

mSCTP 기반 종단 간 이동성 지원을 위한 SIP 위치정보 획득방안

장 문 정^{*} · 이 미 정^{**}

요 약

최근, 트랜스포트 계층 이동성 지원 프로토콜로 mSCTP (mobile SCTP)가 제안되었다. mSCTP는 종단 간 이동성 지원은 가능하나 위치관리 메커니즘이 없기 때문에 교신단말이 이동단말일 경우 mSCTP 어소시에이션을 설립하고자 하는 단말(이후, 어소시에이션 설립시작단말이라고 부름)은 외부 망에 위치한 교신단말의 현재위치정보를 알 수 없기 때문에 mSCTP 어소시에이션을 설립할 수 없다. 이러한 문제를 해결하기 위해 어소시에이션 설립시작단말에서 mSCTP와 SIP (Session Initiation Protocol) INVITE 메시지를 연동하여 사용하는 방안이 제안되었으나, 어소시에이션 설립시작단말이 교신단말의 현재위치정보를 획득하는대까지 걸리는 지연시간(이후, 주소획득 지연시간이라 부름)이 길다는 문제가 있다. 이에 본 논문에서는 교신단말의 현재위치정보를 획득하는 것을 목적으로 하는 새로운 SIP 메소드들을 정의하고, 이를 이용하여 주소획득 지연시간을 최소화하는 연동 방안을 제안한다. 수학적 분석과 시뮬레이션 결과를 통하여 제안하는 방안이 주소획득 지연시간을 감소시킴으로써 모든 유형의 SIP 환경에서 기존의 INVITE 메시지를 사용하는 방안보다 상대적으로 좋은 성능을 보임을 알 수 있었다.

키워드 : 트랜스포트 계층, 이동성, mSCTP, SIP, 메소드, 위치관리

An Approach to Acquire SIP Location Information for End-to-End Mobility Support Based on mSCTP

MoonJeong Chang^{*} · MeeJeong Lee^{**}

ABSTRACT

Recently mobile Stream Control Transmission Protocol (mSCTP) has been proposed as a transport layer approach for supporting mobility. When a mobile terminal (MT) is not located in the home network, a terminal that wishes to communicate with the MT is not able to establish mSCTP association to the MT, since mSCTP does not include the location management mechanism. In order to solve this problem, an interworking approach using the Session Initiation Protocol (SIP) INVITE method has been proposed. However, this approach has shown subsequent delay in acquiring the current location information of the MT when initiating mSCTP association establishment. In this paper, we propose new SIP methods and an approach that minimizes the address acquisition delay (AAD) by utilizing those SIP methods. Mathematical analysis and simulation results show that the proposed approach is more efficient than the previous approach in terms of AAD in all kinds of SIP environments.

Key Words : Transport Layer, Mobility, mSCTP, SIP, Method, Location Management

1. 서 론

무선 액세스 망과 소형 휴대 단말의 보편화 및 사용자의 인터넷 사용의 요구확대로 인해 이동성을 효율적으로 지원하는 것은 차세대 인터넷 서비스의 핵심적인 요소로 주목

받고 있다. 이를 위해 지금까지 Mobile IP[1]를 기반으로 하는 다양한 네트워크 계층 이동성 지원 프로토콜들이 제안되었다[2~4]. 그러나 네트워크 계층 이동성 지원 방안은 트랜스포트 계층에서 사용자의 이동을 인식하지 않고 세션을 계속 진행할 수 있지만, 네트워크에 이동성 지원을 위한 특별한 엔터티를 두어야 하고 이로 인해 터널링이나 삼각라우팅 등의 오버헤드 및 비효율성이 발생한다. 이러한 문제들을 해결하거나 완화하기 위하여 SCTP(Stream Control Transmission Protocol)[5]를 기반으로 하는 mSCTP(mobile SCTP)[6]가 트랜스포트 계층에서의 이동성 지원 방안으로 새로이 제안되었다. mSCTP는 어소시에이션의 한 종단점인

* 본 논문은 정부(산업자원부)의 재원으로 한국산업기술평가원의 지원을 받아 수행된 신기술실용화기술개발사업의 연구결과임. 이 논문 또는 저서는 2005년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (R04-2004 000-10073-0)

^{*} 준 회원 : 이화여자대학교 컴퓨터학과 박사과정

^{**} 정 회원 : 이화여자대학교 컴퓨터학과 교수

논문접수: 2006년 5월 17일, 심사완료: 2006년 6월 9일

이동단말이 이동함에 따라 그 IP 주소가 변경되는 경우 어소시에이션에 매핑되는 종단점의 IP 주소를 트랜스포트 계층 시그널링에 의해 종단 간에 동적으로 알리고 변경함으로써 이동성을 지원하는 프로토콜이다[7~9]. <표 1>은 mSCTP에 의한 이동성 지원 방법과 네트워크 계층에서의 대표적인 이동성 지원 방법인 Mobile IPv4/Mobile IPv6 (MIPv4/v6) 방법을 비교한 것이다. <표 1>에서 보듯이 mSCTP는 단말의 이동성만 지원할 수 있는 프로토콜로 위치관리 메커니즘을 지원하지 않기 때문에 어소시에이션 설정을 시도하는 단말(이후, 어소시에이션 설정시작단말이라고 부름.)이 이동단말로 어소시에이션 설정을 시도할 때, 이동단말의 홈 주소만 알고 있을 뿐, 이동단말의 현재위치정보를 알 수 없어 어소시에이션을 설정하지 못한다. 이에 [10]에서는 위와 같은 문제를 보편성 및 도입 가능성이 높은 위치관리 프로토콜과의 연동을 통해 해결하고자 한다. [10]에서 제시한 현재 연동이 가능한 위치관리 프로토콜로는 SIP(Session Initiation Protocol)[11], RSerPool (Reliable Server Pooling)[12], DDNS(Dynamic DNS)[13] 등이 있다. DDNS는 보안상의 취약성 때문에 현실적으로는 도입되지 않고 있으며, RSerPool은 최근에 제안된 프로토콜로 실제적으로 아직 도입여부가 불투명하다. 반면, SIP는 기존의 VoIP 서비스뿐만 아니라 인터넷 컨퍼런싱, 텔레포니, 위치확인, 인스턴트 메시징 서비스 등 다양한 서비스를 제공하기 위한 호 설정을 수행하는 프로토콜로 이미 도입되어 널리 사용되고 있다. 따라서 mSCTP와 연동 가능한 가장 유력한 위치관리 프로토콜은 SIP라 간주할 수 있다.

