

IP 핸드오버 : 망기반 기법 versus 종단간 기법

고석주

경북대학교

요약

본 고에서는 IP 핸드오버를 지원하기 위한 기존 프로토콜들을 망기반(network-based) 핸드오버 기법과 종단간(end-to-end) 핸드오버 기법으로 분류하여 비교 분석한다. 망기반 핸드오버 기법에는 FMIP (Fast handover for Mobile IP)과 NETLMM(Network-based Localized Mobility Management) 프로토콜이 있으며, 종단간 핸드오버 기법에는 SCTP 프로토콜과 SIP 프로토콜을 활용하는 방법이 있다. 차세대 통신망에서는 다양한 망환경 및 응용서비스가 혼재할 것으로 전망되며, 각기 특성에 따라 망기반 핸드오버 기법과 종단간 핸드오버 기법이 적용될 것으로 예상된다.

I. 서 론

NGN(Next Generation Networks) 통신망은 IP 기반 핵심망(core network)을 기반으로 다양한 접속망이 연결되는 형태로 구성될 전망이며, 이에 따라 동일(homogeneous)망에서의 이동성(mobility) 뿐만 아니라, 이종(heterogeneous)망간 이동성 지원 기술이 주요 이슈로 부각되고 있다 [1-3]. 이동성 기술은 여러 계층(layer)에서 다루어질 수 있다. 특히, 링크 계층 이동성 기술에서는 이동 단말의 MAC 주소 변경 이슈를 다루는 반면에, IP 이동성 기술은 단말의 이동으로 인해 IP 주소가 변경되는 경우를 고려한다.

IP 이동성 지원 기술은 크게 위치관리(location manage-

ment)와 핸드오버(handover) 지원 기술로 구분된다. 위치관리 기능은 이동단말(MN: Mobile Node)의 현재 위치를 위치관리자(혹은 서버)에게 지속적으로 등록 및 관리하는 기능이며, 이는 외부단말(CN: Correspondent Node)이 해당 MN과 통신을 원하는 경우 세션 연결 및 데이터 전송을 지원하기 위한 것이다. 즉, CN에서 MN으로 향하는 upcoming session을 지원하기 위해 사용된다. 반면에 핸드오버 기술은 MN의 이동으로 인하여 IP 주소가 변경되는 경우에도 진행 중인(ongoing) 세션의 연속성을 제공하기 위해 사용된다.

위치관리 기능과 핸드오버 지원 기능은 응용서비스의 특성에 따라 일부만 적용될 수 있다. 즉, 모든 서비스가 위치관리 기능과 핸드오버 지원을 요구하지는 않는다. 예를 들어, 전통적인 client-server 모델을 따르는 서비스(예: ftp)에서 이동단말(client)이 위치가 알려진 서버(server)에게 접속하는 경우, 서버에 대한 위치관리 기능은 필요 없는 반면에 단말에 대한 핸드오버 기술은 필요로 할 것이다. 또한, peer-to-peer 서비스에서 CN이 MN에게 짧은 메시지를 전송하는 경우(예: SMS 서비스), 위치관리 기능은 요구되지만 핸드오버 기능은 적용되지 않을 수 있다.

본 고에서는 IP 핸드오버 이슈를 다룬다. IP 핸드오버 기술이란 이동단말의 이동으로 인해 IP 주소가 변경되는 경우, 핸드오버로 인한 데이터 손실(loss) 및 지연(latency)을 최소화하여 세션의 연속성(continuity)을 제공하는 기술이다. 일반적으로 IP 핸드오버는 이슈는 IP 주소의 변경뿐만 아니라 링크계층 핸드오버(예: 기지국 혹은 AP 변경) 이슈도 포함하지만, 여기서는 특히 단말의 이동으로 인해 IP 주소가 변경되는 IP 핸드오버 이슈를 다룬다.

지금까지 제안되어온 IP 핸드오버 기술은 크게 망기반(network-based) 기법과 종단간(end-to-end)기법으로 분류할 수 있다. 망기반 핸드오버 기법의 경우, MN의 핸드오버 지원을 위해 망에 있는 에이전트(agent)를 사용한다 (예: access router간 핸드오버 터널 혹은 multicasting). 반면에, 종단간 핸드오버 기법의 경우 망에 있는 에이전트에 의존하지 않고 오직 종단간(end-to-end)의 두 단말간에 핸드오버 시그널링 및 절차가 수행된다는 특징이 있다.

망기반 핸드오버 기법은 주로 망계층(network-layer) 프로토콜이 사용되며 대표적인 것은 MIP(Mobile IP)[4, 5]를 확장한 FMIP(Fast handover for MIP)[6]과 최근에 등장한 NETLMM[7] 혹은 PMIP (Proxy MIP)[8] 프로토콜이 있다. 종단간 핸드오버 기법으로는 수송계층(transport-layer) 프로토콜인 SCTP(Stream Control Transmission Protocol)[9, 10]를 핸드오버에 적용하는 기법과, 응용계층(application-layer) 프로토콜인 SIP(Session Initiation Protocol)[11, 12]를 핸드오버에 적용하는 기법이 있다.

