

# Ruteo en redes ad-hoc

Lic. Javier Díaz #<sup>1</sup>, Ing. Luis Marrone \*<sup>2</sup>, Lic. Andrés Barbieri #<sup>3</sup>, Mg. Matías Robles \*<sup>4</sup>

# *Centro Superior para el Procesamiento de la Información(CESPI)*

*Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina*

<sup>1</sup>*jdiaz@unlp.edu.ar*

<sup>3</sup>*barbieri@cespi.unlp.edu.ar*

\**Laboratorio de Investigación en Nuevas Tecnologías Informáticas(LINTI)*

*Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina*

<sup>2</sup>*lmarrone@linti.unlp.edu.ar*

<sup>4</sup>*mrobles@info.unlp.edu.ar*

## 1. Resumen

La propuesta de esta línea de investigación es mejorar el rendimiento de determinados protocolos de ruteo de redes wireless ad-hoc para que puedan realizar su trabajo en un menor tiempo y, en consecuencia, favorecer el funcionamiento de las aplicaciones que los utilizan. Los protocolos seleccionados son los de uso más común en este tipo de redes. Las modificaciones y las pruebas correspondientes se realizarán utilizando el simulador NS-2.

**Palabras Claves:** ad-hoc, ruteo, DSDV, DSR, AODV, NS-2

## 2. Introducción

Una de las principales ventajas de las redes wireless es la de permitir la movilidad de los usuarios sin desconectarse de la red. Sin embargo, en las redes infraestructura, esa movilidad está limitada por el área de cobertura de la estación base o access point. En determinadas situaciones, esta área puede ser muy pequeña o, en el peor de los casos, podría no existir una estación base, lo cual no posibilitaría que los nodos se puedan comunicar. Además, existen distintos escenarios donde nos podríamos encontrar con

la necesidad de desplegar una red de manera simple y rápida, como puede ser cuando existen catástrofes naturales, operaciones de rescate, guerras, etc. Las redes ad-hoc son muy atractivas para resolver estas situaciones porque se pueden formar dinámicamente mediante la colaboración de todos los nodos que la integran. No hay necesidad de que exista un acuerdo previo en lo que respecta al rol específico que cada nodo debe asumir. La red es descentralizada. Toda la actividad de la red, incluyendo el descubrimiento de su topología o el envío de mensajes, es realizada por los nodos que la integran.

Este tipo de redes tienen una topología dinámica y arbitraria que puede cambiar rápidamente y de manera impredecible debido a que los nodos son libres de moverse aleatoriamente. La principal consecuencia de esta movilidad es que los links pueden formarse y romperse con mucha frecuencia, lo que implica que la red debe ser auto-configurable y auto-organizada. Obviamente, el camino entre un origen y un determinado destino que atraviesa varios nodos intermedios puede, repentinamente, modificarse. Cuando esto sucede, la red debe ser capaz de encontrar un nuevo camino en el menor tiempo posible. Todos los nodos que componen la red deben cooperar para lograrlo. Esta funcionalidad requiere que cada uno de los integrantes de la

red sea capaz de reenviar datos en nombre de otros miembros, es decir, que funcionen como un router.

Aunque el despliegue de este tipo de redes es bastante sencillo, es necesario tener en cuenta varios factores, además de los explicados con anterioridad, para lograr que alcancen un correcto funcionamiento, como son: capacidad limitada de las baterías, calidad variable del enlace, enlaces unidireccionales, ruteo, etc.

En una red wireless del tipo infraestructura, la comunicación entre los nodos que la componen es single-hop. Todos los nodos se comunican, directamente, con la estación base. Pero, en una red ad-hoc, puede suceder que dos nodos cualquiera no se puedan conectar, directamente, entre ellos, aunque si lo pueden hacer utilizando nodos intermedios, es decir, la comunicación entre un origen y un destino podría ser multi-hop.

Es por esa característica, la de multi-hop, que se requiere la presencia de un protocolo de ruteo que permita encontrar las posibles rutas entre un origen y un destino. Este protocolo debe ser ejecutado en todos los nodos que conforman la red. Debido a los limitados recursos con que cuenta una red ad-hoc, el diseño de protocolos de ruteo eficientes y confiables se ha transformado en un gran desafío.