SIP는 1999년 IETF에서 개발된 응용 계층 시그널링 프로토콜로 단말 간 또는 사용자들 간 멀티미디어 세션을 생성, 관리 및 종료하기 위해서 사용된다. 클라이언트/서버 구조에 기반한 SIP는 사용자 에이전트 클라이언트, 사용자 에이전트 서버, 등록(Registrar)서버, 프락시(Proxy) 서버, 리다이렉트(Redirect) 서버 등 5가지의 기능 구성요소를 가진다. 사용자 에이전트 클라이언트는 SIP 요청을 하는 구성요소이며, 이에 대한 응답을 하는 것이 사용자 에이전트 서버이다. SIP 서버인 프락시 서버와 리다이렉트 서버는 SIP 요청 메시지를 처리하는 방법의 차이로 구분된다. 프락시 서버는 SIP 요청 메시지를 받으면 다른 서버 혹은 단말로 보낼 것인지를 결정하고, 메시지 헤더를 수정한 후 전달하는 역할을 한다. 그러므로 수신자가 이동한 경우 프락시 서버는 SIP 요청 메시지를 이동된 새로운 주소로 전달해 준다. 한편 리다이렉트 서버는 SIP 요청 메시지를 받으면 수신자가 이동한 새로운 주소를 포함한 응답 메시지를 발신자에게 전달함으로써 발신자가 직접 다른 서버 혹은 단말에게 호를 재지정하도록 한다. 등록서버는 자신에게 등록된 사용자에 대한 정보를 유지한다. SIP는 멀티미디어 세션의 생성, 관리 및 종료를 위해 다양한 메소드들을 가진다. 여러 가지 메소드 가운데 본 논문에서 제안하는 메소드와 비교하려는 INVITE 메소드는 통신하고자 하는 단말 간 멀티미디어 세션을 생성하기 위해 사용된다. INVITE 메소드를 통해 멀티

미디어 세션을 생성하는 절차는 다음과 같다. 통신하고자 하는 단말이 INVITE 요청 메시지를 교신단말에게 전송하면, 이 INVITE 요청 메시지는 SIP 서버들을 거쳐 교신단말까지 전달된다. INVITE 요청 메시지가 거쳐 간 SIP 서버들 중 프락시 서버들은 INVITE 요청 메시지를 다른 SIP 서버나 단말로 전달하기 전에 메시지 헤더필드에 자신의 주소를 값으로 가지는 Via 필드를 추가한다. 교신단말이 INVITE 요청 메시지를 받으면 200 OK 응답 메시지를 INVITE 요청 메시지를 전송한 단말에게 전송하게 되는데, 이 경우 200 OK 응답 메시지는 INVITE 요청 메시지의 헤더필드에 포함된 Via 헤더필드 값을 따라 전송된다. 즉 200 OK 응답 메시지는 INVITE 요청 메시지 경로의 역경로를 따라 전송된다. INVITE 요청 메시지를 전송한 단말이 200 OK 응답 메시지를 받으면 최종적으로 ACK 요청 메시지를 교신단말에게 전송함으로써 단말 간 멀티미디어 세션이 생성된다. 이와 같이 INVITE 메소드의 주목적은 종단 사용자들 사이에 멀티미디어 세션을 협상하고 설립하는 것이기 때문에 SIP 요청 메시지가 교신단말까지 전송되는 것이 중요하다.

<표 1> mSCTP와 MIPv4/v6 간 이동성 지원 방법의 비교

분류	mobile SCTP	MIPv4/v6
이동성 지원 계층	트랜스포트 계층	네트워크 계층
위치관리 메커니즘	없음	있음
이동성관리 메커니즘	있음	있음
데이터 경로 최적화	본질적으로 제공됨	송신단말과의 바인딩 갱신이 필요함
이동성 지원을 위한 특별한 에이전트	필요 없음	반드시 필요함
다플로이 측면	통신하는 두 단말에 mSCTP를 탑재함으로써 다플로이가 가능함	통신하는 단말과 네트워크 내부 라우터들 모두 MIP를 탑재해야 다플로이가 가능함

[14]는 mSCTP를 셀 망에 적용한 cSCTP(cellular SCTP)를 제안하였으며, 기존의 SIP INVITE 메소드를 그대로 이용하여 cSCTP와 SIP를 연동하는 방안을 포함하고 있다. [14]에서는 SIP의 이동성 관리 시스템을 이용하는 것을 가정하기 때문에 이동단말의 홈 망 SIP 서버는 항상 이동단말의 현재위치정보를 유지하며, 이동단말의 홈 망 SIP 서버 유형은 리다이렉트 서버만을 고려한다. 프락시 서버를 사용하는 경우에는 INVITE 요청 메시지가 외부 망에 위치하고 있는 이동단말까지 전달되어야하므로 주소획득 지연시간이 리다이렉트 서버를 사용하는 경우에 비해 상대적으로 길어지기 때문에 이 논문에서는 고려하지 않고 있다. 이 논문에서는 어소시에이션 설정시작단말이 이동단말로 INVITE 요청 메시지를 전송하면, 이 요청 메시지가 이동단말 홈 망 내의 리다이렉트 서버로 전송된다. 이 리다이렉트 서버는

이동단말의 현재위치정보를 유지하고 있기 때문에 INVITE 요청 메시지를 받으면, 어소시에이션 설립시작단말에게 이동단말의 현재위치정보가 포함된 302 Moved Temporarily 응답 메시지를 전송한다. 그러므로 [14]에서 제안한 방법을 사용하는 경우 어소시에이션 설립시작단말은 항상 302 Moved Temporarily 응답 메시지를 수신함으로써 이동단말의 현재위치정보를 획득할 수 있다. 그런데 현실적으로 SIP 망은 리다이렉트 서버뿐만 아니라 프락시 서버도 함께 구성되므로 프락시 서버일 경우에는 [14]에서 제안한 방법을 사용할 수 없으며 기존 SIP 메시지 프로세싱을 그대로 따르게 된다. 즉 어소시에이션 설립시작단말이 전송한 INVITE 요청 메시지는 이동단말 홈 망의 프락시 서버를 거쳐 이동단말까지 전송되며, 이에 대한 200 OK 응답 메시지를 어소시에이션 설립시작단말이 수신하여야 이동단말의 현재위치정보를 획득할 수 있다. 따라서 리다이렉트 서버의 경우보다 상대적으로 이동단말의 현재위치정보를 획득하는데까지 걸리는 지연시간이 길어진다. 또한 현재 모든 SIP 망이 SIP 이동성 관리 시스템을 반드시 지원하는 것도 아니기 때문에 [14]에서 제안한 방법은 일반적으로 사용되기에는 적합하지 못하다.

앞서 언급하였듯이 INVITE 메소드의 원래 목적은 통신하는 단말들 간 멀티미디어 세션을 설립하는 것이므로 INVITE 요청 메시지는 항상 중단 단말인 이동단말까지 전송되어야 하고, 이에 대한 응답 메시지는 INVITE 요청 메시지의 역경로를 따라 전송되어야 한다. 또한 일반적인 SIP 망 환경에서 INVITE 요청 메시지는 여러 개의 SIP 서버들을 방문할 수 있는데, INVITE 요청 메시지가 거쳐 간 SIP 서버들이 많아질수록 이 요청 메시지에 대한 응답 메시지도 더 많은 SIP 서버들을 거쳐야하므로 어소시에이션 설립시작단말이 기존의 SIP INVITE 요청 메시지를 사용하여 이동단말의 현재위치정보를 획득하는 경우 주소획득 지연시간은 더 길어지게 된다. 또한 현재 이동단말이 위치하고 있는 SIP 망의 SIP 서버(이후, 마지막 SIP 서버라고 부름)와 이동단말 간의 SIP 메시지 교환은 무선링크를 통해 이루어지게 되는데, 무선링크는 유선링크에 비해 상대적으로 패킷 오류율이 높고, 데이터 전송률이 낮기 때문에 긴 전송지연을 가진다.

