

MPLS/WLAN기반 Mobile IP망에서 QoS 제공을 위한 성능분석

Performance Analysis of Mobile IP Network Based on MPLS/WLAN for providing QoS

김진해*, 예휘진*, 조성준*

Jin-Hae Kim*, Hwi-Jin Ye* and Sung-Joon Cho*

요 약

현재 이동통신망의 주요 서비스는 기존의 음성 서비스뿐만 아니라 데이터 서비스의 비중이 점차 늘어가고 있다. 그리고 데이터 서비스는 다양한 미디어가 결합되는 멀티미디어의 형태로 발전하고 있다. 그러나 현재의 네트워크는 멀티미디어 데이터를 기존의 최선형 데이터와 동일하게 처리하여 사용자가 요구하는 QoS를 만족시키지 못한다. 따라서 본 논문에서는 QoS를 제공하는 MPLS기법을 Core망에 적용하여 멀티미디어 데이터의 QoS를 보장할 수 있는 네트워크 구조를 제안한다. 특히 MPLS기법을 core망에 적용한 무선랜 기반 모바일 아 이피 네트워크의 성능을 분석한다. 또한 MPLS 기법을 Core망에 적용한 경우의 throughput을 시뮬레이션 시간 및 사용자 수의 변화에 따라 비교 분석한다.

Abstract

With the established voice service, the data service is increasing in the field of mobile telecommunications in these days. Also, the data service develops into the form of multimedia service which combines various media. However, it is limited to provide QoS(Quality of Service) for the multimedia using the established network which manages all the data in same rule. So, this paper suggests the network architecture which assures QoS of multimedia data by applying MPLS(Multi-Protocol Label Switching) to the core network. Especially, we analyze the efficiency of the network combining Mobile IP network based on the WLAN(Wireless LAN) and core network based on MPLS through by network simulations using QualNet.

Key words : MPLS, Mobile IP, WLAN, System Integration

I. 서 론

현재 인터넷은 기존의 유선망 중심에서 이동성 지원이 가능한 무선망이 결합된 형태로 발전하고 있다. 그러나 현재 데이터 망에서 사용되고 있는 최선형 서비스(Best-effort service)방식으로는 사용자가 요구하

는 QoS를 만족시킬 수 없다. 이를 해결하기 위해 IETF(Internet Engineering Task Force)에서는 IP를 기본으로 하는 망에서 실시간 서비스 제공을 위한 연구를 중점적으로 진행 하였고, 보다 좋은 QoS를 제공하기 위하여 IntServ (Integrated Service)와 DiffServ (Differentiated Service)같은 QoS 모델을 제안하였다

* 한국항공대학교 대학원 정보통신공학과(Dept. of Inform. & Telecom. Eng. Graduate School of Korea Aerospace University)

· 제1저자 (First Author) : 김진해

· 투고일자 : 2008년 10월 28일

· 심사(수정)일자 : 2008년 10월 29일 (수정일자 : 2008년 12월 9일)

· 게재일자 : 2008년 12월 30일

[1],[2].

IntServ는 자원예약 프로토콜인 RSVP(Resource reSerVation Protocol)를 이용하여 가상의 경로를 지정한다. 그리하여 안정된 경로선택이 가능하게 하는 기술이지만 경로설정에 필요한 과도한 시그널링 때문에 광범위한 네트워크에서는 사용이 제한적이다. 이를 극복하기 위하여 패킷 스케줄러의 활용으로 서비스를 차별화해 군집형태로 트래픽을 제어하는 DiffServ가 제안되었다.

또한 고속의 패킷전송을 위하여 2계층과 3계층 사이에서 동작하며, Shim 헤더라는 MPLS 헤더를 labeling 하여 라우팅 기능이 아닌 스위칭 기술을 이용하는 MPLS가 제안되었다. MPLS는 다양한 프로토콜이 존재하는 망에서 각 프로토콜의 특성에 맞게 패킷을 포워딩 시켜줌으로써 패킷의 고속전송이 가능하다 [3].

