiendo un control cerebral parcial de algunas arquitecturas, dicho paradigma resulta un reto para la evolución del desarrollo de interfaces de interacción para la comodidad del ser humano, partiendo desde la definición y problemáticas de la interacción y diseño cerebro-computador, el papel de la inteligencia artificial, los retos a afrontar que tiene este paradigma, además que se hablara acerca de un proyecto de la IEEE y su posible campo aplicativo desde la Universidad Industrial de Santander.

Abstract

The increasing development of the paradigm human-computer interaction in the technological industries is based in the development of new computational architectures that allow the interaction, using cortical synergies, providing a partial brain control of some architectures, this paradigm is an increasing challenge for the evolution of interaction interfaces development, in the search of easiest, intuitive and comfortable human interfaces. Starting from interaction issues, the design of brain-computer, the importance of Artificial intelligence (IA), the challenges to face of this paradigm, is also known a new initiative of the IEEE organization about brain-computer interfaces.

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo la problemática de facilitar la interacción del hombre con los diferentes dispositivos tecnológicos ha ido creciendo exponencialmente, mientras que las tecnologías cada vez se hacen más complejas, se necesita que su interactividad o utilización sea más sencilla

y manejable, de esta forma se puede extraer y obtener el mejor provecho posible de las diferentes maquinas o arquitecturas en cuestión, así mismo como se busca la comodidad del usuario y satisfacción del cliente, si hablamos desde el punto de vista de una empresa y no investigativamente.

Los gráficos por computadora nacieron de la

utilización del CRT (tubo de rayos catódicos) y de las primeras utilidades del lápiz óptico. Eso llevó al desarrollo de técnicas pioneras para la interacción persona-computador. Muchas de estas datan de 1963, año en que Ivan Sutherland desarrolló Sketchpad para su tesis doctoral, la cual marcó el inicio de los gráficos por computadora. A partir de aquel momento se ha continuado trabajando en este campo, creando y mejorando los algoritmos y el hardware que permiten mostrar y manipular objetos con mucho más realismo, todo eso, con la finalidad de conseguir gráficos interactivos.

Algunos de los avances relacionados fueron intentos de llegar a una simbiosis hombre-máquina (Licklider, 1960), un aumento del intelecto humano (Douglas Engelbart, 1963) y el Dynabook y Smalltalk (Alan Kay y Adele Goldberg, 1977). A partir de aquí surgieron los cimientos de la interacción persona-computador, como sería el caso del ratón, pantallas con mapas de bits, computadoras personales, la metáfora de escritorio y las ventanas y los punteros para clicar.

Además, el hecho de trabajar con sistemas operativos desembocó en la creación de nuevas técnicas para hacer interfaces de dispositivos de entrada/salida, controles de tiempo, multiprocesadores y para soportar el hecho de que se abrieran diversas pantallas o que hubiera animaciones.

2. DESARROLLO

La interacción hombre computadora, tiene algunos puntos a cumplir, o que busca cubrir en su desarrollo, ya que esta es toda un área de investigación.

Entre sus objetivos:

La interacción persona-computadora estudia la forma en que los seres humanos hacen o no uso de artefactos, sistemas e infraestructuras computacionales. Debido a esto, gran parte de la investigación en este campo busca mejorar la relación humano-computadora mejorando la usabilidad de las interfaces de los ordenadores.[1]

Se centra principalmente en:

- Métodos para crear nuevas interfaces de ordenadores, y así optimizar la estructura de una propiedad que se desee, como por ejemplo la capacidad de aprendizaje o la eficiencia de uso.
- Métodos para implementar las interfaces, por ejemplo, por medio de bibliotecas informáticas.
- Métodos para evaluar y comparar interfaces con respecto a sus propiedades, como por ejemplo su usabilidad.
- Métodos para estudiar el uso de los ordenadores y sus implicaciones socioculturales.
- Modelos y teorías sobre el uso humano de los ordenadores, así como marcos de referencia conceptuales para la creación de interfaces, como modelos de usuario cognitivistas, la teoría de la actividad o consideraciones etnometodológicas sobre el uso de ordenadores en humanos.[2]
- Perspectivas que reflexionen críticamente sobre los valores que subyacen en la estructura computacional, el uso de computadoras y la investigación de la interacción persona-computadora.[3]
- Sacrificios a nivel de diseño.

