

Mobile SCTP를 이용한 종단간 이동성 지원 방안

장문정^{o*} 이미정^{*} 고석주^{**}

^{*}이화여자대학교 ^{**}한국전자통신연구원

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

An End-to-end Mobility Support Mechanism based on mobile SCTP

Moon-Jeong Chang^{o*} Mee-Jeong Lee^{*} Seok-Joo Koh^{**}

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

^{**}Protocol Engineering Center, ETRI

요 약

이동 단말의 보편화와 무선 액세스 네트워크의 발달, 그리고 이동 사용자의 통신 욕구 등으로 인해 이동 노드의 통신을 지원하는 것은 차세대 네트워크를 위한 필수적인 요소가 되고 있다. 트랜스포트 계층에서 이동성을 지원하게 되면 이동성 지원을 위한 네트워크 계층에서의 특별한 지원을 필요로 하지 않기 때문에 네트워크 계층 이동성 지원 프로토콜에서 필요한 이동성 지원을 위한 특수 네트워크 엔티티의 개입으로 인해 발생하는 오버헤드나 제약을 피할 수 있다. 또한, 이동성 지원 프로토콜이 이동 단말과 서버에 탑재된다면 네트워크가 제공하는 기능에 관계없이 이동하며 데이터 통신 서비스를 사용하는 것이 가능하므로 이동성 지원에 대한 새로운 가능성을 열어 준다. 이에 본 논문에서는 트랜스포트 계층에서의 이동성 지원 프로토콜인 mSCTP의 메커니즘을 구체화하고 seamless 핸드오버를 위한 확장 방안을 제안한다. 시뮬레이션 통해 트랜스포트 계층에서의 이동성 지원은 네트워크 계층에서의 이동성 지원과 함께 이동성 지원이 가능하며, 그 성능에서도 이동 단말의 속도가 빠른 속속 네트워크 계층에서의 이동성 지원보다 더 좋은 성능을 보였다.

1. 서 론

차세대 인터넷 사용자들을 위해서는 이동하면서 연속적으로 인터넷에 접속하고 통신할 수 있도록 지원하는 이동성 지원 프로토콜의 개발이 필수적이다. 현재까지 Mobile IP[1]를 기점으로 다양한 네트워크 계층 이동성 지원 프로토콜들이 제안되어 왔다. 이와 같은 네트워크 계층 이동성 지원 프로토콜을 사용하면 트랜스포트 계층에서 사용자의 이동을 인식하지 않고 세션을 계속 진행할 수 있지만, 네트워크에 이동성 지원 엔티티를 두어야 하고 터널링이나 삼각라우팅 등으로 인한 오버헤드 및 비효율성이 발생한다[1, 2, 3]. 한편, 최근에는 이와 같은 네트워크 계층의 이동성 지원 프로토콜과는 전혀 다른 접근 방식으로서 트랜스포트 계층에서의 종단간 이동성 지원 방안에 대한 연구가 시작되고 있다. 트랜스포트 계층에서 이동성을 지원하게 되면 이동성 지원을 위한 네트워크 계층에서의 특별한 지원을 필요로 하지 않기 때문에 이동성 지원을 위한 특수 네트워크 엔티티의 개입으로 인해 발생하는 오버헤드나 제약을 피할 수 있고, 이동성 지원 프로토콜이 이동 단말과 서버에 탑재된다면 네트워크의 이동성 지원 여부에 관계없이 이동하면서 데이터 통신 서비스를 사용하는 것이 가능해 지므로 이동성 지원에 대한 새로운 가능성을 제공할 수 있다. 그러나, 아직까지 트랜스포트 계층에서의 이동성 지원에 관한 연구는 국내외적으로 모두 초기 단계에 있기 때문에 구체적으로 정의된 표준안이 없을 뿐 아니라 그 적합성에 대한 검증이나 네트워크 계층 이동성 지원 프로토콜과의 성능 비교 등에 대한 연구가 이루어져야 할 필요가 있다. 현재 제안된 트랜스포트 계층 이동성 지원 프로토콜로 mSCTP(mobile Stream Control Transmission Protocol)[4, 5]가 있는데, 이에 대해서도 역시 아직까지 연구가 초보적인 단계에 있어, 프로토콜 구체화 및 seamless 핸드오버를 위한 연구가 이루어져야 하는 상태이다. 이에, 본 논문에서는 mSCTP 메커니즘 구체화 및 seamless 핸드오버를 위한 확장방안을 제안하고, 이에 대해 시뮬레이션을 이용하여 성능을 평가하고 적합성을 검증하며, 네트워크 계층 이동성 지원 프로토콜들과 그 성능을 비교·분석하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 현재 제안된

