

Aseguramiento de la experiencia del usuario para un ambiente inteligente en el aula

Alejandro Nieblas, Juan Carlos Rojas, Pedro Santana-Mancilla, Miguel García-Ruiz y Fermín Estrada

Resumen

Por años, la miniaturización de las computadoras ha permitido su incorporación a nuestras actividades cotidianas, hace algunas décadas era imposible pensar que podríamos contar con dispositivos que cupieran en la palma de nuestra mano y que además contaran con el poder de procesamiento de una computadora de escritorio. El uso de dispositivos móviles inteligentes se encuentra tan arraigado que existe una nueva generación de personas denominadas nativos digitales. Es por eso, que los nuevos paradigmas de investigación como la Inteligencia Ambiental (Aml por sus siglas en inglés Ambient Intelligence) están creciendo rápidamente. Estos avances tecnológicos traen consigo un enorme potencial para mejorar la educación con formas más eficientes, diferentes e innovadoras. En esta artículo se describe el proceso centrado en el usuario para el diseño de un entorno de Aml aplicado a las aulas de clase.

Palabras clave: Experiencia del usuario; usabilidad; inteligencia ambiental; educación.



1. Introducción

Por años, la miniaturización de las computadoras ha permitido su incorporación a nuestras actividades cotidianas. Hace algunas décadas era imposible pensar que podríamos contar con dispositivos que cupieran en la palma de nuestra mano y que además contaran con el poder de procesamiento de una computadora de escritorio. Tampoco se podía pensar en redes inalámbricas de alta velocidad con bajo consumo de energía, o de dispositivos embebidos que ejecutan miles de funciones no invasivas de apoyo a nuestro día a día. El uso de dispositivos móviles inteligentes se encuentra tan arraigado que existe una nueva generación de personas denominadas nativos digitales [4]. Los nativos digitales están acostumbrados a trabajar con dispositivos electrónicos y tecnologías de información, en su mayoría conectados a Internet, y en general, para esos usuarios esas acciones generan gran parte de sus actividades diarias. Es por eso, que los nuevos paradigmas de investigación como la Inteligencia Ambiental (Aml por sus siglas en inglés Ambient Intelligence) están creciendo rápidamente.

Los sistemas están siendo diseñados de tal forma que las personas no necesitan fuertes conocimientos computacionales para ser beneficiados con el poder de estos dispositivos [2], para lograrlo, dichos dispositivos deben ser usados en conjunto con software altamente inteligente para entender los eventos y el contexto relevante alrededor del dispositivo y a partir de ellos tomar decisiones racionales autónomas. Esta toma de decisiones racionales autónomas es a lo que le llamamos Aml, es decir la coordinación de los recursos disponibles (hardware y software) con la provisión de un entorno inteligente. El trabajo de [3] la define de la siguiente manera:

"Un ambiente digital que de forma proactiva, pero razonada, apoya a las personas en su vida diaria."



Estos avances tecnológicos traen consigo un enorme potencial para mejorar la educación con formas más eficientes, diferentes e innovadoras [8]. Además, las instituciones académicas pueden usar la tecnología para monitorear el aprendizaje de sus estudiantes [6]. Para lograr esto, es importante que las interfaces de usuario permitan a los estudiantes comunicarse con el entorno de una forma natural y personalizada, la mejor forma de lograr este objetivo es seguir un proceso de diseño centrado en el usuario; el cual incluya desde el inicio el entendimiento del contexto de los usuarios para guiar el diseño del producto y que incluya evaluaciones con usuarios reales.

2. Trabajo Relacionado

A continuación se describen trabajos de investigación que han aplicado la Aml en apoyo a la educación.

Un aula inteligente en la Universidad de Northwestern [7] utiliza micrófonos y con la información capturada infiere las intenciones de la persona que está hablando y por medio de estas inferencias controla la iluminación, reproduce videos, cambia diapositivas, etc. La parte interesante es que no se requiere programación explícita para interactuar con el sistema; acciones naturales de los usuarios activan respuestas apropiadas en el ambiente.

