

IPv6 네트워크에서의 WLAN 기반 트랜스포트 계층 이동성 지원 방안

장문정^o* 이미정^{*} 홍용근^{**} 박정수^{**}

^{*}이화여자대학교 ^{**}한국전자통신연구원

^{*}{mjchang^o, lmj}@ewha.ac.kr ^{**}{yghong, pjs}@etri.re.kr

Transport Layer Mobility Support Approach based on WLAN in IPv6 Networks

Moon-Jeong Chang^o* Mee-Jeong Lee^{*} Yong-Geun Hong^{**} Jung-Soo Park^{**}

^{*}Dept. of Communication Network, Ewha Womans University

^{**}Protocol Engineering Center, ETRI

요 약

차세대 인터넷 사용자들을 위해서는 이동하면서 연속적으로 인터넷에 접속하고 통신할 수 있도록 지원하는 것이 필수적이다. 현재까지 Mobile IP를 기점으로 다양한 네트워크 계층에서의 이동성 지원 프로토콜들이 제안되어 왔다. 그런데 최근에는 네트워크 계층에서의 이동성 지원과는 전혀 다른 접근 방식으로, 트랜스포트 계층에서 이동성을 지원하는 방안이 언급되고 있다. 트랜스포트 계층에서의 이동성 지원은 기존 네트워크 계층에서의 이동성 지원 방안처럼 코어 네트워크에 홈 에이전트나 외부 에이전트와 같은 특별한 엔티티들의 추가를 요구하지 않기 때문에 디플로이가 상대적으로 용이하며, 중단 간 이동성을 지원할 수 있기 때문에 네트워크 계층에서의 이동성 지원 방안에서 발생하는 터널링 오버헤드나 비효율적인 라우팅 문제를 피할 수 있다. 이에 본 논문에서는 차세대 인터넷 환경인 IPv6 네트워크에서 WLAN 기반의 트랜스포트 계층 이동성 지원 방안을 제안한다. 시뮬레이션을 통하여 제안하는 방안이 네트워크 계층에서의 이동성 지원과 대동한 성능을 보임을 확인하였고, 특히 이동 노드의 속도가 빠를 때, 새로운 네트워크에서의 IP 주소 획득 시간이 길 때, 네트워크 계층에서의 이동성 지원 방안보다 더 좋은 성능을 제공함을 볼 수 있었다.

1. 서 론

차세대 인터넷 사용자들을 위해서는 이동하면서 연속적으로 인터넷에 접속하고 통신할 수 있도록 지원하는 것이 필수적이다. 현재까지 Mobile IP[1]를 기점으로 다양한 네트워크 계층에서의 이동성 지원 프로토콜들이 제안되어 왔다. 네트워크 계층에서 이동성을 지원하면 트랜스포트 계층에서 사용자의 이동을 인식하지 않고 세션을 계속 진행할 수 있지만, 네트워크에 이동성 지원을 위한 특별한 엔티티를 두어야 하고 이로 인해 터널링이나 삼각라우팅 등의 오버헤드 및 비효율성이 발생한다 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. 그런데 최근에는 이와 같은 네트워크 계층에서의 이동성 지원과는 전혀 다른 접근 방식으로서 SCTP (Stream Control Transmission Protocol)[9, 10]나 DCCP (Datagram Congestion Control Protocol)[11]과 같이 새로운 트랜스포트 계층 프로토콜에서 이동성을 지원하는 방안이 언급되고 있다[12]. 이처럼 트랜스포트 계층에서의 이동성 지원은 코어 네트워크에 홈 에이전트나 외부 에이전트와 같은 특별한 엔티티들의 추가를 요구하지 않기 때문에 디플로이가 상대적으로 용이하며, 중단 간 이동성을 지원할 수 있기 때문에 네트워크 계층에서의 이동성 지원 방안에서 발생하는 터널링 오버헤드나 비효율적인 라우팅 문제를 피할 수 있다.