Teniendo en cuenta que el ser humano tiene una capacidad limitada de procesar información; lo cual es muy importante considerar al hacer el diseño. Nos podemos comunicar a través de cuatro canales de entrada/salida: visión, audición, tacto y movimiento. La información recibida se almacena en la memoria sensorial, la memoria a corto plazo y la memoria a largo plazo. Una vez recibimos la información, esta es procesada a través del razonamiento y de habilidades adquiridas, como por ejemplo el hecho de poder resolver problemas o el detectar errores. A todo este proceso afectará al estado emocional del usuario, dado que influye directamente sobre las capacidades de una persona. Además, un hecho que no se puede pasar por alto es que todos los usuarios tendrán habilidades comunes, pero habrá otras que variarán según la persona.

Cuando se realiza algun diseño, o se realiza una interfaz se tienen que tener en cuenta algunos criterios o en este caso ciertos principios:

- Fijar quien será el usuario/s y su/s tarea/s. Se tiene que establecer el número de usuarios necesarios para llevar a cabo las tareas y determinar cuáles serían las personas indicadas. Una persona que nunca lo ha utilizado y no la utilizará en el futuro, no sería un usuario válido.
- Medidas empíricas. Sería de gran utilidad llevar a cabo un testeo de la interfaz con usuarios reales, en la situación en que se utilizaría. No podemos olvidar que los resultados se verán alterados si la situación no es real. Habría que establecer una serie de especificaciones cuantitativas, que serán de gran utilidad, como podrían ser el número de usuarios necesarios para realizar una tarea, el tiempo necesario para completarla y el número de errores que se producen durante su realización.
- Diseño iterativo. Una vez determinados los usuarios, las tareas y las medidas empíricas se vuelve a empezar: se modifica el diseño, se testea, se analizan los resultados y se repite de nuevo el proceso hasta obtener la interfaz deseada.[4]

Sabiendo que el diseño tiene unos principios, existen ciertas metodologías de diseño que se han ido perfeccionando con el pasar de los años con el fin de satisfacer de mejor manera a los usuarios. En este proceso de diseño un hecho a tener en cuenta es el proceso cognitivo del usuario, lo cual se verá afectado por la memoria y la atención, de esta manera si se hace una previsión se conseguirá un resultado mucho más favorable. Los modelos más modernos se centran en que haya un feedback, una comunicación, entre usuarios, diseñadores e ingenieros, así se pretende conseguir que el usuario obtenga la experiencia que realmente quiere tener.

- Teoría de la actividad: Se usa para definir el contexto en el que tiene lugar la interacción entre personas y ordenadores. Proporciona un marco de referencia para razonar sobre acciones en estos contextos, herramientas analíticas

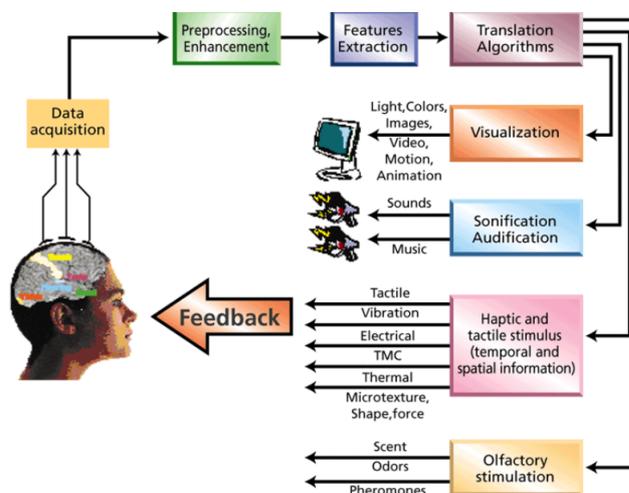


Figura 1: BCI

en forma de listas de tareas que los investigadores deberían tener en cuenta y toma parte en el diseño de interacción desde una perspectiva centrada en la actividad.[5]

