

En español

## OneWeb: plataforma de adaptación de contenidos *web* basada en las recomendaciones del W3C Mobile Web Initiative

Francisco O. Martínez P.<sup>1</sup>, Gustavo A. Uribe G.<sup>2</sup>,  
Fabián L. Mosquera P.<sup>3</sup>

### RESUMEN

Las limitaciones con respecto a la experiencia de navegabilidad y facilidad de uso constituyen los principales obstáculos que enfrenta la *web* móvil para lograr una amplia aceptación mundial. Recientemente el W3C ha desarrollado una iniciativa conocida como Mobile Web Initiative (MWI), la cual define un conjunto de directrices para el diseño y presentación adecuada de interfaces web dirigidas a dispositivos móviles. El presente artículo describe las principales características y los módulos funcionales de OneWeb, una plataforma de adaptación de contenidos basada en las recomendaciones de MWI, desarrollada por el Grupo de Interés en el Desarrollo de Aplicaciones Móviles para Dispositivos Móviles - W@PColombia, adscrito al Grupo de Ingeniería Telemática de la Universidad del Cauca. Adicionalmente se presentan medidas de rendimiento y una comparación con sistemas de adaptación de contenido que operan actualmente. De manera experimental se obtuvieron tiempos de respuesta satisfactorios para entornos *web* móviles y se logró el cumplimiento de las recomendaciones de MWI sobre un conjunto de veinte páginas de prueba.

**Palabras claves:** contexto de entrega, MWI, *web* móvil, navegabilidad.

**Recibido:** diciembre 15 de 2009

**Aceptado:** enero 15 de 2011

### Introducción

La necesidad cada vez mayor de tener conectividad en cualquier momento y lugar, unida al gran número de dispositivos móviles con capacidades de navegación que se encuentran en el mercado, hacen de la Internet móvil una realidad que se proyecta como parte importante del futuro de la *web* (Kaikkonen, 2008).

A pesar de las tendencias de crecimiento tanto del uso de los dispositivos móviles como de la demanda de conexión a Internet, la navegación *web* desde un dispositivo móvil no es todavía algo práctico (Comscore, 2009; Shrestha, 2007). Limitaciones inherentes a los dispositivos como el tamaño de las pantallas, bajas capacidades de procesamiento, teclados reducidos y so-

In English

## OneWeb: web content adaptation platform based on W3C Mobile Web Initiative guidelines

Francisco O. Martínez P.<sup>4</sup>, Gustavo A. Uribe G.<sup>5</sup>,  
Fabián L. Mosquera P.<sup>6</sup>

### ABSTRACT

Restrictions regarding navigability and user-friendliness are the main challenges the Mobile Web faces to be accepted worldwide. W3C has recently developed the Mobile Web Initiative (MWI), a set of directives for the suitable design and presentation of mobile Web interfaces. This article presents the main features and functional modules of OneWeb, an MWI-based Web content adaptation platform developed by Mobile Devices Applications Development Interest Group's (W@PColombia) research activities, forming part of the Universidad de Cauca's Telematics Engineering Group. Some performance measurement results and comparison with other Web content adaptation platforms are presented. Tests have shown suitable response times for Mobile Web environments; MWI guidelines were applied to over twenty Web pages selected for testing purposes.

**Keywords:** Delivery context, MWI, Mobile Web, navigability.

**Received:** December 15th 2009

**Accepted:** January 15th 2011

### Introduction

Anywhere-, anytime-connectivity and the large number of Web-enabled mobile devices have made the mobile Web become an essential component for Web evolution (Kaikkonen, 2008). In spite of mobile device market growth and internet connection demand, Web navigation from mobile devices still remains impractical (Comscore, 2009; Shrestha, 2007). Some intrinsic restrictions on mobile devices such as screen-size, low processing capability, limited keyboards and different support formats, have restricted content providers' abilities to develop Web sites which can be successfully accessed from whole Web-enabled mobile device families and configurations (Canali *et al.* 2009).

<sup>1</sup>M.Sc. en Ingeniería, Universidad del Cauca. Docente Investigador, Grupo de Ingeniería Telemática, Departamento de Telemática, Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, Universidad del Cauca. formati@unicauca.edu.co

<sup>2</sup>Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, Universidad del Cauca. Estudiante de Ph.D. en Ingeniería Telemática, Universidad del Cauca, Colombia. guribe@unicauca.edu.co

<sup>3</sup>Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, Universidad del Cauca. Ingeniero de Desarrollo, Universidad del Cauca. zadinoel@gmail.com

<sup>4</sup>M.Sc. in Engineering, Universidad del Cauca. Researcher Professor, Telematic Engineering Group, Telematic Department, Universidad del Cauca, Colombia. formati@unicauca.edu.co

<sup>5</sup> Electronic and Telecommunications Engineer, Universidad del Cauca. PhD Student in Telematic Engineering, Universidad del Cauca, Colombia. guribe@unicauca.edu.co

<sup>6</sup>Electronic and Telecommunications Engineer, Universidad del Cauca. Development Engineer, Universidad del Cauca, Colombia. zadinoel@gmail.com

En español

porte para diferentes formatos, hacen que los proveedores de contenido tengan dificultades para desarrollar sitios web que funcionen correctamente en todos los tipos y configuraciones de teléfonos móviles que ofrecen acceso a la web (Canali *et al.*, 2009). En este sentido, es importante ofrecer al usuario una navegación cómoda por medio del contenido para que su experiencia sea lo más homogénea posible al acceder desde diversos dispositivos. Atendiendo esta necesidad, el W3C (World Wide Web Consortium) ha desarrollado una propuesta conocida como Mobile Web Initiative (MWI), la cual se constituye en un primer esfuerzo por trazar el camino hacia una web unificada cuyo contenido sea accesible desde cualquier tipo de dispositivo de acuerdo a las características particulares de éste.

