



Comparativo entre los protocolos de encaminamiento DSR y AODV

Fernando E. Michel, Arnoldo
Díaz

Carlos T. Calafate

Departamento de Sistemas y
Computación

DISCA

Instituto Tecnológico de Mexicali,

Universidad Politécnica de Valencia,

Resumen — Las redes *Ad Hoc* (MANETs) son redes de computadoras compuestas exclusivamente de terminales, sin necesidad de infraestructura que las soporte. Debido a que las computadoras de la red son también encaminadores (*routers*) y que los nodos pueden moverse libremente, los protocolos de encaminamiento utilizados en las redes tradicionales no pueden utilizarse eficientemente en las redes ad hoc. A la fecha, una gran cantidad de protocolos de encaminamiento para MANETs han sido propuestos. En este artículo presentamos los resultados de la comparación de dos de los protocolos de encaminamiento mas importantes: DSR y AODV. Se llevaron a cabo simulaciones considerando diferentes velocidades de los nodos. El parámetro de comparación utilizado ha sido el *throughput*. Para llevar a cabo las comparaciones se utilizó el simulador ns-2. En el artículo se presentan los resultados obtenidos.

Abstract — Mobile *ad hoc* networks (MANETs) are a special kind of networks formed solely by terminals, lacking any infrastructure for support. Since each network node act also as a router and are free to move arbitrarily, traditional network routing protocols can not be used efficiently in ad hoc networks. A lot of routing protocols have been proposed to date. In this paper, we compare two of the most important ad hoc routing protocols: DSR and AODV. We conduct several simulations considering different nodes speeds. We compare protocols throughput. In our project we use the ns-2 simulator. In this paper we presents our results.

Palabras clave — *redes Ad Hoc, MANETs, protocolos de encaminamiento.*

I. INTRODUCCIÓN

La principal característica de las *Redes Móviles Ad Hoc (MANETs)* [3] consiste en que todos los dispositivos que forman parte de la red, además de funcionar como terminales, realizan también funciones de retransmisión de paquetes típicamente asociadas a encaminadores. Esta característica permite construir redes sin necesidad de infraestructura de soporte. Por otra parte, la disponibilidad de dispositivos móviles y de tecnologías de comunicación como *Bluetooth* han hecho posible la implementación de redes ad hoc a bajo costo. La funcionalidad principal de estas redes es la de crear de una manera rápida y eficaz una red temporal en lugares carentes de una infraestructura de red. Concretamente, las principales aplicaciones para las que estas redes fueron concebidas son operaciones de búsqueda y rescate de emergencias (bomberos), entornos militares (campos de batalla), redes de sensores, creación de vehículos y carreteras inteligentes

Debido a que cada nodo de la red es a la vez un encaminador (*router*), la definición de algoritmos eficientes para MANETs ha sido un tema sujeto a mucha investigación en los últimos años. Como resultado, una buena cantidad de algoritmos de encaminamiento han sido propuestos. Determinar cuál es el mejor depende en gran medida de las características de la red a utilizar.

En este artículo se presenta un comparativo entre dos de los protocolos de encaminamiento para redes ad hoc mas importantes: *Dynamic Source Routing Protocol (DSR)* y *Ad hoc On-demand Distance Vector (AODV)*. El parámetro de comparación utilizado es el throughput. Se llevaron a cabo diferentes simulaciones con diferentes velocidades de movimiento de los nodos.

Lo que resta del artículo esta estructurado de la siguiente manera. En la Sección 2 se describe brevemente el encaminamiento en redes ad hoc y muestra manera en que se clasifican dichos protocolos. En la Sección 3 se explican las características de los protocolos bajo estudio: *DSR* y *AODV*, La sección 4 explica los escenarios con los cuales se llevaron a cabo las simulaciones y presenta los resultados obtenidos. Finalmente, en la Sección 5 se presentan conclusiones y trabajo futuro.

