

# Proveedor de Servicios Basados en Localización para Dispositivos Móviles

Hernán A. Castañeda, Juan D. Gómez y Alexander Leal

*UNIVERSIDAD SANTO TOMAS, Medellín.*

*Grupo de Investigación en Comunicaciones Inalámbricas - GICOMI*

*hernan.castañeda@gmail.com ; juan.gomez@ieec.org ; alex@ustamed.edu.co*

Recibido para revisión May-2006, aceptado Jun-2006, versión final recibida Jun-2006

**Resumen:** El significativo incremento en la oferta de servicios de datos prestados hoy a través de las redes móviles, ha creado la necesidad de buscar elementos diferenciadores, que garanticen la acogida y aceptación de estos servicios en un mercado que sobrepasa ampliamente los 1000 Millones de Usuarios en todo el mundo. El grupo GICOMI está convencido que personalizar este tipo de servicios según la ubicación física del usuario dentro de la red, no solo le agrega valor a la información entregada al usuario, sino que hace el servicio mucho más atractivo y competitivo. La idea central de este artículo es presentar un nuevo modelo de integración de aplicaciones, orientado a facilitar la implementación de servicios, abstrayendo de manera eficiente al proveedor de contenidos de la complejidad de la red móvil y permitiéndole obtener de manera sencilla datos de posicionamiento de los usuarios, los cuales le permitan personalizar la información que se le presenta a los mismos. En principio repasaremos los conceptos básicos para los sistemas basados en localización empezando con las técnicas mismas de localización, sus ventajas y desventajas, luego explicaremos que es en esencia un servicio basado en localización para luego entrar a revisar los conceptos más importantes de la Arquitectura de Servicios Web, que es el eje central de la implementación de nuestra Aplicación, y por último entraremos a describir en detalle el funcionamiento del Proveedor de Servicios Basados en Localización y la manera como pensamos implementarlo ilustrando al final, el funcionamiento del sistema, por medio de un escenario práctico de uso.

**Palabras Clave:** Dispositivos Móviles, Localización, Servicios Web, XML (eXtensible Markup Language)

## 1 INTRODUCCIÓN

La telefonía móvil ha percibido un gran desarrollo durante la última década, lo cual ha llevado a una masificación del servicio y con este un crecimiento en las diferentes plataformas de prestación de servicios móviles que han ido evolucionando del simple tráfico de voz al acceso a Internet, SMS - *Short Messaging System*, MMS - *Multimedia Messaging System* y actualmente a los nacientes servicios basados en localización. Esta tendencia enfrenta a los operadores y a los desarrolladores al reto de brindar contenidos y aplicaciones atractivos a los usuarios.

Colombia no es la excepción a la gran dinámica actual que percibe el mercado móvil, inclusive hoy en día, es uno de los mercados más importantes de Latinoamérica con un franco incremento en la penetración de la telefonía móvil y tres operadores en disputa del mercado (dos de ellos subsidiarias de grandes jugadores del mercado móvil mundial). Pero a pesar de esta situación, aún no se presenta una tendencia de uso de servicios de valor agregado que en nuestro país está casi exclusivamente restringido al SMS.

## 2 LOCALIZACIÓN DE DISPOSITIVOS MÓVILES

Al hablar de servicios basados en localización uno de los aspectos principales es determinar la ubicación del usuario móvil dentro del área de cobertura, y ésta puede ser bastante variable pasando de ambientes rurales o semirurales a ciudades e inclusive ambientes al interior de construcciones.

Los sistemas de localización se basan en una serie de técnicas básicas:

**Celda de Origen (COO - Cell of Origin):** Al estar el dispositivo móvil (MS - *Mobile Station*) en el área de cobertura de una estación de la red, por ejemplo una célula de una red GSM - *Global System for Mobile Communication*, si la celda tiene una identificación particular esta puede usarse para determinar la localización del móvil.

**Tiempo de llegada (ToA - Time of Arrival) o Diferencia de Tiempo de llegada (TDoA - Time Difference of Arrival):** En ToA la distancia entre el dispositivo móvil y la estación base (BS - *Base Station*) se mide a partir del tiempo que toma en propagarse la señal entre ellos (Figura 1), para éste cálculo se requieren

al menos tres estaciones base.

