

# eSHOP: end-to-end Soft Handover Protocol

경북대학교 전자전기컴퓨터학부

고석주 [sjkoh@knu.ac.kr](mailto:sjkoh@knu.ac.kr)

## 요 약 문

본 문서는 IP 핸드오버를 지원하기 위한 기존 프로토콜들을 망기반(network-based) 핸드오버 기법과 종단간(end-to-end) 핸드오버 기법으로 분류하여 살펴본다. 이를 토대로 기존 TCP 및 UDP 응용에 적용될 수 있는 새로운 종단간 핸드오버 프로토콜로써 eSHOP 프로토콜에 대한 구조 및 개략적인 동작 방식을 제안한다.

## 1. 서 론

차세대 통신망은 IP 핵심망을 기반으로 여러 가지 다양한 접속망이 연결되는 형태로 구성되고 있으며, 특히 이종망간의 IP 이동성(mobility) 기술이 주요 이슈로 부각되고 있다.

IP 이동성 기술은 크게 위치관리(location management)와 핸드오버(handover) 지원 이슈로 구분된다. 위치관리 기능은 이동단말(MN: Mobile Node)의 현재 위치를 지속적으로 등록 및 관리하는 기능이며, 이는 외부단말(CN: Correspondent Node)이 해당 MTN의 통신연결을 지원하기 위해 사용된다. 즉, 외부단말에서 이동단말로 향하는 upcoming 세션(session)을 지원하기 위해 사용된다. 반면에 핸드오버 기술은 진행 중인(ongoing) 세션의 연속성을 제공하기 위해 사용되는 기술이다. 즉, 이동단말의 이동으로 인해 진행 중인 세션의 데이터손실 혹은 핸드오버 지연을 최소화하여 seamless 서비스를 제공하기 위해 사용된다.

본 문서는 IP 핸드오버 이슈를 다룬다. IP 핸드오버 기술이란 이동단말의 이동으로 인해 IP 주소가 변경되는 경우<sup>1)</sup>, 핸드오버로 인한 데이터 손실 및 지연을 최소화하여 세션의 연속성(continuity)을 제공하는 기술이다. 이동단말의 이동으로 인한 핸드오버 이슈는 IP 주소 변경을 다루는 IP 핸드오버 이 외에도 링크계층의 접속점<sup>2)</sup> 변경 이슈를 다루는 링크계층 핸드오버 이슈도 있다<sup>3)</sup>. 본 문서에서는 구체적으로 단말의 이동으로 인해 IP 주소가 변경되는 이슈를 다룬다.

지금까지 제안되어온 IP 핸드오버 프로토콜은 크게 망계층(network-layer) 프로토콜과 종단간(end-to-end) 수송/응용계층(transport/application) 프로토콜로 구분할 수 있다. 망계층 프로토콜의 대표적인 것은 MIP(Mobile IP)와 이를 확장한 FMIP(Fast handover for MIP) 프로토콜이 있다. 수송계층 프로토콜은 SCTP(Stream Control Transmission Protocol)의 멀티홈잉(multi-homing) 특성과 동적 주소설정 기능을 활용한 mSCTP(mobile SCTP) 기법이 있으며, 응용계층의 경우 SIP(Session Initiation Protocol)을 핸드오버에 적용하는 기법이 있다.

1) 예를 들면, IP 서브넷이 변경되는 경우

2) AP(Access Point), BS(Base Station) 등이 있으며, PoA(Point of Attachment)라고도 함

3) 링크계층 핸드오버 이슈는 IEEE 802 및 3GPPs 등의 각 표준화 기구에서 다룸

한편, MIP 등의 망계층 프로토콜 기술의 경우, 핸드오버 지원<sup>4)</sup>을 위해 네트워크상의 에이전트(agent)<sup>5)</sup>를 사용한다는 측면에서 '망기반(network-based)' 핸드오버 기법으로 볼 수 있는 반면에, 수송계층과 응용계층 프로토콜의 경우, 핸드오버 지원을 위해 네트워크상의 에이전트에 의존하지 않고 종단간의 두 단말 사이에 핸드오버 기능이 수행되므로 '종단간(end-to-end)' 핸드오버 기술로 분류한다.

본 문서에서는 상기한 기존의 핸드오버 프로토콜들을 망기반 기법과 종단간 기법으로 분류하여 특징을 비교 분석한다. 또한, 기존 수송/응용 계층의 종단간 프로토콜을 토대로 새로운 종단간 핸드오버 프로토콜 구조를 제안한다.

## 2. 기존 핸드오버 프로토콜 분석

본 절에서는 기존에 제안되어온 IP 핸드오버 프로토콜들을 망기반 핸드오버와 종단간 핸드오버 기법으로 분류하여 기술한다.

### 2.1 망기반 핸드오버 프로토콜

#### 가. MIP/FMIP

망계층의 대표적인 이동성 프로토콜은 MIP이다. MIP는 IP 버전에 따라 MIPv4와 MIPv6로 구분된다. MIP의 주요 기능은 '위치관리' 기능이다. 즉, 이동단말의 주소를 HoA(Home Address)와 CoA(Care of Address)로 구분하여, 외부단말은 이동단말의 위치에 관계없이 HoA 주소로 데이터를 송신하면, MIP의 HA(Home Agent)가 해당 데이터를 CoA 주소로 터널링(tunneling)을 통해 전달한다. 이를 위해, 이동단말은 새로운 CoA를 획득하는 경우 HA에게 등록을 해야 한다<sup>6)</sup>. 이처럼 MIP의 본래 기능은 이동단말의 주소를 HoA와 CoA로 이원화 하여 위치관리 기능과 함께 이동단말에 대한 데이터 전달 기능을 제공해주는 것이다.

한편, MIP 기술을 핸드오버에 적용하기 위해 FMIP(Fast handover for MIP) 기술이 제안되었다<sup>7)</sup>. FMIP 핸드오버의 주요 특징은 다음 2가지이다.

- 1) 인접 라우터간 핸드오버 터널 설정을 통한 핸드오버로 인한 데이터 손실의 방지
- 2) 링크계층 정보<sup>8)</sup>를 토대로 빠른 핸드오버를 수행하여 핸드오버 지연시간을 최소화

다음 그림은 터널을 사용하는 FMIP 핸드오버 절차 및 데이터 흐름을 보여준다.