- Diseño centrado en el usuario (en inglés UCD, user-centred design): Es un concepto moderno, que se está extendiendo mucho. Su filosofía parte de la idea de que el usuario es el centro del diseño, en cualquier sistema computacional. Los usuarios, los diseñadores y el equipo técnico trabajan unidos con el objetivo de articular aquello que se desea, que se necesita y conocer las limitaciones del usuario para crear un sistema adecuado. Esta metodología es similar a la del diseño participativo, la cual enfatiza la posibilidad de que los usuarios finales contribuyan con el diseño del sistema.[6]
- Principios de diseño de la interfaz de usuario: Existen siete principios que se tienen que considerar en todo momento a la hora de diseñar la interfaz de usuario: tolerancia, simplicidad, visibilidad, factibilidad, consistencia, estructura y retroacción.

Recientemente, un nuevo paradigma se ha gestado y se a empezado a desarrollar en el ambito del desarrollo de interfaces e interaccion hombre-maquina.

3. IEEE Brain Initiative

La humanidad en su búsqueda de promover la innovación y la excelencia tecnológica ha creado asociaciones para el beneficio de la humanidad como lo es la IEEE Brain Initiative; creada por la IEEE con la misión de facilitar la colaboración interdisciplinaria y coordinación para avanzar en la investigación, estandarización, y desarrollo de tecnologías en neurociencia para ayudar a mejorar la condición humana. IEEE se encuentra en una posición única para aprovechar su amplia experiencia en electrónica, comunicación, sensores, potencia gestión, y otras tecnologías para llevar una ingeniería y la perspectiva de los sistemas a las actividades mundiales que se centran en la comprensión e interacción con el cerebro. IEEE Brain Initiative ofrece una comunidad llamada IEEE Brain Community para así estar al tanto de todo lo desarrollado por la IEEE en los avances de tecnologías que mejoran nuestra comprensión de la función cerebral, revolucionando nuestras capacidades actuales de ingeniería inversa de circuitos neuronales en el sistema nervioso central y periférico, desarrollando nuevos enfoques para conectar el cerebro con máquinas para aumentar la interacción humano-máquina y mitigar los efectos de enfermedades y lesiones neurológicas, y mucho más. IEEE permite que múltiples grupos de universidades e industrias puedan acceder a toda esta información y pertenecer a la comunidad.

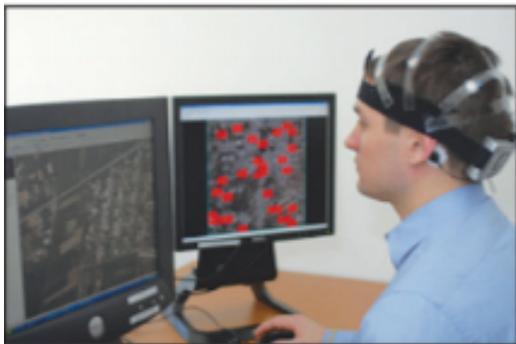


Figura 2: IEEE Brain Initiative

El análisis de flujo de clics del usuario han demostrado ser indispensables para comerciales y organizaciones, entidades como Google,Netflix, Amazon,y Facebook, que utilizan los datos para

personalizar los servicios que ofrecen.Aunque el volumen de etiquetas explícitas generados por actividades humanas, tales como hacer clic en páginas web, es impresionante,es pequeño en comparación con el volumen de etiquetas generadas por el cerebro humano durante el procesamiento implícito .