SCTP의 경우, 이동성 지원을 위한 확장 방안으로 mSCTP (mobile Stream Control Transmission Protocol)[13]가 제안되었다. mSCTP는 SCTP 커넥션의 한 종단점인 이동 노드가 이동함에 따라 그 IP 주소가 변경될 때, 동적으로 IP 주소를 추가/삭제함으로써 세션 진행 중에 그 커넥션에 매핑되는 종단점의 IP 주소를 동적으로 변경한다. 따라서 Mobile IP에서와 같은 홈/외부 에이전트 없이도 점대점 방식에 의해 이동해 간 새로운 위치로 데이터가 전송되도록 한다. 그러나 현재 mSCTP의 연구는 아주 초보적인 연구단계로, mSCTP 명세에서는 세

션 이동성을 지원하는 ADDIP와 DELETEIP 기능을 이용하기 위한 기본적인 요구사항과 제안들만 기술하고 있다. 즉 새로운 IP 주소를 추가하는 시점과 이전 IP 주소를 삭제하는 시점을 구체적으로 정의하지 않았고, 핸드오버 시에 CN (Correspondent Node)에서 데이터 전송 목적지를 변경하여야 하는데 언제 어떠한 기준에 의해 이를 변경할 것인지에 대하여 구체적으로 정의하지 않았다[13, 14]. 이와 같은 문제들이 정의되지 않고서는 현재 mSCTP는 이동성을 지원할 수 없다. 예를 들어, 데이터 전송 경로를 언제 변경하고 어떻게 선택하는 지에 대한 적당한 메커니즘을 정의하지 않는다면, 핸드오버 동안 진동 문제가 발생하여 심각한 성능 저하를 초래한다. 이에 본 논문에서는 차세대 인터넷 환경인 IPv6 네트워크에서 WLAN을 사용하는 경우, 이동 노드가 새로운 IP 주소를 추가하는 시점과 이전 IP 주소를 삭제하는 시점 및 데이터 전송 경로를 변경하는 시점을 결정하는 방안을 제안하였다. 또한 mSCTP는 트랜스포트 계층 프로토콜이므로 핸드오버 시 2계층 핸드오버 혹은 새로운 IP 주소 획득 등에 소요되는 지연이 길어지는 경우 트랜스포트 계층에서 이동을 감지할 수 있다는 점을 이용하여 성능 저하를 최소화할 수 있는 방안을 제안하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장의 서론에 이어 2장에서는 제안하는 방안에 대하여 자세히 설명한다. 3장에서는 시뮬레이션 수행 결과를 통해 그 성능을 네트워크 계층에서의 이동성 지원 방안들과 비교 분석하며 마지막으로 4장에서는 결론을 맺는다.

2. 제안하는 방안

제안하는 방안은 IPv6 기반의 차세대 인터넷 환경을 고려하고, 기존 네트워크 계층에서의 이동성 지원 방안과의 성능평

가 및 타당성 검증용 위해서 802.11b WLAN (Wireless LAN) 환경을 가정한다. 또한 제안하는 방안에서 새로운 IP 주소 획득을 수행하는 방법은 Solicitation advertisement message를 항상 사용하는 Stateless Address Auto configuration을 가정한다. 마지막으로 제안하는 방안의 재전송 정책은 대체 경로를 통해 재전송을 수행하는 기존 SCTP의 정책과는 달리 항상 primary 경로를 통해서 데이터 전송과 재전송을 모두 수행한다. WLAN을 사용하는 경우에는 항상 하나의 경로만을 사용할 수 있기 때문에 대체 경로를 통해 어떠한 데이터도 전송할 수 없기 때문이다.

2.1 ADDIP, DELETEIP, Set-primary를 수행하는 시점

제안하는 방안은 새로운 서브 네트워크에 대한 2계층 핸드오버와 IP 주소획득이 완료된 시점에 획득한 IP 주소에 대해 ADDIP를 수행하며, 이 때 데이터 전송 경로인 primary 경로를 변경하기 위한 Set-primary도 함께 수행한다. 이는 2계층 핸드오버가 시작되면, 이전 액세스 라우터(AR)로부터의 데이터 수신이 불가능해지며, 새로운 AR에 대한 ADDIP가 수행된 시점부터 새로운 AR로부터의 데이터 수신이 가능하기 때문이다. 한편, 제안하는 방안에서는 일단 ADDIP가 수행된 IP 주소에 대해서는 더 이상 통신이 불가능해진 후에 DELETEIP를 수행한다. 즉, 제안하는 방안에서는 WLAN을 기반으로 하기 때문에 이동 노드가 이전 AR로부터 데이터를 수신하지 못하는 시점은 2계층 핸드오버가 시작하는 순간부터이다. 만약 이 시점에, 이전 AR에 대한 DELETEIP를 수행한다면, 이동 노드의 이동 패턴이 핑퐁과 같은 경우에 매번 ADDIP와 Set-primary를 수행해야 한다. 그러므로 이전 AR로부터의 전파세기가 데이터 통신이 불가능한 시점까지 DELETEIP를 지연시킴으로써 이동 노드가 핑퐁과 같은 이동 패턴을 가지는 경우에 DELETEIP와 ADDIP를 반복하는 프로세싱 오버헤드를 줄인다.