El presente artículo tiene como objetivo central presentar las características más relevantes de la plataforma OneWeb, desarrollada con la finalidad de facilitar la adaptación de contenido web para dispositivos móviles, siguiendo los lineamientos definidos por la iniciativa W3C MWI y obteniendo las capacidades de los dispositivos de forma estática o dinámica. Además se describen algunos resultados experimentales que muestran que la aplicación de las políticas definidas por MWI no afectan significativamente los tiempos de respuesta ni el tamaño del contenido final; estas conclusiones se validaron mediante la comparación con otros sistemas de este tipo, considerando aspectos como: tamaño del contenido adaptado, cumplimiento de las recomendaciones MWI y contenido correctamente adaptado, dado que para algunas páginas el proceso no es aplicado satisfactoriamente, lo que provoca una respuesta de muy pocos kilobytes.

De acuerdo al contexto presentado, el artículo se encuentra estructurado de la siguiente manera: inicialmente, se realiza una descripción general de la iniciativa MWI del W3C y el concepto de contexto de entrega, parte fundamental en el proceso de adaptación; posteriormente, se presentan las características más relevantes de la plataforma OneWeb, incluyendo los algoritmos usados; finalmente, se ofrecen algunos resultados experimentales, incluyendo una comparación con sistemas actuales de adaptación de contenidos, conclusiones y varios trabajos futuros.

## La iniciativa MWI (Mobile Web Initiative)

El W3C es un organismo altamente reconocido en la industria por sus estándares en cuanto a generación, construcción y uso de contenido web. Recientemente el W3C ha definido una iniciativa denominada "Mobile Web Initiative" (W3C, 2008), cuyo propósito fundamental es el de garantizar que el usuario pueda obtener el mayor provecho posible de su dispositivo móvil y la web mientras navega (Leiba, 2009). Como parte de esta iniciativa se incluye un marco denominado "Buenas prácticas de la web móvil", que presenta una serie de recomendaciones dirigidas a facilitar la convergencia entre la web y el acceso a este tipo de contenido desde dispositivos de mano, tratando de superar, no sólo las limitaciones inherentes a los dispositivos móviles, sino también su amplia diversidad (W3C, 2007). Estas recomendaciones involucran a las empresas generadoras de contenido, desarrolladores de aplicaciones web y de adaptación de contenido. A continuación se resumen las principales recomendaciones de la MWI, las cuales han sido clasificadas en las siguientes categorías: sobre el comportamiento, navegación y *links*, campo de la página y su contenido, definición de la página y entradas de usuario.

In English

A comfortable navigation experience is thus very important for making accessing from multiple devices become a transparent process. Accordingly, W3C (World Wide Web Consortium) has developed a proposal known as the "Mobile Web Initiative" (MWI) as a first step towards a unified Web having accessible content adapted to mobile device capability.

This article introduces the most important features of OneWeb, a Web content adaptation platform for mobile devices which is based on W3C MWI with static and dynamic mechanisms for recovering mobile device features. Likewise, some experimental results are presented showing that MWI guideline implementation does not meaningfully affect response time or adapted content size.

These conclusions were validated by comparison with similar content adaptation systems, considering some aspects such as: adapted content size, MWI guideline implementation and well-adapted content; the latter aspect has been considered because some Web pages are not well-adapted, so response only includes a few kilobytes.

## The Mobile Web Initiative (MWI)

W3C is a well-known organization which is responsible for several Web standards. W3C has recently developed a proposal known as the "Mobile Web Initiative" (W3C, 2008) which looks for a user-comfortable Web navigation experience from mobile devices (Leiba, 2009). A "Mobile Web Best Practices" framework is included in MWI for developing some guidelines related to Web and mobile world convergence, according to mobile devices' implicit restrictions and market fragmentation issues (W3C, 2007). Content providers, Web application developers and content adaptation application developers are involved in such initiative.

## Sobre el comportamiento

Estas recomendaciones están dirigidas a los diseñadores de los sitios web y establecen aspectos relevantes que los guían para obtener un desarrollo adaptable a cualquier dispositivo, ejemplos: el contenido debe ser consistente con la URL, las páginas han de ser probadas en varias familias de dispositivos, entre otras.

## Navegación y links

Recomendaciones relacionadas con los hipervínculos y los métodos de navegación con el fin de que éstos sean útiles desde cualquier dispositivo y aprovechen de la mejor manera sus capacidades; ejemplos: las URL de los puntos de acceso al sitio deben ser cortas, las páginas tener una barra de navegación mínima en la parte superior, existir un equilibrio entre el número de enlaces y el de saltos para obtener la información deseada, entre otras.

## Campo de la página y su contenido

En esta categoría se hacen recomendaciones importantes acerca del contenido que se despliega en las páginas web; en especial, se enfoca en los aspectos de creación de contenido que sea fácilmente adaptable a las limitaciones de los dispositivos; ejemplos: evitarse el contenido que requiera capacidades especiales para su visualización, como es el caso de archivos multimedia de alta definición; el tamaño de la página sin imágenes debe ser menor a 10 kB ; el contenido requiere ser visible, con o sin imágenes de fondo, entre otras.

## Definición de la página

Recomendaciones acerca de los elementos que se encuentran presentes en el código HTML (lenguaje de marcado de hipertexto) de las páginas y en las cabeceras del protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP). Dichos elementos no alteran directamente el contenido de la página pero suelen afectar su presentación y en algunos casos el rendimiento del sitio web. Estas recomendaciones permiten que la presentación de la página esté bien definida y así, al realizar la adaptación de contenidos, se obtengan resultados satisfactorios. Ejemplos: en lo posible, evitar el uso de marcos o *frames*, e igualmente la utilización de tablas y de medidas relativas en el código HTML, entre otras.

## Entradas del usuario

Las limitaciones en los mecanismos de ingreso de datos es uno de los problemas más frecuentes en la web móvil. Las recomendaciones en esta categoría están orientadas a los diseñadores de los sitios web, teniendo en cuenta las restricciones del teclado y reduciendo al máximo la necesidad de entrada de datos del usuario; ejemplos: evitar el uso de entradas de texto libre; debe existir un orden lógico en los objetos navegables; la etiqueta de los controles en los formularios ha de estar junto al control correspondiente y especificarse por medio de la etiqueta *label*, entre otras.

