

# Visores Sensoriales para Navegar en Entornos Físicos Aumentados

Paúl E. Estrada-Martínez, J. Antonio García-Macías y Jesús Favela-Vara  
*Departamento de Ciencias de la Computación, CICESE.*  
*Km. 107 Carretera Tijuana-Ensenada. Ensenada, B.C. México*  
*{pestrada, jagm, favela}@cicese.mx*

**Abstract**—Actualmente existe una gran cantidad de dispositivos que poseen al menos algún tipo de sensor. Además, la reducción de costos de producción y la constante miniaturización de componentes está creando nuevos tipos de sensores que pueden integrarse en los objetos de la vida cotidiana para convertirlos en objetos aumentados que perciben el entorno. Sin embargo, tras este hecho surge el problema de encontrar nuevos mecanismos para interactuar con ese tipo de objetos. Los visores sensoriales pueden proveer una interfaz sencilla, amigable y no intrusiva para esta tarea. En este artículo, se presenta la implementación de un sistema de asistencia a la toma de medicamentos, una de las aplicaciones de los visores sensoriales.

**Index Terms**—Objetos aumentados, realidad aumentada, visores sensoriales

## I. INTRODUCCIÓN

El cómputo ubicuo o *ubicomp*, considerado como la tercera ola del cómputo [1] [2], representa una visión del mundo donde las personas interactúan con ambientes mejorados con recursos computacionales, de tal forma que las capacidades de cómputo permiten proporcionar servicios e información a las personas, mezclando la tecnología con el ambiente hasta ser indistinguible.

Para lograr esta visión se requiere de una infraestructura tecnológica que sea barata, de bajo consumo energético y que cuente con medios de visualización convenientes para cada situación. Además, se necesitan aplicaciones de software que aprovechen estas nuevas características y una red que sirva de enlace entre todos estos elementos para proveer servicios.

Actualmente la constante evolución de dispositivos como celulares, computadoras portátiles y la tendencia a la miniaturización de sus componentes, mayor capacidad de procesamiento, así como la creación de nuevos dispositivos con estas características, está fomentando nuevas formas de interacción humano-computadora y visualización de información [3]. Además, debido a la existencia de redes de comunicación a gran escala como telefonía celular, internet, satélites, radio frecuencia, entre otras, se está creando un ambiente idóneo para aplicaciones de cómputo ubicuo.

Otra tecnología necesaria para crear servicios de cómputo ubicuo son las redes inalámbricas de sensores (WSN -

Wireless Sensor Networks), con las cuales se pueden percibir características del entorno como la temperatura, humedad, ubicación geográfica, movimiento, sonido, entre otras. Debido a su pequeño tamaño, se pueden colocar sensores en objetos físicos de la vida cotidiana, creando entornos físicos con objetos aumentados y que proveen un servicio de valor agregado. Además, tecnologías como RFID, códigos QR, códigos de barra, entre otras, pueden servir para la identificación de los objetos [4].

Este tipo de objetos aumentados son llamados *sentient artefacts* y permiten capturar el contexto del usuario de una manera intuitiva, ya que no requieren una interacción explícita [5]. El contexto es cualquier información que puede utilizarse para caracterizar la situación de una entidad. Una entidad es una persona, lugar u objeto que es considerado relevante para la interacción entre el usuario y la aplicación, incluyendo al usuario y la aplicación misma [6].

Sin embargo, esta integración de objetos aumentados en el ambiente crea un nuevo reto de interacción humano-computadora, que es ¿cómo puede un usuario interactuar con los objetos de un entorno físico aumentado?

Una alternativa para esta interacción se presenta en [7], donde se introduce el concepto de *sentient visors* (visores sensoriales). Los visores sensoriales son dispositivos portados por el usuario que tienen una pantalla y una cámara (por ejemplo: un *smart phone* o *tabletPC*). Estos dispositivos se pueden utilizar para interactuar con los objetos aumentados; el usuario apunta hacia un objeto y la interacción se lleva a cabo a través de realidad aumentada (*AR - Augmented Reality*).