### **3. Protocolos de ruteo ad-hoc**

#### **3.1. Clasificación de los protocolos de ruteo**

Como es sabido, en las redes cableadas los algoritmos de ruteo se pueden clasificar en dos grupos: link-state y distance-vector, que, aunque tienen un correcto desempeño en ese tipo de redes, no pueden escalar para grandes redes ad-hoc y no son capaces de adecuarse a los constantes cambios topológicos que existen en una red de estas características. Para solucionar estos inconvenientes se les realizaron algunas adaptaciones. También, nuevos protocolos específicos para esta clase de redes han sido desarrollados.

La gran cantidad de protocolos de ruteo (más de 30 protocolos [1]) existentes se los puede agrupar de la siguiente forma: plano (flat), jerárquico (hierarchical) y posición geográficamente asistida (Geographic position assisted) [2] [3]. En el ruteo plano, o ruteo uniforme, todos los nodos son idénticos en lo que a su rol y responsabilidad, dentro de la red, se refiere. En cambio, en el ruteo jerárquico existen determinados nodos que tienen una obligación diferente en el funcionamiento del protocolo. Por último, en los protocolos de posición geográficamente asistida los nodos pueden ser ayudados por algún dispositivo especial, como puede ser un dispositivo GPS.

Dentro del ruteo plano, que es sobre el grupo que en principio desarrollaremos nuestro trabajo, los protocolos se pueden dividir en tres grupos según la forma en que los nodos obtienen y mantienen la información de ruteo: proactivos (table-driven), reactivos (on-demand) e híbridos [3]. Los protocolos proactivos intentan mantener la información de ruteo a todos los demás nodos de la red consistente y actualizada, por lo tanto, si un nodo necesita una ruta la obtiene inmediatamente. Si se produce un cambio en la topología de la red, éste se notifica por toda la red. Como los nodos mantienen esta información en tablas, también se los conoce como table-driven. Estas tablas son enviadas periódicamente a todos sus vecinos. Aun cuando no sean utilizadas, las rutas a todos los destinos posibles se obtienen y mantienen en cada uno de los nodos. Por su parte, en un protocolo reactivo, también conocidos como event-driven, las rutas son buscadas, únicamente, cuando se necesitan. El proceso de descubrimiento de ruta es iniciado por el origen y, si se encuentra una ruta hacia el destino deseado, ésta se mantiene hasta que el destino deja de ser accesible. Los protocolos proactivos tienen la ventaja de un menor retardo end-to-end porque las rutas deberían estar disponibles al momento de necesitar establecer una conexión pero, tienen como desventaja, que generan una mayor cantidad de tráfico para mantener las tablas actualizadas, por lo que pueden presentar problemas de escalabilidad en redes grandes. Por último, los protocolos híbridos combinan los méritos de estos dos tipos de protocolos y, además, solucionan sus limitaciones.

## 4. Trabajos Realizados

Para comenzar el estudio se realizaron comparaciones de tres de los protocolos de ruteo ad-hoc más utilizados. Los protocolos seleccionados fueron Destination-Sequenced Distance-Vector(DSDV) [4], Dynamic Source Routing(DSR) [5][6] y Ad-hoc On-demand Distance Vector(AODV) [7]. DSDV pertenece a la familia de protocolo table-driven o proactivos; DSR y AODV a la de event-driven o reactivos. Estos dos últimos fueron escogidos porque presentan un funcionamiento totalmente diferente a pesar de corresponder a la misma familia.

Para las pruebas se utilizó el simulador NS-2 [10]. Se generó un escenario de prueba, de 900x900 mts, en el cual se dispusieron, aleatoriamente, 90 nodos. Los nodos generaban tráfico CBR (Constant Bit Rate). El tiempo total de simulación fue de 900 segundos. Se realizaron simulaciones con 3, 15, 25 y 40 conexiones. Por cada una de estos escenarios, se fueron variando los tiempos de pausa del desplazamiento de los nodos. En total, se escogieron 7: 0 (en constante movimiento), 25, 50, 100, 250, 500 y 900 (sin movimiento). Los métricas que se compararon fueron: Packet Delivery Rate, Average Delay y Routing Overhead. Existen otros trabajos previos donde se realizaron pruebas de comparación entre protocolos de ruteo ad-hoc [8][9]

De acuerdo a las pruebas realizadas, el resultado obtenido indica un mejor funcionamiento de los protocolos de ruteo event-driven, o reactivos, pero sin llegar a ser netamente superiores. En algunas simulaciones o métricas medidas, el protocolo proactivo obtuvo un mejor funcionamiento. Independientemente del tipo de protocolo utilizado, el principal problema que presentan es la gran cantidad de tráfico que generan para lograr su finalidad. Esto ocurre con mayor intensidad en los protocolos proactivos (DSDV).