본 논문에서는 패킷의 고속전송과 QoS를 보장하기 위해 Core 망에 MPLS를 적용한 유무선 통합망의 성능을 분석한다. 현재 사용하는 무선랜 기반 Mobile IP망과 MPLS를 Core망에 결합한 통합망에서 사용자가 요구하는 QoS를 네트워크 시뮬레이터 퀄넷(QualNet)을 사용해 성능을 검증한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제안하는 환경을 구성하기 위한 기반기술을 서술하고, 3장에서는 시뮬레이션 환경을 설명한다. 4장에서는 시뮬레이션 결과에 대해 서술하며, 5장에서는 결론을 맺는다.

II. 기반 기술

3-1 MPLS

현재 코어 IP 네트워크를 구성하는 방법은 순수 라우터 기반 구조와 오버레이 모델 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 순수 라우터 기반 구조로 이루어진 기존 IP 백본 네트워크는 매 패킷마다 3계층 패킷 포워딩 기능을 수행한다. 이때 라우터마다 소프트웨어 기반으로 다음 목적지를 찾기 때문에, 네트워크 링크 속도가 증가하면서 이 포워딩 기능이 전체 네트워크의 성능 저하의 주된 요소가 된다. 이러한 문제점을 해

결하기 위한 방법 중 하나가 바로 MPLS로, IP 백본 네트워크의 코어 라우터의 기능을 단순화시키는 접근 방법이다. 즉, 비연결-지향형 IP 네트워크에 연결-지향적인 메커니즘을 도입한 것이다. MPLS는 2계층 스위칭에 기반한 패킷 포워딩과 3계층 라우팅의 장점을 결합한 형태로 패킷 기반 또는 셀 기반의 네트워크에서 패킷 전송을 위해 Label을 이용하며 이더넷, Frame Relay, ATM(Asynchronous Transfer Mode), SONET(Synchronous Optical Network)과 같은 일반적인 2계층 프로토콜에 모두 적용 가능하다 [4].

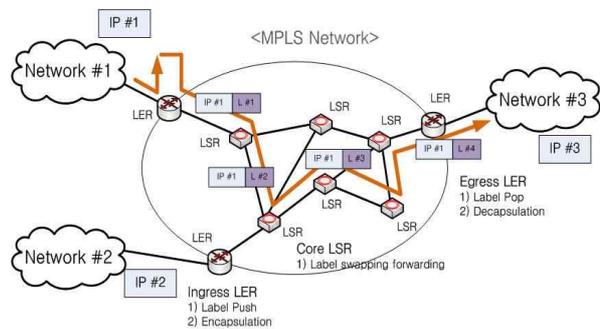


그림 1. MPLS 네트워크
Fig. 1. MPLS network.

그림 1은 MPLS 네트워크의 기본 구성을 나타낸다. MPLS 네트워크는 망의 가장자리에 위치하는 LER(Label Edge Router)과 망의 코어에 위치하는 LSR(Label Switch Router)로 이루어진다. Edge router는 MPLS망으로의 진입 부분인 Ingress LER과 나가는 부분인 Egress LER로 나뉜다. Ingress LER은 non-MPLS 네트워크로부터 전달되어 오는 패킷의 헤더를 FEC(Forward Equivalence Class)라는 기준에 따라 분류하여 이 패킷이 전달될 경로인 LSP(Label Switched Path)를 결정한다. 분류한 패킷에 LER에서는 MPLS 코어 망에서 사용될 Label을 부착하여 전송한다. LSR은 LER로부터 레이블화된 패킷이 들어오면 그 레이블만 검사하여 레이블 값을 바꾸고 다음 LSR로 전송한다. Egress LER에서는 도착한 패킷에서 Label을 제거하고 그 패킷의 목적지로 패킷을 전달한다.

MPLS 네트워크에서는 LSP의 중단점에 해당하는 LER에서 3계층 패킷 포워딩이 수행되고 코어의 LSR에서는 2계층 패킷 포워딩(스위칭) 기능을 수행하게

됨으로서 기존 망에 비해 고속 전송이 가능하다. 또한 FEC에 의해 패킷을 분류하면서 QoS와 고속의 전송속도를 보장해주는 효과적인 기술이다 [5].