본 고에서는 상기한 망기반 핸드오버 프로토콜 및 종단간 핸드오버 프로토콜에 대하여 특징을 비교분석하고자 한다. 이를 통해 향후 핸드오버 기술 개발 시에 고려해야 할 이슈를 살펴보고자 한다. 먼저 2절에서는 망기반 핸드오버 기법을 알아보고, 3절에서는 종단간 핸드오버 프로토콜에 대하여 기술한다. 4절에서는 두 가지 기법의 특징을 비교 분석하고 아울러 성능 비교를 위한 간단한 실험 결과를 기술한다.

5절에서는 향후 이슈와 함께 결론을 맺는다.

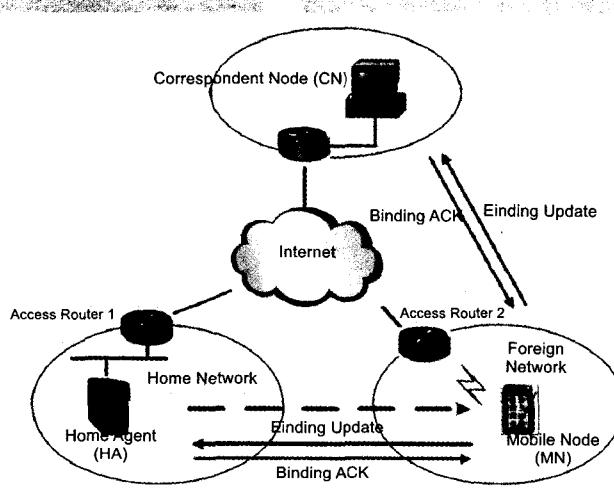
II. 망기반 핸드오버 프로토콜

2.1 MIP/FMIP

망계층의 대표적인 이동성 프로토콜은 MIP이다. MIP는 IP 버전에 따라 MIPv4[4]와 MIPv6[5]로 구분된다. MIP의 주요 기능은 그림 1에 보여지듯이 이동단말(MN)에 대한 ‘위치관리’ 기능이다.

MN의 주소는 HoA(Home Address)와 CoA(Care of Address)로 구분되고, MN은 홈망에서 외부망으로 이동하여 새로운 CoA를 획득하는 경우 HA에게 등록하며 이를 MIP Registration 혹은 Binding Update라 한다. 외부단말(CN)은 이동단말의 위치에 관계없이 HoA 주소로 데이터를 송신하면, MIP의 HA(Home Agent)가 해당 데이터를 가로채어 (intercept) 터널링(tunneling)을 통해 MN의 CoA 주소로 전달한다. 이처럼 MIP의 본래 기능은 이동단말의 주소를 HoA와 CoA로 이원화하여 MN의 위치를 관리하며 외부에서 도착한 데이터를 이동단말에게 전달해 주는 기능을 제공한다.

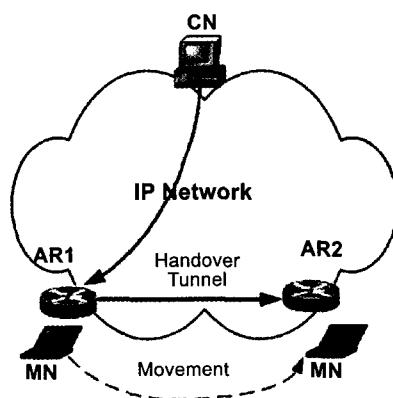
한편, MIP 기술을 핸드오버에 적용하기 위해 FMIP(Fast handover for MIP)[6] 기술이 제안되었다(MIPv4 핸드오버는 Low Latency Handover, MIPv6 핸드오버는 Fast Handover



(그림 1) MIP 개요

용어를 사용함). FMIP 핸드오버의 주요 특징은 다음 2가지 이다.

- 1) 인접 라우터간 핸드오버 터널 설정을 통한 핸드오버로 인한 데이터 손실의 방지
 - 2) 링크계층 정보(L2 triggers)를 토대로 핸드오버를 수행하여 핸드오버 지연시간을 최소화
- (그림 2)와 (그림 3)은 터널을 사용하는 FMIPv6 핸드오버 개요 및 시그널링(signaling) 절차를 보여준다.



(그림 2) FMIP 핸드오버에 의한 데이터 전달

(그림 2)에서 보여지듯이 FMIP 핸드오버 절차를 통해, 이동단말의 핸드오버 기간에 데이터 흐름은 핸드오버 터널을 통해 바뀌게 된다. 핸드오버 터널은 인접한 AR(Access

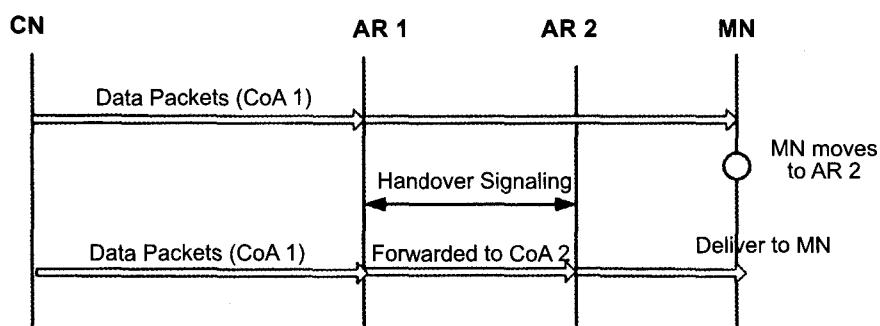
Router)간에 설정되며, 이를 위해 라우터에 관련 기능을 지원하는 에이전트가 탑재되어야 한다.

