

On-Demand Ad-Hoc망에서의 이동 호스트의 성능분석

하윤식* · 송창안 · 김동일

Performance analysis of Mobile Hosts based on On-Demand Ad-Hoc Networks

*Yun-Sik Ha · Chang-an Song · Dong-il Kim

요 약

Ad-Hoc망은 어떠한 집중화된 관리 혹은 표준 지원 서비스의 도움 없이 임시 네트워크를 형성시킨 무선 이동 호스트들의 집합으로서 고정된 라우터 없이 이동 호스트들이 라우터로 동작하므로 기존의 라우팅 프로토콜 알고리즘들은 효율적일 수 없다. Ad-Hoc망의 프로토콜은 크게 Table-Driven 경로 설정 알고리즘과 On-Demand 경로설정 알고리즘으로 나눌 수 있고 이론적인 면에서는 On-Demand 경로설정 방식의 절차가 더 효율적인 방식으로 제시되고 있다.

본 논문에서는 On-Demand Ad-Hoc망에서 AODV, DSR 라우팅 프로토콜의 노드 당 처리율을 시뮬레이션을 통해 분석하였다.

ABSTRACT

An Ad-Hoc networks is a set of wireless mobile host which forms temporary networks without any concentrated controls or any helps of standard support services. Mobile host' routers are operated by their mobile hosts without fixed routers, therefore, the original routing protocol algorithm are not effective. There are two major protocols in Ad-Hoc Network. A Table-Driven algorithm and an On-Demand, but the latter is presented more effective. We try to compare and analyze the performances of each protocol's host in this thesis.

I. 서 론

Ad-Hoc망은 고정된 유선망을 가지지 않고 이동호스트로만 이루어져 통신되는 망이다. 따라서 유선망을 구성하기 어렵거나 망을 구성한 후 단기간 사용되는 경우에 적합하며 Ad-Hoc망에서는 호스트의 이동에 제약이 없고 유선 망과 기지국이 필요 없으므로 빠른 망 구성과 저렴한 비용의 장점이 있다. 처음에는 군사적인 작전의 용도에서 시작해서 학교, 병원, 생산공장, 전시장, 응급상황 등 매우 다양한 분야에 Ad-Hoc망이 적용될 수 있으며 긴박한 상황이나 지속적인 망 연결이 필요 없는 환경에서 적용 가능하다. Ad-Hoc망에서 각각의 이동 노드는 단지 호스트가 아니라 하나의 라우터로 동작하게 되며, 다른 노드에 대해 다중 경로를 가질 수 있다. 또한 동적으로 경로를 설정할 수 있기 때문에 기반구조 없는 망이라고도 한다.

특정 시점에서 이동노드의 통신 연결상태는 노드 사이의 위치나 전송, 전력레벨, 안테나 패턴, 채널간의 상호 레벨의 함수로 나타낸다. 라우터들 사이의 이동성과 다른 연결 요소들의 가변적인 요소는 잠재적으로 속도감 있고 예측 불가능하게

변하는 망을 가져올 수 있다. 이에 따른 패킷의 손실이 무선망에서 자주 발생하게 된다. 그리고 한 개 이상의 경로를 형성하는 이동 호스트가 다른 곳으로 이동함으로써 해당 경로를 무효화시키기 때문에 이러한 망에서의 통신 연결은 상당히 취약하다. 이동 호스트는 이동에 따른 루트의 계산과 수정에 많은 시간을 소비해서는 안 된다. 이렇게 되면 데이터 처리율이 낮아져서 비효율적이고 비현실적인 시스템이 되기 쉽다. 따라서 Ad-Hoc 이동 호스트들간에 높은 효율의 통신을 제공하기 위해서는 잘 정의된 라우팅기법이 요구된다. 이에 본 논문은 Ad-Hoc 망에서 대표적인 On-Demand 라우팅 프로토콜인 AODV(Ad-Hoc On-Demand Distance Vector)와 DSR(Dynamic Source Routing)의 성능을 노드 당 처리율을 기준으로 비교 분석하고자 한다.

II. Ad-Hoc 무선망

1. Ad-Hoc 무선망의 특성

Ad-Hoc망의 가장 두드러지는 특징은 고정된

기반구조에 대한 최소의 필요성이다. 무선 Ad-Hoc망 구성 기술은 크게 응용 소프트웨어, 라우팅, 전송계층, 매체 접근 제어, 물리계층 등의 내용으로 구성되며 이동 라우팅과 매체 접근 제어, 물리계층 등이 무선 Ad-Hoc망 구성의 핵심 기술 사항으로 들 수 있다.

