

# FMIPv6에서 QoS를 고려한 트래픽 제어 메커니즘의 설계

김재영, 김형국, 최준욱, 윤희준, 정선화, 박석천  
경원대학교 소프트웨어 학부

## Design of Traffic Control Mechanism with QoS in FMIPv6

Jae-Young Kim, Hyung-Kuk Kim, Joon-Wook Choi, Hee-Jun Yoon, Sun-Hwa Jung, Seok-Cheon Park.  
Division of Software, Kyungwon University

### 요약

현재 IPv6에서 이동 통신에 끊임 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 예상되지만 패킷 손실의 문제점을 지니고 있다. 본 논문은 FMIPv6에서 핸드오버시 발생하는 패킷 손실을 줄이기 위하여 라우터에서 사용하는 여러 패킷 관리 스케줄링 기법 중 WFQ기법을 사용한 트래픽 관리 메커니즘을 설계하였다.

스케줄링 기법 중 WFQ(Weighted Fair Queueing)를 사용한 트래픽 관리 메커니즘을 설계한다.

### 1. 서론

최근 인터넷 기술의 발전으로 데이터의 용량은 커지고 전송속도도 빨라지고 있다. 앞으로 IPv6가 도입되면 이러한 추세는 더욱더 가속될 것으로 전망되고 있다. IPv6에 이동성을 제공하는 MIPv6는 기존 Mobile IP의 문제점을 해결하였으며 기존에는 제공하지 못했던 QoS나 보안관련 기타 서비스들을 가능하게 한다. 그러나 MIPv6는 SIP나 VoIP 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 핸드오버 절차를 간소화하여 빠른 속도의 핸드오버와 데이터 전송이 가능하여 고속의 음성 데이터 및 무선 인터넷 동영상 서비스와 같은 경우에 적합할 것으로 예상된다. 하지만 고속 이동시 핸드오버로 인한 패킷의 손실이 심각한 문제점으로 인식되고 있다.

본 논문은 FMIPv6에서 핸드오버시 발생하는 패킷 손실을 줄이기 위하여 라우터에서 사용하는 QoS관련

### 2. FMIPv6와 스케줄링 기법

#### 2.1 Fast Handover MIPv6(FMIPv6)

FMIPv6는 이동 단말과 액세스 라우터간의 L2 트리거를 사용하여 핸드오버 절차를 간소화하여 빠른 속도의 핸드오버와 데이터 전송이 가능한 프로토콜로서 기본 구조는 그림 1과 같다.

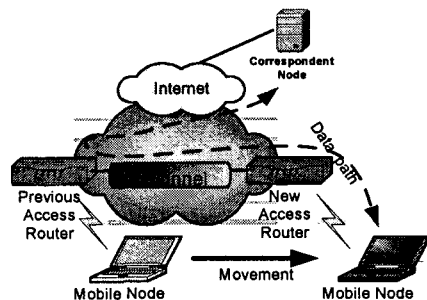


그림 1. FMIPv6의 기본 구조

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 MN는 PAR로부터 받은 NAR 정보를 이용하여 NAR에 사용될 새로운 CoA를 미리 구성한 후 PAR로 알려주게 되는데, 이것은 새로운 CoA에 대한 바인딩 갱신이 이루어지기 전까지의 Packet Loss를 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 구분이 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 발생하게 된다.

그림 2는 Predictive Fast Handover의 타이밍도이며 그림 3은 Reactive Fast Handover 타이밍도에 관하여 나타낸 것이다. Reactive 방식은 처음부분은 기존의 Predictive Fast Handover와 비슷하지만 이동노드와 PAR간의 연결이 일찍 끊기면서 NAR과 MN간의 연결이 FNA(Fast Neighbor Advertisement)(FBU를 포함) 메시지를 통하여 신속하게 이루어지고 FBU가 NAR로 전달되는 것을 볼 수 있다.

