

Mobile IPv6망에서 QoS 제공을 위한 Diffserv 모델의 성능 평가

(Performance Evaluation of Diffserv Model for Providing QoS in Mobile IPv6 Networks)

김 미 선 [†] 문 영 성 ^{**}
(Misun Kim) (Youngsong Mun)

요 약 전통적인 인터넷 서비스는 어플리케이션이나 사용자의 특성을 고려하지 않은 best-effort 서비스만을 제공하고 있다. 그러나 무선 및 인터넷 기술이 발전함에 따라 다기능 휴대전화, PDA 등을 이용한 DMB, VoD 서비스, 원격진료, 전자 결제 서비스 등의 새로운 어플리케이션은 각각의 서비스에 적합한 서비스 품질(QoS) 뿐만 아니라 통신중 호스트의 자유로운 이동성을 요구하고 있다. 본 논문에서는 이동 단말의 이동성 관리 및 어플리케이션에 따라 적합한 QoS를 제공하기 위하여 mobile IPv6 망에 Diffserv 모델을 적용하여 이동성 관리를 위한 동작 절차와 차별화 서비스 제공을 위한 모델을 제안하였다. 또한 이동 단말의 이동범위에 따라 차별화된 서비스를 위한 통신비용 분석 모델을 제안하고 서비스 비용을 분석하였다.

키워드 : 이동 IPv6 네트워크, 차별화서비스, 서비스 품질

Abstract Traditional Internet services provide the same level of quality to all users without considering about their application's QoS (quality of service) requirements. Because the wireless and Internet technologies are evolving rapidly, the powerful mobile devices are more widely used. Therefore, the new applications such as DMB (digital multimedia broadcasting), VoD (video on demand), telemedicine, and etc. demand appropriate QoS and host mobility. To satisfy free mobility and QoS, we deploy Diffserv (differentiated services) model to the mobile IPv6 networks. We propose the operational procedures and cost analyzing models for providing an MN's mobility and QoS. Also its performance is presented by cost analyzing and the future works are described.

Key words : Mobile IPv6, Diffserv, QoS

1. 서 론

전통적인 인터넷 서비스는 전송지연, 패킷 손실율, 대역폭 등과 같은 QoS를 고려하지 않은 best-effort 서비스를 제공하고 있다. 그러나 인터넷 방송, 원격 화상회의, 원격 진료, 이동 TV 방송(DMB, digital multimedia broadcasting) 등과 같은 새로운 어플리케이션들은 서비스 타입에 따라 서로 다른 QoS를 요구한다. 더구나 무선 및 이동 통신기술이 급속도로 발전하고 있으며, 이동전화, 랩탑, 팜탑, PDA와 같은 다기능을 가진

수많은 이동 컴퓨팅 장비들이 널리 보급되어 사용 중이다. 이러한 무선 장비들은 통신 중에도 자유로운 이동성과 함께 QoS 보장을 요구한다. 인터넷 서비스의 QoS 문제를 해결하기 위하여 Intserv 와 Diffserv가 제안되었고 RSVP가 Intserv에서 자원 예약을 위한 시그널링 프로토콜로 제안되었다[1-3]. Mobile IPv6는 훨씬 큰 주소 공간과 주소 자동 설정, 이웃 발견 메커니즘 등과 같은 장점을 가진 IPv6를 기본으로 하여 mobile IPv4 보다 효과적인 이동성 및 통신 경로의 최적화, 보안성 등의 기능을 보강함으로써 최근 등장하고 있는 애드혹 네트워크, 홈 네트워크 등의 새로운 어플리케이션 서비스에 적합한 프로토콜로 각광받고 있다[4-6].

현재까지 mobile IPv6 망에서의 보안성, 핸드오프에 관한 연구들은 활발히 이루어지고 있으나 통신비용 분석, 어플리케이션별로 차별화된 QoS 제공을 위한 방안

· 본 연구는 숭실대학교 교내연구비 지원으로 이루어졌음

† 정 회 원 : 동작구청 기획예산과

mskim@dongjak.go.kr

** 종신회원 : 숭실대학교 컴퓨터학부 교수

mun@computing.ssu.ac.kr

논문접수 : 2004년 5월 19일

심사완료 : 2006년 5월 26일

에 관한 연구, 특히 Diffserv를 적용한 IPv6 망에서의 통신 비용 분석에 관한 연구는 거의 초기 단계에 있다. 또한 인터넷 망에서 Diffserv를 제공하기 위한 방법들이 연구되고는 있지만 mobile IPv6 망에 Diffserv를 적용한 연구 사례는 미미한 실정이다[7,8]. 이에, 본 논문에서는 mobile IPv6망에서 어플리케이션의 요구에 맞는 차별화된 서비스를 제공하기 위한 방법을 제안하고 이동 단말의 이동범위에 따라 통신비용을 분석하고자 한다. 이동 단말에 통신중 자유로운 이동성을 제공하기 위하여 mobile IPv6 망을 기본으로 하고, 차별화 서비스를 위한 망 구성 요소를 추가하여 mobile IPv6에 Diffserv를 적용하였을 때의 문제점과 이의 해결을 위한 방법을 제시한다. 이동 단말이 다른 망으로 이동함에도 이동하기 전과 동일한 QoS 제공에 필요한 각종 메시지와 절차 그리고 어플리케이션 타입에 따라 요구되는 QoS를 제공하기 위하여 차별화된 서비스(프리미엄, assured, best-effort)를 위한 망 구조 및 성능 분석 모델을 제안하고 통신비용을 분석하여 mobile IPv6 망에서 어플리케이션의 요구에 따른 QoS 제공에 관한 연구를 수행하였다. 본 논문의 2장에서는 mobile IPv6 망에서 Diffserv를 제공하기 위한 관련 연구로 mobile IPv6의 기본 동작 및 인터넷 서비스에서 어플리케이션이 요구하는 QoS를 제공하기 위한 모델을 소개하고, 3장에서는 mobile IPv6에서 Diffserv를 위한 망의 구조를 제안하고 각각의 기능을 설명하며, 이동 단말의 이동 범위에 따라 연속적인 QoS를 제공할 수 있도록 하는 이동성 및 QoS 관리를 위한 메시지 타입 및 절차에 대해 설명한다. 4장에서는 제안된 모델의 이동 범위별로 성능 평가를 위한 통신비용 분석 모델을 제안하고, 차별화 서비스를 위한 수학적 모델과 연계하여 제안 모델의 성능 평가 결과를 보이며 마지막 5장에서는 결론 및 향후 연구과제에 대해 논의하고 이 논문을 마무리 한다.

2. 관련 연구

2.1 Mobile IPv6의 기본 동작

Mobile IPv6는 주소 자동 설정, 이웃 발견 메커니즘과 같이 IPv6에서 지원하고 있는 기능들을 사용함으로써, mobile IPv4에서 보다 간단한 방법으로 이동성을 지원할 수 있다. Mobile IPv6에서 이동 노드(MN, mobile node)는 다른 서브넷으로 이동한 후에 라우터 광고(RA, router advertisement) 메시지의 프리픽스 정보와 NUD(neighbor unreachable detection) 메커니즘을 사용하여 자신이 이동하였음을 감지할 수 있다. 또한 MN은 필요에 따라 라우터 유도(router solicitation) 메시지를 사용하여 라우터 광고 메시지를 유도한다. 이동이 감지된 후에 MN은 주소 자동 설정 방법으로 새로운

주소 nCoA(new care of address)를 획득하고 그 주소를 홈 에이전트(HA, home agent) 및 자신이 통신하고 있던 모든 CN(correspondent node)에 BU(binding update) 메시지를 이용하여 알린다. 홈 에이전트는 이 BU 메시지에 대한 응답으로 BA(binding acknowledgment) 메시지를 전송하고 바인딩 정보를 유지한다. MN이 외부 망에 있을 때 MN과 처음으로 통신을 원하는 CN은 MN이 이동하였음을 알지 못하기 때문에 목적지 주소를 MN의 홈 주소로 설정하여 패킷을 전송한다. MN이 이동하였음을 알게 된 HA는 프록시 이웃 발견(proxy neighbor discovery)기능을 사용하여 MN의 새로운 MAC(media access control) 주소를 홈 망의 모든 CN에게 알리고 MN으로 가는 모든 패킷들을 가로채서 현재 MN의 위치로 터널링 한다. 터널링된 패킷을 받은 MN은 패킷을 전송한 CN이 자신의 이동에 대한 새로운 바인딩 정보를 가지고 있지 않다고 판단하여 그 CN으로 BU를 전송하여 자신의 nCoA를 알린다. CN은 이 바인딩 정보를 저장하고 이후부터는 그 바인딩 정보를 사용하여 HA를 거치지 않고 직접 MN과 통신하게 된다[4,5]. 이렇게 HA를 거치지 않고 통신할 수 있는 기능은 mobile IPv4에서는 기본 프로토콜로 다루지 않고 경로 최적화를 위한 별도의 프로토콜을 제시하지만, mobile IPv6에서는 기본 기능으로 하고 있기 때문에 MN을 목적지로 하는 모든 패킷들이 HA를 거쳐야 하는 문제점, 즉, 홈 망에서의 병목 현상, HA가 다운되었을 경우의 치명적인 통신 단절의 문제점, 삼각 라우팅의 비효율성 등의 문제를 어느 정도 안정적으로 해결할 수 있게 되었다.

