

# Mobile SCTP 에서 SCTP association 의 신뢰성 향상을 위한 시스템 설계

전민경, 박재우, 이균하  
인하대학교 전자계산공학과 인공지능연구소

## A Design for a System to Improve Reliability of SCTP association in Mobile SCTP

Minkyoung Jeon, Jaewoo Park, Kyoonha Lee  
Department of Computer Science and Engineering, Inha University  
E-mail : bizoo@aiblue.inha.ac.kr

### Abstract

Mobile SCTP (mSCTP) is a new scheme which can be used to provide seamless handover for the mobile node. The reason that is possible is because of the SCTP extension which provides a method to reconfigure IP address on an existing SCTP association (ADDIP). While mSCTP focuses on an association originated from mobile node (MN) toward fixed correspondent node (CN), mSCTP with Mobile IP support an association originated from CN toward MN by using the Home Agent in Mobile IP and location management. However, there are still some problems related to communication interruption.

In this paper, we present a new scheme to solve these problems. The main idea of this scheme is using the home address of MN as a backup path of an SCTP association.

### I. 서론

무선 네트워크가 보급되고 무선 단말기를 이용하는 사용자가 증가하면서, 보다 편리하고 신뢰성있는 데이터 전송 서비스에 대한 요구가 증대되고 있다. 하지만 기존 Mobile IP는 노드에 Seamless handover를 제공하기에는 한계점을 갖고 있다. 그 이유는, TCP 연결은 통신에 사용되는 IP나 Port 번호가 변경되면 해당 연결이 종료되는 특징이 있기 때문이다. 이러한 특징 때문에 Mobile IP에서 노드는 여러 네트워크를 이동하면서 TCP 연결을 유지할 수 없게 된다.

하지만, ADDIP[6] 기능이 확장된 SCTP (mSCTP)에서

는 세션의 종료 없이 목적지 IP를 추가하거나, 재설정할 수 있게 되어 이러한 문제점을 해결하게 되었다. 이는 SCTP가 기본적으로 Multi-homing을 지원하기 때문에 가능한 것으로, SCTP의 ADDIP[6] 기능을 이용하여 노드에 Seamless handover를 제공하는 Mobile SCTP[3,4]나 SCTP with MIP[5]에 관한 많은 연구들이 진행중이다. 하지만, Access Router의 장애나 Handover시 발생할 수 있는 예기치 못한 통신 두절에 대한 해결책은 여전히 미흡하다.

이에 본 논문에서는 Mobile Node(MN)의 Home address(HoA)를 이용하여 SCTP 연결의 신뢰성을 향상시킬 수 있는 새로운 시스템을 제안한다. 제안된 시스템에서 MN의 HoA는 SCTP 연결의 기본적인 Backup Path로 사용되며, Primary IP에 장애가 발생했을 때 MN과 Correspondent Node(CN)사이의 연결을 유지하는 역할을 한다. 또, 제안된 시스템에서 사용되는 새로운 SCTP Chunk를 제시하고, NS-2를 이용한 시뮬레이션으로 그 결과를 보인다.

### II. Mobile 환경에서의 SCTP

#### 2.1 SCTP

SCTP (Stream Control Transport Protocol)은 VoIP (Voice over IP)망에서 call control signaling 전송을 목적으로 설계된, 전송 계층 프로토콜로 2000년 10월 표준으로 승인되었다[1]. SCTP는 Chunk라는 메시지 데이터 구조체

를 사용하여, TCP와 같은 신뢰성 있는 전송 서비스를 보장한다. Point-to-point, connection-oriented 프로토콜이며, 강력한 혼잡 제어 기능, 손실된 패킷 복구기능과 같은 TCP와 유사한 기능 이외에도, SCTP는 TCP의 단점을 보완할 수 있는 여러 가지 기능을 갖고 있다. 그 대표적인 예로, Multi-homing 지원 기능을 들 수 있다[2].