(그림 3)은 핸드오버를 위한 시그널링 절차를 보여준다. MN이 새로운 AR 지역으로 이동하는 경우, MN과 AR 그리고 AR과 인접 AR간에 핸드오버 시그널링 절차가 수행된다. 핸드오버 지연시간을 줄이기 위해 하위 링크계층 트리거 정보를 이용하여 핸드오버 시그널링이 개시되며, 핸드오버 터널을 통해 데이터 손실이 최소화되도록 한다.

2.2 NETLMM/FMIP

MIP와 FMIP 프로토콜은 IP 계층에서 수행되며, MIP 위치 등록 및 핸드오버 지원을 위해 이동단말과 네트워크 에이전트(혹은 라우터)간에 시그널링 메시지가 교환된다. 특히, FMIP 핸드오버 프로토콜의 경우, 이동단말도 FMIP 프로토콜 기능을 탑재하고 있어야 한다. 이와 같이 “이동단말이 FMIP 프로토콜을 탑재”해야 한다는 점은 “서비스 보급(deployment)” 차원에서 바람직하지 못하다. 즉, 네트워크뿐만 아니라 모든 단말이 FMIP 기능을 구현하고 있는 경우에만 FMIP 핸드오버 기능이 제공될 수 있기 때문이다.

상기와 같은 문제점을 극복하기 위해 IETF NETLMM 그룹에서는 망기반(network-based) 이동성 기법을 개발하고 있다[9]. 즉, 이동단말이 핸드오버 기능을 구현하지 않고 또한 핸드오버와 관련된 특별한 기능을 수행하지 않아도, 네트워크에 있는 에이전트를 통해서 단말의 핸드오버를 지원하는 기술이다. 최근 NETLMM 그룹은 새로운 망기반 프로토콜을



(그림 3) FMIP 핸드오버를 위한 시그널링

제정하는 대신에 기존 MIP를 확장한 PMIP(Proxy MIP)[8]을 개발하기로 결정하였다.

(그림 4)는 PMIP 프로토콜의 개요를 보여준다.

(그림 4)에서 보여지듯이 MN은 단지 IP 프로토콜 스택만 탑재하고 있으며, 위치등록 및 핸드오버 등의 이동성 지원 기능은 모두 네트워크에 있는 에이전트(보통 AR에 탑재되는)를 통해서 이루어진다. AR은 또한 MN의 이동성 정보를 게이트웨이 혹은 다른 AR에게 전달한다. 특히, 기존에 MN이 수행하던 MIP 위치 등록 기능도 네트워크에 있는 AR에 의해서 수행되며, 이를 위해 AR에 MIP Proxy 기능이 구현된다. 이러한 관점에서 기존의 MIP를 CMIP(Client MIP)라 부르기도 한다. PMIP의 경우, FMIP 핸드오버 기능도 오직 AR 간에만 수행된다.

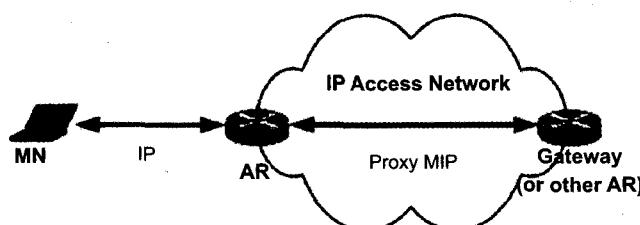
현재 PMIP 프로토콜은 표준제정 단계에 있으며 이와 같은 망기반 핸드오버 기법은 특히 망사업자의 입장에서 선호된다. 단말이 해당 기능을 구현하지 않아도 핸드오버 기능을 제공할 수 있고, 더욱이 핸드오버 지원기능을 사업자가 총

괄 관리할 수 있기 때문이다. 다만, MN이 핸드오버를 지원하지 않는 망으로 이동하는 경우에는 망기반 핸드오버 기법을 지원받을 수 없다.

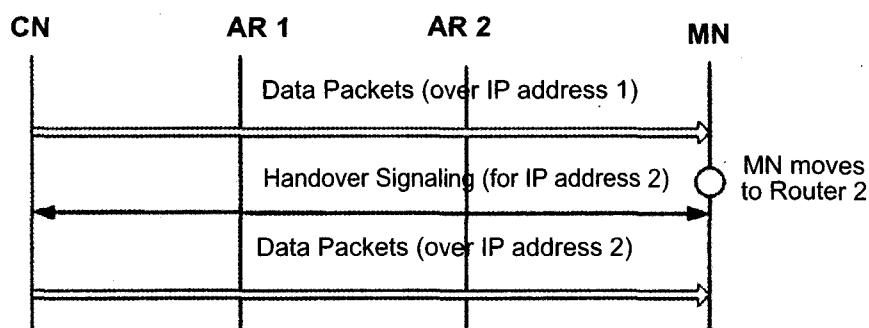
III. 종단간 핸드오버 프로토콜

네트워크의 에이전트를 통해 제공되는 망기반 핸드오버 프로토콜에 비해 종단간 핸드오버 프로토콜에서는 네트워크 에이전트의 도움 없이 종단에 있는 단밀간에 핸드오버 시그널링 절차가 수행된다. 다음 그림에서처럼 핸드오버 시그널링 기능을 통해 MN은 새로이 변경된 IP 주소를 CN에게 통보하며, 이후 CN은 MN의 새로운 IP 주소로 데이터를 전달하게 된다. 종단간 핸드오버 프로토콜에서는 HoA 혹은 CoA 용어 대신에 IP 주소라는 표현을 사용하고 있다.