2.2 인터넷 서비스를 위한 QoS 모델

실시간 인터넷 어플리케이션의 QoS를 만족시키기 위하여 Intserv 및 Diffserv 모델이 제안되었다. Intserv 모델에서는 패킷의 지연 시간을 기준으로 하여 서비스 유형을 크게 리얼타임 서비스와 탄력적(elastic) 서비스로 구분하고 있다. 탄력적 서비스는 여러 응용 형태를 갖는데, 이 범주에는 best-effort 서비스가 속하며 리얼타임 서비스는 지연 시간의 범위를 엄격하게 요구하는지 또는 어느 정도 허용할 수 있는지에 따라 보장형(guaranteed) 서비스와 부하 제어형(controlled load) 서비스로 구분 된다[1]. 보장형 서비스와 부하 제어형 서비스를 위하여 데이터 패킷을 전송하기 전에 연결 수락 제어 및 자원 예약을 위한 시그널링이 이루어져야 한다[3]. 또한 Intserv 네트워크내의 모든 라우터들은 각 플로우에 대한 정보를 유지, 관리할 수 있어야 하므로 플로우가 많아질수록 이를 위한 저장 공간 및 처리시간 등의 오버헤드가 커지며 모든 라우터들은 자원 예약을 위한 기능 및 수락 제어, 각 패킷의 서비스에 따른 필드

구분, 패킷 스케줄링 등의 기능을 가지고 있어야 하므로 대규모 네트워크에 적용하기에는 부적절하다.

이러한 Intserv의 확장성 및 장비의 복잡성 등의 문제점을 극복하기 위하여 Diffserv가 제안되었다. Diffserv 망에서는 IPv4 패킷의 ToS(type of service) 필드와 IPv6 패킷의 플로우 레벨 필드가 DS CP(differentiated service code point)로 재명명 되어 PHB(per-hop-behavior) 정보와 함께 차별화 서비스 제공에 활용 된다[6,9-11]. Diffserv 모델은 네트워크내의 자원을 할당하고 관리하는 대역폭 브로커(bandwidth broker)를 가지며 또한 네트워크의 경계에는 ER(edge router)이라고 하는 트래픽을 조절하는 기능을 갖는 라우터를 가진다. ER은 패킷의 SLA(service level agreement)에 따라 패킷의 DS 바이트에 서비스 요구사항을 마킹하며, 네트워크 내부의 라우터들은 패킷의 헤더를 검사하여 서비스 레벨에 따라 포워딩 한다. Diffserv 모델에서는 각각의 플로우들을 서비스 레벨에 맞게 통합하여 전달함으로써 QoS를 만족시킨다. 또한 패킷 수락 제어 및 서비스 등급에 따른 분류 등은 ER에서만 일어나므로 Diffserv 구조가 대규모 네트워크에서 QoS를 보장하는 인터넷 서비스에 더 적합하다고 할 수 있다. 차별화된 서비스를 위한 PHB를 살펴보면, EF(expedited forwarding) PHB는 라우팅 정보 갱신과 같은 망 제어 트래픽과 같이 우선순위가 가장 높은 전달 방식으로 라우터에서는 이 그룹의 패킷의 출력률을 도착률보다 같거나 크게 설정하여 버퍼에서의 지연이 가능한 없도록 하는 서비스로 프리미엄 서비스라고 하는 가상 전용선 서비스를 제공할 수 있다[12]. AF(assured forwarding) PHB는 최소한의 전송률과 패킷 손실율의 보장을 요구하는 서비스로 트래픽이 망 사업자와 약정한 트래픽의 프로필을 초과하지 않는 이상 트래픽은 높은 확률을 가지고 전달된다는 보증을 요구한다. AF PHB에서 패킷 전달 보장 순서는 패킷 전달의 순서를 결정하는 클래스와 혼잡 발생시 패킷을 폐기하는 순서에 의해서 결정된다[13].

Mobile IP 망에서 QoS를 제공하기 위하여 Diffserv가 제안되었으며, MPLS(mutiprotocol label switching) 망에서도 mobile IP 서비스를 제공하기 위하여 MPLS 망의 서비스 구조 및 어플리케이션 프로시저가 제안되었다[14]. 또한 차세대 이동인터넷 망에서도 멀티미디어 서비스를 제공하기 위하여 RSVP를 응용한 여러 방안들이 제안되었다[15,16].

본 논문의 성능 분석과 관계된 Diffserv를 제공하기 위한 방법들을 살펴보면 서비스의 관점이 서비스의 최적화인지, 공정성인지, 단순 편리성인지에 따라 다양한 스케줄링 방법들이 제안되었다. 각 서비스의 특징에 따

라 최대의 성능을 제공하기 위한 방법으로 [17]에서는 assured 서비스에는 RIO(random early detection with in and out)를, 프리미엄 서비스에는 각 라우터가 $M/M/1/K$, $M/M/1$ 두 개의 큐를 갖는 모델이 제안되었다. Assured 서비스의 최적화를 위하여 DTPS(dynamic threshold-based priority queuing) 모델이 PQ(priority queue) 모델과 WFQ(weighted fare queuing) 모델의 성능 분석 결과와 함께 제안되었으며[18], 프리미엄 서비스의 최적화를 위해서 PQ(priority queuing) 모델이 제안되었다[19]. 또한 PWRR(priority-weight round robin) 기법[20]과 RRPQ(round robin priority queue[8]), PQWRR(Priority queuing and weighted round robin)[21], SP(strict priority) 스케줄링 방법[22] 등이 Diffserv를 제공하기 위한 방법들로 제안되었다. 기존의 연구 모델들은 거의 Diffserv를 위한 스케줄링 방법 위주로 연구되었으나 본 논문에서는 Diffserv의 서비스 타입에 따라 [17]에서 제안된 수학적 모델을 적용하여 mobile IPv6 망에서 이동 단말의 이동 범위에 따른 비용을 분석하고자 한다.

3. Mobile IPv6 망에서 QoS 제공을 위한 제안 모델

3.1 망 구조 제안

그림 1은 mobile IPv6 망에서 가입자의 서비스 요구사항(SLA)을 만족시키는 QoS를 제공하기 위하여 mobile IPv6의 기본 구조에 대역폭 브로커와 경계 라우터 등 QoS 관리를 위한 Diffserv 컴포넌트를 추가한 제안 모델이다. 이 모델은 [7,8,23]에서 제안된 구조에 MN의 이동에 대한 성능 분석을 위하여 여러 개의 서브넷을 가진 세 개의 서로 다른 망을 가정하였으며 이동에 따른 QoS 설정을 보다 용이하게 하기 위하여 서브넷마다 QoS 에이전트를 두도록 하였다.

이 모델에서 각각의 ISP(Internet service provider) 망은 QoS 정책 또는 지역에 따라 여러 개의 서브넷으로 구성되어 있으며, Diffserv에서 대역폭 브로커와 같은 역할을 하는 하나의 GQA(global QoS agent)가 각각의 망에 존재한다. GQA는 서로 다른 도메인간의 서비스를 위하여 SLA 협상을 통한 QoS 정책을 관리한다. 하나의 ISP 망은 여러 개의 서브넷으로 구성되며, 각각의 서브넷은 각각의 LQA(local QoS agent)와 HA를 갖는다. LQA는 AS내의 자원을 관리하고 MN의 서비스 프로파일을 관리한다. 네트워크의 경계에 위치한 ER은 MN이 다른 망으로 이동하는 경우 QoS 제공을 위한 기능을 수행한다. 이 모델에서 우리는 비용분석 및 이동성 관리를 위해서 MN의 이동을 세 가지로 구분한다. 처음 두 가지 경우는 MN이 동일한 도메인 내에서

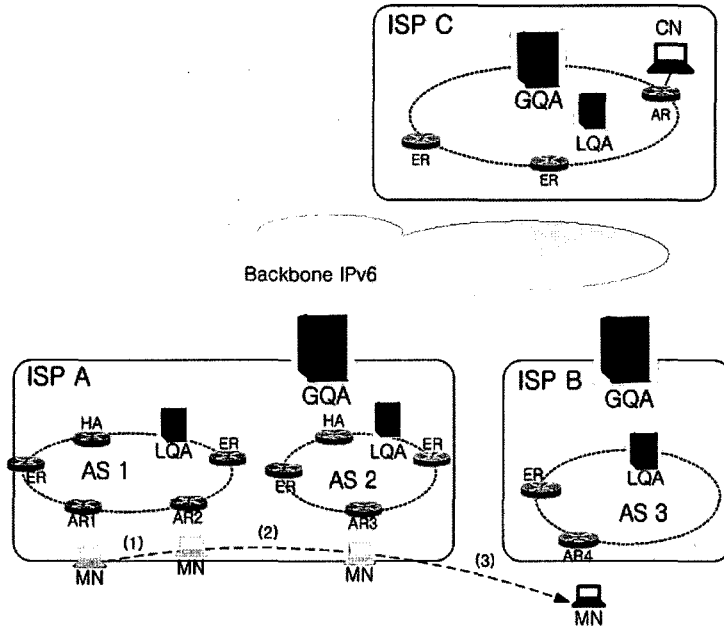


그림 1 QoS 제공을 위한 Mobile IPv6 망의 구조

Payload Proto	Header Len	MH Type	Reserved
Checksum		Sequence #	
A H J K Q	Reserved	Lifetime	
A/R's Address			
E/R's Address			
CN's Address			
Foreign LQA's Address			
Foreign GQA's Address			

Mobility Options

그림 2 MN이 이동한 망에서 QoS를 제공받기 위한 BU 메시지

이동하는 경우이고, 나머지 하나는 도메인 간을 이동하는 경우이다. 즉, 도메인 내에서 이동하는 경우는 동일한 AS내에서 인접한 다른 AR(access router)로 이동하는 경우와 다른 AS로 이동하는 경우 두 가지로 나눌 수 있다. MN의 이동에 관계없이 이동하기 전에 홈망에서 설정되어 제공받던 QoS를 새로 이동한 서브넷에서도 제공받기 위해서는 MN이 HA에게 QoS 설정 요구 메시지를 보내야 하는데, 이 때 MN은 이동한 망으로 QoS 설정을 수정하기 위해서 BU 메시지에 그림 2에 보이는 QoS 설정 옵션을 위한 메시지를 사용한다.