또한 이러한 망의 디자인시 망 크기, 연결성, 망 구조, 사용자 트래픽, 작동환경, 에너지, 규제를 고려하여 Ad-Hoc망 설계가 이루어진다면, 가격 대 성능비도 고려되어야 할 사항이다.

2. Ad-Hoc 라우팅 알고리즘

기존의 유선망과 마찬가지로 Ad-Hoc망에서도 어떤 라우팅 프로토콜과 트래픽을 사용하는가에 따라 망의 성능이 좌우된다. Ad-Hoc망에서 사용되는 라우팅 알고리즘은 유선망에서 사용되는 라우팅 알고리즘을 기반으로 개발되었다.

지금의 Ad-Hoc망에서 사용되는 라우팅 알고리즘은 크게 Table-Driven 알고리즘과 On-Demand 알고리즘 두 가지 부류로 나눌 수 있다. Table-Driven 알고리즘은 각각의 이동 노드가 무선 망 내의 모든 경로를 설정 할 수 있다. 그러나 최신의 정보를 갱신해야 하므로 실제 전달하는 데이터 외에 많은 망 트래픽을 유발하는 단점을 가진다. 대표적인 Table-Driven 라우팅 알고리즘에는 DSDV(Destination-Sequenced Distance-Vector Routing) CGSR(Clusterhead Gateway Switch Routing) 등이 있다. On-Demand 라우팅 알고리즘은 특정 목적지에 대한 경로를 요구하였을 때만 경로 설정 단계가 수행된다. 경로 설정 단계가 완료되어 새로운 경로가 발견되면 경로 유지 단계가 수행된다. 경로 유지는 목적지에게 더 이상의 요구 패킷이 없거나, 목적지까지의 경로를 사용할 수 없을 때까지 계속 수행된다. 이런 알고리즘의 단점은 경로 설정 과정에서 지연이 발생한다는 점과 홉 거리에 따른 관점에서 볼 때 최적의 경로를 보장하지 못한다는 점이다. 대표적인 On-Demand 라우팅 알고리즘에는 DSR, AODV, TORA(Temporally-Ordered Routing Algorithm) 등이 있다.

3. AODV 라우팅 알고리즘

AODV 라우팅 알고리즘은 DSDV 알고리즘을 사용한다. DSDV가 전체 경로에 대한 라우팅 정보를 유지하는데 비하여 AODV는 필요한 경로에 대한 라우팅 정보를 유지한다는 점에서 향상되었다고 할 수 있다. 선택되지 않은 노드들은 라우팅 테이블에 포함되지 않고 그에 대한 정보가 전송되지 않는다.

소스 노드에서 목적지 노드로의 경로가 미리 만들어져 있지 않다면, 경로 탐색 프로세스를 사용한다. RREQ(route request)를 이웃 노드들에 브로드캐스트하고, 이웃 노드들은 다시 그 이웃들에 브로드캐스트하는 방식으로 경로를 찾아간다. 그

림 2-1는 RREQ가 망을 통하여 전파되는 것을 보여준다. AODV는 목적지 순차 번호를 이용하여 유롭게 하고 최신 라우팅 정보를 갖도록 한다.

RREQ를 전송하는 동안, 중간 노드들은 패킷을 브로드캐스트한 이웃 노드의 주소를 라우팅 테이블에 기록하여 돕으로써 역경로를 만든다. 이후에 받게되는 동일한 RREQ 패킷들은 버린다. RREQ가 목적지에 도달하게되면, 목적지와 중간 노드들은 RREQ 전송 중에 만들어진 역경로로 RREP(route reply) 패킷을 보낸다. RREP 패킷이 전송되는 과정에서 노드들은 라우팅 테이블에 전송 경로를 기록하게된다.

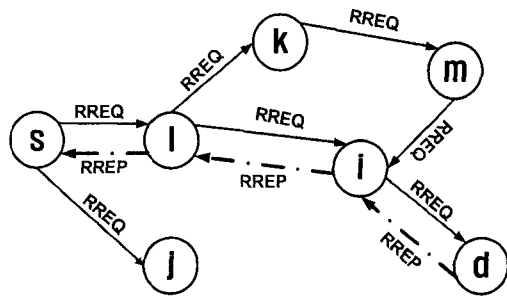


그림 1-1. AODV 경로 설정

4. DSR 라우팅 알고리즘

DSR은 소스 라우팅에 기반한 On-Demand 라우팅 알고리즘이다. DSR은 경로정보를 획득하고 유지하는 데에 두 가지 큰 알고리즘이 존재한다.