본 절에서는 종단간 핸드오버 지원을 위해 제안된 수송계



(그림 4) PMIP 개요



(그림 5) 종단간 핸드오버 기법 개요

총의 SCTP(Stream Control Transmission Protocol) 프로토콜과 응용계층의 SIP(Session Initiation Protocol) 프로토콜에 대하여 살펴본다.

3.1 mSCTP

SCTP[9] 프로토콜은 TCP, UDP와 같은 수송계층 프로토콜이며 본래 SS7 혹은 AAA 등의 시그널링 정보를 전송하기 위해 개발된 표준이다. SCTP는 TCP, UDP와는 달리 멀티홈잉(multi-homing) 특성을 제공한다. 즉, 단말은 하나의 수송계층 연결(혹은 세션)에 2개 이상의 IP 주소를 바인딩(binding) 할 수 있다. 특히, 세션 도중에 새로운 IP 주소를 동적으로 추가하거나 삭제할 수 있으며 이와 같은 SCTP 멀티홈잉 특성과 동적인 주소설정 기능을 핸드오버 지원에 활용하는 기법을 “mobile SCTP(mSCTP)”[10]라 한다.

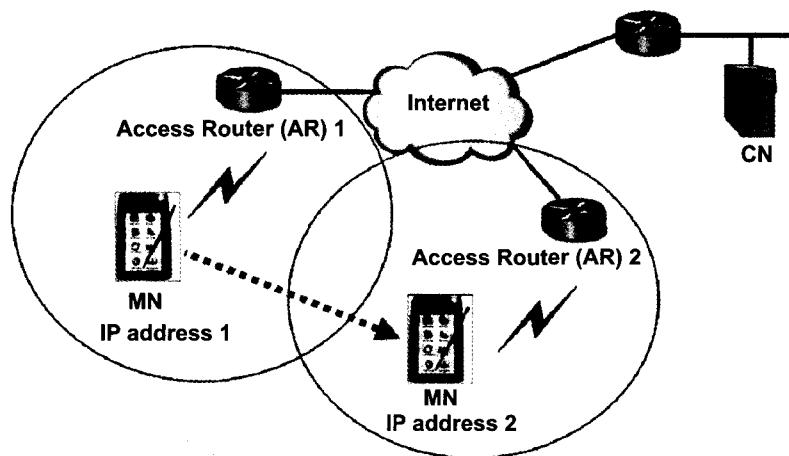
그림 6은 mSCTP 핸드오버 개요를 보여주고 있다. 이를 토대로 mSCTP 핸드오버의 주요 절차를 기술하면 다음과 같다.

- 1) MN은 CN과 SCTP 연결을 생성한다.
- 2) MN의 이동으로 새로운 IP 영역으로 (AR2 지역) 진입하는 경우, DHCP 혹은 IPv6 자동주소 설정기능을 사용하여 새로운 IP 주소를 (IP address 2) 습득한다.
- 3) MN은 습득된 주소를 CN에게 통지하기 위해 SCTP의

ASCONF(Address Configuration) 청크(chunk) 메시지를 전송하며, 이를 “Add-IP” 과정이라 한다. CN은 MN의 신규 주소를 SCTP 세션에 추가한다.

- 4) MN이 멀티홈잉 지역에 있는 경우, 기존 IP 주소와 신규 IP 주소를 모두 사용할 수 있으나, 실제 데이터 전송은 그 중 하나의 주소만을 사용하며 이를 ‘주요 경로(primary path)’라 한다. MN의 추가적인 이동으로 신규 IP 주소에 대한 성능이 (예: 해당 무선 인터페이스의 신호 크기 등) 우수하다고 판단되는 경우, MN은 신규 주소를 주요 경로로 지정하기 위해 외부 단말에게 ASCONF 메시지를 전송한다. 이를 “Primary-Change” 과정이라 한다.
- 5) MN의 추가적인 이동으로 기존 IP 주소 영역을 완전히 벗어나게 되는 경우, MN은 기존 IP 주소를 삭제하기 위해 ASCONF 메시지를 전송하며, 이를 “Delete-IP” 과정이라 한다.

상기와 같은 “Add-IP”, “Primary-Change”, “Delete-IP” 등의 시그널링 과정은 MN의 이동에 따라 순차적으로 수행되며, 이를 통해 이동단말은 세션의 연속성을 보장받을 수 있다. 각 시그널링 메시지의 전송 시점은 mSCTP 핸드오버의 구현 방식, 하위 링크계층 정보의 활용 기법 및 망 환경에 따



(그림 6) mSCTP 핸드오버 개요

라 조금씩 달라질 수 있다.

mSCTP의 주요 특징은 수송계층에서 멀티홉링 기능을 활용할 수 있다는 점이다. 즉, 신규 및 기존 IP 주소를 동시에 세션에서 사용할 수 있으며, 이는 특히 다중 네트워크 인터페이스를 토대로 이종망간 핸드오버(혹은 vertical handover)를 수행하는 경우에 적합하다. 반면에 FMIP 등의 망기반 핸드오버 기법에서는 다중 네트워크 인터페이스가 있는 경우에도 한 순간에 하나의 IP 주소만을 사용할 수 있다.