이에 본 논문에서는 mSCTP를 사용하는 두 단말이 실행하는 응용이 VoIP처럼 멀티미디어 세션이 반드시 필요한 응용일 경우에는 INVITE 요청 메시지를 사용하여 어소시에이션 설립을 위한 이동단말의 현재위치정보를 획득하는 것이 합리적이나, 멀티미디어 세션 설립이 요구되지 않는 응용을 실행하는 단말들의 통신일 경우에도 멀티미디어 세션이 설립되는 INVITE 요청 메시지를 그대로 사용하는 것은 적합하지 못한 점에 착안하여 통신하고자 하는 단말들이 실행하고 있는 응용이 멀티미디어 세션을 요구하지 않는 응용일 때, 어소시에이션 설립시작단말이 이동단말로 어소시에이션을 설립하고자 하는 경우 주소획득 지연시간을 최소화하는 방안을 제안하고자 한다. 이를 위해 새로운 SIP 메소

드로서 FIND 메소드와 ADDRESS 메소드를 제안한다. 제안하는 방안은 이들 메소드들을 사용하여 마지막 SIP 서버가 직접 어소시에이션 설립시작단말로 이동단말의 현재위치정보를 알려주도록 함으로써 주소획득 지연시간을 최소화한다. 제안하는 방안은 SIP 망의 이동성 지원 여부와 SIP 서버 타입에 무관하게 적용할 수 있으며, 이동단말과 마지막 SIP 서버 간 SIP 메시지들을 교환하지 않도록 함으로써 무선링크 상에서의 SIP 메시지 전송을 제거하여 무선링크의 자원 낭비를 줄이고, 무선링크에서 발생할 수 있는 지연을 제거하였다. 수학적 분석과 시뮬레이션 결과를 통하여 기존 INVITE 요청 메시지를 사용하는 방안(이후, INVITE 방안이라고 부름)에 비해 주소획득 지연시간을 최소화하는 제안하는 방안이 더 좋은 성능을 보임을 알 수 있었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장의 서론에 이어 2장에서는 제안하는 방안에 대해 자세히 설명한다. 3장에서는 INVITE 방안의 성능과 제안한 방안의 성능을 수학적으로 분석하였고, 4장에서는 시뮬레이션 수행 결과를 통해 그 성능을 비교·분석하였다. 마지막으로 5장에서는 결론을 맺는다.

2. 제안하는 방안

본 장에서는 어소시에이션 설립시작단말이 이동단말로 어소시에이션을 설립하기 위하여 이동단말의 현재위치정보를 획득하는데 걸리는 시간을 최소화하는 것을 목적으로 하는 제안하는 방안에 대해서 설명한다. 제안하는 방안을 사용하기 위해서 통신하는 단말들은 SIP 사용자 에이전트 모듈을 탑재하여야 한다. 또한 이동성을 지원하지 않는 SIP 망 환경일 경우 위치(Location) 서비스 데이터베이스에는 위치 서비스 도메인 내에 현재 위치하고 있는 이동단말들을 나타내는 플래그가 요구되며, SIP 서버는 SIP 요청 메시지를 처리하는 과정에서 위치 서비스로부터 획득한 정보를 처리할 때, 이 플래그를 해석할 수 있는 기능이 요구된다. 이에 대한 내용은 본 논문의 범위를 벗어나는 것으로 더 이상 자세히 설명하지는 않기로 한다.

제안하는 방안에서는 어소시에이션 설립시작단말이 전송한 SIP 요청 메시지가 마지막 SIP 서버까지만 전송된다. 즉 이동성을 지원하는 SIP 망 환경이라면 이동단말의 홈 망에 위치한 SIP 서버까지만 SIP 요청 메시지가 전송되며, 이동성을 지원하지 않는 일반적인 SIP 망 환경이라면 현재 이동단말이 위치하고 있는 도메인의 SIP 서버까지만 SIP 요청 메시지가 전송된다. 이를 위해 제안하는 방안에서는 이동단말까지 전송되어야 하는 INVITE 요청 메시지와 구별되는 새로운 SIP 메소드인 FIND 메소드를 정의하였다. 마지막 SIP 서버가 FIND 요청 메시지를 수신하면, 이 SIP 서버는 INVITE 요청 메시지를 수신하였을 때와 같이 이동단말로 SIP 요청 메시지를 전달하지 않고, 202 Accepted 응답 메시지[15]를 어소시에이션 설립시작단말로 전송한다. 이 응답 메시지에 이동단말의 현재위치정보가 포함되어 있으며 INVITE 요청 메시지에 대응하는 200 OK 응답 메시지처럼

FIND 요청 메시지가 전송된 경로의 역경로로 전송된다. 그러므로 FIND 메소드를 사용하는 방안은 INVITE 요청 메시지를 사용하는 방안과 동일하게 요청 메시지가 거친 SIP 서버 개수에 주소획득 지연시간이 영향을 받게 된다. 이에 제안하는 방안에서는 마지막 SIP 서버가 어소시에이션 설립시작단말에게 이동단말의 현재위치정보를 직접적으로 알려줌으로써 FIND 요청 메시지가 방문한 SIP 서버의 개수에 영향을 받지 않도록 하여 주소획득 지연시간을 최소화한다. 이를 위해 제안하는 방안에서는 새로운 SIP 메소드인 ADDRESS 메소드를 정의하였다. 마지막 SIP 서버는 202 Accepted 응답 메시지를 어소시에이션 설립시작단말로 전송함과 동시에 이동단말의 현재위치정보를 포함한 ADDRESS 요청 메시지를 어소시에이션 설립시작단말에게 직접 전송한다. 어소시에이션 설립시작단말은 202 Accepted 응답 메시지나 ADDRESS 요청 메시지 중 먼저 수신하는 메시지를 통해 이동단말의 현재위치정보를 획득할 수 있으며, 이동단말의 현재위치정보를 획득한 뒤 바로 어소시에이션 설립을 시작한다. 그리고 ADDRESS 요청 메시지를 수신한 어소시에이션 설립시작단말은 200 OK 응답 메시지를 마지막 SIP 서버에게 전송한다. 제안하는 방안에서는 어소시에이션 설립시작단말이 FIND 요청 메시지에 대한 202 Accepted 응답 메시지나 ADDRESS 요청 메시지를 수신함으로써 이동단말의 현재위치정보를 획득할 수 있기 때문에 둘 중 하나의 메시지가 네트워크 혼잡 등으로 인해 손실될지라도 어소시에이션 설립시작단말은 어소시에이션 설립이 가능하다.

2.1절에서 어소시에이션 설립시작단말과 SIP 서버에서 제안하는 SIP 메시지들을 처리하는 절차를 자세히 설명하고, 2.2절에서 정의된 메소드들의 메시지 형식에 대해서 살펴본다. 마지막으로 2.3절에서는 예시적으로 SIP 프락시 서버로만 구성된 이동성을 지원하지 않는 SIP 망 환경에서 제안하는 방안의 동작절차에 대하여 설명한다.