3-2 WLAN

무선랜(Wireless LAN)기술은 일정 공간 또는 건물로 한정된 옥내 또는 옥외 환경에서 유선 케이블 대신 무선 주파수를 사용하여 AP(Access Point)에서 각 단말까지 데이터를 전송할 수 있는 네트워크를 구축할 수 있다. 무선랜은 배선이 필요 없고 단말기의 재배치가 용이하며 이동 중에도 통신이 가능하고 빠른 시간 안에 네트워크 구축이 가능하다는 장점이 있다. 그러나 유선랜에 비하여 상대적으로 낮은 전송 속도와 신호 간섭이 발생할 수 있고, 셀룰러 네트워크의 soft handover와 같은 link mobility가 완전하게 지원되지 않기 때문에 무선랜 환경에서 VoIP Service 같은 실시간 서비스의 제약 등의 문제점들이 있다 [6].

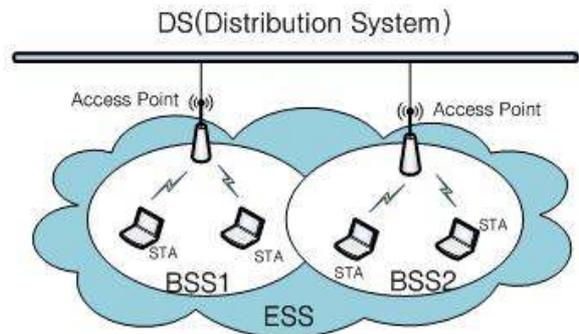
1997년에 IEEE 802.11 WG에서 1~2 Mbps급의 전송속도를 가지는 근거리 무선랜에 대한 규격을 시작으로, 최근 100 Mbps 이상 고속의 데이터 전송속도를 지원하는 규격에 이르기까지 무선랜에 대한 기술은 지속적으로 발전되고 있다.

기본적인 무선랜 네트워크는 다른 무선 단말이나 유선랜으로 연결하기 위해 각 단말 내에 설치되는 무선 NIC(Network Interface Card), 각 단말과 유선랜 간의 게이트웨이 역할을 담당하는 AP, 그리고 건물과 건물 또는 분산된 단말을 점-대-점 방식으로 연결할 수 있는 무선 브릿지 장비로 구성된다. AP는 유선랜의 허브와 비슷한 역할을 수행하며, 한 개의 액세스 포인트 당 반경 20~150m 정도의 영역에서 동시에 25~50개의 단말을 접속하여 사용할 수 있다.

그림 2는 IEEE 802.11의 구성요소를 보여주고 있다. STA(Station)는 무선매체에 대해 적합한 MAC(Media Access Control) 인터페이스 및 물리계층 인터페이스를 가진 단말이다. BSS(Basic service set)는 Coordination function에 의해 통제되는 STA의 집합으로 하나의 AP가 지원 가능한 셀 반경내에 있는 STA의 집합을 말한다. 그리고 DS(Distribution system)는 BSS 사이의 연결과 유선랜과 연결하기 위해 제공되는 시스템이다.

ESS(Extended service set)는 BSS사이의 연결이나 단일 BSS가 DS를 통해 유선랜과 연결을 지원하고, DS와 무선랜이 아닌 이종망과의 논리적 연결점을 제공한다 [7].

- * STA(Station) : 무선매체를 통하여 액세스 포인트에 연결되는 단말기
- * BSS(Basic Service Set) : 동일한 주파수의 라디오 반경을 사용하는 단말기 그룹
- * AP(Access Point) : 무선 랜과 분산시스템을 결합하는 스테이션
- * 분산시스템(Distribution System) : 여러 BSS를 하나의 논리 네트워크(EES: Extended Service Set)으로 연결



BSS : Basic Service Set
ESS : Extended Service Set

그림 2. 무선랜 시스템
Fig. 2. WLAN system.