QoS 설정 메시지를 수신한 HA는 MN의 이동성을 지원하기 위한 바인딩 목록을 갱신하는 동시에 홈망 내에서 MN의 QoS를 관리하는 LQA에게 이동 단말을 위

한 QoS를 설정하기 위하여 확장된 BU 메시지를 포워딩한다. 확장된 BU 메시지는 이동성 헤더에 Q비트를 추가하여 QoS 옵션이 포함됨을 알리며, QoS 옵션에는 MN을 위한 QoS 설정을 위하여 MN이 이동한 망의 AR의 주소, ER의 주소, CN의 주소, LQA 및 GQA의 주소 등의 정보를 포함한다. QoS 옵션이 포함된 BU 메시지를 수신한 LQA는 MN의 HoA를 키로 두고 MN과 협약된 SLA를 관리한다. 그리고 포함된 QoS 옵션 정보를 기반으로 SLA 데이터베이스를 업데이트 한다.

MN의 이동 범위별 모델과 절차를 설명하기 위한 MN의 이동에 따른 QoS 협약을 위한 세 가지 시나리오는 다음과 같다. 첫 번째 두 경우는 MN이 동일한 ISP 내에서 움직이는 경우로, 그림 1의 (1)은 동일한 AS내

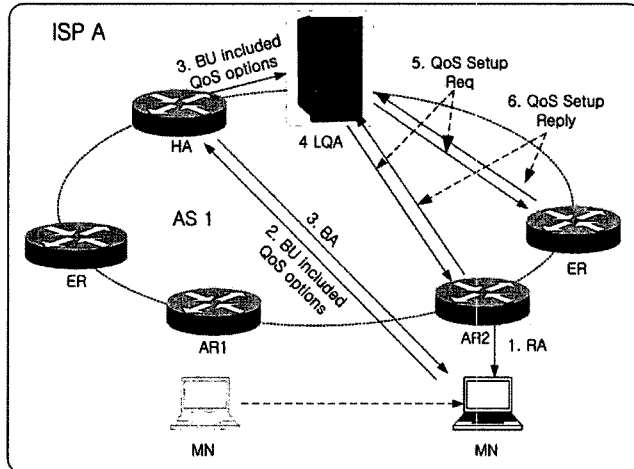


그림 4 MN이 동일한 AS내에서 서로 다른 AR로 이동한 경우

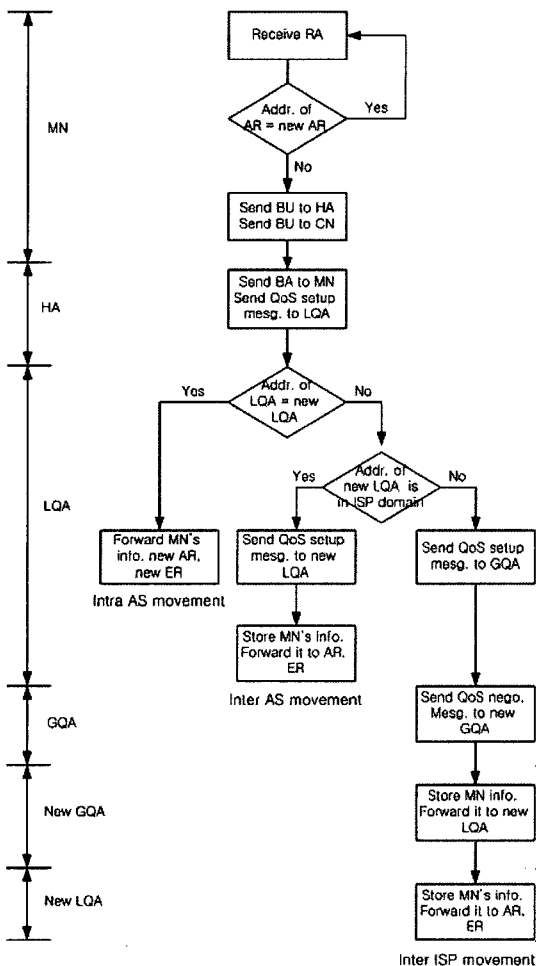


그림 3 MN의 이동 범위에 따른 망 구성 요소들의 QoS 제공 절차

에서 이동하는 경우를 (2)는 하나의 AS를 벗어나 다른 AS로 이동하는 경우, (3)은 MN이 다른 ISP 도메인으로 이동하는 경우를 나타낸다. MN의 QoS를 만족시키기 위해 새로 이동한 망의 AR과 ER은 MN이 이동하기 전 망에서의 서비스 프로파일을 가지고 있어야 하므로 핸드오프에 따른 등록절차와 메시지의 수정이 요구된다. 그림 3은 MN의 이동 범위에 따라 MN의 서비스 프로파일에 따른 QoS를 제공하기 위한 망 구성 요소들의 QoS 관리 절차를 간략하게 나타낸 것이다.

3.2 MN의 이동 범위에 따른 QoS 제공을 위한 모델

3.2.1 동일한 AS내에서 이동하는 경우

이 절에서는 MN의 이동 중 첫 번째 경우, 즉 MN이 동일한 AS내에서 이동하는 경우에 대해 설명한다. 차별화된 QoS를 제공하기 위하여 MN이 이동한 망의 AR과 ER은 MN의 서비스 프로파일에 대한 정보를 가지고 있어야 하며, QoS에 관한 정보는 그림 2의 등록 메시지 내의 옵션 필드를 확장하여 사용한다. 그림 4와 그림 5는 MN이 이동할 때 이동 후에도 전과 동일한 QoS를 제공받기 위해 필요한 등록 절차를 나타낸 것으로 그림 4의 각 번호는 메시지 처리 순서를 그림 5는 그림 4에서 보인 순서를 순차적으로 나타내고 각 순서별로 메시지의 내용을 설명한 것이다.

- 1) MN이 다른 서브넷으로 이동하면, MN은 이동한 네트워크의 AR로부터 라우터 광고 메시지를 수신함으로써 수신된 광고 메시지의 프리픽스를 비교하여 자신의 이동을 감지하고 nCoA¹⁾를 구성한다.
- 2) 이동을 감지한 MN은 자신의 이동을 HA에게 알리기 위하여 HA로 자신의 HoA, nCoA, n_AR²⁾의 주

1) nCoA는 MN이 새로 이동한 망에서 구성한 새로운 CoA를 나타낸다.

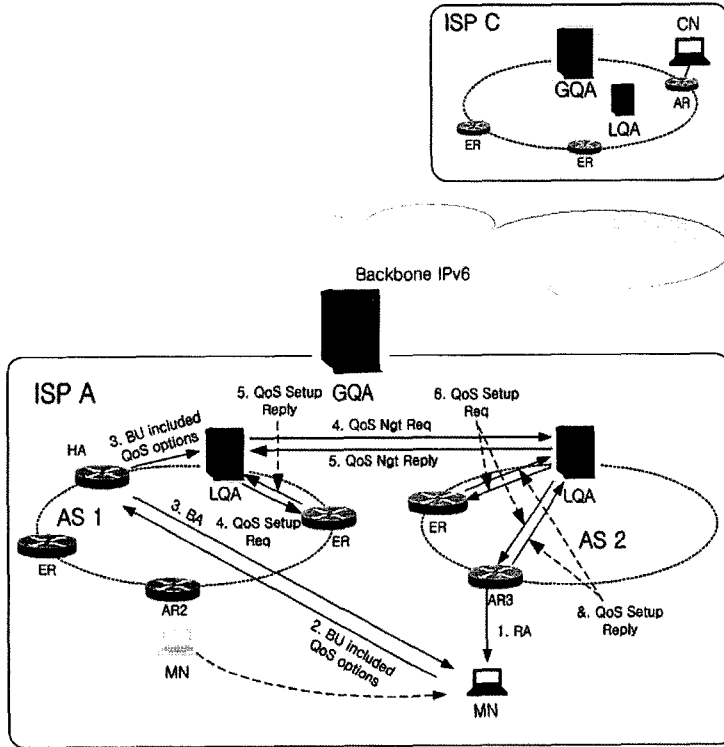


그림 6 AS간을 이동한 경우

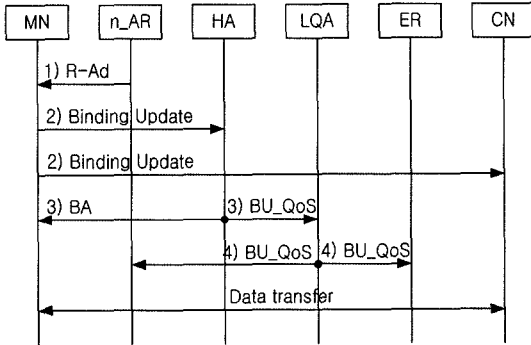


그림 5 동일한 AS 내에서 이동한 경우 메시지 처리 절차

소, n_ER, n_LQA의 주소 및 CN의 주소를 포함한 BU 메시지를 전송한다. 또한 MN은 HA로부터 터널링된 CN의 패킷을 수신하면 CN으로 BU 메시지를 전송한다.

