

# EXTENSIÓN DE CAPACIDADES DE ANÁLISIS DE DATOS EN ROUTERS CON OPENWRT

Victor Hugo Pezo Ortíz <sup>(1)</sup> Ambar Michelle Piza Hernández <sup>(2)</sup> Ph. D. Daniel Ochoa <sup>(3)</sup>  
 Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC)  
 Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)  
 Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral  
 Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador  
 victorpezo@gmail.com <sup>(1)</sup> ambar.piza@gmail.com <sup>(2)</sup> dochoa@fiec.espol.edu.ec <sup>(3)</sup>

## Resumen

*El siguiente trabajo de investigación presenta la descripción de un sistema automatizado que permite obtener el porcentaje de la señal Wi-Fi recibida por cada red existente en el lugar que nos encontremos a través de un mapa. Como dispositivo de monitoreo usamos un sistema embebido, en un enrutador inalámbrico, al cual se le cambio su firmware de fábrica por OpenWrt (firmware para dispositivos embebidos de código abierto) para poder extender su capacidad de funcionamiento a otras diferentes al enrutamiento de paquetes de datos. El script de monitoreo para la obtención de datos fue realizado en lenguaje de máquina sobre bash Shell y el gráfico del mapa se hizo usando la característica de heat maps de GNUPLOT.*

**Palabras Claves:** *OpenWrt, Firmware, Sistemas Embebidos, Wi-Fi.*

## Abstract

*The following research work presents the description of an automated system that can obtain the percentage of the Wi-Fi signal received for each existing network in the place we executes it through a map. We develop this by using an embedded system, in a wireless router, that we change its factory firmware by OpenWrt (embedded firmware device develop in open source code) to extend their normal functions at other than routing of data packets. The monitoring script for data collect was developed in machine language over bash Shell and the maps with the heat maps feature of GNUPLOT.*

**Keywords:** *OpenWrt, Firmware, Embedded Systems, Wi-Fi*

## 1. Introducción

Un enrutador inalámbrico es un dispositivo embebido utilizado en todo tipo de redes y permite la interconexión de las mismas; su función principal es la de guiar los paquetes de datos para que se transmitan a la red correcta y determinar que caminos deben seguir para arribar a sus destinos. La tecnología de comunicación que poseen estos dispositivos se basa en ondas de radio; sin embargo entre cada obstáculo que atraviesa la señal pierde intensidad reduciendo su cobertura.

Estos dispositivos poseen procesadores, memoria de almacenamiento y memoria flash que tienen la misma función del CPU, disco duro y memoria RAM de una computadora normal con la diferencia fundamental en sus capacidades; hicimos uso de estos recursos para extender las funcionalidades del mismo con el uso de un firmware diferente al de fábrica y conseguimos realizar tareas distintas al enrutamiento

como la captura de datos acerca de las redes existentes alrededor del enrutador.

## 2. Sistemas Embebidos

Son sistemas informáticos diseñados para realizar soluciones específicas; frecuentemente usados para procesamientos en los cuales las restricciones de tiempo son específicas.

Los sistemas embebidos tienen características principales que los diferencian de un sistema de cómputo de uso general, usualmente el sistema embebido ejecuta de forma repetitiva el software para el que fue diseñado y una computadora de uso general ejecuta una amplia variedad de programas, los dispositivos embebidos deben tener tamaño reducido, buen desempeño para procesar datos dentro del tiempo de respuesta válido (tiempo real) y consumir poca energía.

Un enrutador inalámbrico es un dispositivo embebido con la arquitectura interna diseñada para que sus componentes efectúen papeles fundamentales de enrutamiento.

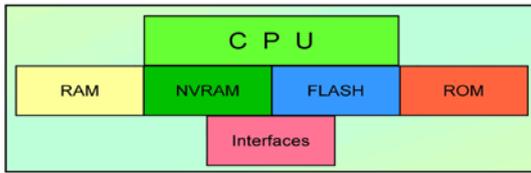


Fig. 1.1 Arquitectura interna del enrutador

### 3. OpenWrt

OpenWrt es un firmware utilizado en dispositivos embebidos para conmutar el tráfico de red. Es una distribución de Linux derivada directamente de Debian, con un sistema de archivos modificable que permite personalizar el dispositivo incorporando aplicaciones a través del uso de paquetes de instalación. El firmware OpenWrt nos permite adaptar el enrutador para que realice funciones propias de una herramienta mucho más especializada y de mayor costo; ya que el firmware estándar provee solo una interfaz de fácil configuración sin explotar el verdadero potencial del enrutador.