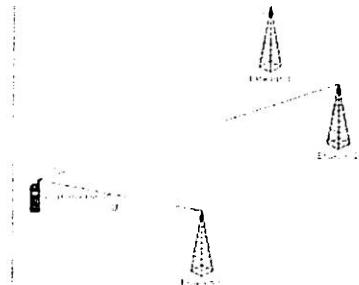


Figura 1: Esquema de localización por tiempo de arribo

Geométricamente es como si se tuvieran círculos centrados en las estaciones fijas con radio igual a la distancia al móvil (Figura 2).

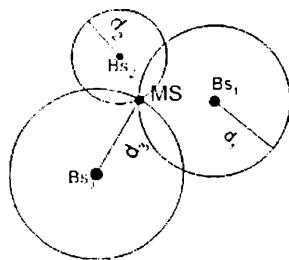


Figura 2: ToA. Representación geométrica

Esta técnica presenta dificultades en zonas rurales donde es difícil encontrar las tres estaciones bases requeridas.

En TDOfA se miden las diferencias en el arribo de las señales a diferentes BS en vez del tiempo de viaje de la señal. En GSM esta técnica se conoce como E-OTD - *Enhanced Observed Time Difference*.

**Ángulo de llegada (AoA - Angle of Arrival):** La localización de un dispositivo móvil puede determinarse midiendo el ángulo de arribo de la señal a diversas estaciones base (Mínimo dos) mediante relaciones geométricas (Figura 3). Esto requiere que se tenga un arreglo de antenas o antenas directivas separadas un ángulo fijo entre ellas.

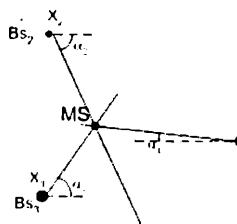


Figura 3: Determinación de la posición de un dispositivo móvil mediante AoA

**Medida del nivel de señal:** La ubicación puede determinarse a partir del modelo de pérdidas por propagación que relaciona la potencia con el cuadrado de la distancia entre emisor y receptor, este método es afectado por obstáculos como paredes o árboles.

### 3 TECNOLOGÍAS DE LOCALIZACIÓN DE DISPOSITIVOS

#### 3.1 Sistema de posicionamiento Global (GPS)

Está formado por una constelación de 24 satélites que orbitan alrededor de la tierra en 6 planos orbitales distintos con 4 satélites por plano (Figura 4) de manera que en cualquier punto de la tierra haya entre 5 y 11 satélites visibles en un momento dado. Son necesarios 4 satélites para ubicar un objeto en 3 dimensiones con una precisión de hasta 3 mt.

Para sistemas móviles actuales el uso de GPS no es práctico debido a que los móviles deben estar equipados con sistemas GPS dentro del equipo, es más común usar métodos como ToA, AoA o Cell-ID.

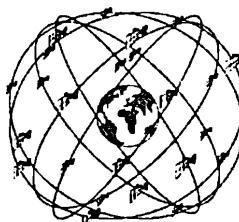


Figura 4: Constelación GPS (Tomado de "Location-Based Services". Jochen Schiller y Agnès Voisard)

#### 4 CELL-ID

Opera en redes GSM, GPRS - *General Packet Radio Services* y WCDMA- *Wideband CDMA (Code Division Multiple Access)*. Requiere que la red identifique la BTS - *Base Transceiver Station* en la cual se encuentra el dispositivo y la ubicación de ésta. Si se está realizando una llamada la información de la celda se actualiza en tiempo real, en caso contrario la información será almacenada por la red en el HLR - *Home Location Register*; con el fin de mantener la información de ubicación actualizada la red realizará solicitudes periódicas al dispositivo con el fin de actualizar el Cell-ID.

La precisión de este método depende del diámetro de la celda que en GSM puede variar entre 2 Km y 20 Km. Con Picoceldas se puede lograr una precisión de hasta 150 mt.

**Cell-ID + TA - Time Advance:** Cada dispositivo dentro de una celda dada va a estar a una diferente distancia de la estación base, con el fin de mantener el sincronismo (En GSM los móviles y las estaciones base disponen de ciertos intervalos de tiempo para comunicarse) a medida que la distancia a la BTS aumenta, el dispositivo móvil envía cada ráfaga de datos antes del tiempo asignado, contrarrestando así el retardo introducido por el tiempo que le toma a la señal propagarse desde el móvil hasta la BTS. Esta información se puede usar para determinar la posición dentro de la celda con mayor exactitud, estos ajustes son hechos en pasos de 550 mt.