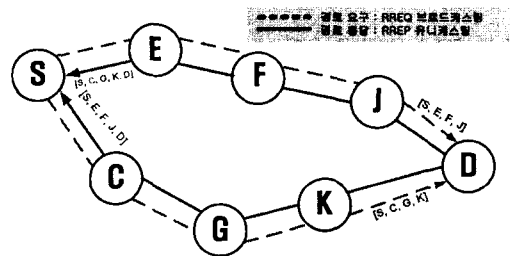


그림 2-2. DSR 경로설정

이 동작방식은 경로 발견과 경로 유지로 분류할 수 있다. 경로 발견은 우리가 통상적으로 알고 있는 경로의 획득 절차이다. DSR에서 모든 이동 단말은 라우팅 테이블과 같은 역할을 하는 라우트 캐쉬를 유지한다. 이 라우트 캐쉬에는 이전에 획득된 경로를 유지한다. 우선 경로 발견을 살펴보면(그림 2-2), 데이터를 목적지 이동단말인 D까지 전송할 필요가 생긴 이동단말인 S는 우선 자신의 라우트 캐쉬를 살펴본다. 이 라우트 캐쉬에 이동단말 D까지의 경로가 존재한다면, 이 경로로

이용해서 데이터를 전송한다. 만약, 이곳에 경로가 없다면 이동단말 S는 RREQ 패킷에 자신의 IP 주소를 추가한 다음 플로딩에 방법을 사용하여 주변 노드에게 전달한다. 이 RREQ를 수신한 주변에 노드 E, C는 자신의 라우트 캐쉬를 검색한다. 이곳에 경로가 존재 시 이동단말에서 RREP를 출발지 노드 S에게 전송한다.

여기에서 RREP를 생성한 이동단말은 라우트 캐쉬에 존재하는 D까지의 경로를 RREP에 추가하여 발생시킨다. 그러나, 라우트 캐쉬에 경로가 없다면 이동단말은 RREQ에 자신의 IP 주소를 추가하여 다시 브로드캐스트 한다. 이러한 절차를 반복하면, 목적지 노드인 D에 도달하게 될 것이다. 이 RREQ를 목적지 노드인 D가 수신하면, 노드 D는 자신이 목적지 노드임으로 더 이상 RREQ를 전송하지 않는다. 노드 D는 RREP에 RREQ 전달 과정에서 축적된 경로를 추가한다. 그리고 이 획득된 경로를 이용하여 출발지 노드인 S에 전송한다. RREP를 수신하게될 출발지 노드 S는 이 RREP에 경로를 이용해서 데이터를 다시 D에게 전송한다. 이것이 바로 경로 발견 절차이다. 이렇게 획득된 경로는 바로 폐기하는 것이 아니라 각각의 이동단말이 유지하는 라우트 캐쉬에 추가하여 보관한다. 그리고 다시 이 경로에 있는 노드에게 보낼 데이터가 생성시 이 경로를 이용하여 전 경로 유지는 앞에서 획득된 경로를 보관/유지하는 알고리즘이다. 라우트 캐쉬에 존재하는 어떤 출발지노드가 목적지 노드까지의 경로가 여러가지 이유로 더 이상 사용하지 못하게 되었을 때, RERR(route error) 패킷을 발생시켜 더 이상 그 경로를 사용하지 못하도록 한다. 그 출발지 노드는 자신의 라우트 캐쉬에 다른 우회 경로가 존재하면 이 경로를 이용하여 데이터를 전송하고, 이러한 경로도 없을 시에는 다시 경로 발견을 수행하는 절차가 경로 유지절차이다.

III. 시뮬레이션 환경

본 논문에서는 시뮬레이션 모델과 파라미터에 대하여 설명하기 위해 버클리 대학에서 개발한 분산 객체 망 시뮬레이션인 NS-2를 사용하였다.

