

유비쿼터스 메쉬 네트워크의 경로 재설정 기법

조규철 한기준*

◆ 목 차 ◆

- | | |
|----------|----------|
| 1. 서론 | 4. 성능 평가 |
| 2. 관련 연구 | 5. 맺음말 |
| 3. 제안 방식 | |

1. 서론

오늘날 언제, 어디서나 단말 장치의 종류에 관계없이 서비스를 제공받을 수 있는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 대한 관심이 증대하면서, 이기종 네트워크 간의 연동 및 통합 기술과 서비스 영역의 확장 기술에 관한 연구가 주요 이슈로 부상하고 있다. 무선 인터넷 서비스의 인기와 사용자의 증가는 3G, 4G망과 같은 광대역 셀룰러 데이터 네트워크에서부터 이동 ad-hoc 네트워크, IEEE 802.11에 기초한 무선 랜, 블루투스과 같은 다양한 무선 네트워크 기술을 낳게 했다. 이렇게 다양한 무선 네트워크들이 차세대 네트워크로 발전하면서 보다 좋은 서비스를 제공하기 위한 핵심 기술로 최근 무선 메쉬 네트워크가 제안되었다. 무선 메쉬 네트워크 아키텍처는 네트워크의 확장성과 비용 효율적인 특성을 지원하여 다양한 유비쿼터스 무선 인터넷 서비스를 제공할 수 있을 것이다. 무선 메쉬 네트워크는 여러 기반의 무선 통신 기술들과 연동이 가능하며, ad-hoc 네트워크등의 제한점과 결점을 보완하여 네트워크 성능을 개선할 수 있다. [1]

최근 새롭게 등장하는 무선 기술은 이동성을 고려하고 있다. 무선 메쉬 네트워크에서는 메쉬 액세스 포인트에 연결되어 있는 스테이션만을 이동성을 고려하고 있으며 메쉬 액세스 포인트의 이동성은 고려되지 않은 상황이다. 스테이션은 최종 단말인 동시에

이동성을 지원하는 장비이다.

이러한 상황에서 메쉬 액세스 포인트의 이동성을 고려한 라우팅 기법을 제안하고자 한다. 기존의 ad-hoc 라우팅기법인 AODV의 reactive 방식과 proactive 방식을 혼용한 Hybrid 라우팅 기법이 연구되고 있다. [2] Hybrid 라우팅 프로토콜은 기존의 IP-계층의 라우팅 프로토콜에서 MAC-계층에서의 라우팅하고 shortest path에서 radio metric을 측정하여 라우팅을 수행한다. 메쉬 포인트의 이동이 있을 경우 사용 중이던 경로는 손실되고 경로 재설정이 필요하며 AODV와 Hybrid 라우팅 기법에서는 RERR 메시지를 사용하여 전체 경로에 대한 복구가 수행된다. 이는 전체 네트워크에 큰 부담이 되는 작업으로서 효율적이지 못하다. 이를 경로상에서 지역적으로 해결함으로써 전체 네트워크의 부담을 줄일 수가 있다. 기존 AODV에서도 몇가지 복구 기법이 소개되고 [3][4] 있으나 데이터의 손실을 우선으로 하지 않고 있고 무선 메쉬 네트워크에는 바로 적용시킬 수 없는 문제가 있다.

지역적 경로 재설정기법을 이용하면 빠른 시간안에 경로 복구와 함께 데이터의 빠른 복구가 가능하다. Hybrid의 라우팅 기법은 RREQ/RREP의 경로설정에서 통과한 메쉬 포인트와 메쉬액세스 포인트의 경로가 기록된다. 이 정보를 이용하여 지역적 복구방법을 사용하며 이동 과정에서 보내어진 데이터 패킷들은 다시 설정된 경로를 통하여 최소한의 패킷 손실로 데이터를 계속 보낼 수 있도록 하여 준다. 지역적 복구 기법에서는 MR(MAP Registration) 메시지를 이용하여 이