## Contexto de entrega

En vista de la necesidad de adaptar el contenido para cada dispositivo o navegador se han creado los contextos de entrega, que no son más que descriptores de las capacidades del dispositivo o usuario que solicita el contenido. Sin los contextos de

## Overall behavior

These guidelines are aimed at Web page designers; these principles underlie adapted content delivery to mobile devices. Examples: thematic consistency of resources identified by a URI, pages must be tested on several device families, etc.

## Navigation and links

These guidelines are related to hyperlinks and navigation methods, consistent with mobile device capability. Examples: site entry point URLs must be short, having a minimal navigation bar at the top of the page and trade-off between navigation links and hops required to reach what a user is looking for, etc.

## Page layout and content

Some guidelines about the Web pages content are proposed; specifically, content creation aspects for intrinsic mobile device restriction adaptation are considered. Examples: multimedia content not easily rendered on mobile devices should be avoided (e.g. high definition images or videos), page size must not exceed 10 Kb without images, content must remain readable, even if there are background images, etc.

## Page definition

Some guidelines about aspects related to HTML code and HTTP headers are considered. These aspects do not alter Web page content directly but some presentation elements and performance aspects may be affected. These guidelines look for good Web page definition to improve content adaptation results. Examples: frames and tables should be avoided, relative units on Web page mark up should be used, etc.

## User input

Input systems are more restrictive on mobile devices than on desktop computers. These guidelines thus consider typical input restrictions on mobile devices to limit their use in Web site developer designs. Example: free entry text should be avoided, logical order through links, labels must layout properly in relation to the form controls they refer to and "label" tags must be used, etc.

## Delivery context

Delivery contexts are the answer to Web content adaptation requirements for every device or browser; they are descriptors for device and/or content user abilities. Dynamic adaptation would be impossible without a delivery context; however, delive-

En español

entrega sería imposible realizar una adaptación dinámica; sin embargo, los contextos de entrega no son en sí mismos un proceso de adaptación (Fang, 2009). El soporte al contexto de entrega debe ser implementado en los componentes que intervienen en la solicitud y entrega de contenido sobre la red, como los agentes de usuario, los servidores web y los servidores *proxy*. Durante el desarrollo de la plataforma de adaptación de contenidos OneWeb se utilizaron tres fuentes de información para conformar el contexto de entrega:

### Cabeceras HTTP

Actualmente éste es el mecanismo más usado para la adaptación de contenidos (Korpipää, Häkklä, Kela, Ronkainen y Käsälä, 2004). El protocolo HTTP ha definido las siguientes cabeceras, que pueden ser usadas para describir el tipo de dispositivo desde el cual se solicita el contenido:

*Accept*: tipos de archivos o medios (MIME Types) aceptados por el agente de usuario.

*Accept-Charset*: grupo de caracteres aceptados por el agente de usuario.

*Accept-Encoding*: cifrado preferido (sistema de compresión) para el agente de usuario.

*Accept-Language*: lenguaje soportado por el agente de usuario.

*User-Agent*: cadena que identifica el navegador o dispositivo desde el cual se realiza la petición.

No obstante, no existen estándares acerca de cómo se debe presentar la información en el *User-Agent*.

### UAProf (User Agent Profile)

Con el propósito de describir las capacidades de los dispositivos y los diferentes perfiles de usuario fue creado el estándar CCPP (*Composite Capability Preference Profile*), que hace uso de una serie de etiquetas para definir las características que distinguen a ciertos dispositivos o usuarios; UAProf es la implementación del descriptor para dispositivos móviles WAP. Su funcionamiento consiste en el envío de una URL por medio de las cabeceras HTTP, la cual contiene las capacidades del dispositivo, descritas según el CCPP (Viana *et al.*, 2005). WAP 1.2.1 recomienda para el transporte de la información el protocolo HTTP Extension Framework; por su parte, WAP 2.0 define una extensión de HTTP 1.1 llamada W-HTTP. Cada fabricante de dispositivos tiene la responsabilidad de crear su propio UAProf y así permitir que el contenido web sea adaptado correctamente según las capacidades de su producto. No obstante, algunos problemas de esta aproximación son:

1. No todos los dispositivos tienen un UAProf definido.
2. Puede causar retardos en la navegación.
3. No existe un estándar para los datos en cada UAProf.
4. Las cabeceras UAProf pueden planearse erróneamente.
5. Algunos fabricantes crean estos perfiles para un grupo de dispositivos y no para cada producto en particular (WAP Forum, 2007).

In English

ry context is not an adaptation process itself (Fang, 2009). Components involved in content request and delivery on the network, such as user agents, Web servers and proxy servers, must support delivery context implementation. The One Web content adaptation platform builds delivery context from three specific sources.

### HTTP headers

Nowadays, this is the most popular mechanism for Web content adaptation (Korpipää, Häkklä, Kela, Ronkainen and Käsälä, 2004). HTTP protocol has defined the following headers related to client device features:

*“Accept”*: media or file types accepted by user agent;

*“Accept-Char set”*: char set supported by user agent;

*“Accept-Encoding”*: preferred encoding (compression system) for user agent;

*“Accept-Language”*: language supported for user agent; and

*“User-Agent”*: refers to a browser or client device. Nevertheless, there are no standards about *“User-Agent”* header information.

### UAProf (User Agent Profile)

CCPP (Composite Capability Preference Profile) was built for device capability and user profile description using a set of tags to represent the information; UAProf is the descriptor implementation for WAP mobile devices. Using HTTP headers, a URL is where CCPP device capability information resides (Viana *et al.*, 2005). WAP 1.2.1 suggests HTTP Extension Framework protocol for transport purposes; WAP 2.0 defines W-HTTP as an HTTP 1.1 extension. Vendors build UAProf specifications for their mobile devices to ease Web content adaptation according to device capability. However, this approach has some problems:

1. UAProf is not defined for all mobile devices;
2. Some delays may be perceived during Web browsing;
3. UAProf data is not standard;
4. Bad UAProf header planning leads to errors; and
5. Some vendors define these profiles for device families; they are not defined for every mobile device (WAP Forum, 2007).

En español

In English

### WURFL (*Wireless Universal Resource File*)

Es una iniciativa que gestiona un archivo XML de configuración el cual contiene información de las capacidades y características de un gran número de dispositivos móviles. Con frecuencia éstas no son consignadas por los fabricantes sino por los desarrolladores, que se ven en la necesidad de recopilarlos (Passani, 2007).

