

FMIPv6에서 QoS를 고려한 트래픽 제어 메커니즘의 평가

진금식[○], 김재영, 정선화, 박석천
경원대학교 소프트웨어 학부
scpark@kyungwon.ac.kr

Evaluation of Traffic Control Mechanism with QoS in FMIPv6

Keum-Sik Jin[○], Jae-Young Kim, 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 설계하고 평가하였다.

1. 서론

최근 인터넷 기술의 발전으로 데이터의 용량은 커지고 전송속도도 빨라지고 있다. IPv6에 이동성을 제공하는 MIPv6는 기존 Mobile IP의 문제점을 해결하였으며 기존에는 제공하지 못했던 QoS나 보안관련 기타 서비스들을 가능하게 한다. 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.

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

2. 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[1][2][3].

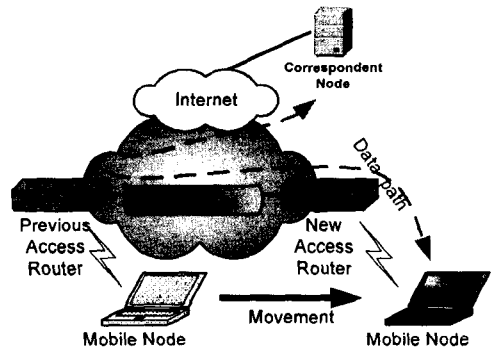


그림 1. FMIPv6의 기본 구조

FMIPv6의 동작 절차는 먼저 MN이 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.

3. 트래픽 제어 메커니즘

3.1 QoS를 고려한 트래픽 제어 메커니즘의 설계

본 논문에서 FMIPv6의 2계층 Handover의 동작 절차 중에 발생하는 패킷 손실을 줄이기 위하여 제안한 WFQ 스케줄링 알고리즘은 다음과 같다[4][5][6].

- ① PAR에서 L2-LD 메시지를 확인한다.
- ② L2-LD 발생하면서 FBU가 수신하지 않았을 경우에는 선형 모드 방식으로 PAR에서 WFQ 스케줄링에서 해당 MN과 관련된 패킷의 가중치를 최소화할 수 있다.
- 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.

선형 모드와 후처리 모드의 구분은 PrRtAdv 메시지 이후에 발생하는 L2 트리거와 FBU의 수신여부에 따라 구분한다. 해당 L2 트리거가 L2-LU이거나 L2-LD이면서 FBU를 받은 경우는 PAR과 MN은 연결이 유지되어 있는 상황이므로 선형 모드를 수행하게 된다.

L2-LD 트리거 수신시 FBU 수신에 없는 경우에는 PAR과 MN은 연결이 끊어지고 NAR과의 연결이 이루어진 상황이므로 고속의 이동이 이루어진 상황이며 이에 후처리 모드가 수행하게 된다. 후처리 모드의 동작 절차는 그림 2와 같이 설계하였다.

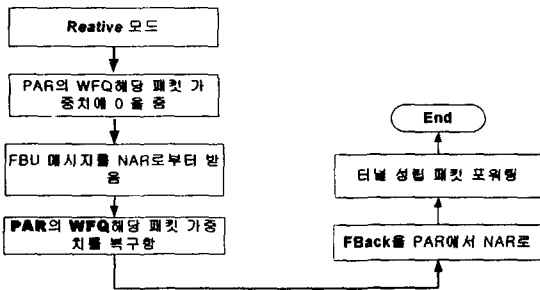


그림 2. 후처리 모드의 동작 절차

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 가중치를 변경하는 트래픽 제어 메커니즘을 수행하게 된다.

이 기능을 사용하게 되면 가중치가 최소가 되어 패킷

의 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 기능 외에 PAR에서 스케줄링을 제어하는 기능을 추가하였다. 그 기능은 FBU를 수신시 PAR에서 변경된 스케줄링이 이전 상태로 복구가 되는 것이다.

3.2 설계한 메커니즘의 패킷 처리 및 동작

그림 3과 같이 라우터 내에서 스케줄링된 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.

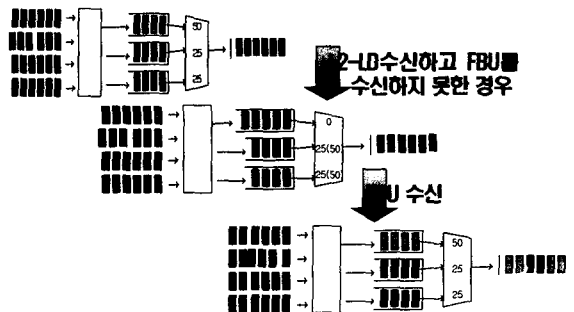


그림 3. 예측되는 스케줄링

제안한 방식은 MIPv6와 호환성을 유지하면서 기존의 프로토콜을 확장시킨 형태로서 스케줄링시 FMIPv6내의 메시지를 통하여 라우터에서 패킷의 가중치를 조절함으로써 패킷의 흐름을 조절하여 핸드오버시 발생하는 시간 동안에 발생하는 패킷 손실을 줄일 수 있다.