* 경북대학교 컴퓨터공학과

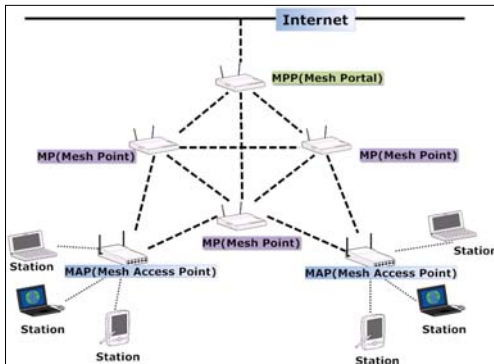
동시 기존 경로상에서 있는 메쉬 포인트나 메쉬 액세스 포인트를 선택하여 경로 재설정 과정을 가지게 된다. 이 방법은 기존 경로의 일부를 이용하고 복구도 지역적으로 이루어지므로 전체 네트워크에게 부담을 주지도 않는다. 또한 복구 시간도 단축시킬수 있다. 지역적으로 재설정된 경로를 사용함으로써 데이터 패킷의 손실을 최대한으로 줄이고 메쉬 액세스 포인트에 연결되어 있는 스테이션도 최대한으로 연결을 유지시켜 줄 수가 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 무선 메쉬 네트워크의 기본개념, 기존 ad-hoc에서의 경로 복구 방법을 분석하고, 3장에서는 제안하는 지역적 경로 재설정 기법을 이용한 메쉬 액세스 포인트의 이동을 설명한다. 4장에서는 본 논문에서 제안하는 여러 기법들의 성능 분석을 위한 모의 실험환경 및 성능 결과를 분석하고 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

2.1 무선 메쉬 네트워크의 특징

최근, 기존 무선 LAN의 한계를 극복하기 위해 다양한 새로운 기술 동향 중 무선 메쉬 네트워크 기술이 등장하였다. 무선 메쉬 네트워크는 기존의 점대점, 점대다점의 무선통신의 방식과는 달리, 유선망의 메쉬 형태의 네트워크 구조를 무선망에서도 같은 구조를 가짐으로 망의 신뢰도 및 적은 출력을 이용한 무선망의 확장등의 장점을 가진 기술이다.



(그림 1) 무선 메쉬 네트워크 구성도

무선 메쉬 네트워크는 메쉬 포인트들과 스테이션으로 구성되어 있으며, 다른 여러 종류의 네트워크와 통합이 가능한 네트워크 환경이다. 즉, 무선 메쉬 네트워크는 같은 종류의 네트워크 뿐 만 아니라, 인터넷, 셀룰러, IEEE 802.11, IEEE 802.15, IEEE 802.16 그리고 센서 네트워크 등을 메쉬 액세스 포인트에서 서로 간의 데이터 전송을 가능하게 한다. 무선 메쉬 네트워크의 특징으로 기존 ad-hoc 네트워크, WLANs(Wireless Local Area Networks), WPANs(Wireless Personal Area Networks) 그리고 WMANs(Wireless Metropolitan Area Networks)의 향상을 꾀할 수 있으며, 기존에 제기된 문제점들을 개선시킨 기술들도 제공되어 진다. 이 무선 메쉬 네트워크는 앞으로 여러 방면에서 사용될 것이다. [2]

그림 1.에서와 같이 무선 메쉬 네트워크는 크게 메쉬 포인트, 메쉬 액세스 포인트, 메쉬 포털 포인트 그리고 스테이션과 같이 네 가지 구조로 나눌 수 있다. 메쉬 포인트는 WLAN 메쉬 서비스를 제공하는 요소들이고 메쉬 포인트에 액세스 포인트의 기능을 추가한 메쉬 액세스 포인트가 있다. 이는 메쉬 서비스와 AP 서비스를 동시에 지원한다. 스테이션은 메쉬 액세스 포인트를 통하여 메쉬 네트워크에 액세스 할 수 있으며 스테이션들은 WLAN 메쉬 서비스와 경로설정, 포워딩같은 서비스는 제공하지 않는다. 메쉬 포털 포인트는 무선 메쉬 네트워크망이 다른 기반의 망이나 인터넷으로 연결을 유지 시켜주는 게이트웨이 역할을 수행한다.

