

# Aplicación de Bases de Datos Activas en Inteligencia Ambiental

Joselito Medina-Marín<sup>1</sup>, Octavio Brindis Pérez<sup>2</sup>, Juan Carlos Seck Tuoh Mora<sup>3</sup>,  
Norberto Hernández Romero<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Centro de Investigación Avanzada  
en Ingeniería Industrial, Carr. Pachuca- Tulancingo Km 4.5,  
Cd. Universitaria, Pachuca Hidalgo.

<sup>1</sup> jmedina@uaeh.edu.mx, <sup>2</sup> bipo2505@live.com.mx, <sup>3</sup> juanseck@gmail.com,  
<sup>4</sup> nhromero@uaeh.edu.mx

**Resumen** La Inteligencia Ambiental es un enfoque multidisciplinario el cual tiene como objetivo mejorar la forma en que las personas interaccionan con el medio que los rodea. El objetivo principal de esta área es preparar los lugares donde vivimos y trabajamos en ambientes más benéficos para todos. Las casas inteligentes son un claro ejemplo de la aplicación de la Inteligencia Ambiental, pero esta idea también puede ser utilizada en hospitales, transporte público, fábricas y otros entornos. El logro del objetivo de las Casas inteligentes depende en gran medida del desarrollo tecnológico (sensores y dispositivos inter- conectados a través de redes) así como la inteligencia implementada en el software diseñado para la toma de decisiones. El objetivo de este artículo es el de mostrar la factibilidad del uso de sistemas de bases de datos activas en el desarrollo de reglas aplicadas en la Inteligencia Ambiental, particularmente a las Casas Inteligentes.

**Palabras Clave:** Inteligencia Ambiental, Casas Inteligentes, Bases de Datos Activas.

## 1 Introducción

Actualmente, las computadoras se encuentran influenciando nuestra vida diaria, y existe un esfuerzo sustancial dirigido a incrementar la forma en que los dispositivos computacionales ayudan a la sociedad en general. En particular, la tecnología que está siendo desarrollada permitirá a las personas estar rodeadas de un ambiente artificial que los asista proactivamente. Si por ejemplo, en nuestro hogar se anticipa a nuestras necesidades y pronostica la presencia de peligros potenciales; o en una estación de transporte donde se facilite el trayecto de las personas; o bien, en un cuarto de hospital ayudando en el cuidado de un paciente; como se puede observar, existen fuertes razones para creer que nuestras vidas van a ser transformadas en las siguientes décadas por la introducción de un amplio rango de dispositivos que equiparán muchos

ambientes diversos con poder computacional. Estos dispositivos de cómputo está coordinados por sistemas inteligentes que integran los recursos disponibles para proporcionar un “ambiente inteligente”. Esta confluencia de tópicos ha llevado al desarrollo de un área llamada Inteligencia Ambiental (Ambient Intelligence, AmI).

## 2 Inteligencia Ambiental

La AmI [1] [2] está creciendo rápidamente como un enfoque multidisciplinario, el cual permite que muchas áreas de investigación tengan una influencia benéfica hacia nuestra sociedad. La idea básica detrás de la AmI es el enriquecimiento de un ambiente con tecnología (principalmente sensores y dispositivos interconectados a través de una red), un sistema puede construirse para tomar decisiones en beneficio de usuarios de ese ambiente basado en la recopilación de información en tiempo real y datos históricos acumulados. AmI tiene una relación decisiva con muchas áreas de ciencias de la computación. Las áreas más relevantes son la inteligencia artificial, computación ubicua o pervasiva, sensores, y la comunicación mediante redes. Debe aclararse que, mientras la AmI se nutre de todas estas áreas, no debe ser confundida con alguna de éstas en particular. Todas son todas relevantes, pero ninguna de ellas cubre completamente a la AmI. Es decir, la AmI une a todos estos recursos para ofrecer servicios flexibles e inteligentes a usuarios actuando en sus ambientes.