OpenWrt se configura a través de una interfaz de línea de comandos (ash) o un interfaz web (LUCI). La última versión estable al momento de realizar el proyecto OpenWrt es denominada bajo el nombre clave de Backfire 10.03.

### 4. Sistemas de Tiempo Real

Son sistemas informáticos que deben satisfacer restricciones explícitas en el tiempo de respuesta. La eficiencia de los mismos no solo depende de la exactitud de los resultados, sino también del momento en que los entrega. Toda actividad de un sistema de tiempo real se denomina tarea.

En un sistema de tiempo real debe conocerse exactamente el tiempo que le toma al sistema responder a un determinado evento (deadline), este debe ser invariable y cada tarea debe ejecutarse lo suficientemente rápido para no producir fallas.

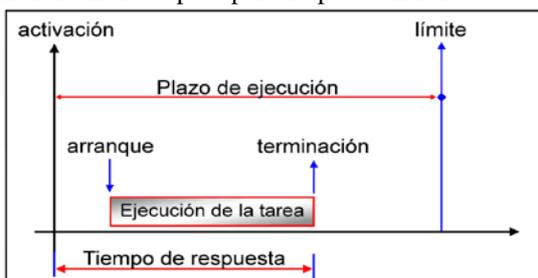


Fig. 4.1 Tiempo de ejecución de una tarea.

En programación los sistemas RT se expresan en reunión de técnicas, conceptos de análisis y diseño con el propósito de organizar el desarrollo del sistema y aprovechar al máximo los recursos de hardware. Los sistemas de tiempo real se dividen en dos tipos diferentes, dependiendo de la severidad en el tratamiento de errores, Soft Real Time (Sistemas de tiempo real blandos) y Hard Real Time (Sistemas de tiempo real duros).

Un sistema soft real time garantiza que las tareas RT van a tener mayor prioridad que otro tipos de tareas y su resultado es útil aun después del deadline o tiempo límite. Un sistema hard real time limita que una tarea se realice antes de que termine el deadline. Si la tarea no se realiza dentro del límite de tiempo se considera que el sistema falló.

### 5. Instalación de OpenWrt

Se abre la interfaz web de configuración del enrutador y usando la página de actualización del firmware del dispositivo procedemos a escoger el archivo de la imagen que descargamos previamente.

Luego de reiniciarse el enrutador, se deberá poder realizar una conexión telnet para acceder al mismo, usando la dirección IP 192.168.1.1. Al entrar por primera vez vía telnet OpenWrt nos pide asignar una contraseña, luego de esto se habrá deshabilitado en forma predeterminada este servicio para dar paso a SSH.

### 6. Script de Captura de Datos

El script fue creado en el lenguaje interpretado bash. El script empieza su ejecución capturando los datos, los ordena y clasifica según el punto de acceso al que pertenecen, los datos son guardados en archivos separados en el directorio /tmp. En el computador con distribución Linux se ejecuta gnuplot, y con los datos antes obtenidos se dibuja 1 mapa por cada archivo copiado desde el enrutador a la computadora.