El desarrollo de este documento XML ha sido liderado desde sus inicios por Luca Passani (desarrollador de la empresa Openwave) y Andrea Trasatt (desarrollador independiente, uno de los usuarios) quienes por medio de una gran comunidad de desarrolladores en todo el mundo tratan de mantener el repositorio lo más actualizado posible. Como parte de este trabajo, Lucas Passani creó WALL (*Wireless Abstraction Library*), una librería que permite diseñar páginas web y habilitar la entrega del contenido en formato WML (*Wireless Markup Language*), C-HTML (*Compact Hyper Text Markup Language*) y XHTML (*Extensible Hyper Text Markup Language*) Mobile Profile (WAP Forum, 2007), de acuerdo a las capacidades del dispositivo. El proyecto se inició en enero del 2002 y desde entonces se han recopilado datos sobre más de 7.000 dispositivos (Missha, 2005).

### La plataforma OneWeb

OneWeb es una plataforma de adaptación de contenidos web para dispositivos móviles, basada en la Mobile Web Initiative del W3C. Un diagrama de despliegue se muestra en la figura 1. En términos simples, los clientes WAP 1.0 y WAP 2.0 acceden a la plataforma por medio del protocolo HTTP. El cliente WAP 2.0 añade a la petición HTTP una descripción de su contexto de entrega mediante el protocolo CCPP; con esta información, OneWeb extrae toda la del repositorio UAProf y la librería WURFL, y con el contexto de entrega completamente descrito se procede a realizar una petición al servidor de contenido a través del protocolo HTTP; la respuesta del servidor es almacenada en la plataforma y adaptada según las características definidas en el contexto de entrega y las políticas definidas en la MWI. Finalmente, se entrega el contenido adaptado al cliente. Aunque el procedimiento es prácticamente el mismo para clientes WAP 1.0, es conveniente aclarar que, en muchos casos, no es posible obtener la información del contexto de entrega por medio de UAProf, sino de WURFL; por otro lado, el contenido para estos clientes es adaptado totalmente en formato WML.

Para llevar a cabo las tareas señaladas la plataforma OneWeb dispone de cuatro módulos de procesamiento (figura 2) y un archivo de configuración que facilita la personalización de ciertas tareas por parte de los desarrolladores o administradores del sitio.

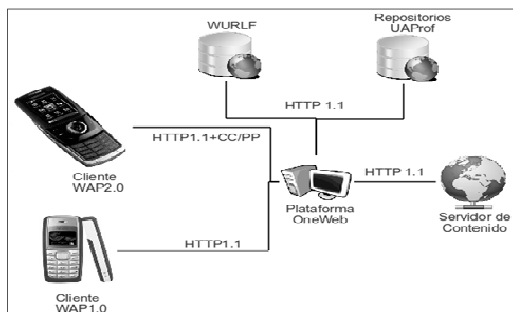


Figura 1. Diagrama de despliegue de OneWeb.

### WURFL (*Wireless Universal Resource File*)

This initiative manages an XML configuration file with information about a lot of mobile devices' capabilities. This information is not provided by vendors; mobile application developers make their contributions to this database because they require the information (Passani, 2007). Luca Passani (OpenWave developer) and Andrea Trasatt (Independent developer, active user of sourceforge.net) managed the project from the beginning to keep an updated repository due to contributions from a large developer community around the world. Lucas Passani developed WALL (Wireless Abstraction Library), a library for Web page design and Web content delivery on WML (Wireless Markup Language), C-HTML (Compact Hyper Text Markup Language) and XHTML (eXtensible Hyper Text Markup Language) Mobile Profile (WAP Forum, 2007) formats, according to mobile device capabilities. The WURFL Project started in 2002 and has compiled information about 7,000 devices to date (Missha, 2005).

### OneWeb platform

OneWeb is a W3C MWI-based Web content adaptation platform for mobile devices. Figure 1 shows a OneWeb deployment diagram. WAP 1.0 and WAP 2.0 clients send HTTP requests to the OneWeb platform. WAP 2.0 clients add a description of its CCPP delivery context information; OneWeb gets all required information from WURFL and UAProf repositories from previous delivery context data. Once delivery context is complete, the HTTP request is sent to a Web content server; the server response is stored on the platform and adapted according to delivery context data and MWI guidelines. Adapted content is delivered to a client. Although the process is similar for WAP 1.0 clients, context delivery information frequently cannot be extracted from UAProf, and the WURFL repository must therefore be used. WML mark up is used for these clients.

OneWeb has four processing modules to perform the previously described tasks (Figure 2); a configuration file is also available to customize some task performance according to site administrator or application developer criteria.

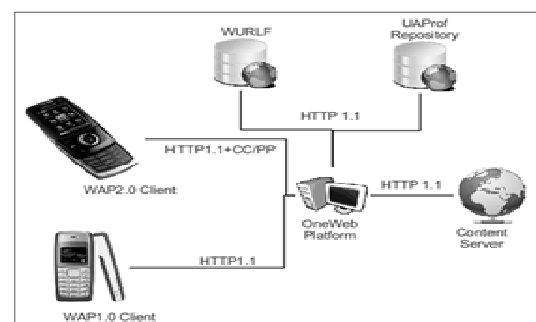


Figure 1. OneWeb deployment diagram

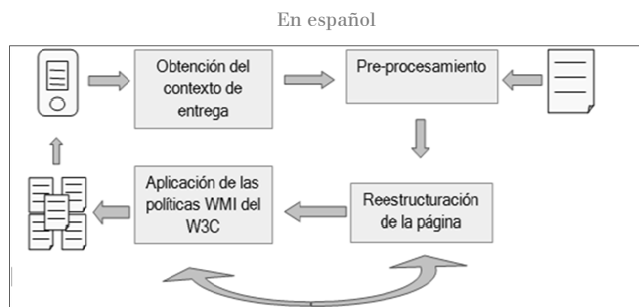


Figura 2. Bloques de procesamiento.

Los dos primeros bloques actúan de manera secuencial, mientras que los dos restantes se realimentan uno al otro. Al terminar estos procesos se obtiene un contenido web adaptado de acuerdo a las capacidades del dispositivo de acceso. A continuación se describen los procedimientos que realizan en cada uno de los bloques.

