

이질 망에서의 전송성능 향상을 위한 mSCTP 기반 수직 핸드오버 메커니즘

장문정^o, 이미정^{*}, 이윤주^{**}

이화여자대학교^{*}, 한국전자통신연구원^{**}

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

mSCTP based Vertical Handover Mechanism

for Improving Performance in Heterogeneous networks

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

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

요 약

오버레이 네트워크 환경에서 이동 사용자에게 최적의 서비스를 제공하기 위해서 효율적인 수직 핸드오버 기술은 필수적이다. 이에 본 논문에서는 비실시간 응용의 성능을 최대화할 수 있는 중단 간 이동성 지원 방안을 기반으로 한 수직 핸드오버 메커니즘을 제안하였다. 본 논문의 특징은 먼저 수직 핸드오버 트리거링 방법과 수직 핸드오버 결정 규칙을 정의하였고, 비실시간 응용의 성능을 최대화하는 새로운 혼잡제어 메커니즘을 제안하였다. 마지막으로 핑퐁 현상이 전송성능에 미치는 영향을 줄이기 위하여 stability period 정의하였다. 추후 시뮬레이션을 통해 제안하는 방안의 성능을 평가하고자 한다.

1. 서 론

차세대 네트워크 환경은 다양한 특성을 가진 서로 다른 무선 액세스 네트워크들이 오버레이 형태로 구성된다. 또한 이동단말들은 이러한 다양한 무선 액세스 네트워크들에 접속하기 위하여 여러 개의 인터페이스를 가질 것이다. 이와 같은 환경에서 이동하는 사용자에게 최적의 서비스를 제공하기 위해서는 효율적인 수직 핸드오버 (VHO) 기술은 필수적이다[1]. 지금까지 다양한 계층에서 수직 핸드오버 방안이 제안되었다. 그 중, 트랜스포트 계층에서의 수직 핸드오버 방안은 이동성 지원을 위해 특별한 네트워크 엔터티를 요구하지 않으며, 중단 간에 이동성 지원을 위한 메시지 교환이 이루어지므로 다양한 특성을 가지는 네트워크 사이에서의 수직 핸드오버 수행 절차가 간단하다. 또한 트랜스포트 계층에서 사용자의 이동으로 인한 데이터 경로 변경을 명시적으로 인지할 수 있으므로 이동에 대해 최적화된 트랜스포트 계층 혼잡 및 오류제어를 제공할 수 있다. 그러므로 트랜스포트 계층에서의 수직 핸드오버 방안은 다양한 무선 액세스 네트워크들로 구성되는 오버레이 네트워크 환경에 가장 적합한 핸드오버 방안으로 고려되고 있다.

대표적인 트랜스포트 계층 VHO 방안으로 mSCTP[2, 3, 4]를 사용하는 방안이 있다. 그러나 mSCTP를 기반으로 한 VHO 방안을 제시한 [5, 6]에서는 VHO 트리거링 규칙과 VHO 결정 규칙들을 명시적으로 정의하지 않았으며, 이동단말 (MT) 에서 실행 중인 응용의 특성을 고려하지 않고 오직 단말에서 수신하는 전파세기의 변화로만 VHO의 수행여부를 결정한다.

비실시간 응용의 특성은 VHO 동안 발생하는 데이터 패킷의 손실을 최소화하고 손실된 데이터 패킷을 복구하는데 걸리는 시간을 최소화해야 한다. 또한 사용자 측면에서는 처리율이 높을수록 사용자의 만족도가 높아진다는 특성을 가진다. 이에 제안하는 방안에서는 비실시간 응용의 특성을 고려한 효율적인 트랜스포트 계층에서의 VHO 방안을 제안한다. 이를 위해 제안하는 방안은 [2]에서 제안한 mSCTP 방안을 기반으로 VHO의 수행여부를 결정하는 규칙과 VHO를 수행하게 되는 경우 여러 개의 액세스 가능한 망들 중에서 비실시간 응용의 전송성능을 최대화할 수 있는 최적의 망을 선택하는 VHO 결정 규칙을 정의한다. 또한 핸드오버 동안 손실되는 데이터 양과 손실된 데이터를 복구하는데 걸리는 시간을 최소화하는 새로운 혼잡제어 메커니즘을 제안하였다. 마지막으로 제안하는 방안에서는 stability period를 두어 핑퐁 현상이 전송성능에 미치는 영향을 줄였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장의 서론에 이어 2장에서는 제안하는 VHO 방안에 대해서 자세히 설명한다. 마지막으로 3장에서 결론을 맺는다.

