

# Un modelo para integrar la sensibilidad al contexto en aplicaciones de realidad aumentada para dispositivos móviles

## Model to integrate context aware in augmented reality applications on mobile devices

Iván José Emmanuelle Rivas-Jiménez,<sup>1\*</sup> María Antonieta Abud-Figueroa,<sup>1</sup> Celia Romero-Torres<sup>1</sup>

<sup>1</sup>División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Orizaba  
Oriente 9 854, Emiliano Zapata, Orizaba, Veracruz. México. CP 94320

\* Correo-e: irivas@acm.org

### PALABRAS CLAVE:

realidad aumentada, sensibilidad al contexto, dispositivo móvil, computación ubicua, reconfiguración de la aplicación

### RESUMEN

La sensibilidad al contexto busca detectar y adaptarse a los cambios que afectan el desempeño de una aplicación. A partir del creciente aumento del desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada, se observa la necesidad de utilizar un enfoque de sensibilidad y adaptación para optimizar el desempeño y brindar mayor calidad al usuario; sin embargo, no existen modelos o arquitecturas que guíen la integración de la sensibilidad al contexto para este tipo de aplicaciones. En este trabajo se propone un modelo para incorporar la sensibilidad al contexto con aplicaciones de realidad aumentada en dispositivos móviles.

### KEYWORDS:

augmented reality, context awareness, mobile devices, ubiquitous computing, reconfiguration of the application.

### ABSTRACT

Context awareness aims to detect and adapt to changes that affect the performance of an application. Given the increasing development of augmented reality applications, is necessary to have an approach of sensitivity and adaptation for optimizing the performance and offer higher quality to the user. However, there are no models or architectures to guide the integration of the context awareness to these applications. This paper presents a model to incorporate context awareness with augmented reality applications on mobile devices.

## 1 INTRODUCCIÓN

Actualmente la popularidad de dispositivos móviles como teléfonos inteligentes y tabletas electrónicas se encuentra en aumento. Esto provoca que el desarrollo de *software* se oriente cada vez más hacia la plataforma móvil, e incluso que lleguen a existir aplicaciones exclusivas para este tipo de dispositivos. No obstante, a pesar de la creciente proliferación y del aumento de las capacidades en *hardware* y *software* de los dispositivos móviles, las aplicaciones desarrolladas para esta plataforma aún muestran dificultades cuando se presenta un cambio en el contexto en el cual se están ejecutando. Por ejemplo, un cambio en la disponibilidad de los recursos debido a los requerimientos del propio dispositivo o debido a un cambio en las preferencias de usuario.

Una de las ideas surgidas a partir de la computación ubicua es lograr que las capacidades de computación sean trasladadas y descentralizadas de las computadoras a diversos dispositivos dispersos por el entorno, para permitir una interacción “en todo lugar-en todo momento” y de una manera mucho más natural. De ahí emergen las aplicaciones sensibles al contexto, que buscan evaluar el entorno del dispositivo y del usuario para adaptarse a los cambios que se presenten.

En la computación ubicua, contexto se refiere a cualquier información que sirve para determinar la situación de una entidad (persona, lugar, objeto), y se considera importante para la interacción entre usuario y aplicación [1]. El estudio del contexto toma relevancia debido al potencial que incorpora para mejorar el funcionamiento de una aplicación, optimizar la interacción humano-computadora y lograr un mayor grado de satisfacción en el usuario.

Muchos de los dispositivos móviles actuales cuentan con una gran cantidad de sensores (aceleración, orientación, proximidad, entre otros) y almacenan diversa información del usuario (cuentas de correo, redes sociales, ubicación, preferencias, entre otras). Las aplicaciones más actuales empiezan a utilizar estos recursos y datos como contexto con el objetivo de alcanzar la meta de la computación ubicua (brindar una interacción proactiva, natural y siempre disponible), pero en ocasiones el consumo de recursos dificulta el funcionamiento de estas aplicaciones; por ejemplo, cuando se utiliza la tecnología de realidad aumentada.

Las aplicaciones de realidad aumentada buscan mostrar objetos virtuales superpuestos sobre un escenario del mundo real comúnmente captado en video a través de la cámara del dispositivo, con ello se logra la idea de que el objeto mostrado se encuentra realmente en nuestra realidad.