---

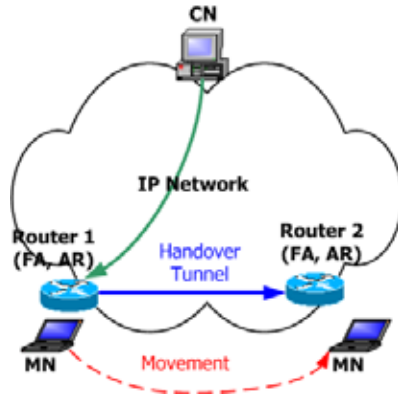
4) 예를 들면, 핸드오버 터널(tunnel) 혹은 바이캐스팅(bicasting) 기법

5) 예를 들면, 핸드오버 터널 설정을 위한 MIPv4의 FA(Foreign Agent) 혹은 MIPv6의 AR(Access Router)

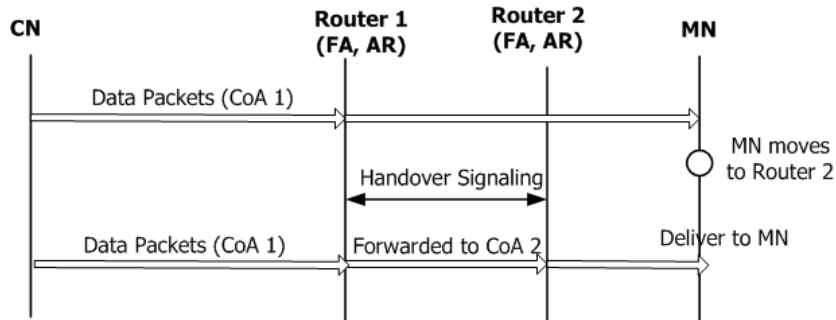
6) 이를 MIP Registration 혹은 Binding Update라 한다.

7) MIPv4 핸드오버를 Low Latency Handover, 그리고 MIPv6 핸드오버는 Fast Handover 용어를 사용

8) L2 트리거(trigger)를 의미하여 Link-Up, Link-Down, Link-Going-Down 등이 있음



(a) FMIP 핸드오버로 인한 데이터 흐름



(b) FMIP 핸드오버 절차 흐름도

그림1. FMIP 핸드오버

그림 1(a)에서 보여지듯이 FMIP 핸드오버 절차를 통해, 이동단말의 핸드오버 기간에 데이터 흐름은 핸드오버 터널을 통해 바뀌게 된다. 핸드오버 터널은 인접한 라우터간에 설정되며, 이를 위해 라우터9)에 관련 기능을 지원하는 에이전트가 탑재되어야 한다.

그림 1(b)에서처럼 이동단말이 새로운 라우터로 이동하는 경우, 단말과 라우터 혹은 관련 라우터간에 핸드오버 시그널링(signaling)이 수행된다. 핸드오버 시그널링은 핸드오버 터널 설정을 위해 사용되며, 보다 빠른 시간 안에 핸드오버가 완료될 수 있도록 하위 링크계층 트리거를 이용하여 핸드오버 시그널링이 개시된다.

#### 나. NETLMM/Proxy MIP

FMIP 핸드오버 기법은 IP 계층10)에서 수행되며, 핸드오버 터널 설정 및 시그널링 처리를 위해 네트워크 라우터에 핸드오버 에이전트가 탑재되어 있어야 한다. 더욱이, FMIP 프로토콜의 경우, 이동단말도 FMIP 프로토콜을 구현하고 있어야 한다11). 이와 같이 "이동단말이 FMIP 프로토콜을 구현"해야 한다는 점은 "서비스 보급(deployment)" 차원에서 바람직하지 못하다. 즉, 모든 단말이 FMIP 프로토콜 기능을 구현하고 있는 경우에만 FMIP 핸드오버 기능이 제공될 수 있다.

9) FA 혹은 AR을 의미함

10) 혹은 네트워크 계층

11) 이동단말도 FMIP 메시지 및 시그널링 절차를 처리해야 함

상기와 같은 문제점을 극복하기 위해 IETF NETLMM<sup>12)</sup> 그룹에서는 망기반(network-based) 이동성 기법을 개발하고 있다. 즉, 이동단말이 핸드오버 기능을 구현하지 않고, 나아가 핸드오버와 관련된 특별한 기능을 수행하지 않아도, 네트워크에 있는 에이전트를 통해서 단말의 핸드오버를 지원하는 기술이다. 최근 NETLMM 그룹은 별도로 새로운 망기반 프로토콜을 제정하는 대신에 기존 MIP를 확장/변경한 Proxy MIP을 개발하기로 결정하였다.

그림 2는 Proxy MIP 프로토콜의 개요를 보여준다.

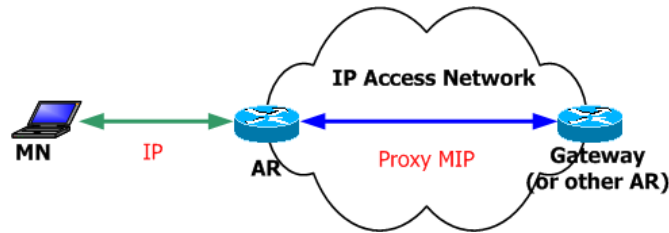


그림 2. 망기반 Proxy MIP

그림에서 보여지듯이 이동단말은 단지 IP 프로토콜만을 가지고 있으며, 핸드오버 등의 이동성 지원 기능은 모두 네트워크에 있는 라우터 혹은 게이트웨이에 의해서 수행된다. 특히, 기존에 단말에 있던 MIP 기능<sup>13)</sup>도 네트워크에 있는 라우터에 의해서 수행된다<sup>14)</sup>.

현재 Proxy MIP 프로토콜은 표준제정 단계에 있으며, 이와 같은 망기반 핸드오버 기법은 특히 망 사업자의 입장에서 선호된다. 단말이 해당 기능을 구현하지 않아도 핸드오버 기능을 제공할 수 있고, 더욱이 핸드오버 지원기능을 사업자가 총괄 관리할 수 있기 때문이다.

## 2.2 종단간 핸드오버 프로토콜

네트워크의 에이전트를 통해 제공되는 망기반 핸드오버 프로토콜에 비해 종단간 핸드오버 프로토콜에서 네트워크 에이전트를 경유하지 않고 종단에 있는 단말간에 핸드오버 시그널링 절차가 수행된다. 종단간 핸드오버 지원을 위해 SCTP(Stream Control Transmission Protocol) 프로토콜과 SIP(Session Initiation Protocol) 프로토콜이 사용될 수 있다.

