

FMIPv6에서 QoS를 고려한 트래픽 제어 메커니즘의 설계 및 평가

박석천*

Design and Evaluation of Traffic Control Mechanism with QoS in FMIPv6

Seok-Cheon Park *

요 약

최근 IPv6에서 이동 통신에 끊김 없는 서비스를 제공하기 위해 Mobile IPv6에 관한 많은 연구가 이루어지고 있다. FMIPv6는 핸드오버 절차를 간소화시켜서 빠른 속도의 핸드오버와 데이터 전송이 가능하며 SIP나 VoIP 및 무선 인터넷 동영상 서비스와 같은 경우에 많이 사용될 것으로 예상된다. 그러나, 고속 이동시 핸드오버로 인한 패킷 손실이 심각한 문제로 대두되고 있다. 따라서 본 논문에서는 FMIPv6에서 핸드오버시 발생하는 패킷 손실을 줄이기 위하여 라우터에서 사용하는 여러 패킷 관리 스케줄링 기법 중 WFQ기법을 사용하여 트래픽 관리 메커니즘을 설계하고 평가하였다.

Abstract

Recently, Many people have studied in Mobile IPv6 to provide seamless service. FMIPv6 is designed to reduce the procedure of handover and will be used SIP, VoIP and Mobile Internet moving picture service. But, If mobile node moves fast, it will happen to packet loss and interruption problem in handover procedure. So, In this paper, designed and evaluated traffic control mechanism using WFQ scheduling to reduce the packet loss that occurred to handover procedure.

▶ Keyword : Traffic Control, FMIPv6(Fast handover Mobile Internet Protocol version 6), QoS(Quality of Service)

• 제1저자 : 박석천
• 접수일 : 2005.11.13, 심사완료일 : 2005.12.23
* 경원대학교 소프트웨어학부 교수

오버와 데이터 전송이 가능한 프로토콜(7)로서 기본 구조는 (그림 1)과 같다.

1. 서론

최근 인터넷 기술의 발전으로 데이터의 용량은 커지고 전송속도도 빨라지고 있다. 앞으로 IPv6(Internet Protocol version 6)가 도입되면 이러한 추세는 더욱더 가속될 것으로 전망되고 있다. IPv6에 이동성을 제공하는 MIPv6(Mobile Internet Protocol version 6)는 기존 Mobile IP의 문제점을 해결(1)하였으며 기존에는 제공하지 못했던 QoS(Quality of Service)나 보안관련 기타 서비스들을 가능하게 한다.

그러나 MIPv6는 SIP(Session Initiation Protocol)나 VoIP(Voice over Internet Protocol)와 같은 음성이나 동영상의 멀티미디어 서비스 제공 시 패킷이 손실되는 문제점(2)을 가지고 있다.

현재 Mobile IPv6에 대한 연구는 HMIPv6(Hierarchical Mobile IPv6) 프로토콜과 FMIPv6(Fast handover for Mobile IPv6) 프로토콜에 대한 연구(3, 4)가 이루어지고 있다. 그 중에서 FMIPv6는 이동 단말과 액세스 라우터 간의 L2 트리거를 사용하여 HMIPv6보다 핸드오버 절차를 간소화하여 빠른 속도의 핸드오버와 데이터 전송이 가능(5)하여 고속의 음성 데이터 및 무선 인터넷 동영상 서비스와 같은 경우에 적합할 것으로 예상(6)된다. 그러나 고속 이동 시 핸드오버로 인한 패킷의 손실이 심각한 문제점으로 인식되고 있다.

본 논문에서는 FMIPv6에서 핸드오버시 발생하는 패킷 손실을 줄이기 위하여 라우터에서 사용하는 QoS관련 스케줄링 기법 중 WFQ(Weighted Fair Queueing)를 사용한 트래픽 관리 메커니즘을 설계하고 평가하였다.