El objetivo de este artículo es mostrar el desarrollo de un modelo base para unir, en una aplicación móvil, la sensibilidad y adaptabilidad de una aplicación sensible al contexto con la naturalidad de interacción que proporcionan las aplicaciones de realidad aumentada. La intención es permitir optimizar el desempeño, mantener la calidad a pesar de los cambios y lograr una mayor usabilidad en la aplicación resultante, además de servir de guía para el desarrollo de aplicaciones que necesitan de la sensibilidad para su enriquecimiento u optimización.

## 2 TRABAJOS RELACIONADOS

La meta principal de incorporar la sensibilidad al contexto en las aplicaciones de realidad aumentada es optimizar o mantener la calidad del objeto virtual a desplegarse, o de la aplicación en general. Varios autores reportan resultados de investigaciones relacionadas con el manejo del contexto. A continuación se enumeran los principales:

En [2] se presenta un método que mejora el posicionamiento de información con realidad aumentada mediante la técnica de *image-based layout* (delimitación basada en imagen) y el uso del GPS para evitar la obstrucción de puntos de interés del mundo real y facilitar la visualización del objeto al presentarlo en colores contrastantes y formas adecuadas de acuerdo al espacio físico donde será presentado el objeto virtual.

Otro trabajo interesante se presenta en [3], donde se menciona un mecanismo de adaptabilidad para videojuegos de realidad aumentada. El proyecto se basa en la creación de un modelo de usuario para identificar las preferencias, agrupar habilidades y posteriormente adaptarse a las capacidades del jugador, lo que permite mantener el equilibrio entre reto y curiosidad, y así optimizar la calidad de entretenimiento del usuario.

En [4] se presenta un *middleware* basado en Java para facilitar la portabilidad a diferentes sistemas operativos, y construido bajo *Open Services Gateway Initiative* (OSGI, Iniciativa de Servicios Abiertos). En

este trabajo se exponen diferentes configuraciones para una aplicación de realidad aumentada. De acuerdo a la conectividad a un servidor remoto y los recursos disponibles al alcance del dispositivo, se ejecuta la aplicación de realidad aumentada; al presentarse un cambio, el *middleware* analiza qué configuración se adecua más y la despliega en el dispositivo.

La incorporación de la sensibilidad al contexto no sólo se ha enfocado en los dispositivos móviles, también tiene crecimiento en otros ámbitos, como la creación de entornos inteligentes. En [5] se expone la creación de una capa de contexto y un mecanismo flexible para el almacenamiento y distribución de la información contextual para la reconfiguración de entornos inteligentes en España.

Los recientes avances tecnológicos en cuestión de sensores y cámaras evolucionaron en el ámbito de los dispositivos móviles, pero también cuentan con desarrollos importantes en otras áreas, como la vehicular. A través de estos dispositivos sensoriales ya es posible extraer información del camino y presentar retroalimentación posteriormente, pero se considera que el despliegue de información en pantallas ajenas al campo natural de visión del conductor (el camino) provoca distracciones y potencialmente genera accidentes. En [6] se describe el uso de objetos adaptativos con realidad aumentada para sistemas de asistencia de manejo. El resultado es un sistema capaz de adaptarse a las condiciones cambiantes del camino a través del uso de dos técnicas: *vanishing point detection* (detección de punto de fuga), que permite la detección del camino a través del cálculo de puntos que delimiten la carretera, y de *road surface detection*, detección de la superficie del camino, con el que se conoce el estado de ésta para finalmente combinar y presentar la información al conductor en su campo natural de visión.

En [7] se mostró un trabajo analítico y empírico sobre el entendimiento de la interacción contextual humano-computadora en móviles. Se expuso un cuerpo teórico robusto referente a la sensibilidad al contexto y la interacción constante ente el contexto y las interfaces que permita definir de manera clara objetivos para el desarrollo de nuevas aplicaciones en dispositivos móviles. En [8] se expuso un sistema de sensibilidad al contexto llamado Dynamix basado en el uso del *middleware* y marco de trabajo OSGi (Open Services Gateway initiative, Iniciativa de Servicios Abiertos) para lograr la sensibilidad al contexto en dispositivos móviles con Android. El proyecto se centró en lograr

