

# Propuesta de Proyecto de Investigación

## Maestría en Ciencias y Tecnologías de la Información

12 de febrero de 2018

### 1. Nombre del proyecto

**Mecanismos eficientes para la transformación de prefijos de una tabla de ruteo IP**

### 2. Responsables

Dr. Miguel Ángel Ruiz Sánchez ( mars@xanum.uam.mx )

Dr. César Jalpa Villanueva ( cjb@xanum.uam.mx )

Área de Redes y Telecomunicaciones  
Departamento de Ingeniería Eléctrica  
Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa

### 3. Áreas de conocimiento relacionadas con el proyecto

- Redes de computadoras.
- Algoritmos y estructuras de datos
- Programación en lenguaje C.

### 4. Descripción del proyecto

Internet es una red mundial de computadoras que intercambian información por medio de paquetes definidos por el protocolo IP. Dichas computadoras pueden ser de 2 tipos. Un primer tipo se caracteriza por ejecutar aplicaciones de propósito general y usan la red para enviar o recibir información; las computadoras que pertenecen a este tipo se les conoce como Hosts. El segundo tipo de computadoras de Internet se caracteriza por estar exclusivamente dedicadas a encaminar los paquetes de información del Host de origen al Host destino final; estas computadoras se conocen con el nombre de ruteadores.

Es un hecho que el número de usuarios y de aplicaciones de Internet no ha dejado de crecer. Esto ha provocado un rápido crecimiento del tráfico de paquetes que circula por los enlaces y

ruteadores de Internet. Afortunadamente, la capacidad de los enlaces ha mantenido un crecimiento suficiente para poder lidiar con este crecimiento del tráfico de paquetes. Así, hoy en día se cuenta con enlaces con capacidades de varias decenas de gigabit por segundo. Desafortunadamente, no podemos decir lo mismo de la capacidad de proceso de paquetes por parte de los ruteadores. El cuello de botella principal en los ruteadores es la búsqueda de información en sus tablas de ruteo; proceso que tiene que realizar con cada uno de los paquetes que recibe un ruteador.

Más específicamente, cuando un ruteador recibe un paquete, el ruteador debe decidir el próximo destino intermedio o final en el camino del Host origen al Host destino final. Esta decisión toma en cuenta, por un lado la dirección destino final que lleva el propio paquete, y por otro lado la información contenida en la tabla de ruteo del ruteador en cuestión. A este proceso que efectúan los ruteadores se le conoce como proceso de reexpedición de paquetes. Hay que hacer notar que este proceso de reexpedición de paquetes no contempla la recopilación de la información de la tabla de ruteo; dicha recopilación la realiza el ruteador pero por medio de otro proceso que se conoce como el proceso de ruteo. Es también importante señalar que la información contenida en las tablas de ruteo se encuentra en forma de prefijos de dirección y dichos prefijos son de longitud variable.

Una de las operaciones críticas en el proceso de reexpedición de paquetes es la búsqueda en la tabla de ruteo. Esta búsqueda es complicada, por un lado por el gran número de entradas en la tabla de ruteo (del orden de 500 000 en los grandes ruteadores), y por otro lado por el hecho de que se necesita una búsqueda del prefijo más largo y no una búsqueda exacta. Un factor importante a tomar en cuenta es que es necesario que esta búsqueda sea cada vez más rápida a medida que Internet crece y la tasa de paquetes por unidad de tiempo que recibe un ruteador aumenta. En la literatura se han propuesto varios algoritmos y estructuras de datos para optimizar en tiempo y en espacio esta búsqueda en tablas de ruteo. Un gran número de estas propuestas necesitan como un paso inicial la transformación del conjunto de prefijos de la tabla de ruteo original en otro conjunto equivalente; es decir, en otro conjunto con la misma información de ruteo.

En esta propuesta de trabajo de investigación, nosotros estamos interesados en un tipo de transformación específica. Esta transformación consiste en obtener un conjunto de prefijos disjuntos, a partir del conjunto original de prefijos. En la literatura, este paso previo de transformación se da por hecho y no se especifica la manera en que realmente se efectúa. Además de que no se toma en cuenta el impacto que tiene este paso de transformación de prefijos en el desempeño del esquema total.

En esta propuesta de trabajo de investigación, se diseñará un algoritmo para realizar la transformación del conjunto de prefijos de una tabla de ruteo en otro conjunto de prefijos disjuntos pero que preserve la información de ruteo original. Además, se estudiará el impacto que este paso provoca en por lo menos uno de los esquemas propuestos en la literatura que usan este paso previo. También se estudiará la escalabilidad del algoritmo de transformación propuesto con respecto a la longitud de los prefijos IP; más específicamente con los prefijos en IPv6; ya que dicho protocolo ha comenzado ya a implantarse en Internet.