II. FMIPv6와 스케줄링 기법

2.1 Fast Handover MIPv6(FMIPv6)

FMIPv6는 이동 단말과 액세스 라우터간의 L2 트리거를 사용하여 핸드오버 절차를 간소화하여 빠른 속도의 핸드

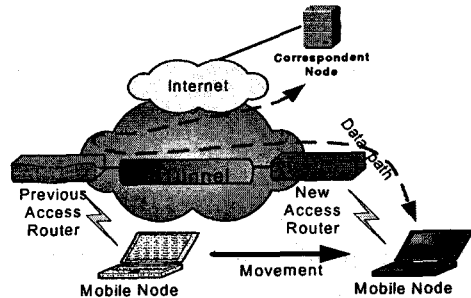


그림 1. FMIPv6의 기본 구조
Fig 1. Basic Structure of FMIPv6

FMIPv6의 동작 절차는 다음과 같다.

이동 단말이 PAR(Previous Access Router)에서 NAR(New Access Router)로 이동하면서 NAR의 2계층 정보를 미리 얻으면 NAR에 대한 IP계층 정보를 PAR에 요청하게 된다. 그 후에 MN(Mobile Node)는 PAR로부터 받은 NAR 정보를 이용하여 NAR에 사용될 새로운 CoA(Care of Address)를 미리 구성한 후 PAR로 알려주게 되는데, 이것은 새로운 CoA에 대한 바인딩 갱신이 이루어지기 전까지의 패킷손실을 막기 위하여 PAR과 NAR의 사이에 양방향 터널을 설정하는 곳에 사용된다.

이러한 동작 절차를 거치는 FMIPv6는 크게 Predictive Fast Handover와 Reactive Fast Handover의 두 가지 방식으로 구분(8)이 되고 있다. Predictive Fast Handover는 PAR에서 일반 이동시 MN의 FBU(Fast Binding Update) 메시지를 받은 경우에 이의 응답으로 FBack(Fast Binding Acknowledgement) 메시지를 보내는 경우가 해당되며, Reactive Fast Handover의 경우는 MN가 PAR에서 NAR로 고속 이동하면서 FBU 메시지가 MN에서 전달되는 것이 아니라 NAR를 통하여 PAR로 전달되는 경우를 의미하는데 이 때 패킷손실이 많이 발생(9)하게 된다.

(그림 2)는 Predictive Fast Handover의 타이밍도이며 (그림 3)은 Reactive Fast Handover 타이밍도를 나타낸 것이다. Reactive 방식의 처음부분은 기존의 Predictive Fast Handover와 비슷하지만 이동노드와 PAR간의 연결이 일찍 끊기면서 NAR과 MN간의 연결이 FNA(Fast Neighbor Advertisement)(FBU를 포함) 메시지를 통하

여 신속하게 이루어지고 FBU가 NAR로 전달되는 것을 볼 수 있다.

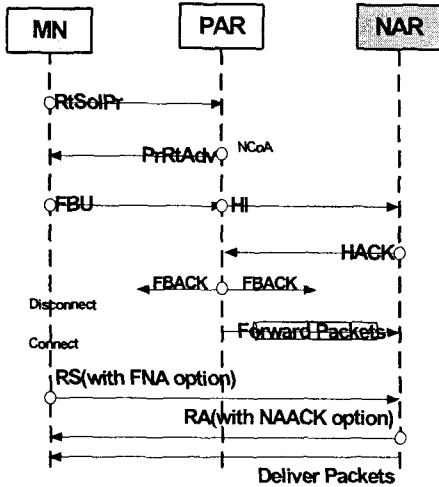


그림 2. Predictive Fast Handover의 타이밍도
Fig 2. Timing Diagram of Predictive Fast Handover

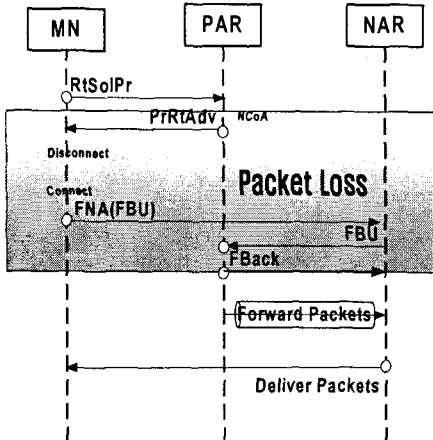


그림 3. Reactive Fast Handover의 타이밍도
Fig 3. Timing Diagram of Reactive Fast Handover