**Obtención del contexto de entrega**

Con el objeto de conocer las capacidades y limitaciones del dispositivo que solicita el contenido, se construye el contexto de entrega. La plataforma de adaptación de contenidos usa las tres fuentes de información ya descritas (cabeceras HTTP, UAProf y WURFL) para conformar su descripción. En la implementación de este módulo funcional se utilizó la librería DELI (Delivery Context Library)

**Preprocesamiento**

No siempre el contenido web está bien estructurado o construido, lo cual dificulta el procesamiento; por lo tanto, se requiere una etapa que prepara el contenido para ser procesado. En esta fase el código JavaScript es puesto en comentarios; se eliminan las sentencias de los comentarios originales, las etiquetas desconocidas o no soportadas por el estándar HTML 3.2 y los atributos duplicados; finalmente, se realiza la conversión de HTML a XHTML usando la librería TIDY.

**Reestructuración de la página**

Para que el contenido sea organizado y accesible desde cualquier dispositivo debe ser reestructurado, razón por la cual se aplican una serie de transformaciones (Lee *et al.*, 2006). El primer procedimiento se denomina transformada de elisión selectiva y consiste en analizar si la estructura puede ser procesada por un dispositivo de mano; si no es así, se destruye dicha estructura y los escritos extensos son resumidos en un hiperenlace, que tiene como destino la totalidad del texto. En el mismo sentido, otra transformación consiste en segmentar una página extensa en una serie de páginas más pequeñas que suman el contenido equivalente a la original y que se interconectan por medio de hiperenlaces; a este procedimiento se le denomina transformación de segmentación indexada (Younghyun *et al.*, 2001). De igual manera, se eliminan los marcos o *frames*, se realiza la conversión de grupo de caracteres, se reducen las imágenes y se traduce la codificación HTML a WML para clientes WAP 1.0.

**Aplicación de las recomendaciones MWI**

En este proceso se efectúan una serie de ajustes en las páginas de acuerdo a los lineamientos señalados por MWI, entre los que

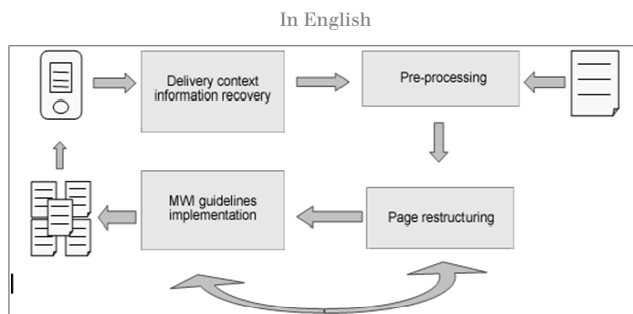


Figure 2. Processing modules

Two blocks work sequentially, as long as the other modules feedback each other. When these processes are complete, Web content is adapted according to mobile device capability.

**Delivery context information recovery**

Delivery context is built to known mobile device capabilities and restrictions. The OneWeb content adaptation platform gets the information from the three previously described repositories (HTTP headers, UAProf and WURFL) to create delivery context. Module implementation uses DELI (Delivery Context Library) library API.

**Pre-processing**

Web page content some times has errors in their mark up structure; it makes the Web content adaptation process more complex. A pre-processing phase is there fore required to prepare content for adaptation. Some tasks are performed in this functional module: JavaScript code is written as comment sentences; original comment sentences are removed, unknown tags, HTML 3.2 not supported tags or duplicated tags are also removed. The HTML mark up is adapted to XHTML mark up conventions, using TIDY library API.

**Page restructuring**

Tailoring Web content to mobile device capabilities requires restructuring which suggests some transformations (Lee *et al.*, 2006). Selective elision transformation is the first transformation process which analyses whether content structure may be processed by handheld devices; when this is not possible, content structure is destroyed and long texts are connected to hyperlinks which are available when adapted content is browsed. The second transformation process creates a sequence of subpages fitting on small mobile device displays connected by hyperlinks; this process is known as indexed segmentation transformation (Younghyun *et al.*, 2001). Other tasks include: frame removal, image size compression and HTML mark up translation to WML when required (WAP 1.0 clients).

**MWI guideline implementation**

Some adjustments are made to Web content pages during this process according to MWI guidelines, such as: <base> tag re

En español

se encuentran: eliminación de etiquetas <base>, corrección de los colores en los textos, conversión de las etiquetas <font> a estilos en cascada, creación de una única hoja de estilos externa, traspaso de los estilos en las etiquetas a la hoja de estilos única, eliminación de etiquetas de autorrecarga o redirección, corrección de la URL en los hipervínculos para mantener la funcionalidad de éstos, eliminación de espacios innecesarios, redimensionamiento de las entradas de texto según el número de caracteres mostrados en la pantalla, adaptación de los mapas de imágenes, reducción del tamaño, profundidad de color y conversión de las imágenes al formato preferido por el navegador.

## Desarrollo experimental

La fase de experimentación de OneWeb estuvo enmarcada dentro de dos objetivos esenciales: 1) evaluar el rendimiento de la plataforma en cada una de sus unidades funcionales; y 2) comparar los resultados con sistemas similares existentes. Con respecto al segundo propósito, la comparación entre sistemas tuvo en cuenta aspectos como: tamaño del contenido adaptado, cumplimiento de las recomendaciones MWI y contenido correctamente adaptado.

Las pruebas que se analizan en este apartado fueron hechas en laboratorio sobre una red de área local, como se describe en la figura 3. Adicionalmente, se llevaron a cabo pruebas con los emuladores OpenWave V7, Nokia 6230i, OpenWave UP, Nokia 6500, Sony Ericsson K750, WinWAP y los teléfonos Nokia E65, Nokia N90, Nokia E61i, Nokia 6682 y Nokia 6230; en términos generales, las pruebas validaron las capacidades de la plataforma y mostraron una mejora significativa en la navegabilidad de las páginas.