트랜스포트 계층 이동성 지원 프로토콜인 mSCTP에 대해 살펴본다. 3장에서는 현재 mSCTP의 동작 메커니즘을 구체화하는 방안과 seamless 핸드오버를 위한 확장 방안에 대해 설명하며, 4장에서는 제안한 방안을 시뮬레이션을 통해 기존 연구와 성능을 비교분석하고, 마지막으로 5장에서는 결론 및 앞으로의 연구 방향을 제시한다.

2. mSCTP

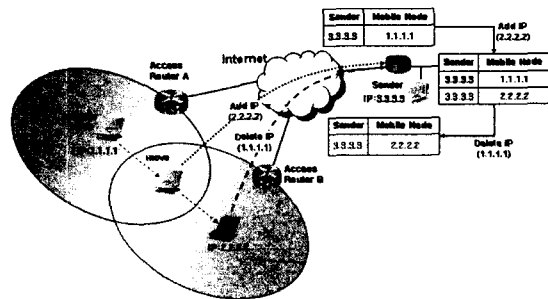


그림 1 mobile SCTP operation

네트워크 계층의 이동성 지원 프로토콜들과는 전혀 다른 접근 방식으로서 트랜스포트 계층에서의 종단간 이동성 지원 방안에 대한 연구가 이루어졌고, 그 결과의 일환으로서 mSCTP가 제안되었다. mSCTP는 TCP, UDP와 함께 IP 네트워크에서의 데이터 전송을 위한 범용 트랜스포트 계층 프로토콜 표준으로 채택된 SCTP[6, 7]를 이동성 지원을 위해 확장한 프로토콜이다. 그러므로 mSCTP는 SCTP의 멀티호밍 특성을 기반으로 하며, SCTP에 SCTP 커백션의 종단점에 매핑되는 IP 주소를 동적으로 추가(ADDIP)·삭제(DELETEIP) 기능을 추가한 것이다. 그림 1과 같이 SCTP 커백션의 한 종단점인 이동 노드가 이동함에 따라 그 IP 주소가 변경될 때, mSCTP는 동적인 IP 주소 추가·삭제를 이용해 세션 진행 중에 그 커백션에 매핑되는 중

단정의 IP 주소를 동적으로 변경함으로써 네트워크 계층에서의 지원 없이 이동 노드의 새로운 위치로 데이터가 전송되도록 한다. 그러나 현재 mSCTP 동작 메커니즘에서는 ADDIP 시점과 DELETEIP 시점에 대한 구체적인 설명이 없으며, 2계층 정보를 이용하여 ADD IP 시점과 DELETE IP 시점을 결정하는 것이 성능을 향상시킬 수 있음을 제시했으나 구체적인 방법은 제시하고 있지 않다. 또한 핸드오버가 발생하였을 때 송신원에서 데이터 전송 경로인 primary 경로를 어떻게 변경할 것인지에 대해 특별히 언급하고 있지 않다[4, 5].