2.2 새로운 오류 및 혼잡제어 방안

이동 노드가 핸드오버 하는 경우, 송신원은 데이터 전송 경로인 primary 경로를 변경해야 한다. 이 때, 현재 mSCTP는 2계층 핸드오버 혹은 새로운 IP 주소 획득 등에 소요되는 지연이 길어지는 경우 재전송 타이머의 타임아웃 발생으로 인한 성능 저하를 경험한다. 이에 제안하는 방안에서는 트랜스포트 계층에서 이동성을 감지할 수 있음을 이용하여 primary 경로를 변경하는 경우, 송신원은 primary 경로가 변경되는 즉시 변경된 새로운 primary 경로로 데이터를 전송할 수 있도록 함으로써 성능 저하를 최소화한다. 송신원이 primary 경로 변경 메시지를 받으면 기존에 전송한 데이터에 대한 타이머들을 모두 영추고 다음 전송해야 할 데이터 패킷 하나(probe packet)를 이동 노드에게 전송한 후 ACK을 기다린다. 송신원은 이 패킷에 대한 ACK을 전송받으면 이동 노드가 마지막으로 받은 데이터에 대한 정보를 알 수 있으므로 이동 노드가 손실한 첫 번째 데이터부터 혼잡 윈도우 크기만큼 전송한다.

3. 시뮬레이션 및 결과

본 장에서는 시뮬레이션에서 사용한 네트워크 모델에 대하여 설명하고, 시뮬레이션 결과를 통해 제안하는 방안과 네트워크 계층에서의 이동성 지원 방안들 중 대표적인 프로토콜들인 MIPv6[7], HMIPv6[8]의 성능을 비교·분석한다. 또한 1장에서 설명한 것처럼, 기존 mSCTP는 이동성을 지원하지 않기 때문에 제안하는 방안과의 성능평가는 수행될 수 없다. 그러나 제안하는 오류 및 혼잡제어 방안의 성능을 살펴보기 위해서 제안한 오류 및 혼잡제어 방안의 유무에 따라 mSCTP(제안한 오류 및 혼잡제어 방안), Original(기존 오류 및 혼잡제어 방안)로 나누어 실행하였다. 시뮬레이션은 버틀리 대학 (U.C Berkeley)의

네트워크 시뮬레이터 (Network Simulator)[15] 2.27 버전에서 구현하였다.

시뮬레이션을 위한 네트워크 모델은 그림 1과 같다. 셀의 크기는 300m이고 셀 간 중첩 지역의 크기는 50m라고 가정하였다. 그리고 핸드오버가 발생할 때 성능을 비교하기 위해 이동 노드가 일정한 속도로 랜덤하게 이동하는 상황에서의 성능을 측정하였다.

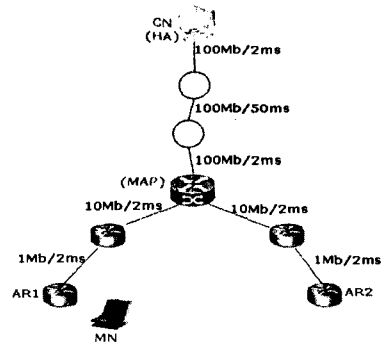


그림 1 시뮬레이션 네트워크 모델

본 시뮬레이션에서는 제안하는 방안과 네트워크 계층에서의 이동성 지원 방안을 비교하기 위한 성능측정치로서 CN에서 FTP 20MB 파일을 전송하는데 소요된 시간과 핸드오버 지연 시간을 측정하였다. 핸드오버 지연 시간은 이동 노드가 새로운 데이터 경로로 첫 번째 데이터를 받는 시간과 이전 데이터 경로로 마지막 데이터를 받는 시간의 차로 정의한다. 그리고 시뮬레이션 파라미터로는 이동 노드의 속도와 (2계층 핸드오버 시간+새로운 IP 주소를 획득하는데 소요된 시간)(이후 PAT이름)을 변경시켜 보았다.