무선 메쉬 네트워크의 인프라 백본 구조는 다양한 무선 통신 기술과 IEEE 802.11에서 사용되고 있는 기술들에 의해서 구성되며, 이를 지원하기 위해서 메쉬 포인트는 자가 망 설정과 자가 망 치료를 제공하고, 게이트웨이 관련 기술을 통하여 인터넷에 연결되어 질 수 있다. 결국, 이 접근 방법을 통해서 각각의 스테이션을 위한 백본을 제공 할 수 있게 되고, 메쉬 포인트에서 제공하는 게이트웨이/브리지 관련 기술을 통하여 존재하는 무선 네트워크를 무선 메쉬 네트워크로 결합을 가능하게 한다.

2.2 무선 메쉬 네트워크의 라우팅 기법

무선 메쉬 네트워크는 고정된 유선 네트워크와 멀티홉 ad-hoc 네트워크를 연동하기 위해 무선 링크를 통해 멀티홉 통신을 하는 완전한 무선 네트워크이다. Ad-hoc 네트워크는 메쉬의 동적인 부분을 차지하며, 하나 이상의 메쉬 라우터를 통해 인터넷 연결을 지원한다. 이동 노드는 다른 단말 노드들과 함께 Ad-hoc 네트워크를 구성하게 되며, 메쉬 액세스 포인트와 직접 통신을 하거나 같은 ad-hoc 네트워크에 있는 다른 이동 노드들이 중계 역할을 해주어 간접적으로 라우터와 통신할 수 있다.[5]

무선 메쉬 네트워크의 라우터 탐색 기법은 현재 많은 연구가 되고 있으며 표준화 작업중이다. 가장 활발하게 연구되고 있는 기법이 HWMP(Hybrid Wireless Mesh Protocol)이다.

HWMP 기법은 트리 확장을 위한 proactive 라우팅 방식과 on-demand 라우팅 기법을 융합한 것으로 메쉬 네트워크의 다양한 환경에서 효과적인 라우팅 기법이다. 기존의 AODV 방식과는 달리 MAC-레이어 주소 기반의 라우팅을 사용하고 기존 방식의 shortest path로 경로를 선택하는 방식에서 radio metric으로 경로를 선택한다.

HWMP는 설정환경에 따라 두 가지 라우팅 기법으로 동작이 이루어진다.

첫 번째로는 On-demand 라우팅 기법이다. 이 방식은 점대점 라우팅방식으로 메쉬 포인트들간 통신이 이루어진다. 이 기법은 루트의 유무에 상관없이 동작될 수 있다. 소스 메쉬 포인트가 경로 찾기를 요구할 때 RREQ 메시지를 전체 네트워크에 브로드캐스팅한다. RREQ를 받은 메쉬 포인트는 자신의 정보를 붙여서 계속 RREQ를 재브로드캐스팅한다. 이점이 기존의 AODV와는 차별되는 점이다. 목적지 노드까지 브로드캐스팅이 전송 되면 RREQ의 정보를 보고 소스까지 경로가 생성되고 업데이트 된 후에 목적 메쉬 포인트는 소스까지 유니캐스트로 RREP를 전송한다. HWMP에서 중간 메쉬 포인트들은 RREQ메세지를 목적지마다 조정하여 전송한다.