종단간 핸드오버 기법의 특성은 다음 그림에서처럼 핸드오버 시그널링 절차가 네트워크 라우터 혹은 에이전트의 도움 없이 종단 단말간에 직접 수행된다는 점이다.

12) Network-based Localized Mobility Management

13) MIP 등록절차 등

14) 각 라우터는 Proxy MIP 기능을 탑재함

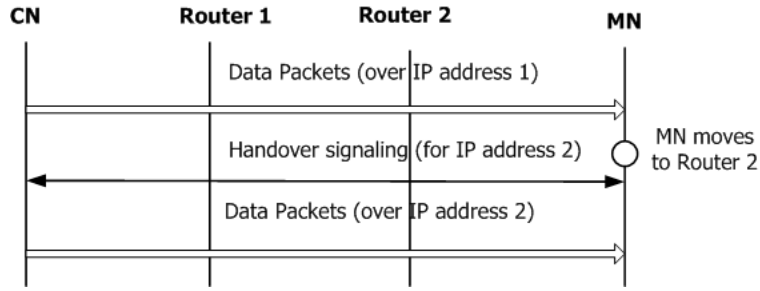


그림 3. 종단간 핸드오버 기법 개요

### 가. SCTP

SCTP 프로토콜은 TCP, UDP와 같은 수송계층 프로토콜이며 본래 시그널링 정보<sup>15)</sup> 등의 "mission-critical" 데이터 전송을 위해 개발된 표준 프로토콜이다. SCTP는 TCP, UDP와는 달리 멀티홈잉(multi-homing) 특성을 제공한다. 즉, 단말은 하나의 수송계층 세션<sup>16)</sup>에 2개 이상의 IP 주소를 바인딩(binding) 할 수 있다. 특히, 세션 도중에 새로운 IP 주소를 추가하거나 삭제할 수 있으며<sup>17)</sup> 이와 같은 SCTP 멀티홈잉 특성과 동적인 주소설정 기능을 핸드오버 지원에 활용하는 기법을 "mobile SCTP(mSCTP)<sup>18)</sup>"라 한다.

mSCTP 핸드오버는 다음 절차에 따라 수행된다.

- 1) 이동단말은 외부단말과 SCTP 세션을 생성한다.
- 2) 이동단말의 이동으로 새로운 IP 주소가 습득되는 경우<sup>19)</sup>, "Add-IP" 제어 메시지<sup>20)</sup>를 외부단말에 전송함으로써 신규 주소를 세션에 추가한다.
- 3) 이동단말이 멀티홈잉 지역에 있는 경우, 기존 IP 주소와 신규 IP 주소를 모두 데이터 전송에 사용할 수 있다. 2개 이상의 IP 주소를 사용할 수 있는 경우, 외부단말은 그 중 하나의 주소를 '주요 경로(primary path)'로 하여 데이터 전송에 사용한다<sup>21)</sup>. 이를 위해 이동단말은 특정 주소를 주요 경로로 지정하기 위해 외부 단말에게 "Primary-Change" 제어 메시지를 전송한다.
- 4) 이동단말의 추가적인 이동으로 기존 IP 주소 영역을 완전히 벗어나게 되는 경우, 이동단말은 "Delete-IP" 제어메시지를 전송하여 해당 IP 주소를 세션에서 삭제할 수 있다.

상기와 같은 "Add-IP", "Primary-Change", "Delete-IP" 등의 시그널링 절차가 이동단말의 이동에 따라 순차적으로 수행되며, 이를 통해 이동단말은 세션의 연속성을 보장받을 수 있다. 구체적인 시그널링 메시지 전송 시점은 mSCTP 핸드오버 절차의 구현 방식, 하위 링크계층 정보 및 망 환경에 따라 조금씩 달라질 수 있다.

15) SS7, AAA 등과 관련된 신호 정보 전송에 사용되고 있음

16) association이라 함

17) 이를 ADD-IP 기능이라 하며, SCTP 기본규격에 확장되어 구현됨

18) mSCTP는 SCTP 기본 규격에 ADD-IP 확장기능을 포함한다.

19) DHCP 혹은 IPv6 자동주소설정 기능을 사용할 수 있음

20) 이를 위해 SCTP ASCONF 청크(chunk) 메시지를 사용함

21) 대개 무선링크의 신호세기 혹은 유효대역폭이 큰 경로의 IP 주소를 주요경로로 선택한다.

## 나. SIP

SIP는 본래 VoIP 등의 멀티미디어 세션 설정을 위한 시그널링 프로토콜이다. SIP 자체는 세션설정을 위한 제어 채널로 구현되며, 세션 설정 완료 후에 데이터 전송은 기존의 TCP/UDP 연결을 통해 이루어진다.

SIP은 또한 위치관리 기능을 제공한다. 이동단말은 위치변경시에 새로운 IP 주소를 SIP 등록서버<sup>22)</sup>에 SIP 레지스터(register) 메시지를 전송하여 등록한다. 외부단말이 해당 이동단말과 세션 설정을 원하는 경우 SIP INVITE 메시지를 이동단말의 URL(Uniform Resource Locator)로 전송하며, INVITE 메시지는 SIP Proxy 서버<sup>23)</sup>를 경유하여 이동단말에 전달된다. 이후 이동단말은 SIP OK 메시지를 외부단말에 전송함으로써 세션 설정이 완료되고, 이후 데이터 전송<sup>24)</sup>은 두 단말간에 직접 이루어진다.

SIP 프로토콜을 핸드오버를 위해 사용할 수 있다. 이를 SIP 핸드오버라 하며 대략적인 절차는 다음과 같다.

- 1) 이동단말은 SIP INVITE, OK 메시지 교환 후에 외부단말과 데이터를 주고 받고 있다.
- 2) 이동 단말이 새로운 망으로 이동하여 IP 주소가 변경되는 경우, 핸드오버 기능 수행을 위해 외부단말에 RE-INVITE 메시지를 전송한다<sup>25)</sup>. RE-INVITE 메시지는 이동단말의 신규 IP 주소를 포함<sup>26)</sup>한다.
- 3) 외부단말은 RE-INVITE에 대하여 SIP OK 메시지로 응답하고, 이후 데이터는 이동단말의 신규 IP 주소로 전송된다. 이는 데이터 채널 관점에서<sup>27)</sup> 새로운 연결이 생성됨을 의미한다.

상기와 같은 RE-INVITE/OK 메시지 교환과 새로운 데이터 채널 설정 작업이 이동단말의 핸드오버가 발생할 때마다 수행된다.