그림 2와 그림 3은 이동 노드의 속도 15m/s로 가정하고 PAT를 0~5초까지 변화시켜 보면서 핸드오버 지연 시간과 파일 전송 시간을 측정할 결과를 보인 것이다. 네트워크 계층에서의 이동성 지원 방안과 Original의 경우, 핸드오버 시에 CN에서 재전송 타이머 타임아웃이 발생할 수 있다. PAT가 길어지는 경우에는 CN에서의 재전송 타이머가 타임아웃 될 확률은 매우 높아지며, 한 번 이상 타임아웃이 발생할 확률도 높아진다. 그러므로 이 3가지 시키는 PAT가 증가함에 따라 계단 형태의 성향을 보임을 알 수 있다. 반면, 제안하는 방안인 mSCTP의 경우 PAT가 증가함에 따라 선형적으로 핸드오버 지연시간이 길어짐을 알 수 있다. 제안하는 방안은 새로운 네트워크에서의 IP 주소를 획득하여 이를 CN에게 알리고 동시에 CN은 새로운 primary 경로로 데이터 전송을 수행할 수 있기 때문이다. 또한 핸드오버 지연시간이 선형적으로 증가함에 따라 파일 전송 시간도 선형적으로 증가함을 알 수 있다.

한편, 그림 4와 그림 5는 이동 노드의 속도를 2m/s~28m/s로 변화시켜 보면서 핸드오버 지연 시간과 파일 전송 시간을 측정할 결과를 보인 것이다. 이 때, PAT는 매 핸드오버마다 [0~2.5]초 사이의 임의의 값을 가진다. 제안하는 방안이 이동 노드의 속도와 PAT가 증가할수록 기존의 이동성 지원 방안들보다 더 좋은 성능을 보임을 알 수 있다.

4. 결론

최근, 트랜스포트 계층에서 중단간 이동성을 지원하는 방안에 대한 연구가 대두되고 있다. 이에 본 논문에서는 차세대 인터넷 환경인 IPv6에서의 WLAN 기반 트랜스포트 계층 이동성 지원 방안을 제안하였다. 시뮬레이션을 통해, 제안하는 방안이

네트워크 계층의 이동성 지원과 대등한 성능을 보임을 확인하였고, 이동 노드의 속도에 관계없이 핸드오버 지연시간이 네트워크 계층에서의 이동성 지원 방안보다 짧으며 특히 이동 노드의 속도가 빠를 경우에는 네트워크 계층의 이동성 지원 방안보다 더 나은 성능을 제공할 수 있었다.

참고문헌

[1]C. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4", IETF RFC3344, August 2002.
 [2]A. T. Campbell, et al., "Comparison of IP Micro-Mobility Protocols", IEEE Wireless Comm. Magazine, February 2002.
 [3]C. Perkins, "Mobile IP Regional Registration", IETF Internet Draft, draft-ietf-mobile-ip-reg-tunnel-04.txt, March 2001.
 [4]R. Ramjee, et al., "IP-Based Access Network Infrastructure for Next-Generation Wireless Data Network: HAWAII", IEEE Personal Communications, August 2000.
 [5]A. T. Campbell, et al., "Design, Implementation, and Evaluation of Cellular IP", IEEE Personal Communications, August 2000.
 [6]A. Misra, et al., "IDMP-Based Fast Handoffs and Paging in IP-Based 4G Mobile Networks", IEEE Communications Magazine, March 2002.
 [7]C. Perkins, "Mobility Support in IPv6", IETF RFC3775, June 2004.
 [8]H. Soliman, C. Catelluccia, "Hierarchical Mobile IPv6 mobility management(HMIPv6)", IETF Internet Draft, draft-ietf-mip-shop-hmipv6-02.txt, June 2004.
 [9]L. Ong, J. Yoakum, "An Introduction to the Stream Control Transmission Protocol(SCTP)", IETF RFC 3286, May 2002.
 [10]R. Stewart, et al., "Stream Control Transmission Protocol", IETF RFC 296, October 2000.
 [11]E. Kohler, "Datagram Congestion Control Protocol(DCCP)", IETF Internet Draft, draft-ietf-dccp-spec-04, June 2003.
 [12]S. Koh, "Use of SCTP for seamless handover", IETF Internet Draft, draft-sjkoh-mobile-sctp-handover-00.txt, February 2003.
 [13]M. Riegel and M. Tuexen, "Mobile SCTP", IETF Internet Draft, draft-riegel-tuexen-mobile-sctp-03.txt, August 2003.
 [14]R. Stewart, "Stream Control Transmission Protocol (SCTP) Dynamic Address Reconfiguration", IETF Internet Draft, draft-ietf-tsvwg-addip-08.txt, September 2003.
 [15] <http://www.isi.edu/nsnam/>

