Extensión de las fronteras del uso de equipos de cómputo: De pacientes con E.L.A. a personas con discapacidad motriz severa

Yasbedh Oswaldo Quiñones Uicab, Víctor Hugo
Menéndez Domínguez

Publicado: 31 Octubre 2018

Resumen

Se describen las actividades orientadas a la extensión de las interfaces de hardware y software de un kit de asistencia desarrollado por la corporación INTEL para que personas que sufren de alguna discapacidad motriz derivada de la E.L.A. (Esclerosis Lateral Amiotrófica) puedan operar un equipo de cómputo de forma autónoma. El objetivo de este trabajo es el de incrementar el espectro de usuarios finales de esta plataforma al partir del grupo original de usuarios con E.L.A. hacia un conjunto más general e incluir personas con niveles de discapacidad motriz de grado medio/severo derivados de trastornos físicos periféricos y/o neurológicos. Se introducen los antecedentes, descripción general de la plataforma INTEL-ACAT, objetivos y metodología a desarrollar, se definen los perfiles de los usuarios que serán anexados y finalmente se detallan las características de las interfaces de hardware/software a desarrollar que permitirán a estos nuevos perfiles operar una computadora de forma independiente.

Palabras clave: Discapacidad motriz; E.L.A.; Igualdad; Asistencia.

1 Introducción

Gracias al avance de la tecnología, las personas con discapacidad motriz han podido reducir sus limitaciones en educación, ocio y productividad al punto de poder realizar dichas actividades a través de un equipo de cómputo. Alrededor del mundo se han desarrollado diferentes soluciones computacionales que pretenden ser una alternativa de comunicación ante la presencia de discapacidades de tipo motriz de diferente grado. Sin embargo, en la mayoría de los casos los potenciales usuarios de estas soluciones no cuentan con recursos económicos suficientes para adquirir el hardware o software necesarios para su utilización debido a que tienen un costo elevado, una producción nula en su localidad o es de producción muy limitada, además de que es obligatorio que posea un diseño específico acorde a su nivel de

movilidad para proveer la interacción correcta entre el usuario y un equipo de cómputo.

ACAT® (Assistive Context-Aware Toolkit) es un software de asistencia desarrollado por la corporación Intel® que cuenta con un conjunto de utilidades básicas que posibilitan la interacción del usuario con una computadora a través de interfaces adecuadas a su condición motriz. Recientemente ha sido licenciado el código fuente como de libre distribución, actualmente se encuentra restringido al idioma inglés, su diseño únicamente es para asistir casos de E.L.A. (Esclerosis Lateral Amiotrófica), su adecuado funcionamiento requiere una curva de aprendizaje algo elevada y algunas interfaces gráficas y otros componentes no resultan ser útiles para un usuario hispano hablante.

En este sentido, se propone una adecuación de ACAT® que involucre la adaptación mínima de interfaces gráficas, así como el diseño y construcción de dispositivos hardware que permitan al usuario interactuar con el sistema para diferentes casos de discapacidad motriz no contemplados en el diseño original de ACAT®.

2 Antecedentes

Con anterioridad se han realizado diversas propuestas para utilizar un equipo de cómputo o dispositivo inteligente como un medio de comunicación accesible para personas con discapacidad. Se han especificado lineamientos de diseño para crear y adaptar aplicaciones para este perfil de usuario [1]. También existen antecedentes de sistemas de asistencia en tiempo real conformados por la combinación de dispositivos hardware y sistemas software con interfaces gráficas restringidas que permiten operar una computadora sin muchos problemas [2]. Son evidentes las carencias que se presentan en estas formas de interacción, pues los usuarios con limitaciones motrices severas no se encuentran del todo contemplados o no existe hardware que permita una interacción con la computadora que se ajuste según el grado de la discapacidad motriz de dichos usuarios. Generalmente se tratan de sistemas diseñados para un caso específico de discapacidad motriz pero muy pocas soluciones computacionales se enfocan en implantarse como un mismo producto para diferentes tipos y grados de discapacidad motriz.