이처럼 SIP의 주요 기능은 Peer-to-peer 멀티미디어 응용의 세션 설정 및 이를 위한 위치등록/관리 기능이지만, 응용 계층에서의 IP 핸드오버 기법으로도 활용할 수 있다.

## 2.3 비교 분석

본 절에서는 상기한 기존 핸드오버 프로토콜들에 대한 비교 분석을 기술한다. 기존 기법들은 프로토콜 계층관점에서 네트워크 계층, 수송계층, 응용계층으로 구분할 수 있다. 네트워크 계층 프로토콜의 경우 망의 에이전트를 이용한다는 측면에서 망기반 핸드오버 기법으로 볼 수 있으며, 수송/응용 계층 프로토콜의 경우 핸드오버 기능 및 절차가 종단간에 수행된다.

---

22) SIP Registrar 서버

23) SIP Redirect 서버가 사용될 수도 있다

24) VoIP 응용의 경우 통상적으로 RTP/UDP를 사용

25) 핸드오버 기능과는 별도로 새로운 IP 주소를 SIP 등록서버에 등록하는 절차도 함께 수행된다.

26) 대개 SIP Contact Header에 IP 주소를 기록함

27) TCP/IP 소켓 프로그래밍 관점에서

다음 표는 기존 프로토콜간의 특성을 비교 정리하고 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
핸드오버 관련 프로토콜(기법)	FMIP, NETLMM/PMIP	mSCTP 핸드오버	SIP 핸드오버
특징 및 단점	망기반 핸드오버, 에이전트 요구	TCP, UDP 응용 지원이 안됨	SIP 기반 응용에만 적용

프로토콜의 본래 기능 관점에서 MIP는 IP 이동성 제공을 위해 설계된 반면에, SCTP와 SIP는 데이터 전송 혹은 세션 설정 시그널링을 위해 개발되었다. MIP의 경우 핸드오버 지원을 위해 FMIP 확장 프로토콜을 사용할 수 있다. 또한 이동단말에 의존하지 않고 모든 핸드오버 기능을 네트워크에서 제공하기 위해 NETLMM 혹은 PMIP 등의 망기반 프로토콜이 개발 중에 있다. MIP 등의 망기반 핸드오버 기능은 네트워크 에이전트를 요구한다. 따라서 이동한 네트워크에 에이전트가 없는 경우 핸드오버 기능이 지원되지 않는다.

SCTP의 경우 멀티홈잉 특성과 동적 주소설정 기능을 사용하는 mSCTP 핸드오버 기법을 사용하여 이동 단말의 IP 핸드오버를 지원할 수 있다. 특히 mSCTP의 경우 이중망간 핸드오버 시에 2개 이상의 IP 주소를 데이터 전송에 동시에 사용하는 멀티홈잉 기능을 제공한다. mSCTP 핸드오버 절차는 종단 단말간에 수행되므로 별도 네트워크 에이전트는 요구되지 않는다. mSCTP 핸드오버의 경우 핸드오버로 인해 데이터 손실이 발생하는 경우 SCTP 프로토콜의 오류복구 기능에 의하여 복구된다. 단, mSCTP 핸드오버는 상위 응용에서 수송계층 프로토콜로 TCP나 UDP가 아닌 SCTP를 사용해야 한다.

SIP 프로토콜을 사용하여 핸드오버 기능을 제공할 수 있다. SIP 핸드오버 기법도 네트워크 에이전트를 사용하지 않고 종단 단말간에 수행된다. SIP는 제어 프로토콜임으로 데이터 전송을 위한 하부 수송계층 프로토콜로써는 TCP 혹은 UDP를 사용할 수 있다. 단, SIP 핸드오버의 경우 하위 수송계층 세션은 새로 생성/설정되어야 한다<sup>28)</sup>.

한편, 단말이 이중망으로 이동하는 vertical 핸드오버의 경우에, 단말은 중첩지역에서 멀티홈잉 상태가 되어 2개 이상의 IP 주소를 획득할 있다. 이러한 멀티홈잉 기능은 MIP와 SIP에서 지원되지 않는다. 즉, MIP 및 SIP 핸드오버에서는 한 순간에 하나의 IP 주소만을 사용할 수 있다. 반면에, mSCTP 핸드오버의 경우 2개 이상의 IP 주소를 모두 동일 세션에서 활용할 수 있다.

상기한 3가지 핸드오버 기법은 모두 "cross optimization" 기법을 사용하여 링크계층의 혹은 IP 계층의 정보를 핸드오버 기법 성능 향상에 활용할 수 있다. 3가지 핸드오버 기법에 대한 핸드오버 성능<sup>29)</sup> 비교분석은 추후 연구 과제이다.

28) IP 주소가 변경되었기 때문에 새로운 TCP/IP 소켓이 생성됨

### 3. 새로운 종단간 핸드오버 프로토콜: eSHOP

본 절에서는 새로운 종단간 핸드오버 프로토콜 eSHOP(end-to-end Soft Handover Protocol)에 대하여 기술한다.

#### 3.1 특징 및 설계 고려사항

##### 가. 종단간 핸드오버 프로토콜

eSHOP은 mSCTP와 SIP처럼 '종단간'에 동작되는 프로토콜이다. 종단간 프로토콜이므로 네트워크 에이전트에 의존적이지 않으며, 새로운 망으로 이동시에 핸드오버 기능을 단말기에서 수행한다. 한편, mSCTP와 SIP는 본래 기능에 부가적으로 핸드오버 기능을 지원하는 반면에, eSHOP은 핸드오버 전용 프로토콜이다. 즉, IP 핸드오버 지원을 주요 목적으로 설계된다. eSHOP은 mSCTP와는 달리 TCP 및 UDP 응용을 지원하는 프로토콜이며, SIP과는 달리 non-SIP 응용을 지원한다.

##### 나. 제어 프로토콜

eSHOP은 SIP처럼 제어 프로토콜이며, 데이터 채널과는 독립적으로 동작한다. eSHOP은 핸드오버 지원을 위한 제어 기능을 종단 단말간에 제공하며, 데이터 전송기능은 기존의 TCP 및 UDP를 사용한다. 응용 프로그램머는 eSHOP API<sup>30)</sup>를 통해 eSHOP 핸드오버 기능을 활용한다. 한편, SIP은 Peer-to-peer 응용의 세션설정을 위해 사용되는 반면에, eSHOP은 non-SIP 응용<sup>31)</sup>도 지원한다.