두 번째로는 proactive RREQ 기법으로 proactive RREQ와 RANN 기법을 사용하여 수행되는 라우팅 기

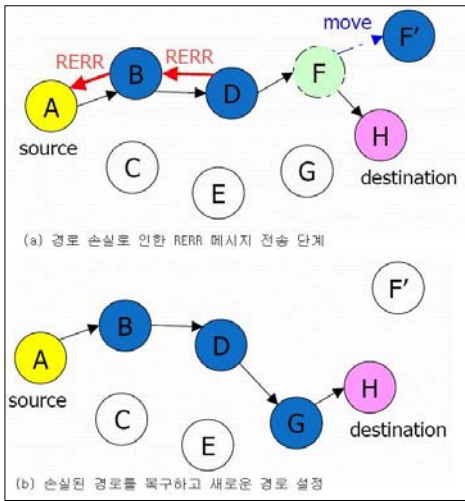
법이다. 이 방식은 루트 메쉬 포인트에서 의해서 전체 메쉬 포인트들에게 전송한다. 이 proactive RREQ를 받은 메쉬 포인트는 루트를 향해 proactive RREP를 보내어 루트로 가는 트리를 생성한다. 이 방식은 루트 메쉬 포인트에 의해서 주기적으로 수행된다. RANN을 사용한 방식도 proactive 방식과 같이 루트에서 RANN 메시지를 플래딩하여 루트까지의 경로를 설정한다.

2.3 HWMP의 경로 복구 기법

무선 메쉬 네트워크는 Hybrid 라우팅 기법을 사용하여 경로가 설정된다. 경로를 일정한 시간동안 유지해야 하는데 경로중 일부가 손실된 경우는 RERR 메시지를 이용하여 복구를 시작한다.[2] 이 기법은 손실을 인지한 메쉬 포인트가 현재 활동중인 패스에게 경로 손실을 소스 메쉬 포인트에게 유니캐스트 방식으로 알려준다. 이 RERR 메시지를 받은 소스 메쉬 포인트는 손실된 경로를 회피하여 다시 경로 설정을 하게 된다. 그림 2.에서 RERR 메시지의 경로 복구 단계를 보여준다.

이 방식은 RERR 메시지를 소스 메쉬 포인트까지 사용중인 모든 경로상에 전달해 주어야 하는 문제점을 가지고 있다. 이로 인해 소스노드에까지 경로 재설정 기법이 적용이 되어야 한다. 여러 통신 경로의 재설정이 수행이 되면 RERR 메시지를 기존에 통신하고 있던 모든 노드들에게 경로 재설정이 이루어져야 한다. 이 당시 통신하고 있던 모든 데이터들은 경로상에서 RERR 메시지를 받을 때까지 계속 통신을 하기위하여 노력하고 이미 보내어진 데이터들은 손실이 발생한다.

가장 큰 문제점으로는 메쉬 액세스 포인트가 이동을 할 경우 연결되어 있던 스테이션의 연결과 데이터 전송을 복구 시켜주는 기법이 제시되어 있지 않다. 이 동성이 아닌 단순한 경로의 손실의 경우는 경로의 복구만 필요하지만 이동을 할 경우는 경로의 복구, 연결 유지 그리고 데이터의 전송에 대한 보장도 이루어져야 한다.