4. 트래픽 제어 메커니즘의 성능 평가

4.1 성능 평가 모델

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

4.1.1 망구조

전체 망 구성은 그림 4와 같이 구성되었고, MN은 CN으로부터 AR(PAR 또는 NAR)를 거쳐 패킷을 수신하며 MN은 PAR에서 NAR로 이동한다고 가정한다.

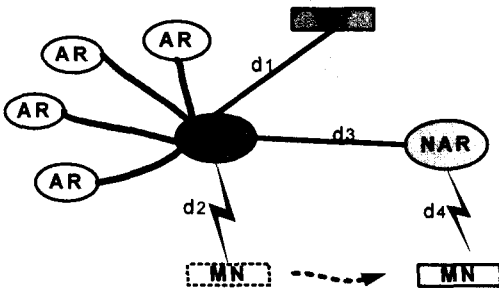


그림 4. 전체적인 망 구조

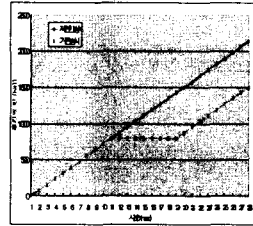


그림 5. 패킷 손실 수

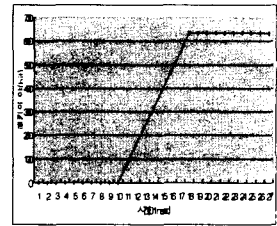


그림 6. 패킷 손실 차이

5. 결론

4.1.2 시나리오

하나의 MN이 고속 이동하면서 L2 트리거나 메시지 제어기가 없는 WFQ 스케줄링과 같은 방식을 통하여 패킷을 수신하였을 때의 경우와 다른 하나는 MN이 고속 이동하면서 WFQ 방식을 사용한 후 L2 트리거와 MN에서의 FBU 메시지를 통하여 AR를 제어하여 패킷을 수신함으로써 발생하는 패킷 손실량 두 가지를 비교한다.

4.2 제안한 트래픽 제어 메커니즘의 성능 평가

본 논문은 수식을 성능 평가하기 위하여 다양한 변화요인 최소화할 위해 M/M/1/K의 제한된 구간에서 동작하는 것과 패킷의 속도와 전송매체에 따른 패킷의 손실이 일정한 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

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

설정된 표 1의 입력 파라미터 값을 가지고 시간에 따라서 누적되는 패킷의 양은 계산한 결과는 그림 5와 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 차이는 그림 6과 같다. 후처리 모드에서 핸드오버시 기존의 방식은 PAR에서 패킷의 손실이 발생하지만 제안한 방식은 패킷이 지속적으로 전송 받음으로써 패킷 손실이 없음을 확인할 수 있다.

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

최근 인터넷 사용자 수의 증가와 더불어 이동 인터넷의 이용에 대한 요구도 계속 증가하고 있다. IPv6에 이동성을 제공하는 MIPv6는 기존 IPv4기반의 Mobile IP의 문제점을 해결하였으며 기존에는 제공하지 못했던 QoS 나 보안관련 기타 서비스들을 가능하게 한다.

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 빠른 속도에서 핸드오버가 일어나는 FMIPv6의 기초 연구 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

[참고문헌]

- [1] Fast Handovers for Mobile IPv6 draft-ietf-mobileip-fast-mip6-06.txt, IETF Internet Draft, 10. 2003.
- [2] 정희영, 민재홍, "Mobile IP에서 빠른 핸드오버 지원 기술 표준화 동향", 주간기술동향, 7. 2002.
- [3] Using the Flow Label Field in IPv6, IETF Information 1809, RFC 1809, Jun. 1995.
- [4] 김학용, "QoS 기술의 이해", 네트워크 매니아즈 기술문서, Feb. 2003.
- [5] 김학용, "QoS Terminology in IP Networks," 네트워크 매니아즈 기술문서, Apr. 2003.
- [6] Sunder Lyer, Rui Zhang, Nick McKeown, "Routers with Single Stage of Buffering," ACM, pp 251-264, 2001.