que las aplicaciones se adaptaran inteligentemente y de manera fluida a diferentes situaciones-ambientes a través del uso de *plug-ins* para aumentar la potencia del dispositivo móvil cuando los recursos disponibles son insuficientes permitiendo optimizar el desempeño y la funcionalidad del dispositivo. En [9] se propuso un asistente para el seguimiento de instrucciones que trabaja en dispositivos móviles permitiendo que el usuario se familiarice con el dispositivo de forma práctica y sin la necesidad de adquirir nuevos dispositivos. El prototipo se probó en un dispositivo móvil HTC Desire con sistema operativo Android. Para el trabajo con realidad aumentada se utilizó ARToolKit y para el seguimiento de instrucciones se utilizó una estación de control JLCoper CS-102 MIDI. En [10] se expuso un estudio de usuarios referente a las expectativas que tienen sobre el desempeño de los servicios de realidad aumentada ofrecidos en dispositivos móviles. El estudio se desarrolló en centros comerciales con la idea de captar una gran variedad de usuarios y preferencias.

Como se observa, existen trabajos enfocados a integrar las capacidades que proporciona la sensibilidad al contexto para las aplicaciones de realidad aumentada, incluso se muestra cómo el uso de la información contextual permite la creación de entornos inteligentes.

En el presente trabajo se propone un modelo que permita la personalización de la aplicación por parte del usuario a través de la integración de diferentes componentes coordinados mediante el modelo, para lograr un desarrollo de aplicaciones mucho más dinámico y sencillo. La creación del modelo pertenece a un proyecto mayor, cuyo objetivo es integrarlo con una herramienta llamada ARATool [11], desarrollada por el Instituto Tecnológico de Orizaba. Con dicho *software*, y a través del modelo presentado, se logra integrar aspectos sensibles al contexto hacia aplicaciones de realidad aumentada, lo que permite a usuarios nuevos en este ámbito de desarrollo logren la creación de aplicaciones propias de una manera mucho más fácil al no tener que programar ningún código.

### 3 ENTENDIMIENTO DEL CONTEXTO

Este artículo se centra en estudiar y proponer la manera más eficaz de gestionar el contexto dentro de una aplicación de realidad aumentada para dispositivos móviles. Si bien el término *información contextual* considera demasiadas acepciones, que dependen en muchos casos del dominio y orientación de la

aplicación, es preciso considerar que incluso si se restringe el proyecto hacia las áreas de computación, el posible espectro de definiciones tiende a ser vasto. Para el presente trabajo se considera al contexto en el mismo sentido que en el área de desarrollo para aplicaciones sensibles al contexto. Su definición es: cualquier información capaz de utilizarse para caracterizar la situación de una entidad y que tenga relevancia para la interacción del usuario con la aplicación. La manera en la cual se determina, representa y modela la información contextual es un punto clave de este apartado, al igual que abordar el funcionamiento de la sensibilidad al contexto dentro del área de los dispositivos inteligentes.

La palabra *sensibilidad* se utiliza para indicar la capacidad de adquirir información, en este caso contextual, y de utilizarla para adaptarse a las necesidades del usuario o para un mayor rendimiento de la aplicación. En concreto, este artículo se enfoca en identificar la información contextual relevante para crear aplicaciones con realidad aumentada y la mejor manera de representar dicha información. Todo dato obtenido de una entidad se convierte en contexto al ser utilizada; sin embargo, no es posible crear un modelo que genere una cantidad desmedida de información. Al contrario, un buen modelo contextual resalta aquella información que tiene mayor probabilidad de ser necesaria para la sensibilidad al contexto. Para realizar un mejor tratamiento de la información contextual es necesario resumir las diferentes cualidades que el término *contexto* implica. De acuerdo con [4], para representar y modelar el contexto es necesario entender que:

- *Es información relevante en la interacción humano-computadora:* conocer el contexto en el cual interactúan el dispositivo, la aplicación y el usuario es importante debido a que sirve para optimizar el desempeño; por lo tanto, mejorar la relación humano-máquina.
- *Es información implícita:* es la que complementa el funcionamiento de la aplicación, como una entrada indirecta de datos pero que afecta potencialmente la comunicación con el usuario y el desempeño del sistema; sin embargo, una misma información es considerada contexto o entrada de datos dependiendo de la perspectiva que se quiera dar. Por ejemplo, enviar los datos de un formulario es, al mismo tiempo, entrada de datos por el envío

de información a petición del usuario, y es contexto implícito porque implica el conocimiento de lo que está realizando el usuario, en un momento y en un lugar dados.