¿Que pasaria si estas etiquetas fueran cognitivas? como resultado, y en respuesta a esta pregunta y al continuo desarrollo en interfaces humano-computador investigadores de la iniciativa IEEE Brain Initiative Están desarrollando una nueva Revolución En cuanto a la interacción entre humano-máquina denominada Interfaces cerebro-computadora (BCI) o también conocido como interfaces cerebro-máquina (BMI).

Interfaz cerebro-máquina

Un interfaz cerebro-computadora, o Brain-Computer Interface (BCI), es un sistema de interacción Persona-Ordenador que hace uso de las señales electroencefalográficas (EEG) para permitir el control de un componente externo[7]. Esta definición, nos da a entender que un BCI es un interfaz que permite traducir los deseos de una persona a unos determinados comandos sin utilizar acciones motoras directas.

Brain-Computer Interface (BCI) es un sistema de interacción Persona-Ordenador que hace uso de las señales electroencefalográficas (EEG)

El ejemplo más común de una aplicación BCI es permitir que una persona con discapacidad física mueva un cursor en la pantalla de una computadora simplemente pensando en ello. Como cualquier sistema de control o interacción, un sistema BCI posee una etapa de entrada, una de salida y otra etapa que traduce o transforma las señales de entrada en unos determinados comandos de salida,

como lo podemos observar en la figura 1.

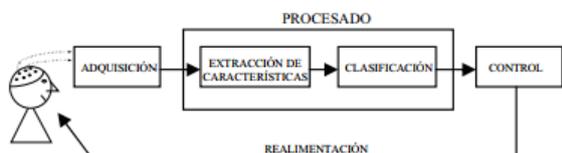


Figura 3: Estructura de un sistema BCI

Se empieza con la primera etapa de adquisición de las señales electrofisiológicas procedentes del sujeto, las cuales son amplificadas y digitalizadas. A continuación se sigue con un bloque de procesado que puede dividirse en otras dos etapas: extracción de características y etapa de clasificación. Por último se tiene una etapa de salida que transforma, dependiendo de la aplicación concreta, las señales procesadas en algún tipo de comando, pudiendo a su vez proporcionar algún tipo de feedback al sujeto.

Las señales de control requeridas en este tipo de interfaces se obtienen a partir de los potenciales bioeléctricos que se generan en el cerebro y que pueden ser detectados a través de electrodos aplicados en el cuero cabelludo. Dichos potenciales, con una amplitud que varía en torno a las decenas de microvoltios, si bien pueden ser perturbadas por una variedad de artefactos, también pueden ser correladas o asociadas a diferentes estados mentales.[8]

En el momento de ser aplicadas las prestaciones de un BCI dependerán en gran medida de la capacidad que tenga un sujeto para controlar sus patrones EEG. Para ello es necesario un adecuado entrenamiento que en algunos casos puede llegar a prologarse durante meses, resultando imprescindible proporcionar algún tipo de feedback al sujeto que le permita conocer su evolución.

El aprendizaje automático o aprendizaje de máquinas (del inglés, "Machine Learning"), una de las áreas de más rápido crecimiento de la informática, depende en gran medida de la disponibilidad de etiquetas para datos, como etiquetas de objetos en imágenes del mundo real, para que la máquina pueda conocer las asociaciones entre

las diversas entidades en los datos. Muchas de estas etiquetas son subjetivas, son generadas por los seres humanos utilizando su conocimiento del mundo y, por lo tanto, hace que sea difícil y un reto considerable producir esto a través de métodos puramente automatizados.

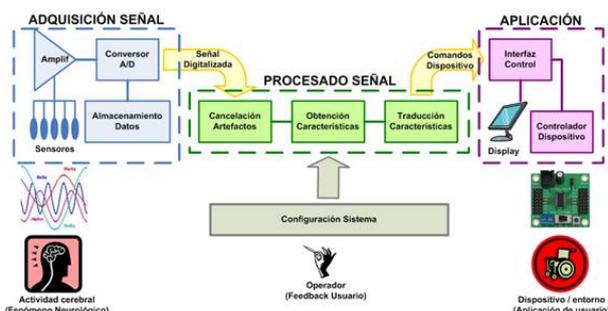


Figura 4: Arquitectura BCI

Componentes que conforman el modelo funcional de una ICC:

Usuario: La persona que controla el dispositivo ICC mediante la modificación de las señales de control.