절차 중에서 액세스 라우터와 이동 노드간에 연결이 되거나 연결이 끊어지는 경우에 L2 트리거가 발생하게 되는데 이 연결이 끊어지는 경우의 L2 트리거는 L2-LD(Link Down) 트리거라 불리고, PAR에서 발생하며 이동노드와

PAR와의 2계층 연결이 끊길 때 발생한다. MN과 AR간의 연결이 되는 경우에는 L2-LU(Link Up) 트리거가 발생하게 되며 그 외에도 이동노드와 AR간에 각각의 상황에 따라 L2-MN, L2-TT, L2-ST 등이 발생하게 된다.

2.2 Weighted Fair Queueing(WFQ)

QoS는 선택된 네트워크 트래픽 혹은 응용에 대해 더 나은 혹은 차별화 되는 서비스를 제공하는 네트워크의 능력 [10, 11]을 의미한다.

네트워크를 통해 움직이는 패킷의 양이나 어떤 종류의 트랜잭션 및 메시지 등의 양을 나타낼 때 사용하는 트래픽의 측정을 위한 파라미터는 대역폭(Bandwidth), 지연(Delay), 지터(Jitter), 패킷손실 등이 있다. 그 중에서 패킷 손실을 줄이면서 효율적인 패킷 전송을 위하여 도입된 큐잉(Queueing)과 스케줄링(Scheduling)은 한꺼번에 처리할 수 없는 패킷들을 잠시 동안 버퍼에 저장해 두었다가 서비스를 하는 것을 의미하며, 일반적으로 큐잉 방식에 의해 스케줄링 방식이 결정되게 된다. 또한 큐잉 방식은 여러 가지로 구분이 되는데 패킷의 클래스나 우선순위에 상관 없이 먼저 입력된 패킷을 먼저 서비스하는 것을 의미하는 FIFO 방식과 여러 개의 큐를 FIFO 방식으로 사용하는 우선순위 큐잉 방식, 우선순위 큐잉과 비슷하나 모든 큐가 동일한 우선순위를 가지는 페어 큐잉 등으로 구분된다.

그 중 WFQ는 우선순위 큐잉 방식에서의 스타베이션 현상과 페어 큐잉 방식에서 차등화 된 서비스를 제공하지 못하는 현상을 해소하기 위해 개발되었다. 이를 위해 각 큐는 가중치(weight)를 할당받게 되며, 할당받은 가중치에 비례한 스케줄링이 이루어진다.

WFQ 스케줄링 방식은 기존 방식에 비해 패킷에 관한 효율적인 전송과 패킷 단위로 차등화된 서비스를 제공하는 것이 가능[12, 13]하다.

III. 트래픽 제어 메커니즘의 설계

3.1 FMIPv6에서의 패킷 손실

FMIPv6의 문제점은 이동 단말이 고속으로 이동하여 기존의 PAR과의 연결이 끊어지는 상태에서 메시지 전달이 없

이 NAR로 연결이 되는 상황인 Reactive Fast Handover 방식에서 패킷 손실이 일어난다는 데에 있다. 이것은 PAR에서 가진 MN의 정보가 업데이트가 되지 못한 상황에서 발생한다.

RtSolPr 메시지가 MN에서 PAR에 도착하게 되면 NAR에 대한 IP계층 정보를 PAR에 요청하는 PrRtAdv 메시지가 PAR에서 MN으로 보내어지게 된다. 그 사이에 MN는 NAR의 연결 범위로 이동하게 되어 NAR에 FNA(FBU) 메시지를 보내고 NAR에서는 FBU 메시지가 PAR로 보내어지면서 PAR에서는 FBack 메시지가 전송되게 된다. 이때 PAR은 가지고 있는 NAR 정보를 이용하여 새로운 CoA를 미리 구성한 후, 이동 단말에 알려주어 이동 단말이 새로운 링크에 부착되는 즉시 바인딩 갱신을 수행할 수 있도록 해주는데 이 도중에 패킷손실이 발생하게 된다.