- *Es relativo a quién o qué y la manera en que se interpreta:* se observa que el contexto es una percepción de la información con base en el interés de una entidad en particular, debido a que diversos “observadores” no necesariamente perciben la misma información, por lo cual se define que la información contextual depende de la interpretación, y no totalmente de sus propiedades intrínsecas.
- *Cambia con el tiempo:* si el contexto depende de la percepción de un observador, éste cambia porque con el paso del tiempo la situación en la cual se encuentra el observador evoluciona. De esto se deduce que el contexto es dinámico debido al paso del tiempo, y que solo representa un estado con un conjunto de variables en un instante dado.
- *Se describe por un conjunto de atributos (variables) y por la entidad de donde proviene:* es posible seleccionar rasgos de la entidad de la que proviene la información para determinar si realmente debe o no ser considerada contexto, independientemente de la interpretación subjetiva o implícita. Es decir, se identifica la entidad de la cual se pretende obtener la información y posteriormente se analizan los rasgos o atributos que mejor la describen y que, al existir un cambio en ellos, afecte la interacción usuario-aplicación.
- *Diferencia entre entorno, ubicación y contexto:* contexto, al igual que entorno, refiere aquellos rasgos, propiedades o atributos que cercan o circundan a una entidad, pero el segundo es una vista estática debido a que sólo alude a aquellos aspectos que no cambian o varían demasiado lento; mientras que el contexto representa aquellas circunstancias en las que se encuentra la entidad en un instante dado, a través del tiempo. De igual forma, un entorno es compartido por diversas entidades, pero el contexto es específico a una. Por otro lado, la ubicación es una característica o rasgo factible de utilizarse como información contextual, pero no representa el contexto en sí, únicamente lo conforma como una variable más.

Ahora bien, al entender los puntos anteriores es posible pasar a la representación del contexto,



que para este artículo constituye la creación de un modelo de información contextual enfocado hacia aplicaciones con realidad aumentada en dispositivos móviles Android.

## 4 MODELO

Para concretar los objetivos de este trabajo, como la integración de los beneficios de sensibilidad, adaptación y proactividad o intuición de trabajo de las aplicaciones sensibles al contexto con el diseño y naturalidad de interacción de las aplicaciones de realidad aumentada en dispositivos móviles, se muestra cómo realizar el modelado del contexto, la identificación de las variables que produzcan cambios o afecten la aplicación móvil, así como las características y componentes del modelo con el fin de crear una base que sirva de referencia para la integración de la sensibilidad al contexto en otras aplicaciones para dispositivos móviles.

### 4.1 Planteamiento del modelo de información contextual

Una aplicación sensible al contexto se conforma por un grupo de variables o entidades que, al modificar su comportamiento, afectan en mayor o menor medida el funcionamiento de la aplicación o la interacción con el usuario. Las variables a seleccionar e implementar varían de una aplicación a otra, dependen del objetivo que busca cada una y el beneficio que se pretende al utilizar las variables. En el caso de una aplicación de realidad aumentada, el propósito principal es desplegar un objeto virtual que simule estar en el mundo real; por lo tanto, las variables a seleccionar se enfocan en optimizar la presentación de dicho elemento o en mantener su calidad a pesar de situaciones que afecten su rendimiento o despliegue. También es posible seleccionar variables centradas en incrementar la calidad de la aplicación a pesar de que no se relacionen del todo con su meta principal.

Las variables pueden ser muy distintas: algunas están asociadas al usuario, otras al dispositivo móvil, algunas más a actividades, herramientas o aplicaciones con las cuales convive la aplicación móvil; inclusive hay otras que se asocian a las reglas de negocio por los cuales se rige. Por esta situación es necesario realizar un modelo global que permita delimitar qué aspectos de los diferentes contextos posibles se desea

evaluar para posteriormente identificar las variables pertinentes a los contextos seleccionados.

### 4.2 Modelo del mundo o contexto

Para modelar el contexto es necesario delimitarlo, debido a que existen infinitas situaciones con gran cantidad de variables y no es posible tomarlas todas en cuenta, pero sí es factible tomar una parte de esa realidad y representarla de una manera finita.

En el caso de una aplicación sensible al contexto se busca seleccionar enfoques sobre lo que se desea evaluar si se presenta un cambio o no. Para el caso concreto de este trabajo se determinó estudiar los cambios que se generan por la interacción del usuario y aquellos cambios que provienen del dispositivo móvil.