3-3 Mobile IP

최근 개인 무선 단말의 수요와 무선 인터넷 사용자가 증가되는 추세이다. 현재 사용되고 있는 인터넷 프로토콜인 IPv4는 단말이 고정되었다는 가정에서 설계 및 구현되었기 때문에, 어떤 한 노드가 자신에게 전달되는 데이터를 받기 위해서는 그 노드의 IP 주소를 포함하는 네트워크 내에 위치하여야만 한다. 만약 그 노드의 위치가 바뀐다면 데이터를 전송할 수 없으며 재연결을 하는동안 통신의 단절이 일어나 이 시간동안 패킷이 손실되는 문제점이 발생한다. 어떤 노드가 통신을 유지하며 그 위치를 바꿀 수 있게 하기 위해서는 접속점이 바뀔 때 마다 노드는 자신의 IP 주소를 바꾸거나, 이동한 호스트의 주소가 인터넷 전체에 전달되어야 한다. 하지만 상위계층과의 연결

유지가 어렵고, 이동 노드의 수가 증가했을 때 수용하기 어려운 프로토콜이다. 따라서, 인터넷에서 노드의 이동성을 지원하기 위해서 IETF에서 Mobile IP가 표준화되었다.

Mobile IP는 이동 호스트가 자신의 위치에 상관없이 자신의 고유주소를 사용하여 네트워크 연결을 유지하며, 이동성을 지원하는 프로토콜이다. Mobile IP는 크게 3단계로 동작하는데 그 동작 절차는 아래 그림 3과 같다 [8].

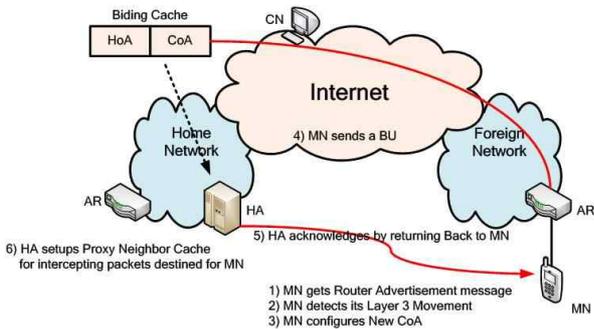


그림 3. Mobile IP 동작 절차

Fig. 3. Mobile IP process procedure.

- a) Agent Discovery 단계로 Mobile IP 환경에서의 각 에이전트들은 이동 노드가 이전과 다른 망에 접속했는지를 알려주기 위해 주기적으로 에이전트 광고 메시지를 보낸다. 만약 이동노드가 자신이 이동한 사실을 광고 메시지를 통해 인지하게 되면, Neighbor Discovery 과정을 통해 CoA (Care of Address)를 생성하게 된다.
- b) 새로 부여 받은 CoA를 자신의 현재 수신 가능 주소임을 HA에게 알리는 단계로, HA는 BU(Binding Update) 메시지를 통해 전달하며, 이 메시지를 받은 HA는 BU에 대한 응답 메시지를 보내고 자신의 Cache에 이 내용을 저장한다.
- c) 마지막으로 이동노드로 데이터를 전송하기 위해 HA는 CoA를 이용해 노드가 이동한 네트워크로 데이터를 Tunnel 시킨다. Mobile IP의 구성요소를 아래에 간략히 설명하였다.

* 이동 노드(Mobile Node, MN) : 이동성 서비스를 지원하는 종단호스트

- * 홈 주소(Home Address, HA) : 이동노드를 식별하는 고유 식별주소
- * 외부 주소(Care of Address, CoA) : 외부 네트워크에 속한경우 포워딩하는 주소
- * 이동 에이전트(Mobile Agent) : 각 에이전트가 속한 네트워크의 이동성을 관리하는 에이전트
- * 에이전트 광고 (Agent Advertisement) : 각 이동 에이전트들이 자신의 존재와 자신에 대한 정보를 알려주기 위해 방송되는 메시지
- * 에이전트 요청 (Agent Solicitation) : 이동 노드가 현재 속한 네트워크의 에이전트에게 에이전트 광고 메시지를 방송하도록 요구하는 메시지
- * 바인딩 업데이트 메시지(Binding Update Message, BU) : 이동 노드의 이동 사실을 HA에게 알리기 위해 보내는 메시지로 그 안에는 home address와 CoA 등이 포함되어 있는 메시지
- * 등록 응답(Registration Reply) : BU의 응답 메시지
- * 터널링(Tunneling) : 이동 노드가 홈 네트워크를 떠났을 때 이동 노드로 향하는 데이터그램을 보내기 위해서 홈 에이전트와 외부 에이전트 사이에 생성되는 길로서, 이때 데이터그램은 인캡슐레이트되어 터널을 따라 전송된 후 외부 에이전트에서 디캡슐레이트되어 최종 이동 노드로 전송 되는 기법

III. 성능 분석을 위한 시뮬레이션 환경

본 장에서는 core망에 MPLS를 적용한 무선랜 기반의 Mobile IP망의 성능분석을 위해 네트워크 모델링 소프트웨어인 쉘넷 4.5버전을 이용하여 시뮬레이션 환경을 구축한다 [9].