La arquitectura iClass [10] es un aula con múltiples sensores, actuadores, procesadores y una red heterogénea. Esto permite el control de diversos aspectos de la clase como la temperatura del aire acondicionado, la apertura de los obturadores, y la intensidad de la luz en las lámparas. Todos estos sensores se ocultan de los estudiantes y profesores para que el usuario no sea consciente de la infraestructura inteligente que se usa en la clase.



3. Estudio Contextual

El trabajo de campo fue diseñado para conocer las opiniones de los estudiantes de la Facultad de Telemática, se enfocó en conocer su opinión sobre aquellos servicios requeridos que creen se necesitan en un aula inteligente.

3.1 Método

Se entrevistaron a 20 estudiantes de la Facultad de Telemática de la Universidad de Colima; elegidos de forma aleatoria y de diferentes semestres.

3.2 Resultados

Los resultados fueron reportados en [11], a continuación se detallan los más importantes. La Figura 1 muestra que el 70% de los estudiantes entrevistados no tenían conocimiento de qué es un ambiente inteligente. Así que, se les explicó qué es antes de continuar con la entrevista.

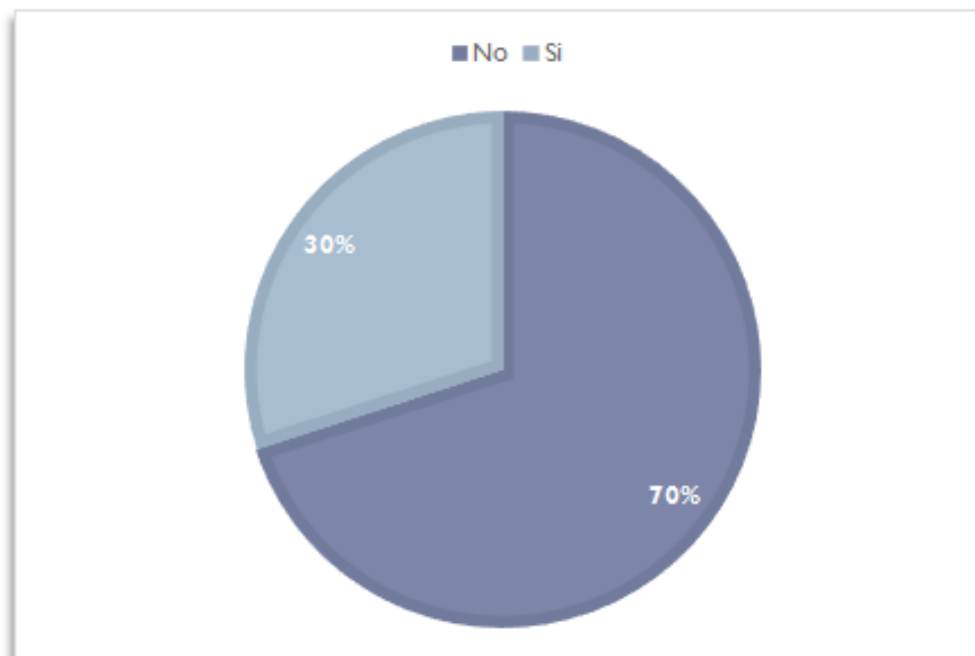


Figura 1. Respuestas a la pregunta ¿Sabes lo que es un ambiente inteligente?



Después de conocer el concepto, el 100% de los estudiantes entrevistados estuvieron interesados en contar con un aula inteligente.

Con respecto a las preferencias de los estudiantes sobre los servicios con los que debe contar un aula inteligente la Figura 2 nos muestra los más solicitados.