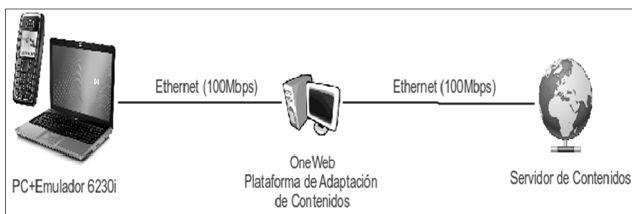


Figura 3. Entorno de pruebas con el emulador Nokia 6230i

En este sentido, fue seleccionado un conjunto de 20 páginas con diferentes características (ver listado en la figura 5), cuyos tiempos promedio de procesamiento se registran en la figura 4. Es importante señalar que el proceso de adaptación de imágenes realizado por la plataforma no bloquea la entrega del contenido, sino que se adapta un número mínimo de ellas que es configurable (por defecto 5) y se procede a enviar la respuesta HTTP. De acuerdo a los resultados, se puede observar que la creación de la hoja de estilos externa, la asignación de *accesskey* e información del enlace y el preprocesamiento son procesos que tardan un tiempo considerablemente mayor que el resto. No obstante, podría disminuirse el tiempo de procesamiento en la asignación de *accesskey* e información del enlace configurando los parámetros respectivos en la plataforma, de tal forma que no descargue los enlaces externos.

Igualmente, se realizó una comparación gráfica con respecto al tamaño en kilobytes del contenido adaptado que se entrega por medio de OneWeb y las plataformas de adaptación de Google (Google, 2008) y AOL Mobile (AOL, 2008) (figura 5); estas plata

In English

moval, text colour correction, <font> tag conversion to cascading styles, external cascading style sheet (CSS) creation, including individual styles in external CSS, auto-load or redirect tag removal, URL hyperlink correction, blank space removal, text field resize according to display support, image map adaptation, colour depth, size compression and image format trans coding according to mobile browser support.

## Experimental development

The OneWeb experimental phase was performed according to these essential objectives: evaluating platform performance in every functional module and comparing results with similar Web adaptation content systems. Regarding the latter, system comparison considered the following aspects: adapted content size, MWI guideline implementation and well-adapted content issues.

Platform lab tests were performed using a local area network (Figure 3). Moreover, some emulators and mobile phones were tested: OpenWave V7, Nokia 6230i, OpenWave UP, Nokia 6500, Sony Ericsson K750, WinWAPemulators and Nokia E65, Nokia N90, Nokia E61i, Nokia 6682, Nokia 6230 mobile phones. All tests validated OneWeb platform capability and demonstrated meaningful improvement of Web page navigability.

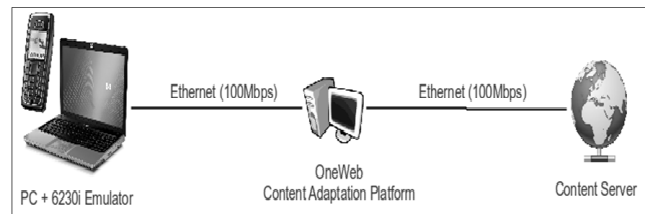


Figure 3. Test environment with Nokia 6230i emulator

Twenty Web pages having different content characteristics were selected for testing purposes (see list in Figure 5); Figure 4 shows processing times. It should be understood that OneWeb platform image adaptation did not freeze content delivery; rather, a minimal customized number of images was adapted (5 by default) and then the HTTP response was sent. According to results, external CSS creation, access key and link information assignment and Web page pre-processing tasks required more time to complete by far. Nevertheless, access key and link information assignment time might have been lower if their parameters had been properly customized in the configuration file to turn off external link download.

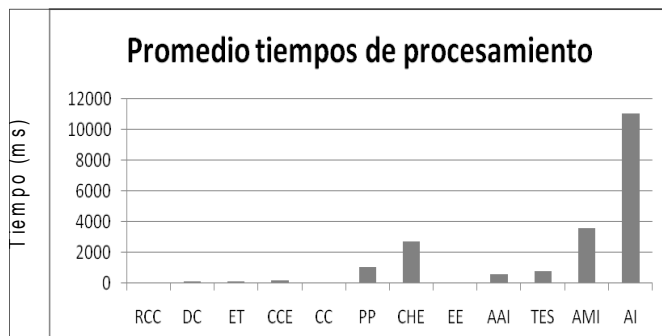
Figure 5 gives a graphical comparison between OneWeb, Google (Google, 2008) and AOL Mobile (AOL, 2008) platform adapted content size in kilobytes; Google and AOL Mobile platforms were selected from a previous comparison analysis with

En español

In English

formas fueron estudiadas y comparadas con otras plataformas de adaptación de contenido existentes y arrojaron los mejores resultados; es necesario tener en cuenta que ninguna de ellas está basada en la MWI. En este contexto, un punto sobre el eje "x" indica que no fue posible adaptar el contenido del portal de prueba; éste es el caso de las páginas 9, 10, 18 y 19 en la plataforma de AOL y las páginas 9 y 10 en el caso de Google. La página de prueba 19, pese a ser procesada por Google Mobile, no pudo ser utilizada correctamente puesto que ésta no adapta los mapas de imágenes según las recomendaciones de la MWI. Por otro lado, algunas imágenes no pudieron ser adaptadas por las plataformas de Google y AOL Mobile, lo cual redujo el peso del contenido adaptado; sin embargo, se puede observar que la diferencia no es significativa con respecto al contenido adaptado por OneWeb en los mismos casos.

other content adaptation platforms where they gave the best results. However, none of them supported MWI guidelines. A dot over the "x" axis thus meant the content could not be adapted, such as 9, 10, 18 and 19 cases for AOL platform and 9 and 10 cases for Google. Although page 19 was processed by Google Mobile, it could not be used because image map adaptation using MWI guidelines was not enough. Some images could not be adapted by the Google and AOL platforms which reduced page size; however, these results were very close to OneWeb platform behaviour in the same cases.