II. CLASIFICACIÓN DE LOS PROTOCOLOS DE ENCAMINAMIENTO AD HOC

De acuerdo a sus características, los protocolos pueden tener las siguientes clasificaciones:

- A. Proactivos vs. Reactivos (o bajo demanda): Esta es la clasificación más importante. Por una parte, en los protocolos proactivos periódicamente se envía información de encaminamiento para que en cualquier momento cualquier nodo pueda comunicarse con cualquier otro de la red. Esta característica proporciona una rápida respuesta ante solicitudes de ruta y ofrece un buen comportamiento en situaciones donde la tasa de movilidad es alta. Sin embargo la sobrecarga que se introduce en la red con información de control es alta. Entre estos protocolos podemos destacar el protocolo *DSDV (Destination-Sequenced Distance Vector)* [8]. Por otra parte, los protocolos reactivos sólo crean rutas cuando es necesario. Son protocolos bajo demanda donde la sobrecarga es mucho menor, pero los retrasos de establecimiento de rutas son mayores. Podemos nombrar al *AODV (Ad hoc On-Demand Distance Vector)* [7] como protocolo reactivo. Existen algunos protocolos híbridos en los que se mantiene una filosofía proactiva en un ámbito local y reactiva a nivel más global, como el protocolo *ZRP (Zone Routing Protocol)* [10].
- B. Jerárquico vs. Plano: en los protocolos jerárquicos, los nodos pertenecen a diferentes niveles y su función en la retransmisión depende del nivel en el que esté. Normalmente las redes se dividen en grupos de nodos llamados clusters. En los planos, todos los nodos están al mismo nivel, tienen las mismas funciones y responsabilidades. Uno de los protocolos jerárquicos más destacables es *CGSR (Clusterhead Gateway Switch Routing)* [2].
- C. Geográficos vs. No Geográficos: en los protocolos geográficos, se tiene en cuenta la posición geográfica exacta de cada nodo para realizar los encaminamientos. Su gran inconveniente es la necesidad de dispositivos de posicionamiento global (GPS) todavía no lo suficientemente comunes en todos los dispositivos. Entre estos protocolos podemos encontrar *DREAM (Distance Routing Eect Algorithm for Mobility)* [9].

- D. Encaminamiento en el origen vs. Encaminamiento salto a salto: en los protocolos con encaminamiento en el origen, cada paquete de datos lleva incorporado el camino que debe seguir en la red hasta el destino. Por esto, la necesidad de proceso en los nodos intermedios es prácticamente nula, en cambio se incrementa el volumen de los paquetes. Por el contrario, en el encaminamiento salto a salto, en cada nodo únicamente se decide cuál será el nodo siguiente. El protocolo más conocido y extendido que utiliza encaminamiento en el origen es *DSR (Dynamic Source Routing)* [5].
- E. Multipath vs. Singlepath: los protocolos singlepath sólo mantienen una ruta única hacia cada destino, en cambio, los multipath mantienen varias. El protocolo *TORA (Temporally-Ordered Routing Algorithm)* [6] es un ejemplo de protocolo multipath.

III. PROTOCOLOS *AODV* Y *DSR*

Con el fin de ofrecer una base teórica para el análisis práctico realizado, presentamos aquí brevemente las características más relevantes de los protocolos analizados en las simulaciones:

- *Ad Hoc On-Demand Distance Vector (AODV)*

En el protocolo *AODV* [7] los nodos mantienen una tabla de encaminamiento para los destinos conocidos (empleando el algoritmo vector distancia). Inicialmente esta tabla estará formada por sus vecinos. Solamente se le añadirán destinos nuevos cuando sea necesario, es decir, cuando un nodo necesita comunicarse con otro que no está en su tabla, inicia un proceso de descubrimiento de ruta (reactivo) hacia el destino concreto. Para ello se emiten mensajes de descubrimiento de ruta *RREQ* que se van propagando entre todos los nodos de modo similar al *DSR*. En cambio, aquí los nodos generan una tabla de encaminamiento inversa para que puedan regresar las contestaciones *RREP* a las solicitudes de ruta al nodo que la originó. Se recomienda el uso de mensajes *HELLO* entre vecinos para determinar la conectividad, aunque para reducir el volumen de estos mensajes, sólo debe permitirse su envío a los nodos que estén transmitiendo datos. Debemos destacar además la utilización de las técnicas de "búsqueda secuencial por anillos" y "reparación local del enlace" así como también que es capaz de proporcionar soporte multicast.