Multi-homing은 신뢰성 있는 인터넷 연결을 위해 복수의 ISP를 통하여 중복된 연결을 사용하고, 트래픽을 분배하는 인터넷 연결 형태로, 이는 노드가 복수의 IP를 사용하여 세션의 종료 없이 통신할 수 있다는 것을 말한다. SCTP는 사용 가능한 모든 IP 주소 집합을 하나의 SCTP 연결에 할당할 수 있기 때문에 이것이 가능하다. 즉, SCTP 연결은 [송신 측 IP 주소 집합]+[송신 측 Port]+[수신 측 IP 주소 집합]+[수신 측 Port]로 나타낼 수 있다. 반면, TCP는 송·수신 노드가 모두 하나의 목적지 IP만을 할당할 수 있기 때문에, IP가 변경되면 해당 연결을 끊고, 재설정 해야 한다.

하지만, SCTP 또한 수시로 IP가 변하는 모바일 환경에서는 노드가 이동할 때 마다 부여받는 새로운 IP 정보를 SCTP 연결에 적용해야 이동성을 제공할 수 있다. 따라서, 이동 노드는 SCTP 연결에 새로운 IP를 추가하거나 재설정하는 기능이 필요하게 되었다.

## 2.2 Mobile SCTP (mSCTP)

두 호스트가 통신하는 도중에 연결 종료 없이 자신의 IP 주소를 바꾸는 것을 허용하는 전송 계층 프로토콜을 “mobility enabled transport protocol”이라고 한다[3]. ADDIP[6]에서 정의한 SCTP 확장 기능에 의해, SCTP를 사용하는 호스트는 위와 같은 동작을 할 수 있게 되었다. 즉, 두 호스트는 통신이 진행되는 동안에 자신의 IP 주소를 상대 호스트에 추가·삭제하거나 재설정할 수 있는 것이다. 이러한 기능을 이용하여 Mobile SCTP (mSCTP)가 제안되었다[3].

그림 1이 mSCTP Handover 과정이다. 본 논문에서는 IPv6 네트워크를 기준으로 설명한다.

**Step 1.** 이동 노드(MN)은 Location A에서 Care-of Address (CoA)인 IP address 2를 이용하여, IP address 1을 갖는 상대 노드 (CN)으로 SCTP 연결을 설정한다. 이때, MN은 Mobile client, CN은 Fixed server로 생각할 수 있다.

**Step 2.** MN이 Location B로 이동하면, 두 네트워크의 중복지역에서 MN은 DHCPv6나 Stateless address auto-configuration을 통하여 Access Router B로 부터 새로운

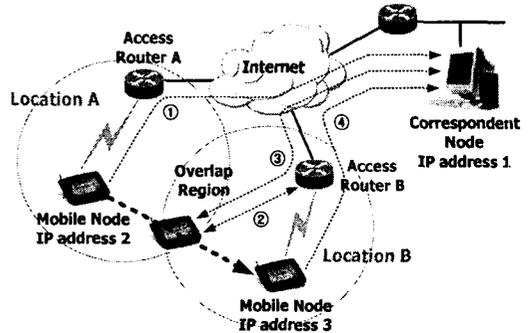


그림 1. mobile SCTP handover 과정

CoA를 할당 받고, 일시적으로 두 개의 IP를 사용하는 Multi-homed 호스트가 된다.

**Step 3.** 새로운 CoA를 획득한 후, MN은 ADDIP[6]에서 정의된 ASCONF Chunk를 CN으로 보내, 획득한 주소를 현재 SCTP 연결의 IP 주소 집합에 등록한다. 이 때, 여러 가지 Triggering rule[4]에 의하여 Primary IP를 새로 획득한 주소인 IP address 3로 변경한다.

**Step 4.** MN이 Location A를 완전히 벗어나 Location B로 이동한 후에는 IP address 2는 사용되지 않으므로, MN은 CN에게 IP address 2를 삭제하도록 요청한다.

위의 과정을 통해서, MN은 세션의 종료 없이 CN과 통신이 가능해진다. 하지만, mSCTP는 MN에서 CN으로 설정되는 세션에 대해서만 고려한 시스템으로 Mobile server, 즉 CN에서 MN으로의 세션 설정에 대해서는 다루고 있지 않고 있다.