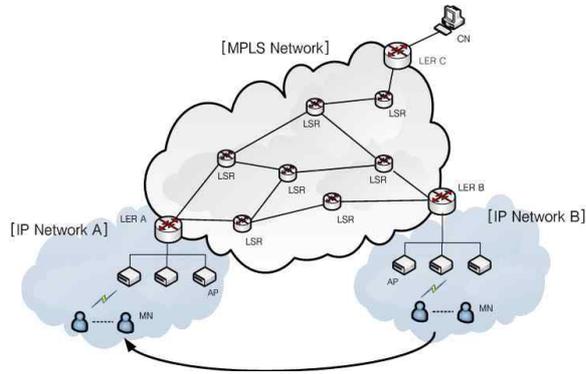


그림 4. 시뮬레이션 환경
Fig. 4. Simulation environment.

그림 4는 본 논문의 시뮬레이션 환경이다. 무선랜을 기본으로 Mobile IP망의 core망에 고속전송이 가능한 MPLS를 적용하였다. 네트워크의 구성을 살펴보면 크게 하나의 core망과 주변 액세스 망으로 두개의 무선랜망이 존재한다. core망은 MPLS를 적용시키기 이전에는 일반적인 Mobile IP가 동작하며, 각각의 LER들은 네트워크의 Home Agent로 동작하여 MN를 관장한다. MN는 무선랜 B에서 무선랜 A로 이동하며 무한개의 CBR(Constant Bit Rate) 데이터를 CN(Correspondent Node)과 주고받고, 이동시 핸드오프는 패킷 손실없이 정상적으로 작동한다고 가정한다. 고속전송을 위한 프로토콜인 MPLS를 core망에 적용시켰을 경우 Home Agent로 동작하던 라우터들이 LER로 작동을 하여 무선랜으로부터 들어오는 패킷들을 FEC에 의해 분류하여 Label을 기존 패킷에 덧붙여 LSP를 통해 목적지까지 전달한다. 다시 목적지의 LER에 도착하면 Label을 제거하고 상대 노드에게 전달한다. 표 1은 시뮬레이션에 사용된 파라미터이다.

표 1. 시뮬레이션 환경
Table 1. Simulation environment.

종 류	조 건
MAC	IEEE 802.11
네트워크 가동시간	1200sec
라우팅 프로토콜	Bellman Ford
링크 대역폭	10Mbps
링크 전달 지연	1ms

시뮬레이션을 수행하는데 소모된 시간은 1200초이며, 라우팅 프로토콜은 Bellman Ford 방식을 사용

하였으며, 링크지연시간은 1ms로 구성하였다. 그리고 MAC은 IEEE 802.11의 무선랜의 MAC을 사용했다.

그림 5는 쉘넷을 이용한 실제 시뮬레이션 환경을 나타낸다. 확대한 하얀색 사각형은 계층 구조를 나타내고 내부에 보이는 것처럼 30개의 노드가 위치하고 있다. 각 계층 구조는 라우터를 통해 연결되어 있고, 붉은 색 깃발은 MN의 이동지점을 나타내고 있다.

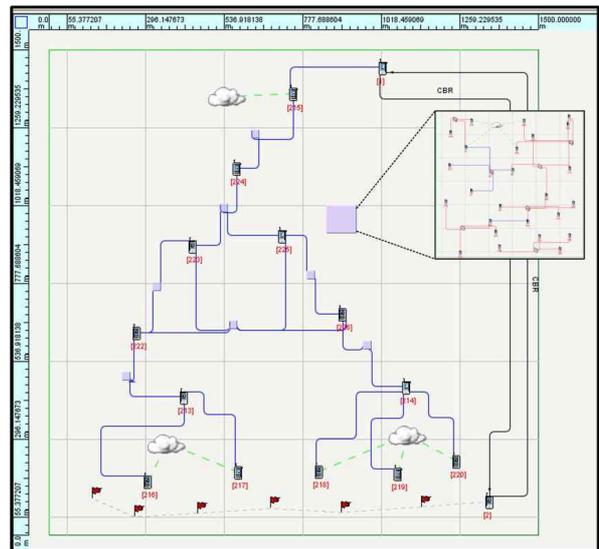


그림 5. 시뮬레이션 구성
Fig. 5. Simulation configuration.