Se eligieron estos dos ejes debido a que son generales y a que se desea crear un modelo que sirva de guía para la integración de la sensibilidad al contexto en aplicaciones. También resultan ideales puesto que la gran mayoría de las aplicaciones en dispositivos móviles interactúan con el usuario en mayor o menor medida y comúnmente resultan afectadas por cambios producidos en el dispositivo.

Una vez delimitados los ejes por los cuales se obtendrán las variables del contexto, es necesario realizar un modelo específico para cada uno, que permita finalmente obtener las variables a evaluar.

### 4.3 Análisis del contexto del usuario

En este análisis se establecen los rasgos de los usuarios que se consideran para generar la sensibilidad al contexto. Son las variables que afectarán el desempeño de la aplicación al producirse un cambio en ellos; se requiere especificarlas adecuadamente con el fin de determinar los valores válidos de cambio para realizar la adaptación.

Es importante entender que existe una gran cantidad de rasgos del usuario, pero en este trabajo se consideran las siguientes, que pueden ser alteradas por el contexto: idioma, ubicación, edad, preferencia de imagen o video.

### 4.4 Análisis del contexto del dispositivo

De manera similar al anterior, en este análisis se definen rasgos del dispositivo que afecten el desempeño de la aplicación. Aquí también existe una gran cantidad de

rasgos posibles de evaluar, pero para el presente trabajo se analizan los siguientes: orientación, iluminación, ingreso de llamada telefónica y la capacidad de memoria del dispositivo.

#### 4.5 Diseño del modelo

Una vez seleccionadas las variables, se analizan con el fin de descartar aquellas que no son lo suficientemente fuertes para aportar una mejora o mayor rendimiento, o bien, cuando no es posible realizar su implementación por necesidades tecnológicas. También es posible regresar a los modelos anteriores con el objetivo de iniciar el proceso y determinar nuevas variables a analizar.

A continuación se muestran las variables analizadas, se indica cuáles fueron aprobadas y cuáles descartadas, con su respectiva justificación.

En las variables seleccionadas para el contexto del usuario se encuentran:

- *Idioma*. Se acepta esta variable debido a que es preferible presentar más de un idioma para que el usuario seleccione el de su preferencia, en vez de delimitarlo u orientarlo hacia un idioma específico.
- *Ubicación*. Se admite porque enriquece el funcionamiento de la aplicación de realidad aumentada al presentar diferentes objetos virtuales asociados a diversas ubicaciones físicas del usuario.
- *Edad*. Se considera esta variable debido a que se desea presentar diferentes contenidos de objetos virtuales asociados con varias edades de los posibles usuarios.
- *Preferencia de imagen o video*. Se descarta esta variable para permitir al diseñador y programador manejar a su preferencia la presentación de los objetos virtuales.

En cuanto a las variables seleccionadas para el contexto del dispositivo se observan:

- *Orientación*. Se admite esta variable debido a que muchas aplicaciones de realidad aumentada bloquean este sensor por motivos de requerimiento del despliegue del objeto virtual, pero es posible habilitarlo para otras secciones sin llegar a afectar el funcionamiento de la realidad aumentada.
- *Iluminación*. Se acepta con el objetivo encender el led de iluminación con el cual cuentan algunas

cámaras de los dispositivos móviles, y mejorar la visualización del objeto virtual en escenarios oscuros.

- *Ingreso de llamada telefónica*. Esta variable se descarta debido porque si al momento en que el objeto virtual se despliega, ingresa una llamada telefónica, no es posible almacenar toda la información del posicionamiento del objeto virtual respecto al marcador al cual está asociado.
- *Capacidad de memoria*. No se considera esta variable por motivo de los requerimientos de despliegue de la realidad aumentada, que al no cumplir con la capacidad requerida de memoria, no es posible ejecutar la aplicación, lo que deja muy poco por realizar al respecto.