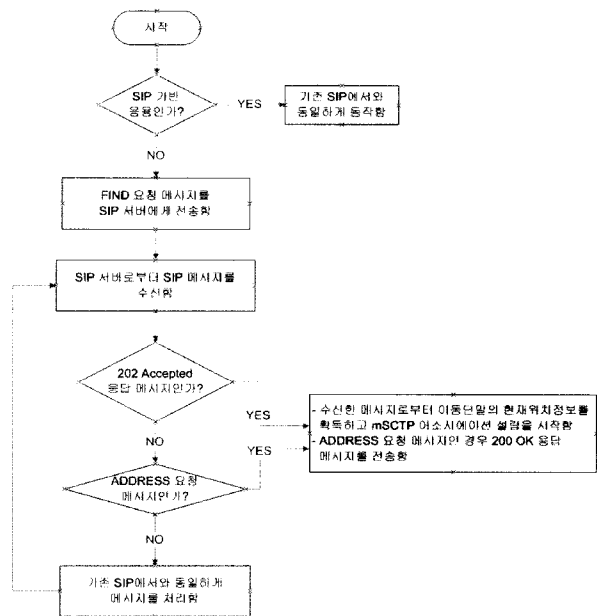
2.1 어소시에이션 설립시작단말과 SIP 서버에서 제안하는 SIP 메시지들을 처리하는 절차

2.1.1 어소시에이션 설립시작단말

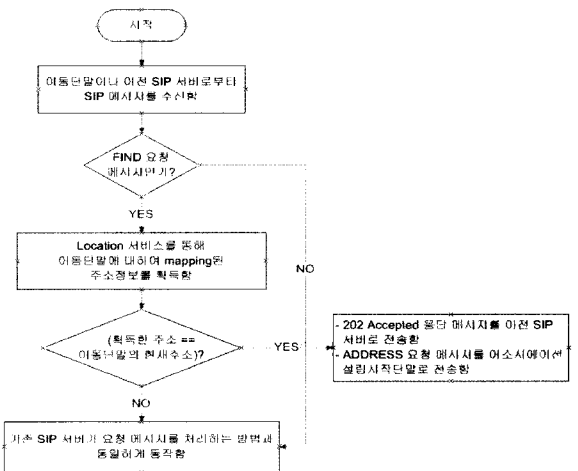
(그림 1)은 어소시에이션 설립시작단말에서 제안한 SIP 메시지들을 처리하는 절차를 나타낸다. 어소시에이션 설립시작단말은 실행 중인 응용이 SIP를 기반으로 하는 응용이 아닐 경우 교신단말의 현재위치정보를 알기위해 FIND 요청 메시지를 현재 자신이 속해 있는 도메인의 SIP 서버에게 전송한다. 현실적으로 어소시에이션 설립시작단말은 교신단말이 이동단말인지 아닌지를 알 수 없기 때문에 어소시에이션 설립시작단말이 실행하고 있는 응용이 SIP를 기반으로 하는 응용이 아닌 경우에는 항상 FIND 요청 메시지를 전송해야 한다. 어소시에이션 설립시작단말은 전송한 FIND 요청 메시지에 대한 응답 메시지인 202 Accepted 응답 메시지를 수신하거나 마지막 SIP 서버로부터 ADDRESS 요청 메시지를 수신하면, 교신단말의 현재위치정보를 획득할 수 있으며 어소시에이션 설립 절차를 시작한다.

2.1.2 SIP 서버

(그림 2)는 SIP 서버에서 제안한 SIP 메시지들을 처리하는 절차를 나타낸다. 마지막 SIP 서버를 제외한 SIP 서버들은 기존 SIP 서버들이 요청 메시지나 응답 메시지를 처리하는 방식과 동일하게 동작한다[11]. 마지막 SIP 서버가 FIND 요청 메시지를 수신하면, 202 Accepted 응답 메시지를 전송한다. 이 때 응답 메시지의 Contact 헤더에는 이동단말의 현재주소정보가 삽입된다. 이 응답 메시지는 기존 SIP 응답 메시지가 처리되는 방식과 동일하게 처리되므로 FIND 요청 메시지의 역경로를 통해 어소시에이션 설립시작단말까지 전송된다. 한편 마지막 SIP 서버는 202 Accepted 응답 메시지를 전송함과 동시에 이동단말의 현재위치정보를 포함한 ADDRESS 요청 메시지를 어소시에이션 설립시작단말에게 전송한다.



(그림 1) 어소시에이션 설립시작단말에서 제안하는 SIP 메시지들을 처리하는 절차



(그림 2) SIP 서버에서 제안하는 SIP 메시지를 처리하는 절차

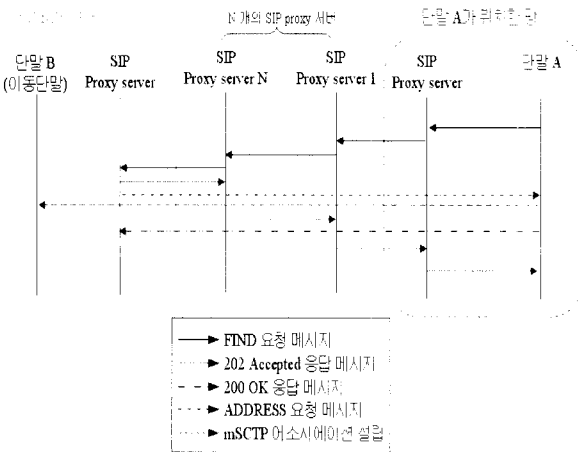
2.2 FIND 메시지와 ADDRESS 메시지의 형식

기본적으로 제안하는 메소드들의 메시지 형식은 INVITE 메소드의 메시지 형식과 유사하다. 제안하는 메소드들의 메시지 형식은 크게 시작라인과 메시지 헤더부분으로 구성되며 메시지 바디가 없다. 이는 제안하는 메소드들이 멀티미디어 세션을 관리하기 위한 메소드들이 아니기 때문에 메시지 바디가 필요하지 않기 때문이다. 그리고 제안하는 메소드들을 사용하는 메시지의 헤더필드는 *Via*, *To*, *From*, *Cseq*, *Max-Forwards*, *Contact*, *Content-length* 로 구성되며, *Contact*, *Content-length* 헤더필드를 제외하고는 INVITE 메소드를 사용하는 메시지 헤더 값과 동일한 방법으로 설정된다. 제안하는 방안에서 *Contact* 헤더 필드 값으로는 이동단말의 현재위치정보가 삽입되며, *Content-length* 헤더필드 값은 항상 0으로 설정된다.