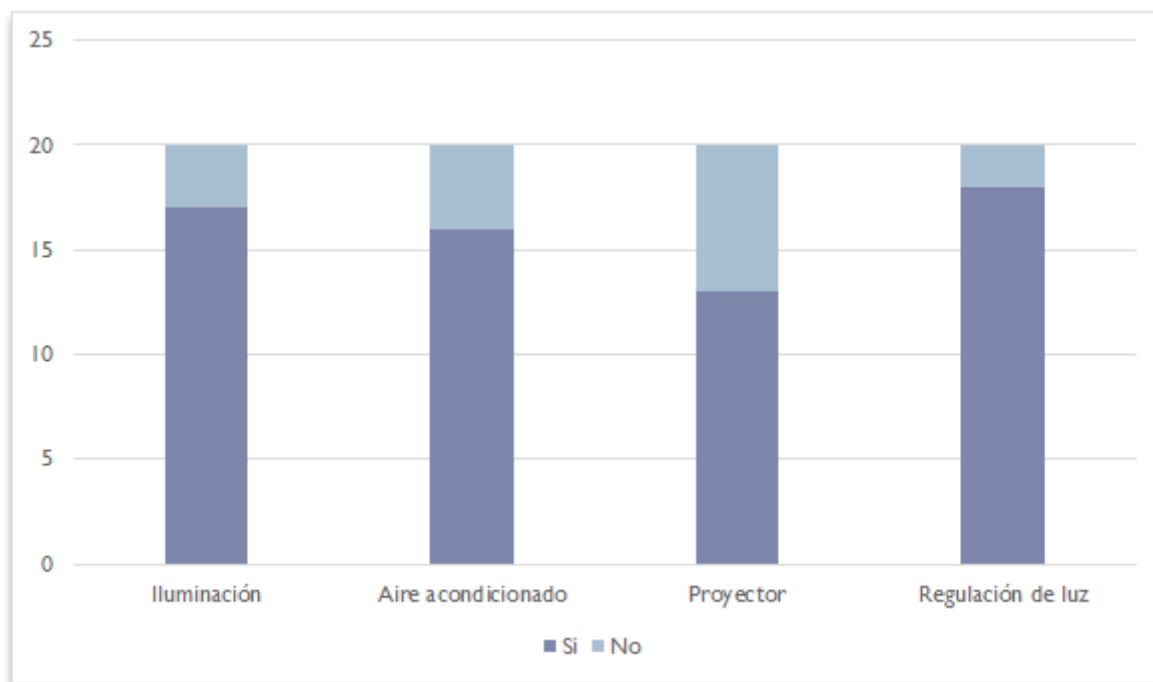


Figura 2. Respuestas a la pregunta ¿Qué servicios te gustaría que tuvieran inteligencia en un aula?

Además, se les preguntó si pensaban que contar con un aula inteligente sería de ayuda en sus estudios: el 95% contestó que sí.

Finalmente, de forma abierta se les preguntó sobre su interés de tomar clases en un ambiente inteligente. A continuación se incluyen algunas de las respuestas más significativas.

"Sí, sería muy factible el hecho de contar con una aula con Aml, ya que podría hacer cosas [automáticamente] que nos quitarían tiempo, como el encender el proyector."

"Sí, por que ayudaría a mantener un ambiente de aula, cómodo ya que regularía la luz, y la temperatura del aula y el alumno estaría más cómodo."

"Sí, ya que se contaría con algo muy novedoso y con un avance tecnológico, comparado con los países más avanzados que suelen tener mejores cosas tecnológías."

4. Características Deseadas

De lo anterior se propone crear una solución tecnológica enfocada basada en Aml. Para lograr un sistema que cumpla con las expectativas de los usuarios, nuestro sistema debe contener las siguientes características:

Dar soporte a diversos dispositivos. El sistema debe ser capaz de dar soporte a los dispositivos más comunes encontrados en las aulas, para el primer prototipo, los dispositivos a soportar son: luces, proyector multimedia y aire acondicionado.

Interfaces fáciles de usar. El ambiente inteligente debe tener una curva de aprendizaje muy pequeña y ser tan fácil de usar como sea posible, de lo contrario el sistema difícilmente sería adoptado por los usuarios.

Aplicaciones. Al sistema Aml debe contar con la capacidad de ejecutar aplicaciones que hagan uso de la capacidad del ambiente inteligente.

