

Static Ad Hoc 망에서 버퍼 노드를 이용한 QoS 향상 기법

김 효*, 김 병 기**

A Study on Buffer Node for QoS Quarantee in Static Ad Hoc Networks

Hyo Kim, Sang-jun Park, Byung-gi Kim

ABSTRACT

A lot of researches have been done on supporting QoS in the mobile networks and ad hoc network architectures, but most of them are not suitable in the static ad hoc environment. Most Research in mobile ad hoc networks has been devoted to routing protocol since they are fundamental to the technology for improving QoS. In mobile ad hoc networks, QoS means not only fast speed and reliable transmission but reliable node. Needless to say, general QoS is serious question. In this paper, we enunciate the proposition to reduce network load and prevent node expire using buffer node.

Key Words : Static, Ad Hoc, QoS, Buffer

* 숭실대학교 대학원 컴퓨터학과

** 숭실대학교 정보과학대학 컴퓨터학부

1) 숭실대학교 정보과학대학 컴퓨터학부

1. 서론

최근 들어 홈 네트워킹이나 개인 네트워크(Personal area network), 센서 네트워크 등과 같이 기존 고정망과는 달리 독립된 형태의 이동망들에 대한 관심이 증가되고 있다. 이러한 이동망 환경을 Mobile Ad Hoc 네트워크라고 한다. 호스트들이 이동하며 기존의 망 유지 및 관리를 위한 부가적인 장치 없이 호스트들 간의 임시로 구성되는 네트워크라고 정의 할 수 있다. Ad Hoc은 단말기만으로 구성하는 방법으로 외부 네트워크와는 연결되지 않고 운영될 수 있다. 또한 무선 랜 간에만 통신이 이루어지므로 주로 소규모 사무실이나 개인적으로 소규모 네트워크를 구성할 때 사용한다. 이러한 특성으로 인해 개별적인 노드가 모여서 네트워크를 형성하는 구조를 가지고 있다. 따라서 이동 노드의 통신을 위하여 Ad Hoc 네트워크에 맞는 라우팅, QoS 보장 등의 기법들이 연구되고 있다.

Ad Hoc은 기존의 일반 무선망이 특수한 상황(전시 혹은 화재발생 경우 등) 하에서 운영될 수 없을 경우 사용될 수 있도록 설계 되었지만 많은 노력으로 일상생활에서도 사용할 수 있도록 Ad Hoc QoS에 대해서 연구 중이다. 예로 회의, 수업, 가정에서 Peer-to-Peer 연결로 네트워크를 형성하여 정보를 공유하는 망을 구성하는데 있어서 기존의 유선망 보다 네트워크의 구성이 쉽다는 장점을 가지고 있다. 본 논문에서는 Ad Hoc이 소규모 사용자에 국한되는 것 보다 대규모망에서 다중사용자에게 자료를 전송하는데 걸리는 노드의 폭주로 인한 QoS 품질의 하락을 막고, 노드의 전송 부하를 여러 대의 노드로 분할하여 QoS를 확보 하는 방법을 제안하고자 한다.

기존에 네트워크는 단순하고 간단한 정보만을 전달하는 것이 주 목적으로 했지만, 현재의 네트워크는 콘텐츠의 주제만을 전달하는 것이 아닌 콘텐츠의 내용을 전달을 목적으로 하기 때문에 QoS가 많이 중요시 되어지고 있다. 이에 따라 망 구성 자체가 인터넷 서비스를 사용하기 위한 기본적인 품질을 보장하는 기초가 되고 있다. 또한 유선망에서는 QoS를 보장하기 위해 Integrated

Service와 Differentiated Service를 제안하고 있다. 이에 대해 2장에서 알아보고, 무선망에서 QoS를 적용할 때 어떤 차이점이 있는지 알아보겠다. 제 3장은 제안한 방법인 서브 노드 분할 기법에 대해서 살펴보고, 4장에서는 Static Ad Hoc의 앞으로 나아갈 점에 대해서 알아보겠다.