IV. 시뮬레이션 결과 분석

그림 6은 무선랜 기반 Mobile IP망과 고속전송을 위해 Core 망에 MPLS를 적용시켰을 때의 패킷 전송률을 비교한 그래프이다. 패킷의 발생량이 적을 때는 두 망의 차이가 크게 나지 않지만, 패킷 전송량이 증가할수록 두 망의 성능차이가 나는 것을 확인할 수 있다. 이는 MPLS가 동작하여 패킷을 고속으로 다음 라우터에게 전달하였음을 알 수 있다. 또한 망의 동작시간이 증가할수록 패킷의 전송률의 차이가 늘어날 것으로 판단된다.

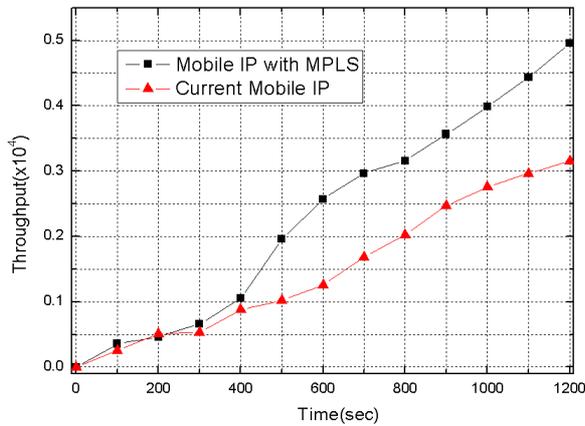


그림 6. 패킷 전송률
Fig. 6. Packet throughput.

그림 7은 사용자의 수에 따른 무선랜 기반 Mobile IP망의 패킷 전송률을 나타낸 그래프이다. 사용자의 수가 늘어날수록 망의 혼잡이 증가하여 전송률이 감소하는 것을 알 수 있다.

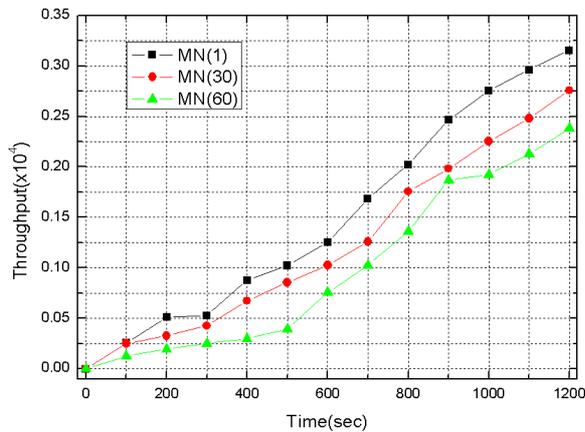


그림 7. 사용자의 수에 따른 패킷 전송률
Fig. 7. Transmission rate according to user.

그림 8은 무선랜 기반 Mobile IP망에 MPLS를 적용시켰을 때의 패킷 전송률 그래프이다. MPLS도 무선랜과 비슷하게 사용자가 늘어날수록 전송률이 떨어지는 것을 알 수 있다. 하지만 전체적인 패킷 전송률은 동일한 시간에서 MPLS를 적용시킨 것이 무선랜 기반 Mobile IP망보다 더 높은 것을 확인할 수 있다.