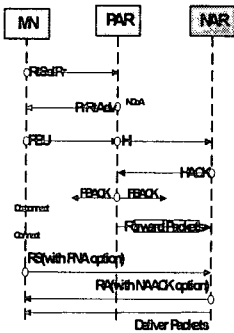


그림 2. Predictive Fast Handover 타이밍도

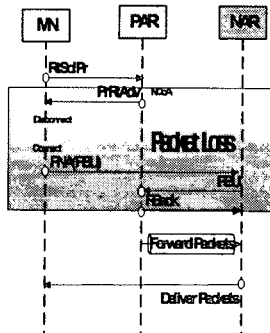


그림 3. Reactive Fast Handover의 수행 절차

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 Application에 대해 더 나은 혹은 차별화 되는 서비스를 제공하는 네트워크의 능력을 의미한다.

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

그 중 WFQ는 Priority 큐잉 방식에서의 스타베이션 현상과 Fair 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 가능하다.

## 3. 트래픽 제어 메커니즘의 설계

### 3.1 FMIPv6에서의 패킷 손실

FMIPv6의 문제점은 이동단말이 고속으로 이동하여 기존의 PAR와의 연결이 끊어지는 상태에서 메시지 전달이 없이 NAR로 연결이 되는 상황인 Reactive

Fast Handover 방식에서 패킷 손실이 일어난다는 데에 있다. 이것은 PAR에서 가진 MN의 정보가 업데이트가 되지 못한 상황이다.

RtSolPr 메시지가 MN에서 PAR에 도착하게 되면 NAR에 대한 IP계층 정보를 PAR에 요청하는 PrRtAdv 메시지가 PAR에서 MN으로 보내어지게 된다. 하지만 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 Queueing, Priority Queueing 외에도 여러 가지 스케줄링 방식을 제공하고 있는데, WFQ 방식도 그 중의 하나이다.

본 논문에서는 FMIPv6의 2계층 Handover의 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 4와 같이 설계하였다.

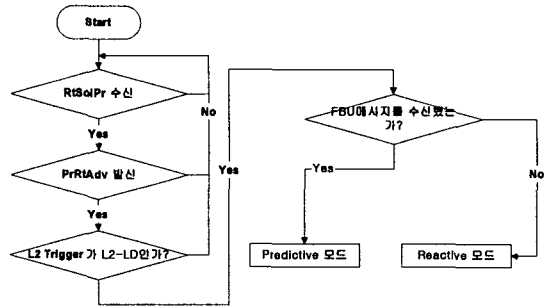


그림 4. Predictive/Reactive Fast Handover 구분을 위한 순서도

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 동작절차는 그림 5와 같이 설계하였다.

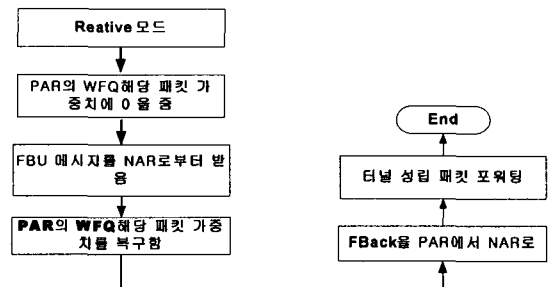


그림 5. Reactive Fast Handover의 동작 절차

제안한 방안을 위해 새로 정의한 트래픽 제어 메커니즘은 다음과 같다.

- (1) L2-LD 트리거(L2 트리거를 수신하고 FBU 메시지가 없을 때 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 가중치

를 변경하는 트래픽 제어 메커니즘을 수행하게 된다. 이 기능을 사용하게 되면 가중치가 최소가 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 제안한 방법의 특징

그림 6과 같이 라우터 내에서 스케줄링 된 패킷들은 일시적으로 라우터 버퍼에 저장되며, 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.