2. 기존의 QoS 기법과 Static Ad Hoc

멀티미디어 트래픽을 효율적으로 전송하기 위한 네트워킹의 제어 기술은 크게 시간의 크기 단위(Time granularity)에 따라 네트워크 프로비저닝(Network Provisioning), 라우팅, 흐름 제어 등의 세 가지로 나눌 수 있다. 이 가운데 가장 큰 시간 단위로 적용되는 제어 기술은 네트워크 프로비저닝이다. 고속 스위칭 네트워크나 광네트워크에서 오버레이 되는 네트워크가 도입되면 이와 같은 네트워크에서는 네트워크 계층상의 링크 설정 및 대역폭 할당을 좀 더 유연하게 할 수 있다. 따라서 동적인 네트워크 재구성이 매우 용이해지고 이와 같은 특성을 활용하기 위한 연구가 이루어져야 한다.[2] 또한, 네트워크 상에서 다양한 클래스의 사용자 트래픽을 전송하면서 사용자의 요구를 수용하기 위해서는 네트워크 자원을 적절하게 각 트래픽 클래스에 할당하기 위한 네트워크 프로비저닝이 필요하며 네트워크에서 초기 구성이 중요한 역할을 담당하고 있다. 망을 구성할 때 네트워크 사용 용량, 노드 수 등을 중요시 하여 네트워크를 디자인 하지만 무선 네트워크에서는 이와 다르게 인접 노드 또는 노드의 유지가 오래될 수 있는 노드를 선택하여 망을 구성하기 때문이다. 초기의 망 구성이 네트워크의 QoS를 보장하는데 가장 중요하다고 할 수 있다.

이와 다른 서비스적인 관점에서 보면 인터넷 표준화 기구인 IETF는 인터넷에서 사용자의 요구사항에 따라 QoS를 제공하는 여러 가지 서비스 모델과 메커니즘을 제시하고 있다. 이중에서 가장 주목받고 있는 것은 IntServ (Integrated Services)와 DiffServ (Differentiated Services)를 들 수 있다.

IntServ는 두 가지 핵심적인 요인을 갖고 있다.

IntServ는 호스트가 Flow 별로 요청할 수 있도록 해주며 리소스와 단대단 데이터 경로를 요청할 수 있도록 해준다. 호스트는 유입되는 네트워크로부터 피드백을 얻을 수 있으며 이는 네트워크가 요청을 수용하는 것에 따라 좌우된다.

Guaranteed 서비스를 위해서는 IntServ를 제공하는 라우터가 망 전체에 설치되어 있어야만 하므로 Intranet 환경에서 사용하기에만 적합하게 되어 있다. 결국, 확장성 문제로 인해, IntServ가 배제된 경우도 많다. 하지만 과거의 경우, RSVP가 MPLS에 함께 제공되었으며 IntServ 모델의 개정이 이루어졌다.[2] Differentiated Services (DiffServ)는 IntServ를 확장하고 단순화한 대안으로 받아들여지고 있다. DiffServ는 프로비저닝 흠뻑 방법을 QoS에 제공하지만 IntServ/RSVP는 훨씬 강력하고 개별적인 Flow 기반 예약 모델을 제공한다. DiffServ를 통해 네트워크 트래픽이 작은 형태의 집합 Flow로 세분화될 수 있으며 트래픽 경로에 따른 네트워크 디바이스는 적절한 처리 기능을 제공한다.

2.1 Static Ad hoc 네트워크의 차이

무선 네트워크에서 IntServ의 경우 저장 공간의 제약으로 자원예약 정보를 저장하기 어렵고, RSVP의 트래픽이 무선의 제한적인 대역폭을 낭비할 수 있다는 것이다. DiffServ 또한 노드의 이동성으로 인해 코어 노드와 에지 노드의 역할 분담이 어려운 것과 각 Class에 SLA 적용이 어렵다는 단점을 들 수가 있다. 무선망에서 기본적으로 고려해야 하는 것은 유선망에 비해 높은 에러율과, 무선 단말의 전력, 대역폭의 한계, 호스트의 저장공간과 처리능력의 한계, 호스트의 이동성으로 들 수 있다. 이동 Ad Hoc과 Static Ad Hoc의 차이점으로 핸드오버가 일어나는 시간동안에는 전송된 데이터의 손실이 발생하게 되고, 새로운 접속지점에 연결하고자 할 때 필요로 하는 가용자원이 부족할 경우 기존의 QoS를 보장할 수 없는 문제가 발생할 수 있지만 Static Ad Hoc 네트워크에서는 핸드오버 문제에 대해서 고려하지 않아도 된다는 장점이 있다.[3] 이동 Ad Hoc 경우 노드가 다른 네트워크로 이동하는 경우, 이전에 제