3) HA가 MN의 BU 메시지를 수신하면, HA는 MN의 CoA 엔트리를 수정하고 BA 메시지를 MN에게 전송한다. 또한 HA는 MN의 QoS를 보장하기 위하여

자신의 LQA에게 MN의 HoA, nCoA, n_LQA의 주소, n_ER의 주소, n_AR의 주소, CN의 주소, MN의 서비스 프로파일을 포함한 QoS 설정 요구 메시지를 전송한다.

4) HA의 QoS 설정 메시지를 수신한 LQA는 먼저 MN의 이동 범위를 알아내기 위하여 수신한 메시지내의 n_LQA의 주소와 자신의 주소를 비교한다. 비교 결과, 자신의 주소와 n_LQA의 주소가 동일하면 AS 내의 이동으로 판단한다. 이 경우 이동 전후의 MN의 QoS 에이전트가 동일하므로 LQA에서 별도의 QoS 조정은 필요 없고 MN의 n_AR과 ER에 MN의 HoA, nCoA, CN의 주소, 서비스 프로파일을 전송한다.

3.2.2 AS 간의 이동

이 경우는 MN이 동일한 ISP내에서 인접 AS로 이동한 경우로 처음 세 단계는 위에서 언급한 AS내의 이동과 동일한 프로세스가 수행된다. 그림 6과 그림 7은 MN이 다른 AS로 이동한 경우의 등록 절차를 나타낸 것이다.

1) HA로부터 QoS 설정 요구 메시지를 수신한 LQA는 먼저 MN의 이동 범위를 알아내기 위하여 수신한 메시지내의 n_LQA의 주소와 자신의 주소를 비교한다. 비교 결과, 자신의 주소와 n_LQA의 주소가 다르지

2) n_AR은 새로 이동한 망에서 MN이 접속한 AR을 의미한다(즉 n_은 MN이 새로 이동한 망의 구성요소를 나타낸다).

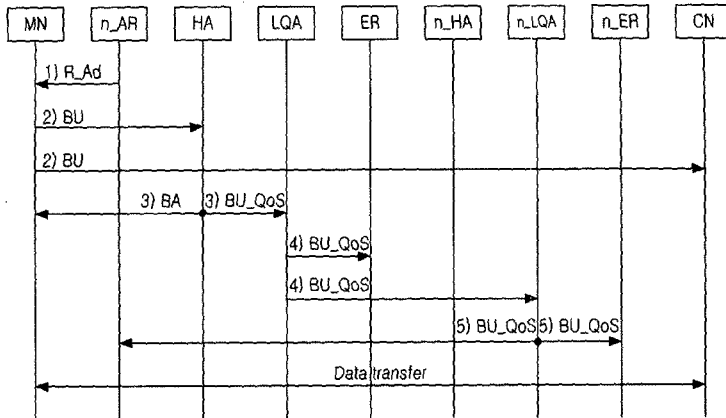


그림 7 AS간을 이동한 경우 메시지 처리 절차

만 n_LQA의 주소가 동일한 ISP 도메인 내의 주소 이면 AS간 이동으로 판단한다. 이 경우, LQA는 MN의 서비스 프로파일을 가지고 있으나 n_LQA는 가지고 있지 않으므로 n_LQA에게 MN의 HoA, nCoA, n_AR의 주소, n_ER의 주소, CN의 주소, MN의 서비스 프로파일을 포함한 QoS 설정 요구 메시지를 전송한다.

- 2) LQA의 메시지를 수신한 n_LQA는 MN의 HoA, nCoA, 서비스 프로파일 그리고 CN의 주소를 자신의 서비스 엔트리에 추가하고 MN이 접속한 자신의 AR과 ER에 MN의 정보를 전송한다.

3.3 다른 ISP 도메인으로 이동한 경우

MN이 다른 도메인으로 이동한 경우를 살펴보면, 이 경우의 문제는 MN이 다른 도메인으로 이동하였으므로 이동한 망에서는 MN에 대한 어떠한 정보도 가지고 있지 않다는 데 있다. 그러므로 처음의 세 단계는 동일한 AS내에서 이동과 동일한 절차가 수행되지만, 도메인간 QoS 협상에 관한 프로세스가 추가되어야 한다. 이에 따라 QoS 설정을 위한 절차가 훨씬 복잡해지고 시간도 더 요구된다. 그림 8과 그림 9는 이에 대한 절차를 보여 주고 있다.

- 1) HA로부터 QoS 설정 요구 메시지를 수신한 LQA 먼저 MN의 이동 범위를 알아내기 위하여 수신한 메시지내의 n_LQA의 주소와 자신의 주소를 비교한다.

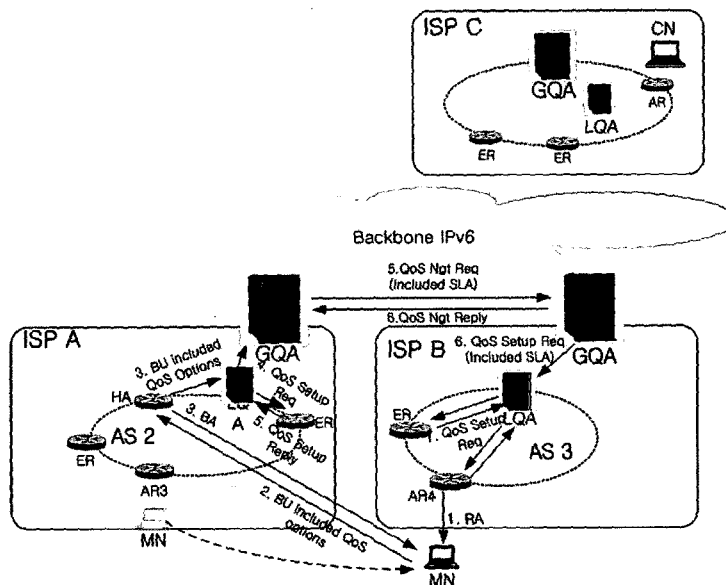


그림 8 ISP 도메인간 이동

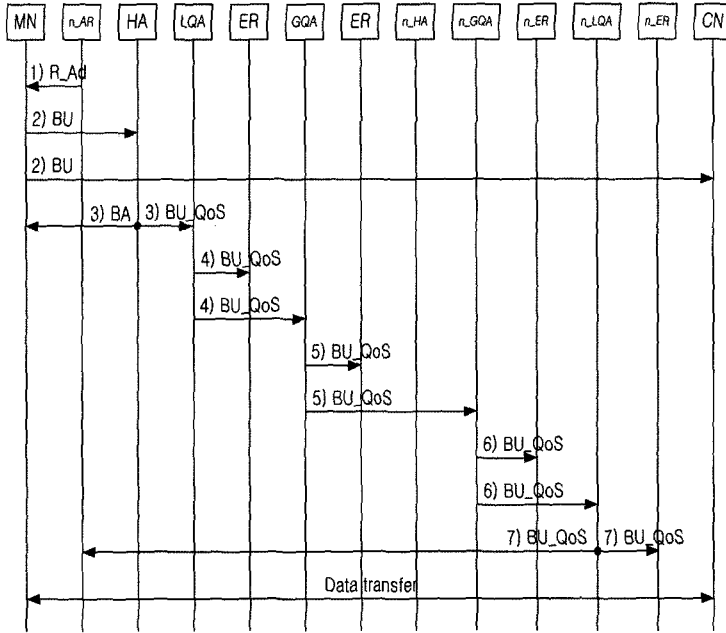


그림 9 ISP 도메인 간을 이동한 경우 메시지 처리 절차

비교 결과, 자신의 주소와 n_LQA의 주소가 다르고 n_LQA의 주소가 LQA의 ISP 도메인 주소에 속하지 않으면 ISP 도메인간 이동으로 판단한다. 이 경우는 n_LQA가 다른 ISP에 있으므로 LQA가 직접 n_LQA로 MN을 위한 QoS 설정 메시지를 전송할 수 없다. 그러므로 LQA는 자신의 GQA에 n_LQA가 속한 n_GQA와 서비스 협약을 맺도록 요청하는 메시지를 전송한다. 이 메시지에는 MN의 HoA, nCoA, n_LQA 주소, CN의 주소, 그리고 MN의 서비스 프로파일도 포함된다.

- 2) LQA의 메시지를 수신한 GQA는 n_LQA를 관리하는 n_GQA에 서비스 협약 요청 메시지를 전송한다.
- 3) GQA의 서비스 협약 요청 메시지를 수신한 n_GQA는 MN의 정보를 자신의 서비스 리스트에 저장하고 MN이 접속한 n_LQA에 이 정보를 전송한다.
- 4) n_LQA는 수신된 MN의 정보를 자신의 서비스 리스트에 저장하고 이 정보를 MN이 접속한 AR과 ER에 전송한다.

4. QoS 제공을 위한 성능 평가 모델 및 결과

4.1 MN의 이동 범위에 따른 성능 평가 모델

이 절에서는 3장에서 제안된 모델을 기초로 MN의 이동 범위별로 QoS 제공을 위한 성능 평가 모델을 제안하고 그 결과를 분석한다. 성능 평가의 주요 파라미터는 패킷이 목적지에 도달하기까지 경유한 홉 수이다 [24]. MN이 동일한 AS 내에서 이동하는 경우 비용 분

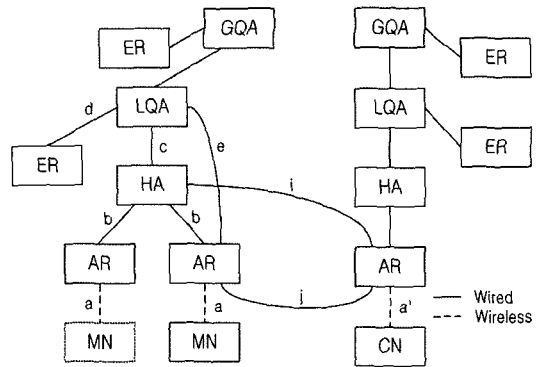


그림 10 동일한 AS 내의 이동시 비용 분석 모델

석 모델은 그림 10과 같다. 그림에서 두 호스트간의 거리는 알파벳으로 표기하였고 이는 두 호스트 사이의 홉 수를 나타낸다.