El uso de escenarios es una técnica muy recurrida para motivar el desarrollo de sistema. Los escenarios se han usado tradicionalmente en el desarrollo de contextos, donde generar una necesidad de uso o en su caso, descubrirla, es crucial para desarrollar una estrategia de trabajo [12]. El uso de escenarios permite que diseñadores y usuarios analicen situaciones complicadas, concreten ideas de diseño, y entiendan mejor



las implicaciones de una solución de diseño particular [5]. Por lo que se identificó un escenario de uso real para ilustrar la funcionalidad del aula inteligente y proveer un diseño preliminar del sistema el cual se presenta a continuación.

*Imagina que vas a tomar una clase en pleno verano. El sol brilla en todo su esplendor y está algo caliente como para sentirse cómodo, pero tan pronto como alguien entra al aula, se encienden el aire acondicionado y comienzas a sentir la frescura. Unos minutos después, se comienzan a formar nubes de tormenta, las cuales nublan el ambiente el cual se pone oscuro, de repente las luces se encienden automáticamente, y puedes continuar tomando la clase tranquilamente. Entonces el profesor recuerda que tiene unas diapositivas preparadas para ayudarles a entender aquella ecuación que les está dando problemas, él se aproxima al video proyector y este comienza a funcionar también de forma automática. Después de eso, no puedes dejar de pensar **"¡No hay otro salón donde prefiera estar!"**.*

Para lograr lo que propone el escenario de uso en un entorno Aml, se requiere contar con diversos sistemas tecnológicos [9]. En [1] los autores identificaron cinco requisitos tecnológicos que deben cumplir los ambientes inteligentes.

1. Hardware discreto.
2. Una infraestructura transparente de comunicación móvil y fija.
3. Redes de dispositivos dinámicos y distribuidos.
4. Interfaz natural de usuario.
5. Fiabilidad y seguridad.

5. Diseño Preliminar

Para probar el concepto y cumplir con las características deseadas del sistema, se creó un primer prototipo para que los estudiantes y profesores pudieran interactuar y ver si generaba interés en ellos.

El prototipo (ver Figura 3) fue desarrollado usando el microcontrolador Arduino UNO como unidad central de procesamiento, la comunicación inalámbrica se realizó por medio de radios XBee. Además de sensores que permiten obtener información de las variables físicas dentro del aula (temperatura, iluminación, proximidad), así como un transmisor infrarrojo para controlar de forma remota dispositivos que utilicen tecnología infrarroja (proyectores, aires acondicionados).