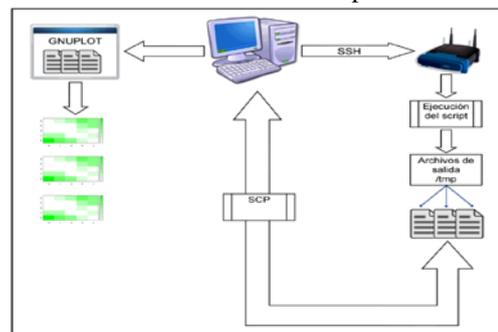


Fig. 6.1 Diagrama de interacción entre el enrutador y los dispositivos

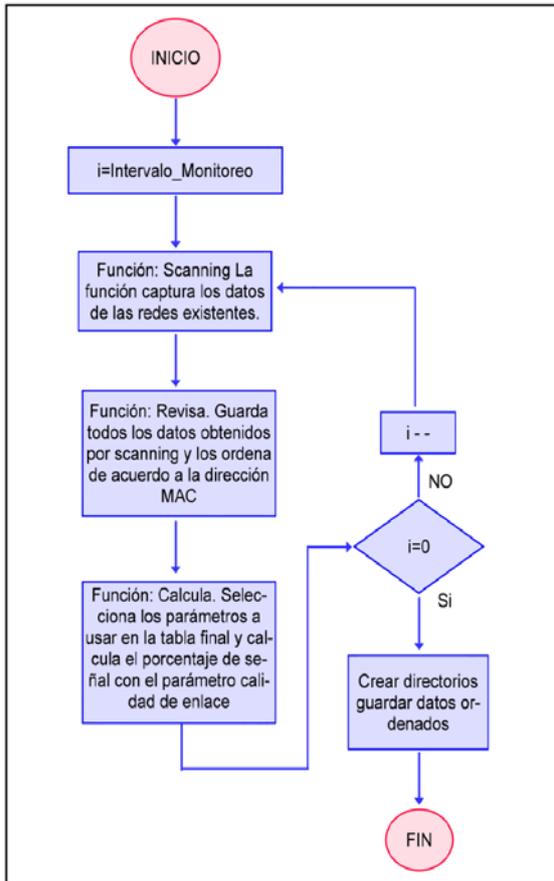


Fig. 6.2 Diagrama de flujo del script de monitoreo



Fig. 7.1 Esquema de ubicación de los enrutadores dentro de la locación

2,0	2,1	Router 1 2,2	2,3
1,0	1,1	1,2	1,3
Router 4 0,0	0,1	0,2	Router 3 0,3
Router 2			

Fig. 7.2 Esquema de coordenadas asignadas para generar el mapa

### 7. Implementación Técnicas de Real Time

Las ventajas de usar técnicas programación en tiempo real es mejorar el tiempo de respuesta del sistema. Hemos usado las sentencias wait y sleep para sincronizar un paralelismo de ejecución de procesos internos. Esto proporciona respuestas antes de que el monitoreo de redes termine. De esta forma se empiezan a obtener datos de información de las redes antes de terminar la ejecución total del script y son considerados en tiempo real

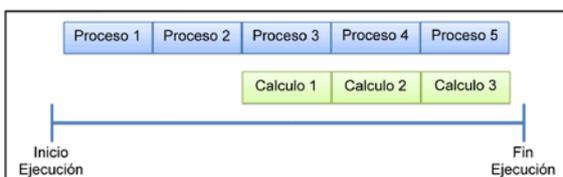


Fig. 7.1 Diagrama ejecución del script en real time

### 8. Pruebas y Resultados

El objetivo de esta prueba es generar un mapa de porcentaje de señal con los datos obtenidos en cada cuadrante asignado a través del generador de gráficos gnuplot.

Tabla I Porcentaje de la Señal vs ubicación

(x, y)	Porcentaje de la señal			
	R1	R2	R3	R4
0,0	63	100	50	93
0,1	71	93	68	80
0,2	84	78	93	69
0,3	86	63	100	52
1,0	77	90	41	100
1,1	88	85	50	95
1,2	100	73	73	79
1,3	97	60	89	64
2,0	79	78	43	93
2,1	96	69	45	86
2,2	100	53	67	73
2,3	100	47	82	67
<b>Prom.</b>	86,75	74,08	66,41	79,25