MN이 인접한 서브넷으로 이동한 경우 통신비용은 등록비용과 등록하는 동안 패킷손실비용, 그리고 새로운 경로를 통한 패킷 수신비용의 합으로 표현할 수 있다. MN의 AS내 이동시 통신비용, $C_{intra-AS}$ 는 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$C_{intra-AS} = C_{reg.intra-AS} + C_{lost.intra-AS} + C_{pkt-intra-AS} \quad (1)$$

MN이 동일한 AS내에서 이동한 경우라도 자신의 위치를 HA에 등록해야 하는 데 이 등록비용, $C_{reg.intra-AS}$

는 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다. 이 때, MN의 QoS 보장을 위해서 새로 이동한 망의 ER과 AR에도 MN의 서비스 프로파일 처리 비용이 추가되어야 한다. 여기서 우리는 각 호스트에서의 제어 패킷의 처리비용(그리고 HA에서의 데이터 패킷의 전달 비용)은 r 로 정의하고 ER에서의 비용을 r_e 로 정의한다. ER에서의 비용은 Diffserv를 위한 절차 즉 서비스 레벨에 따라 트래픽의 분류와 이에 따른 패킷의 표시(mark), 흐름의 측정(meter), 그리고 셰이핑(shaping)과 감시 기능(policing)을 포함하는 조절(conditioning) 기능을 수행하는 처리 시간이 추가되므로 r 보다 2배 더 큰 것으로 가정하였으며 MN이 HA로부터 터널링된 패킷을 수신한 경우 수행되는 MN의 CN에 대한 BU 비용은 고려하지 않는다.

$$C_{reg.intra_AS} = 2(a+b) + c + d + e + 8r \quad (2)$$

MN의 등록시간 동안 발생하는 CN으로부터 전송되는 패킷의 손실비용, $C_{lost.intra_AS}$ 은 식 (3)으로 나타낼 수 있다. 이 비용은 CN으로부터 데이터 전송을, α 와 등록 시간, $t_{reg.intra_AS}$ 그리고 HA의 데이터 터널링 비용의 곱으로 표현된다.

$$C_{lost.intra_AS} = \alpha \times t_{reg.intra_AS} \times C_{d.tunneled.intra_AS} \quad (3)$$

MN이 새로 이동한 망에서 등록하는데 걸리는 시간, $t_{reg.intra_AS}$ 은 식(4)로 나타낼 수 있다. 여기서 t_i 는 홉 간의 거리 i 를 제어 패킷이 이동하는데 걸리는 평균시간으로 정의하고 t_r 은 각 호스트에서 제어 패킷이 처리되는 데 걸리는 시간(또는 HA에서 데이터 패킷의 전송하는 데 걸리는 시간)으로 정의한다.

$$t_{reg.intra_AS} = t_a + t_b + 3t_r \quad (4)$$

CN으로부터 전송된 데이터 패킷이 HA에 의해 터널링되어 MN으로 전송되는 데이터 터널링 비용, $C_{d.tunneled}$ 은 식 (5)로 표현된다. r_e 는 ER에서 처리비용이며, n 은 MN과 CN 사이의 ER의 수를 나타낸다.

$$t_{reg.intra_AS} = t_a + t_b + 3t_r \quad (4)$$

$$C_{d.tunneled.intra_AS} = l(a' + i + a + b) + (i + 4 - n)r + nr_e \quad (5)$$

MN의 등록이 완료된 이후 CN으로부터 MN으로 직접 전송되는 비용, $C_{pkt.CN.intra_AS}$ 는 식 (6)으로 나타낼 수 있다.

$$C_{pkt.CN.intra_AS} = \rho \times (l(a + a' + j) + (j - n + 3)r + nr_e) \quad (6)$$

MN이 동일한 ISP내에서 인접 AS로 이동하는 경우 비용 분석 모델은 그림 11과 같다.

MN이 동일한 ISP 도메인 내에서 인접한 AS로 이동하는 경우의 통신비용, C_{inter_AS} 은 식 (7)로 나타낼 수 있다.

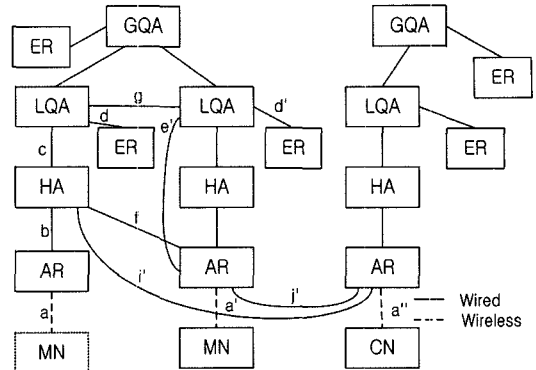


그림 11 AS간을 이동한 경우 비용 분석 모델

$$C_{inter_AS} = C_{reg.inter_AS} + C_{lost.inter_AS} + C_{pkt.CN.inter_AS} \quad (7)$$

새로운 AS에서 자신의 HA로의 등록비용, $C_{reg.inter_AS}$ 은 식 (8)과 같다. 이 경우, n_LQA , n_AR 및 n_ER 에서의 MN의 QoS를 위한 처리비용이 추가되어야 한다.

$$C_{reg.inter_AS} = 2(a' + f) + c + d + d' + e' + g + (f + 7)r \quad (8)$$

MN이 새로운 AS에서 자신의 HA로 등록하는 시간 동안 발생하는 CN으로부터 전송되는 패킷의 손실비용, $C_{lost.inter_AS}$ 는 식 (9)와 같다.

$$C_{lost.inter_AS} = \alpha \times t_{reg.inter_AS} \times C_{d.tunneled} \quad (9)$$

새로운 AS에서 자신의 HA로 등록하는 시간, $t_{reg.inter_AS}$ 은 식 (10)으로 표현된다.

$$t_{reg.inter_AS} = t_a' + t_j + (f + 2)t_r \quad (10)$$

새로운 AS에서 CN으로부터 전송된 데이터 패킷이 HA에 의해 터널링되어 MN으로 전송되는 데이터 터널링 비용, $C_{d.tunneled.inter_AS}$ 은 식 (11)로 표현된다.

$$C_{d.tunneled.inter_AS} = l(a' + a'' + f + i') + (i' + f - 2n + 4)r + 2nr_e \quad (11)$$

MN의 등록이 완료된 이후 CN으로부터 MN으로 직접 전송되는 비용, $C_{pkt.CN.inter_AS}$ 는 식 (12)와 같다.

$$C_{pkt.CN.inter_AS} = \rho \times (l(a' + a'' + j') + (j' - n + 3)r + nr_e) \quad (12)$$

MN이 다른 ISP 도메인으로 이동한 경우의 비용 분석 모델은 그림 12와 같다.

MN이 다른 ISP 도메인으로 이동한 경우 전체 통신 비용, C_{inter_ISP} 는 식 (13)과 같이 나타낼 수 있다.

$$C_{inter_ISP} = C_{reg.inter_ISP} + C_{lost.inter_ISP} + C_{pkt.CN.inter_ISP} \quad (13)$$

MN이 새로 이동한 ISP망에서 HA로 자신의 이동을 알리기 위한 등록비용, $C_{reg.inter_ISP}$ 은 식 (14)와 같다.

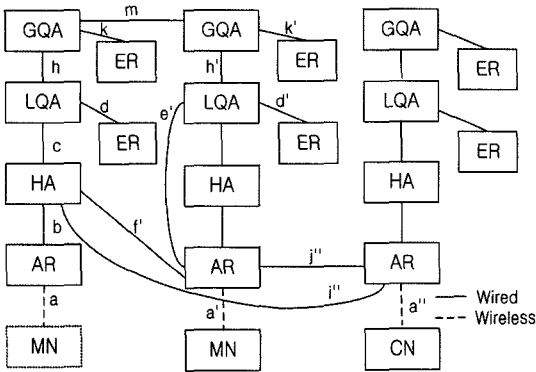


그림 12 ISP간을 이동한 경우 비용 분석 모델

이 경우, GQA와 n_GQA사이의 MN의 서비스 프로파일 설정을 위한 SLA를 위한 처리비용 및 n_LQA, n_AR, n_ER에서의 MN의 QoS 제공을 위한 처리비용이 추가되어야 한다.

$$C_{reg.inter_ISP} = 2(a' + f') + c + d + d' + e' + h + h' + k + k' + m + (f' + 11)r \quad (14)$$

MN이 새로 이동한 ISP망에서 자신의 HA에 등록하는 동안 발생하는 CN으로부터 전송되는 패킷의 손실비용, $C_{lost.inter_ISP}$ 은 식 (15)와 같다.

$$C_{lost.inter_ISP} = \alpha \times t_{reg.inter_ISP} \times C_{d.tunneled.inter_ISP} \quad (15)$$

MN이 새로 이동한 ISP 도메인에서 자신의 HA에 등록하는 시간, $t_{reg.inter_ISP}$ 는 식 (16)으로 표현된다.

$$t_{reg.inter_ISP} = t_a + t_f + (f' + 2)t_r \quad (16)$$

새로 이동한 ISP망에서 CN으로부터 전송된 데이터 패킷이 HA에 의해 터널링되어 MN으로 전송되는 데이터 터널링 비용, $C_{d.tunneled.inter_ISP}$ 는 식 (17)과 같다.

$$C_{d.tunneled.inter_ISP} = l(a' + a'' + i' + f') + (i' + f' - 2n + 4)r + 2nr_e \quad (17)$$

새로 이동한 ISP망에서 CN으로부터 MN으로 직접 전송되는 데이터 패킷의 수신 비용, $C_{pkt.CN.inter_ISP}$ 은 식 (18)과 같다.

$$C_{pkt.CN.inter_ISP} = \rho \times (l(a' + a'' + j'') + (j'' - n + 3)r + nr_e) \quad (18)$$

4.2 서비스 정책에 따른 성능평가 모델

이 절에서는 3장에서 제안된 mobile IPv6 망에서 best-effort, assured, 프리미엄 서비스에 대한 성능을 평가하기 위하여 각각의 서비스 정책에 따라 다르게 나타나는 각 홉에서의 평균 지연 시간 및 패킷 손실율 등을 구하여 4.1의 성능평가 모델에 적용코자 한다.