Este artículo presenta la aplicación de un visor sensorial como asistente en la toma de medicamentos. El resto del artículo está organizado de la siguiente manera: en la sección 2 se presenta el escenario de aplicación. En la sección 3 se describe la arquitectura y los detalles de implementación del visor sensorial. En la sección 4 se presentan las conclusiones de este trabajo y por último en la sección 5 se menciona el trabajo futuro.

## II. ESCENARIO

Las personas que necesitan tomar muchos medicamentos, con frecuencia enfrentan el problema de tener que recordar varios horarios y cantidades específicas de ingesta para cada medicamento. Algunas ocasiones las personas no toman el medicamento simplemente porque se les olvidó hacerlo. En

otras ocasiones las personas toman el medicamento más de una vez, o incluso toman la dosis equivocada. Todas estas situaciones pueden llevar a malas, y algunas veces, terribles consecuencias.

Suponga el siguiente escenario: La Sra. Loaiza es una típica mujer de edad avanzada que necesita tomar algunos suplementos vitamínicos y varios medicamentos al día. Sin embargo, con frecuencia se le olvida tomar alguno de los medicamentos o en ocasiones se le olvida cuál de ellos ya ha tomado y vuelve a tomar el mismo medicamento dos veces, incluso hasta más.

Al darse cuenta de esta situación, su hijo que vive en otra ciudad a varios kilómetros de ahí, le compra un teléfono celular que no solo le permite hacer llamadas y conversar más tiempo con su madre, sino que trae integrada una aplicación de visor sensorial para ayudarle en la toma de sus medicamentos. Ahora cuando la Sra. Loaiza tiene alguna duda, solo tiene que apuntar con la cámara del teléfono hacia el medicamento. Al hacer esto, la pantalla del teléfono le muestra mediante gráficos o animaciones, el medicamento exacto que debe tomar con la dosis exacta. Además, en caso de que todavía no sea el horario establecido, el teléfono también le muestra en pantalla la hora exacta en que debe tomar el medicamento.

Por otra parte, gracias a que la Sra. Loaiza posee su visor sensorial, su médico puede acceder vía web al sistema de registro de los medicamentos, y modificar la dosis cuando así lo requiera. Además puede ver la bitácora de ingesta de medicamentos, lo cual le permite monitorear si su paciente está siguiendo el tratamiento médico de forma adecuada.

### III. IMPLEMENTACIÓN

#### A. Arquitectura

Para implementar el sistema de visor sensorial para el escenario de la toma de medicamentos, primero se definió la arquitectura (Fig. 1) del sistema, la cual consta de un servicio web para proveer los datos al visor sensorial, base de datos para almacenar la información de los medicamentos, el sistema de monitoreo remoto para el médico, la aplicación de visor sensorial para el usuario, y finalmente, un contenedor inteligente para el medicamento. Para desarrollar el sistema de visor sensorial se utilizó el lenguaje de programación Java [8], PHP [9] y el motor de base datos MySQL [10]. Además se utilizó Processing [11] para realizar las animaciones con realidad aumentada.

#### B. Identificación con Códigos QR

Para que el visor sensorial pueda identificar el medicamento al que está apuntando el usuario, en este trabajo se hace uso de los códigos QR. Este código de dos dimensiones tiene codificado el URI (Uniform Resource Identifier) del medicamento. Entonces, el visor sensorial analiza la imagen que recibe a través del flujo de video del dispositivo para detectar algún código QR. Cuando el visor sensorial detecta uno de estos códigos, decodifica su contenido y obtiene el URI del medicamento. Además, es importante mencionar que

durante esta tarea no se requiere ninguna acción por parte del usuario. Únicamente requiere apuntar hacia el medicamento y el visor sensorial realiza la identificación en tiempo real. Para implementar esta funcionalidad se utilizó la librería Zxing [12].