3.2 QoS를 고려한 트래픽 제어 메커니즘의 설계

최근의 라우터들은 기존의 라우터들과는 달리 FIFO 큐잉, 우선순위 큐잉 외에도 여러 가지 스케줄링 방식을 제공 [14, 15]하고 있는데, WFQ 방식도 그 중의 하나이다.

본 논문에서는 FMIPv6의 2계층 핸드오버의 동작 절차 중에 L2-LD의 L2 트리거와 FBU 메시지 사이에서 발생하는 패킷 손실을 줄이기 위하여 PAR에서 이루어지는 WFQ 스케줄링을 이용한 방안을 제안하였으며 알고리즘은 다음과 같다.

- ① PAR에서 L2-LD 메시지를 확인한다.
- ② L2-LD 발생하면서 FBU가 수신하지 않았을 경우는 Reactive 방식이므로 PAR에서는 WFQ 스케줄링에서 해당 MN과 관련된 패킷의 가중치를 최소화한다.
- ③ WFQ 스케줄링에서는 조절된 가중치 비율로 패킷들을 스케줄링한다.
- ④ NAR에서 온 FBU 메시지를 PAR에서 인식한다.
- ⑤ 최소화된 가중치가 복구된다.
- ⑥ 복구된 가중치 비율로 정상적인 WFQ 스케줄링이 시작된다.

Predictive/Reactive Fast Handover 구분을 위한 알고리즘은 (그림 4)와 같다.

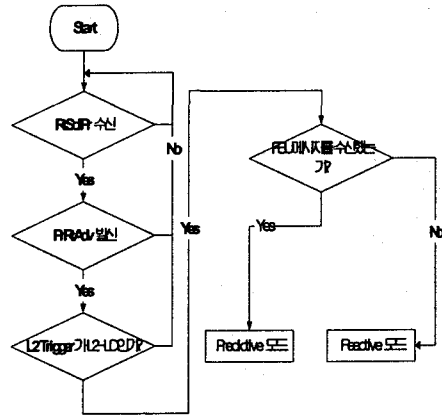


그림 4. Predictive/Reactive Fast Handover 구분을 위한 순서도
Fig 4. Flowchart of Predictive/Reactive Fast Handover for Classification

Predictive Fast Handover와 Reactive Fast Handover의 구분은 PrRtAdv 메시지 이후에 발생하는 L2 트리거와 FBU의 수신여부에 따라 구분하게 된다. 해당 L2 트리거가 L2-LU이거나 L2-LD이면서 FBU를 받은 경우는 PAR과 MN는 연결이 유지되어 있는 상황이므로 패킷 손실이 적게 일어나는 Predictive Fast Handover를 수행하게 된다.

L2-LD 트리거 수신시 FBU 수신에 없는 경우에는 PAR과 MN은 연결이 끊어지고 NAR과의 연결이 이루어진 상황이므로 고속의 이동이 이루어진 상황이며 이에 Reactive Fast Handover가 수행하게 된다. Reactive Fast Handover의 동작절차를 (그림 5)와 같이 설계하였다.

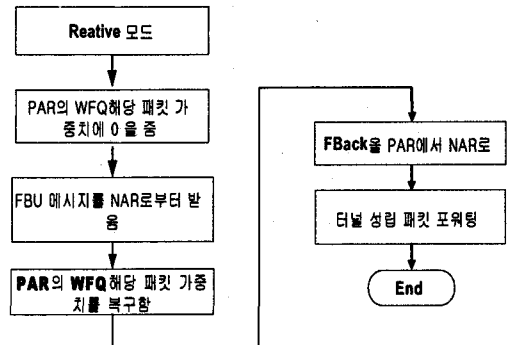


그림 5. Reactive Fast Handover의 동작 절차
Fig 5. Procedure of Reactive Fast Handover

제안한 방안을 위해 새로 정의한 트래픽 제어 메커니즘은 다음과 같다.