En la figura 1 se muestran los modelos desarrollados y las variables aceptadas:

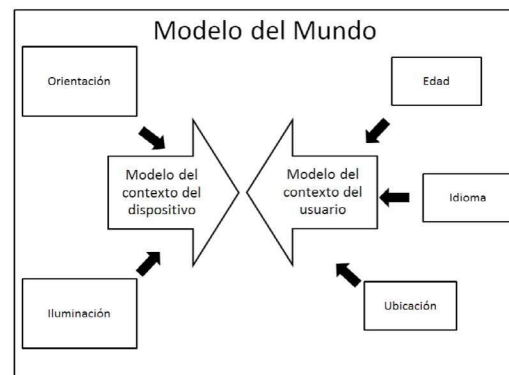


Figura 1. Modelo de sensibilidad al contexto para aplicaciones de realidad aumentada en dispositivos móviles

#### 4.6 Modelo base de sensibilidad al contexto plasmado en XML

Una vez identificados los contextos sobre los cuales se va a trabajar -en este caso implican al usuario, al dispositivo móvil y sus variables elegidas para evaluar con el objetivo de detectar cambios en ellas y adaptarse- es posible pasar a su representación, que para el presente trabajo es el lenguaje de marcado XML.

Al utilizar XML, que es un lenguaje extensible, se posibilita definir una gramática para la determinación de meta-datos, a través de los cuales se crea una representación abstracta de la realidad; en este caso, del contexto que se desea evaluar.

El objetivo de trabajar con XML es definir una estructura para seguir; es decir, se especifican acciones de respuesta de la aplicación con base en los cambios que se presenten en las variables, para lo cual es necesario proporcionar un conjunto de etiquetas que determinen o representen al grupo de variables del contexto. En el cuadro 1 se muestran las etiquetas generales del documento XML para modelar el contexto.

Finalmente se definió el grupo de etiquetas que corresponde a la representación del grupo de variables del contexto para que, con base en ellas, se ajuste la

**Cuadro 1.** Etiquetas de datos generales para la descripción del documento XML

ETIQUETA	DESCRIPCIÓN	VALOR	PADRE	MULTIPLICIDAD
<modelo> </modelo>	Raíz de la descripción	Ninguno	Raíz	1...1
<titulo> </titulo>	Nombre de la aplicación de realidad aumentada	String	Modelo	1...1
<autor> </autor>	Autor de la aplicación realidad aumentada	String	Modelo	1...1

**Cuadro 2.** Definición de las etiquetas para las variables del contexto

ETIQUETA	DESCRIPCIÓN	VALOR	PADRE	MULTIPLICIDAD
<contexto> </contexto>	Definición del contexto (usuario o aplicación)	Ninguno	Modelo	1...1
<orientacion> </orientacion>	Definición de la orientación del dispositivo	String	Contexto	1...1
<iluminacion> </iluminacion>	Definición del encendido del led del dispositivo móvil	String	Contexto	1...1
<idioma> </idioma>	Definición del lenguaje en el cual se presenta el texto de la aplicación	String	Contexto	1...1
<ubicacion> </ubicacion>	Definición de la ubicación del usuario a partir de la cual se desplegará el contenido	String	Contexto	1...1

aplicación. En el cuadro 2 se muestran las etiquetas necesarias para modelar las variables de cada contexto.