Transductor: También llamado tecnología de biograbación, es el componente que convierte las señales de actividad cerebral en señales eléctricas.

Sensores: Hacen contacto, de manera directa o indirecta, con el cerebro del usuario. De acuerdo a la tecnología utilizada para medir la actividad cerebral, el sensor puede ser de tipo electrofisiológico (EEG, ECoG, MEG y Inr) o hemodinámico (fMRI, NIR y PIR). El tipo de sensor define si la tecnología es invasiva o no.

Amplificador: Amplifica y filtra las señales eléctricas.

Procesador de artefactos: Elimina artefactos externos de la señal de entrada. Puede no estar presente, de tal forma que dicha extracción se hace en la etapa de control.

Extractor de características: Transforma las señales amplificadas a valores que corresponden con el fenómeno neurológico, crea una representación de la información en un vector de características.

Traductor de características: Traduce el vector de características en señales lógicas de control. Este elemento hace que la señal de control sea independiente del dispositivo.

Inteligencia Artificial

La inteligencia Artificial (IA) juega un papel muy importante ya que a medida que avanzan los BCI cada vez se le encomienda más a las IA que ayudan a interactuar con los usuarios humanos. Muchos de estos sistemas de Inteligencia Artificial orientados a los seres humanos se beneficiarían enormemente de la capacidad de detectar las preferencias de un usuario, que podrían utilizarse para personalizar la producción de IA y generar confianza entre el ser humano y la máquina.

A medida que se expanden sus capacidades de los BCI, se les encomienda a los sistemas de inteligencia artificial que ayuden e interactúen con los usuarios humanos, desde la elección del entretenimiento hasta la conducción de automóviles[9]. Muchos de estos sistemas de Inteligencia Artificial orientados a los seres humanos se beneficiarían enormemente de la capacidad de detectar las preferencias de un usuario, que podrían utilizarse para personalizar la producción de IA y generar confianza entre el ser humano y la máquina. Pero debido a que los modernos sistemas de IA, como el aprendizaje profundo, a menudo se basan en cantidades masivas de datos de entrenamiento, la comunicación de estas preferencias podría requerir un esfuerzo prohibitivamente grande por parte del usuario[10]. Afortunadamente, los avances recientes en detección oportunista permiten evaluar las preferencias de un usuario sin requerir una sesión de capacitación dedicada o incluso obtenerlas directamente, sino que un sistema puede usar correlatos fisiológicos de interés subjetivo o expectativas que se producen en el curso normal de los eventos.

Limitaciones

Las interfaces comerciales funcionan en su mayoría mediante EEG, esta tecnología presenta dificultades dada su limitada resolución espacial que puede generar incertidumbre en los comandos recibidos por el sistema. Adicionalmente, la baja relación señal-ruido genera una alta vulnerabilidad que puede comprometer la calidad de la información [11]. El ruido puede ser de tipo fisiológico cuando se trata de impulsos eléctricos propios del usua-

rio que afectan la señal cerebral. Normalmente son señales de tipo muscular (EMG), el movimiento de los ojos (EOG) y los latidos del corazón (ECG). Existe además la posibilidad de ruido externo, no fisiológico, como el electromagnético y el causado por cambio en la impedancia de los electrodos [12]. La variabilidad biológica entre diferentes individuos es también una limitante. Incluso en una misma persona pueden haber cambios constantes a lo largo del tiempo, como parte de los procesos de adaptación del cerebro [13]. Los tiempos de entrenamiento, los cuales pueden llegar a ser de varios meses para lograr niveles altos de precisión, pueden generar falta de atención de los usuarios debido a frustración, irritación y cansancio. Por las anteriores razones, el uso extendido de las Interfaces Cerebro-Computador está distante y es necesario trabajar en obtener una mayor velocidad y precisión de las señales [14].