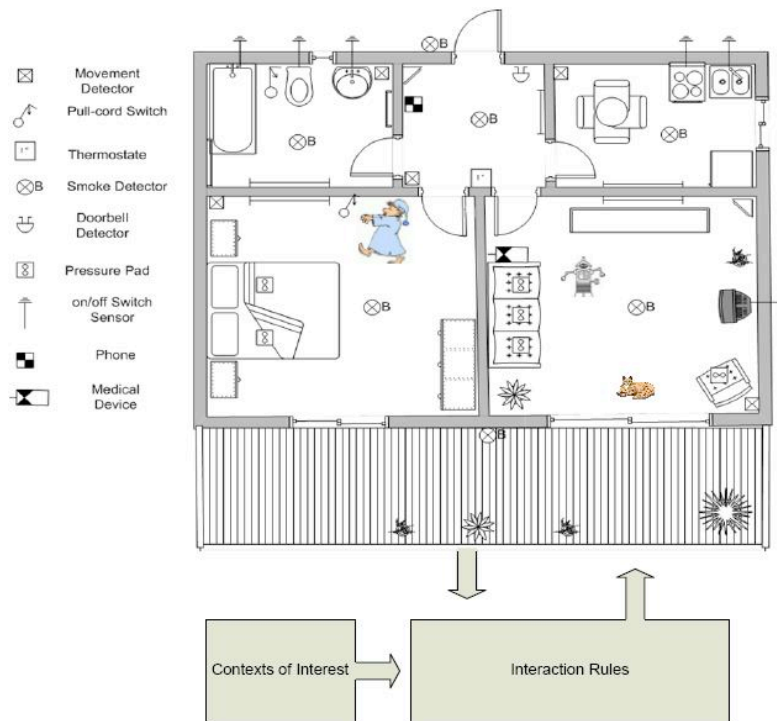
Como Raffer sucintamente expresó [3], la AmI puede definirse como: “Un ambiente digital que le da soporte a la gente en su vida diaria de una forma no intrusiva”.

La AmI está alineada con el concepto de “cómputo desaparecido” ó “cómputo invisible”, En [4][5] se menciona que “las tecnologías más profundas son aquellas que desaparecen. Se tejen así mismas en la fábrica de la vida diaria hasta que son indistinguibles”.

La noción de cómputo invisible está ligada directamente con la noción de cómputo ubicuo [6] o cómputo penetrante [7], como lo llamó más tarde IBM. Algunos autores igualan los conceptos de cómputo ubicuo y cómputo penetrante con Inteligencia Ambiental, sin embargo, puede argumentarse que los sistemas ubicuos y penetrantes son en sí el conjunto de dispositivos que carecen de algo clave: el requerimiento explícito de “inteligencia”.

### 2.1 Casas Inteligentes.

Como un ejemplo de un ambiente enriquecido con AmI están las casas inteligentes (Smart Homes) [8]. en la figura 2.1 puede verse un ejemplo de la descripción de un *layout* básico de una casa inteligente.



**Fig. 2.1.** Elementos de una casa inteligente.

El término de casa inteligente lo podemos entender como una casa equipada con servicios avanzados para sus usuarios. Naturalmente, que tan inteligente debe ser una casa para ser catalogada como casa inteligente es un problema subjetivo. Por ejemplo, una habitación puede tener un sensor para indicar cuando su ocupante está dentro o fuera, y en este contexto mantener las luces encendidas o apagadas. Sin embargo, si los sensores solamente se basan en el movimiento y no en un sensor de posición, digamos por ejemplo que, la puerta puede detectar cuando una persona sale, pero si una persona se encuentra en la habitación leyendo algún libro, y mantiene una posición fija, el sistema puede confundirse y apagar las luces. Si el sistema confunde la ausencia de la persona con la ausencia de movimiento, entonces no lo podemos considerar como un sistema inteligente. La tecnología disponible en nuestros días es muy rica. Muchos artefactos y artículos de una casa pueden ser enriquecidos con sensores para recolectar información acerca del uso de las instalaciones de la casa, y en algunos casos, actuar independientemente de la interacción humana. Algunos ejemplos de estos dispositivos son los aparatos electrodomésticos (estufas, refrigeradores), artículos del hogar (tapetes, camas, sofá), y dispositivos para adecuar la temperatura (aire acondicionado, calentadores). Los beneficios esperados de esta tecnología pueden ser: (a) incremento en la seguridad de la casa (por ejemplo, monitoreando los patrones en el estilo de vida o las actividades más recientes de los usuarios y proporcionando asistencia cuando una posible situación de peligro se está presentando, (b) confort (por ejemplo, ajustando la

temperatura automáticamente), y (c) en la economía (por ejemplo, controlando el uso de las luces). Existe una amplia gama de sensores y actuadores, desde aquellos que funcionan de manera independiente (por ejemplo sensores de humo), hasta aquellos que se encuentran embebidos en otros dispositivos (por ejemplo, en hornos de microondas, en camas), y también aquellos que pueden ser usados como prendas (por ejemplo, camisas que monitorean los latidos del corazón).