En la figura 2 se muestra un documento XML resultado del proceso de modelado del contexto.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<modelo>
  <titulo> Titulo de la aplicación </titulo>
  <autor> Nombre del autor </autor>
  <contexto>
    <orientacion> Valor </orientacion>
    <iluminacion> Valor </iluminacion>
    <lenguaje> Valor </lenguaje>
    <ubicacion> Valor </ubicacion>
  </contexto>
</modelo>
```

**Figura 2.** Modelo plasmado en el documento XML

El modelo no comprende únicamente la creación del documento XML, también abarca el análisis y delimitación del universo que engloba la interacción del usuario con la aplicación. La creación del documento XML es el resultado del análisis realizado, dicho documento permite tener un control de la aplicación, además de ser un mecanismo que permite almacenar las características principales con las que cuenta la aplicación de realidad aumentada.

La propuesta pretende ser una guía o una base para aquellas personas que buscan integrar el contexto para mejorar el funcionamiento de otro tipo de aplicaciones. La idea principal es observar cómo se delimita todo el panorama existente alrededor de la interacción del usuario con la aplicación y de qué forma se identifican aquellos aspectos que afectan de manera significativa el funcionamiento de la aplicación, con el objetivo de utilizar dichos aspectos para optimizar o evitar un mal funcionamiento por parte del *software*.

El modelo desarrollado se implementa como un módulo para la herramienta de autoría de aplicaciones de realidad aumentada ARATool, que es una aplicación *web* que facilita la creación de aplicaciones de realidad aumentada al permitir asociar, sin necesidad de programar, los marcadores de la aplicaciones con los objetos virtuales que se desea desplegar.

#### 4.7 Implementación del modelo con la herramienta ARATool

ARATool [11] es una herramienta *web* que permite la creación de diferentes aplicaciones de realidad



umentada para uso en dispositivos móviles con sistema operativo Android. Se basa la personalización de aplicaciones de realidad aumentada a través del manejo de un documento XML que permite establecer la relación entre los marcadores y el contenido virtual a desplegarse. Una vez creada la asociación entre los marcadores, el objeto virtual y la textura deseada, ARATool recopila el proyecto asociando el documento XML con el código Java de la aplicación móvil y genera un archivo .apk para instalarse en el dispositivo con Android. En la figura 3 se muestra la arquitectura de ARATool.

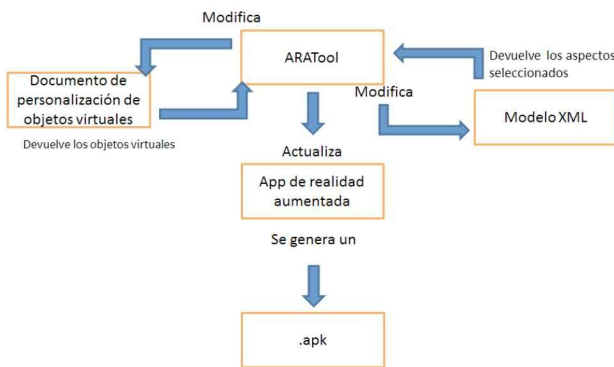


Figura 3. Arquitectura de ARATool

Para implementar correctamente el modelo aquí propuesto en la herramienta ARATool fue necesario modificar el programa de realidad aumentada; es decir, se agregaron las funciones que representan las variables del contexto, del tal manera que cuando el usuario seleccione los aspectos del contexto deseados a través de ARATool, la aplicación móvil sea reconfigurada incluyendo los aspectos elegidos y eliminando aquellos descartados por él. En la figura 4 se muestra el proceso funcional de la herramienta ARATool con el modelo integrado.

## 5 RESULTADOS

Actualmente el modelo se encuentra integrado y funcionando con la herramienta ARATool. En la figura 5 se muestran algunas imágenes de la aplicación ARATool con los rasgos sensibles al contexto integrados, así como de la aplicación de realidad aumentada resultante.



Figura 4. Proceso funcional de la herramienta ARATool con el modelo integrado

## 6 TRABAJOS A FUTURO

A manera de estudio de caso, y como forma de evaluación tanto del modelo como de las variables presentadas, se proyecta elaborar una aplicación de realidad aumentada con sensibilidad al contexto para un museo de numismática. Las variables seleccionadas para el contexto del usuario permitirán: adaptarse a los diferentes idiomas de los posibles visitantes; presentar distintos objetos virtuales de acuerdo a la ubicación del usuario, y presentar contenidos diferentes de acuerdo a la edad. En cambio, las variables seleccionadas para el contexto del dispositivo permiten orientar los textos a preferencia del usuario y encender el led en espacios poco iluminados.



**Figura 5.** Imágenes de la aplicación de realidad aumentada con los rasgos implementados

## 7 CONCLUSIONES

En la actualidad, se requiere sensibilidad al contexto para brindar mayor funcionalidad e interacción mucho más proactiva. Existen desarrollos que muestran la incorporación de este enfoque hacia aplicaciones con un gran consumo de recursos, como las de realidad aumentada, con el objetivo de obtener un mayor rendimiento y en aras de aumentar la satisfacción del usuario; sin embargo, debido a la falta de modelos o arquitecturas que cumplan como guías para la integración de la sensibilidad al contexto en otras aplicaciones, el proceso de desarrollo puede ser una actividad tediosa y difícil de lograr, máxime si no se cuenta con los conocimientos previos necesarios.

