

비디오 스트리밍 서비스를 위한 mSCTP 기반 수직 핸드오버 메커니즘

장문정^{0*}, 이미정^{*}, 이윤주^{**}

이화여자대학교^{*}, 한국전자통신연구원^{**}

mjchang@ewhain.net^{0*}, lmj@ewha.ac.kr^{*}, yilee@etri.re.kr^{**}

mSCTP based Vertical Handover Mechanism

for video streaming services in Heterogeneous networks

Moonjeong Chang^{0*}, Meejeong Lee^{*}, Yoonju Lee^{**}

Ewha Womans University^{*}, ETRI^{**}

요 약

본 논문에서는 오버레이 네트워크 환경에서 비디오 스트리밍 서비스의 성능을 향상시키기 위한 수직 핸드오버 메커니즘을 제안한다. 본 논문에서는 error propagation 문제를 완화함으로써 비디오 스트리밍 서비스의 성능을 향상시킨다. 이를 위해 프레임들의 전송 경로를 유형별로 분리하고, 프레임들의 손실률을 최소화하는 재전송 정책을 사용하며, forced 수직 핸드오버 시 멀티캐스팅 방법을 사용하였다. 또한 stability period 정의하여 핑퐁 현상이 전송성능에 미치는 영향을 줄였다. 시뮬레이션을 통해 제안하는 방안이 error propagation 문제를 개선함으로써 이동 사용자에게 끊임없는 비디오 스트리밍 서비스를 제공할 수 있었다.

1. 서 론

차세대 네트워크 환경은 다양한 특성을 가진 서로 다른 무선 액세스 네트워크들이 오버레이 형태로 구성된다. 또한 MT(MT)은 이러한 다양한 무선 액세스 네트워크들에 접속하기 위하여 여러 개의 인터페이스를 가질 것이다. 이와 같은 환경에서 이동하는 사용자에게 최적의 서비스를 제공하기 위해서는 효율적인 수직 핸드오버 기술은 필수적이다 [1].

한편 MPEG-4 표준[2]은 인터넷에서 멀티미디어 스트리밍을 위한 가장 인기 있는 형식이다. 이 코딩방식은 3가지 다른 유형(I, P, B 프레임)의 프레임으로 구성된다. I 프레임은 독립적인 반면, P와 B 프레임은 I 프레임에 의존한다. 그러므로 I 프레임이 손실되는 경우, 손실된 I 프레임에 의존하고 있는 P와 B 프레임은 MT이 수신을 하더라도 손실된 것과 동일하게 다루어진다. 이러한 현상을 error propagation 문제라고 하며, 무선링크에 비해 상대적으로 오류율이 높은 무선링크를 통한 통신을 하는 경우 이 문제가 성능에 미치는 영향은 커진다. 게다가 이 문제는 다양한 특성을 가진 무선 액세스 네트워크들로 구성되는 차세대 네트워크 환경에서 끊임없는 서비스를 제공하기 위해서 가장 우선적으로 해결되어야 한다 [3].

이에 본 논문에서는 오버레이 네트워크 환경에서 인터랙티브 비디오 스트리밍 서비스를 위한 끊임없는 수직 핸드오버 방안을 제안한다. 이를 위해 제안하는 방안에서는 오버레이 네트워크 환경에 가장 적합한 수직 핸드

오버 방안으로 고려되고 있는 mSCTP [4, 5, 6]를 기반으로 하며, 손실된 프레임들의 재전송 시도 횟수를 최대한 줄이도록 error propagation 문제를 해결한다. 또한 forced VHO에서 항상 발생하는 데이터 손실을 막기 위해 멀티캐스팅 방안을 이용한다. 제안하는 방안은 오버레이 네트워크 환경에서 MT가 2개 이상의 액세스 네트워크에 액세스 가능한 경우에 수행된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장의 서론에 이어 2장에서는 제안하는 수직 핸드오버 방안에 대해서 자세히 설명한다. 3장에서는 시뮬레이션 수행 결과를 통해 그 성능을 비교하며 마지막으로 4장에서는 결론을 맺는다.

2. 제안하는 방안

2.1 전송 경로의 분리 및 재전송 정책

MT에게 고품질의 비디오 서비스를 끊임없이 제공하기 위해서는 핸드오버 횟수를 최소화하고 error propagation 문제를 해결해야 한다. 이에 제안하는 방안에서는 I 프레임의 전송경로와 P와 B 프레임의 전송경로를 분리하여 오버레이 네트워크에 비해 상대적으로 데이터 전송률이 높은 언더레이 네트워크로 I 프레임을 전송하고, 오버레이 네트워크로 P와 B 프레임을 전송한다. 오버레이 네트워크 환경에서는 중단 간 데이터 전송지연이 긴 오버레이 네트워크가 중단 간 데이터 전송지연이 짧은 언더레이 네트워크에 비해 상대적으로 전송범위가 넓다. 따라서 제안하는 방안에서 송신노드는 액세스 가능한 네트워크들 중에서 실행 중인 응용에 의해 제한되는 중단 간 데이터 전송지연과 대역폭을 만족하는 네트워크들을 중단 간 전송지연을 기준으로 순서화한다. 제

본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 육성·지원사업의 연구결과로 수행되었음.