##### 다. 멀티홈잉 및 소프트(soft) 핸드오버 지원

eSHOP은 mSCTP처럼 이동단말이 멀티홈잉 상태에 있는 경우, 멀티홈잉 특성을 활용하여 소프트 핸드오버 기능을 제공한다. 즉, 단말이 일시적으로 2개 이상의 IP 주소를 사용할 수 있는 경우, 관련 IP 주소를 모두 데이터 채널에서 사용할 수 있다. 이는 단말이 NIC<sup>32)</sup>를 2개 이상이 장착한 경우일 수도 있고, 혹은 CDMA처럼 링크계층에서 소프트 핸드오버를 지원하는 경우일 수도 있다.

멀티홈잉 특성 활용을 통해 eSHOP은 동종망간<sup>33)</sup> 핸드오버 뿐만 아니라 이종망간<sup>34)</sup> 핸드오버 기능도 제공할 수 있다.

##### 라. 세션계층 핸드오버 프로토콜

eSHOP은 세션계층에서 동작하는 핸드오버용 제어 프로토콜이다. 즉, 응용 프로그램은 eSHOP API를 통해 핸드오버 기능을 활용할 수 있다<sup>35)</sup>. eSHOP 제어 메시지는 TCP 및 UDP 등의 수송계층 프로토콜을 통해 전달된다.

---

29) 핸드오버 성능적으로써 핸드오버 지연, 데이터 손실 및 핸드오버 시그널링 부하(overhead) 등이 고려될 수 있음

30) Application Programming Interfaces

31) 예를 들면 Client-Server 응용

32) Network Interface Card

33) Homogeneous Networks

34) Heterogeneous Networks

35) SIP처럼 응용계층 프로토콜로 볼 수도 있으나, 본 문서에는 세션계층 프로토콜로 정의함



마. Cross-layer 최적화 기능 활용

eSHOP은 링크계층의 다양한 정보<sup>36)</sup>를 토대로 핸드오버를 수행하며, 이러한 목적으로 MIH(Media Independent Handover) 서비스 기능을 활용할 수 있다. 또한, IP 계층 정보를 이용하여 변경된 주소 정보를 핸드오버 수행에 활용할 수 있다. 나아가, TCP 및 UDP와 관련된 수송계층 정보<sup>37)</sup>도 활용할 수 있다.

바. mSCTP와 SIP 특성을 활용

기본적으로 eSHOP은 기존 mSCTP 핸드오버와 SIP 핸드오버의 특성을 토대로 설계된다. mSCTP의 멀티홉잉 및 핸드오버 시그널링 절차 기능을 활용하고, SIP처럼 데이터채널과 제어 채널의 분리를 통해 TCP 및 UDP 응용을 지원할 수 있도록 설계된다.

다음 표는 기존 mSCTP, SIP 종단간 핸드오버 기법과 eSHOP 기법을 비교 정리한다.

표 2. 종단간 핸드오버 프로토콜 비교

분류	eSHOP	SCTP	SIP
프로토콜 계층	세션	수송	응용
데이터/제어 기능	제어	데이터+제어	제어
주요 기능	IP 핸드오버 지원	데이터 전송	세션 설정
관련 수송계층 프로토콜	TCP, UDP	SCTP	TCP, UDP
상위 응용	TCP, UDP 응용	SCTP 응용	SIP 응용
멀티홉잉 활용	예	예	아니오

3.2 프로토콜 모델

eSHOP은 이동단말의 핸드오버를 지원하는 세션계층의 종단간 프로토콜이다.

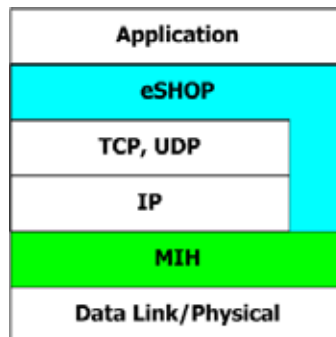


그림 4. eSHOP 프로토콜 모델

36) L2 트리거, 무선신호 크기, 링크 대역폭 등

37) 예를 들면 TCP congestion window 및 buffer size 등

그림에서 볼 수 있듯이, eSHOP은 세션계층에 위치하여 단말의 이동으로 인한 IP 주소 변경에 대해서 응용 세션의 연속성을 지원해주는 핸드오버 프로토콜이다. Cross-layer 최적화기법을 사용하여 링크계층, IP 계층 및 수송계층의 정보를 활용하여 응용 세션의 연속성을 보장해준다. 응용 프로그램은 eSHOP API를 통해 핸드오버 기능을 제공 받는다.

다음 그림은 eSHOP 관련 패킷 구조를 보여준다.

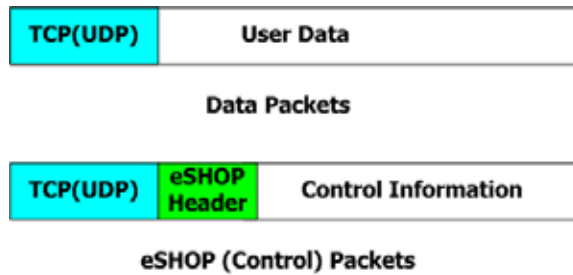


그림 5. eSHOP 패킷 구조

eSHOP은 핸드오버 제어 프로토콜로써, 데이터 채널의 패킷과는 독립적으로 수행되며 데이터 패킷은 기존 TCP, UDP 패킷을 통해 전달되는 반면에, 핸드오버에 필요한 제어 정보는 새로이 정의하는 eSHOP 패킷 형식에 따라 구성된다.

### 3.3 프로토콜 동작

eSHOP 프로토콜은 상위 응용 데이터 채널과 함께 사용되며, 핸드오버 제어에 필요한 제반 절차를 수행한다. eSHOP 프로토콜 동작은 크게 세션 개시, 세션 유지, 핸드오버 제어 및 세션 종료 단계로 나뉜다.

그림 6은 eSHOP 제어 채널/동작 및 데이터 채널/동작의 절차 및 연관성을 보여준다.