Ad-Hoc 무선망에서의 두 개의 On-Demand 라우팅 알고리즘인 AODV와 DSR을 사용하였을 때 각각의 라우팅 알고리즘에서의 인터넷 트래픽의 성능을 분석하기 위해 무선에서 많이 사용되고 있는 실시간 트래픽인 CBR(Constant Bit Rate) 트래픽을 사용하며, 매체 제어 접근 계층의 인터페이스로는 IEEE에서 규정한 802.11을 사용하였다. 망 모델은 다양한 트래픽 패턴과 이동 패턴에 의해서 임의적으로 생성하였다. 각각의 노드들은 유효 시간 없이 임의적인 목적지를 선택하고 목적지를 향해 시나리오에 의해 설정된 속도로 이동한다.

그리고 목적지에 도달하면 다시 임의적인 다른 목적지로 이동하는 망을 사용하였다. 시뮬레이션에서 사용된 전체 무선망의 대역폭은 IETF에서 규정된 2Mbps, 전파의 전달 형태는 직접파와 반사파를 같이 사용하는 Two Ray Ground 방식을 사용하였다. 이동노드가 사용하는 안테나는 일반적인 무선 랜 카드에 장착되어 있는 Omni 안테나를 사용하였으며, 이동노드의 무선 주파수의 최대 전달범위는 250m로 설정하였다. AODV와 DSR 사이의 처리율 관계를 분석하기 위해 500x500(m)의 토폴로지 크기에 10개의 노드를 고정시키고, 이동노드의 이동속도를 20m/sec로 고정한 Ad-Hoc 망을 사용하였다. CBR 데이터 패킷을 512Byte로 고정되었으며 모의 시뮬레이션시간은 300초 동안 시뮬레이션 하였다.

또한 시뮬레이션에서는 이동노드의 유효 시간은 0초로 설정하여 500x500(m) 크기의 토폴로지에 지속적으로 노드가 이동하는 망을 설계하였다.

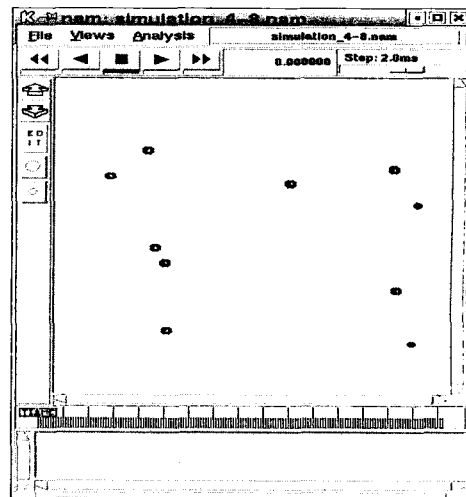


그림 3-1. 기본 시뮬레이션모델

본 논문에서는 CBR 트래픽을 AODV와 DSR에 각각 적용하였을 때 300초 동안의 각각의 노드의 처리율을 기준으로 분석하였으며, 망의 지연율은 고려하지 않았다.

1. 300초 동안의 AODV의 처리율

그림 3-2는 이동노드 10개, 이동속도를 20m/sec로 고정하였을 때 AODV의 트래픽이 처리된 처리율을 보여준다.

시뮬레이션 AODV는 처리율은 평균 0.86015Kbps를 보인다.

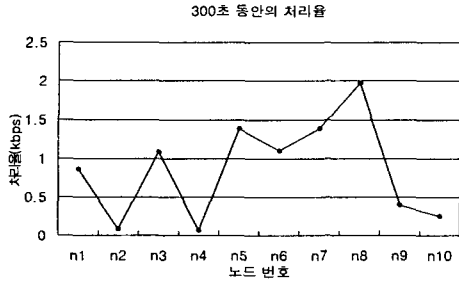


그림 3-2. 300초 동안의 노드 당 처리율(AODV)

n2, n4, n9, n10에서 처리율이 급격히 떨어지는데 이 경우는 이웃목적지 노드나 데이터를 목적지까지 중계하던 이웃노드가 이동하면서 발생된 재설정 시간 때문에 발생한 것이다.

2. 300초동안의 DSR의 처리율

그림 3-3은 위에서 언급한 환경에서 시뮬레이션 결과 DSR의 평균 처리율은 0.982688 kbps를 보인다.