2. 제안하는 방안

2.1. 수직 핸드오버 트리거링 규칙

오버레이 네트워크 환경에서는 3G망과 같은 데이터 전송률이 낮은 오버레이 네트워크의 커버리지가 WLAN과 같이 데이터 전송률이 높은 언더레이 네트워크의 커버리지를 포함하고 있기 때문에 MT가 오버레이 네트워크에서 언더레이 네트워크로 이동하는 경우 MT는 오버레이 네트워크로부터 받는 전파세기의 강약으로 언더레이 네트워크로의 핸드오버 수행 여부를 판단할 수 없다.

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

또한 MT가 언더레이 네트워크에서 오버레이 네트워크로 이동하는 경우에도 오버레이 네트워크는 항상 액세스 가능한 망이므로 오버레이 네트워크로부터 받는 전파세기의 강약으로는 오버레이 네트워크로의 핸드오버 수행 여부를 판단할 수 없다. 그러므로 MT는 언더레이 네트워크로부터 수신하는 전파세기의 강약으로 핸드오버 수행 여부를 판단해야 한다. 또한 비실시간 응용의 전송성능을 향상시키기 위해서는 가능한 한 데이터 전송률이 높은 언더레이 네트워크의 활용률을 최대화하여야 한다. 이를 위해 제안하는 방안에서 MT는 새로운 언더레이 네트워크에 액세스가 가능하자마자, 혹은 통신 중인 언더레이 네트워크에 액세스가 불가능할 때 VHO를 트리거한다. 제안하는 방안에서는 언더레이 네트워크의 액세스 가능 여부를 MT가 2계층에서 수신하는 전파의 세기로 판단하며, 이 때 기준이 되는 임계 전파세기는 [2]에서 정의된 전파세기를 사용한다.

2.2 수직 핸드오버 결정 규칙

제안하는 방안에서는 송신노드가 액세스 가능한 네트워크들 중에서 비실시간 응용의 성능을 최대화할 수 있는 가장 최적의 네트워크를 선택한다. 이를 위해 제안하는 방안에서는 이용 가능한 대역폭이 가장 큰 네트워크를 선택한다. 선택된 네트워크의 이용 가능한 대역폭이 현재 통신하고 있는 네트워크의 대역폭보다 클 경우 VHO를 수행한다. 또한 현재 통신하고 있는 네트워크의 대역폭과 선택된 네트워크의 대역폭이 동일한 경우에는 선택된 네트워크의 RTT가 현재 통신하고 있는 네트워크의 RTT보다 더 작은 경우에 VHO를 수행한다. 만약 현재 통신 중인 네트워크가 더 이상 액세스 가능하지 않는 경우에는 현재 통신 중인 네트워크를 제외하고 액세스 가능한 네트워크들 중에서 이용 가능한 대역폭이 가장 큰 네트워크를 선택하여 VHO를 수행한다.

2.3 이용 가능한 대역폭과 RTT를 측정하는 방법

제안하는 방안에서는 전송성능에 영향을 미치는 핑퐁 현상을 최소화하고, 액세스 가능한 네트워크에서의 이용 가능한 대역폭과 RTT를 측정하기 위해 stability period를 둔다. 이를 위해 MT와 송신노드 모두에 stability timer를 설정한다. MT는 새로운 언더레이 네트워크를 감지하거나 현재 언더레이 네트워크가 더 이상 액세스 가능하지 않은 경우에 stability timer를 설정한다. MT는 stability period 동안 해당 언더레이 네트워크로부터 받는 전파세기를 모니터링한 후 해당 언더레이 네트워크의 안정성 여부를 판단하고, 판단 결과를 송신노드에게 알린다. 한편 송신노드에서의 stability period는 액세스 가능한 네트워크에서의 이용 가능한 대역폭과 RTT를 측정하기 위한 목적으로 사용된다. 그러므로 stability period 동안 현재 통신하고 있는 네트워크를 제외하고 액세스 가능한 각 네트워크에서의 이용 가능한 대역폭과 RTT를 측정하여 stability period가 종료되었을 때, VHO의 수행 여부를 각 네트워크의 이용 가능한 대역폭과 RTT를 비교함으로써 판단하게 된다.

제안하는 방안에서는 액세스 가능한 각 네트워크에서의 대역폭과 RTT를 측정하기 위해 [7]에서 제시한 방법

을 사용한다. 제안하는 방안에서 송신노드는 HB 청크 두 개를 연속적으로 전송하고, 이 두 개에 대한 HB-ACK 청크를 모두 받는 즉시 새로운 HB 청크 두 개를 전송하는 방식으로 전송한다. 또한 HB 청크의 재전송 타이머의 값은 타임아웃 발생 횟수와 관계없이 항상 일정 값을 유지하며 이 때 타임아웃 값은 종단 간 전파 지연을 고려하여 설정한다. 이와 같이 제안하는 방안에서는 stability period 동안에만 HB 청크를 사용하여 이용 가능한 대역폭과 RTT를 측정함으로써 HB 청크 오버헤드를 줄인다.