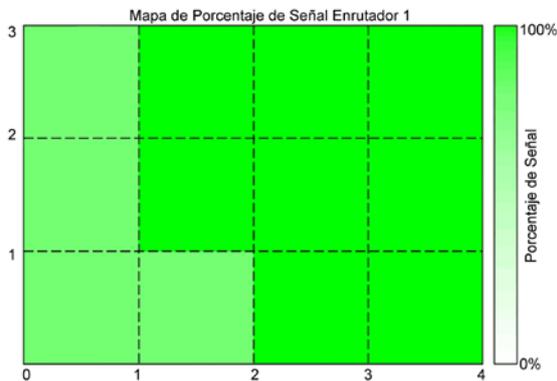


Fig. 7.3 Mapa de Porcentaje de señal Enrutador 1

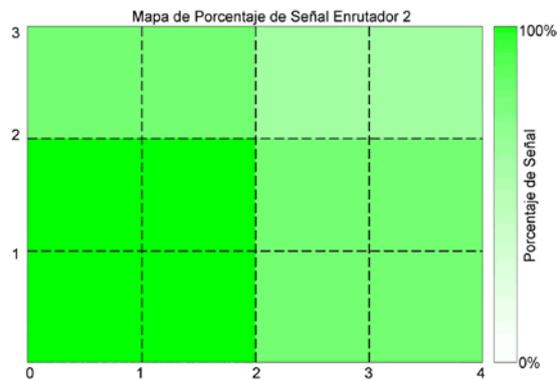


Fig. 7.4 Mapa de Porcentaje de señal Enrutador 2

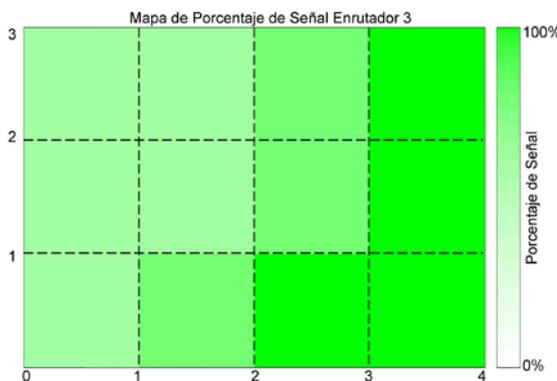


Fig. 7.5 Mapa de Porcentaje de señal Enrutador 3

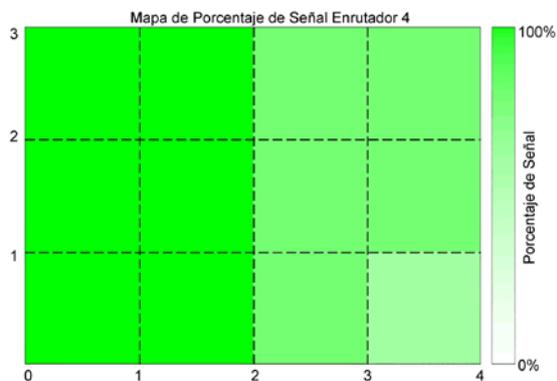


Fig. 7.6 Mapa de Porcentaje de señal Enrutador 4

## 9. Conclusiones y Recomendaciones

El proceso de cambio de firmware al enrutador inalámbrico que necesita mucha atención y minuciosidad por la posibilidad de dejar inutilizable el dispositivo.

Se pueden desarrollar nuevos paquetes de instalación si se tiene conocimiento de programación en lenguaje C y makefiles de Unix.

El enrutador inalámbrico es un dispositivo en el que se pueden realizar muchas otras aplicaciones que no son enrutamiento de datos; pero es necesario tener muy en cuenta sus fuertes limitaciones en cuanto a procesamiento de datos y memoria de almacenamiento.

Si se necesita monitorear redes por grandes intervalos de tiempo y aparte manejar un record histórico es mejor utilizar el enrutador inalámbrico sólo como un capturador de datos, pero que el procesamiento y almacenamiento sean realizados en una pc por las fuertes limitaciones que posee el dispositivo.

Es necesario leer bien la compatibilidad y documentación de un paquete de instalación antes de usarlo en el enrutador ya que muchos funcionan sólo con algún procesador en particular.

## 9. Agradecimientos

A Dios por haberme proporcionado entendimiento, inteligencia y sabiduría; a mis padres y demás familiares que aportaron en todos los aspectos de mi crecimiento, a mis profesores que han contribuido a mi desarrollo profesional y al CVR por los aportes a nuestro trabajo de investigación.