3.2 SIP 핸드오버

SIP[11]는 본래 VoIP(Voice over IP)등의 멀티미디어 응용 서비스에 대하여 세션 설정을 위한 시그널링에 사용되는 프로토콜이다. SIP는 세션설정을 위한 제어 기능을 제공하며, 설정된 세션을 토대로 데이터 전송을 위해 종단 단말간에 TCP/UDP 연결이 설정된다.

이동성 지원 기법으로서 SIP는 위치관리 기능을 제공한다. 이동단말은 위치변경시에 새로운 IP 주소를 SIP 등록서버(Register)에 SIP Register 메시지를 전송하여 등록한다. 이를 통해, SIP 등록서버는 MN의 URI(Uniform Resource Locator)에 대한 IP 주소 정보를 관리할 수 있다. CN이 해당 MN과 세션 설정을 원하는 경우 SIP INVITE 메시지를 MN의 URI로 전송하면, INVITE 메시지는 SIP 프락시 서버 및 등록서버를 경유하여 MN에게 전달된다. 이후 이동단말은 SIP OK 메시지를 외부단말에 전송함으로써 세션 설정이 완료되고, 이후 데이터 전송은 두 단말간에 IP 주소를 사용하여 이루어진다.

SIP 프로토콜은 또한 핸드오버 지원을 위해 사용될 수 있다[12]. 이를 SIP 핸드오버라 하며 대략적인 절차는 다음과 같다 (그림 5 참조).

- 1) MN은 SIP INVITE, OK 메시지 교환 후에 CN과 데이터 교환을 진행한다.
- 2) MN이 세션 진행 중에 새로운 망으로 이동하여 IP 주소가 변경되는 경우, 핸드오버 기능 수행을 위해 CN에게 RE-INVITE 메시지를 전송하여 이동단말의 신규 IP 주소를 통보한다.
- 3) CN은 RE-INVITE에 대하여 SIP OK 메시지로 응답하고, 이후 MN의 새로운 IP 주소를 토대로 새로운 데이터 연결을 설정한다. 즉, 새로운 TCP 혹은 UDP 데이터 채널

이 설정된다.

상기와 같은 SIP RE-INVITE와 SIP OK 메시지 교환과 새로운 데이터 채널의 연결 작업은 MN의 핸드오버가 발생할 때마다 수행된다.

이처럼 SIP는 IP 이동성 지원을 위해 위치관리 기능 뿐만 아니라 핸드오버 지원 기능도 지원한다. 이동성 지원 기능은 모두 응용계층 시그널링을 통해 지원되나, mSCTP와는 달리 멀티홉링 기능은 활용할 수 없다.

IV. 특성 및 성능 비교

4.1 특성 비교

기존 기법들은 프로토콜 계층관점에서 네트워크 계층, 수송계층, 응용계층으로 구분할 수 있다. 네트워크 계층 프로토콜의 경우 망의 에이전트를 이용하는 망기반 핸드오버 기법에 해당하며, 수송/응용 계층 프로토콜의 경우 핸드오버 기능 및 절차가 종단간에 수행되는 종단간 핸드오버에 해당한다.

〈표 1〉은 기존 프로토콜간의 특성을 비교 정리하고 있다. 표에서 알 수 있듯이, MIP는 본래 위치관리 기능을 제공하기 위해 개발된 반면에, SCTP와 SIP는 데이터 전송 혹은 세션 설정 시그널링을 위해 개발된 것이다.

MIP의 위치관리는 HoA와 CoA 정보를 대응(mapping)시키는 역할을 수행한다. 핸드오버 지원을 위해 FMIP 확장 프로토콜을 사용할 수 있으며, 이동단말에 의존하지 않고 모든 핸드오버 기능을 네트워크에서 제공하기 위해 NETLMM 혹은 PMIP 등의 망기반 프로토콜이 개발 중에 있다. 망기반 핸드오버 기법은 네트워크 에이전트를 사용하므로 보다 빠른 핸드오버 처리가 가능할 것으로 전망된다. 반면에, 이동한 네트워크에 에이전트가 없는 경우 핸드오버 기능이 지원되지 않는다.

SCTP의 TCP, UDP처럼 데이터 전송을 위한 수송계층 프로토콜이다. MIP와 SIP과는 달리 위치관리 기능이 제공되지 않으며, 위치관리를 위해서는 MIP, SIP 혹은 다른 위치관리 기법과 함께 사용될 수 있다. 이동성 지원 관점에서 SCTP는 수송계층 멀티홉링 특성과 동적 주소설정 기능을 사용하는

mSCTP 핸드오버 기법을 제공한다. mSCTP는 특히 이종망 간 혹은 vertical 핸드오버 시에 중첩지역(overlapping region)에서 2개 이상의 IP 주소를 동시에 사용할 수 있다. mSCTP 핸드오버의 경우 핸드오버로 인해 데이터 손실이 발생하는 경우 SCTP 프로토콜의 오류복구 기능에 의하여 복구된다. mSCTP 핸드오버 절차는 종단 단말간에 수행되므로 네트워크 에이전트는 요구되지 않으나, 상위 응용에서 수송 계층 프로토콜로 TCP나 UDP가 아닌 SCTP를 사용해야 하는 한계가 있다.