Aplicaciones a futuro de las ICC.

Con las mejoras en la tecnología, se espera que en un futuro cercano los usuarios con discapacidades motoras sigan siendo los más beneficiados, pues se les permitirá controlar de manera directa prótesis, sillas de ruedas y dispositivos en su entorno. En segundo lugar, las aplicaciones en la industria de entretenimiento se incrementarán, aprovechando el deseo del usuario por controlar objetos con la mente. Sin embargo, aún es necesario que las técnicas de interacción respondan ante la falta de efectividad de los dispositivos [13]. En el largo plazo, las ICC cambiarán la forma en la que interactuamos con nuestro entorno. Un escenario probable, mediante el uso de algoritmos de análisis e interpretación de información, Esto se debe a que las ICC proveen información que no es posible obtener mediante otros canales [13]. El avance en la tecnología de los sensores, la inteligencia artificial, entre otros, permitirá el almacenamiento y análisis de datos provenientes del cerebro del usuario por extensos periodos de tiempo. Además, a medida que las ICC disminuyen su tamaño y se hacen más cómodas de llevar, los usuarios las llevarán consigo todo el tiempo, lo cual permitirá que cuando el sistema detecte un estímulo particular, el entorno del usua-

rio se modifique automáticamente [13]. Cuando esto suceda, las ICC podrían reemplazar los dispositivos móviles, relojes, controles remotos, entre otros dispositivos actuales [15]

Iniciativas UIS

Al igual que en muchos otros países, en Colombia la investigación en el área de ICC se ha beneficiado del surgimiento de interfaces de tipo comercial. En busca de generar soluciones innovadoras, en la Universidad Industrial De Santander se lleva a cabo un proyecto de investigación dirigido por el docente Raúl Ramos Pollan. Este proyecto busca generar un algoritmo capaz de analizar un gran flujo de información, para identificar y procesarlo de forma eficaz, este método utiliza una inteligencia artificial que busca en una gran red de base de datos donde previamente la información es guardada y etiquetada.

Además entre otros desarrollos encontramos al grupo DICBOT dirigido por profesor Carlos Borra Pinilla está enfocado en el desarrollo de investigación e innovación en las áreas de sistemas dinámicos multi físicos, control moderno, sistema de identificación y mantenimiento predictivo robótico, todo esto contribuye al desarrollo científico e industrial del país.

4. Conclusión

A medida que la tecnología avanza, los campos de investigación se hacen más extensos y puntuales, en el caso de la interacción hombre-máquina resulta demasiado útil y necesaria su énfasis y desarrollo; las nuevas tecnologías, cada vez más complicadas requieren de una forma de interacción con el usuario intuitiva para poder sacar un máximo provecho de las mismas, de esta forma, el avance tecnológico no se hace inútil o sin sentido, por su desaprovechamiento, gracias a este crecimiento el desarrollo de nuevas y mejores tecnologías se hace imprescindible, el reciente paradigma de interacción cerebro-máquina se hace cada vez más importante en cuanto a investigación, su implementación es imperativa, ya que toda la tecnología hoy en día está orientada hacia el punto de interconexión total, más con la creciente idea y orientación " el internet de las

cosas" lo cual busca tener la mayor cantidad de dispositivos interconectados por medio de internet, la interacción cerebro-máquina facilitaría el uso de cualquier dispositivo, y llegaría a ser una aplicación que el hombre podría llegar a usar casi de manera intuitiva, con solo la visualización de la arquitectura que se requiera.