## 5. Objetivos

Nuestra línea de investigación consiste en realizar mejoras a los protocolos de ruteo ad-hoc

analizados para lograr un mejor funcionamiento de los mismos y, en consecuencia, de las aplicaciones que los utilizan.

En primer lugar, proponemos realizar modificaciones al protocolo de ruteo DSDV. Este protocolo, que utiliza hop-count como métrica, solamente almacena la mejor ruta aprendida a cada destino posible. Cada vez que pierde la ruta a un destino, tiene que empezar a buscar una nueva ruta lo que provoca un incremento en el delay de las comunicaciones. Si cada nodo almacenase dos o más de las mejores rutas a cada destino, estos tiempos podrían mejorarse.

Otra modificación a realizar, sin importar el tipo de protocolo utilizado, es proveer a estos protocolos de cierta calidad de servicio para que puedan determinar las rutas con cierta prioridad con respecto a otro tipo de tráfico. El tráfico correspondiente a los protocolos de ruteo tendrá una prioridad alta para que las rutas se puedan formar con mayor rapidez. Para esta modificación se piensa en utilizar el estándar IEEE 802.11e que es el que permite la utilización de Calidad de Servicio en redes wireless.

## 6. Trabajo Actual

Actualmente, estamos empezando a modificar el código del protocolo DSDV con el fin de implementar las modificaciones antes descriptas. Para esto hacemos uso del simulador NS-2.34 [10]. Todos los protocolos seleccionados están implementados en este simulador. Pensamos que si se permite que el protocolo almacene dos, o más, rutas posibles a un destino su tiempo de respuesta podría disminuir.

Teniendo en cuenta que la cantidad de posibles caminos alternativos entre dos extremos puede ser muy grande es importante establecer un equilibrio entre el número de rutas almacenadas en memoria y la porción de memoria que este proceso consume. Si, por ejemplo, los nodos se identifican mediante direcciones IPv6, las tablas de ruteo podrían consumir demasiada memoria almacenando una gran cantidad de rutas alternativas.

Nosotros pensamos que con dos rutas como máximo para cada par de extremos es suficiente.

## 7. Formación de Recursos Humanos

Actualmente, un integrante del proyecto se encuentra en el estudio del código del protocolo DSDV. Este trabajo se realiza en conjunto con integrantes del Departamento de Informática de la Universidad de Minho, Portugal.

[8] A performance comparison of proactive and reactive routing protocols of Mobile Ad-hoc Networks(MANET) - Saiful Azadm, Arafatur Rahman and Farhat Anwar - 2007

[9] A Performance Comparison of the Ad Hoc Network Protocols Qian Feng, Zhongmin Cai, Jin Yang, Xunchao Hu - 2009 Second International Workshop on Computer Science and Engineering

[10] <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>

## Referencias

[1] [http://wiki.uni.lu/secan-lab/Ad-HocProtocols\(\\$28\)Classification\(\\$29\).html](http://wiki.uni.lu/secan-lab/Ad-HocProtocols($28)Classification($29).html)  
Faculté de Science de la Technologie et de la Communication

[2] Classification of Ad Hoc Routing Protocols - Petteri Kuosmanen  
<http://keskus.hut.fi/opetus/s38030/k02/Papers/12-Petteri.pdf>

[3] Principles of Ad-Hoc Networking Michel Barbeau y Evangelos Kranakis, John Wiley and Sons - 2007

[4] Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance-Vector Routing for Mobile Computer - Charles E. Perkins, Pravin Bhagwat  
<http://www.cs.virginia.edu/~cl7v/cs851-papers/dsdv-sigcomm94.pdf>

[5] DSR: The Dynamic Source Routing Protocol for Multi-Hop Wireless Ad-Hoc Networks - David B. Johnson, David A. Maltz & Josh Broch

[6] RFC 3561 - Ad-hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing Charles Perkins, E. Belding-Royer - Julio 2003

[7] RFC 4728 - The Dynamic Source Routing Protocol(DSR) for Mobile Ad Hoc Networks for IPv4 - David Johnson, David Maltz - Febrero 2007