〈표 1〉 기존 핸드오버 프로토콜의 비교

분류	MIP	SCTP	SIP
프로토콜 계층	네트워크	수송	응용
망기반/종단간	망기반	종단간	종단간
주요 기능	IP 이동성 관리 (위치관리)	데이터 전송 (SCTP 기반)	멀티미디어 세션 설정
위치 관리 기법	제공함 (HoA, CoA)	제공하지 않음	제공함 (URI, IP 주소)
핸드오버 기법	FMIP, NETLMM (망계층 핸드오버)	mSCTP 핸드오버 (수송계층)	SIP 핸드오버 (응용계층)
단점	네트워크 에이전트 요구	TCP, UDP 응용 지원이 안됨	SIP 기반 응용에만 적용

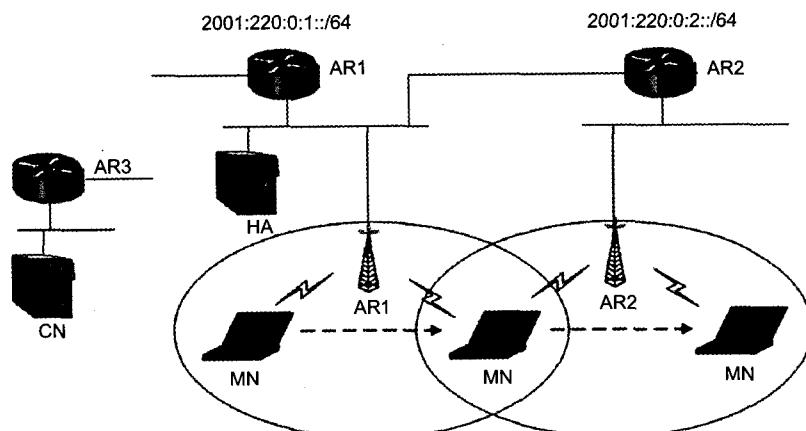
SIP 프로토콜은 멀티미디어 세션 설정과 관련된 제어 기능을 제공하며 데이터 채널과 독립적으로 동작한다. SIP는 이동성 관점에서 위치관리 기능과 핸드오버 지원 기능을 모두 제공한다. SIP 위치관리 기능에서는 URI와 IP 주소간의 대응

정보를 관리한다. SIP 핸드오버 기법은 네트워크 에이전트를 사용하지 않고 종단 단말간에 수행된다. SIP 핸드오버가 발생하는 경우 데이터 채널은 새로 생성 및 설정되어야 하며, 이러한 관점에서 핸드오버 성능이 다소 떨어질 수 있다. 데이터 전송을 위한 하부 수송계층 프로토콜로써 TCP, UDP 혹은 SCTP를 사용할 수 있으나, SIP 기반 이동성 지원 기법은 SIP 시그널링을 사용하는 응용(예: VoIP 등의 peer-to-peer 멀티미디어 응용)에 대해서만 적용될 것으로 전망된다. 한편, SIP 핸드오버 기법도 멀티홈링 기능을 핸드오버 과정에 활용하지는 않는다.

4.2 성능비교 실험 결과

본 절에서는 망기반 핸드오버와 종단간 핸드오버 기법의 성능 비교 실험 결과를 기술한다. 망기반 핸드오버 기법에서는 널리 알려진 MIPL(MIP for Linux)[13] 개발코드를 사용하여 핸드오버 실험을 수행하였다 (FMIP 핸드오버 성능 실험은 향후 이슈로 고려중임). 종단간 핸드오버 기법으로서 mSCTP 구현코드[14]를 사용하였다. 두 가지 방법 모두 링크 계층 트리거를 사용하여 핸드오버 시그널링을 수행하였으며, 실험에 사용된 실험망 구조 및 핸드오버 시나리오는 다음과 그림과 같다.

모든 실험은 IPv6 기반 리눅스 플랫폼에서 수행되었으며, MN이 AR1 지역에서 AR2로 이동하는 시나리오를 고려하였



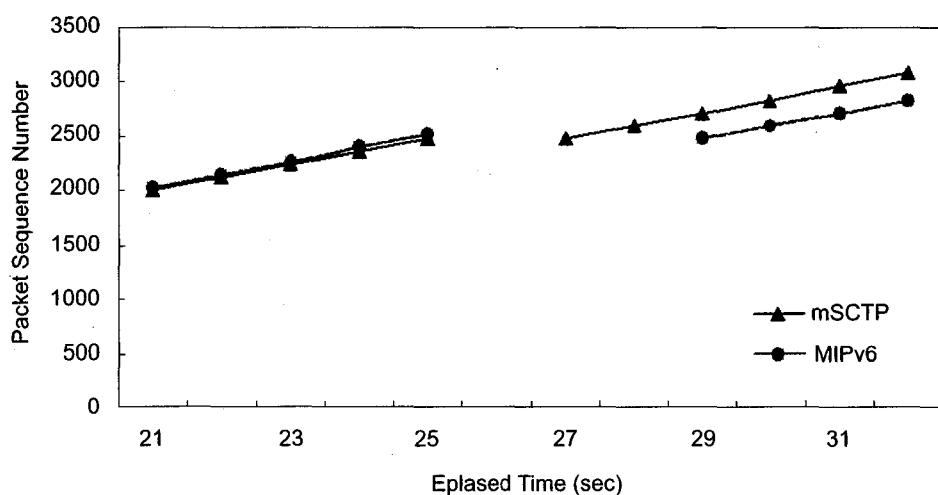
(그림 7) 핸드오버 성능 실험 시나리오

다. 무선망 기술로는 WLAN을 사용하였으며, MN이 WLAN 인터페이스를 하나 가지는 single-homing 경우와, 두 개 가지는 dual-homing 경우에 대하여 핸드오버 성능을 측정하였다.