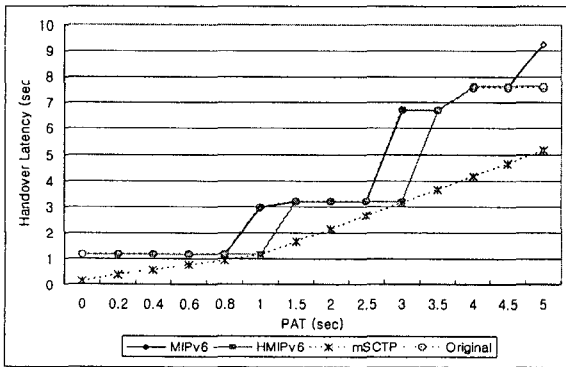


그림 2 PAT에 따른 핸드오버 지연시간

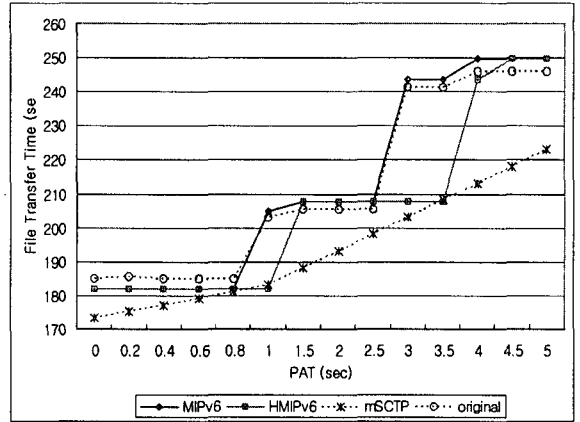


그림 3 PAT 변화에 따른 파일전송시간

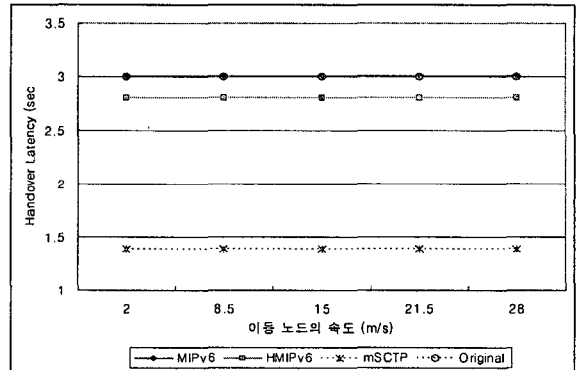


그림 4 이동 노드의 속도에 따른 핸드오버지연시간

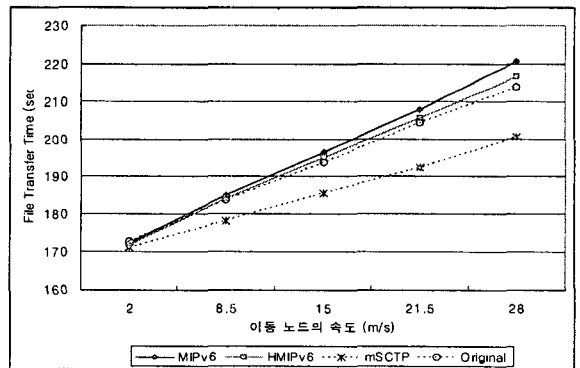


그림 5 이동 노드의 속도에 따른 파일전송시간