**Cell-ID + Potencia de señal:** Los móviles y las estaciones base intercambian información acerca del nivel de señal que el dispositivo recibe de la estación que le sirve. Usando modelos de pérdida por propagación puede determinarse la ubicación del dispositivo.

La Tabla 1 nos muestra las características de diversos sistemas de localización

La aplicación a realizar usará Cell-ID como medio para ubicar la posición del dispositivo móvil.

#### 5 SERVICIOS BASADOS EN LOCALIZACIÓN - LBS (*LOCATION BASED SERVICES*)

Se pueden definir los servicios basados en localización como servicios que permiten ofrecer a los usuarios un valor agregado, basados en la información de localización de los dispositivos móviles.

A principios de la década se empezó a dar impulso a los sistemas basados en localización por un lado por una determinación de la FCC - *Federal Communication Commission* en Estados Unidos para la implementación de E911 - *Extenden 911*. Ver <http://www.fcc.gov/911/enhanced> para redes móviles (2001) y en Asia NTT DoCoMo<sup>1</sup> lanzó un servicio de

localización de automotores que permitía hallar la ubicación del automóvil y cuanto tardaría en llegar a su destino. Con el tiempo en otros países se han ido implementando servicios basados en localización, pero aunque es un producto promisorio aún no ha alcanzado una posición dominante en los servicios de valor agregado.

En Colombia debido a que la expansión de los sistemas móviles ha sido relativamente reciente comparado con el resto del mundo no se han desarrollado este tipo de servicios, pero también debe tenerse en cuenta que, aunque joven, el mercado colombiano ha demostrado ser muy dinámico y puede generar el espacio para servicios basados en localización rápidamente. Las redes están preparadas, las compañías operadoras están comprometidas en ampliar sus servicios y los usuarios están mostrando una alta tendencia de consumo de teléfono celular.

Se debe entonces proveer contenido y servicios que atraigan a los usuarios, algunas posibles aplicaciones para servicios basados en localización se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Posibles aplicaciones de Servicios basados en localización

Tipo de aplicación	Descripción
Soporte a emergencias	Aplicaciones que permitan localizar a usuarios que llaman a los números de emergencia (911, 114, etc.)
Entretenimiento	Sistemas de mensajería que permitan a usuarios contactarse con contactos cercanos a ellos, conocer su ubicación y establecer contacto
	Juegos basados en localización
Información comercial	Ubicación de teatros, establecimientos comerciales o sitios turísticos
	Si un usuario se encuentra en un centro comercial puede tener información de la cartelera de cine de las salas en el sitio. Se abre la posibilidad de hacer reserva e incluso adquirir los boletos

#### 6 MODELO DE COMUNICACIÓN DE SERVICIOS BASADOS EN LOCALIZACIÓN

Los servicios basados en localización se pueden dividir en 3 capas, ver la Figura 5:

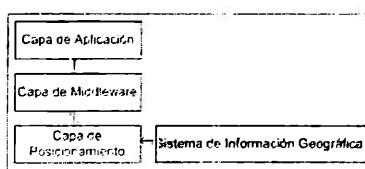


Figura 5: Capas de un sistema LBS

<sup>1</sup>Primer Operador Móvil Japonés

#### Capa de Posicionamiento (Positioning Layer):

Se encarga de determinar la ubicación del dispositivo móvil mediante las técnicas descritas anteriormente y se apoya en Sistemas de Información Geográfica (GIS- *Geographic Information System*).

**Capa de Middleware:** Esta entre la capa de Posicionamiento y la de Aplicación, de manera que "esconde" la complejidad de la información de posicionamiento, además al tener una interfaz global permite la integración con aplicaciones de terceros y facilita el desarrollo.

**Capa de aplicación:** Comprende todos los servicios que hacen uso de la información de la capa de posicionamiento para su ejecución.

### 7 SERVICIOS WEB

Los servicios web (XML Web Services) son interfaces de protocolos ya definido y estandarizados que permiten ofrecer servicios electrónicos. Los servicios Web están basados en los siguientes protocolos:

**XML - Extensible Mark-Up Language:** Es la piedra angular de los servicios web, en XML se basan UDDI - *Universal Description Discovery and Integration*, SOAP - *Simple Object Access Protocol* y WDSL - *Web Services Description Language*.

**HTTP - Hypertext Transfer Protocol:** Se encarga del transporte de datos entre el GGSN - *GPRS Gateway Support Node* de la red móvil y el servidor que provee el servicio web.