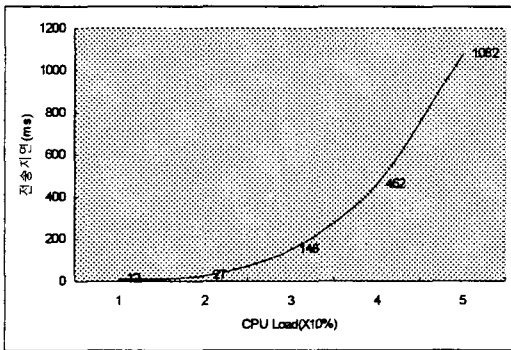
공받던 만큼의 대역폭을 제공받을 수 있어야 하지만 Static Ad Hoc의 경우 이러한 점에서 이점을 가진다. 라우팅 경로변경으로 인한 시간 지연을 줄일 수 있고 바인딩 업데이트로 인해 발생할 수 있는 패킷손실과 대역폭 낭비를 줄일 수 있는 장점이 Static Ad Hoc 네트워크에 있다. Static Ad Hoc 네트워크에서는 일반적으로 Ad Hoc 망을 기준으로 하여 망을 구성하게 되는데 이는 이동성을 고려한 망 구성 방식으로 Static Ad Hoc 네트워크에 효율적이지 않다. 보다 중요한 점은 무선망에서 네트워크를 형성할 때 노드가 얼마나 오래 지속적으로 유지되고, 안정적인 대역폭을 확보하는 것이라 할 수 있다. Static Ad hoc 네트워크에서는 노드가 움직이지 않아서, 노드의 이동으로 인한 데이터 전송 경로의 유실은 거의 없다고 할 수 있다. 하지만 안정적인 대역폭의 확보가 문제가 된다. 기존 유선망에 비해 대역폭이 협소하고, 간섭으로 인한 어려움이 안정적인 데이터 전송을 방해하게 된다. 이로 인해 한개의 노드에 연결될 수 있는 노드의 수가 유선망 보다 적어지게 된다. 노드의 수가 일정 개수 이상일 경우 망 유지를 위한 정보의 송수신 네트워크에서 많은 부분을 차지하게 되고, 이로 인한 네트워크의 단절 현상까지 야기 될 수 있다. 이로 인해, 실시간 데이터 전송에 있어서 QoS 보장해야 하는 구간의 품질을 보장하지 못하게 되고, 노드의 단절로 인한 다른 데이터 전송 경로를 확보할 경우 QoS 품질을 보장해야 하는 구간의 설정까지 같이 변경되어야 한다는 단점이 생기게 된다. 이를 해결하기 위해 망을 구성할 때, 단일 노드에 연결되는 노드의 수를 최소화 하고자 한다.

3. Buffer Node를 이용한 QoS 확보기법

유선망에서 서버/클라이언트로 망을 구성할 경우 송신 측과 수신측과의 관계는 일반적으로 1:N의 관계가 된다. 이로 인해 유선망에서 클라이언트 10대가 512Byte를 5ms 간격으로 계속해서 전송할 경우 서버측의 전송지연이 100~180ms 가까이 생기고 서버측에 로드가 걸릴 경우 Packet을 Drop하는 경우가 생기게 된다. 클라이언트가 20대

이상 접속했을 경우 송신측의 대역폭을 75% 이상 점유하기 때문에 Ad Hoc의 경우 개개의 노드가 라우터 역할까지 같이 하고 있으므로, 75% 이상의 로드는 노드의 폭주로 인한 링크의 단절까지 야기시키는 위험성을 가지게 된다.

[그림 1]은 노드의 집중으로 송신 노드의 메시지 처리로 인한 CPU 사용 증가와 이로 인한 전송 지연을 볼 수 있다. 본 논문에서는 서버측에 Ad Hoc 망에서 클라이언트의 집중으로 인해 생기는 노드간의 단절을 막고, 송신 노드의 폭주로 인한 노드 손실을 줄여서 QoS 품질을 보장하고자 한다.