3. 제안하는 방안

3.1 mSCTP 메커니즘 구체화

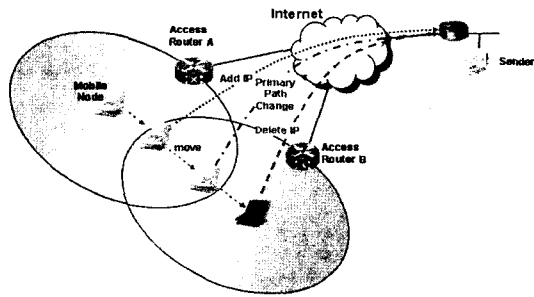


그림 2 mobile SCTP의 구체화

현재 mSCTP와 같이 연속적인 재전송 횟수를 기준으로 송신원에서 primary 경로를 변경하는 SCTP의 primary 경로 변경 메커니즘을 그대로 사용한다면, 송신원은 이동 노드로부터 DELETEIP를 받아 primary 경로를 변경할 것으로 예상된다. 핸드오버가 발생하여 이동 노드가 현재 primary 경로로부터 데이터를 전송 받지 못하는 상황이 되면 송신원이 경험하는 연속적인 재전송 횟수 값이 임계치보다 커지기 전에 이동 노드가 이전 액세스 라우터의 전송 범위를 벗어나 DELETEIP가 발생하게 되기 때문이다. 따라서 mSCTP에서 SCTP의 primary 경로 변경 메커니즘을 그대로 따른다면 매 핸드오버마다 현재의 primary 경로로부터 데이터를 받지 못하게 되는 시점부터 DELETEIP가 발생되어 송신원의 primary 경로가 변경되고 새로운 경로로 데이터가 배달될 때까지 데이터 손실이 발생하게 된다. 그러므로 송신원이 primary 경로를 변경하는 기존 메커니즘을 우선 이동 환경에 그대로 적용하면 seamless 핸드오버를 수행하기 어렵기 때문에 본 논문에서는 그림 2처럼 수신원인 이동 노드에서 2계층 정보인 액세스 라우터들의 전파세기를 고려하여 primary 경로 변경 시기를 결정하고 새로운 primary 경로를 선택하여 송신원에게 알려주는 알고리즘(표1)을 제안한다. 또한 이동 노드는 2계층 정보를 이용하여 ADDIP 시점과 DELETEIP 시점 그리고 primary 경로 변경 시점을 최적화한다. 이를 위해 이동 노드는 액세스 라우터로부터의 전파세기를 유지하며, ADDIP와 DELETEIP 그리고 primary 경로 변경을 트리거할 수 있는 각각에 대한 임계치도 함께 유지한다. 이동 노드는 액세스 라우터로부터 전파를 받을 때마다 그 세기를 해당 임계치와 비교하며, 2계층 핸드오버와 3계층 핸드오버가 동시에 수행이 시작되도록 하여 핸드오버 지연을 줄인다. 전체적인 동작은 그림 3과 같다.

표 1 수신원에서의 새로운 primary 경로 선택 알고리즘

이동 노드의 4계층에서 2계층으로부터 primary 경로 변경 트리거 시그널을 받으면,

```

if {(전파 세기가 가장 센 엔트리의 전파 세기 > primary 경로 변경트리거 할 수 있는 전파세기) && 전파 세기가 가장 센 엔트리의 2계층 핸드오버 완료됨 && 전파 세기가 가장 센 엔트리의 3계층 주소획득됨} then
    Primary 경로 변경 절차를 수행함
else if {(전파 세기가 가장 센 엔트리의 전파 세기 > primary 경로 변경트리거 할 수 있는 전파세기) && 전파 세기가 가장 센 엔트리의 2계층 핸드오버 완료됨 || 전파 세기가 가장 센 엔트리의 3계층 주소 획득됨} then
    전파 세기가 가장 센 엔트리의 2계층 핸드오버와 3계층 주소획득 중 완료되지 않은 필드에 대해 완료될 때까지 기다린 후 primary 경로변경절차를 수행함
else
    Ignore
    
```

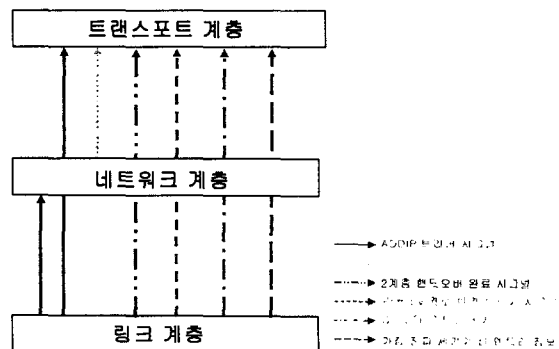


그림 3 2계층 정보 이용을 위한 Signal operation

3.2 seamless 핸드오버를 위한 확장 방안

현재 mSCTP는 이동 노드가 두 개 이상의 액세스 라우터로부터 전파를 받을 수 있는 지역에서 2계층 핸드오버를 완료하지 못하는 경우 해당 SCTP association이 끊어진다. 이는 송신자가 새로운 주소를 해당 SCTP association에 추가하지 못하기 때문이다. 그러므로 본 논문에서는 이 같은 경우에도 해당 SCTP association 연결이 유지될 수 있도록 NEW-ADDIP ASCONF 청크를 제안한다. 해당 SCTP association을 구별하기 위해 Address Parameter 필드 값으로 이전 IP 주소를 이용한다. 송신원은 이 청크를 받으면 해당 SCTP association에 새로운 주소를 추가하고, 기존에 전송한 데이터에 대한 타이머들을 모두 멈추고 전송할 순서인 데이터 패킷 하나를 이동 노드에게 전송한다. 송신원이 이 패킷에 대한 ACK를 받으면, 이동 노드가 마지막으로 받은 데이터의 다음 데이터부터 보낸 데이터 전까지 손실된 데이터를 모두 전송한다. 그러므로 제안한 확장 방안은 seamless 핸드오버가 가능한 동시에 핸드오버 시에 발생하는 손실도 줄인다.