En el año 2015 se liberó en un esquema de código abierto INTEL-ACAT (Assistive Context-Aware Toolkit) [3], un software desarrollado por la corporación Intel orientado a permitir

Quiñones Uicab, YO., Menéndez Domínguez, VH.
Universidad Autónoma de Yucatán
Facultad de Matemáticas
Mérida, México.
Email: yabodev@gmail.com, mdoming@correo.uady.mx

que las personas con discapacidad motriz operen una computadora con interfaces y periféricos ajustables a su condición motriz. Se liberó para perfiles de usuarios con discapacidad motriz derivados de la Esclerosis Lateral Amiotrófica (ELA) [4].

En México, cerca de 3 millones de personas presentan discapacidad motriz y 500 mil padecen limitaciones del habla [5]. INTEL-ACAT proporciona una alternativa de comunicación a estas personas. Sin embargo, es necesario realizar diversas adaptaciones hasta conseguir un producto que pueda solventar las necesidades de comunicación de cualquier persona con discapacidad motriz.

3 Características de INTEL-ACAT

ACAT® (Assistive Context-Aware Toolkit) es un software de asistencia desarrollado por la corporación Intel® para uso personal del físico-teórico y divulgador científico Stephen Hawking [6] quien desde los 22 años padecía de Esclerosis Lateral Amiotrófica (E.L.A.).

El sistema hace uso de un sensor infrarrojo que junto con un subsistema de reconocimiento facial permiten a pacientes con Esclerosis Lateral Amiotrófica en un estado muy avanzado (movilidad extremadamente limitada) operar una computadora a través de ACAT reconociendo el movimiento del rostro para generar señales que son interpretadas como un evento de entrada.

ACAT utiliza un sistema de Scanning en el que la interfaz gráfica de la aplicación mapea un teclado en pantalla y un selector de color uniforme comienza a moverse entre las diferentes zonas que forman parte de la interfaz principal, el procedimiento se repite hasta que el usuario puntualmente pueda accionar algún botón u opción específica dentro de una zona seleccionada. En la Figura 1 se aprecia la interfaz de usuario de la aplicación con el escáner activado.

Figura 1. Interfaz principal del sistema INTEL-ACAT, se presenta la interfaz principal ejecutando el Scanning y el reconocimiento facial activado

Como característica añadida para su liberación como proyecto de código abierto, los desarrolladores seleccionaron como HotKey la tecla F12 como un método para inicializar el sistema de escaneo de ACAT. Cualquier hardware que replique este evento podrá servir como dispositivo de interacción entre la computadora y el usuario con ACAT de intermediario.

4 Marco Teórico

El Computo Basado en el Contexto [7] refiere al uso de software y hardware para recopilar y analizar automáticamente datos sobre su propio entorno de ejecución (contexto) con el fin de presentar información relevante para el usuario final. INTEL-ACAT utiliza este concepto y lo desarrolla a través de un mecanismo denominado “Agentes” los cuales presentan un pequeño menú contextual con opciones acordes a la aplicación en la que el

usuario se encuentra trabajando (Por ejemplo, en un procesador de texto se presentarían opciones comunes como invocar la corrección ortográfica, contar palabras, avanzar o retroceder páginas, etc. Todo desde un pequeño menú contextual siempre accesible al usuario en cualquier momento). Estos agentes permiten a los desarrolladores extender las funcionalidades de ACAT, así como integrar aplicaciones que originalmente no fueron diseñadas para interactuar con el sistema.

El Diseño Centrado en el Usuario [8] es una filosofía de diseño que tiene como objetivo la creación de productos que resuelvan necesidades concretas de usuarios finales y busca la mayor satisfacción y mejor experiencia de uso posible con el mínimo esfuerzo por parte del usuario. Diseño, Prototipo y Prueba, son las fases que permiten construir un producto maduro y acorde a las necesidades de los usuarios finales.