[그림 1. CPU 로드 에 따른 전송 지연]

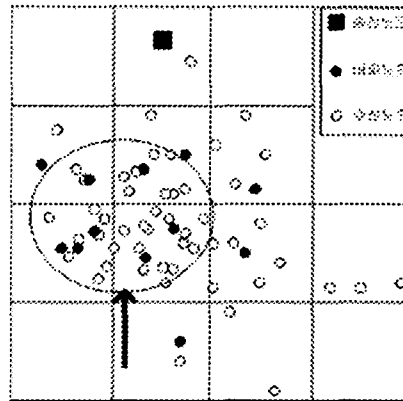
3.1 Buffer Node

송신자의 노드에서 데이터를 송신할 때 중간 노드가 버퍼 역할을 함으로써 폭주로 인한 노드의 손실과 실시간을 위한 QoS를 보장하는 것에 목적을 두고 있다. 본 논문에서 제안하는 방법의 경우 GPS를 이용한 방법으로써 분산되어 있는 노드의 위치를 민간 GPS의 이용가능 최대 오차범위인 5~10M 단위로 나누어 각 노드는 자신의 현재 위치를 파악하고 있다는 가정을 한다. 각 구역 내에서 랜덤하게 노드를 한개씩 선택한다. 이를 버퍼 노드(Buffer Node)라 하고 버퍼 노드는 자신의 범위 안에서 나머지 노드들에 대해 송/수신 노드를 정립하게 된다. 이후 송신 노드에 대해 버퍼 노드는 자신 주소를 새로이 갱신한 후 송신노드는 버퍼 노드에게 우선적인 데이터의 전송을 하게 된다. 그 후 버퍼 노드는 자신의 영역 안에 있는 노드에 대해 데이터를 전송한다. 이 같은 방법으로 각 구역 내에서의 QoS를 보장하고 송신노드에의

집중으로 인한 노드의 단절을 방지할 수 있다.

3.2 Recursive Buffer Node

각 노드들이 전송 서비스를 받을 경우 노드간의 밀집도 문제를 고려해야 한다. 최초 송신 노드에서 버퍼 노드로 데이터를 받고 다시 하위 밀집되어 있는 노드에 전달하는 것은 오히려 송신 노드에서 직접 데이터를 하위 노드로 전달하는 것 보다 느리게 하거나, 노드의 밀집으로 인한 버퍼 노드의 폭주를 야기 시켜 부분적인 경로 손실을 생기게 한다. 이 경우 한 지역 안에서 버퍼 노드를 다시 여러 개 선택하는 방법을 통해서 데이터의 전송 속도를 빠르게 할 수 있다.

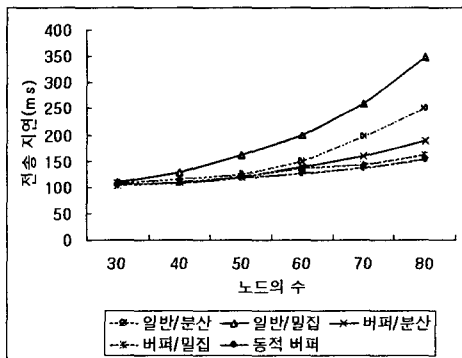


[그림 2. 밀집 노드에서의 버퍼 노드 추가]

이와 같은 문제를 해결하기 위해서 노드가 밀집해 있을 경우 일정 지역 안에 있는 노드는 자신의 존재를 버퍼 노드에 알리고 일정 수가 되었을 경우 버퍼 노드는 신이 담당 할 수 있는 일정 노드 수를 넘었을 경우 새로운 버퍼 노드의 개설해야 함을 다른 노드에게 알린다. 다른 노드는 이에 대해 새로운 버퍼 노드를 [그림 2]과 같이 추가 개설하고 범위 안에 있는 노드를 (1/버퍼 노드의 수)로 나누어 연결을 설정한다. 이후 송신 노드에 대해 버퍼 노드는 송신노드에 자신의 목록을 업데이트 하고 송신 노드는 버퍼 노드에 대해서만 우선적인 데이터의 전송을 하게 된다. 버퍼 노드는 자신의 영역 안에 있는 노드에 대해 데이터를 전송한다. 위의 과정은 반복적으로 일어나게 한다.

