

# 고정 노드를 활용한 이동 애드 혹 네트워크의 성능 향상에 관한 연구

오규태  
(주)이젠솔루션  
e-mail:oh-kt@hanmail.net

## A Study on performance increment of smooth handoff using DSDV protocol at ad.hoc network

Kyu\_Tae Oh  
Ezensolution.co.ltd

### 요 약

본 논문에서는 이동 애드 혹 네트워크의 성능 개선을 위한 방안으로 네트워크 중간에 고정 노드를 부가하여 어느 정도의 성능 향상이 있는지를 모의 실험을 통하여 평가하였다. 모의 실험 결과 이동 노드만을 사용했을 경우보다 고정노드를 함께 사용했을 때의 성능이 더 뛰어난 것을 알 수 있었고, 이동 노드의 이동 속도에 따른 비교에서도 고정 노드를 함께 사용한 경우가 성능이 더 뛰어난 것을 확인할 수 있었다. 또한 고정 노드의 개수에 따른 성능평가에서는 고정 노드를 여러 대 사용할수록 지연시간이 단축됨을 확인할 수 있었다. 본 연구에서 제안한 방식은 이동 애드 혹 네트워크의 중간에 고정 노드를 부가하여야 하는 문제가 있으나, 비용과 처리율과의 관계를 비교한 후 비용 상승에도 불구하고 보다 높은 신뢰성과 빠른 처리율을 원하는 네트워크에 사용하면 효과적일 것이다.

향 후 본 절의 연구 결과에 이어서 애드 혹 네트워크에 몇 대의 고정 노드를 추가해야 하는지에 대한 연구가 이루어진다면 보다 높은 신뢰성을 가진 애드 혹 네트워크가 구축될 수 있을 것이다.

### 1. 서론

최근 무선 인터넷(mobile internet)의 등장으로 언제, 어디서나, 어떤 사람과도 통신할 수 있는 유비쿼터스의 시대에 한발 가까이 다가와 있다. 이러한 유비쿼터스를 가능하게 하는 기술 중 가장 중요한 기술 중의 하나가 이동 애드 혹 네트워크 기술이다.

그러나, 이동 애드 혹 네트워크는 네트워크의 형상이 매우 가변적이어서 라우팅 프로토콜로 DSR, DSDV 등 다양한 프로토콜이 제안되고 있으나 급격하게 변동하는 네트워크에 빠르게 적응하기에는 어려움이 많은 실정이다.<sup>[1]</sup>

본 논문에서는 이동 노드의 개수에 따른 처리율의 변화와 고정 노드의 개수에 따른 처리율의 변화를 실험하여 고정 노드를 부가한 경우에 어느 정도의 신뢰성 향상을 할 수 있는지에 대해 연구하였다.

### 2. 이동 애드 혹 네트워크

#### 2.1 이동 애드 혹 네트워크의 개요

이동 애드 혹 네트워크란 각 이동 노드들이 기존의 인터넷의 이용 없이도 자체적으로 서로 통신이 가능한 네트워크를 말한다. 예를 들면, 적외선 통신 어댑터를 장착한 노트북들은 별도의 인터넷이 필요 없이 서로 데이터 통신

이 가능하다. 그림 1은 이동 애드 혹 네트워크를 개념적으로 나타낸 것이다<sup>[2]</sup>. 이동 노드 MN1은 시간에 따라 MN2에서 떨어져 MN2와는 경로가 단절되고 새로운 경로 MN5와 MN6을 생성하는 것을 보인다.

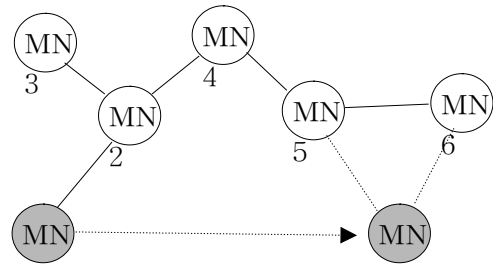


그림 1 이동 애드 혹 네트워크의 개념도  
(The structure of mobile ad.hoc network)

#### 2.2 이동 애드 혹 네트워크를 위한 라우팅 프로토콜의 종류

현재 이동 애드 혹 네트워크에 제안된 라우팅 프로토콜은 일반적으로 테이블 구동 방식과 요구 기반 구동 방식으로 나눌 수 있다<sup>[3]</sup>.