- *Dynamic Source Routing (DSR)*

El protocolo *DSR* [5] se fundamenta en el encaminamiento desde el origen, es decir, los paquetes de datos incluyen una cabecera de información acerca de los nodos exactos que deben atravesar. No requiere ningún tipo de mensajes periódicos (reactivo), disminuyendo así la sobrecarga con mensajes de control. Además ofrece la posibilidad de obtener, con la solicitud de una ruta, múltiples caminos posibles hacia el destino. Tampoco son un problema, a diferencia de la mayoría de protocolos de encaminamiento en este tipo de redes, los enlaces unidireccionales. Para poder realizar el encaminamiento en el origen, a cada paquete de datos se le inserta una cabecera *DSR* de opciones que se colocará entre la cabecera de transporte y la IP. Entre dichas opciones se incluirá la ruta que debe seguir el paquete nodo a nodo. Cada nodo mantiene una memoria caché de rutas en la que se van almacenando las rutas obtenidas a través de procesos de descubrimiento de rutas ya sean propios o obtenidos a través de escuchas en la red. En los procesos de descubrimiento de rutas se generan mensajes de solicitud, respuesta y error siendo estos mensajes *ROUTE REQUEST*, *REPLY* y *ERROR* respectivamente.

IV. ESCENARIOS DE LAS SIMULACIONES Y RESULTADOS

Para realizar las simulaciones se ha utilizado la herramienta de simulación de redes ns-2 versión 2.31 [4] debido a su amplia difusión y aceptación en el estudio de las redes MANET. A continuación presentamos los escenarios analizados y los resultados obtenidos.

Para llevar a cabo las simulaciones se generaron 15 escenarios distintos con la herramienta *setdest* [1] que viene incluida en el simulador.

Las simulaciones que se realizaron fueron un total de 30 con una duración de 300s c/u, 15 con el protocolo de encaminamiento *AODV* y 15 con el protocolo de encaminamiento *DSR* con 3 velocidades de movilidad distintas de 1 m/s, 5 m/s y 10 m/s con un tiempo de pause de 0, en un escenario de 870×870 metros, donde se colocaron 50 nodos. A nivel MAC se utilizó la capa IEEE 802.11. En estos escenarios se simuló 6 conexiones unidireccionales con fuentes de tasa constante (*Constant Bit Rate, CBR*) sobre el protocolo de datagramas de usuario (User Datagram Protocol, UDP), enviando 10 paquetes por segundo de 512 bytes cada uno. De estos seis enlaces de datos, uno se estableció para el par de nodos 1-2 (desde 1 hacia 2) y los cinco restantes para los pares 4-5 (desde 4 hacia 5), 4-6, 6-7, 7-8 y 7-9.

En nuestro análisis de resultados lo que hemos tomado como referencia es el *throughput* ya que es lo que nos ayudara a concluir que protocolo tiene mejor rendimiento en este aspecto. El *throughput* se calcula comparando la cantidad de paquetes enviados contra la cantidad de paquetes recibidos.

En la figura 1 podemos ver los resultados obtenidos donde se observa cómo éstos oscilan en torno a dos valores que se corresponden con los casos en que los protocolos logran establecer una comunicación directa o indirecta.