5 Objetivos y Metodología

Para este proyecto se ha definido como objetivo general la generación del diseño de un prototipo basado en el toolkit de INTEL-ACAT junto con la generación de un dispositivo hardware que al integrarse permitan a nuevos tipos de usuarios con discapacidad operar una computadora.

5.1 Objetivos establecidos en el proyecto

Se han establecido los siguientes objetivos específicos para el proyecto:

- Identificar y añadir perfiles de usuarios con discapacidad motriz de grado medio o severo que no necesariamente sean casos derivados del padecimiento de la E.L.A. pero que intelectualmente y acorde a sus limitaciones físicas puedan operar INTEL-ACAT
- Generar un prototipo de aplicación externa e independiente que pueda ser invocada desde la GUI de INTEL-ACAT, debe desarrollarse como un “Agente” del sistema siguiendo los lineamientos de los desarrolladores. Esto con el objetivo de añadir nuevas aplicaciones en el futuro y verificar que se integren de forma correcta al Toolkit.
- Generar el diseño de un conjunto de dispositivos hardware que cumplan con los lineamientos de diseño e interacción de INTEL-ACAT. Estos dispositivos deben mantener la “Hotkey” (Tecla F12) definida en el manual de operación proporcionada por INTEL® que permite iniciar la ejecución del selector en pantalla. Estos dispositivos deben contar con un diseño simple e intuitivo de usar, así como un esquema de programación y compatibilidad que deberá cumplir con la característica Plug & Play.
- Desarrollo de las pruebas de usabilidad.

5.2 Metodología de desarrollo

El desarrollo del nuevo kit propuesto siguió el esquema de definición de la problemática, diseño de los prototipos hardware y software que dan forma al producto final, así como la esquematización preliminar de evaluación en la que se emplearon los lineamientos del Diseño Centrado en el usuario:

5.2.1 Identificación de la problemática

Se tomó como base la ausencia de herramientas que permitan la comunicación e integración de personas con discapacidad motriz de grado medio o severo en la localidad de Mérida, Yucatán, México. Actualmente la plataforma INTEL-ACAT proporciona una solución a casos derivados de la E.L.A. por lo que parte de la problemática consiste en adaptar esta herramienta para que brinde

solución a otros tipos de discapacidad diferentes al que originalmente fue diseñada.

5.2.2 Revisión bibliográfica y trabajos relacionados

Se realizó la revisión de trabajos previos para fundamentar los antecedentes y el marco teórico. Se realizó el análisis a diferentes productos de asistencia similares a INTEL-ACAT que actualmente se encuentran en el mercado.

5.2.3 Diseño de un nuevo toolkit basado en INTEL-ACAT

En el momento de su liberación como proyecto open source INTEL-ACAT cuenta con la madurez suficiente para generar un proyecto derivado del código base. La documentación y guías de desarrollo proporcionadas por INTEL® permitieron validar los alcances y limitaciones de los objetivos establecidos. Por lo anterior se procedió a generar un nuevo toolkit con las características base del software complementando diferentes dispositivos hardware para un conjunto de discapacidades de tipo motriz en diferentes grados.

6 Desarrollo de la propuesta

6.1 Identificación de nuevos perfiles de usuario

En el diseño original de INTEL-ACAT se incluyen casos de uso que incluyen personas con discapacidad motriz derivada de la E.L.A. y este perfil se mantendrá en el prototipo final.

En términos generales, la discapacidad motriz se puede derivar por a) Trastornos físicos periféricos (Afectan huesos, articulaciones, extremidades y músculos. Se presentan desde el nacimiento, debido a lesiones traumatizantes o bien son consecuencia de enfermedades sufridas durante la infancia) y b) Trastornos neurológicos (Daño originado en alguna área de la corteza motora cerebral tales como parálisis cerebral, pérdida sensorial o tumores cerebrales) [9].