(1) L2-LD 트리거(L2 트리거를 수신하고 FBU 메시지가 없을때 제어 메커니즘의 동작)

L2 트리거는 MN와 PAR의 연결 상태를 알 수 있는 L2 트리거로서 L2-LD 트리거 메시지가 발생되고 FBU 메시지가 없으면 트래픽 제어 메커니즘을 실행하여 PAR는 WFQ 스케줄링을 하면서 할당된 가중치를 변경하는 트래픽 제어 메커니즘을 수행하게 된다. 이 기능을 사용하게 되면 가중치가 최소화 되어 패킷의 흐름이 일시적으로 느려지게 된다. 패킷의 흐름이 느려지면 일시적으로 병목현상이 발생하게 되며 그와 동시에 패킷 손실률이 감소된다.

(2) Fast Binding Update(FBU)(L2 트리거 수신시의 제어 메커니즘 동작)

FBU는 이전 CoA와 NAR에 대한 연동을 요청하는 메시지를 의미한다. 본 논문에서는 CoA와 NAR간의 연동하는 기능외에 PAR에서 스케줄링을 제어하는 기능을 추가하였다. 그 기능은 FBU를 수신시 PAR에서 변경된 스케줄링이 이전 상태로 복구가 되는 것이다.

3.3 설계한 메커니즘의 패킷 처리 및 동작

(그림 6)은 라우터 내에서 스케줄링 된 패킷들을 일시적으로 라우터 버퍼에 저장하며, L2-LD 트리거를 통하여 스케줄링의 가중치가 변화된 후에는 해당되지 않는 패킷들만 통과되는 과정을 보여주고 있다. 그 후에 FBU 메시지를 통하여 가중치가 이전으로 되돌려지면 이전의 스케줄링을 수행하는 것을 보여주고 있다.

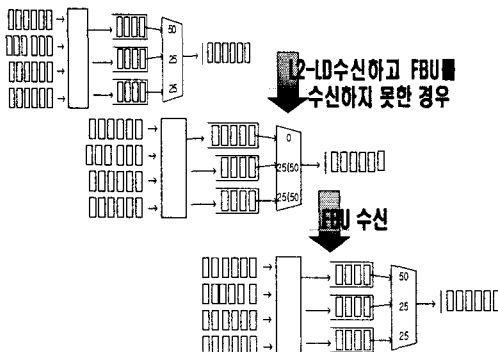


그림 6. 예측되는 스케줄링
Fig 6. Predictive Scheduling

제안한 방식은 라우터에서 L2-LD 트리거와 FBU 메시지 수신 여부를 판단하여 PAR 패킷의 흐름을 조절하였다. 이러한 방식은 MIPv6와 호환성을 유지하면서 기존의 프로토콜을 확장시킨 형태로서 스케줄링시 FMPv6내의 메시지를 통하여 라우터에서 패킷의 가중치를 조절함으로써 패킷의 흐름을 조절하여 핸드오버시 발생하는 시간동안에 발생하는 패킷 손실을 줄일 수 있다. 또한 외부에서 다른 기기를 사용하지 않아 추가 장비의 부담이 적다.

IV. 트래픽 제어 메커니즘의 성능 평가

4.1 성능 평가 모델

본 논문은 망 구조를 통한 기본 구성요소와 수신 메시지, 동작 순서에 따른 시나리오를 통하여 산출된 값을 토대로 수식에 기반한 시뮬레이션 성능 평가를 하고자 한다.

4.1.1 망 구조

전체 망 구성은 (그림 7)과 같이 구성되었고, MN은 CN으로부터 AR(PAR 또는 NAR)를 거쳐 패킷을 수신하며 MN은 PAR에서 NAR로 이동한다고 가정한다.

