

이동 애드혹 네트워크 환경에서의 선택적 경로 탐색 라우팅 프로토콜 설계

김태은^o 박용진

한양대학교 전자전기컴퓨터공학부
{tekim^o, park}@hyuee.hanyang.ac.kr

Design of The Selective Route Discovery Routing Protocol for Mobile Ad-Hoc Networks

Tae-Eun Kim^o Yong-Jin Park
Dept. of Electrical and Computer Engineering
Hanyang University

요 약

본 논문에서는 소수 노드가 대부분의 네트워크 트래픽을 차지하는 실제 트래픽 형태에서 이동 애드혹 네트워크가 효율적으로 동작하기 위한 선택적 경로 탐색 라우팅 프로토콜을 제안한다. 선택적 경로 탐색 라우팅 프로토콜은 각 송신노드마다 자주 사용되는 목적노드를 주기적으로 선별하고 주기적인 RREQ 메시지를 보냄으로써 빠른 응답성을 가지도록 한다. 마지막으로 모의실험을 통해 우리가 제안한 방법이 기존의 On-Demand 라우팅 프로토콜보다 우수함을 보인다.

1. 서 론

이동 애드혹 네트워크는 이동성을 가진 다수의 노드들에 의해 자율적으로 구성되는 임시적인 네트워크로서, 기반망이 존재하지 않는 지역에서 네트워크를 구성하기 위한 목적으로 연구되어 왔다. 이동 애드혹 라우팅 프로토콜은 이동 노드들 간의 통신을 가능하게 하기 위한 기술로서 중요한 연구 분야로 인식되어 왔으며 그만큼 다양한 라우팅 프로토콜들이 제안되었다. 애드혹 라우팅 프로토콜은 크게 Table-Driven 방식과 On-Demand 방식으로 나눌 수가 있다[1].

Table-Driven 라우팅 프로토콜은 주기적으로 각 노드에 대한 정보를 업데이트하여 라우팅 테이블을 유지한다. Table-Driven 방식은 주기적인 업데이트로 인해 전체 네트워크 토폴로지 변화에 대한 응답성이 빠르지만 이러한 특징은 과도한 라우팅 메시지를 유발하여 전체 네트워크의 부하가 커지는 단점을 초래하기도 한다. Table-Driven 방식의 라우팅 프로토콜에는 DSDV(Destination-Sequenced Distance-Vector), WRP(The Wireless Routing Protocol), CGSR(Clusterhead Gateway Switch Routing) 등이 있다.

On-Demand 라우팅 프로토콜은 Table-Driven 라우팅 프로토콜과는 달리 송신노드가 원하는 경우에만 경로를 탐색하고 그 경로를 유지한다. 따라서 전체 노드들에 대한 라우팅 테이블을 유지할 필요가 없기 때문에 주기적인 경로 탐색 과정이 없고 네트워크의 부하를 줄일 수 있다는 특징을 가지고 있다. 그러나 패킷을 보낼 때마다 새로운 경로 탐색 과정을 거쳐야 하므로 초기에 지연 시간이 발생하기도 한다. 대표적인 On-Demand 라우팅 프로토콜에는 AODV(Ad Hoc On-Demand Distance

Vector), DSR(Dynamic Source Routing), TORA(Temporally Ordered Routing Algorithm) 등이 있다. 그림 1은 간략한 애드혹 라우팅 프로토콜의 분류를 나타내고 있다.

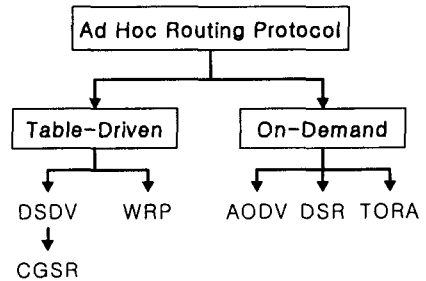


그림 1 애드혹 라우팅 프로토콜의 분류

최근에는 두 가지 방식의 성능 비교 연구도 활발히 이루어지고 있으며, 일반적으로 Table-Driven 프로토콜보다 On-Demand 프로토콜이 이동 애드혹 네트워크 환경에 좀 더 적합한 것으로 알려져 있다[1][2].