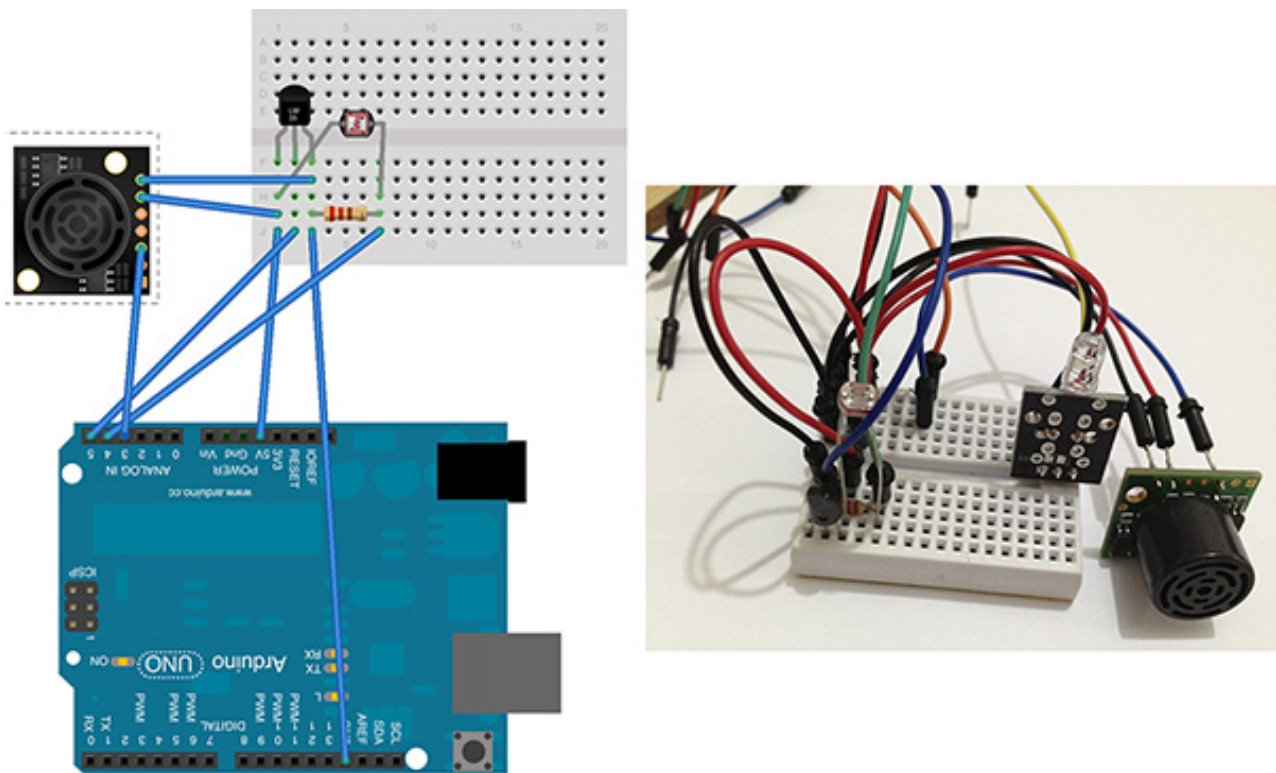


Figura 3. Prototipo preliminar



5.1 Evaluación preliminar

Para conocer las ventajas potenciales del prototipo, se realizó una evaluación preliminar con un estudiante y un profesor de la Facultad de Telemática. La evaluación fue de tipo exploratoria en la cual se les pidió permanecer en el aula y prestar atención a los cambios de temperatura y luz que fueron simulados por el equipo de desarrollo como se puede apreciar en la Figura 4.



Figura 4. Simulando el incremento de temperatura en el aula

Después de que los participantes interactuaron con el prototipo se les realizó un cuestionario para conocer su opinión al respecto. Al finalizar de analizar las respuestas se encontró que les resultó interesante y emocionante la forma en que percibieron una mejora en el ambiente de estudio/trabajo y opinan que puede ser benéfico para ser usado en un ambiente real de aprendizaje, por otro lado, comentaron que el hecho de que fuera 'manual' los cambios de temperatura le restaba funcionalidad. Sobre ese punto negativo, el producto final no requerirá que algún miembro del equipo u otro usuario esté acercando fuentes de calor o luz ya que se montará en un escenario real.

6. Mejorando El Prototipo

Después de la evaluación preliminar, se trabajó en un nuevo prototipo más cercano al diseño conceptual para poder observar a los usuarios en el contexto de la interacción con el sistema y ver sus reacciones.

Para cumplir el objetivo de transformar el aula convencional en un entorno dotado con Aml, se desarrolló una arquitectura integrada de sistemas embebidos capaces de tener cierto grado de inteligencia, y brindar servicios heterogéneos a los usuarios.

Dicha arquitectura (ver Figura 5) está compuesta por dos capas:

6.1 Tarjeta principal de procesamiento

La tarjeta principal o central tiene la mayor importancia del sistema de Ambiente Inteligente, ya que se compone de varios módulos de sensores, y se encarga del el monitoreo en tiempo real de toda el aula y la toma de decisiones.

6.2 Tarjeta auxiliar o complementaria

La tarjeta auxiliar, se encargan de recibir órdenes de la tarjeta principal, y



tiene la tarea de manejar los dispositivos el ambiente inteligente (luces, clima, etc.).

Se desarrollaron dos tarjetas auxiliares:

- Tarjeta auxiliar de potencia: recibe órdenes de la tarjeta principal, y tiene la tarea de manejar las luces del aula.
- Tarjeta auxiliar infrarroja: se encarga de controlar mediante una interfaz IR los dispositivos del aula (ej. aires acondicionados).