안하는 방안의 송신노드는 중단 간 전송지연이 가장 긴 네트워크로 P와 B 프레임 전송함으로써 핸드오버 횟수를 줄이며, 가장 중단 간 전송지연이 짧은 네트워크로 I 프레임을 전송함으로써 error propagation 문제를 완화한다. I 프레임은 P와 B 프레임에 비해 상대적으로 데이터 크기가 크며, I 프레임의 손실이 성능에 미치는 영향이 매우 크기 때문에 중단 간 전송지연이 가장 짧은 네트워크로 전송함으로써 실행 중인 응용이 제한하는 중단 간 전송지연 내에 재전송 시도횟수를 증가시켜 재전송 성공 확률을 최대화하며, 중단 간 전송지연이 짧은 언더레이 네트워크는 대역폭이 크기 때문에 I 프레임의 전송 간격을 줄임으로써 고품질의 비디오 서비스를 제공할 수 있다. 또한 P와 B 프레임이 손실되더라도 이 프레임들을 I 프레임이 전송되는 경로를 통해 재전송함으로써 실행 중인 응용이 제한하는 중단 간 전송지연 내에 재전송이 성공할 수 있도록 재전송 시도횟수를 최대화한다. 제안하는 방안에서 송신노드가 손실된 프레임을 재전송할지의 여부는 그 프레임의 라이프 타임에 의해 결정된다. 제안하는 방안에서 라이프 타임을 계산하는 방법은 [3]에서 제안된 방법을 이용한다.

또한 제안하는 방안에서는 대역폭이 상대적으로 큰 언더레이 네트워크를 이용하는 경우 GOP 크기를 줄임으로써 I 프레임이 언더레이 네트워크로 자주 전송되어 언더레이 네트워크의 자원 활용도를 높일 뿐만 아니라 비디오의 품질도 향상시킬 수 있다.

2.2 제안하는 force VHO 방안

Force VHO는 반드시 수직 핸드오버를 수행해야 하는 경우이다. 즉 송신노드는 수직 핸드오버 사실을 인지하고 새로운 네트워크로 데이터 패킷을 전송할 때까지, 이전 네트워크로 데이터 패킷을 계속 전송하므로 송신노드가 이전 네트워크로 전송한 데이터 패킷을 MT가 이전 네트워크를 완전히 벗어나기 전에 모두 받을 가능성은 매우 희박하다. 그러므로 forced 핸드오버의 경우 항상 데이터 패킷손실이 발생한다. 이에 제안하는 방안에서는 force VHO에서 발생하는 I 프레임 손실로 인해 발생하는 error propagation 문제를 해결하기 위해서 멀티캐스팅 방법을 사용한다. MT는 미리 정해진 어떤 임계값을 기준으로 현재 통신 중인 언더레이 네트워크의 전파세기가 이 임계값보다 낮아지는 경우 송신노드에게 멀티캐스팅을 하도록 알린다. 이를 위해 제안하는 방안에서는 새로운 ASCONF 파라미터인 MULTICAST를 정의한다. 즉 MT는 송신노드에게 MULTICAST ASCONF 청크를 전송함으로써 멀티캐스팅을 수행하도록 알린다. 또한 멀티캐스팅을 트리거하는 임계값은 [4]에서 제안하는 계산을 통해서 구하는데, 이 값은 통신 가능한 전파세기보다는 큰 값을 가져야 하며, 송신노드가 MULTICAST ASCONF 청크를 받기 전에 언더레이 네트워크로 전송한 I 프레임을 이동노드가 언더레이 네트워크를 완전히 벗어나기 전에 수신할 수 있는 값이어야 한다.

2.3 Stability period

제안하는 방안에서는 전송성능에 영향을 미치는 핑퐁 현상을 최소화하고, 액세스 가능한 네트워크에서의 이용

가능한 대역폭과 RTT를 측정하기 위해 stability period를 두었다. 제안하는 방안에서는 MT와 송신노드 모두에 안정타이머를 설정한다. 즉, MT가 새로운 액세스 네트워크를 감지하는 경우 혹은 액세스 가능한 네트워크가 더 이상 액세스 가능하지 않은 경우에 stability timer를 설정한다. MT는 stability period 동안 해당 언더레이 액세스 네트워크로부터 받는 전파세기를 모니터링한 후 해당 언더레이 액세스 네트워크의 안정성 여부를 판단하고, 판단 결과를 송신노드에게 알린다. 이를 위해 제안하는 방안에서는 새로운 ASCONF 파라미터인 ACTIVE와 INACTIVE 파라미터를 정의한다. 즉 MT는 해당 액세스 네트워크의 전파세기의 안정성 여부를 판단하고 안정한 경우에는 ACTIVE ASCONF 청크를, 그렇지 않은 경우에는 INACTIVE ASCONF 청크를 송신노드에게 전송함으로써 해당 액세스 네트워크의 안정성 여부를 알린다. 또한 INACTIVE ASCONF 청크를 전송하는 경우에는 MT는 항상 stability timer를 시작한다.