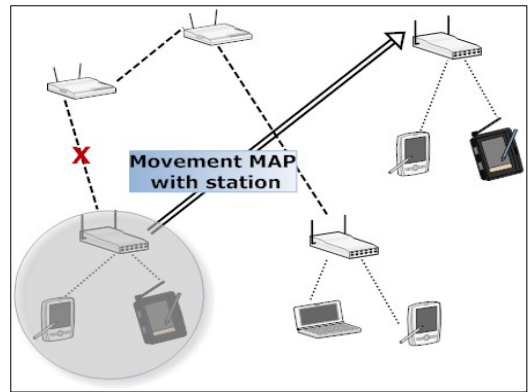
(그림 2) RERR 메세지의 경로 복구 단계

3. 제안 방식

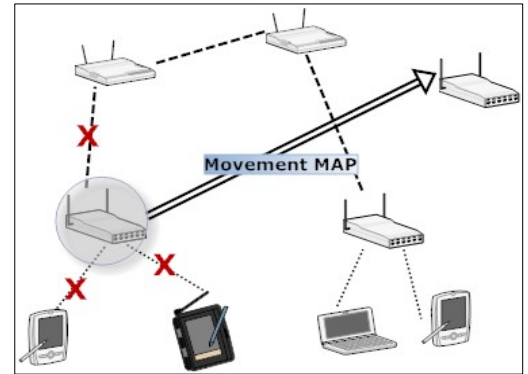
무선 메쉬 네트워크는 스테이션과 메쉬 포인트들간의 통신을 이용하여 네트워크가 구성된다. 스테이션이나 메쉬 액세스 포인트들이 이동성이 있더라도 경로가 계속 유지 되어야 한다. 현재 이동성 연구의 방향은 스테이션의 이동에 연구가 이루어지고 있다. 메쉬 액세스 포인트가 이동을 하거나 위치를 변경하는 경우는 연구가 매우 취약하다. 만약 메쉬 액세스 포인트가 이동할 경우 경로의 손실과 연결되어 있던 스테이션도 영향을 받게 된다.

3.1 이동 시나리오

메쉬 액세스 포인트의 이동은 크게 두 가지 경우로 나뉜다. 첫 번째는 메쉬 액세스 포인트가 이동 할 때 연결되어 있던 스테이션과 같이 이동하는 경우(그림 3)가 있으며 이는 메쉬 액세스 포인트와 스테이션의 경로는 유지되나 메쉬 액세스 포인트는 기존의 경로가 손실된다. 두 번째는 메쉬 액세스 포인트가 이동을 할 때 연결되어 있던 스테이션은 이동을 하지 않는 경우(그림 4)로서 스테이션이 연결되어 있던 메쉬 액세스 포인트의 이동으로 스테이션과 메쉬 액세스 포인트는 동일하게 경로가 손실이 된다.



(그림 3) 메쉬 액세스 포인트와 스테이션이 같이 이동하는 경우

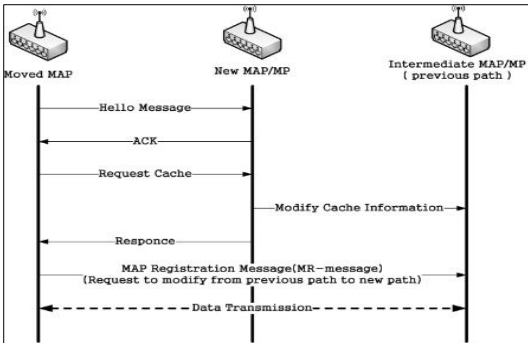


(그림 4) 메쉬 액세스 포인트가 단독으로 이동하는 경우

3.2 기본 개념

메쉬 액세스 포인트의 이동은 네트워크의 구성에서 두 개의 문제점이 발생된다. 첫 번째로는 경로의 변경이다. 이동 이전에 연결되어 있던 경로의 손실과 이동한 메쉬 액세스 포인트가 이동한 곳의 메쉬 포인트와의 경로 재설정을 시도한다. 이는 전체 네트워크에 영향을 주기 보다는 지역적으로 경로의 변경이 일어나므로 지역적으로 이동을 한 메쉬 액세스 포인트의 경로만 재설정함으로써 이를 해결할 수 있다. 두 번째로는 전송되고 있는 데이터의 손실문제이다. 데이터를 전송중이거나 전송을 받는 데이터의 경우 메쉬 액세스

스 포인트의 이동으로 경로가 손실되어 전송중인 데이터의 손실을 가져올 수 있다. 이는 데이터가 목적지로의 경로가 손실된 경우로 이동이 이루어진 후에 지역적으로 경로를 복구를 수행한 후 전송되고 있던 데이터 패킷의 경로를 이동한 메쉬 포인트로 바로 전송을 가능하게 경로 재설정을 수행함으로써 이 데이터의 손실을 줄일 수 있다.