테이블 구동 방식은 각 노드의 테이블에 이웃 노드들의 경로 정보를 미리 기록한 후 전송할 데이터가 생기면 테이블에 기록된 경로에 의존하여 패킷을 전송한다. 이러한 방식은 프로액티브(proactive) 프로토콜이라 하며 항상 주변

노드의 경로 정보를 포함하여야 하기 때문에 많은 대역폭이 소비된다. 따라서 주로 작은 규모의 이동 애드 혹에서 사용된다. 이와는 달리 요구 기반 구동 방식은 라우팅 정보가 필요할 때만 요구하는 방식으로 리액티브(reactive) 프로토콜이라 한다. 요구 기반 방식이기 때문에 상대적으로 적은 대역폭이 요구되며 큰 규모의 네트워크에서 적합한 방식이다.

테이블 구동 방식은 DSDV와 여기서 파생된 CGSR(Cluster-head Gateway Switch Routing)과 WRP(Wireless Routing Protocol) 등으로 구분할 수 있다<sup>[4]</sup>.

요구 기반 구동 방식은 DSR, AODV, TORA(Temporally Ordered Routing Protocol) 및 ABR(Associativity Based Routing) 등이 있다.

### 2.3 DSR 프로토콜

DSR 프로토콜은 패킷을 보내는 노드가 경로를 결정하는 소스 라우팅 프로토콜이다. 즉, 소스 라우팅이란 소스 노드가 패킷을 전송하기 위해서 완전한 중간 노드들의 순서를 결정하는 라우팅 기술이다. 소스 노드는 패킷의 헤더에 목적지까지의 경로를 포함하여 목적지까지 패킷을 전송하기 위해 각 전송 홉을 다음 노드의 주소로 결정하여 전송한다.

DSR 프로토콜은 이동 애드 혹 네트워크를 위한 다른 라우팅 프로토콜에 비해 몇 가지 장점을 제공한다.

첫째, 경로 설정과 유지를 위한 주기적인 경로전파 메시지가 없다.

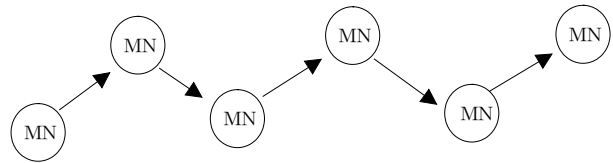
둘째, 기존의 인터넷 프로토콜은 네트워크의 동적인 구조 변화에 신속히 대응하지 못하지만, DSR은 신속히 대응할 수 있다.

셋째, 양방향 링크와 단방향 링크를 동시에 지원한다.

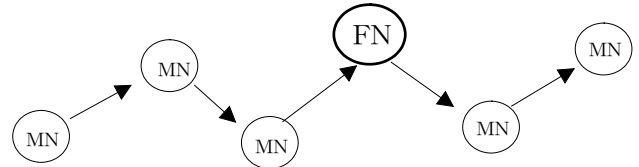
DSR 프로토콜은 크게 경로 설정 과정과 경로 유지 단계로 구분되어진다. 경로 설정 과정은 소스 노드가 목적지 노드에 전송할 패킷이 있을 경우 목적지 노드의 경로를 알지 못할 경우에 수행된다. 경로 발견 단계 후 목적지 노드까지의 경로는 경로 유지 단계에 의해 유지되어진다. 경로 유지 단계는 반드시 소스 노드가 목적지 노드에 패킷을 전송하여야만 가능하다. 만약 노드의 움직임에 의해 경로가 손실되면 다시 경로 설정 단계가 수행되어진다.

### 3. 중간 노드로 고정 노드를 사용한 애드 혹 네트워크

DSR 프로토콜은 중간 노드들의 경로 유지과정과 경로 발견과정을 통해 중간 노드들의 이동 중에도 중단 간 데이터 전송을 가능하게 한다. 그러나 중간 노드의 빈번한 이동은 DSR 라우팅 프로토콜의 심각한 신뢰성의 문제와 속도 저하 현상을 야기시킨다.