한편 송신노드에서의 stability period은 액세스 가능한 네트워크에서의 이용 가능한 대역폭과 RTT를 측정하기 위한 목적으로 사용된다. 그러므로 stability period 동안 액세스 가능한 각 네트워크에서의 이용 가능한 대역폭과 RTT를 측정하여 stability period가 종료되었을 때, 수직 핸드오버의 수행여부를 각 네트워크의 이용 가능한 대역폭과 RTT를 비교함으로써 판단하게 된다.

제안하는 방안에서는 액세스 가능한 각 네트워크에서의 대역폭과 RTT를 측정하기 위해 [7]에서 제시한 방법을 사용한다. 제안하는 방안에서 송신노드는 HB 청크 두 개를 동시에 전송하고, 이 두 개에 대한 HB-ACK 청크를 모두 받는 즉시 새로운 HB 청크 두 개를 동시에 전송하는 방식을 사용한다. 또한 HB 청크의 재전송 타이머의 값은 타임아웃 발생 횟수와 관계없이 항상 일정 값을 유지하며 이 때 타임아웃 값은 중단 간 전파지연을 고려하여 설정한다. 이와 같이 제안하는 방안에서는 stability period 동안에만 HB청크를 사용하여 이용 가능한 대역폭과 RTT를 측정함으로써 HB청크 오버헤드를 줄인다.

2.3 제안하는 방안의 동작절차

그림 1은 제안하는 방안의 동작절차를 보여준다. MT는 3G에서 WLAN으로, 다시 3G로 이동한다. MT가 3G를 통해 통신하는 중에 WLAN을 감지하면, MT는 송신노드에게 ADDIP ASCONF 청크를 전송하여 새로 감지한 WLAN에서의 IP 주소를 mSCTP 어소시에이션에 추가하도록 한다. MT는 ADDIP ASCONF chunk를 전송함과 동시에 자신의 stability timer를 시작한다. MT는 stability period 동안 WLAN 전파세기의 안정성 여부를 판단하고 안정하다고 판단되면, ACTIVE ASCONF chunk를 송신노드에게 전송한다. 한편 송신노드는 MT로부터 ADDIP ASCONF chunk를 수신하면 자신의 stability timer를 시작한다. 송신노드는 stability period 동안 WLAN의 RTT와 이용 가능한 대역폭을 측정하고 stability timer가 만료되면 중단 간 지연시간이 짧은 WLAN으로 I 프레임의 전송경로를 변경한다. 송신노드는 변경된 사실을 Set Primary IP

ASCONF chunk를 통해 MT에게 알려주며, 이 경우 I 프레임과 번들링되어 전송된다. 또한 송신노드는 GOP 크기를 줄여 전송한다.

MT가 현재 통신 중인 WLAN의 전파세기가 멀티캐스트 트리거링 임계값보다 낮아지는 경우 MT는 송신노드에게 MULTICAST ASCONF chunk를 전송한다. 이 청크를 받은 송신노드는 3G와 WLAN에 모두 동일한 I 프레임을 전송하기 시작한다. MT가 이동하여 WLAN을 벗어나 더 이상 액세스가 불가능해지면, MT는 INACTIVE ASCONF 청크를 송신노드에게 전송하고 다시 stability period를 갖는다. Stability period 후 MT는 WLAN의 액세스 가능 여부를 판단하는데, 만약 액세스가 가능하지 않다고 판단되면 DELETEIP ASCONF chunk를 송신노드에게 전송한다. 한편 송신노드는 MT로부터 INACTIVE ASCONF 청크를 받으면 역시 stability period를 가지고, 이 기간 후 WLAN이 더 이상 액세스 가능하지 않으면 3G로만 I 프레임을 전송한다. 송신노드는 이를 MT에게 알리기 위해서 Set Primary IP ASCONF 청크와 I 프레임을 번들링해서 전송한다. 만약 액세스가 여전히 가능하고, 멀티캐스트 임계값보다 더 높은 전파세기를 가진다면, 멀티캐스팅을 그만하고, WLAN으로만 I 프레임을 전송하기 시작한다.