**WAP - Wireless Application Protocol:** Se encarga del transporte de datos desde el Dispositivo móvil hasta el GGSN de la PLMN- *Plain Land Mobile Network*.

**SOAP:** Es un protocolo basado en XML usado para invocar servicios web. Está compuesto de tres partes: una "envoltura" que define lo que hay dentro del mensaje y como procesarlo; reglas de codificación para expresar instancias de tipos de datos definidos por la aplicación y una convención para representar llamadas a procedimientos remotos y respuestas.

**UDDI:** Es un estándar basado en XML que permite describir, publicar y encontrar servicios web de una manera homogénea.

**WSDL:** Es el lenguaje usado para describir la manera de interactuar con el servicio web, los parámetros de invocación y el tipo de respuesta entregada.

### 8 ASPECTOS DE LOS SERVICIOS WEB MÓVILES

Los servicios web en dispositivos móviles presentan las siguientes ventajas:

- La estandarización de los servicios web permiten una integración simple.
- Independencia de la plataforma.
- Bajo requerimiento de procesamiento en el dispositivo móvil. La aplicación está ubicada en el servidor, no en el móvil, lo que disminuye las necesidades de procesamiento en el cliente.

El principal inconveniente que se presenta al usar servicios web móviles esta relacionada con la necesidad de procesar XML, pero para esto se presenta la opción de usar un sub grupo de XML llamado SML- *Simple Markup Language*.

### 9 SML

SML tiene las siguientes características:

- No tiene atributos
- No tiene instrucciones de procesamiento
- No tiene DTD - *Document Type Declaration*
- No tiene referencias a entidades que no sean de tipo carácter (JPEG)
- No hay secciones marcadas CDATA- *Character Data: Modelo de tipo de dato usado en XML con DTD's*
- Solo soporta codificación UTF-8
- No hay características adicionales

El uso de SML podría aligerar la carga de procesamiento requerida para procesar XML y también disminuir el tamaño de los mensajes y por ende el ancho de banda requerido para el servicio web.

### 10 INTRODUCCIÓN AL PROVEEDOR DE SERVICIOS

La idea de GICOMI es crear un Framework que permita interactuar con los usuarios de dispositivos móviles y así poder ofrecerles una gama de servicios personalizados en base a su posición actual. La manera como pensamos implementarlo, es creando una plataforma de Web Services utilizando Arquitectura Orientada a Servicios (SOA por sus siglas en inglés), por medio de la cual el dispositivo móvil al entrar en un área específica de cobertura de un servicio, invoca un Web Service básico, el cual esta disponible sin importar la localización del móvil y que recibe como parámetro únicamente un dato de posición del usuario, todo esto a través de un agente móvil.

## 11 EL AGENTE MÓVIL

El Agente Móvil es simplemente un aplicación construida en cualquier framework para móviles, ya sea J2ME - *Java 2 Mobile Edition*, Symbian o .NETCF - *Microsoft .NET Compact Framework*, el cual esta pre-cargado en el dispositivo del usuario. El propósito principal de este agente móvil es determinar la localización de la Terminal dentro de la red móvil, además el agente es el encargado de la invocación de los Web Services y de la representación de la información retornada por los mismos. La obtención del ID de Celda se realiza a través de un API - *Application Programming Interface* propia del lenguaje de programación en el que se desarrolle el agente móvil, por ejemplo en J2ME se utilizan las API's definidas en la JSR - *Java Specification Request* 170 y para Symbian las contenidas en la clase MBasicGsmPhoneNetwork, estas API simplemente proveen el ID de la celda donde se encuentra el móvil. Este parámetro de "Cell-ID" es el que se usa como parámetro para invocar el Web Service básico, éste a su vez, recibe el parámetro y se encarga de consultar en una base de datos con los servicios que hay disponibles para esa celda, retornando la lista de servicios disponibles al agente móvil, en el cual se pueden tomar dos acciones. Una es mostrar la lista al usuario para que este seleccione un servicio (método pull) o simplemente se invoca un servicio ya llamado o pre-programado con anterioridad sin necesidad de la intervención del usuario (método push). En el desarrollo de este proyecto utilizaremos J2ME con el JSR 179 para la construcción del Agente Móvil, lo cual nos permitirá llegar a una mayor cantidad de usuarios debido a la gran acogida que ha tenido esta tecnología en los fabricantes de dispositivos móviles, los cuales están fabricando millones de dispositivos con Java pre-instalado.