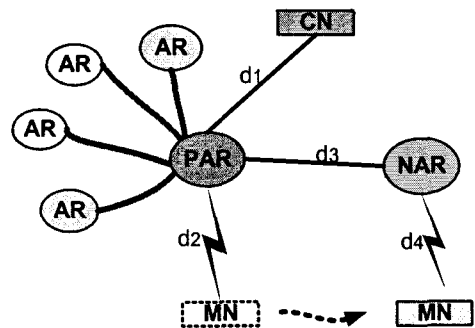


그림 7. 전체적인 망 구조
Fig 7. Overall Structure of Network

4.1.2 제안한 트래픽 제어 메커니즘의 성능 평가

본 논문은 수식을 성능 평가하기 위하여 다양한 변화요인의 최소화화를 위해 M/M/1/K의 제한된 구간에서 동작하는 것과 패킷의 속도와 전송매체에 따른 패킷의 손실이 일

정한 환경에서 AR은 WFQ 방식의 스케줄링을 하고, 유선과 무선일 때의 패킷 손실 비율도 일정하며, 버퍼의 용량은 핸드오버 시간동안에 발생하는 패킷을 저장할 수 있는 양으로 가정하였다.

표 1. 입력 파라미터 값
Table 1. Value of Input Parameter

값	내용
패킷의 속도	800 bps
패킷 손실률	0.01%(pkt), 0.04(pkts)
AR의 스케줄링 방식	WFQ
핸드오버시간	0.8 msec

설정된 <표 1>의 입력 파라미터 값을 가지고 시간에 따라서 누적이 되는 패킷의 양은 계산한 결과는 (그림 8)과 같다. 여기서 각각의 노드상의 거리는 일정한 것으로 가정하였다. 제안한 방식은 기존의 방식에 비하여 손실 없이 패킷이 전달되는 것을 보여주고 있다. 또한 상대적으로 기존의 방식에 비해 패킷의 손실이 적음을 알 수 있으며 패킷의 전달비율도 상승함을 알 수 있다. 시간에 따라서 변화하는 기존 방식과 제안한 방식의 패킷 손실 차는 (그림 9)와 같다. 후처리 모드에서 핸드오버시 기존의 방식은 PAR에서 패킷의 손실이 발생하지만 제안한 방식은 패킷이 지속적으로 전송됨으로써 패킷 손실이 없음을 확인할 수 있다.

따라서 위의 결과를 토대로 제안한 스케줄링 기법이 기존의 방식보다 성능이 뛰어난 것을 알 수 있었다.

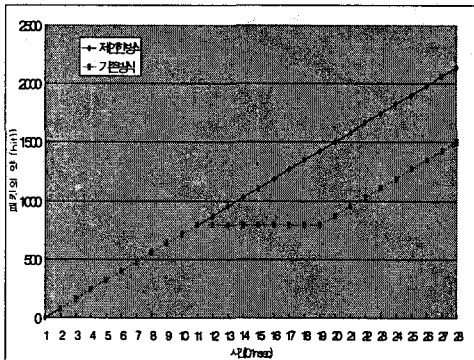


그림 8. 패킷 손실 수
Fig 8. Number of Packet Loss

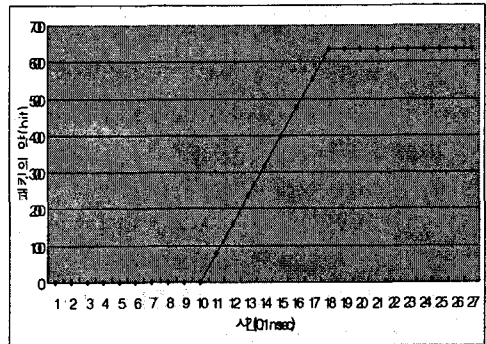


그림 9. 패킷 손실 차이
Fig 9. Difference of Packet Loss

V. 결론

최근 인터넷 기술의 발전으로 데이터의 용량은 커지고 전송속도도 빨라지고 있다. 앞으로 IPv6(Internet Protocol version 6)가 도입되면 이러한 추세는 더욱더 가속될 것으로 전망되고 있다. IPv6에 이동성을 제공하는 MIPv6(Mobile Internet Protocol version 6)는 기존 Mobile IP의 문제점을 해결하였으며 기존에는 제공하지 못했던 QoS(Quality of Service)나 보안관련 기타 서비스들을 가능하게 한다.

그러나 MIPv6는 SIP(Session Initiation Protocol)나 VoIP(Voice over Internet Protocol)와 같은 음성이나 동영상의 멀티미디어 서비스 제공 시 패킷이 손실되는 문제점을 가지고 있다.