(a) MN들만으로 구성된 Ad.hoc 네트워크



(b) FN을 중간 node로 활용한 Ad.hoc 네트워크

그림 2 기존 Ad.hoc 네트워크와 FN(고정노드)을 중간 노드로 이용한 Ad.hoc 네트워크

이러한 불규칙한 중간 노드의 움직임은 고속성과 신뢰성이 중요한 CBR 등의 서비스를 제공하는데 결정적인 문제점으로 대두되고 있다.

이런 애드 혹 네트워크의 문제점을 개선하기 위해 본 절에서는 기존의 애드 혹 네트워크에 그림 2(b)와 같은 위치가 변동하지 않는 고정 노드를 네트워크의 중간 중간에 삽입하여 이동 노드의 불규칙한 움직임에도 어느 정도 고정된 위치를 확보할 수 있는 방법을 제시하였다. 본 논문에서 언급한 고정 노드는 이동 노드와 라우팅 방식 뿐 아니라 모든 기능 면에서 기존의 이동 노드와 동일한 것이고 단지 위치만을 고정시킨 이동 노드의 개념이다.

### 4. Ad.hoc 네트워크의 중간 노드로 고정 노드를 사용한 경우의 라우팅 성능 평가

애드 혹 네트워크에서는 이동 노드의 불규칙한 이동으로 인프라망에서와 같은 처리율을 보장할 수 없다. 이와 같은 불규칙한 이동 노드의 움직임에도 불구하고 어느 정도의 처리율을 보장하기 위해서 본 절에서는 이동 노드들 중간에 위치가 고정된 고정노드를 위치시킨 후 각종 성능을 모의실험을 통해 평가해 보았다.

순수한 ad.hoc 네트워크에서의 DSR 라우팅 프로토콜만을 이용한 경우의 성능과 중간에 고정 노드가 있을 경우의 성능의 차이를 알아보기 위해 다음의 세 가지 상황에서 모의 실험을 실시하였는데, 모의 시험은 ns-2를 이용하여 실시하였다.

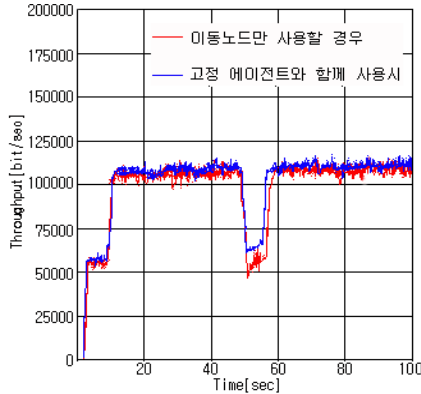
첫째, 이동 노드의 이동속도를 5m/sec로 고정시키고 이동 노드의 개수를 10개, 20개, 30개, 40개로 변화시켰을 경우의 처리율. 이때 고정 노드는 2개 사용.

둘째, 이동 노드의 개수를 20개로 고정시키고 이동속도를 1m/sec, 5m/sec, 10m/sec, 15m/sec로 가변시켰을 경우의 처리율. 이때 고정 노드는 2개를 사용하였다.

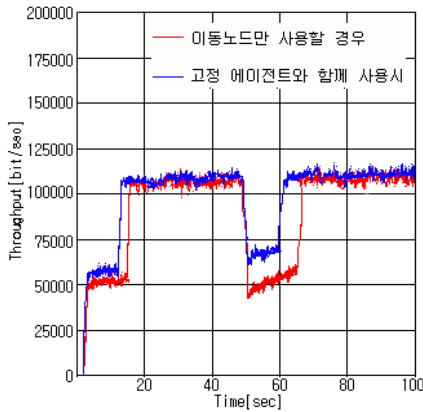
셋째, 이동 노드의 개수는 20개, 이동 노드의 이동속도는

5m/sec로 고정시킨 상태에서 고정 노드의 개수를 1개, 2개, 3개로 증가시켰을 경우의 처리율.

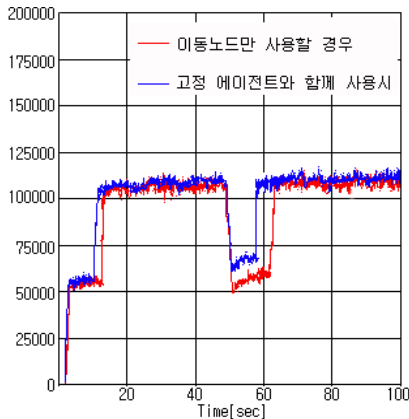
전체 망의 크기는 500×500m, 응용계층의 프로그램은 FTP를 사용하여 데이터를 전송한 경우를 가정하였다.