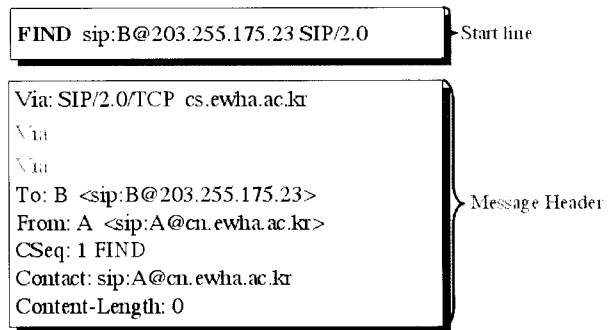
2.3 SIP 프락시 서버로만 구성된 이동성을 지원하지 않는

SIP 망 환경에서 제안하는 방안의 동작절차

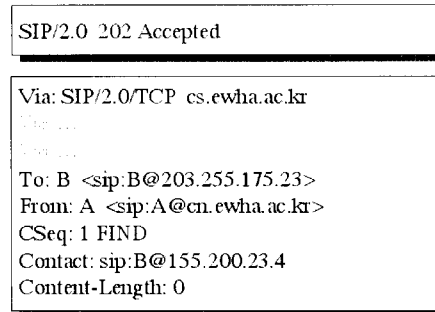
(그림 3)은 SIP 프락시 서버로만 구성된 이동성을 지원하지 않는 SIP 망 환경에서 통신하는 두 단말 간에 제안하는 방안에서의 메시지 흐름을 예시적으로 보여준다. 단말 A(sip:A@cn.ewha.ac.kr)가 단말 B(sip:B@203.255.175.23)와 통신하기를 원하는 경우 A는 B에게 (그림 4 (a))에서 보는 것과 같은 FIND 요청 메시지를 전송한다. 이 FIND 요청 메시지는 (그림 3)에서 보는 것과 같이 여러 개의 SIP 서버들을 방문하면서 단말 B의 현재 위치를 알고 있는 SIP 서버까지 전달된다. 이 서버는 FIND 요청 메시지를 수신하면, (그림 3)에서 보는 것과 같이 202 Accepted 응답 메시지 (그림 4 (b) 참조)를 전송하고, 단말 A로 ADDRESS 요청 메시지(그림 4 (c) 참조)를 직접 전송한다. 단말 A는 그림 3에서 보는 것처럼 FIND 요청 메시지에 대한 202 Accepted 응답 메시지나 ADDRESS 요청 메시지 중 먼저 수신한 메시지를 통해 단말 B의 현재위치정보를 획득하고, 그 즉시 단말 B로 mSCTP 어소시에이션을 설립한다.



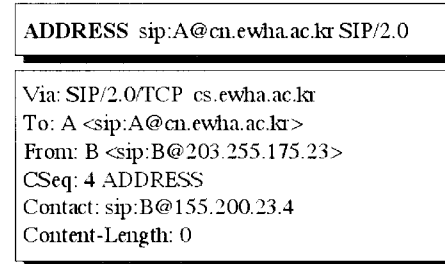
(그림 3) SIP 프락시 서버로만 구성된 이동성을 지원하지 않는 SIP 망 환경에서 제안하는 방안의 메시지 흐름의 예



(a) FIND 요청 메시지



(b) 202 Accepted 응답 메시지



(c) ADDRESS 요청 메시지

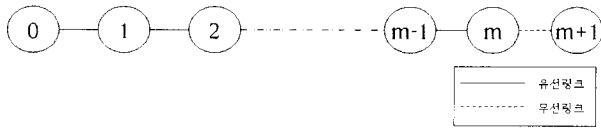
(그림 4) 제안하는 방안에서 사용되는 SIP 메시지 형식

3. 수학적 분석

본 장에서는 제안하는 방안과 INVITE 방안의 주소획득 지연시간을 수학적으로 분석해 본다. 제안하는 방안의 어소시에이션 설립시작단말이 FIND 메소드의 역경로를 통해 전송되는 202 Accepted 메시지를 수신하는데 걸리는 지연시간은 INVITE 방안의 어소시에이션 설립시작단말이 200 OK 응답 메시지를 수신하는데 걸리는 지연시간과 유사하므로 본 분석에서는 제안하는 방안의 경우 어소시에이션 설립시작단말이 ADDRESS 요청 메시지를 수신하는데 걸리는 지연시간을 주소획득 지연시간으로 간주한다.

(그림 5)는 SIP 서버들과 통신하는 단말들의 구성을 나타낸다. SIP 서버들은 m 개로 구성되며, 어소시에이션 설립시작단말은 0번째, 이동단말은 $(m+1)$ 번째로 가정한다. 또한 T_{ij} 는 i 번째 노드에서 j 번째 노드까지 SIP 메시지가 전송되는데 걸리는 시간으로 정의한다.

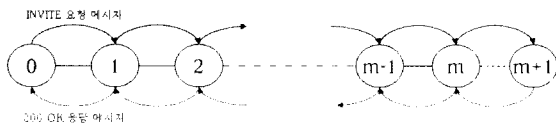
먼저, SIP 망 서버들이 프락시 서버들로만 구성되는 경우 (프락시 서버 개수: m 개)를 살펴본다. (그림 6)은 INVITE



(그림 5) SIP 서버들과 통신하는 단말들의 구성

방안에서 이동단말의 현재위치정보를 획득하기 위해 사용되는 INVITE 요청 메시지와 200 OK 응답 메시지의 흐름을 보여준다. 이 경우의 주소획득 지연시간을 D_{proxy} 라고 하면, 다음과 같이 계산된다.

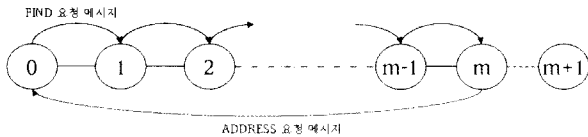
$$D_{proxy} = 2 \times \{T_{01} + T_{12} + \dots + T_{m(m+1)}\} = 2 \sum_{i=0}^m T_{i(i+1)}$$



(그림 6) SIP 망 서버들이 모두 프락시 서버들로만 구성되는 환경에서의 INVITE 방안

반면, (그림 7)은 제안하는 방안의 경우 이동단말의 현재 위치정보를 획득하기 위해 사용되는 FIND 요청 메시지와 ADDRESS 요청 메시지의 흐름을 보여준다. 이 경우의 주소획득 지연시간을 $D_{p-proposed}$ 라고 하면, 다음과 같이 계산된다.

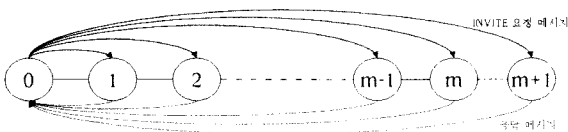
$$D_{p-proposed} = T_{01} + T_{12} + \dots + T_{(m-1)m} + T_{m0} = \sum_{i=0}^{m-1} T_{i(i+1)} + T_{m0}$$



(그림 7) SIP 망 서버들이 모두 프락시 서버들로만 구성되는 환경에서의 제안하는 방안

다음으로, SIP 망 서버들이 리다이렉트 서버들로만 구성되는 경우(리다이렉트 서버 개수: m개)를 살펴본다. (그림 8)은 INVITE 방안에서 이동단말의 현재위치정보를 획득하기 위해 사용되는 INVITE 요청 메시지와 302 Moved Temporarily 혹은 200 OK 응답 메시지의 흐름을 보여준다. 이 경우 주소획득 지연시간을 $D_{redirect}$ 라고 하면 다음과 같이 계산된다.