Best-effort 서비스의 성능을 분석하기 위하여 버퍼 관리 기법으로 FIFO(first in first out)[25]를 적용하였

다. FIFO 모델은 특별한 버퍼 관리 기법이 필요하지 않기 때문에 패킷이 큐에 들어갈 확률은 식 (19)와 같다. 즉, n 개의 패킷이 큐에 있을 때 새로 도착하는 태그된 패킷(In)이 큐에 들어갈 확률은 $\alpha^T(n)$ 이고, 새로 도착하는 태그되지 않은 패킷(Out)이 큐에 들어갈 확률 $\alpha^{NT}(n)$ 이다.

$$\alpha^{T(n)} = \alpha^{NT(n)} = 1, n \leq K-1 \quad (19)$$



- λ : 패킷의 포아송 분포에 따른 도착율
- μ : 지수 분포를 따르는 처리율
- K : 버퍼의 크기

그림 13 Best effort 서비스를 위한 FIFO 큐 모델

패킷이 평균 λ 의 비율로 포아송 분포를 따라 도착하고 서비스는 평균 μ 의 비율로 지수분포를 따라 처리된다고 가정하고 버퍼의 크기를 K 라 하면, 버퍼에 있는 패킷의 수는 Markov chain으로 나타낼 수 있으며, 큐에 대기 중인 n 개의 패킷이 처리될 확률은 식 (20)과 같다.

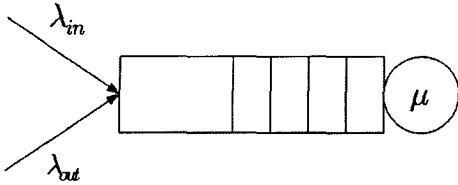
$$\pi(n) = \pi(0) \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \prod_{i=0}^{n-1} \alpha(i), \quad \pi(0) = \left[\sum_{n=0}^K \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \prod_{i=0}^{n-1} \alpha(i) \right]^{-1} \quad (20)$$

큐에 대기 중인 n 개의 패킷이 FIFO로 스케줄링될 때 응답(지연) 시간은 식 (21)과 같다.

$$D = \frac{1}{\mu} \sum_{n=0}^{K-1} (1+n)\pi(n)\alpha(n) \quad (21)$$

제한된 망에서 assured 서비스를 제공하기 위한 버퍼 관리기법으로 RIO[17]를 사용한다. 큐에는 패킷이 포아송 분포에 따라 평균 λ 의 비율로 도착하고, 이 때 태그된 패킷(in)은 확률 p 로 도착하고, 각 패킷은 평균 μ 의 비율을 가진 지수분포로 처리된다고 가정한다. RIO는 큐에 패킷이 $K/2$ 개가 대기하기 전까지는 모든 패킷을 받아들이고 대기하는 패킷의 수가 $K/2$ 보다 크면 태그된 패킷은 10%까지 폐기하고 태그되지 않은 패킷은 90%까지 폐기한다.

$$\alpha^T(n) = \begin{cases} 1 & n \leq \frac{K}{2} \\ 1 - \frac{0.1(2n-K)}{K} & \frac{K}{2} \leq n \leq K-1 \end{cases} \quad (22)$$



- λ : 패킷의 포아송 분포에 따른 도착률
- μ : 지수 분포를 따르는 처리율
- K : 버퍼의 크기
- *Threshold* : $K/2$

그림 14 Assured 서비스를 위한 큐 모델

버퍼의 평형상태를 이용한 $\pi(n)$ 은 식 (23)과 같다.

$$\pi(n) = \pi(0) \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \prod_{i=0}^{n-1} \alpha(i) \quad (23)$$

태그된 패킷의 폐기확률을 π_{Drop}^T 이라 하면, 폐기확률은 큐에 새로운 패킷을 위한 공간이 없음을 의미한다. 즉, 패킷이 거부될 확률은 1에서 패킷이 큐에 수용될 확률을 뺀 값과 같다.

$$\pi_{drop}^T = 1 - \sum_{n=0}^K \alpha^T(n) \pi(n) \quad (24)$$

Assured 서비스를 위한 지연 시간은 식 (25)와 같다.

$$D_{Assured} = \frac{1}{\mu} \sum_{n=0}^{K-1} (1+n) \pi(n) \alpha^T(n) \quad (25)$$

프리미엄 서비스는 두 개의 $M/M/1/K$, $M/M/1$ 큐 모델로 모델링 될 수 있다[17]. 각 라우터는 두개의 다른 큐를 가지고 있는데, 하나는 크기가 K이고 태그된 패킷만 들어올 수 있다. 만약 태그된 큐가 꽉 차게 되면, 도착하는 태그된 패킷은 폐기된다. 입력은 λ 의 비율로 포아송 분포를 따르고, 태그된 패킷의 도착확률은 p 로 가정한다. 두 개의 입력 버퍼는 독립적으로 포아송 분포를 따르며, 태그된 패킷의 도착은 $\lambda_1 = p\lambda$ 로 나타낼 수 있다. 태그된 큐의 처리율을 $\phi_1 = \lambda_1/\mu$ 라 하면 $\pi(n)$ 은 식 (26)과 같다.

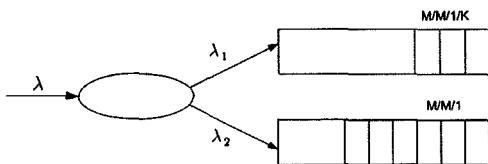


그림 15 프리미엄 서비스를 위한 큐잉 모델

$$\pi(n) = \pi(0) \phi_1^n \quad (n \leq K) \quad (26)$$

높은 우선 순위를 가진 패킷의 도착율이 λ_1 인 $M/M/1/K$

큐의 응답 시간, $D_{Premium}$ 은 Little's Law에 의해 식 (27)과 같이 나타낼 수 있으며 높은 우선순위 큐의 패킷 손실확률은 식 (28)과 같다.

$$D_{Premium} = \frac{1}{\mu - \lambda_1} \frac{1 - (K+1)\phi_1^K + K\phi_1^{K+1}}{1 - \phi_1^{K+1}} \quad (27)$$

$$\pi_1 = \phi_1^K \frac{(1 - \phi_1)}{1 - \phi_1^{K+1}} \quad (28)$$

4.3 Mobile IPv6 망에서 차별화 서비스의 성능평가 결과

이 절에서는 mobile IPv6에서 MN의 이동에 따라 best-effort, assured, 프리미엄 서비스의 통신비용을 분석한다. 이 비용은 4.1에서 제시한 MN의 이동 범위에 따른 비용 모델에서 각 홉에서의 처리비용은 4.2에서 제시한 서비스 정책별 지연비용을 적용하고, 유무선 구간의 전송 시간은 [24]의 실험 결과를 이용하여 서비스별, 이동 범위별로 비용을 계산한 결과를 나타낸다. 제안 모델은 각각의 서비스 타입 및 MN의 이동 범위별로 시스템의 부하가 증가되는 상황에서의 비용의 변이를 측정함으로써 시스템의 부하상태에 따라 적합한 서비스 유형을 찾아내고 또한 이동 서비스인 점을 증시하여 패킷의 이동률이 증가함에 따라 서비스 타입별로 비용을 분석하여 서비스 유형 및 시스템의 부하, 패킷의 이동률 등에 따라 최적의 Diffserv 타입을 제시한다. 여기에 사용되는 파라미터는 다음과 같이 정의한다. CN은 평균 α 의 비율로 MN에게 데이터 패킷을 전송하고, MN은 평균 β 의 비율로 다른 서브넷으로 이동한다고 가정하면 MN이 서브넷을 이동할 때마다 CN으로부터 수신하는 평균 패킷의 수는 패킷의 이동률(PMR, packet to mobility ratio, ρ), $\rho = \beta/\alpha$ 로 정의된다. l_c 와 l_d 를 각각 제어 패킷과 데이터 패킷의 평균 길이로 정의하면 제어 패킷 대 데이터 패킷의 비, $l = l_c/l_d$ 로 정의할 수 있으며, 데이터 패킷을 송신자에서 수신자로 전송하는 비용은 제어 패킷을 전송할 때보다 l 배 더 클 것이다. 또한 유·무선 구간에서의 전송시간은 [24]의 실험 결과, 유선에서 전송 시간, $t_{RT}(h, k) = 3.63k + 3.21(h-1)$ 과 무선에서의 전송 시간, $t_{WR}(k) = 17.1k$ 를 사용하였다. 여기서 h 는 홉의 수이고 k 는 패킷의 크기(kB), 시간은 ms(밀리세컨드)이다. Diffserv를 지원하기 위하여 각 홉에서의 서비스 지연시간은 4.2에서 논의한 서비스별 지연 비용을 적용하였다. 제어 패킷과 데이터 패킷의 길이는 각각 100 바이트, 1,024 바이트, 버퍼의 크기 K 는 100으로 가정하였다. 그리고 두 호스트 사이의 홉 수는 $a = a' = a'' = b = c = d = d' = e = e' = g = h = h' = k = k' = m = r = 1$, $r_o = 4$, $f = 3$, $n = 4$, $f' = i = i' = j = j'$

$=j'=5$ 로 가정하였고, 각 호스트에서의 제어패킷의 처리비용 r 는 한 홉을 이동하는 비용과 같은 1로 가정하였다.