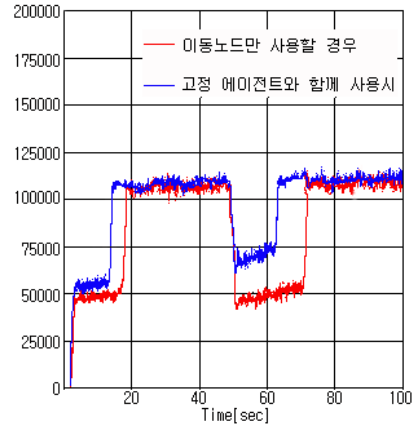
(a) 이동 노드의 개수가 10개 일 때



(b) 이동 노드의 개수가 20개 일 때



(c) 이동 노드의 개수가 30개 일 때



(d) 이동 노드의 개수가 40개 일 때

그림 3 이동 노드의 개수에 따른 처리율의 변화

#### 4.1 이동 노드의 개수에 따른 처리율

본 절에서는 그림 3과 같이 이동 노드의 이동속도를 5m/sec로 고정시키고 이동 노드의 개수를 10개, 20개, 30개, 40개로 변화시켰을 경우 이동 노드만으로 구성된 망에서의 처리율과 고정 노드를 2개 사용한 망에서의 처리율의 변화를 모의 실험을 통해 평가해 보았다.

그림 3에서 처리율이 50kbps 정도로 떨어지는 지점은 애드 혹 네트워크의 중간 노드들이 이동함에 따라 발생한 경로 재설정을 하기 위한 지연시간이다.

그림 3(a)에서는 이동 노드만 사용한 경우에 비해 고정 노드를 사용한 경우가 경로 재설정 지연이 2초 가량 단축되지만 (b), (c), (d)로 고정 노드만을 사용한 경우에 비해 고정 노드 2개를 함께 사용한 경우의 경로 지연 시간이 단축됨을 알 수 있다. (d)의 경우 약 10초 가량의 경로 재설정 지연이 발생하는 것으로 나타나 이동 노드의 개수가 많아질수록 중간에 고정 노드를 함께 사용하는 것이 효율적임을 알 수 있었다.

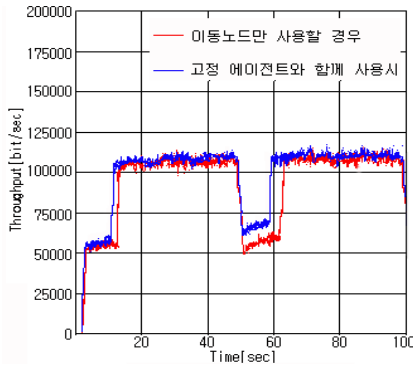
그러므로 이동 노드의 개수가 많은 애드 혹 네트워크의 경우 중간에 고정 노드를 함께 사용하는 것이 경로 재설정 지연을 줄일 수 있어 처리율과 전송속도가 향상되지만 중간에 고정 노드를 함께 사용해야 하므로 고정 노드 설치를 위한 비용과 장소 설정등의 문제점이 남아 있다.

그러나 설치 비용이나 공간 상의 문제가 되지 않고 처리율과 전송지연시간 간축이 중요한 경우에는 본 절의 모의 실험 결과가 큰 도움이 될 것이다.

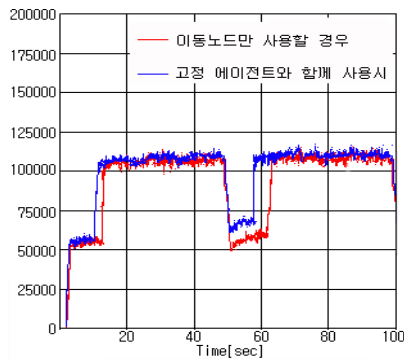
#### 4.2 고정 노드의 개수에 따른 처리율

본 절에서는 이동 노드의 개수는 20개로 유지하고, 이동 노드의 이동속도는 5m/sec로 고정시킨 상태에서 이동 노드만 사용한 경우와 고정 노드의 개수를 1개, 2개, 3개로 변화시켰을 경우의 처리율의 변화를 살펴보았다.