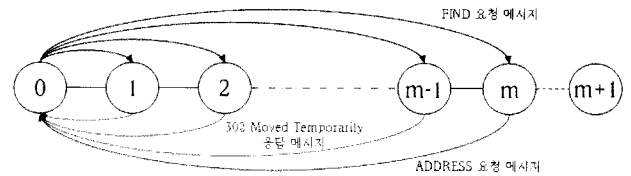
$$D_{redirect} = 2 \times \{T_{01} + T_{02} + \dots + T_{0m} + T_{0(m+1)}\} = 2 \sum_{i=1}^{m+1} T_{0i}$$



(그림 8) SIP 망 서버들이 모두 리다이렉트 서버들로만 구성되는 환경에서의 INVITE 방안

이에 반해, (그림 9)는 제안하는 방안에서 SIP 메시지들의 흐름을 보여준다. 이 경우 주소획득 지연시간을 $D_{r-proposed}$ 라고 하면 다음과 같이 계산된다.

$$D_{r-proposed} = 2 \times \{T_{01} + T_{02} + \dots + T_{0(m-1)} + T_{0m}\} = 2 \sum_{i=1}^m T_{0i}$$



(그림 9) SIP 망 서버들이 모두 리다이렉트 서버들로만 구성되는 환경에서의 제안하는 방안

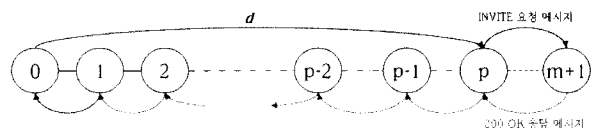
마지막으로, 일반적인 SIP 망의 경우를 살펴본다. INVITE 방안과 제안하는 방안의 큰 차이점은 마지막 SIP 서버에서의 SIP 요청 메시지 처리 방법이다. 즉 마지막 SIP 서버까지 SIP 요청 메시지가 전달되는데 걸리는 지연시간은 두 방안에서 모두 동일하다. 본 분석에서는 이 지연시간을 d 로 정의한다. 즉 SIP 요청 메시지가 (m-1)개의 SIP 서버를 거쳐 m번째 SIP 서버에 도착하는데까지 걸리는 지연시간을 나타낸다. 한편 INVITE 방안의 마지막 SIP 서버는 이동단말까지 INVITE 요청 메시지를 항상 전달하며, 이동단말은 INVITE 요청 메시지를 수신하면, 자신의 현재위치정보를 포함한 200 OK 응답메시지를 어소시에이션 설립시작단말로 전달한다. 이 때 이 응답 메시지는 INVITE 요청 메시지가 거쳐 온 프락시 서버들을 모두 역으로 거쳐 어소시에이션 설립시작단말까지 전송된다. 반면 제안하는 방안의 마지막 SIP 서버는 이동단말의 현재위치정보를 포함한 ADDRESS 요청 메시지를 어소시에이션 설립시작단말로 직접 전송하기 때문에 FIND 요청 메시지가 거쳐 온 프락시 서버의 개수에 영향을 받지 않는다.

■ INVITE 방안

(1) m번째 SIP 서버가 프락시 서버인 경우

프락시 서버의 총 개수가 p개일 때, (그림 10)에서 보는 것과 같이 (그림 5)에서 m번째 SIP 서버가 p번째 프락시 서버가 되는 경우이다. 이 경우의 주소획득 지연시간을 $D_{INVITE-proxy}$ 라고 하면 다음과 같이 계산된다.

$$D_{INVITE-proxy} = d + 2T_{p(m+1)} + \sum_{i=0}^{p-1} T_{i(i+1)}$$

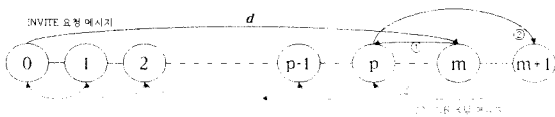


(그림 10) m 번째 SIP 서버가 프락시 서버인 경우

(2) m번째 SIP 서버가 리다이렉트 서버인 경우
(p: 프락시 서버 총 개수)

(그림 11)은 (그림 5)에서 m번째 SIP 서버가 리다이렉트 서버인 경우를 나타낸다. 이동단말이 전송한 200 OK 응답 메시지는 INVITE 요청 메시지가 거쳐 온 모든 프락시 서버들(p개)을 역으로 다시 거쳐서 전송되므로 이 경우의 주소 획득 지연시간을 $D_{INVITE_redirect}$ 라고 하면 다음과 같이 계산된다.

$$D_{INVITE_redirect} = d + T_{mp} + 2T_{p(m+1)} + \sum_{i=0}^{p-1} T_{(i+1)}$$

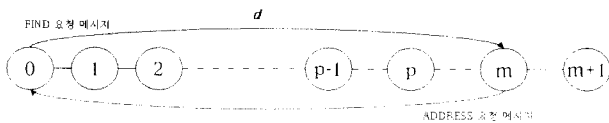


(그림 11) m 번째 SIP 서버가 리다이렉트인 경우

■ 제안하는 방안

앞서 설명한 바와 같이 제안하는 방안에서는 m번째 SIP 서버의 유형에 관계없이 주소 획득 지연시간은 동일하다. 그림 12에서 보듯이 이 경우의 주소 획득 지연시간을 $D_{proposed}$ 라고 하면, 다음과 같이 계산된다.

$$D_{proposed} = d + T_{m0}$$



(그림 12) 제안하는 방안의 경우

따라서 SIP 망의 서버들이 프락시 서버들로만 구성되는 경우, 리다이렉트 서버들만 구성되는 경우, 그리고 일반적인 SIP 망인 경우 각각에 대하여 제안하는 방안은 다음의 G 만큼 주소 획득 지연시간을 줄일 수 있다.

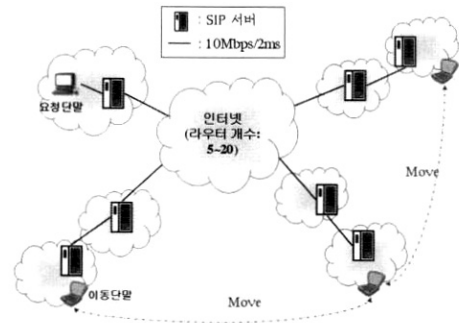
$$G = \begin{cases} \text{프락시 서버로만 구성된 SIP망인 경우: } \sum_{i=0}^{m-1} T_{(i+1)} + T_{m(m+1)} - T_{m0} \\ \text{리다이렉트 서버로만 구성된 SIP망인 경우: } 2T_{p(m+1)} \\ \text{일반적인 SIP망} \begin{cases} m = \text{프락시 서버: } 2T_{p(m+1)} + \sum_{i=0}^{p-1} T_{(i+1)} - T_{m0} \\ m = \text{리다이렉트 서버: } T_{mp} + 2T_{p(m+1)} + \sum_{i=0}^{p-1} T_{(i+1)} - T_{m0} \end{cases} \end{cases}$$

4. 시뮬레이션

본 장에서는 제안하는 방안의 성능과 INVITE 방안의 성능을 비교하기 위하여 NS-2(Network Simulator-2)[16]를 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 먼저 4.1절은 시뮬레이션에서 사용한 네트워크 모델에 대하여 설명하고, 4.2절에서는 시뮬레이션의 결과를 분석한다.

4.1 시뮬레이션 모델

(그림 13)은 시뮬레이션 네트워크 모델을 보여준다. 무선망은 WLAN(Wireless LAN)으로 가정하며, 인터넷을 구성하는 라우터들은 랜덤하게 구성한다. 이 라우터들 간의 링크는 50Mbps의 대역폭과 2ms의 전파지연을 가진다. 또한 SIP 서버들은 프락시 서버 혹은 리다이렉트 서버의 역할을 수행하며, 위치 서비스를 위한 데이터베이스는 각 SIP 서버 내에 구현된다. 한편 인터넷을 구성하는 라우터 수가 증가할수록 SIP 메시지의 중단 간 전송지연은 길어지므로 시뮬레이션 파라미터로는 인터넷을 구성하는 라우터 개수를 5개~20개로 변경시켜 보았으며, 시뮬레이션 성능 측정치로는 주소 획득 지연시간을 측정하였다.