## 2.3 SCTP with Mobile IP

SCTP with Mobile IP에서는 Mobile IP 에서 사용되는 Home Agent (HA)를 이용하여 mSCTP에서 해결하지 못한 Mobile server로의 연결 문제를 해결하였다. 해결 방법은 그림 2의 (b)와 같이 CN이 MN으로 연결을 설정할 때, MN의 위치 정보를 알고 있는 HA를 거쳐서 설정하는 것이다. HA는 MN의 Home address (HoA)로 연결을 요구하는 CN의 INIT Chunk를 현재 외부 네트워크에 존재하는 MN으로 전달하는 역할을 한다.

그림 2 (a)는 일반적인 SCTP 연결의 초기화 과정을, (b)는 SCTP with Mobile IP에서 초기화 과정을 보여준다. 또, 그림 3은 전반적인 SCTP with Mobile IP call setup 과정을 보여준다.

CN과 MN이 연결을 설정한 후에 HA는 두 노드 사이의 데이터 통신에는 전혀 관여하지 않는다. 즉, MN의 HoA는 연결 설정 시 위치관리를 위해서만 사용된다.

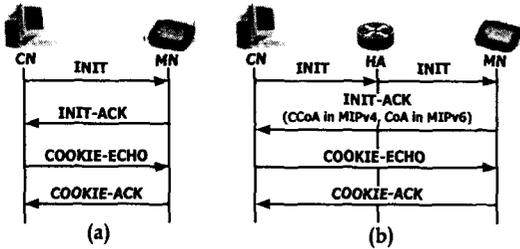


그림 2. Sctp 연결 초기화 과정

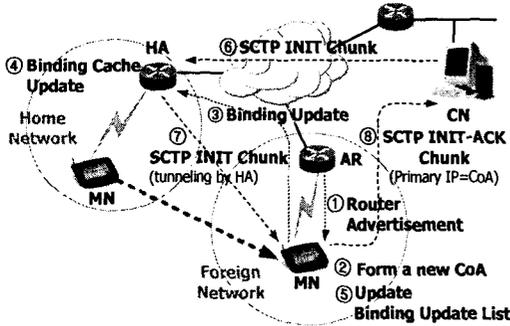


그림 3. Sctp with Mobile IP call setup

하지만, MN의 HoA를 MN의 Sctp 연결의 기본적인 Backup Path로 사용한다면, MN에 보다 신뢰성 있는 데이터 전송 서비스를 제공할 수 있을 것이다.

### III. Backup Path 기능이 확장된 Mobile Sctp 시스템

기존 Mobile Sctp나 Sctp with Mobile IP에서 MN의 HoA는 데이터 통신을 위해서는 사용되지 않았다. 이에, 본 논문에서는 Sctp 연결의 신뢰성을 향상시키기 위해 MN의 HoA를 Sctp 연결의 기본 Backup Path로 사용하는 새로운 시스템을 제안한다. MN이 기본적인 Backup Path를 갖는다면, Primary IP인 CoA에 통신 장애가 발생하더라도, Backup IP로 연결을 유지할 수 있게 된다. 그러면, CoA로 다시 통신이 가능해졌을 때 연결을 재설정할 필요가 없어 보다 신뢰성 있는 데이터 전송 서비스를 제공할 수 있다.

#### 3.1 동작 과정 및 각 노드의 역할

본 논문에서 제안하는 시스템의 동작 과정을 그림 4에서 나타내었다.