Tabla 1. Se anexan usuarios cuya discapacidad derive de trastornos físicos periféricos o neurológicos pero que en conjunto causen la inmovilidad del usuario en alguna área o miembro del cuerpo.

Origen	Padecimiento	Afectación derivada
Trastornos Físicos Periféricos	Lesiones y/o malformaciones	Monoplejía, Diplejía, Triplejía, Hemiplejía y Cuadriplejía
Trastornos Neurológicos	Parálisis cerebral	

De la clasificación anterior obtenemos un amplio conjunto de casos de discapacidad motriz, sin embargo, se ha restringido la selección a identificar usuarios que padecen de alguna lesión o parálisis cerebral que conlleve a que este presente dificultades en el movimiento en ciertas áreas o un número de miembros del cuerpo, todo esto se resume en la Tabla 1.

La subclasificación por áreas del cuerpo afectadas en su movilidad se incluye la Monoplejía (afectación de un solo miembro del cuerpo), Diplejía (afectación en extremidades inferiores), Triplejía (afectación en un miembro superior y ambos miembros inferiores), Hemiplejía (afectación en un miembro superior y uno inferior ya sea del lado izquierdo o derecho del cuerpo) y Cuadriplejía (afectación en las cuatro extremidades del cuerpo).

Por la subclasificación anterior tenemos los perfiles de personas que son potenciales para el uso del prototipo a desarrollar. Se pasa del caso particular de usuarios con E.L.A. a un conjunto de usuarios mayores, tal como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Nuevos perfiles de usuarios anexados. Se clasifican de acuerdo al área de cuerpo y número de miembros en cual ven afectada su movilidad. En pacientes con E.L.A. evolucionan hasta ser parte del último perfil (Cuadriplejía).

6.2 Extensión de la GUI de ACAT para ejecutar aplicaciones externas y traducción de interfaces al idioma español

Para facilitar la generación del prototipo, en esta fase se ha decidido mantener la organización de la interfaz gráfica original de INTEL-ACAT. Sin embargo, se espera que se realice la traducción total al idioma español de la interfaz y menús del sistema, así como de añadir diferentes “Agentes” que extiendan sus capacidades. De lo anterior y como resultado final se integrará en el menú de aplicaciones incorporado en la GUI de ACAT una aplicación independiente que pueda ser invocada por el usuario siguiendo la dinámica de operación que actualmente presenta el sistema.

Se han generado un conjunto de maquetas visuales o Mockups que proporcionan una idea de cómo sería el resultado final al añadir un elemento en el actual menú de aplicaciones, tal y como se muestra en la Figura 3.

6.3 Diseño del prototipo hardware que permita a cada perfil identificado y anexado operar una computadora

Se han diseñado dispositivos de hardware con los que usuarios con los perfiles identificados en la etapa anterior puedan interactuar con la computadora. Se realizaron ajustes para que la interacción con el hardware siga los lineamientos definidos en el proyecto original, es decir debido a que las condiciones de movilidad del usuario son muy limitadas, la interacción con el software se hace mediante pulsaciones que el usuario realiza en los dispositivos de entrada.

El hardware diseñado replica las mismas señales que son interpretadas por ACAT como la pulsación necesaria para interactuar con los elementos presentados en pantalla. El prototipo funcional seguirá las especificaciones definidas en la documentación oficial. Se trata de un periférico de entrada USB que cuenta con un botón físico que el usuario debe pulsar para iniciar la interacción con ACAT. En la Figura 4 se muestran los diseños del prototipo hardware para cada uno de los perfiles establecidos en la etapa de diseño y el esquema del circuito interno. Cabe notar que el hardware interno es el mismo y la única diferencia se presenta en la forma del botón y la ubicación en la que se coloca en las extremidades del usuario para que el éste opere el equipo mediante ACAT según el perfil al que pertenece.