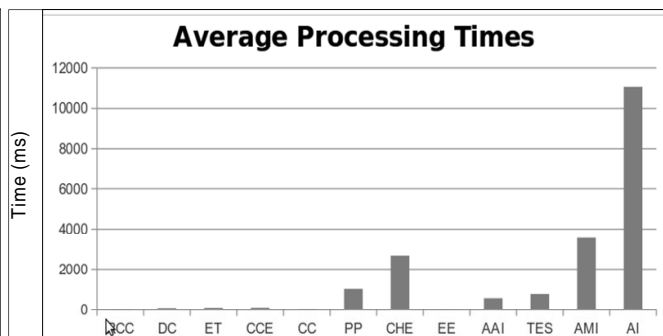
RCC: Recuperación cabeceras y cookies  
 DC: Descarga del contenido original  
 ET: Eliminación de tildes  
 CCE: Creación del contexto de entrega  
 CC: Carga de configuración  
 PP: Pre-procesamiento  
 CHE: Creación hoja de estilos externa  
 EE: Eliminación de espacios  
 AAI: Asignación de Accesskey e información de enlace  
 TES: Transformada de elisión selectiva  
 AMI: Adaptación de mínimo de imágenes  
 AI: Adaptación de imágenes

Figura 4. Promedio de tiempos de procesamiento.

En consecuencia, la plataforma OneWeb fue la única en responder satisfactoriamente a las expectativas de adaptación en la totalidad de las páginas, teniendo en cuenta la gran diversidad de contenidos y taxonomías que presentan las páginas de prueba, entre las que se encuentran portales de comercio electrónico, noticias, buscadores, wikis, etc. Esto permite concluir que, aunque OneWeb garantiza el cumplimiento de las recomendaciones de la MWI, presenta un rendimiento similar al de las plataformas de las empresas AOL y Google.

### Conclusiones

La plataforma de adaptación de contenidos OneWeb garantiza navegabilidad, reducción de costos y facilidad de uso para una amplia gama de páginas web, gracias a un proceso de adaptación dinámico que busca sacar el mejor provecho posible de las capacidades de cada dispositivo. Por otro lado, con los procedimientos de adaptación usados se obtuvieron rendimientos semejantes a los de las plataformas de empresas importantes en el mercado, como Google y AOL. De esto se concluye que la aplicación de las recomendaciones dadas en la MWI del W3C por medio de una plataforma de adaptación de contenidos es una manera práctica para mejorar significativamente la experiencia de navegación del usuario en la web móvil. Es importante resaltar que la plataforma desarrollada constituye una primera aproxima-



RCC: Headers and cookies recovery  
 DC: Original content download  
 ET: Accent removal  
 CCE: Delivery context creation  
 CC: Configuration loading  
 PP: Pre-processing  
 CHE: External CSS creation  
 EE: Blank spaces removal  
 AAI: Accesskey and link information assignment  
 TES: Selective elision transformation  
 AMI: Minimal images set adaptation  
 AI: Imagesadaptation

Figure 4. Average processing times (milliseconds)

The OneWeb platform thus had better behaviour concerning Web page adaptation than Google and AOL Mobile, considering the different content characteristics and categories being evaluated, including e-commerce sites, news, search engines, wikis and so on. On the other hand, although OneWeb implemented MWI guidelines, it demonstrated similar performance regarding well-known adaptation platforms like Google and AOL Mobile.

### Conclusions

The OneWeb content adaptation platform ensured navigability, cost reduction and improved user experience throughout dynamic adaptation based on mobile device capability. Comparison test results showed that OneWeb had similar performance regarding other well-known platforms like Google and AOL Mobile. This suggested that MWI guideline implementation on adaptation Web content platforms is a practical mechanism for improving mobile Web user experience. Moreover, the platform represents a first approach to building W3C MWI reference implementation; there were no restrictions concerning language and/or device, because international standards were considered.



En español

In English

mación hacia una implementación de referencia que cumpla con las recomendaciones de la MWI del W3C. En este sentido, no se tuvo ninguna restricción en los equipos usados ni en los lenguajes, sino que se tuvieron en cuenta dispositivos y codificaciones internacionales.

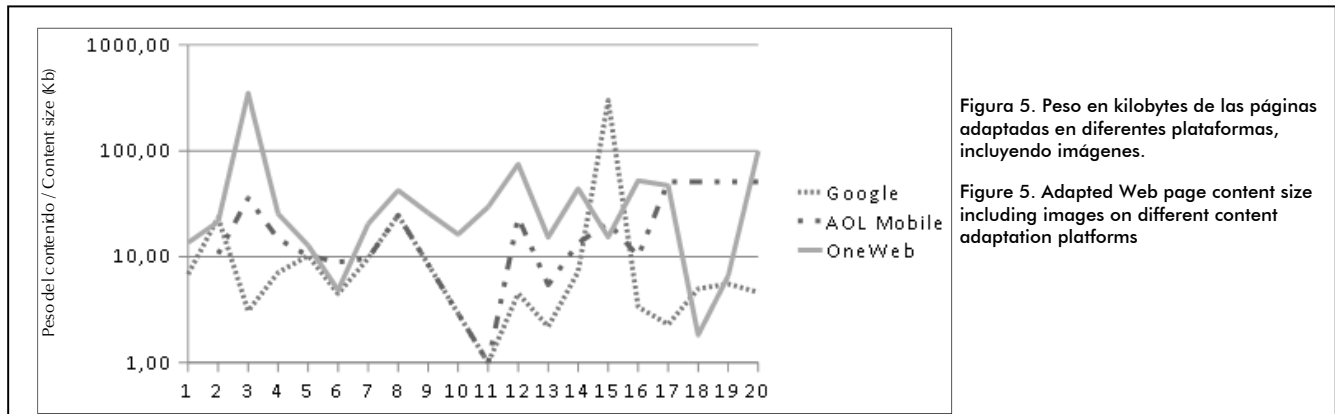


Figura 5. Peso en kilobytes de las páginas adaptadas en diferentes plataformas, incluyendo imágenes.

Figure 5. Adapted Web page content size including images on different content adaptation platforms

En otro sentido, a partir de los procedimientos usados en la plataforma podemos resaltar que la reducción de imágenes, la transformada de segmentación indexada y la transformada de elisión selectiva, son los que afectan de manera más relevante la presentación del contenido y reducen significativamente el tamaño de las páginas que finalmente son entregadas al usuario. Pese a que los tiempos de procesamientos no son despreciables, éstos no sobrepasan en la mayoría de los casos el tiempo límite de espera de la mayoría de navegadores (30 s). Asimismo, el tiempo que se consume en el procesamiento es equilibrado en la mayoría de los casos, puesto que el tiempo de transmisión se reduce al disminuir el peso del contenido. Por lo tanto, puede concluirse que los tiempos inherentes al procesamiento no deterioran la experiencia de navegación del usuario.