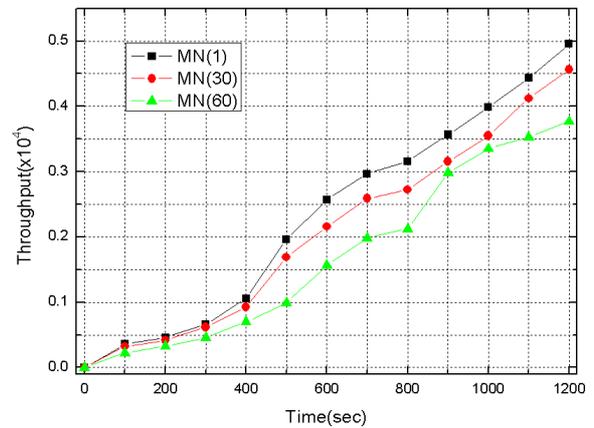


그림 8. MPLS를 적용한 패킷 전송률
Fig. 8. Packet transmission rate using MPLS.

V. 결 론

본 논문에서는 현재 인터넷에서 제기되고 있는 QoS 문제를 해결하기 위해 제안된 MPLS를 무선랜 기반 Mobile IP망의 core망에 적용하였을 경우 망의 성능에 대하여 분석하였다. 시뮬레이션 결과를 통해 MPLS가 고속스위칭 기술을 이용하여 패킷의 전송률을 증가시키는 것을 알 수 있다. 두 망에 같은 양의 패킷을 전송시켰을 때 core망에 MPLS를 적용한 망이 더 좋은 성능을 나타내었다. 또한 사용자가 급격히 증가하여 패킷의 양이 증가할 경우 core망에 MPLS를 적용한 망이 보다 많은 패킷 전송률을 보이는 것을 알 수 있다.

인터넷의 사용과 멀티미디어 패킷의 양이 증가할수록 사용자가 요구하는 인터넷의 QoS문제가 더욱더 중요한 문제로 대두될 것이다. 그리하여 데이터의 고속전송과 QoS를 제공할 수 있는 연구가 보다 활발해 질 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 산업자원부 한국산업기술평가원 지정 한국항공대학교 부설 인터넷정보검색 연구센터의 지원에 의함.

참 고 문 헌

- [1] 황민태, 김장경, 이계상, ATM 망을 통한 인터넷 통합 서비스, *전자통신동향분석*, 제13권, 제1호, 1998. 2.
- [2] R. Braden, ed., and L. Zhang, D. Estrin, S. Herzog, and S. Jamin, "Resource ReSerVation Protocol (RSVP) Version 1 Functional Specification", *IETF RFC 2205*, September 1997.
- [3] S. Jha and M. Hassan, Engineering Internet QoS, *Artech House*, 2002.
- [4] E. Rosen, A. Viswanathan, R. Callon, "Mutiprotocol Label Switching Architecture", *RFC 3031*, January, 2001.
- [5] Rahman, M.A. Kabir, A.H. Lutfullah, K.A.M. Hassan, M.Z. Amin, M.R. "Performance Analysis and The Study of The Behavior of MPLS protocols" , *ICCCE 2008. International Conference on Computer and Communication Engineering*, May 2008.
- [6] B.P.Vrow, et al., "Wireless Local Area Networks," *IEEE Communications Magazine*, vol. 45, no.4, pp.116-126, September 1997.
- [7] J.Geier, WIRELESS LANs (Implementing Interoperable Networks), *Macmillan Technical Publishing*. 1999.
- [8] C.E. Perkins, IP Mobility Support, *RFC 2002*, October 1996.
- [9] <http://www.altsoft.co.kr/>.

김진해 (金鎭海)



2008년 2월 : 한국항공대학교 정보통신공학과(공학사)
 2008년 3월~현재 : 한국항공대학교 대학원 정보통신공학과 석사과정
 관심분야 : Mobile IP, QoS, System Integration, MPLS

예휘진 (芮輝軫)



2002년 2월 : 한국항공대학교 항공통신정보공학과(공학사)
 2004년 2월 : 한국항공대학교 대학원 정보통신공학과(공학석사)
 2004년 3월~현재 : 한국항공대학교 대학원 정보통신공학과 박사과정
 관심분야 : Mobile IP QoS, System

Integration

조성준 (趙成俊)



1969년 2월 : 한국항공대학교 항공통신공학과(공학사)
 1975년 2월 : 한양대학교 대학원 전자통신공학과(공학석사)
 1981년 3월 : 오사카대학 대학원 통신공학과(공학박사)
 1972년 8월~현재 : 한국항공대학교

항공전자 및 정보통신공학부 교수
 관심분야 : 무선통신, 이동통신, 환경전자공학