우리는 여기서 On-Demand 방식의 특징을 살리며 단점을 보완하기 위해 선택적 경로 탐색 애드혹 라우팅 프로토콜을 생각해보고자 한다.

2. 선택적 경로 탐색 애드혹 라우팅 프로토콜

2.1 기존 네트워크 이용에 대한 고찰

이용자가 네트워크를 사용하는 패턴을 분석하면 일반적으로 특정 노드에게 트래픽이 편중되는 경향을 보인다[3]. 그런데 기존의 라우팅 프로토콜들은 이러한 이용

특성을 고려하는 경우가 드물며 성능비교를 위한 모의실험에도 전체 네트워크의 노드들을 고르게 선택하는 트래픽 패턴으로 모의실험을 하는 경우가 대부분이다. 따라서 실제 트래픽 패턴을 고려한 라우팅 프로토콜의 설계가 필요하다.

2.2 선택적 경로 탐색 애드혹 라우팅 프로토콜 설계

위에서 언급한 네트워크 이용 경향을 고려하기 위해 각 노드는 일정한 주기마다 자신의 트래픽 이용 상황을 분석하고 자주 사용하는 목적노드에 대해서 주기적인 RREQ(Route Request) 메시지를 전송함으로써 최신의 경로를 유지하도록 설계한다. 따라서 라우팅 테이블에 등록되어 있는 노드들은 저마다의 'counter' 필드를 가지고 있으며 자신이 보내는 데이터 패킷이나 다른 노드에서 온 데이터 패킷을 포워딩하는 경우에만 'counter' 값을 증가시킨다. HELLO, RREQ, RREP(Route Reply) 메시지 등의 라우팅 패킷에 대해서는 'counter' 값을 증가시키지 않는데 순수한 데이터 패킷의 패턴을 파악하기 쉽도록 하기 위함이다. 대부분의 패킷이 전송되는 상위의 소수 목적노드에 대한 패킷 전송 시간을 줄임으로써, 전체적인 평균 패킷 전송 시간을 줄이는 효과를 가질 수 있도록 설계한다. 또한 주기적으로 자주 이용하는 목적노드를 새롭게 선택하고 'counter' 필드를 다시 초기화시킴으로써 네트워크의 변화에 쉽게 적응할 수 있도록 설계한다.

선택된 노드들에 대한 RREQ 패킷을 전송하는 타이머 주기(Selective RREQ Time)는 라우팅 테이블의 Route Life Time 에 비례하도록 설계하며, 자주 이용하는 목적노드를 선택하는 주기(RREQ Entry Selection Time)는 Selective RREQ time 의 정수배가 되도록 한다.

$$Sel. RREQ Time = f \times Route Life Time$$

$$RREQ Entry Selection Time = n \times Sel. RREQ Time$$

2.3 선택적 경로 탐색 애드혹 라우팅 프로토콜의 특징

우리의 라우팅 프로토콜은 기본적인 라우팅 방식인 On-Demand 형식으로 유지하면서 주기적인 Route Update를 수행하는 Table-Driven 방식을 Hybrid 방식으로 결합한 것이라고 볼 수 있다. 우리는 여기에서 기본 라우팅 프로토콜로 AODV를 사용하였다. 그러나 우리가 설계한 라우팅 프로토콜은 다른 On-Demand 라우팅 프로토콜에 모두 적용시킬 수 있다. 또한 노드마다 Sel. RREQ Time 이나 RREQ Entry Selection Time 을 독립적으로 선택할 수가 있고, 심지어 선택적 경로 탐색 프로토콜을 적용시키지 않아도 전체 네트워크와의 데이터 전송에는 아무런 영향을 끼치지 않는다. 따라서 각 노드는 자신의 성격에 따라 알맞은 환경을 설정할 수 있다.