**Step 1.** AR1이나 MN과 CN사이에서 통신 장애가 발생하여 데이터 통신을 할 수 없게 된다.

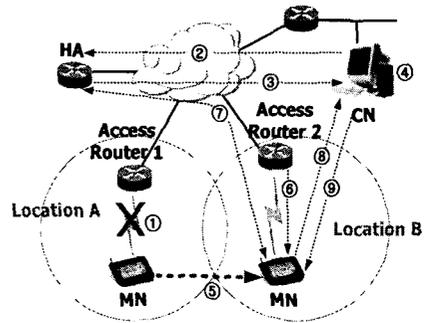


그림 4. Backup Path 기능이 확장된 mSctp

**Step 2.** CN은 Primary Path에 장애가 발생하면, Backup Path인 MN의 HoA로 데이터를 전송한다. 이때, HoA 이외의 Backup IP가 존재하면, 그 IP로 데이터를 전송한다. 그 이유는 제안된 시스템에서 HoA는 데이터를 전송하는데 사용되지 않고, Sctp 연결을 유지하는 역할만 하기 때문이다. 즉, MN의 HoA는 우선 순위가 가장 낮은 Backup IP이다.

**Step 3.** HA는 CN으로부터 Data Chunk를 받으면, MN의 위치를 파악한 후, MN이 외부에 있을 경우 CN에게 데이터 전송을 중지시키도록 요청한다. (DFCTRL Chunk)

**Step 4.** CN은 DFCTRL Chunk를 받는 즉시 데이터 전송을 일시 중지하고, DFCTRL-ACK Chunk로 응답한다. 또, DFCTRL Chunk가 알려준 전송된 마지막 DATA Chunk의 순서를 기억한다. 그리고, Heartbeat message를 이용하여, HA와의 연결을 유지한다.

**Step 5.** MN이 통신이 가능한 Location B로 이동한다.

**Step 6.** MN은 AR2로부터 새로운 CoA를 할당받는다.

**Step 7.** MIPv6의 Binding Update 과정이 수행된다.

**Step 8.** MN은 통신이 재개되면, 현재 중지상태인 Sctp 연결의 peer로 CHKPEER Chunk를 보내 CN의 상태를 파악한다. CN이 일시중지 상태이면, ADDIP과정을 통해 MN의 새로운 IP를 추가하고, Primary IP로 설정한 뒤, DFCTRL Chunk로 데이터 재개를 요청한다.

**Step 9.** CN은 MN의 새로운 CoA로 데이터를 전송한다.

그 밖에 각 노드에서 수행되어야 할 일은 다음과 같다. HA는 MN의 Backup Path 역할로 CN과 연결을 유지할 때, 정해진 시간내에 MN이 자신의 위치를 알려오지 않으면, 중지상태에 있는 연결을 종료시킨다. CN 또한 상태에 따라 Sctp 연결을 종료시킬 수 있다. MN은 연결 설정시, HoA를 IP 집합에 포함시킨다. 예기치 않은 장애로 통신이 두절되면, 연결을 종료시키지 않고 대기하다가, 통신이 가능해지면 상대방의 상태를 파악한 후,

통신을 재개 또는 종료한다.

### 3.2 DFCTRL Chunk와 CHKPEER Chunk

DFCTRL Chunk와 CHKPEER Chunk는 본 논문에서 제안하는 새로운 Chunk 형태로 각각 응답을 담당하는 ACK (acknowledge) Chunk를 갖는다.

DFCTRL (Data Flow Control) Chunk는 HA나 MN이 CN에게 데이터 통신을 중지시키거나, 재개할 때 사용되고, Serial Number와 다음과 같은 파라미터들을 갖는다.

- PAUSE나 RESUME request
- 전송된 DATA Chunk의 TSN (Transmission Sequence Number) 정보
- CN과 HA사이에 연결을 유지할 시간 정보

DFCTRL-ACK Chunk는 DFCTRL Chunk의 응답으로 DFCTRL Chunk의 수행 결과나 에러 코드를 포함한다.

CHKPEER (Check Peer) Chunk는 MN이 통신이 재개 되면, 대기중인 SCTP 연결 상대방의 연결 상태를 알아 볼 때 사용된다. 구조는 DFCTRL Chunk와 비슷하며, 상태 정보를 요구하는 파라미터를 갖는다. 그에 대한 응답으로는 CHKPEER-ACK Chunk가 사용되며, 상태 정보나 에러 코드에 대한 파라미터를 사용한다.