2.4 비실시간 응용에 최적화된 혼잡 제어 메커니즘

제안하는 방안에서는 stability period를 둬으로써 핑퐁 현상으로 인한 성능 저하는 최소화하나 이 기간 동안 송신노드는 데이터 전송을 멈추거나 전송률이 낮은 네트워크를 통해 데이터를 전송함으로써 성능을 향상시키지 못한다. 이를 보상하기 위해 제안하는 방안에서는 송신노드가 새로운 네트워크로 데이터 패킷을 전송하는 경우 혼잡 윈도우 크기가 2인 슬로우 스타트 메커니즘을 수행하는 것이 아니라 새로운 네트워크의 이용 가능한 대역폭과 수신자 윈도우 크기를 고려하여 다음 식에 의해 초기 혼잡 윈도우 크기를 설정하고 슬로우 스타트 메커니즘을 수행한다. 이는 새로운 네트워크에서의 대역폭 이용률을 가능한 한 빨리 최대화함으로써 비실시간 응용의 전송성능을 향상시킨다.

$Initial\ cwnd$

$= MIN (available\ bw, receiver\ window\ size);$

2.4.1 Unforced VHO의 경우

종단 간 데이터 패킷이 전송되는 지연시간이 상대적으로 긴 네트워크에서 짧은 네트워크로 이동하는 경우로 송신노드가 VHO를 수행하여 새로운 네트워크로 데이터 패킷들을 전송하게 되면, 새로운 네트워크로 전송한 데이터 패킷들이 VHO 수행 전에 이전 네트워크로 전송한 데이터 패킷들보다 먼저 도착함으로써 불필요한 GAP-ACK을 가진 SACK 청크가 발생되고, 이로 인해 불필요한 빠른 재전송이 수행된다. 이는 비실시간 응용의 전송성능을 저하시키는 요인이 된다. 그러므로 제안하는 방안에서 송신노드는 VHO를 수행하게 되면, 현재 이전 경로로 전송한 데이터 중 ACK을 받지 못한 첫 번째 데이터부터 새로운 네트워크의 혼잡 윈도우 크기만큼 새로운 네트워크의 경로로 전송한다. 이 때 송신노드는 이전 경로로 전송한 데이터들 중 ACK을 받지 못한 데이터에 대해서는 손실로 간주하고 새로운 네트워크의 혼잡윈도우 크기를 계산함으로써 전송성능을 향상시킨다. 이와 같이 제안하는 방안은 동작함으로써 GAP-ACK을 가진 SACK 청크의 발생을 막아 불필요한 빠른 재전송이 수행되지 않도록 한다.

2.4.2 Forced VHO의 경우

종단 간 데이터 패킷이 전송되는 지연시간이 상대적으로 짧은 네트워크에서 긴 네트워크로 이동하는 경우로 반드시 VHO가 수행된다. 이 경우 송신노드는 VHO를 인지하고 새로운 네트워크로 데이터 패킷을 전송할 때까지

는 이전 네트워크로 데이터 패킷을 계속 전송하게 되는데, MT가 이전 네트워크를 벗어나기 전에 송신노드가 이전 네트워크로 전송한 데이터 패킷을 모두 받을 확률은 매우 희박하다. 그러므로 이 경우에는 항상 데이터 패킷 손실이 발생하며, 데이터 패킷의 최대 손실량은 이전 네트워크의 혼잡 윈도우 크기만큼이 된다. 이에 제안하는 방안에서는 VHO 동안 발생하는 데이터 패킷의 손실량을 줄이기 위해 VHO 동안 송신노드는 데이터 패킷의 전송을 멈춘다. 송신노드는 VHO 후, 새로운 네트워크로 계산된 혼잡 윈도우 크기만큼 손실된 첫 번째 데이터 패킷부터 전송한다.

2.5 제안하는 방안의 동작방식

제안하는 방안에서는 MT가 stability period 후 해당 네트워크로부터의 전파세기의 안정성 여부를 송신노드에게 알려주기 위해서 새로운 ASCONF 파라미터 (ACTIVE와 INACTIVE)를 정의한다. MT는 stability period 후 해당 네트워크로부터의 전파세기가 안정할 경우에는 ACTIVE ASCONF 청크를 송신노드에게 전송하고, 그렇지 않을 경우에는 INACTIVE ASCONF 청크를 송신노드에게 전송한다. 특히, MT가 INACTIVE ASCONF 청크를 송신노드에게 보는 경우에는 송신노드와 MT는 모두 stability timer를 설정한다.

그림 1은 MT가 3G망과 WLAN 간 이동하는 경우로 제안하는 방안의 VHO 방안의 동작절차의 예를 보여준다.