En recientes aplicaciones se incluye el uso de Casas Inteligentes para proporcionar ambientes seguros a personas con necesidades especiales, y éstas puedan tener una mejor calidad de vida. Por ejemplo, en el caso de las personas que se encuentran en las primeras etapas de demencia senil (el caso más frecuente de los adultos mayores que sufren de la enfermedad de Alzheimer), el sistema puede ser hecho a la medida para reducir riesgos y garantizar cuidados apropiados en momentos críticos, mediante acciones de monitoreo, diagnosticando situaciones de interés y avisando a las personas que se encuentren a cargo.

Para definir el comportamiento de una Casa Inteligente, es factible la utilización del modelo de reglas ECA (evento-condición-acción), ampliamente utilizado en el desarrollo de bases de reglas para Bases de Datos Activas (BDA).

### **3 Bases de Datos Activas**

Un Sistema de Base de Datos tradicional realiza las operaciones mencionadas sobre los datos, a través de comandos o instrucciones definidas por el administrador de la Base de Datos o los usuarios de la misma, es decir, si un usuario de la BD desea agregar, modificar, eliminar o simplemente hacer una consulta a la BD, entonces debe ejecutar los comandos necesarios para llevar a cabo estas operaciones.

Sin embargo, existen sistemas en el mundo real, donde de acuerdo a lo que esté ocurriendo en el universo de discurso, es necesario realizar una acción o procedimiento dependiendo de los cambios que hayan ocurrido, si de antemano se conocen las acciones que se deben ejecutar y el momento en que éstas deben ejecutarse, entonces es factible definir una serie de procedimientos para incorporarle a la base de datos este comportamiento.

Los esquemas tradicionales de sistemas de bases de datos no tienen la capacidad de soportar a los sistemas descritos en el párrafo anterior, en los cuales es necesario especificarle a la BD un comportamiento de reacción automática ante los cambios que se susciten dentro del universo de discurso de la BD, ya que de hacerlo un usuario humano es posible que incurra en errores en la detección de eventos.

Por esta razón surgieron los sistemas activos de bases de datos, mejor conocidos como Sistemas de Bases de Datos Activas (SBDA), los cuales deben ser capaces de detectar los eventos que ocurren en el universo de discurso, verificar el estado de la base de datos durante la ocurrencia de eventos, y además, ejecutar acciones o procedimientos dentro de la BD sin la intervención directa de un usuario humano.

Para proporcionar el comportamiento activo a una BD es necesario definir reglas que describan la reacción automática que debe seguir el manejador de la BD, también conocidas como reglas activas. La forma más general para lograr la definición de las reglas activas es mediante la aplicación del modelo de regla Evento-Condición-Acción

(ó regla ECA), en la cual se define el evento que debemos detectar, la condición que debemos evaluar contra el estado que guarde en esos momentos la BD, así como la acción o grupo de acciones que se ejecutarán si la evaluación de la condición es verdadera. La mayoría de los sistemas comerciales (SYBASE, ORACLE, SQL Server, etc.[10], [11]) ofrecen funciones para darle comportamiento activo a una base de datos, por medio de la definición de “triggers” o “disparadores”.

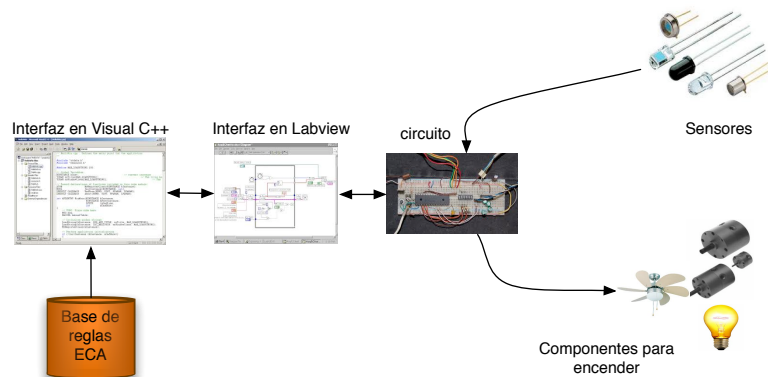
El área de aplicación de un SBDA es muy amplia, desde sistemas de bases de datos administrativos, hasta sistemas de bases de datos de control en aerolíneas y de control de hospitales, así como monitoreo de transacciones financieras, identificación de actividades inusuales en el sistema, cumplimiento de restricciones de integridad, mantenimiento de datos derivados, generación oportuna de reportes, realización de procesos periódicos, entre otros [12]. Además, se han utilizado SBDA para la detección de intrusos en redes, utilizando el sistema VenusIDS [13].