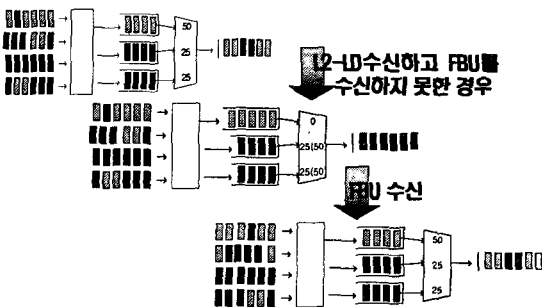


그림 6. 예측되는 스케줄링

제안한 방식은 라우터에서 L2-LD 트리거와 FBU 메시지 수신 여부를 판단하여 PAR의 패킷의 흐름을 조절하였다. 이러한 방식은 MIPv6와 호환성을 유지하면서 기존의 프로토콜을 확장시킨 형태로서 스케줄링시 FMIPv6내의 메시지를 통하여 라우터에서 패킷의 가중치를 조절함으로써 패킷의 흐름을 조절하여 핸드오버시 발생하는 시간동안에 발생하는 패킷 손실을 줄일 수 있다. 또한 외부에서 다른 기기 등을 사용하지 않아 추가 장비의 부담이 적다.

4. 결론 및 향후 연구방향

향후 도입할 IPv6는 IPv4에서 제공하지 못했던 QoS나 보안관련 기타 서비스들의 제공이 가능하다. 이러한 IPv6를 적용한 MIPv6에 QoS를 고려한 연구중에서 FMIPv6는 단순한 구성요소와 동작 절차로 고속의 데이터 전송에 유리하지만 Reactive Fast Handover에서 발생하는 이동노드와 AR간의 핸드오버와 터널 연결시 패킷 손실이 크다는 문제점을 가지고 있어 이에 대한 보완이 시급하다.

따라서 본 논문은 FMIPv6에서 Reactive Fast Handover 시 발생하는 패킷 손실을 줄이기 위하여 QoS를 고려한 트래픽 제어 메커니즘을 제안함으로써 기존의 문제점을 보완하였다. 제안한 방식은 L2-LD 트리거 메시지와 Fast Binding Update 메시지를 통하여 PAR에서 수행되는 스케줄링을 조절하여 패킷의 흐름을 조절하였다. 이러한 방식은 MIPv6와 호환성을 유지하면서 기존의 프로토콜을 확장시킨 형태로서 스케줄링시 패킷의 옵션으로 패킷의 흐름을 조절하여 핸드오버시 발생하는 시간동안에 발생하는 패킷 손실을 줄일 수 있어 빠른 속도에서 핸드오버가 일어났을 때 패킷 손실이 발생하는 FMIPv6의 문제점을 해결할 수 있다. 향후 연구는 설계한 트래픽 제어 메커니즘의 성능을 평가 할 예정이다.

[참고문헌]

- [1] Fast Handovers for Mobile IPv6 draft-ietf-mobileip-fast-mipv6-06.txt, IETF Internet Draft, 10. 2003
- [2] 김학용, "QoS 기술의 이해", 네트워크 매니아즈 기술문서, Feb. 2003
- [3] 정희영, 민재홍, "Mobile IP에서 빠른 핸드오프 지원기술 표준화 동향", 주간기술동향, 7. 2002
- [4] Sunder Lyer, Rui Zhang, Nick McKeown, "Routers with Single Stage of Buffering," ACM, pp 251-264, 2001
- [5] 김학용, "QoS Terminology in IP Networks," 네트워크 매니아즈 기술문서, April. 2003
- [6] Using the Flow Label Field in IPv6, IETF Information 1809, RFC 1809, 1995. June
- [7] Fast Handovers for Mobile IPv6 draft-ietf-mobileip-fast-mipv6-07.txt, IETF Internet Draft, Oct. 2003
- [8] Xavier Perez Costa, Ralf Schmitz, Hannes Hartenstein, Marco Liebsch, "A MIPv6, FMIPv6 and HMIPv6 handover latency study: analytical approach," ACM, 2002