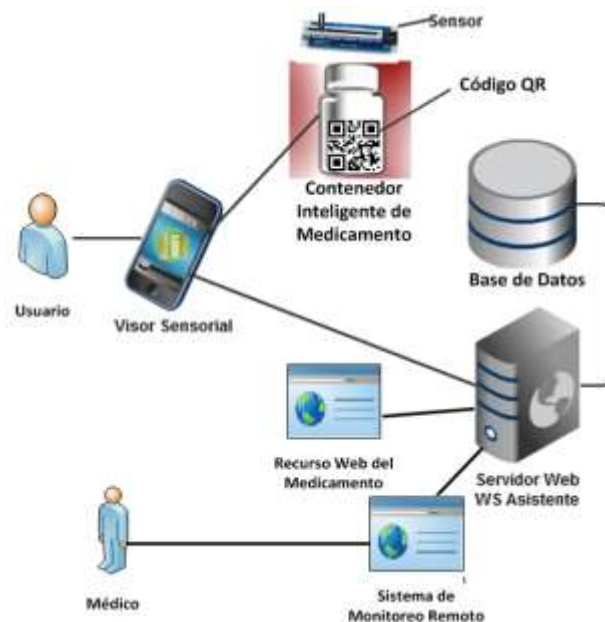


Fig. 1. Arquitectura del Sistema de Visor Sensorial: Asistente de Medicamentos

#### C. Servicio Web para el Visor Sensorial

La aplicación de visor sensorial que utiliza el usuario, se comunica con el servidor a través de un servicio web de arquitectura REST (Representational State Transfer). Cuando el usuario apunta con la cámara de su dispositivo hacia el medicamento, el visor sensorial decodifica el código QR y obtiene el URI (Uniform Resource Identifier) del recurso web enlazado al medicamento. Entonces el visor sensorial consulta el recurso web mediante una petición GET y el servidor le responde con los datos del medicamento, los cuáles poseen una representación en formato XML (Extensible Markup Language).

#### D. Monitoreo Remoto para el Médico

La implementación de este visor sensorial también posee un sistema de monitoreo remoto para el médico, el cuál puede acceder desde su propia computadora vía internet y ver la bitácora de ingesta de los medicamentos de su paciente. Además, cuando así lo necesita, el médico puede modificar la dosis del medicamento a través de este sistema de monitoreo remoto.

#### E. Contenedor de Medicamento Inteligente

Para dotar de mayor funcionalidad al sistema de asistente de medicamentos, en este trabajo se construyó un prototipo de un contenedor inteligente (Fig. 2) para medicamento utilizando un *phidget* [13]. Este contenedor inteligente es una caja de

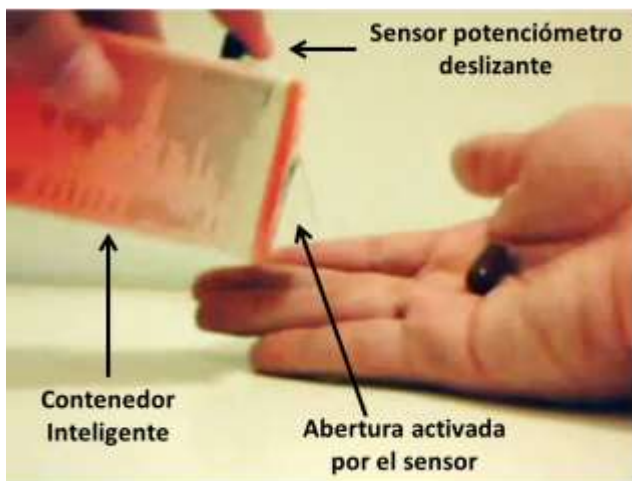


Fig. 2. Prototipo de un contenedor inteligente, integrado con un sensor potenciómetro deslizante

medicamento integrada con un sensor potenciómetro deslizante y una pequeña puerta en la parte superior del contenedor, de tal forma que para sacar medicamento del contenedor, el usuario tiene que deslizar la pequeña palanca del sensor hacia atrás. Al hacer esto, el contenedor abre la puerta por donde sale el medicamento. Además, el sensor registra este evento en el sistema de monitoreo, con lo cual se lleva el control de la ingesta de medicamento del usuario.