새로 제안한 알고리즘을 테스트 해보기 위해 100m X 100m의 범위안에 노드의 수를 최대 노드

의 수를 80개로 하고 노드가 증가함에 따라 전송 지연이 어떻게 지연하는지 시뮬레이션을 통해 살펴 보았다. 무선망의 간섭, 지연등의 에러율로 인해 0.1%의 확률로 패킷을 드롭으로 하고, 한개의 버퍼 노드는 10개 이상의 수신노드에게 데이터를 전송할 수 없게 했다. 10개가 넘을 경우 추가적인 새로운 버퍼 노드를 개설 하도록 하였다. 패킷의 크기는 512Byte, 전송 간격은 100ms로 고정하였으며, Timeout은 20ms로 설정하였고, 클라이언트 측에서의 전송속도를 측정하였다. 노드의 수에 따른 전송 지연만을 고려하기 위해서 송신측의 CPU의에 걸리는 로드는 고려하지 않았다. [그림 3]에서 일반은 알고리즘을 적용하지 않은 데이터의 전송을 의미하며, 버퍼는 버퍼노드를 이용한 전송을 의미한다.



[그림 3. 노드수에 따른 전송 지연]

동적 버퍼의 경우 노드가 밀집해 있을 경우 다시 새로운 버퍼 노드를 추가 개설해서 데이터를 전송하는 경우를 말한다. 밀집과 분산은 노드의 밀집 상태를 말하고 있다. 특이한 것은, 시뮬레이션에서 가끔 버퍼 노드를 적용하고 노드가 분산되어 있는 상태에서의 결과가 버퍼 노드를 추가 개설해서 하는 것보다 효율이 좋을 때가 있는데, 이는 반복적으로 순환하는 알고리즘의 사용과 망의 구조가 복잡해 짐에 따라 보이는 제어 메시지의 오버헤드로 보인다. 여기서 주의 해야 할 사항이 데이터 스트림의 크기와 전송 간격이다. 스트림의 크기가 일정 크기 이상일 때, 혹은 일정 간격 이상으로 전송할 경우 송신노드는 일정 개수의 노드를 채우지 않고도 송신 노드가 폭주가 일어나는

상태가 될 수가 있다. 이와 같은 경우 네트워크 데이터의 초기 설정에 일정 크기의 데이터를 꾸준히 송신한다는 설정이 없다면 이를 고려한 망 구성이 어렵게 된다. 하지만 네트워크를 구성할 때 송신하는 데이터가 어떤 종류의 스트림을 전송하는지를 안다면 송신노드에 연결하는 수신 노드의 수를 적절히 제한 할수 있을 것이다.

네트워크를 초기에 구성할 때 위와 같은 요소를 모두 고려한다는 것은 현실적으로 불가능에 가깝지만 네트워크 전송 속도, 데이터 송신량 데이터의 송신간격을 예측한다면 대역폭을 최대한 확보하고, 폭주로 인한 노드의 단절을 방지하는 측면에서 QoS 품질을 보장하는 최선의 길이 될 것이다.

4. 결론

Ad Hoc망은 구성을 동적으로 할 수 있어 사용이 편리하다는 장점이 있으나 중·대규모 망에서 오히려 유선망에 비해 성능 하락을 보인다. 본 논문에서는 Static Ad Hoc망에서 망을 구축할 때, 노드의 폭주로 단절과 좀더 빠른 전송을 위한 알고리즘을 보였다. 하지만 항상 고정적으로 좋아지는 것이 아니라 다양한 변수를 통해 유동적으로 바뀐다는 점을 알려주고 있다. 이동성을 고려해서 Ad Hoc 그룹을 만드는 것도 중요하지만, 일상생활에서 많이 쓰일 수 있는 Static Ad Hoc 네트워크의 QoS 측면에 대해서 연구도 중요할 것이다.

참고문헌

- [1] C. R. Lin and J. -S. Liu, "QoS Routing in Ad Hoc Wireless Ad Hoc Networks" IEEE J. Sel. Areas Commun., vol. 17, p.1426, 1999
- [2] X. Xiao, L. M. Ni, "Internet QoS : The Big Picture", IEEE, March/April 1999.
- [3] Dan Chalmers and Morris Sloman, "A Survey of Quality of Service in Mobile Computing Enviroments", IEEE Communication Surveys, 1999.