Una de las áreas donde se ha comenzado a utilizar a los SBDA es en la definición de reglas en casas inteligentes. Las reglas que se utilizan en una casa inteligente pueden ser definidas mediante el modelo de reglas ECA, utilizadas en los SBDA.

#### 4 BDA en casas inteligentes

Se llevó a cabo la implementación de una interfaz de usuario, donde es posible definir reglas de tipo ECA para estipular e comportamiento que la casa inteligente debiera tener, ante la ocurrencia de ciertos eventos.

La plataforma de esta interfaz se muestra en la figura 4.1.



**Fig. 4.1.** Plataforma para proporcionar comportamiento reactivo a una casa inteligente.

Los eventos que ocurren en el medio ambiente son monitoreados mediante sensores. Los sensores envían la señal detectada a través de un circuito electrónico, y se recibe en la interfaz implementada en LabView. A su vez, LabView genera esta información en formato numérico para que la interfaz desarrollada en Visual C++ interprete estos datos, y los compare con los rangos establecidos en la base de reglas ECA. Si alguno de estos datos de entrada provoca el disparo de alguna de las reglas, la interfaz en

Visual C++ envía la orden a la interfaz en LabView para que se ejecute la acción correspondiente. Esta interfaz genera la señal correspondiente para que se encienda (o apague) el dispositivo que se indicó de acuerdo a la regla ECA.

## 6 Conclusiones

Es factible la utilización del modelo de reglas ECA en la definición de reglas para casas inteligentes, ya que pueden ser adaptados para denotar situaciones presentes en la inteligencia ambiental. Sin embargo, es importante tomar en cuenta que para poder tener un control total de los eventos que ocurren en una casa, se necesitaría contar con los sensores apropiados para cada tipo de evento. Además, el control de los dispositivos que controlarían las variables que se están monitoreando, requieren de dispositivos que apoyen en el control. Por ejemplo, si se desea controlar la temperatura de una habitación, es necesario tener el sensor de temperatura, así como el aire acondicionado y el calefactor para aumentar o disminuir la temperatura.

Por otro lado, es importante tomar en cuenta la complejidad que se origina en la base de reglas ECA, cuando el número de reglas tiende a crecer. Para esto, es necesario implementar algoritmos que aseguren la estabilidad en el sistema, y evitar problemas de inconsistencia en los datos.

## Referencias

- [1] IST Advisory Group. The european union report, scenarios for ambient intelligence in 2010, 2001.
- [2] J.C. Augusto and D. Cook. Ambient Intelligence: applications in society and opportunities for AI. IJCAI, Hyderabad, India, January 2007. Lecture Notes for the tutorial given during 20th Int. Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 2007).
- [3] Raffler. Other perspectives on ambient intelligence, 2006.
- [4] M. Weiser. The computer for the twenty-first century. Scientific American, 165:94104, 1991.
- [5] Norbert Streitz and Paddy Nixon. Special issue on "the disappearing computer". In Communications of the ACM, V 48, N 3, pages 3235. ACM Press, March 2005.
- [6] M. Weiser. Hot topics: Ubiquitous computing. IEEE Computer, 26(10):7172, 1993.
- [7] D. Saha and A. Mukherjee. Pervasive computing: A paradigm for the 21st century. IEEE Computer, 36(3):2531, March 2003.
- [8] JC. Augusto and CD. Nugent. Designing Smart Homes: the role of Artificial Intelligence. Springer, 2006.
- [9] Elsmari R., Navathe S. B., "Sistemas de Bases de Datos, Conceptos fundamentales". Segunda Edición. Editorial Addison-Wesley. ISBN 0-201-65370-2.
- [10] Ye-In-Chan, Fwo-Long-Chen, "RBE: a rule-by-example active database system", Software -Practice and experience, Vol. 27, No. 4; April 1997; pp. 365-394
- [11] Paton N.W., Diaz O., "Active Database Systems", ACM Computing Surveys, Vol. 31, No. 1, 1999, pp. 64-103
- [13] L. Warshaw and L. Obermeyer and D. Miranker and S. Matzner, (1999) "VenusIDS: An Active Database Component for Intrusion Detection", Applied Research Laboratories, University of Texas, Austin.