Los sistemas BCI pueden resultar de enorme aplicación a la hora de establecer un canal de comunicación a sujetos con importante discapacidad física, sin embargo aún son muchos los avances que se deben llevar a cabo para asegurar dicho fin. El desarrollo de técnicas de entrenamiento que agilicen y faciliten el control de estos interfaces por parte de un usuario resulta imprescindible. Los protocolos de entrenamiento no deben ser impuestos al azar, al contrario en muchos casos deben adaptarse al sujeto para que sea eficaz. Es muy importante una adecuada elección de las tareas mentales que se pretenden discriminar, siendo conveniente empezar un entrenamiento por tareas sencillas de llevar a cabo y que faciliten en la medida de lo posible la clasificación. Con esto se pretende evitar la frustración y desmotivación por parte de los sujetos. Discriminar entre imaginación de movimientos de una de las extremidades y estado de reposo puede ser una elección muy acertada, pudiéndose facilitar más aún la discriminación si los sujetos siguen alguna técnica de relajación que les permita alcanzar con mayor acierto dicho estado. El feedback, si bien en algunos casos puede llegar a frustrar, es de gran importancia pues motiva más a los sujetos, haciendo las sesiones más atractivas e interesantes. Esto obliga a mejorar las técnicas de presentación, siendo una buena opción el uso de técnicas basadas en representación 3D, tal y como se sugiere en otros trabajos, consiguiendo un efecto más inmersivo y motivante.

5. Referencias

- [1] Grudin, J. (1992). Utility and usability: research issues and development contexts. *Interacting with computers*, 4(2), 209-217.
- [2] Rogers, Yvonne (2012). "HCI Theory: Classical, Modern, and Contemporary". *Synthesis Lectures on Human-Centered Informatics*. 5: 1-129
- [3] Sengers, Phoebe; Boehner, Kirsten; David,

- Shay; Joseph, Kaye. "Reflective Design". CC '05 Proceedings of the 4th decennial conference on Critical computing: between sense and sensibility. 5: 49–58.
- [4] Green, Paul (2008). Iterative Design. Lecture presented in Industrial and Operations Engineering 436
- [5] Kaptelinin, Victor (2012): Activity Theory. In: Soegaard, Mads and Dam, Rikke Friis (eds.). "Encyclopedia of Human-Computer Interaction". The Interaction-Design.org Foundation.
- [6] The Case for HCI Design Patterns. Consultado 11/20/2017 de www.mit.edu/jtidwell/common_ground_onefile.html
- [7] Problemática de las Interfaces Cerebro-Computador. Consultado 11/20/2017 de <http://www.aipo.es/articulos/3/07.pdf>
- [8] Retroalimentación en el entrenamiento de una interfaz cerebro computadora usando técnicas basadas en realidad virtual. Consultado 11/20/2017 de <https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/id/1266>
- [9] El peligro de la inteligencia artificial y las BCI. Consultado 11/21/2017 de <https://epicoaching.wordpress.com/2016/03/17/el-peligro-de-la-inteligencia-artificial-y-las-bci/>
- [10] M. Polak, and A. Kosto, "Development of a brain-computer interface: preliminary results", proceeding of the 19th International Conference-IEEE/EMBS, pp. 1543-1546, October 1997
- [11] A.D. Gerson, L.C. Parra, and P. Sajda, "Cortically Coupled Computer Vision for Rapid Image Search," IEEE Trans. Neural Systems and Rehabilitation Eng., vol. 14, no. 2, 2006, pp. 174–179.
- [12] C.-J. Ho, S. Jabbari, and J.W. Vaughan, "Adaptive Task Assignment for Crowdsourced Classification," Proc. 30th Int'l Conf. Machine Learning (ICML 13), 2013, pp. 534–542.
- [13] A. Oliva and A. Torralba, "Building the Gist of a Scene: The Role of Global Image Features in Recognition," Progress in Brain Research, vol. 155, 2006, pp. 23–36.
- [14] A.R. Marathe et al., "Condense Metrics Improve Human-Autonomy Integration," Proc. ACM/IEEE Int'l Conf. Human-Robot Interaction (HRI 14), 2014, pp. 240–241.
- [15] B. Allison, B. Graimann, and A. Graser, "Why use a BCI if you are healthy," in in BRAINPLAY 07 Brain-Computer Interfaces and Games Workshop at ACE (Advances in Computer Entertainment) 2007, 2007.