## 12 PROVEEDOR DE SERVICIOS BASADOS EN LOCALIZACIÓN

El Proveedor de Servicios Basados en Localización o PSBL es una aplicación de servidor que puede ser implementada en J2EE - *Java 2 Enterprise Edition* o .NET y es la encargada de exponer el Web Service básico y de crear fachadas para los servicios prestados en esa zona de cobertura. El PSBL dependerá ampliamente de BPEL4WS - *Business Process Execution Language for Web Services* ya que es un conjunto de componentes conectados a través de Web Services haciendo de este lenguaje la mejor opción para describir el flujo de los mensajes y la interacción entre los componentes. Otra opción interesante es implementar el PSBL basado en el lenguaje GSCML - *Generic Service Creation Markup Language* desarrollado por Mario Muñoz de la Universidad Carlos III de Madrid y explicado ampliamente en [Muñoz y García (2004)]. La implementación del PSBL

de GICOMI se hará en la plataforma .NET de Microsoft, aprovechando sus poderosas características orientadas a Servicios Web y la experiencia de los miembros del grupo con dicha plataforma. Para el motor de BPEL4WS es natural que usemos BizTalk Server ya que es el que mejor se acopla con la arquitectura Microsoft .NET.

## 13 ARQUITECTURA DEL PSBL

La idea del PSBL es que sea modular, es decir cada nuevo servicio se "conecta" al PSBL como un nuevo módulo, todo esto a través de tecnología de Web Services por lo que es independiente del lenguaje en el que este el PSBL y el nuevo módulo a instalar, simplemente debe seguir unos parámetros básicos y así exponer el servicio o la lista de servicios que este servidor alberga. Para enfatizar la importancia de este punto implementaremos dos proveedores de servicio, uno escrito completamente en Java y alojado en un servidor J2EE y otro escrito en C# y alojado en IIS - *Microsoft Internet Information Services* de Microsoft los cuales se conectarán con el PSBL .NET descrito en la sección anterior.

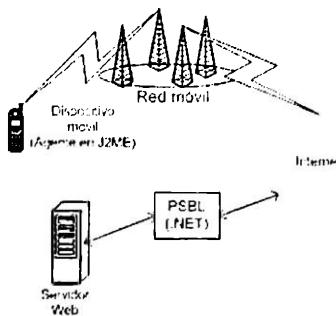


Figura 6: Arquitectura Básica del PSBL

La arquitectura del sistema es simple, primero tenemos el dispositivo móvil, el cual deberá tener una plataforma de ejecución de aplicaciones, como Symbian, J2ME o .NETCF, sobre alguna de estas plataformas corre el agente móvil, el cual se encarga de obtener la localización exacta del móvil, recibir los requerimientos del usuario, hacer las peticiones al PSBL y recibir, procesar y desplegar la información entregada por el servicio. Luego del agente tenemos el PSBL en sí, que es un framework escrito en .NET o J2EE que alberga una serie de servicios Web en arquitectura grupal, los cuales están altamente cohesionados por medio de BPEL4WS y se encargan de determinar los servicios disponibles en un área determinada, generar una fachada para dichos

servicios, recibir las solicitudes (requests) para servicios y enrutar estos requests a los servidores reales.

Por ultimo están los hosts de servicios, que son los que contiene el servicio en si, estos simplemente tiene que tener unos servicios básicos en arquitectura "gruesa"<sup>2</sup> que exponen los servicios prestados y unos servicios más específicos que exponen los resultados que se desean obtener.

#### 14 REDUNDANCIA PARA LA ARQUITECTURA DEL PSBL

Si se da una mirada detallada a la arquitectura del Sistema se puede ver claramente que cuando la cantidad de usuarios y a su vez de servicios, incremente, todas las transacciones del sistema deberán pasar por un único PSBL, el cual generaría un "cuello de botella" en el sistema.

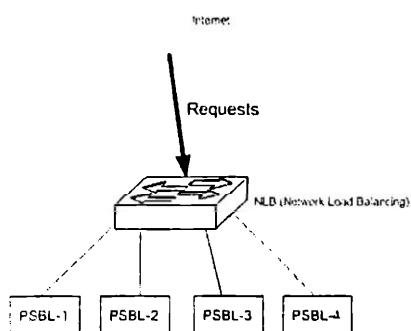


Figura 7: Arquitectura con múltiples PSBL's

Afortunadamente, y gracias a la naturaleza genérica del PSBL y la no-transacionalidad inherente a los Web Services es muy fácil pensar en un arreglo de PSBL's agrupados en un solo NLB - *Network Load Balancing* el cual se encarga de recibir los requerimientos y enviarlos a un PSBL cualquiera el cual lo procesa y devuelve una respuesta, el siguiente request es de nuevo recibido por el NLB y gracias a que no hay información de estado guardada en ninguna parte del sistema el NLB puede enrutar el nuevo request a un PSBL diferente al original, el cual estará en plena capacidad de atender el nuevo request sin necesidad de conocer la información previa que ya se había procesado.