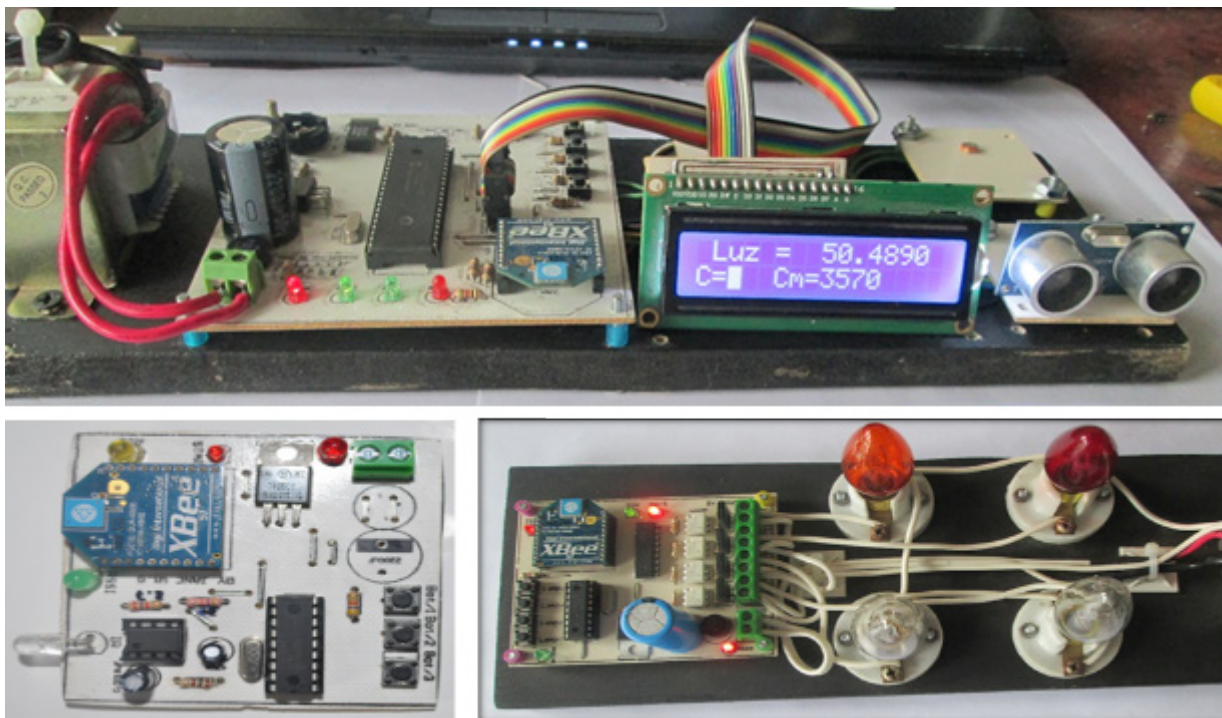


Figura 5. Tarjeta principal y tarjetas auxiliares

7. Evaluación

Se llevó a cabo una evaluación por 5 sujetos seleccionados por muestreo por conveniencia (seleccionados dada la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos).

La prueba se llevó a cabo de acuerdo al siguiente protocolo de evaluación:

- Primero, se explicó el concepto del sistema, el diseño y su funcionalidad.

- Después se les explicó las tareas que deben realizar con el prototipo. Al finalizar las tareas por parte del usuario, se le solicitó contestar un cuestionario para evaluar su percepción de la experiencia con el prototipo.
- Dicho cuestionario consta de dos partes: la primera para medir la percepción de usabilidad y confiabilidad a contestarse con una escala tipo Likert. La segunda parte fueron preguntas abiertas para entender la experiencia del usuario.