(그림 13) 시뮬레이션 네트워크 모델

4.2 시뮬레이션 결과

(그림 14)는 이동성을 지원하는 SIP망 환경에서 인터넷을 구성하는 라우터 개수를 변화시켜 보면서 [10]에서 제안한 방안과 본 논문에서 제안하는 방안의 주소 획득 지연시간을 측정된 결과를 보인 것이다. 점선은 [10]에서 제안한 방안이고, 실선은 본 논문에서 제안한 방안을 나타낸다. 그런데 [10]에서 제안한 방법은 이동단말의 홈 망 SIP 서버가 리다이렉트 서버인 경우만을 고려하고 있기 때문에 이동단말의 홈 망 SIP 서버가 프락시 서버인 경우에는 기존 INVITE 요청 메시지를 처리하는 절차를 그대로 따른다고 가정하고 실험을 수행하였다.

(그림 14)에서 보는 것처럼 인터넷을 구성하는 라우터 개수가 증가할수록 모든 스킴에서 주소 획득 지연시간은 길어짐을 볼 수 있다. 이는 SIP 메시지가 경유하는 노드들의 수가 증가할수록 어소시에이션 설립시작단말에 SIP 메시지가 전달되는데 걸리는 시간이 더 길어지기 때문이다. 한편 [14]에서 제안한 방안의 경우, 인터넷을 구성하는 라우터 개수에 관계없이 이동단말의 홈 망 SIP 서버가 리다이렉트 서버인 경우 프락시 서버인 경우보다 항상 더 짧은 주소 획득 지연시간을 가진다. 이동단말의 홈 망 SIP 서버가 리다이렉트 서버일 경우 INVITE 요청 메시지가 도착하면, 이동단말의 현재위치정보를 포함하는 302 Moved Temporarily 응답 메시지를 어소시에이션 설립시작단말에게 바로 전송하는 반면, 이동단말의 홈 망 SIP 서버가 프락시 서버일 경우 수신된

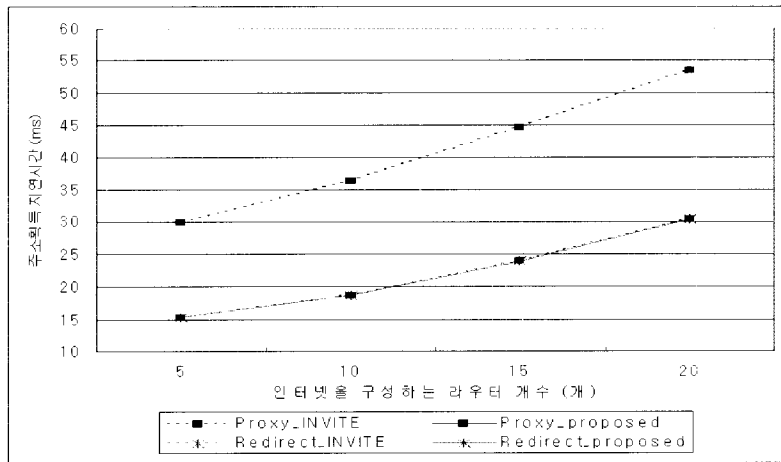
INVITE 요청 메시지는 이동단말까지 전송되고, 이동단말이 자신의 현재위치정보를 포함하는 200 OK 응답 메시지를 어소시에이션 설립시작단말에게 전송하기 때문이다. 게다가 유선링크에 비해 상대적으로 오류율이 높고 전파지연이 긴 무선링크를 통해 이동단말에게 SIP 메시지를 전달하기 때문에 SIP 메시지의 종단 간 전송지연은 더 길어진다. 한편 제안하는 방안에서는 어소시에이션 설립시작단말이 전송한 FIND 요청 메시지가 이동단말의 홈 망 SIP 서버까지만 전송되며, 이동단말의 홈 망 SIP 서버는 서버타입에 관계없이 202 Accepted 응답 메시지와 함께 ADDRESS 요청 메시지를 어소시에이션 설립시작단말로 전송한다. 그러므로 [14]에서 제안한 방안에서 이동단말의 홈 망 SIP 서버가 리다이렉트인 경우와 동일한 주소획득 지연시간을 가진다.

그리고 [14]에서 제안한 방안에서 이동단말의 홈 망 SIP 서버가 프락시인 경우 주소획득 지연시간과 제안하는 방안의 주소획득 지연시간 차가 인터넷을 구성하는 라우터의 개수가 증가할수록 점차 커짐을 볼 수 있다. [14]에서 제안한

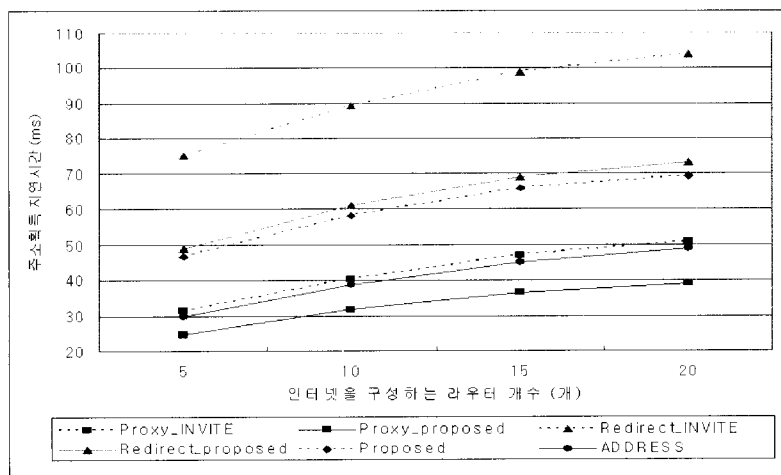
방안에서는 INVITE 요청 메시지가 이동단말 홈 망 SIP 서버를 거쳐 현재 외부 망에 위치하고 있는 이동단말까지 전송되는 반면, 제안하는 방안에서는 SIP 요청 메시지가 이동단말의 홈 망 SIP 서버까지만 전송된다. 그러므로 제안하는 방안에 비해 [14]에서 제안한 방안이 인터넷을 구성하는 라우터 개수의 증가에 따른 인터넷 전송 지연에 더 큰 영향을 받는다.

(그림 15)는 이동성을 지원하지 않는 일반적인 SIP망 환경에서 인터넷을 구성하는 라우터 개수를 변화시켜 보면서 INVITE 방안과 제안한 방안의 주소획득 지연시간을 측정된 결과를 보인 것이다. 점선은 INVITE 방안이고, 실선은 본 논문에서 제안한 방안을 나타낸다. 또한 SIP망을 구성하는 SIP 서버들의 타입 별로 시뮬레이션을 수행하였다. 즉 SIP망을 구성하는 서버들이 모두 프락시 서버인 경우와 모두 리다이렉트 서버인 경우, 두 유형의 SIP 서버들이 섞여있는 일반적으로 경우를 실험하였다.