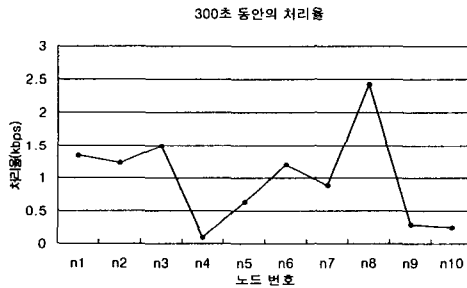


그림 3-3. 300초 동안의 노드 당 처리율(DSR)

n4, n7, n9, n10에서 처리율이 급격히 떨어지는데 이 경우 또한 이웃목적지 노드나 데이터를 목적지까지 중계하던 이웃노드가 이동하면서 발생된 재설정 시간 때문에 발생한 것이다.

3. 300초동안의 AODV와 DSR의 처리율 비교

그림 3-4는 300초 동안의 AODV와 DSR을 비교 분석한 그래프이다. 위에서 평균치에 따라 우리는 DSR의 평균처리율이 높다는 것을 예상해 볼 수 있었다. 그래프에서 보면 어떤 구간에서는 AODV가 처리율이 높다는 것을 알 수 있는데 이 이유는 데이터 전송하기 위해 경로 탐색 단계를 시작할 때, DSR과 달리 각각의 노드가 자신의 인접한 이웃노드의 라우팅 테이블만 유지함으로써 DSR보다 낮은 라우팅 오버헤드를 가지기 때문에 처리율이 높은 곳은 높다. 하지만 DSR은 안정적이며 평균과 같이 조금의 높은 처리율을 보여 주며

안정적인 데이터를 처리하고 있음을 보여준다.

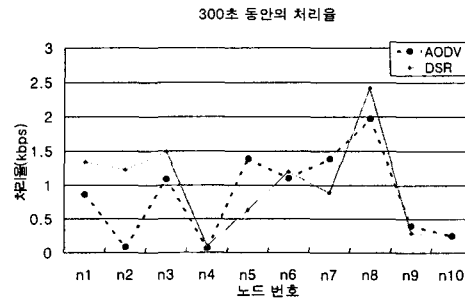


그림 3-4. 300초 동안의 노드 당 처리율(AODV, DSR)

IV. 결 론

시뮬레이션 결과 AODV가 어떠한 구간에서는 다소 우위를 차지하지만, 비교적 안정적이며 높은 효율의 처리율을 얻는 것이라면 DSR이 좋다는 것을 알 수 있었다. 최근 많은 Ad-Hoc 망에서의 연구들이 연구되어 오고 있다. 그 중 효과적인 라우팅을 하는 것 또한 최근 이슈에 하나라고 할 수 있다. 이에 본 논문은 실시간 트래픽인 CBR을 사용하여, Ad-Hoc 라우팅 알고리즘 중 대표적인 On-Demand 알고리즘인 AODV와 DSR을 이용하여 라우팅 알고리즘 성능 분석을 해보았다. 차후 이들의 알고리즘에 따른 노드의 갯수와 정지 시간에 따른 변화 폭에 대해 연구하는 것이 과제이다.

참고문헌

- [1] 김탁근, "Ad-Hoc 무선망의 Routing Protocol 성능 비교분석에 관한 연구", 동의대학교 석사학위논문, 2002, pp. 11 - 14.
- [2] 고영웅, "Ad-hoc 무선망에서 AODV와 DSR 라우팅 프로토콜에 대한 연구". 부경대학교 석사학위논문, 2002, pp. 11-17.
- [3] 김동완, 이성식 "이동 Ad-hoc망 기술개론" 정보통신연구 제14권 제1호.
- [4] Charles E. Perkins. "Ad-Hoc Networking". Addison Wesley, 2001, pp. 139 - 218
- [5] 이규남, 고영웅, 박승섭, "AODV와 DSR 라우팅 프로토콜상에서 인터넷 트래픽의 성능 비교", 한국 멀티미디어 학회 춘계학술대회 논문집. 4권 1호
- [6] 유석대, 이문근, 조기환. "노드 이동의 지역성을 고려한 AODV 라우팅 방법의 향상." Proc.

2001. 한국정보과학회 추계학술대회 Vol.3.
Oct 2001. pp. 295-297
- [7] C. E. Perkins, E. H. Royer, "Ad-hoc On Demand Distance Vector Routing," Proc. 2nd IEEE WMCSA, 1999. pp. 90-100
- [8] Theodore S. Rappaport. "Wireless Communication," Principles and Practice, 1996.
- [9] Y. C. Hu and Johnson, "Caching Strategies in on-demand routing Protocol for Wireless Ad hoc network," Proc IEEE/ACM MOBICOM'00, Aug. 2000.