3. 성능 비교

3.1 모의실험 환경

모의실험을 위해 ns2 simulator를 사용하였고[4], 무선 모델 지원을 위해 CMU extensions를 사용하였다[5]. ns2 simulator에서의 네트워크 환경 설정은 다음과 같다. 전체 네트워크의 영역은 가로 500m, 세로 500m의 정사각형 영역이며 시뮬레이션 시간은 300초이고 노드의 수는 20개로 설정하였다. 또한 전체 노드들은 0, 10, 20, 30, 40, 50m/s의 다양한 이동 속도를 가지도록 했으며, 기본 AODV 라우팅 프로토콜의 Route Life Time은 10초로 설정하였다. IEEE 802.11b LAN을 이용하며 512byte의 패킷 크기를 가지는 UDP의 CBR(Constant Bit Rate) 트래픽을 사용하였다. 특히 실제적인 트래픽 패턴을 만들기 위해 특정 노드에게 패킷이 집중되도록 정규분포 함수의 표준편차를 변화시키면서 목적노드 선택 빈도수를 조절하였다. 여기에 우리가 제안하는 라우팅 프로토콜의 RREQ Entry Selection Time의 계수 n 은 3으로 고정시켰으며 Sel. RREQ Time의 계수 f 는 1.5에서 5까지 다양하게 변화시켰다.

3.2 성능 평가

우리가 제안하는 선택적 경로 탐색-AODV(SRD-AODV) 라우팅 프로토콜과 비교를 위해 일반 AODV, DSDV 프로토콜을 함께 모의실험 하였다. 그림 2는 트래픽 패턴의 표준편차 값을 다르게 하였을 때 패킷 도달 시간의 평균값을 나타낸 것이다. 그림 2(a)는 노드가 정지한 상황에서의 결과를 나타내며, 그림 2(b)는 노드의 최대 이동 속도를 30m/s로 설정했을 때의 결과를 나타내고 있다. 일반적으로 DSDV는 AODV에 비해서 평균 패킷 전달 시간이 짧게 나온다. 이는 서론에서 언급한 경로 유지 방식의 차이점 때문이다. 여기에 우리가 제안한 방식 중 f 값을 변화시켜 얻은 결과값들을 보면 대부분 AODV와 DSDV보다 낮은 패킷 전달 시간을 갖는 것을 볼 수 있다. 그런데 $f = 1.5$ 인 경우를 살펴보면 AODV보다 훨씬 높은 값을 가지는 것으로 나타나고 있는데 이것은 Selective RREQ Time 이 짧기 때문에 RREQ 패킷이 과도하게 증가되었기 때문으로 분석된다.

한편 그림 3은 노드의 이동 속도별 라우팅 오버헤드의 비율을 나타내고 있다. 여기서 라우팅 오버헤드는 라우팅 패킷의 크기를 데이터 패킷의 크기로 나눈 것으로 계산하였다. 그림 3(a)는 트래픽의 목적노드 집중도를 표준편차 1로 설정했을 때의 결과이며 그림 3(b)는 집중도의 편차를 1.5로 설정했을 때의 결과이다. 주목할 것은 DSDV는 속도의 변화에 대해 변함없는 오버헤드 값을 나타내는 반면, AODV와 SRD-AODV 라우팅 프로토콜의 경우에는 속도에 따라 약간씩의 차이를 가진다. 이때 SRD-AODV 라우팅 프로토콜은 AODV 라우팅 프로토콜보다 라우팅 오버헤드가 조금씩 높은 것으로 나타나는데 이는 선택적 경로 탐색 과정에 따른 결과라고 볼 수 있으며, 선택적 경로 탐색 주기가 클수록 AODV 라우팅 프로토콜과 근접한 결과를 나타내는 것이 그 근거라 할 수 있겠다.