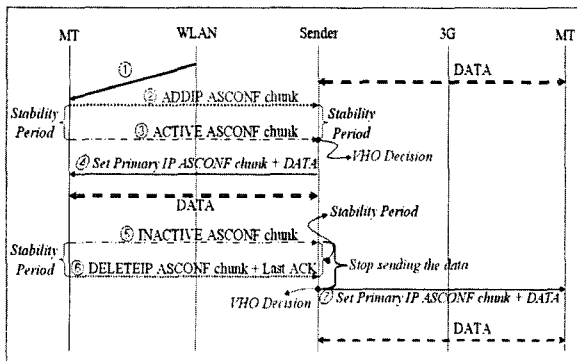


그림 1 제안하는 방안의 동작절차의 예

MT는 WLAN이 액세스 가능한 네트워크임을 감지하면 ADDIP ASCONF 청크를 송신노드에게 전송하고 stability timer를 설정한다. Stability period 후 MT는 WLAN의 상태가 안정정임을 판단하고 ACTIVE ASCONF 청크를 송신노드에게 전송한다. 한편 송신노드는 ADDIP ASCONF 청크를 받고 해당 mSCTP 어소시에이션에 WLAN 관련 정보를 추가한 후 stability timer를 설정한다. 송신노드는 stability period 동안 WLAN에서의 이용 가능한 대역폭과 RTT를 측정한다. 송신노드에서의 stability timer가 만료되면, 송신노드는 VHO 결정 규칙에 의해 대역폭이 큰 WLAN으로 VHO의 수행을 결정하고 WLAN으로 데이터 전송 경로를 변경한다. 송신노드는 데이터 전송경로가 변

경되었음을 Set Primary IP ASCONF 청크를 통해 MT에게 알려주며 이 때 전송할 차례의 데이터를 함께 번들링해서 전송한다.

MT가 WLAN에 더 이상 액세스 가능하지 않으면 MT는 INACTIVE ASCONF 청크를 송신노드에게 전송하고 stability timer를 설정한다. 송신노드는 MT로부터 INACTIVE ASCONF 청크를 받으면 stability timer를 설정하고, WLAN은 현재 통신 중인 네트워크이므로 데이터 패킷 전송을 멈춘다. MT에서 stability period 후에도 WLAN가 더 이상 액세스 가능하지 않으면 DELETEIP ASCONF 청크를 송신노드에게 전송한다. 이 때, MT는 마지막으로 받은 ACK 청크를 번들링해서 전송한다. 송신노드의 stability timer가 만료되면 WLAN이 더 이상 액세스 가능하지 않기 때문에 해당 mSCTP 어소시에이션에서 WLAN의 정보를 삭제하고, 3G망으로 데이터 경로를 변경한다. 송신노드는 데이터 전송경로가 변경되었음을 Set Primary IP ASCONF 청크를 통해 MT에게 알려주며 이 때 전송할 차례의 데이터를 함께 번들링해서 전송한다.

3. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 오버레이 네트워크 환경에서 비실시간 응용의 성능을 최대화할 수 있는 효율적인 트랜스포트 계층에서의 VHO 방안을 제안하였다. 본 논문의 특징은 다음과 같다.

- 1) VHO 트리거링 방법과 VHO 결정 규칙 정의,
- 2) 비실시간 응용의 성능을 최대화하는 새로운 혼잡 제어 메커니즘,
- 3) Stability period를 두어 핑퐁 현상이 전송성능에 미치는 영향을 줄임.

추후 NS-2 시뮬레이션을 통해 제안하는 방안의 성능을 기존 방안들과 비교분석하고, 비실시간 응용의 성능을 최적화하는 stability timer 값과 HB chunk의 재전송 타이머 값을 연구하고 이 값들을 정의하고자 한다.

참고문헌

[1] J. Mcnair and F. Zhu, "Vertical Handoffs in Forth-Generation Multinetwork Environments," IEEE Wireless Communications, Jun. 2004.
 [2] 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.
 [3] M. Riegal and M. Tuexen, "Mobile SCTP," draft-riegal-tuexen-mobile-sctp-06.txt, Mar. 2006.
 [4] S. Koh, et al., "mSCTP for Soft Handover in Transport Layer," IEEE Communications Letters, Vol. 8, No. 3, Mar. 2004.
 [5] L. Ma, et al., "A New Method to Support UMTS/WLAN Vertical Handover Using SCTP," IEEE Wireless Communications, Aug. 2004.
 [6] A. Hasswa, et al., "Performance Evaluation of a Transport Layer Solution for Seamless Vertical Mobility," International Conference on Wireless Networks, Communications and Mobile Computing, Jun. 2005.
 [7] S. Kashihara, et al., "Path Selection Using Active Measurement in Multi-Homed Wireless Networks", in Proc. Of IEEE SAINT, Jan. 2004.