(그림 5) 메쉬 액세스 포인트의 등록 메시지 전달 과정

3.3 연결 재설정 방법

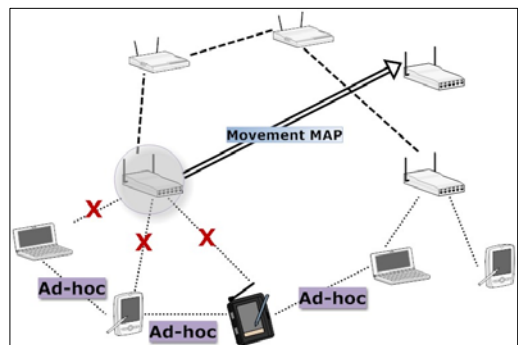
메쉬 액세스 포인트의 이동은 경로가 손실되어 경로 재설정이 이루어져야 하는 경우이다. 먼저 이동한 메쉬 액세스 포인트는 그 지역의 메쉬 포인트나 메쉬 액세스 포인트와 연결을 해야 한다. 이 경우 이동한 메쉬 액세스 포인트가 가지고 있던 경로는 손실되고 이동한 지역은 새로운 경로 설정이 이루어져야 한다.

RREQ/RREP에서 사용한 정보와 이웃 메쉬 포인트들의 캐시 정보를 이용하여 자신의 이동을 알리고 새로운 경로 설정에 참여하여야 한다. 그림 5.에서는 이동한 메쉬 액세스 포인트가 경로를 재설정하는 과정을 보여주고 있다. 먼저 이동한 메쉬 액세스 포인트는 이동한 지역의 메쉬 포인트나 메쉬 액세스 포인트를 사용하여 이전의 경로에서 사용 중이던 중간 메쉬 포인트나 메쉬 액세스 포인트까지 MR-메시지를 보내어 기존 경로를 처음부터 재설정하지 않고 지역적으로 중간 메쉬 포인트나 메쉬 액세스 포인트에서 경로를 재설정을 수행한다. 이때는 새롭게 연결한 메쉬 포인

트의 캐시 정보를 이용하여 중간 메쉬 포인트나 중간 메쉬 액세스 포인트의 연결에 이용할 수 있다. 캐시에 정보가 없는 경우는 부분적인 RREQ 메시지를 사용하여 경로를 재설정한다. MR-메시지에는 이동한 메쉬 액세스 포인트에서 중간 메쉬 포인트까지의 경로 정보와 스테이션에 대한 정보를 전달한다. 지역적으로 복구를 수행한 후에 이동한 메쉬 액세스 포인트는 주기적으로 발생하는 proactive RREQ나 RANN 메시지를 이용하여 루트까지의 경로를 재설정하여 라우팅을 빠른 시간내에 복구하여 사용한다.

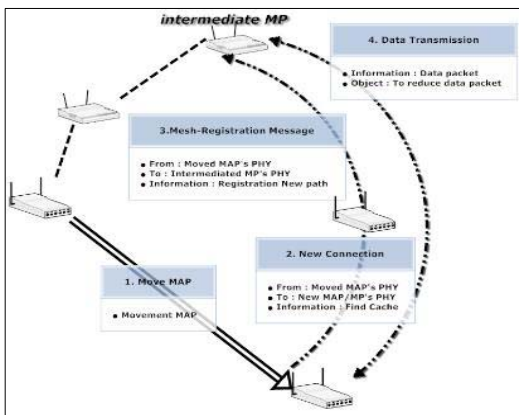
추가적으로 스테이션의 관점에서 보았을 때 이동한 스테이션과 이동하지 않은 스테이션으로 구분되어 진다. 이동한 스테이션의 관점은 위와 같이 등록절차를 수행하지만 이동하지 않은 스테이션의 경우는 가장 인접한 메쉬 액세스 포인트나 스테이션에 연결이 된다.(그림 6.) 이 경우는 새롭게 선택된 메쉬 액세스 포인트가 중간 메쉬 포인트나 메쉬 액세스 포인트에게 MR-메시지를 전송하여 새로운 메쉬 액세스 포인트에 연결되어 있음을 알려주어 중간 메쉬 포인트나 메쉬 액세스 포인트에서 새로운 메쉬 액세스 포인트까지 경로를 재설정하여야 한다.