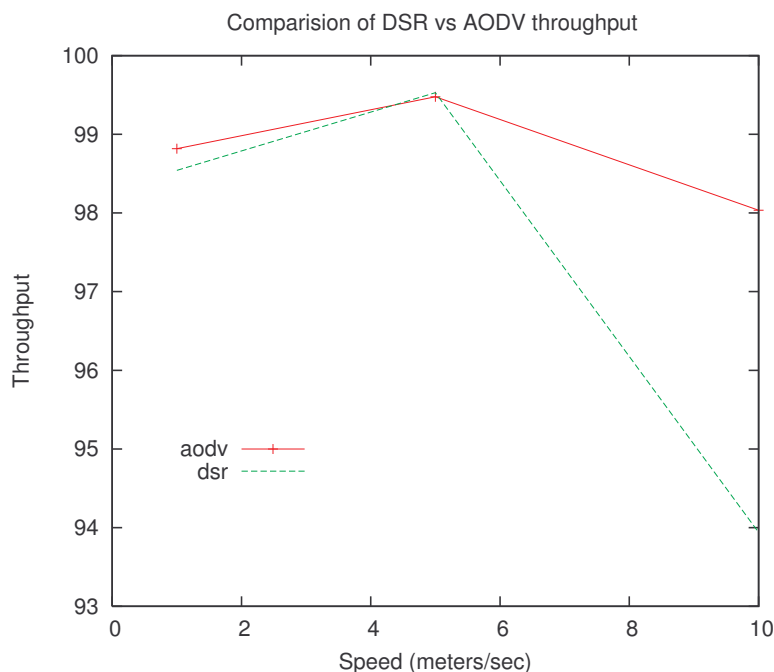


Figura 1. Throughput de los protocolos DSR y AODV

V. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Debido a las características de las redes móviles *ad hoc*, en las que los nodos actúan también como encaminadores, una gran cantidad de algoritmos de encaminamiento para este tipo de redes han sido propuestos a la fecha. Dos de los más importantes algoritmos de encaminamiento son el *Dynamic Source Routing (DSR)* y el *Ad hoc On-demand Distance Vector (AODV)*. En este artículo se compara el *throughput* de ambos protocolos utilizando el simulador ns-2. Se definieron escenarios considerando nodos con una movilidad de 1, 5 y 10 m/s. Los resultados muestran que el *AODV* supera al *DSR* en *throughput* y que la diferencia directamente proporcional a la velocidad de los nodos. Por otra parte, se los resultados muestran que entre mayor sea la movilidad de los nodos el desempeño del protocolo DSR empeora.

Como trabajo futuro se tiene la comparación de estos protocolos utilizando otros parámetros, como el retardo o la sobrecarga de encaminamiento, así como la evaluación de los protocolos considerando el consumo de la energía de las baterías de los nodos.

REFERENCIAS

- [1] Nikos Drakos and Ross Moore, MobileNode Movement, The ns manual (formerly notes) . In <http://www.isi.edu/nsnam/ns/doc/node188.htm>.
- [2] C. Chiang, H. Wu, W. Liu, and M. Gerla. Routing in clustered multihop, mobile wireless networks with fading channel. In The IEEE Singapore International Conference on Networks pp.197--211, 1997.
- [3] Internet Engineering Task Force. Manet working group charter. In <http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html>.
- [4] K. Fall and K. Varadhan, ns notes and documentation, The Vint Project. <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>.
- [5] David B Johnson and David A Maltz. Dynamic source routing in ad hoc wireless networks. In Imielinski and Korth, editors, Mobile Computing, volume 353, pages 153--181. Kluwer Academic Publishers, 1996.
- [6] Vincent D. Park and M. Scott Corson. A highly adaptive distributed routing algorithm for mobile wireless networks. In IEEE INFOCOM '97, pages 1405§1413, Kobe, japan, April 1997.
- [7] C. Perkins. Ad-hoc on-demand distance vector routing. In 2nd IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, pages 90--100, New Orleans, LA, Feb 1999.
- [8] Charles Perkins and Pravin Bhagwat. Highly dynamic destination sequenced distance-vector routing (DSDV) for mobile computers. In Proceedings of ACM SIGCOMM'94 Conference on Communications Architectures, Protocols and Applications, pages 234§244, 1994.
- [9] V. R. Syrotiuk, B. A. Woodward, S. Basagni and I. Chlamtac. A distance routing effect algorithm for mobility (dream). In Proc. ACM/IEEE Mobicom, pages 76--84, October 1998.
- [10] R. Pearlman Z. J. Haas. Zone routing protocol for ad-hoc network. In IETF Internet Draft draft-ietf-manet-zrp-02.txt, 1999.