7.1 Resultados

Después de analizar todos los datos recolectados, se obtuvieron los siguientes resultados:

El 80% de los usuarios percibe que el sistema es fácil de aprender. El 75% considera que el sistema en todo momento le indica en qué etapa se encuentra y pudo identificar la funcionalidad de cada elemento en la interacción. El 70% piensa que el sistema de ambiente inteligente es eficiente y su uso es placentero. El 100% cree que es cómodo usar el sistema.

8. Conclusiones

En este artículo se describe un prototipo de sistema embebido para crear un ambiente inteligente en las aulas de clase, así como las pruebas de usabilidad realizadas durante el proceso de diseño. Dicho proceso fue fundamentado en un estudio contextual con estudiantes de la ciudad de Colima.

Los resultados de las pruebas fueron muy favorables en los aspectos evaluados, la mayoría de los usuarios cree que el prototipo es usable, funciona y es confiable. Lo que determina que el hardware desarrollado es viable para el uso.



9. Trabajo futuro

El desarrollo de este proyecto permitió entender que además de dotar de inteligencia a la infraestructura física, es necesario el desarrollo de software que coexista con el aula inteligente. Por lo anterior se desarrollaron tres aplicaciones para el aula con ambiente inteligente.

9.1 Realidad aumentada para estudiantes de secundaria

Se desarrolló una aplicación de realidad aumentada móvil para que los estudiantes de educación secundaria puedan acceder a contenidos educativos que complementen sus libros de texto.

9.2 Juego serio para aprender historia de México

Se ha creado un juego serio para que los niños de quinto grado de primaria puedan aprender historia de México y adicionalmente se activen físicamente mediante el uso del sensor Kinect en los diferentes niveles del juego.

9.3 Aprendizaje de conceptos matemáticos

Se ha desarrollado un prototipo de aplicación para el aprendizaje de conceptos matemáticos para ingeniería, esta aplicación funciona por medio del uso de la interacción natural con el usuario.

Como se puede apreciar, estas aplicaciones son para diferentes niveles educativos, esto es con la finalidad de analizar el comportamiento del aula en dichos niveles y como trabajo futuro se realizarán evaluaciones al aula con dichas aplicaciones funcionando en periodos largos de tiempo.

10. Agradecimientos

Este proyecto fue cofinanciado por IBM Research a través del proyecto "Smart classroom through ambient intelligence and natural interactions" de la iniciativa IBM Students for a Smarter Planet.



Alejandro Nieblas, Juan Carlos Rojas, Pedro Santana-Mancilla, Miguel García-Ruiz y Fermín Estrada

Aseguramiento de la experiencia del usuario para un ambiente inteligente en el aula

11. Referencias

- 1. Aarts, E., Harwig, R. and Schuurmans, M.** 2001. Ambient Intelligence. The Invisible Future: The Seamless Integration of Technology Into Everyday Life. J. Denning, ed. McGraw Hill. 235–250.
- 2. Augusto, J.C.** ed. 2007. Ambient Intelligence: the Confluence of Ubiquitous/Pervasive Computing and Artificial Intelligence. Springer.
- 3. Augusto, J.C. and McCullagh, P.** 2007. Ambient Intelligence: Concepts and Applications. Computer Science and Information Systems. (2007).
- 4. Bennett, S., Maton, K. and Kervin, L.** 2008. The digital natives debate: a critical review of the evidence. British Journal of Educational Technology. (2008), 775–786.
- 5. Carrol, J.** 1995. Scenario-based design: Envisioning work and technology in system development. John Wiley and Sons.
- 6. Cook, D.J., Augusto, J.C. and Jakkula, V.R.** 2009. Ambient Intelligence: Technologies, Applications, and Opportunities. Pervasive and Mobile Computing. 5, 4 (Aug. 2009), 277–298.
- 7. Franklin, D.** 1998. Cooperating with people: The intelligent classroom. Proceedings of the Fifteenth National Conference on Artificial Intelligence (1998).
- 8. Kinshunk, S.J., Sutinen, E. and Goh, T.** 2003. Mobile technologies in support of distance learning. Asian Journal of Distance Education. (2003), 60–68.
- 9. Nieblas Castellanos, J.A.** 2014. Desarrollo de un prototipo de inteligencia ambiental aplicado al aula de clases. Universidad de Colima.