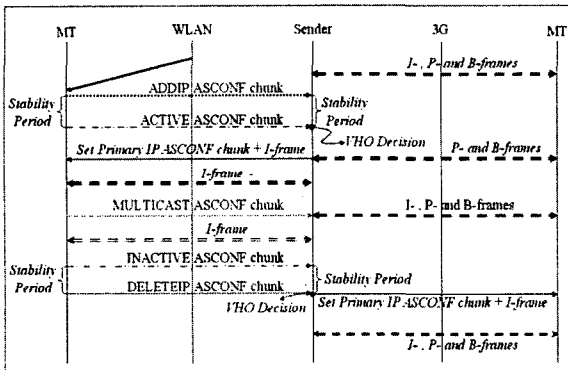


그림 1 제안하는 방안의 동작절차

3. 시뮬레이션

시뮬레이션을 통해 제안하는 방안의 성능을 평가하기 위하여 mSCTP를 사용하는 경우를 비교하였다. mSCTP는 WLAN이 이용 가능할 때마다 I, P와 B 프레임 모두를 핸드 오버 한다. 시뮬레이션은 NS-2[8]로 구현하였으며, 시뮬레이션을 위한 네트워크 모델은 그림 2와 같다. MT가 3G와 WLAN 모두 액세스 가능할 동안에만 WLAN 무선 링크의 패킷 손실률을 10%로 설정하였다. 또한 playout 지연시간은 20ms로 하였다.

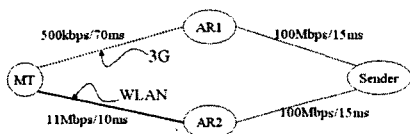


그림 2 시뮬레이션 네트워크 모델

그림 3은 MT가 WLAN에 머무는 동안 각 GOP 별로 MT에서 받은 프레임 수를 나타낸 것이다. 제안하는 방안은 mSCTP에 비해 error propagation 문제를 완화함으로써 더 좋은 성능을 보임을 알 수 있다.

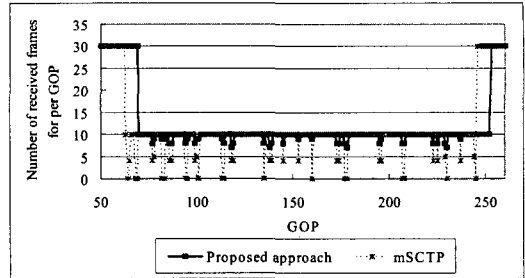


그림 3 MT가 받은 프레임 수 vs. GOP

4. 결론 및 추후연구

본 논문에서는 오버레이 네트워크 환경에서 인터랙티브 비디오 스트리밍 서비스를 위한 끊임없는 수직 핸드 오버 방안을 제안한다. 제안하는 방안에서는 중단 간 이동성 지원 방안인 mSCTP를 기반으로 하여 error propagation 문제를 해결한다. 이를 위해 손실된 프레임들의 재전송 시도 횟수를 실행 중인 응용이 제한하고 있는 중단 간 전송지연 내에서 최대화함으로써 재전송 성공률을 높였다. 또한 forced VHO에서 항상 발생하는 데이터 손실을 막기 위해 멀티캐스팅 방안을 이용함으로써 끊임없는 핸드오버를 수행한다. 시뮬레이션을 통해서 제안하는 방안이 error propagation 문제를 해결함으로써 끊임없는 서비스를 이동 사용자에게 제공할 수 있다.

추후, 인터랙티브 비디오 스트리밍 서비스의 성능을 최적화하는 stability timer 값과 GOP 크기에 대한 연구를 진행하고자 하며, 다양한 시나리오에서 성능평가를 해보고자 한다.

참고문헌

- [1] J. McNair and F. Zhu, "Vertical Handoffs in Forth-Generation Multinetwork Environments," IEEE Wireless Communications, Jun. 2004.
- [2] International Organization for Standardization, Overview of the MPEG-4 Standard, Dec. 1999.
- [3] Ahmed Al. et al., "A Transport Level Unequal Error Protection Mechanism for Wireless Interactive Video," in Proc. of IEEE MILCOM 2004.
- [4] M. Chang, et al., "Transport Layer Mobility Support Utilizing Link Signal Strength Information," IEICE Transaction on Communications, Vol.E87-B, No.9 pp.2548~2556, Sep. 2004.
- [5] M. Riegel and M. Tuexen, "Mobile SCTP," draft-reigel-tuexen-mobile-sctp-06.txt, Mar. 2006.
- [6] S. Koh, et al., "mSCTP for Soft Handover in Transport Layer," IEEE Communications Letters, Vol. 8, No. 3, Mar. 2004.
- [7] S. Kashiwara, et al., "Path Selection Using Active Measurement in Multi-Homed Wireless Networks", in Proc. Of IEEE SAINT, Jan. 2004.
- [8] <http://www.isi.edu/ns>