## IV. 실험 및 결과

본 논문에서는 제안된 시스템을 SCTP 모듈을 패치한 Network Simulator v2.26을 이용하여 시뮬레이션 하였다[9,10]. 총 실험 시간은 600초이며, Heartbeat message의 간격은 30초이다. CN과 MN이 통신을 시작한 뒤, 100초에 장애가 발생하면, CN은 약 8초간의 Path Failure Detection을 통하여 장애를 감지한 후, HA와 Heartbeat message만 주고 받으며 연결을 유지한다. 이후 500초에 Primary Path가 정상으로 돌아오면, MN과 CN이 정상적으로 데이터를 전송한다. 그림 6이 그 결과이다. 그림에서는 확인하기 힘들지만, 100초에서 500초 사이에 약 30초의 간격으로 CN이 HA로 전송하는 56bytes의 Heartbeat message가 전송되고 있다.

위의 실험을 통하여, 본 논문에서 제안한 방법으로 MN의 Primary path에 문제가 발생하더라도 Backup path를 통하여 연결이 유지되고, 연결 종료 없이 데이터 통신을 할 수 있다는 것을 보였다. 기존 시스템의 경우에는 100초 이후 연결이 종료될 것으로 예상할 수 있다.

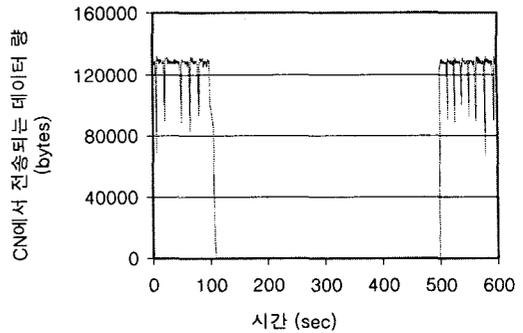


그림 5. CN이 MN으로 전송하는 데이터

## V. 결론 및 추후 연구

본 논문에서는 무선 이동 네트워크에서 발생할 수 있는 예기치 못한 통신 장애에 대비하기 위해, 이동 노드의 Home address를 Backup IP로 사용하는 Backup Path 기능이 확장된 Mobile SCTP를 제시하였다. 실험 결과, 제안된 시스템이 SCTP 연결의 신뢰성을 향상시킴을 확인할 수 있었다. 이로써, 사용자는 연결 재설정없이 연속적인 데이터 전송 서비스를 제공받을 수 있게 된다.

추후에는 HA와 CN의 세션 연결 타이머에 대한 연구와 제안된 시스템을 실제 구현하는 연구가 필요할 것이다.

## 참고 문헌

- [1] Stewart, R, et al., "Stream Control Transport Protocol," RFC 2960, October 2000.
- [2] Randall Stewart and Chris Metz. "SCTP: new transport protocol for TCP/IP," *Internet Computing*, IEEE, vol.5, pp.64-69, Nov/Dec 2000.
- [3] Riegel, M. Tuexen M., "Mobile SCTP," draft-riegel-tuexen-mobile-sctp-02, February 2003.
- [4] Koh, S. J., et al., "Use of SCTP for Seamless Handover," draft-sjkoh-mobile-sctp-handover-00, February 2003.
- [5] Koh, S. J., et al., "SCTP with Mobile IP for IP Mobility Support," draft-sjkoh-mobile-sctp-mobileip-01, June 2003.
- [6] Stewart, R., "Stream Control Transmission Protocol (SCTP) Dynamic Address Reconfiguration," draft-ietf-tsvwg-addip-sctp-06, October 2002.
- [7] Perkins, C. (ed.), "IP Mobility Support for IPv4," RFC 3344, August 2002.
- [8] Johnson, D., et al., "Mobility Support in IPv6," draft-ietf-mobileip-ipv6-21, February 2003.
- [9] <http://www.isi.edu/nsnam/ns>
- [10] <http://www.cis.udcl.edu/>