메쉬 액세스 포인트가 이동할 때 스테이션들의 이동은 동반될 수도 있고 동반되지 않을 수도 있다. 이에 맞추어서 데이터의 전송도 분리되어야 한다. 이동한 스테이션과 이동하지 않은 스테이션을 구분하여 보내고 있는 데이터나 받고 있는 데이터를 최대한 안전하게 처리해 주어야 한다.



(그림 6) 메쉬 액세스 포인트 단독으로 이동하는 경우의 스테이션의 경로 재설정

HWMP에서는 스테이션의 이동만 고려되고 메쉬 액세스 포인트의 이동이 고려되지 않고 있는 상황이다. 이동하거나 이동하지 않는 스테이션을 분리하여 데이터의 통신을 고려하여야 한다. 첫 번째는 같이 이동하는 스테이션의 경우 지역적으로 복구된 경로를 통하여 통신을 하게 된다. 이때 기존 경로에 있던 메쉬 포인트가 자신에게 오는 데이터 중에서 이동된 메쉬 액세스 포인트로 전송되는 데이터는 중간에서 경로를 수정하여 이동한 메쉬 액세스 포인트까지 전송해 주어야 한다. 이때 전송되는 라우팅 정보를 지역적으로 변경된 경로를 등록하여 이동한 메쉬 액세스 포인트까지 패킷을 전달하여야 한다. 두 번째의 경우는 스테이션이 메쉬 액세스 포인트와 같이 이동하지 않은 경우이다. 이 경우는 가장 인접한 메쉬 액세스 포인트나 다른 스테이션에 ad-hoc으로 연결하여 새로운 메쉬 액세스 포인트를 사용하는 경우다. 이 경우도 마찬가지로 새롭게 등록된 메쉬 액세스 포인트를 통하여 등록절차를 수행하고 지역적으로 복구를 수행한다.



(그림 7) 메쉬 액세스 포인트의 이동에 따른 연결 설정 방법

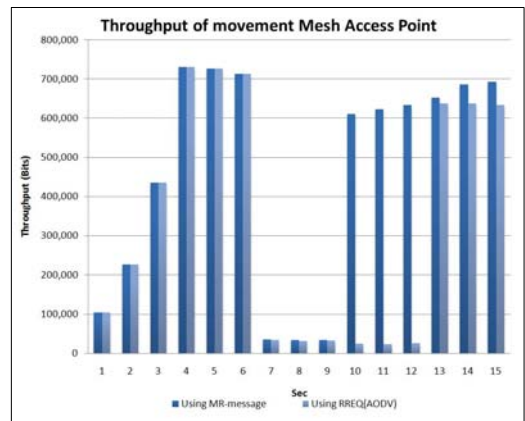
이때도 기존의 중간 메쉬 포인트는 데이터의 전송을 변경된 경로를 이용하여 전송하여야 한다. 지역적 복구방법을 이용하여 스테이션의 변경된 메쉬 액세스 포인트로 경로 재설정을 수행하여 데이터를 전송한다. 일련된 과정은 그림 7과 같다.

이 방법은 패킷을 변경된 경로로 수정하여 경로를

재설정함으로써 빠른 복구와 데이터 패킷의 손실을 줄인다.

4. 성능 평가

본 논문에서 성능 평가 모델을 위하여 10개의 MAP와 10개의 MP를 배치하였으며 각각의 MAP에는 10개의 스테이션을 배치하였다. 성능 평가를 위해서 소스 스테이션은 0.01 packets/second의 지수 분포로 패킷을 발생하고 목적지 스테이션을 위하여 일정한 패킷 크기인 8192bits를 생성하였다. MAP의 이동은 이웃하는 MAP/MP의 이동으로 한정되었다. 그림 8.는 각 라우팅 방식에 따른 이동하는 MAP의 throughput을 보여준다. 기존에 사용하는 경로 설정 기법과 본 논문에서 제안하는 새로운 패스 선택 기법을 비교해 보면 RRER 메시지를 보내는 방식인 기존 경로 복구 기법은 전체 경로를 복구해야 하므로 이동하였을 경우 통신이 두절된다. 하지만 경로 재설정을 시도하므로 약간의 throughput이 발생하지만 복구에 소요되는 시간은 MR-메시지를 사용하는 방식에 비해서 많은 패킷 손실이 발생하였다.