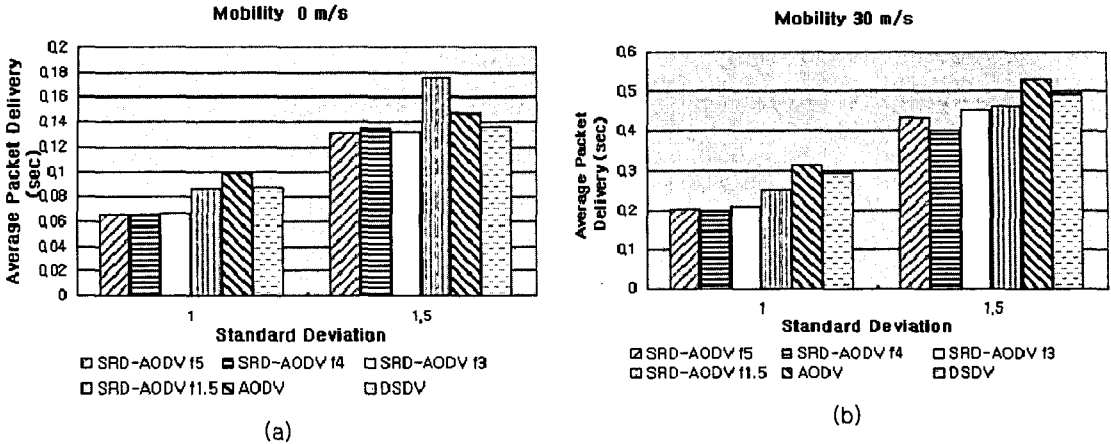


그림 2 트래픽 집중도에 따른 평균 패킷 전송 시간

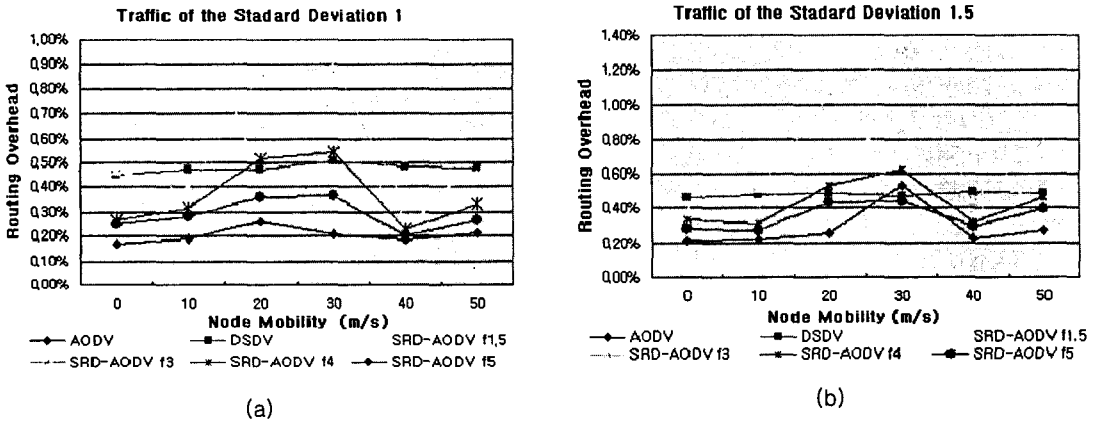


그림 3 이동 속도에 따른 라우팅 오버헤드

4. 결 론

선택적 경로 탐색 라우팅 프로토콜은 각 노드마다 자주 쓰이는 상위의 소수 목적노드에 대한 경로를 주기적으로 탐색하여 라우팅 테이블을 유지하고, 경로 탐색 주기를 다양화함으로써 빠른 응답성을 제공하고 네트워크 자원의 낭비를 최소화 한다. 이것은 AODV 라우팅 프로토콜의 장점을 유지하며 단점을 보완하는 것이라고 할 수 있다. 또한 노드마다 자신의 특성에 맞는 설정값을 선택할 수 있는 것이 특징이다. 앞으로 선택적 경로 탐색 라우팅 프로토콜이 다양한 트래픽 변화에 따라 효율적인 성능을 가질 수 있도록 다각적인 분석이 필요하며 다른 On-Demand 라우팅 프로토콜에도 적용시킬 수 있도록 차후에 계속 연구되어야 할 것이다.

참고문헌

[1] E. M. Royer and C-K Toh, "A Review of Current Routing Protocols for Ad Hoc Mobile Wireless Networks", IEEE Personal Communications Magazine,

pp. 46-55, April 1999.

[2] I. Gerasimov and R. Simon, "Performance Analysis for Ad Hoc QoS Routing Protocols", IEEE MobiWac'02.
 [3] Barabasi, Albert-Laszlo, "LINKED", Penguin, June 2003.
 [4] K. Fall and K. Varadhan, "ns Notes and Documentation" The VINT Project, UC Berkeley, LBL, USC/ISI, and Xerox PARC, available from "http://www.isi.edu/nsnam/ns/", Dec 2003.
 [5] CMU Monarch Group, "CMU Monarch extensions to the NS-2 simulator", Available from "http://monarch.cs.cmu.edu/cmu-ns.html", 1998.