## Trabajos futuros

### Interfaz para gateway móvil

Para que un operador móvil pueda incluir la plataforma de adaptación de contenidos en la red es necesario implementar una interfaz entre la gateway del operador y la plataforma OneWeb.

### Entorno de desarrollo web

La plataforma OneWeb garantiza el cumplimiento de gran parte de las recomendaciones de la MWI. No obstante, las recomendaciones dirigidas especialmente a los diseñadores no es posible automatizarlas, por lo cual se sugiere la implementación de un entorno de desarrollo que permita la construcción de sitios web adaptables a cualquier dispositivo basado en las recomendaciones de diseño.

### Plataforma de pruebas sobre dispositivos móviles:

En la actualidad son relativamente pocos los dispositivos que cuentan con una versión emulada de ellos, lo cual ocasiona que las pruebas de desarrollo web se limiten a esa gama de dispositivos. Para obtener productos que sean probados suficientemente en una amplia gama es necesario desarrollar una plataforma de

Otherwise, according to OneWebplatform module performance, it can be confirmed that image compression, indexed segmentation transformation and selective elision transformation had an important influence on content adaptation and reduced Web page size by far. Although processing times were not minimal, they rarely exceeded the waiting times supported by most browsers (30s); processing time was also well-balanced because delivery time was reduced when content size was lower. So, intrinsic processing times did not downgrade user navigability experience.

## Future work

### Mobile Gateway interface

Mobile operators require gateway interface implementation to include OneWeb content adaptation platform.

### Web development environment

OneWeb assures the implementation of most MWI guidelines. However, it is difficult to obtain automatic implementation of some recommendations aimed at Web application designers. A Web development environment to ensure such guidelines' implementation during Web page design time is thus suggested.

### Mobile device test platform

Nowadays there are few emulator versions when compared to current mobile device suit which restricts tests of available emulators. A mobile device test platform having well-defined delivery context emulation capability is required to perform tests on a wide range of mobile devices. The platform should be able to

En español

pruebas móviles que emule los dispositivos a partir de un contexto de entrega bien definido. Esta plataforma de pruebas debe ser capaz de obtener contextos de entrega generados por terceros y facilitar su modificación o actualización.

## Referencias / References

- AOL., AOL Mobile Searchplatform, <http://mobile.aolsearch.com>, [Consulta: Febrero de 2008]
- Canali, C., Colajanni, M., Lancellotti, R., Performance Evolution of Mobile Web-Based Services., IEEE Internet Computing, Vol. 13, No. 2, Abr., 2009, pp. 60-68.
- Comscore., The Next Big Things: Mobile Internet & Applications - Gaining Momentum., [http://www.comscore.com/Press\\_Events/Press\\_Releases/2009/3/Daily\\_Mobile\\_Internet\\_Usage\\_Grows](http://www.comscore.com/Press_Events/Press_Releases/2009/3/Daily_Mobile_Internet_Usage_Grows), 2009. [Consulta: 3 de Noviembre de 2009]
- Fang, Y.M., Seamless content delivery in the future mobile internet., IEEE Wireless Communications, Vol. 16, No. 5, Oct., 2009, pp. 2-3.
- Google., Google Mobile Search Platform., <http://www.google.com/m>, [Consulta: Febrerode 2008]
- Kaikkonen, A., Full or tailored mobile web- where and how do people browse on their mobiles?., ACM Mobility '08, Sep., 2008, pp. 1-8.
- Korpiää, P., Häkikä, J., Kela, J., Ronkainen, S., Känsälä, I., Utilising context ontology in mobile device application personalisation., ACM MUM '04, vol. 83, Oct., 2004, pp. 133-140.
- Lee, E., Kang, J., Choi, J., Yang, J., Topic-Specific Web Content Adaptation to Mobile Devices, Web Intelligence., IEEE Computer Society, Dec., 2006, pp. 845-848.
- Leiba B., An Introduction to Internet Standards., IEEE Internet Computing, Vol. 12, No. 1, Feb., 2009, pp. 71-74.

In English

obtain third-party delivery context information with edition and update functions.

- Missha., Comentario acerca de WURLF, 2005., <http://www.avidos.net/ring/que-es-wurlf/>, [Consulta: Febrero de 2007]
- Passani, L., Página principal del proyecto WURLF., <http://wurlf.sourceforge.net/>, [Consulta: Febrero de 2007]
- Shrestha, S., Mobile web browsing: usability study., ACM Mobility '07, Sep., 2007, pp. 187-194.
- Viana, W., Teixeira, R., Cavalcante, P., Andrade R., Mobile Adapter: Uma abordagem para a construção de Mobile Application Servers adaptativos utilizando as especificações CC/PP e UAProf., <http://www.sbc.org.br/bibliotecadigital/download.php?paper=173>, Jul. 2005.
- W3C Mobile Web Best Practices Working Group., Mobile Web Best Practices 1.0, <http://www.w3.org/TR/mobile-bp/>, [Consulta: Marzo de 2007].
- W3C., W3C Mobile Web Initiative., <http://www.w3.org/Mobile/>, [Consulta: Abril de 2008].
- WAP Forum., WAG UAProf, <http://www.openmobilealliance.org/tech/affiliates/wap/wap-248-uaprof-20011020-a.pdf>, [Consulta: Abril de 2007].
- Wireless Application Protocol Forum, Ltd., XHTML Mobile Profile. <http://www.openmobilealliance.org/tech/affiliates/wap/wap-277-xhtmlmp-20011029-a.pdf>, [Consulta: Marzo de 2007]
- Yonghyun, W., Changwoo, J., Jihong, K., Sungkwon, C., WebAlchemist: A Web Transcoding System for Mobile Web Access in Handheld Devices., In: Proc. SPIE, vol. 4534, Oct., 2001, pp. 3-7.