4. 성능평가

제안한 mSCTP의 성능과 이동성 지원에 대한 적합성을 평가하기 위해서 네트워크 계층에서의 이동성 지원 프로토콜 중 가장 대표적인 프로토콜인 Mobile IP의 성능을 비교한다. 이 두 스킴의 성능은 송신자가 FTP 32MB를 완전히 전송하는데 걸리는 시간과 핸드오버 동안 발생하는 지연시간으로 평가한다. 제안하는 방안의 성능 평가를 위해 캘리포니아 버클리 대학에서 개발된 NS-2[8]를 이용하였으며, SCTP 코드[9]를 패치시킨 환경에서 실험하였다.

4.1 시뮬레이션 네트워크 토폴로지

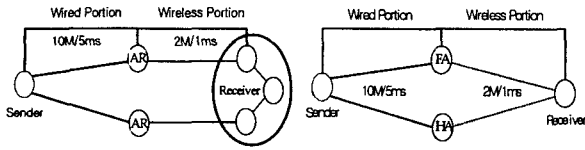


그림 4 mSCTP

그림 5 TCP over MIP

그림 4와 그림 5는 시뮬레이션을 위해 사용된 토폴로지를 유선망을 나타내는 구간인 송신원과 두 개의 액세스 라우터 사이는 10Mbps의 대역폭과 단방향 전파 지연이 5ms인 링크로 각각 연결되어 있으며, 무선망을 나타내는 구간인 두 개의 액세스 라우터와 수신원 사이는 2Mbps의 대역폭과 단방향 전파 지연이 1ms인 링크로 각각 연결되어 있다. 그림 4의 수신원은 멀티호핑이 가능한 SCTP 노드로 한 개의 수신원이지만 3개의 노드로 구성되어 있으며, 그 중 2개는 단지 인터페이스 역할을 한다.

4.2 시뮬레이션 결과 및 분석

그림 6과 그림 7에서 보듯이 TCP over MIP와 제안한 mSCTP 모두 이동 노드의 속도가 빨라질수록 핸드오버 지연 시간이 길어지고 그로 인해 송신원이 FTP를 전송하는데 걸리는 시간도 길어진다. TCP over MIP의 경우, 이동 노드의 속도가 빨라질수록 이동 노드가 두 개 이상의 액세스 라우터로부터 전파를 받을 수 있는 지역을 지나는 시간이 줄어들어 이 지역 내에서 이동 노드가 홈 에이전트에게 새로운 셀에 대한 새로운 주소를 등록할 수 있는 가능성이 줄어들게 된다. 만약, 이동 노드가 이 지역을 벗어날 때까지 홈 에이전트에 새로운 셀에 대한 새로운 주소를 등록하지 못하면 송신원에서는 타임아웃에 의한 데이터 재전송이 발생하며, 핸드오버 지연 시간이 길어진다. 그림 6과 같이 이동 노드의 속도가 증가함에 따라 핸드오버 지연시간이 급격히 길어지는 이유는 이동 노드의 속도가 증가할수록 이동 노드가 두 개 이상의 액세스 라우터로부터 전파를 받을 수 있는 지역을 지나는 시간도 줄어들어 홈 에이전트에 새로운 셀에 대한 주소가 등록될 때까지 송신원에서는 여러 번의 타임아웃이 발생하게 되고, 그로 인해 RTO가 지속적으로 증가하기 때문이다. 한편, mSCTP도 TCP over MIP와 같이 이동 노드의 속도가 빨라질수록 중첩된 지역을 지나는 시간이 줄어들게 되어 2계층 핸드오버와 3계층 핸드오버를 모두 중첩된 지역 내에서 완료시킬 수 있는 가능성이 줄어든다. 그러나 그림 6에서 보듯이 TCP over MIP보다 핸드오버 지연 시간이 짧다. 이는 mSCTP는 중첩된 지역을 벗어나서 2계층 핸드오버와 3계층 핸드오버가 완료되는 경우에 제안한 방안의 2계층 핸드오버와 3계층 핸드오버가 완료되는 시점에 NEW-ADDIP ASCONF 체크를 이동 노드가 송신원에게 전송함으로써 바로 데이터를 전송받기 때문이다. 또한 그림 7에서 이동 노드의 속도가 10~20 m/s일 동안에는 TCP over MIP가 제안된 mSCTP보다 FTP 32MB를 전송 완료하는데 소요되는 시간이 짧다. 이는 mSCTP가 TCP over MIP보다 헤더 오버헤드를 가지고 이 헤더를 처리하는데 시간이 소요될 뿐만 아니라 TCP over MIP의 경우 중첩된 지역 내에서 이전 경로와 새로운 경로 모두로 데이터를 받을 수 있기 때문이다. 이 경우와 같은 이동 노드의 속도는 중첩된 지역 내에서 충분히 이 두 데이터 경로를 이용할 수 있으며 이 경우에는 핸드오버가 횟수가 증가할수록 이와 같은 두 가지 경로를 모두 사용할 수 있는 횟수가 증가하기 때문에 성능이 좋아진다.