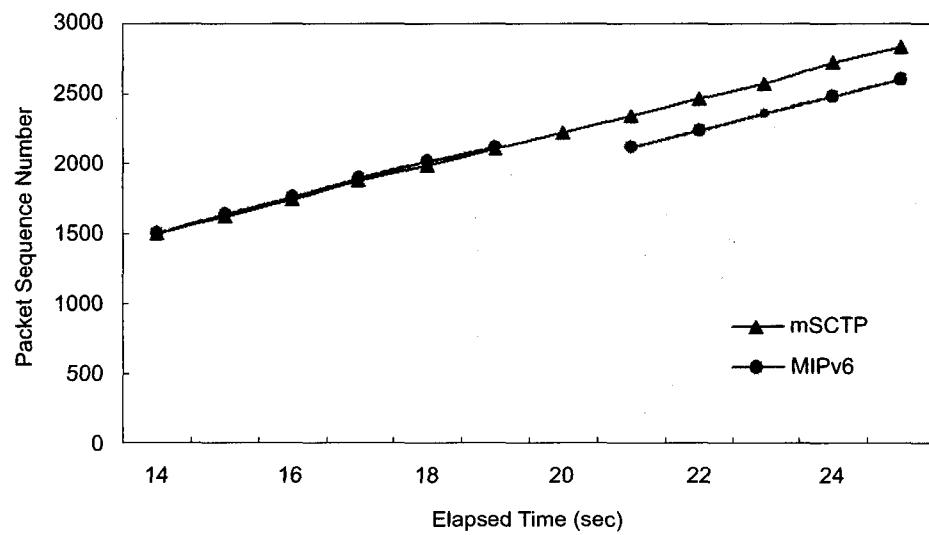
(그림 8)과 (그림 9)는 MIP와 mSCTP의 성능비교 실험 결과이다. 각각 핸드오버 진행 과정에서 교환된 데이터 패킷의 sequence number를 보여주고 있으며(MIP의 경우 상위 프로토콜로 TCP를 사용함), 이를 통해 핸드오버 지연시간을

알 수 있다.

먼저 (그림 8)에서, single-homing 단말의 경우, mSCTP가 보다 작은 핸드오버 지연을 보여주고 있다. 이는 MIPv6의 경우 핸드오버 지연시간이 크게 나온 이유는, 핸드오버가 발생할 때마다 MN이 HA와 CN에 대하여 수행하는 Return Routability와 Binding Update 절차 때문이다. 반면에, SCTP의 경우 보안 메커니즘 및 Binding Update 과정을 별도의 에이전트를 경유하지 않고 MN과 CN 간에 프로토콜 내부적으로



(그림 8) 핸드오버 성능실험 결과: single-homing 시나리오



(그림 9) 핸드오버 성능실험 결과: dual-homing 시나리오

처리하고 있다 (보안 메커니즘의 경우 AUTH 청크를 사용하며, Binding Update의 경우 ASCONF 청크를 교환함).

한편 (그림 9)에서는 dual-homing MN의 핸드오버 성능 실험 결과이다.

그림에서 보여지듯이 mSCTP의 경우 중첩지역에서 두 개의 IP 주소를 사용하므로, 사실상 핸드오버 지연이 발생하지 않았다. 반면에, MIP의 경우 dual-homing 단말임에도 불구하고, MIPv6 기본 동작을 모두 수행하여 mSCTP 보다 큰 핸드오버 지연이 발생하였다.

상기 실험결과는 FMIP이 아닌 MIP와의 성능비교 실험이므로, 종단간 핸드오버 기법이 망기반 핸드오버 기법에 비하여 성능이 우수하다고 결론지을 수는 없다. 다만, 종단간 핸드오버 기법도 구현기법 및 네트워크 특성에 따라 충분히 좋은 핸드오버 성능을 얻을 수 있음을 얘기할 수 있을 것이다.

V. 결론 및 향후 이슈

지금까지 IP 핸드오버 지원을 위해 개발된 주요 기법들을 망기반 기법과 종단간 기법으로 구분하여 비교 분석하였다. 망기반 기법으로는 MIP/FMIP과 NETLMM/PMIP 프로토콜을 살펴보고, 종단간 기법으로는 mSCTP와 SIP 핸드오버 프로토콜에 대하여 분석하였다. 또한, MIP와 mSCTP 핸드오버에 대한 간단한 성능 비교 실험결과를 기술하였다.

본 고에서 고려한 두 가지 핸드오버 기법에 대한 주요 사항 및 이슈를 정리하면 다음과 같다.