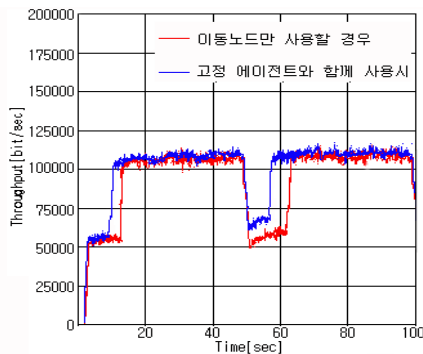
그림 4에서는 고정 노드의 개수를 1개, 2개, 3개로 변화시키면서 처리율의 변화를 측정하였는데 고정 노드를 여러 개 사용할수록 경로 재설정을 위한 지연시간이 단축되고 있음을 알 수 있다. 이 때 이동 노드의 움직임은 5m/sec로 일정하므로 경로 재설정이 발생할 시간은 동일하다.



(a) 고정 노드를 한 개 사용 시



(b) 고정 노드를 2개 사용 시



(c) 고정 노드를 세 개 사용 시

그림 4 고정 노드의 개수에 따른 처리율의 변화

그림 4(a)에서는 고정 노드를 1개만 사용했을 경우의 경로 재설정 지연시간의 차이를 보였는데 약 3초 가량의 경로 재설정 지연시간이 발생했지만 고정 노드가 증가하여 (c)에서 고정 노드를 3개 사용한 경우에는 약 6초 가량의 재설정 지연시간의 차이가 발생하였다.

이것은 순수한 이동 노드만을 사용한 ad.hoc 네트워크

에 비해 고정 노드를 많이 사용할수록 데이터 전송을 위한 신뢰성과 고속성이 향상됨을 의미하는 것이다.

그러므로 향후 ad.hoc 네트워크를 통해 고속 데이터 전송이나 CBR 등의 실시간 데이터 전송을 실시할 경우 고정 노드를 함께 사용하는 것이 보다 효율적인 전송이 가능할 것이다.

그러나 고정 노드를 많이 사용할수록 망 전체의 수축 비용이 상승하므로 고정 노드를 이동 노드와 함께 설치할 경우는 평균 이동 노드의 개수, 이동 노드의 평균 이동 속도 등을 종합적으로 고려하여 고정 노드의 개수와 위치를 결정하여야 할 것이다.

## 5. 결론

본 연구에서는 이동 애드 혹 네트워크의 불규칙한 링크 용량과 불안정한 라우팅의 문제점을 개선하기 위해 고정 노드를 활용하여 이동 애드 혹 네트워크의 성능 향상 효과를 확인하였다. 이를 위해 먼저, 애드 혹 네트워크의 중간 노드를 이동 노드만을 사용하는 것이 아니라 이동하지 않는 고정 노드(FN)을 사용했을 경우의 성능을 평가하였다.

모의 실험 결과 이동 노드만을 사용했을 때의 경우보다 고정노드를 함께 사용했을 때의 성능이 더 뛰어남을 알 수 있었고, 이동 노드의 이동 속도에 따른 비교에서도 고정 노드를 함께 사용한 경우가 성능이 더 뛰어남을 확인할 수 있었다. 또한 고정 노드의 개수에 따른 성능평가에서는 고정 노드를 여러 대 사용할수록 지연시간이 단축됨을 확인할 수 있었다.

본 연구에서 제안한 방식은 이동 애드 혹 네트워크의 중간에 고정 노드를 부가하여야 하는 문제가 있으나, 비용과 처리율과의 관계를 비교한 후 비용 상승에도 불구하고 보다 높은 신뢰성과 빠른 처리율을 원하는 네트워크인 경우에 사용하면 효과적일 것이다.

향후 본 연구 결과에 이어서 애드 혹 네트워크에 몇 대의 고정 노드를 추가해야 하는지에 대한 연구가 이루어진다면 보다 높은 신뢰성을 가진 애드 혹 네트워크가 구축될 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- [1] Charles E. Perkins, "Ad Hoc Networking", Addison-Wesley, pp.29-51, 2001.
- [2] 전자통신동향분석 제18권 제2호 2003년 4월
- [3] Charles E. Perkins, "Ad Hoc Networking", Addison-Wesley, pp.3-8, 2001.
- [4] 엄두섭, "임베디드 네트워크", 생능출판사, 8장, 2005.