#### 가. 세션 개시(Session Open)

eSHOP은 제어채널과 데이터 전송 채널과의 분리를 기반으로 하고 있다. '세션 개시'는 eSHOP 핸드오버 제어를 위한 '초기화' 단계에 해당한다. eSHOP의 '세션 개시' 시그널링 절차가 완료된 후에 응용 데이터 채널에 대한 설정이 시작된다<sup>38)</sup>.

eSHOP 세션 개시를 위해 종단 노드간에 eSHOP 제어 패킷이 교환된다. 예를 들면, 그림 6에서 먼저 CN은 MN에게 세션 개시와 관련된 eSHOP 패킷이 교환된다. 여기서 CN 노드는 MN의 IP 주소를 별도의 위치관리 기법<sup>39)</sup>을 사용하여 알고 있다고 가정한다. eSHOP 세션 개시 단계에서 종단 노드들은 데이터 채널설정과 관련된 정보<sup>40)</sup>를 주고받는다.

38) TCP의 경우 SYN, STN/ACK, ACK를 교환하는 Connection Establishment 절차를 의미함

39) 위치관리 및 과약을 위해 MIP, SIP 혹은 별도의 기법을 사용할 수 있다.

40) IP 주소, 포트번호, 수송계층 프로토콜 타입(TCP 혹은 UDP)

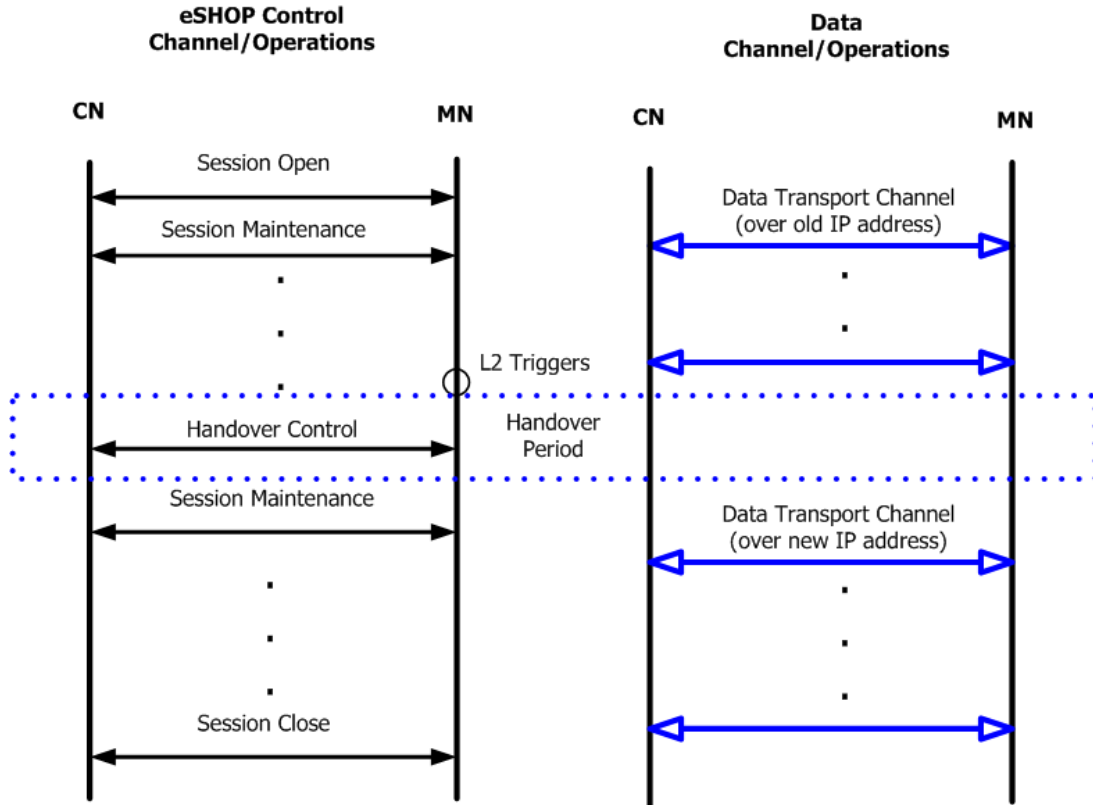


그림 6. eSHOP 제어 및 데이터 채널 동작 개요

#### 나. 세션 유지(Session Maintenance)

eSHOP 세션 개시 후에, 종단 노드간에 데이터 채널이 설정되고 데이터 송수신이 진행된다. 데이터 채널의 동작과 함께 eSHOP 제어채널도 함께 동작하고 있어야 한다. eSHOP 종단 노드는 "주기적으로<sup>41)</sup>" 세션 유지 메시지를 교환한다. "세션 유지" 메시지의 용도는 크게 다음 2가지이다.

- 1) eSHOP 제어채널이 동작하고 있음을 통지<sup>42)</sup>
- 2) eSHOP 제어에 필요한 상태정보 보고(status report) 기능

eSHOP 상태정보에는 여러 가지가 포함될 수 있겠지만, 추후 핸드오버 발생시에 새로운 데이터 채널 설정에 도움이 되는 정보를 포함해야 한다.

- 1) IP 주소 정보: 현재 eSHOP 세션에서 사용 중인 IP 주소 목록 및 Primary IP 주소 정보
- 2) TCP/UDP 정보: 데이터 채널로 사용중인 TCP 혹은 UDP와 관련된 파라미터 정보<sup>43)</sup>
- 3) 응용 정보(optional): 선택적으로 CODEC 등의 media-specific 정보

41) 이를 위해 타이머를 사용할 수 있음

42) 이를 위해 Keep-alive 혹은 Heartbeat 메시지를 교환함

43) 예를 들면, TCP Congestion Window Size, 수신 Buffer Size 등

#### 다. 핸드오버 제어

세션 유지는 주기적으로 수행되는 반면에, 핸드오버 제어는 핸드오버 발생시에 동작한다. 이동단말이 L2 트리거 등의 링크계층 정보를 활용하여 핸드오버 제어 메시지를 상대단말에 전송할 수 있다. 이때 포함되는 정보는 다음과 같다.

- 1) IP 주소 정보: ADD-IP (추가할 IP 주소), DELETE-IP (삭제할 IP 주소), Primary-Switching (데이터 전송에 사용할 IP 주소를 변경하는 경우)
- 2) 수송계층 정보: 세션 유지에 포함되는 상태정보와 유사하며, 핸드오버 발생 시점에서의 수송계층 정보를 의미하며, TCP의 경우 Congestion Window 크기 및 Available Buffer Size 등이 포함될 수 있다.

특히, 핸드오버 제어는 Cross-Layer Optimization 기법을 활용하여 수행된다. 즉, 이동단말은 내부적으로 다음 네트워크 링크 정보를 토대로 핸드오버 제어 절차를 수행한다.