*Ambar Piza Hernández*

A Dios por guiarme en cada momento, a mi esposa por siempre brindarme su apoyo incondicional, a mis padres y a mi hermana, por su cariño, su fuerza y su aliento a lo largo de este camino.

*Víctor Pezo Ortiz*

## 14. Referencias

- [1] Pew Internet, Smith Aaron – Research Specialist, (2010, Julio), “Mobile Access 2010”, The current state of wireless internet use [Online], Disponible en:  
[http://www.pewinternet.org/~media/Files/Reports/2010/PIP\\_Mobile\\_Access\\_2010.pdf](http://www.pewinternet.org/~media/Files/Reports/2010/PIP_Mobile_Access_2010.pdf)
- [2] Wikipedia.org – Estados Unidos, (2013, Junio), “Router”, Funcionamiento y Encaminadores inalámbricos [Online], Disponible en:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Router#Encaminadores\\_inal%C3%A1mbricos](https://es.wikipedia.org/wiki/Router#Encaminadores_inal%C3%A1mbricos)
- [3] Wikipedia.org – Estados Unidos, (2013, Junio), “Wi-Fi”, Historia y desventajas [Online], Disponible en:  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>
- [4] Wikipedia.org – Estados Unidos, (2013, Julio), “Red Inalámbrica”, Características y Aplicaciones [Online], Disponible en:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Red\\_inal%C3%A1mbrica](http://es.wikipedia.org/wiki/Red_inal%C3%A1mbrica)
- [5] Wikipedia.org – Estados Unidos, (2013, Abril), “Red de área local inalámbrica”, Seguridad y velocidad [Online], Disponible en:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Red\\_de\\_%C3%A1rea\\_local\\_inal%C3%A1mbrica](http://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_%C3%A1rea_local_inal%C3%A1mbrica)
- [6] Kioskea.net – España, (2013, Junio), “Propagación de las ondas de radio (802.11)”, Absorción, reflexión y propiedades de los medios [Online], Disponible en:  
<http://es.kioskea.net/contents/819-propagacion-de-las-ondas-de-radio-802-11>
- [7] Wikipedia.org – Estados Unidos, (2013, Junio), “Refracción”, Refracción de ondas de radio [Online], Disponible en:  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Refracci%C3%B3n>
- [8] Ecured.cu – Cuba, (2013, Julio), “Ondas de Radio”, Propagación de ondas de radio [Online], Disponible en:  
[http://www.ecured.cu/index.php/Ondas\\_de\\_radio](http://www.ecured.cu/index.php/Ondas_de_radio)
- [9] Wikipedia.org – Estados Unidos, (2013, Marzo), “Sistema Embebido”, Arquitectura básica [Online], Disponible en:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_embebido](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_embebido)
- [10] Gnuplot.info – Estados Unidos, (2013, Abril), “GNU PLOT”, Demo Gallery y Heat Maps [Online], Disponible en:  
<http://gnuplot.sourceforge.net/demo/heatmaps.html>
- [11] Openwrt.org – Estados Unidos, (2013, Abril), “OPENWRT”, Documentation y downloads [Online], Disponible en:  
<https://openwrt.org>
- [12] Cisco CCNA – Estados Unidos, (2013, Julio), “CCNA EXPLORATION 4 Modulo 2”, Capitulo 1, Introducción al enrutamiento y envío de paquetes
- [13] ESPOL – Ecuador, Ph. D. Daniel Ochoa, (2012, Mayo), Sistemas Operativos, “Sistemas de tiempo Real”
- [14] U. N. N. E. – Argentina, Dr. David Luis la Red Martínez, (2010, Julio), Sistemas Operativos, “Monografía de Redes e Interconexión de Redes”, Tipos de Redes [Online], Disponible en:  
<http://exa.unne.edu.ar/depar/areas/informatica/SistemasOperativos/MonogSO/REDES02.htm>
- [15] Solred.com – Argentina, Miguel Ricardo Ghezzi, (2008, Octubre), “Propagación de las Ondas de radio”, Formas de propagación [Online], Disponible en:  
<http://www.solred.com.ar/lu6etj/tecnicos/handbook/propagacion/propagacion.htm>