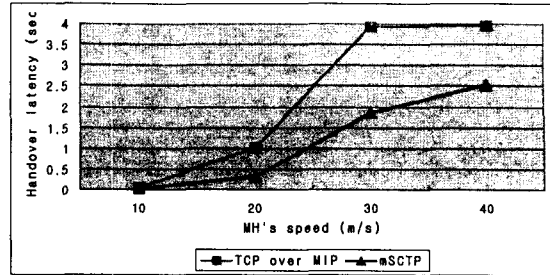


그림 6 핸드오버 지연 시간

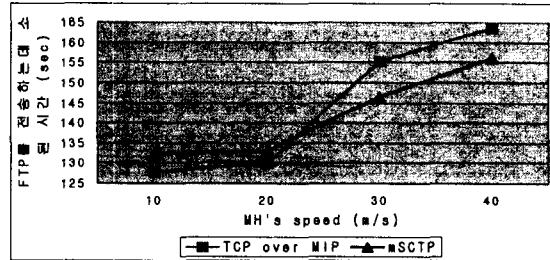


그림 7 FTP 32MB를 송신자가 전송 완료하는데 걸리는 시간

5. 결론 및 추후연구

최근에는 네트워크 계층의 이동성 지원 방식과는 전혀 다른 접근 방식으로 트랜스포트 계층에서의 종단간 이동성 지원 방안에 대한 연구가 이루어지고 있으며, 현재 제안된 프로토콜로 mSCTP가 있다. 본 논문에서는 현재 mSCTP를 크게 3가지 측면에서 보완·확장하였다.

- 2계층 정보를 사용하여 mSCTP 동작을 구체화 함
- 수신원에서 Primary 경로를 선택하는 알고리즘을 제안함
- Seamless 핸드오버를 위한 확장 방안을 제안함

시뮬레이션을 통해, 기존 네트워크 계층에서의 이동성 지원 방안과 함께 트랜스포트 계층에서의 이동성 지원이 가능하며, 충분히 성능을 향상시킬 수 있음을 검증하였다. 앞으로 네트워크 계층 이동성 지원 방안의 항상 방안인 마이크로 이동 프로토콜들과의 성능 비교·분석이 필요하다.

6. 참고 문헌

- [1] Perkins C., "IP Mobility Support for IPv4", IETF RFC3344, August 2002.
- [2] Campbell A. T., et al., "Comparison of IP Micro-Mobility Protocols", IEEE Wireless Comm. Magazine, February 2002.
- [3] Misra A., et al., "IDMP-Based Fast Handoffs and Paging in IP-Based 4G Mobile Networks", IEEE Communications Magazine, March 2002.
- [4] Koh S. J., et al., "Architecture of Mobile SCTP for IP Mobility Support", IETF Internet Draft, draft-sjkoh-sctp-mobility-02.txt, June 2003.
- [5] Xing W., et al., "M-SCTP : Design and Prototypical Implementation of an End-to-end Mobility Concept", Proceeding Information Workshop the Internet Challenge: Technology and Application, October 2002.
- [6] Stewart R., et al., "Stream Control Transmission Protocol", IETF RFC 296, October 2000.
- [7] Ong L., Yoakum J., "An Introduction to the Stream Control Transmission Protocol(SCTP)", IETF RFC 3286, May 2002.
- [8] <http://www.isi.edu/nsnam/>
- [9] <http://pel.cis.udel.edu/#downloads>