- 1) L2 트리거: Link-Up, Link-Down, Link-Going-Down, Link-Coming-Up 등
- 2) (무선)링크 정보: Available Bandwidth, RSS(Received Signal Strength), RTT 등

상기한 네트워크 링크 정보는 핸드오버 메시지에 포함될 필요는 없으나, 이동단말의 핸드오버 제어시에 참조할 필요가 있는 정보이다.

핸드오버 제어 메시지를 수신한 상대 단말은, 메시지에 포함된 정보를 토대로 ADD-IP, DELETE-IP 및 Primary IP Switching 등의 동작을 취할 수 있으며, 특히 Primary IP Switching의 경우, 새로운 IP 주소를 이용하여 데이터 채널이 설정된다<sup>44)</sup>.

#### 라. 세션 종료(Session Close)

상기한 "세션 유지" 및 "핸드오버 제어" 동작은 세션 진행 도중에 여러 번 수행될 수 있다. 세션 유지의 경우 주기적으로 수행되며, 핸드오버 제어의 경우 단말의 이동으로 IP 주소가 변경될 때마다 수행될 것이다. 한편, 단말간에 데이터 전송이 완료된 경우, eSHOP 제어 채널의 종료를 위해 "세션 종료" 메시지가 교환된다.

### 3.4 Abstract Messages

상기한 eSHOP 프로토콜 동작에 따라 중단 노드간에 교환되는 제어 메시지를 개략적으로 정리하면 다음과 같으며, 보다 상세한 메시지 형식 및 내용은 추후 연구과제이다.

#### 가. 세션 개시

- 1) Session Open (SO): MN => CN<sup>45)</sup>

SO 메시지는 다음 정보를 포함한다.

---

44) 멀티홈의 경우 두 개 이상의 IP 주소를 동시에 사용하는 경우도 추후 고려사항이다

45) CN => MN도 가능하나, 여기서는 MN => CN을 기준으로 기술함

\* Session ID: eSHOP 세션을 식별하는 ID (핸드오버 시에도 변경되지 않음)

\* 데이터 채널 설정에 필요한 IP 주소 및 포트 번호

\* 기타 응용 서비스와 관련된 정보 (optional): 미디어 정보 등

## 2) Session Open ACK (SO-ACK): CN => MN

SOA에 포함되는 정보는 SO와 동일하다. SOA 메시지를 받은 단말은 데이터 채널 설정 절차를 시작한다. 또한, 세션 유지 및 상태정보 보고를 위한 eSHOP 제어 메시지 전송을 주기적으로 진행한다.

### 나. 세션 유지

#### 1) Status Report (SR): MN => CN

SR 메시지는 eSHOP 세션의 연속성을 알리기 위해 사용되며, 다음 정보가 포함된다.

\* Session ID

\* IP 주소 정보: 현재 세션에서 사용 중인 IP 주소 목록 (Primary IP 포함)

\* 수송계층 정보: TCP, UDP와 관련된 파라미터 (예: Congestion Window 크기 등)

상기한 수송계층 정보는 추후 핸드오버와 관련된 데이터 채널 재설정시에 참조될 수 있다.

#### 2) Status Report ACK (SR-ACK): CN => MN

SR-ACK에 포함되는 정보는 SR과 동일하다.

### 다. 핸드오버 제어

#### 1) Handover Request (HR): MN => CN

HR 메시지는 종단 노드 중에 핸드오버를 일으키는 노드가 전송한다. HR 메시지는 다음 정보를 포함된다.

\* Session ID

\* IP 주소 변경사항: ADD-IP, DELETE-IP, 및 Primary IP Switching 관련 정보

\* 수송계층 정보: 핸드오버 발생 시점에서의 TCP, UDP와 관련된 파라미터 정보

#### 2) Handover Request ACK (HR-ACK): CN => MN

HR 메시지를 수신한 상대단말은 요구되는 핸드오버 절차를 수행하고, HR-ACK로 응답한다. HR-ACK 응답 메시지를 받은 이동 단말은 새로운 데이터 채널 설정을 시작한다<sup>46)</sup>.

---

46) Session Open에서 처럼

## 라. 세션 종료

세션 종료 메시지는 데이터 전송이 완료되고 성공적으로 세션을 종료할 때 사용된다.

1) Session Close (SC): MN => CN

2) Session Close ACK (SC-ACK): CN => MN

SC 메시지는 "Session ID"를 포함하며, 종단 노드 중에 아무나 먼저 전송할 수 있으나, SO를 보낸 단말이 먼저 보내는 것이 바람직하다.

세션이 비 정상적으로 종료되는 경우에는 세션유지(SR) 메시지의 주기적인 송수신 여부 혹은 데이터 채널의 동작여부를 참조하여 세션을 강제로 종료할 수도 있다.

## 3.5 Abstract APIs

eSHOP 프로토콜은 제어 채널에 해당하며, 실제 데이터 전송 채널과 연동하여 동작한다. 상위 응용 프로그램은 eSHOP API를 통해 핸드오버 기능을 지원받을 수 있다. 이를 위해 eSHOP API 정의가 필요하며, 이는 기존의 TCP/IP 소켓 API를 포함하는 형태로 설계될 수 있을 것이다.

소켓 프로그래밍 관점에서, eSHOP은 다음 2가지의 소켓을 필요로 한다.

1) eSHOP 핸드오버 제어용 소켓

2) 데이터 채널을 위한 소켓

eSHOP 세션은 Session ID를 통해 식별되며, 각 소켓에 사용되는 IP 주소는 핸드오버로 인하여 수시로 변경될 수 있다.

한편, 소켓 API 관점에서 다음 사항을 추가적으로 고려해야 한다.

1) 제어용 소켓과 데이터 소켓의 포트번호는 다르다.

2) 기존 TCP, UDP 응용에 최대한 호환이 되도록 eSHOP API가 개발되어야 한다.

3) 세션을 개시하는 응용은 기존 소켓 프로그래밍처럼, 상대방 단말의 IP 주소와 포트번호를 토대로 세션개시 절차를 수행한다. 이때, 응용은 제어소켓의 포트번호와 데이터 소켓의 포트번호를 각각 지정할 수 있다. 혹은 제어포트는 "데이터 포트번호 + 1"로 설정할 수 있다.

## 3.5 예제 시나리오

본 절에서는 eSHOP 프로토콜의 단순한 적용 예제로써, MC(Mobile Client)와 FS(Fixed Server)를 토대로 프로토콜 절차 및 관련 API 사용 예제를 기술한다. 시나리오에서 FS는 well-known IP 주소와 포트를 사용하는 것으로 간주한다. MC는 이동으로 인해 IP 주소를 변경한다.