그림 16은 서비스 정책에 따른 best-effort, assured, 프리미엄 서비스의 지연비용이다. 이 값은 MN의 QoS를 제공하기 위한 서비스를 위해 MN의 이동 범위에 따라 적용하였다. 그림에서 보이는 바와 같이 assured, 프리미엄 서비스는 best-effort 서비스에 비해 낮은 비용을 가지며 시스템의 부하가 커질수록 그 차이가 뚜렷하게 커짐을 알 수 있다. 프리미엄 서비스의 지연비용은 시스템의 부하가 커져도 거의 증가하지 않으며, assured 서비스의 비용 역시 시스템의 부하가 0.7보다 작은 경우에는 증가폭이 매우 낮다. 그러나 best-effort의 경우 시스템의 부하가 커짐에 따라 비용이 상승하고 특히 시스템의 부하가 0.5 이상으로 증가하는 경우 비용의 상승 폭도 급격하게 커짐을 알 수 있다. 이는 서비스에 따라 버퍼관리가 다르기 때문에 나타나는 결과이다. 위의 결과로 assured, 프리미엄 서비스가 best effort 서비스보다 시스템의 부하가 높은 상태에서 더욱 효과적인 서비스 정책임을 알 수 있다.

그림 17은 MN의 이동함에 따라 그 범위별로 best-effort, assured, 프리미엄 서비스 타입별 등록비용을 나타내며, 이는 각 4.1에서 언급한 각 이동 모델별 등록비용(Creg_intra_AS, Creg_inter_AS, Creg_inter_ISP)을 근거로 하여 각 홉에서의 지연비용 및 전송비용을 서비스별로 적용한 비용이다. 시스템의 부하와 MN의 이동 타입, 그리고 서비스 정책에 따라 등록비용은 큰 차이를 보인다. assured, 프리미엄 서비스는 시스템의 부하가 증가함에 따라 best-effort의 경우와는 달리 비용의 증가 상태가 완만하게 증가함을 볼 수 있다. 시스템의 부

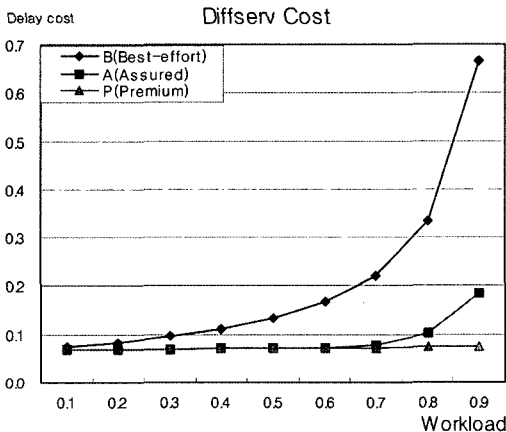


그림 16 Diffserv 모델에서의 각 서비스 타입에 따른 지연 비용

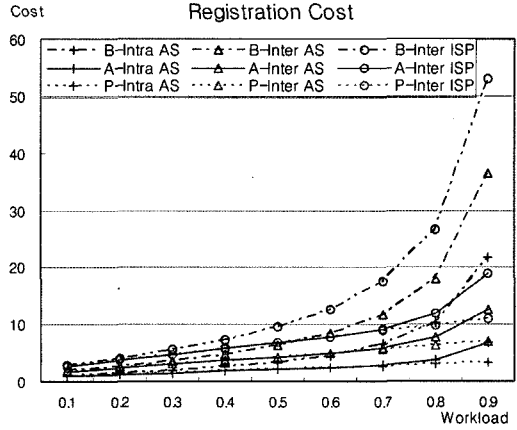


그림 17 Diffserv에서의 등록 비용

하가 0.4 이하인 경우에는 등록비용이 0.5에서 0.9인 경우보다 상대적으로 MN의 서비스 타입과 이동 타입에 큰 차이를 보이지 않는다. 가장 큰 변화를 보이는 경우는 best-effort 서비스를 받는 MN이 다른 ISP 도메인으로 이동한 경우인데 시스템의 부하가 증가함에 따라 대기시간이 그림 16에서 보이는 바와 같이 시스템의 부하가 0.5 이상으로 커지게 되면 이에 상응하는 지연비용이 타 서비스보다 급격히 증가하기 때문이며 또한 이동 범위가 타 도메인인 경우 거쳐야할 라우터들이 그만큼 많아지므로 지연비용도 이에 비례하여 증가하기 때문이다.

시스템의 부하가 0.1에서 0.9로 증가할 때 각 서비스별로 비용을 살펴보면, best-effort 서비스의 경우, MN의 이동에 따라, MN이 동일한 AS내에서 이동한 경우 비용이 1에서 21.75로 증가하고, 인접 AS로 이동한 경우에는 1.75에서 36.51로 증가하며, 인접 ISP 도메인으로 이동한 경우의 비용은 2.79에서 53.08로 증가한다. Assured 서비스에서는 MN이 동일한 AS내에서 이동한 경우 비용이 0.95에서 6.74로, 인접 AS로 이동한 경우에는 1.67에서 12.53으로 증가하며, 인접 ISP 도메인으로 이동한 경우의 비용은 2.68에서 18.89로 증가한다. 프리미엄 서비스에서는 MN이 동일한 AS내에서 이동한 경우 비용이 0.95에서 3.27로, 인접 AS로 이동한 경우에는 1.78에서 6.98로 증가하며, 인접 ISP 도메인으로 이동한 경우의 비용은 2.68에서 10.98로 증가한다. 시스템의 부하가 같을 때, 심지어 이동 타입이 다른 경우에도 프리미엄 서비스의 등록 비용이 best-effort 서비스 경우보다 낮은 이유는 그림 16에서 보인 서비스 타입별 지연비용의 영향 때문이다. 서비스 타입과 시스템 부하가 같은 경우, 도메인간 이동시 등록비용이 가장 큰 이유는 등록 경로와 절차가 다른 두 경우보다 훨씬 복잡하기 때문이다. 그림 18은 PMR가 0.1인 경우 서비스

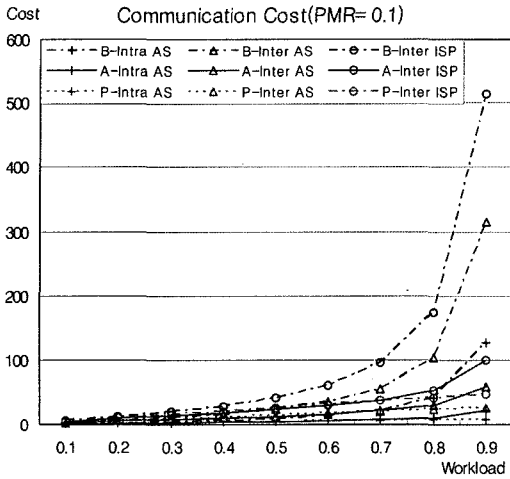


그림 18 패킷 수신 비용(PMR=0.1)

정책별로 이동 타입에 따른 MN의 통신비용이다. 시스템의 부하가 0.1에서 0.9로 증가함에 따라, 나타나는 전체 통신비용을 서비스 타입과 MN의 이동 타입별로 살펴보면, best-effort 서비스의 경우 전체 통신비용은 MN이 동일한 AS 내로 이동한 경우 1에서 126.62로, 다른 AS로 이동한 경우 2.90에서 315.63으로, 다른 ISP로 이동한 경우에는 5.35에서 513.20으로 증가한다. Assured 서비스의 경우 전체 통신비용은 MN이 동일한 AS내로 이동한 경우 0.85에서 22.12로, 다른 AS로 이동한 경우 2.56에서 57.80으로, 다른 ISP로 이동한 경우에는 4.77에서 100.58로 증가한다. 프리미엄 서비스의 경우에는 전체 통신비용은 MN이 동일한 AS 내로 이동한 경우 0.92에서 8.60로, 다른 AS로 이동한 경우 2.72에서 25.48로, 다른 ISP로 이동한 경우에는 5.04에서 47.22로 증가한다. 이 결과도 그림 16의 지연비용이 전체 통신비용에 미치는 영향을 보여준다.

그림 19는 통신비용의 증가 추세를 알아보기 위하여 그림 18의 통신비용을 best-effort 서비스 비용 대 assured, 프리미엄 서비스 비용의 비를 나타낸 것이다. 통신비용은 시스템의 부하가 낮을수록 서비스 타입과 MN의 이동 타입에 더 적게 영향을 받음을 알 수 있다.