(그림 15)에서 보는 것처럼 인터넷을 구성하는 라우터 개



(그림 14) 이동성을 지원하는 SIP망 환경에서 인터넷을 구성하는 라우터 개수 변화에 따른 주소획득 지연시간



(그림 15) 이동성을 지원하지 않는 SIP 망 환경에서 인터넷을 구성하는 라우터 개수 변화에 따른 주소획득 지연시간

수가 증가할수록 모든 스킴에서 주소획득 지연시간은 길어짐을 볼 수 있는데, 이는 (그림 14)에서 설명한 것과 같이 SIP 메시지가 경유하는 노드의 수가 증가함에 따라 어소시에이션 설립시작단말에 SIP 메시지가 전달되는데 걸리는 시간이 길어지기 때문이다. 또한 (그림 15)에서 보는 것처럼 모든 SIP 망 환경에서 제안하는 방안이 INVITE 방안보다 항상 더 짧은 주소획득 지연시간을 가짐을 볼 수 있다. 이는 제안하는 방안의 경우 FIND 요청 메시지가 이동단말까지 전달되는 것이 아니라 마지막 SIP 서버까지만 전달되며, 마지막 SIP 서버가 어소시에이션 설립시작단말에게 직접 ADDRESS 요청 메시지를 통해 이동단말의 현재위치정보를 알리기 때문이다. 이에 비해, INVITE 방안의 경우 그림 14에서 설명한 것처럼 이동단말까지 요청 메시지가 항상 전달되어야 하고, 응답 메시지는 요청 메시지의 역경로를 따라 반드시 전송되어야 하므로 제안하는 방안에 비해 주소획득 지연시간이 상대적으로 길어진다.

한편 INVITE 방안과 제안하는 방안 모두 리다이렉트 서버로만 구성되는 SIP망 환경일 때가 그렇지 않은 SIP 망 환경들보다 항상 주소획득 지연시간이 길다. 이는 1장에서 설명한 것처럼 리다이렉트 서버의 경우 이동단말의 변경된 주소를 요청 메시지를 전송한 SIP 서버나 단말에게 알려주어 이들이 새로운 주소로 요청 메시지를 다시 전송하도록 하기 때문에 SIP 메시지가 경유하는 노드의 수가 프락시 서버인 경우보다 상대적으로 많아지기 때문이다.

종합적으로 제안하는 방안은 기존 INVITE 방안에 비해 모든 SIP 망 환경에서 더 좋은 성능을 보임을 알 수 있었다. 한편 제어 메시지 오버헤드를 살펴보면, 제안하는 방안은 주소획득 지연시간을 최소화하기 위해서 기본적으로 사용하는 FIND 요청 메시지와 202 Accepted 응답 메시지 외에 추가적으로 ADDRESS 요청 메시지와 200 OK 응답 메시지가 요구되는데, 이는 기존 INVITE 방안에 비해 2개의 제어 메시지를 더 사용하는 것이다. 제안하는 방안의 SIP 메시지들은 유선망에서만 교환되며, 유선망은 충분한 대역폭을 가진다고 가정할 수 있기 때문에 제안하는 방안에서의 제어 메시지 오버헤드는 무시할만한 수준이다.

5. 결 론

최근, 제안된 트랜스포트 계층 이동성 지원 프로토콜인 mSCTP는 오직 단말의 이동성만을 지원하는 프로토콜로써 단말의 위치를 관리할 수 있는 기능이 없다. 그러므로 교신 단말이 이동단말인 경우 어소시에이션 설립시작단말은 이동단말의 현재위치정보를 알지 못하여 mSCTP 어소시에이션을 설립할 수 없는 문제점이 있다. 이에 본 논문에서는 새로운 SIP 메소드인 FIND 메소드와 ADDRESS 메소드를 정의하고, 이들을 이용함으로써 SIP망의 이동성 지원 여부 및 SIP의 서버 타입에 관계없이 주소획득 지연시간을 최소화할 수 있는 방안을 제안하였다. 제안하는 방안은 어소시에이션 설립시작단말이 전송한 FIND 요청 메시지가 이동단말의 현

재위치정보를 알고 있는 SIP 서버까지만 전송되도록 하며, 마지막 SIP 서버가 이동단말의 현재위치정보를 포함한 ADDRESS 요청 메시지와 202 Accepted 응답 메시지를 어소시에이션 설립시작단말로 전송하도록 함으로써 주소획득 지연시간을 최소화할 뿐만 아니라 어소시에이션 설립시작단말이 이동단말의 현재위치정보를 획득할 수 있는 가능성을 높였다. 수학적 분석과 시뮬레이션 결과를 통하여 제안하는 방안이 주소획득 지연시간을 최소화함으로써 INVITE 방안보다 항상 더 짧은 주소획득 지연시간을 가짐을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] C. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4," RFC3344, August 2002.
- [2] C. Perkins, "Mobility Support in IPv6," RFC3775, June 2004.
- [3] H. Soliman, C. Catelluccia, "Hierarchical Mobile IPv6 mobility management(HMIPv6)," draft-ietf-mip-shop-hmipv6-02.txt, June, 2004.
- [4] R. Koodli, "Fast Handovers for Mobile IPv6," draft-ietf-mipshop-fast-mipv6-02.txt, July, 2004.
- [5] R. Stewart, et al., "Stream Control Transmission Protocol," RFC 296, October, 2000.
- [6] M. Riegel and M. Tuexen, "Mobile SCTP," draft-riegel-tuexen-mobile-sctp-04.txt, October, 2004.
- [7] S. Koh, M. Chang, and M. Lee, "mSCTP for Soft Handover in Transport Layer", IEEE Communications Letters, Vol.8, No.3, March, 2004.
- [8] M. Chang, M. Lee, and S. Koh, "Transport Layer Mobility Support Utilizing Link Signal Strength Information," IEICE Transaction on Communications, Vol.E87-B, No.9 pp.2548~2556, Sep., 2004.
- [9] M. Chang, M. Lee, H. Lee, Y. Hong, J. Park, "An Enhancement of Transport Layer Approach to Mobility Support," LNCS 3391, pp.864~873, Jan., 2005.
- [10] S. Koh, Q. Xie, S. Park, "Mobile SCTP (mSCTP) for IP Handover Support," draft-sjkoh-msctp-01.txt, October, 2005.
- [11] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, et al., "SIP: Session Initiation Protocol", RFC 3261, June, 2002.
- [12] M. Tuexen, et al., "Requirements for Reliable Server Pooling," RFC 3237, January, 2002.
- [13] P. Vixie, et al., "Dynamic Updates in the Domain Name System (DNS UPDATE)", RFC 2136, April, 1997.
- [14] I. Aydin, W. Seok, C. Shen, "Cellular SCTP: A Transport-Layer Approach to Internet Mobility," Proceeding of ICCCN, October, 2003.
- [15] A. B. Roach, "Session Initiation Protocol (SIP) - Specific Event Notification," RFC 3265, June, 2002.
- [16] <http://www.isi.edu/ns/>

장 문 정



e-mail : mjchang@ewhain.net
2001년 이화여자대학교 컴퓨터학과(학사)
2003년 이화여자대학교 과학기술대학원
컴퓨터학과(석사)
2003년~현재 이화여자대학교 과학기술
대학원 컴퓨터학과 박사과정

관심분야 : TCP performance and QoS in NGN, mobile SCTP,
vertical handoff

이 미 정



e-mail : lmj@ewha.ac.kr
1987년 이화여자대학교 전자계산학(학사)
1989년 University of North Carolina at
Chapel Hill 컴퓨터학(석사)
1994년 North Carolina State University
컴퓨터공학(박사)

1994년~현재 이화여자대학교 공과대학 컴퓨터학과 교수
관심분야 : 프로토콜 설계 및 성능 분석, 멀티미디어 전송을 위
한 트래픽 제어, 인터넷 QoS, 트래픽 엔지니어링, 무
선 이동 네트워크, Ad-hoc 네트워크