Figura 3. Se mantiene la interfaz principal (superior) y se añadirán nuevos ítems de aplicaciones al menú principal de aplicaciones del sistema (inferior).

Figura 4. Dispositivos de entrada diseñados para los perfiles identificados. Dispositivo 1 (Monoplejía, Hemiplejía), dispositivo 2 (Diplejía en miembros superiores, hemiplejía y cuadriplejía), y dispositivo 3 (Diplejía en miembros inferiores o Triplejía).

6.4 Definición de Pruebas de usabilidad

En la etapa preliminar de definición de pruebas de usabilidad, se ha identificado la dificultad de encontrar pacientes con los perfiles identificados debido a diferentes cuestiones ajenas al proyecto. Por lo anterior, se espera realizar una etapa preliminar de difusión en la que se espera la colaboración con organismos públicos y privados de la región que estén interesados en conocer las características del sistema y definir el impacto que tendría su implementación en la comunidad. Una vez lo anterior, sería conveniente realizar pruebas con pacientes reales con el objetivo de cotejar que los resultados alcanzados hasta este punto son correctos.

6.5 Resultados preliminares y trabajos a futuro

Las etapas de análisis y diseño muestran que la interfaz y dispositivos de entrada responden adecuadamente a las necesidades de los usuarios identificados. Se espera que los usuarios respondan de forma correcta a la forma simple de interacción con la computadora y la nula complejidad del hardware. Por lo cual define la posibilidad absoluta de continuar

con la construcción del sistema y la implementación de los otros dispositivos diseñados en un plazo a futuro.

7 Conclusiones

El presente trabajo evidencia una novedosa propuesta de aprovechar las tecnologías de asistencia open source y su relevancia social a nivel local, ya que fueron parte de los motivos para iniciar este proyecto. El hecho de adaptar una solución existente y modelar una nueva con fines de brindar una oportunidad a un sector vulnerable, demuestra el interés de los futuros profesionales del desarrollo de software y tecnologías de la comunicación por incluir a estos usuarios dentro del diseño de sus aplicaciones y dispositivos.

8 Referencias

- [1] Lloyd, L., Koehl, L.S. y Von Tetzchnner, S. Augmentative and Alternative Communication Research Issues And Needs. The 2012 ISAAC Research Symposium. ISBN 978-0-9881189-1-1, (2012).
- [2] A Barreto, A., Scargle, S. y Adjouadi, M. A Realtime Assistive Computer Interface for Users with Motor Disabilities. (64): 6-16 (1999).
- [3] Prasad, S. Assistive Context-Aware Toolkit (ACAT). Intel Open Source Technology Center (2015), <https://01.org/acat>
- [4] Amico, L.L., Antel, P. Esclerosis lateral amiotrófica. Tiempos médicos: revista de educación médica continuada, ISSN 0210-9999, No. 326 (1986) 35- 45.
- [5] INEGI. 2010. Discapacidad en México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/discapacidad.aspx?tema=Phhttp://www3.inegi.org.mx/sistemas/TabuladosBasicos/Default.aspx?c=27303&s=est>
- [6] Hawking, F. About Stephen Hawking. Fundación Hawking. (2012) <http://www.hawking.org.uk/about-stephen.html>
- [7] Umakant, P. Design and Implementation of User Context aware Recommendation Engine for Mobile using Bayesian Network, Fuzzy Logic and Rule Base. International Journal of Computer Applications. 40 (3): 47-63 (2012)
- [8] Hassan-Montero, Y. y Ortega-Santamaría, S. Informe APEI sobre Usabilidad. Gijón: Asociación Profesional de Especialistas en Información (1):73. ISBN: 978-84-692-3782-3 (2009)
- [9] Christopher & Dana Reeve Foundation. Parálisis cerebral <https://www.christopherreeve.org/es/international/top-paralysis-topics-in-spanish/cerebral-palsy> [consulta 9 de mayo del 2018]