현재 Mobile IPv6에 대한 연구는 HMIPv6 프로토콜과 FMIPv6 프로토콜에 대한 연구가 이루어지고 있다. 그 중에서 FMIPv6는 이동 단말과 액세스 라우터 간의 L2 트리거를 사용하여 HMIPv6보다 빠른 속도의 핸드오버와 데이터 전송이 가능하다. 하지만 고속 이동시 핸드오버로 인한 패킷의 손실이 심각한 문제점으로 인식되고 있다. 따라서 본 논문은 FMIPv6에서 후처리 모드에서 발생하는 패킷 손실을 줄이기 위하여 라우터에서 사용하는 여러 스케줄링 기법중의 하나인 WFQ 방식을 고려한 트래픽 제어 메커니즘을 제안함으로써 기존의 QoS 관련 문제점을 보완하였다. 이를 토대로 패킷 손실률을 성능 평가하여 평가 결과 제안한 스케줄링 기법이 기존의 방식보다 약 30%정도 우수한 것을 확인하였다.

본 논문에서 설계한 FMIPv6 기반의 QoS를 고려한 트래픽 제어 메커니즘은 앞으로 빠른 속도에서 핸드오버가 일어나는 FMIPv6의 기초 연구 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

[13] 김규호, "차등적인 QoS의 동적인 제공을 위한 정책기반 QoS 관리 시스템의 설계 및 구현", 한국컴퓨터정보학회 논문지, 2004.6.
 [14] 박상진, "Mobile IPv6에서 QoS를 고려한 이동성 제공 방안", 숭실대학교 석사학위 논문, 2002.6.
 [15] 류언무, "ATM 망에서 효율적인 트래픽제어 알고리즘", 한국컴퓨터정보학회 논문지, 2000.5.

참고문헌

[1] C. Perkins et al., "Mobility Support in IPv6," IETF draft-ietf-mobileip-ipv6-18.txt, Jun. 2002.
 [2] Wolfgang Fritsche, Florian Heissenhuber, "Mobile IPv6-White Paper," IABG, 2000.
 [3] G. Dommety et al., "Fast Handover for Mobile IPv6," IETF draft-ietf-mobileip-fast-mipv6-04.txt, Mar. 2002.
 [4] 정희영, 민재홍, "Mobile IP에서 빠른 핸드오프 지원 기술 표준화 동향", 주간기술동향, 2002.7.
 [5] 김학용, "QoS Terminology in IP Networks", 네트워크 매니아즈 기술문서, 2003.4.
 [6] Xavier Pérez Costa, "A MIPv6, FMIPv6 and HMIPv6 handover latency study: analytical approach," IST Mobile & Wireless Telecommunication Summit 2002, Jun. 2002.
 [7] "Fast Handovers for Mobile IPv6 draft-ietf-mobileip-fast-mipv6-07.txt," IETF Internet Draft, Oct. 2003.
 [8] 정희영, "F-HMIPv6: 차세대 IP이동성 기술", 한국전자통신연구원, 2003.
 [9] 박주영, "무선 LAN에서 전송 프로토콜 성능 보장을 위한 Mobile IP 핸드오프 프로토콜", 고려대학교 석사학위 논문, 2001.2.
 [10] 김학용, "QoS Terminology in IP Networks", 네트워크매니아즈 white paper, 2003.4.
 [11] 김학용, "QoS 기술의 이해", 네트워크 매니아즈 기술문서, 2003.2.
 [12] Hermant Chaker el al, "Requirements of a QoS Solution for Mobile IP," IETF, raft-ietf-mobileip-qos-requirments-03.txt, July, 2002.

저자 소개



박 석 천

1977년 고려대학교 전자공학과 학사
 1982년 고려대학교 대학원
 컴퓨터공학 석사
 1989년 고려대학교 대학원
 컴퓨터공학 박사
 1979년~1985년 금성통신연구소
 1991년~1992년 University of California, Irvine Post Doc.
 1988년~현재 경원대학교
 소프트웨어학부 정교수
 <관심분야> 차세대 인터넷, 멀티미디어 통신, IMT-2000