<sup>2</sup>Del inglés "Coarse"

#### 15 EJEMPLO DEL FUNCIONAMIENTO DEL PSBL

Un ejemplo de servicio que se podría prestar a través del PSBL, es el restaurant finder, en este servicio el usuario entra a una zona en la cual quiere consumir algún tipo específico de comida, entonces dispara el agente móvil, el cual inmediatamente obtiene el ID de la celda en la cual el usuario se encuentra e invoca el servicios Web básico enviando este ID.

El PSBL recibe el ID de la celda y busca en una base de datos los servicios disponibles para esta área, supongamos que para esta área solo hay dos: el "Restaurant Finder" y el "Movie Finder", el PSBL genera una fachada para estos dos servicios y envía la respuesta al agente móvil.

Como el usuario desde un principio seleccionó el restaurant finder, el agente automáticamente lee la manera de invocar este servicio y renderiza cada una de las variables de entrada en unas cajas de texto y las muestra para que el usuario llene la información necesaria. También existe la opción, por ejemplo en el restaurant finder, de que una de las opciones sea una lista de selección múltiple con unas opciones contenidas en el host de servicios, para este escenario, lo que se hace es que se renderiza un link que al ser presionado invoca el servicio, el cual retorna todos los posibles valores de la lista, por ejemplo para el restaurant finder la lista contendría todos los tipos de comida que hay en el área, como comida oriental, comida típica, comida thai, comida argentina, etc.

Con esta lista el usuario selecciona por ejemplo "comida típica" e indica una distancia de radio en metros de la distancia máxima de los restaurantes con respecto a su posición actual, esta información va al PSBL y de ahí al host del restaurant finder, donde se realiza una consulta filtrando por el tipo de restaurante, el Cell-ID y el radio seleccionado por el usuario, dando como resultado una lista de restaurantes que cumple con dichas características, esta lista es organizada y enviada al PSBL que a su vez la entrega al agente móvil, el cual debe desplegar, en forma de links, toda la lista de restaurantes, cuando el usuario hace click en un restaurante entonces el agente consulta los datos del restaurante como la dirección del restaurante, teléfono, etc., también puede traer fotos del sitio, o de los platos, todo esta información se trae directamente del servicio y es formateada y renderizada para ser correctamente desplegada por el agente móvil. Otra opción interesante puede ser que el agente lance la pagina WAP del restaurante la cual contendría información mas detallada, o hasta un sistema interactivo de reservas, pedidos, etc.

## 16 CONCLUSIONES

La dinámica actual del mercado móvil colombiano presenta diferentes oportunidades para el desarrollo de servicios basados en localización y para esto los servicios web móviles y la localización de dispositivos mediante Cell-ID se presentan como la opción más adecuada para ofrecerlos dadas las facilidades técnicas que ofrecen.

El uso de servicios Web para la implementación de servicios basados en localización y la arquitectura planteada en este documento presentan importantes ventajas para los usuarios y para los operadores al brindar a los primeros una gran diversidad de servicios con una interacción simple y bajo costo de procesamiento y uso de memoria del dispositivo móvil, a los operadores, dada la modularidad del sistema se les facilita la escalabilidad y la expansión del portafolio de servicios disponibles a los

usuarios y adicionalmente funciones de balance de carga de la red (NLB).

Es indiscutible que al concebir un proyecto de integración de aplicaciones que involucre una diversidad de plataformas tan vasta como la del mundo móvil, los Servicios Web son la alternativa más eficiente de lograr una implementación práctica de un sistema de este tipo. Vimos como XML es ideal para ser usado en el mundo móvil e inclusive la existencia de sub-sets como SML que se ajustan a las necesidades específicas de los dispositivos móviles.

## REFERENCIAS

- Muñoz, M. y García, C. (2004), 'A new model for service and application convergence in 3G/4G Networks'. *IEEE Wireless Communications* 11(5), 6-12.