먼저, 핸드오버 기법은 위치관리 기법과 분리하여 고려할 필요가 있다. MIP의 경우 위치관리를 위해 사용되며 핸드오버 지원을 위해 FMIP이 개발되었다. SIP의 경우 위치관리 기능과 핸드오버 지원 기능을 모두 제공하는 반면에, mSCTP의 경우 핸드오버 기능만을 지원하며 위치관리 기능을 위해 MIP 혹은 SIP와 함께 사용되어 질 수 있다. 특히, NGN은 다양한 접속망 환경에서 매우 다양한 응용서비스가 제공됨을 고려할 때에, 접속망 환경 및 응용서비스별로 다른 위치관리 기법 및 핸드오버 기법이 적용될 수 있을 것이다.

둘째, 망기반 기법과 종단간 핸드오버 기법의 성능은 모두

하위 링크계층의 L2 트리거의 사용 및 구현 방법에 영향을 받는다. 이러한 관점에서 IEEE 802.21에서 진행 중인 MIH(Media Independent Handover)[15]를 어떻게 핸드오버 기법에 적용시킬 것인지에 대한 이슈가 중요하다. 특히, 소위 cross-layer 최적화 기법이 핸드오버 성능에 큰 영향을 줄 것으로 사료된다.

셋째, 핸드오버 기법에 멀티홉링 특성을 어떻게 적용시킬 것이지가 중요하다. 본 고의 실험결과에서 알 수 있듯이, 수 송계층에서 멀티홉링 기능을 활용하는 mSCTP의 성능이 망 계층의 MIP 핸드오버 보다 더 좋은 핸드오버 성능을 제공하였다. 특히, 다중 네트워크 인터페이스를 토대로 이종망간 핸드오버를 수행하는 이동 단말에 대한 멀티홉링 이슈는 최적의 핸드오버 기법 설계에 중요한 고려사항이 될 것이다.

넷째, 망기반 핸드오버 기법의 경우 네트워크 에이전트를 사용하고 주로 망사업자들이 선호하는 해법일 수 있다. 하지만, 이를 위해서는 망에 대한 투자가 필요하고 또한 단말이 다른 접속망 혹은 다른 사업자망으로 이동하는 경우에 동일한 핸드오버 기법이 지원된다는 보장은 없다. 특히, NGN처럼 이기종 망과 다양한 사업자로 구성되는 망 환경에서는 단일 해법보다는 여러 가지 대안 기법의 사용이 검토되어야 한다. 이러한 관점에서 망기반 기법과 함께 종단간 핸드오버 기법에 대한 연구 개발이 함께 고려되어야 한다.

끝으로, 현재까지 제안된 종단간 기법의 경우 특정 프로토콜에 제한적으로 적용된다. mSCTP의 경우 TCP, UDP를 지원하지 못하고, SIP의 경우 SIP 기반 응용에만 적용된다. 향후 종단간 핸드오버 기법은 TCP, UDP, SCTP 등의 수송계층 프로토콜을 지원함은 물론, SIP 기반 응용 및 non-SIP 응용에도 적용될 수 있는 기법의 개발이 요구된다.

[1] H. Jung and S. Koh, "Mobility Management Requirements and Framework for Systems Beyond IMT-2000," Journal of Communication and Networks, Vol. 7, No. 2, pp. 171 - 177, June 2005.

- [2] ITU-T Recommendation Q.1706/Y.2801, Mobility Management Requirements for Next Generation Networks, November 2006.
- [3] ITU-T SG19 Draft New Recommendation Q/Y.MMF, Generic Framework of Mobility Management for Next Generation Networks, Working in Progress, 2007.
- [4] IETF RFC 3344, IP Mobility Support for IPv4, August 2002.
- [5] IETF RFC 3775, Mobility Support in IPv6, June 2004.
- [6] IETF RFC 4068, Fast Handover for Mobile IPv6, July 2005.
- [7] H. Levkowets, The NetLMM Protocol, IETF Internet Draft, draft-giaretta-netlmm-dt-protocol-02.txt, October 2006.
- [8] S. Gundavelli, et al., Proxy Mobile IPv6 (PMIPv6), IETF Internet Draft, draft-sgundave-mip6-proxymip6-01.txt, January 2007.
- [9] IETF RFC 2960, Stream Control Transmission Protocol, October 2000
- [10] S. Koh, et al., "mSCTP for Soft Handover in Transport Layer," IEEE Communications Letters, Vol. 8, No. 3, pp. 189 - 191, March 2004.
- [11] IETF RFC 3261, "SIP: Session Initiation Protocol," June 2002
- [12] Schulzrinne H. and Wedlund E., "Application-Layer Mobility using SIP", ACM Mobile Computing and Communications Review, Vol. 4, No. 3, July 2000
- [13] Mobile IPv6 for Linux (MIPL), Available from <http://www.mipl.mediapoli.com>.
- [14] D. Kim, et al., "mSCTP-DAC: Dynamic Address Configuration for mSCTP Handover," LNCS 4096, Vol. 4096, pp.244-253, August 2006.
- [15] IEEE P802.21, Media Independent Handover Services, D04.00, February 2007.

약력



1992년 KAIST 공학사
1994년 KAIST 공학석사
1998년 KAIST 공학박사
1998년 ~ 2004년 한국전자통신연구원 표준연수센터
선임연구원
2004년 ~ 현재 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 조교수
1999년 ~ 현재 ITU-T SG13, SG17, SG19, JTC1/SC6 Editor
관심분야: IP 이동성/핸드오버, SCTP, 모바일 멀티캐스트

고석주