#### F. Alerta de Sonido

Con el propósito de brindar la mayor cantidad de mecanismos de apoyo al usuario para que tome sus medicamentos adecuadamente, el asistente de medicamentos también posee un verificador de horario integrado en el sistema web de los medicamentos. Este verificador de horario funciona de manera autónoma y se encarga de verificar los medicamentos asignados al usuario. Cuando el verificador de horario detecta que el usuario debe tomar algún medicamento dentro de los próximos 10 minutos, activa una alarma de sonido como mecanismo de alerta, que se repite por algunos segundos. Esto sirve para recordarle al usuario que debe tomar un medicamento. En caso de que el usuario no recuerde cuál es, puede revisar los medicamentos con la aplicación de visor sensorial.

#### G. Visor Sensorial y Realidad Aumentada

Para concluir con la implementación del asistente de medicamentos, se desarrolló la aplicación de visor sensorial que interactúa con los mecanismos descritos anteriormente. Esta aplicación funciona con una interfaz de realidad aumentada.

La realidad aumentada (AR) es una variación de los ambientes virtuales o realidad virtual. Mientras las tecnologías de ambientes virtuales sumergen al usuario en un ambiente sintético, la realidad aumentada permite percibir el mundo real mediante la superposición de objetos virtuales. Así, la realidad

aumentada incrementa la percepción del usuario y su interacción con el mundo real [14].

En este trabajo, se hace uso de la realidad aumentada para mostrar en la pantalla del dispositivo del usuario, gráficos o animaciones que indiquen la acción a tomar. De esta forma, cuando el usuario apunta con la cámara hacia un medicamento, el asistente de medicamentos muestra una imagen de color verde junto con la dosis requerida, para indicar que el usuario debe tomar ese medicamento (Fig. 3). En caso de que el medicamento no sea el correcto o que aún no sea la hora establecida, el usuario ve en su pantalla una imagen de color rojo indicándole que no lo tome o que espere la hora indicada (Fig. 4).



Fig. 3. Aviso de Realidad Aumentada para Tomar el Medicamento



Fig. 4. Aviso de Realidad Aumentada para esperar el horario indicado

#### H. Rastreo de Posición Mediante Códigos QR

Una característica interesante de este trabajo, es la técnica de rastreo que se está utilizando para detectar la posición en la pantalla donde se van a mostrar los gráficos de realidad aumentada. Actualmente, para desarrollar aplicaciones de

realidad aumentada se puede elegir un sistema de rastreo basado en marcadores 2D, colocando un marcador en el objeto para que la aplicación sepa donde mostrar lo que necesite, o se puede elegir un sistema sin marcadores basado en reconocimiento visual mediante algoritmos de visión para extraer puntos de interés o características de la imagen.

En este trabajo se utiliza únicamente el sistema basado en marcadores, pero a diferencia del enfoque tradicional donde se utilizan marcadores con figuras o texto simple (Fig.5), en este trabajo el rastreo del objeto se lleva a cabo utilizando el mismo código QR. Con esto se tiene la ventaja de que no es necesario utilizar otro marcador adicional solamente para saber dónde mostrar los gráficos de realidad aumentada, sino



Fig. 5. Ejemplo de Marcador tradicional 2D para Realidad Aumentada



Fig. 6. Puntos de control de un Código QR

que a partir de los puntos de control del código QR (Fig. 6), se obtienen las coordenadas del código en la pantalla, y es ahí donde la aplicación muestra los gráficos de realidad aumentada.

#### IV. CONCLUSIONES

En este trabajo se presentó un sistema de asistente de medicamentos, una de las aplicaciones de los visores sensoriales. Desarrollar este tipo de aplicaciones no es una tarea sencilla, requiere de varios componentes de software y hardware que se deben mezclar e interactuar entre sí, para implementar un sistema que sea amigable y no intrusivo para el usuario.

Al construir nuevas interfaces físicas inteligentes utilizando sensores, se promueve el diseño e implementación de interfaces que no modifiquen en gran medida el estilo de vida de las personas. El contenedor inteligente utilizado en este trabajo es un ejemplo de ese tipo de interfaces, las cuales otorgan un nivel de consciencia del contexto a las aplicaciones, ya que pueden percibir o detectar la información que los sensores recolectan. Esto abre una inmensa área de oportunidad para el desarrollo de aplicaciones conscientes del contexto.