(그림 8) 각 경로 복구 기법의 성능 비교

새롭게 제안하는 MR-메시지를 사용하는 방식은 이웃하는 MAP/MP로 이동시에 기존 경로를 이용하여 복구하므로 빠른 복구 성능을 보여준다.

5. 맺음말

본 논문의 제안 방식은 WMNs에서 사용 가능한 라우팅이다. 이 방식은 HWMP에서 데이터 패킷의 로스를 줄인다. 메쉬 포인트와 스테이션으로 이루어진 WMNs에서 두 가지 모두 이동을 하여도 패스는 계속 유지되고 데이터 전송도 유지할 수 있다. 현재 이동성에 관한 연구는 스테이션의 이동만을 고려하고 있다. 하지만 새롭게 제안하는 방식은 MAP의 이동을 고려하는 방식이다.

본 논문에서 제안하는 방식은 지역적으로 패스를 생성할 수 있는 MR-Message를 사용하여 기존에 존재하는 패스를 지역적으로 복구하는 기법이다. 이동성을 가진 MAP는 이전 패스와 새롭게 연결되는 패스를 이용하여 빠르게 경로를 복구할 수 있다. 본 논문에서 제안하는 방식은 WMNs에서 네트워크의 퍼포먼스를 향상시키는 결과를 가져온다.

6. Acknowledgments

본 연구는 2008년도 U-헬스케어 융합 네트워크 연구센터와 2008년도 한국과학재단 특정기초연구의 지원으로 이루어졌습니다.

참고 문헌

- [1] IEEE Wireless LAN Edition, A compilation based on IEEE std 802.11tm. 1999(R2003) and its Amendments, IEEE, 2003.
- [2] IEEE P802.11S/D1.0: Draft Amendment to Standard for Information Technology - Telecommunications and Information Exchange Between Systems -LAN/MAN Specific Requirements - Part 11: Wireless Medium Access Control (MAC) and physical layer (PHY) specifications: Amendment: ESS Mesh Networking, Nov. 2006.
- [3] Sumit, Gwalani, Eliabeth. M. Belding -Royer, Charles. E. Perkins, "AODV-PA: AODV with path Accumulation," IEEE international Conference on Communications (ICC), Vol. 1, May. 2003, pp. 527-531.
- [4] Sung-Ju lee and Mario Gerla, "AODV -BR: Backup Routing in Ad hoc Networks," IEEE Wireless Communications and Networking Conference(WCNC), Vol. 3, Sept. 2000, pp. 1311-1316.
- [5] Perkins. C.E, Belding-Royer. E.M, and Das S. R, "On-Demand Distance Vector (AODV) Routing," IETF Experimental RFC 3561, July 2003

● 저 자 소 개 ●



조 규 철

- 학력
 - 1998 경북대학교 입학과 (학사)
 - 2003 경북대학교 컴퓨터공학과 (공학사)
 - 현재 경북대학교 컴퓨터공학과 박사과정
- 경력
 - 2001~2002 디자인닉스 연구원
 - 2004~2004 퍼스널텔레콤(주) 연구원
- 전공 분야 : 컴퓨터 네트워크, 데이터 통신, 유비쿼터스 네트워크



한 기 준

- 학력
 - 1979 : 서울대학교 전기공학과 (공학사)
 - 1981 : KAIST 전기 및 전자공학과 (공학석사)
 - 1985 : University of Arizona, Dept. of ECE (M.S.)
 - 1987 : University of Arizona, Dept. of ECE (Ph.D.)
- 주요경력
 - 1988~현재 : 경북대학교 컴퓨터공학과 교수
 - 1981~1984 : 국방과학연구소 연구원
- 전문분야 : 컴퓨터 네트워크, 데이터 통신, 유비쿼터스 네트워크