Conforme a lo analizado y presentado en este documento, se concluye que la creación de un modelo para la integración de la sensibilidad al contexto con la realidad aumentada en una aplicación para dispositivos móviles permite a los desarrolladores contar con una guía para la delimitación de los contextos y la selección de variables. Esto se constituye como una base que auxilia en la creación de aplicaciones de este tipo en dispositivos móviles.

El modelo, como se recalcó en el apartado 4.6, no debe ser visto como la representación de las variables en un documento XML. El modelo comprende en sí el entendimiento del contexto y sus diferentes significados; además involucra el estudio del contexto global alrededor del usuario y el dispositivo, e incluye la delimitación de los diferentes rasgos de información contextual que al variar afectarán el desempeño de la aplicación. En sí, se propone el modelo para integrarse con otra herramienta, en este caso ARATool, y lograr con ello una optimización de la interacción humano-computadora para aplicaciones de realidad aumentada en dispositivos móviles.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue patrocinado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México.



## REFERENCIAS

1. Shankar Anil, Sushil J. Louis, Sergiu Dascalu, Linda J. Hayes, Ramona Houmanfar. User-context for adaptive user interfaces. *Proceedings of the 12th international conference on Intelligent user interfaces (IUI '07)*. ACM, New York, NY, USA, 2007, pp. 321-324.
2. Grasset, R., Langlotz, T., Kalkofen, D., Tatzgern, M., Schmalstieg, D. Image-Driven View Management for Augmented Reality Browsers. *ISMAR '12 Proceedings of the 2012 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, Washington, DC: IEEE Computer Society Washington, 2012, pp. 177-186.
3. Yannakakis, G., Hallam, J., Real-time game adaptation for optimizing player satisfaction. *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, 2009, 1(2), pp. 121-133.
4. Verbelen, T., Stevens, T., et al. Dynamic deployment and quality adaptation for mobile augmented reality applications. *Journal of Systems and Software*, 2011, 84(11), pp. 1871-1882.
5. Coll, P., *Tratamiento de información contextual en entornos inteligentes*. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ingeniería Informática, 2006.
6. Bordes, L., Breckon, T., Katramados, I., Kheyrollahi, A., Adaptive object placement for augmented reality use in driver assistance systems. *Proceedings of the 8th European Conference for Visual Media Production*, 2011, trabajo núm. sp-1.
7. Kjeldskov J., Paay, J. Indexicality: understanding mobile human-computer interaction in context. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*. 2010, 17(4), pp. 14.
8. Carlson, D., Schrader, A. A wide-area context-awareness approach for Android. *Proceedings of the 13th International Conference on Information Integration and Web-based Applications and Services (iiWAS '11)*. New York: ACM, 2011, pp. 383-386.
9. Liu, Can., Huot, S., et al. Evaluating the benefits of real-time feedback in mobile augmented reality with hand-held devices. *Proceedings of the 2012 ACM annual conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '12)*. New York: ACM, 2012, pp. 2973-2976.
10. Olsson, T., Lagerstam, E., Kärkkäinen, T., Väänänen-Vainio-Mattila, K. Expected user experience of mobile augmented reality services: a user study in the context of shopping centres. *Personal Ubiquitous Computing*, 2013, 7(2), pp. 287-304.
11. León, L. Desarrollo de una aplicación web que realice la construcción de aplicaciones de realidad aumentada para dispositivos móviles Android. *Tesis de Maestría*, Instituto Tecnológico de Orizaba, México, Marzo 2014.

*Acerca de los autores*



Iván José Emmanuelle Rivas Jiménez es Ingeniero en Sistemas Computaciones por el Instituto Tecnológico de Orizaba desde 2012 y actualmente cursa la Maestría en Sistemas Computacionales en el mismo Instituto. Durante su periodo de residencias laboró para el Instituto de la Función Registral del Estado de México y en noviembre del 2014 realizó una estancia de investigación con el Doctor Harold Castro Barrera en la Universidad de los Andes, en Bogotá, Colombia.



Celia Romero Torres es Licenciada en Informática por la Universidad Veracruzana desde 1989. En febrero de 2005 obtiene el grado de Maestra en Ciencias en Ciencias Computaciones en el Instituto Tecnológico de Orizaba. Ejerce como profesor de tiempo completo en el mismo Instituto. Actualmente es la coordinadora del programa de Maestría en Sistemas Computacionales



María Antonieta Abud Figueroa es Ingeniero en Electrónica por la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa desde 1984, y Maestra en Ciencias en Sistemas de Información por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey-Morelos, desde 1991. Fue profesora de tiempo completo en el ITESM Campus Central de Veracruz entre los años 1985 y 1993; desde 1995 es Profesora-Investigadora en el área de posgrado del Instituto Tecnológico de Orizaba. Su línea de investigación es la ingeniería de *software*.