## **5. Objetivos**

### **5.1. Objetivos generales**

- Que el alumno desarrolle habilidades de investigación.
- Que el alumno diseñe un método para obtener un conjunto de prefijos disjuntos de una tabla de ruteo y haga con esto una contribución a la comunidad científica en el área de redes de computadoras.

### **5.2. Objetivos específicos**

Los objetivos principales de este proyecto son:

- Diseñar e implementar un método para obtener un conjunto de prefijos disjuntos de una tabla de ruteo.
- Estudiar el impacto que este paso de transformación provoca en por lo menos uno de los esquemas propuestos en la literatura que usan este paso previo.

## **6. Metodología propuesta**

En primer lugar se elaborará un estudio del estado del arte de los esquemas de búsqueda en tablas de ruteo; en particular, aquellos que usan la transformación en prefijos disjuntos como paso previo. Luego se elegirá uno de estos esquemas y se le estudiará en detalle. Después se diseñará un algoritmo para obtener un conjunto de prefijos disjuntos que sea aplicable al esquema elegido. Luego se evaluará el impacto de este algoritmo en el desempeño total del esquema elegido. Finalmente se comunicarán los resultados.

## 7. Calendarización de actividades

- 1<sup>er</sup> trimestre    Estudio del estado del arte.  
Identificación y caracterización de la problemática.  
Elaboración del protocolo de investigación con la metodología y el plan de trabajo a seguir.  
Presentación oral del protocolo de investigación en el foro trimestral del PCyTI.
- 2<sup>o</sup> trimestre    Diseño e implementación de un algoritmo para obtener un conjunto de prefijos disjuntos a partir del conjunto original de prefijos de una tabla de ruteo.  
Elaboración de una propuesta para evaluar tanto el desempeño de dicho algoritmo como el desempeño total de un esquema de búsqueda en tablas ruteo que necesite este algoritmo como paso previo.  
Elaboración de un reporte de avance tipo artículo.  
Presentación oral de los avances de investigación en el foro trimestral del PCyTI.
- 3<sup>er</sup> trimestre    Depuración y evaluación del algoritmo propuesto y evaluación del desempeño total de un esquema de búsqueda en tablas ruteo que necesite este algoritmo como paso previo.  
Redacción de la primera versión de la Comunicación idónea de los resultados de investigación obtenidos.  
Presentación oral de los avances de investigación en el foro trimestral del PCyTI.
- 4<sup>o</sup> trimestre    Elaboración de la versión definitiva de la Comunicación idónea de los resultados de investigación. Además deberá presentarse el correspondiente examen de grado.

## 8. Infraestructura necesaria y disponible

Una computadora y acceso a Internet.

## 9. Lugar de realización

Laboratorios del área de Redes y Telecomunicaciones.

## 10. Entregables

- Un algoritmo para obtener un conjunto de prefijos disjuntos a partir del conjunto original de prefijos de una tabla de ruteo.
- Un estudio del impacto que este algoritmo tiene en el desempeño total de un esquema de búsqueda en tablas ruteo que necesite esta transformación como paso previo.
- La idónea comunicación de resultados con el trabajo de investigación desarrollado.

## 11. Referencias a la literatura inicial

- Mun J., Lim H., “New Approach for Efficient IP Address Lookup Using a Bloom Filter in Trie-Based Algorithms”, , IEEE Transactions on Computers, 2015, Volume: PP, Issue: 99 (IEEE Early Access Articles).
- Degermark, Mikael, Brodnik, Andrej, Carlsson, Svante, Pink, Stephen, “Small forwarding tables for fast routing lookups”, Proceedings of the ACM SIGCOMM 1997, pp. 3-14.
- Ju Hyoung Mun, Hyesook Lim, Changhoon Yim, "Binary search on prefix lengths for IP address lookup," IEEE Communications Letters, vol.10, no.6, pp.492-494, June 2006.
- Miguel Á. Ruiz-Sánchez, Ernst W. Biersack and Walid Dabbous , “Survey and Taxonomy of IP Address Lookup Algorithms”, IEEE Network, Vol. 15 No. 2, pp. 8-23, March/April 2001.
- Weidong Wu Packet, Forwarding Technologies, Auerbach Publications, Boca Raton FL, 2008.