- 10. Ramadan, B. Rabie A.; Hagra, Hani; Nawito, Moustafa; Faham, Amr El; Eldesouky** 2010. The Intelligent Classroom: Towards an Educational Ambient Intelligence Testbed. Sixth International Conference on Intelligent Environments (2010).
- 11. Santana-Mancilla, P.C., Echeverría, M.A.M., Santos, J.C.R., Castellanos, J.A.N. and Díaz, A.P.S.** 2013. Towards Smart Education: Ambient Intelligence in the Mexican Classrooms. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 106, (Dec. 2013), 3141–3148.
- 12. Staffan, B.** 2002. Designing mobile ad hoc collaborative applications. Proceedings of the Workshop on Mobile Ad Hoc Collaboration at CHI 2002 (2002).

12. Sobre los Autores

Alejandro Nieblas es Ingeniero en Sistemas y Maestro en Computación por la Universidad de Colima, cuenta con amplia experiencia en desarrollo de software y sistemas embebidos. Su experiencia profesional consiste en desarrollo de sistemas embebidos para domótica y modelado de circuitos electrónicos.

Juan Carlos Rojas recibió el título de Ingeniero en Telemática de la Universidad de Colima. Actualmente forma parte de un proyecto de innovación y desarrollo en el sector privado. Colabora con la comunidad del desarrollo de software en la Ciudad de México mediante el foro Chilango Dev. Durante su formación profesional se desempeñó como becario del Centro Universitario de Producción de Medios Didácticos (ahora Dirección General de Recursos Educativos) en diversos proyectos enfocados a la educación a distancia. Fue galardonado con el Premio Ceneval al Desempeño de Excelencia-EGEL del periodo septiembre - diciembre de 2012.



Pedro C. Santana Mancilla es profesor-investigador de tiempo completo de la Facultad de Telemática de la Universidad de Colima. Sus líneas de investigación se enfocan a la Interacción Humano Computadora y las Tecnologías para el Aprendizaje. Centra su investigación en impulsar el aprendizaje por medio de la tecnología con el apoyo de formas novedosas de interacción (inteligencia ambiental, realidad aumentada, interfaces naturales y tangibles, juegos serios), así como su evaluación: usabilidad, aceptación, experiencia de usuario y aprendizaje significativo. Es miembro senior del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), vocal de la Asociación Mexicana de Interacción Humano Computadora (AMexI-HC), y miembro de la Sociedad Mexicana de Ciencia de la Computación (SMCC), y de la Association for Computing Machinery (ACM). Así como Officer del Capítulo Mexicano de ACM SIGCHI.

Miguel A. García-Ruiz se desempeña como profesor-investigador de tiempo completo en el Departamento de Matemáticas y Ciencias de la Computación de la Universidad de Algoma, Canadá. Miguel obtuvo los grados de Ingeniero en Sistemas Computacionales y Maestro en Ciencias Computacionales en la Universidad de Colima, México y obtuvo el Doctorado en Ciencias Computacionales e Inteligencia Artificial en la Universidad de Sussex, Inglaterra. Sus intereses de investigación incluyen juegos serios y la interacción humano-computadora en video juegos. Miguel ha publicado resultados de su investigación en más de sesenta productos académicos incluyendo ponencias, artículos, capítulos de libro y libros.



Fermín Estrada González obtuvo el grado de ingeniero en comunicaciones y electrónica en 1993 y el grado de maestro en ciencias computacionales en 1995, ambos por la Universidad de Colima. Se ha desempeñado como catedrático de la Facultad de Telemática de la Universidad de Colima desde 1997. Es profesor-investigador de tiempo completo de la Facultad de Telemática desde 1999. El maestro en ciencias Estrada ha participado como ponente en varios congresos nacionales e internacionales y ha publicado artículos a nivel nacional e internacional. Sus principales áreas de interés son arquitectura de computadoras, diseño y desarrollo electrónico digital embebido para geo-posicionamiento.