Por otro lado, la interfaz de realidad aumentada que se utilizó en este trabajo, proporciona otro tipo de interacción entre los usuarios y el mundo real. A través de los visores sensoriales, los usuarios son capaces de navegar por el mundo real, viendo información de los objetos del entorno cotidiano y pueden tomar decisiones en base a esta información.

#### V. TRABAJO FUTURO

Aunque este trabajo presenta una aplicación de los visores

sensoriales, existen muchísimos más escenarios donde pueden utilizarse. Escenarios tan familiares como el de la toma de medicamentos en este trabajo, asistentes de compras para el supermercado, aplicaciones de control ambiental para los hogares, control remoto de otros dispositivos, o simplemente obtener información del entorno. Por lo que se piensa seguir trabajando en la investigación de nuevas aplicaciones para los visores sensoriales.

Por otra parte, este mismo escenario de la toma de medicamentos puede mejorarse todavía más. Por ejemplo, sería una característica de valor agregado que el contenedor inteligente pudiera generar una orden de compra o solicitud en la farmacia para el medicamento una vez que éste se haya terminado. Además, podría mostrarse también mediante realidad aumentada, sugerencias de compra en base al mejor precio, antes de que el usuario acuda a la farmacia a buscar el medicamento.

También se podría extender este trabajo para incluir la interacción con tecnologías como RFID y lectura de códigos de barra.

#### REFERENCIAS

- [1] Weiser, M. 1991. The computer for the twenty-first century. *Scientific American*. 265 (3): 94-104 p.
- [2] Weiser, M. y Brown, J. 1996. The coming age of calm technology. Book: *Beyond calculation: the next fifty years*, 75-85 p.
- [3] Kinsman, R. 2010. Mobile visualisation: current trends & user experiences. In *Proceedings of 2010 Designing Usable Systems*. University of Strathclyde, Glasgow, Scotland. 22-25 p.
- [4] Carter, S., Liao, C., Denoue, L., Golovchinsky, G., Liu, Q. 2010. Linking digital media to physical documents: comparing content- and marker-based tags. *IEEE Pervasive Computing*, pp. 46-55.
- [5] Kawsar, F., Fujinami, K., y Nakajima, T. 2005. Augmenting everyday life with sentient artefacts. In *Proceedings of the 2005 Joint Conference on Smart Objects and Ambient intelligence: innovative Context-Aware Services: Usages and Technologies* (Grenoble, France, October 12 - 14, 2005). *sOc-EUSAI '05*, vol. 121. ACM, New York, NY, 141-146.
- [6] Dey, A. K. 2001. Understanding and Using Context. *Wearable Computers. Personal and Ubiquitous Computing, Special issue on Situated Interaction and Ubiquitous Computing*, 5 (1).
- [7] Aviles Lopez, E., Villanueva Miranda, I., Garcia Macias, J. A., y Palafox Maestre, L. E. 2009. Taking Care of Our Elders through Augmented Spaces. In *Proceedings of the 2009 Latin American Web Congress (La-Web 2009)* (November 09 - 11, 2009). LA-WEB. IEEE Computer Society, Washington, DC, 16-21.
- [8] Java, <http://www.oracle.com/us/technologies/java/index.html> (Último acceso: Julio 26 de 2010)
- [9] PHP, <http://php.net/index.php> (Último acceso: Julio 26 de 2010)
- [10] MySQL, <http://www.mysql.com/> (Último acceso: Julio 26 de 2010)
- [11] Processing, <http://processing.org/> (Último acceso: Julio 26 de 2010)
- [12] Zxing. Zebra Crossing. Image Processing Library. <http://code.google.com/p/zxing/> (Último acceso: Julio 26 de 2010).
- [13] Greenberg, S. y Fitchett, C. 2001. Phidgets: easy development of physical interfaces through physical widgets. In *Proceedings of the 14th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology* (Orlando, Florida, November 11 - 14, 2001). *UIST '01*. ACM, New York, NY, 209-218.
- [14] Azuma, R.T. 1997. A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. 6 (4): 355-385 p.