그림 7은 예제 시나리오이다. 그림에서 제어 소켓과 데이터 소켓은 TCP 혹은 UDP 중의 하나를 동일하게 사용한다. 제어채널은 데이터 채널의 "포트번호 + 1"을 사용한다. 그림에서 IP 주소는 이동단말의 주소를 의미한다.

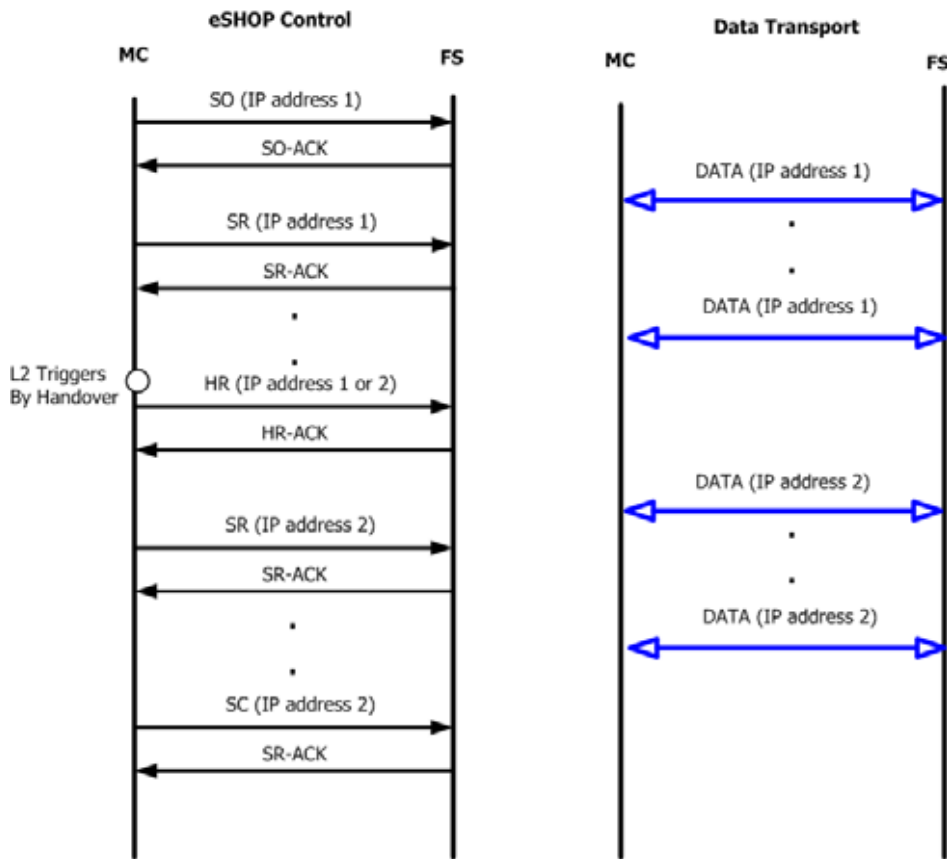


그림 7. 예제 eSHOP Information Flows

- 1) MC는 FS의 IP 주소와 well-known 포트번호로 SO(Session Open) 메시지를 전송하고, FS는 SO-ACK 메시지로 응답한다.
- 2) FS로부터 SO-ACK 메시지를 수신한 MC는 데이터 채널 연결설정을 수행하고 단말간에 데이터 전송이 이루어진다<sup>47)</sup>.
- 3) 데이터 전송이 진행되는 동안, eSHOP 제어 채널은 SR(Status Report) 메시지와 SR-ACK 메시지를 주기적으로 교환하여 제어 채널의 연속성과 상태정보를 교환한다.
- 4) MC에서 L2 트리거 정보를 통해 핸드오버를 탐지하고, IP 계층에서 신규 IP 주소를 얻는다. 새로 얻은 IP 주소는 HR(Handover Request) 메시지를 통해 ADD-IP 및 Primary-Switching을 FS에게 요청한다. 이로써 FS는 MC의 핸드오버를 인지하게 되고, MC의 새로운 IP 주소를 세션에 포함시킨다. HR 메시지는 기존 IP 주소를 사용하거나 신규 IP 주소를 사용하여 전달될 수 있다. 바람직하게는 기존 주소를 사용하여 HR 메시지를 전송하고 메시지 내용에 신규 IP 주소를 포함시키는 것이 요구된다. FS는 HR-ACK 메시지로 MC에 응답한다.
- 5) FS로부터 HR-ACK를 받은 MC는 새로운 IP 주소를 사용하여 데이터 채널을 설정한다. MC는 Link-Down 신호를 감지하는 경우 기존 IP 주소를 삭제하기 위해 HR 메시지를 추가적으로 보낼 수 있다.

47) 데이터 채널(소켓)의 포트번호는 제어채널의 포트번호와 달라야 함

- 6) 새로운 데이터 채널에 대해 세션 유지를 위해 SR 메시지와 SR-ACK 메시지 교환이 진행되며 상기의 과정이 MC의 핸드오버 시 마다 반복된다.
- 7) 데이터 전송이 완료되면, 세션 종료를 위한 MC는 SC(Session Close) 메시지를 전송하고, FS는 SC-ACK 메시지로 응답한다.

## 4. 향후 이슈

지금까지 eSHOP 프로토콜 구조를 기술하고, 대략적인 프로토콜 동작 및 Abstract 메시지 및 프로토콜 절차에 대하여 기술하였다. 현 시점에서 eSHOP의 주요 설계원칙과 방향만 정의되어 있는 상태이다.

향후 작업으로써 다음 이슈가 추가적으로 고려되어야 한다.

- 1) eSHOP 프로토콜에서 추가적으로 정의되어야 할 기능
- 2) eSHOP 메시지 형식 및 구조
- 3) 세부적인 프로토콜 절차
- 4) 구현관점에서 데이터 채널과의 연동 방안
- 5) 제어 채널과 데이터 채널에 대한 State Transition Diagram 및 연동 방안
- 6) 실제 구현을 통한 프로토콜 기능 및 성능 검증
- 7) ns-2 시뮬레이터를 통한 mSCTP, MIP, SIP 핸드오버와의 성능 비교 분석

끝으로 본 문서가 eSHOP 개발 및 표준화의 시발점이 되기를 기원한다.