그림 20은 PMR이 0.5인 경우의 전체 통신비용이다. PMR이 증가함에 따라 각각의 통신비용이 증가함을 알 수 있으며, 이 결과들도 MN의 이동 타입과 서비스 타입에 따라 그림 18과 같은 특성을 보임을 알 수 있다. 위의 그림에서 알 수 있듯이, 모든 서비스 타입에서 MN이 다른 ISP 도메인으로 이동한 경우 통신비용이 가장 크고, 서비스 타입별로는 best-effort 서비스의 통신비용이 가장 크다. 또한 전체 통신비용은 시스템의 부하가 낮은 경우에는 서비스의 타입과 MN의 이동에 큰

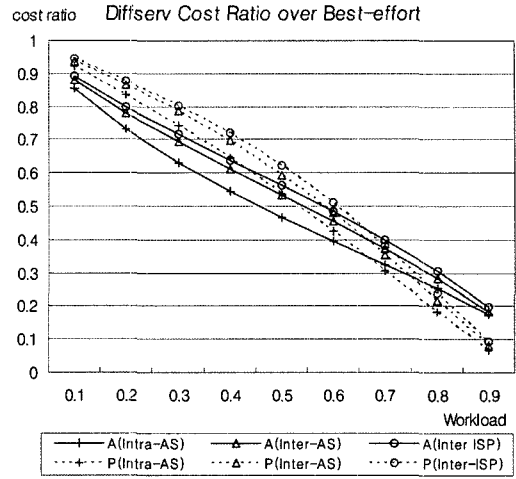


그림 19 Best-effort상의 Diffserv 비용 증가율

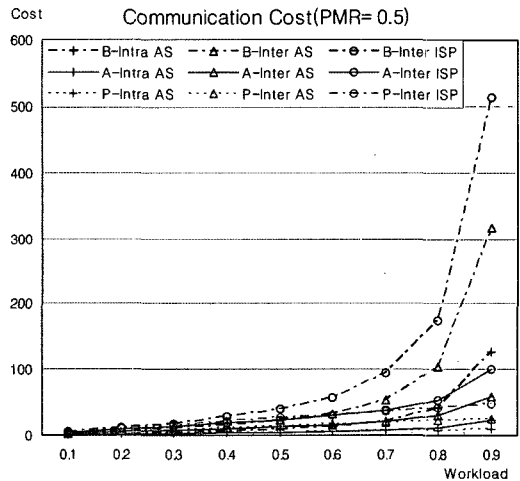


그림 20 패킷 수신 비용(PMR=0.5)

차이가 없으나 시스템의 부하가 커질수록 서비스 타입에 따라 비용의 격차가 커짐을 알 수 있다. 그러므로 우리가 제안한 Diffserv 모델은 시스템의 부하가 높은 환경에서 더욱 효과적이다. 즉, MN의 QoS와 이동성을 보장하는 서비스에서 통신비용의 가장 큰 요소는 서비스 타입이며 두 번째 요소는 MN의 이동 타입으로 결론지을 수 있다.

5. 결론

수많은 어플리케이션과 이동 가능한 다기능 통신 장비들은 어떠한 환경에서든 다양한 QoS와 자유로운 이동성을 요구하고 있다. 이러한 요구사항을 만족시키기 위하여 이 논문에서는 MN이 어플리케이션별로 QoS를 제공받을 수 있도록 하기 위하여 Diffserv를 mobile

IPv6 망에 적용하여 MN이 접속한 망을 벗어나는 경우 새로 접속한 망에서도 이전에 설정된 QoS를 제공 받도록 하기 위한 QoS 설정에 관한 메시지 절차와 이동 범위에 따라 메시지 및 등록 절차를 제안하였다. 또한 어플리케이션에 따라 적합한 QoS를 제공하고 자유로운 이동성을 제공하기 위한 서비스 모델 및 비용 분석 모델을 제안하고 그 비용을 평가하였다. 본 논문에서는 서비스 정책에 따라 지역 비용이 전체 비용에 가장 큰 영향을 미치는 요소임을 밝혀냈으며 시스템의 부하 및 PMR이 커질수록 차별화 서비스의 성능이 best-effort 서비스보다 우수함을 보였다.

향후 연구 과제로는 서브넷의 트래픽의 변화에 따라 능동적으로 차별화 서비스 제공을 위한 네트워크 모델에 대한 연구와 이동 인터넷망의 가장 큰 특징인 핸드오프의 보다 유연하고 빠르게 처리할 수 있는 핸드오프 방안, 및 핸드오프시 QoS를 저하시키지 않고 지속적인 서비스 방안, 보안 및 인증 처리 방안 등을 고려하여 보다 안전하고 효율적인 차별화된 QoS를 제공할 수 있는 mobile IPv6 네트워크에 대한 연구가 요구된다.

참고 문헌

- [1] R. Braden, D. Clark, S. Shenker, "Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview," IETF RFC 1643, June 1994.
- [2] S. Blake, D. Black, M. Carlson, E. Davies, Z. Wang, and W. Weiss, "An Architecture for Differentiated Services," IETF RFC 2475, December 1998.
- [3] R. Braden, L. Zhang, S. Berson, S. Herzog, S. Jamin, "Resource Reservation Protocol (RSVP)-Version 1 Functional Specification," IETF RFC 2205, September 1997.
- [4] D. Johnson, C. Perkins, J. Arrko, "Mobility Support in IPv6," IETF RFC 3775, June 2004.
- [5] C. Perkins, "IP Mobility Support," IETF RFC 3344, August 2002.
- [6] J. Rajahalme, A. Conta, B. Carpenter, S. Deering, "IPv6 Flow Label Specification," IETF Internet draft, draft-ietf-ipv6-flow-label-07.txt, April 2003.
- [7] B. Moon and H. Aghvami, "Diffserv Wireless Extensions for QoS Provisioning in IP Mobility Environments," IEEE Communications, Vol. 10, Issue 5, pp. 38-44, October 2003.
- [8] K. M. yusof and N. Fisal, "Provisioning QoS in Differentiated Service Domain for MIPv6," 4th National Conference on Telecommunication Technology 2003, pp. 98-101, January 2003.
- [9] K. Nichos, V. Jacobson and L. Zhang, "A Two-Bit Differentiated Services Architecture for the Internet," IETF RFC2638, July 1999.
- [10] K. Nichols, "Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers," IETF RFC 2474, December 1998.
- [11] D. Black, S. Brim, B. Carpenter and F. Le Faucheur, "Per Hop Behavior Identification Codes," IETF RFC 3410, June 2001.
- [12] B. Davie, A. Charny, J. C. R. Bennett, "An Expedited Forwarding PHB (Per-Hop Behavior)," IETF RFC 3246, March 2002.
- [13] J. Heinanen, F. Baker and J. Wroclawski, "Assured Forwarding PHB Group," IETF RFC 2597, June 1999.
- [14] J. K. choi, "Mobile IP Services over MPLS," ITU-T Draft Recommendation Y.MIPoMPLD(Y.1281), 2003.
- [15] Ali Mahmoodian, Gunter Haring, "Mobile RSVP with dynamic Resource Sharing," IEEE Wireless Communications and Networking Conference 2000, Vol. 2, pp. 896-901, September 2000.
- [16] R. Chakravorty, M. D'Arienzo, I. Pratt and J. Crowcroft. "A Framework for Dynamic SLA-based QoS Control for UMTS," IEEE Wireless Communications, Special Issue on Merging IP and Wireless Networks, Vol. 10, No. 5, pp. 30-37, October 2003.
- [17] M. May, J. Blot, A. Jean-Marie and C. Diot, "Simple Performance Models of Differentiated Services Schemes for the Internet," Infocom'99, Vol 3, pp. 1385-1394, March 1999.
- [18] N. D. Kiameso, H. Hassanein, H. T. Mouftah, "Analysis of Prioritized scheduling of Assured Forwarding in Diffserv Architectures," Proceedings of the 28th Annual IEEE International Conference on Local Computer Networks (LCN'03), pp. 614-623, Oct. 2003.
- [19] T. Ferrari, P. F. Chimento, "A Measurement-based Analysis of Expedited Forwarding PHB Mechanisms," Proceedings of IWQoS 2000, pp. 127-137, June 2000.
- [20] S. jung, J. Kwak and O. Byeon, "Performance Analysis of Queue Scheduling Mechanisms for EF PHB and AF PHB in Diffserv Networks," 5th IEEE International Conference on High-Speed Networks and Multimedia Communications (HSNMC '02), pp. 101-104, July 2002.
- [21] J. Mao, W. M. Moh and B. Wei, "PQWRR Scheduling Algorithm in Supporting of Diffserv," Proc. ICC 2001, vol. 3, pp. 679-684, December 2001.
- [22] H. Lee and D. Park, "Delay Performance of Non-Real-Time Services for the Strict Priority Scheduling Scheme," Journal of Research Institute of Industrial Technology, Changwon National Univ. Korea, Vol. 18, pp. 143-150, May 2004.
- [23] S. Bakiras and V. o. K. Li, "Efficient Resource Management for End-to-End QoS Guarantees in diffserv Networks 2002 IEEE International Con-

ference on Communications, Vol. 2, pp. 1220-1224, April 2002.

- [24] R. Jain, T. Raleigh, C. Graff and M. Reschinsky, "Mobile Internet Access and QoS Guarantees using Mobile IP and RSVP with Location Registers," ICC98, pp. 1690-1695, June 1998.
- [25] L. Kleinrock, Queuing Systems, vol.1. J. Wiley & sons, 1975.



김 미 선

1995년 2월 숭실대학교 컴퓨터학과 졸업
 1997년 2월 숭실대학교 컴퓨터학과 석사
 졸업. 2003년 2월 숭실대학교 컴퓨터학
 과 박사 수료. 1997년 2월~1999년 8월
 (주) 내외반도체 정보통신연구소. 1999년
 8월~현재 동작구청 기획예산과. 관심분

야는 IPv6, Mobile IPv6 인터넷 보안

문 영 성

정보과학회논문지 : 정보통신
 제 33 권 제 2 호 참조