

# SCTP 표준기술 동향

2004년

고 석 주 (sjkoh@cs.knu.ac.kr)

## 요 약

최근 SCTP (Stream Control Transmission Protocol)는 TCP/UDP 이후의 차세대 수송계층 프로토콜로써 주목 받고 있다. SCTP는 기존 TCP 및 UDP의 단점을 극복하도록 설계되었으며 특히 multi-streaming 및 multi-homing 특성을 제공한다. 본 고에서는 SCTP 프로토콜의 기본 특징에 대하여 알아보고, 현재 논의 중인 추가 확장작업의 주요 골자를 살펴본다.

## 목 차

1. INTRODUCTION.....	2
2. SCTP 개요.....	3
2.1 BRIEF HISTORY .....	3
2.2 SCTP ARCHITECTURE .....	3
2.2.1 Protocol Model.....	3
2.2.2 SCTP Features .....	5
2.2.3 SCTP Packet Format.....	6
2.3 PROTOCOL OPERATIONS .....	8
2.3.1 SCTP Initialisation .....	8
2.3.2 Data Transport .....	9
2.3.3 SCTP Terminations.....	10
2.4 SCTP 개발 현황 .....	11
2.4.1 관련 IETF 표준 문서 .....	11
2.4.2 구현 관련 참고 사이트.....	11
3. SCTP 확장.....	12
3.1 PR-SCTP .....	12
3.2 MOBILE SCTP.....	12
4. 결론 및 향후 전망.....	13
5. 참고 문헌.....	14

## 1. Introduction

최근 인터넷 실시간 멀티미디어 서비스의 다양한 요구사항에도 불구하고, 그 동안 인터넷에서의 수송계층 프로토콜은 TCP 및 UDP로 제한되어 왔다. TCP 및 UDP 기반의 인터넷 프로토콜은 기존의 전기통신망에서 제공되던 전화서비스를 비롯하여 새로이 개발되는 멀티미디어 스트리밍 서비스 제공에는 부적합하다. 이러한 배경으로 IETF에서는 2000년 10월에 SCTP (Stream Control Transmission Protocol)을 RFC2960으로 제정하였다. 초기의 SCTP 개발 목적은 인터넷 망에서의 전화서비스 신호전달에 있었으나, 최근에는 범용 수송계층 프로토콜로써 모든 종류의 인터넷 응용서비스로 적용을 확대하고 있다.

SCTP는 UDP의 메시지 지향(message-oriented) 특성과 TCP의 연결형 신뢰성 제공 특성을 조합한 프로토콜이다. 이 외에도 멀티스트리밍(multi-streaming) 및 멀티홈잉(multi-homing) 특성을 제공하고 있으며, 세션 초기화 및 종료단계에서도 기존 TCP에서 문제점으로 지적되던 TCP-SYN 공격 문제 및 “half-open closing” 문제 등을 해결하고 있다. SCTP는 IP 패킷에 표시되는 프로토콜 식별번호(Protocol ID)로써 UDP (6), TDP (17)와는 별도로 132번을 부여받았다.

SCTP 수송계층 프로토콜은 VoIP (Voice over IP) 신호전달 이 외에도, 다중 미디어를 전송하는 웹 응용, AAA (Authentication, Authorization, Accounting) 등의 고도의 신뢰성을 요구하는 보안 응용, 실시간 신뢰성을 요구하는 mission-critical 응용서비스 등에 하부 프로토콜로 사용될 수 있으며, 특히 최근 이슈화 되고 있는 all-IP 기반 이동통신망에서 핸드오버 기능을 용이하게 제공할 수 있을 것으로 전망된다.

현재 IETF에서는 SCTP 기본 규격 제정 작업을 마치고, 구현, 검증 및 추가 기능 확장작업을 진행 중이다. SCTP 구현 작업은 미국, 독일을 비롯한 세계 여러 나라에서 진행 중이며, 일부 구현 코드가 공개되어 있다. 현재 활발하게 논의 중인 SCTP 추가확장작업으로는 “부분 신뢰성(partial reliable)” 제공 기능 및 “동적인 IP 주소 재구성 (dynamic IP address reconfiguration)” 기능 등이 있다.

본 고에서는 SCTP 프로토콜의 기본 특징에 대하여 알아보고, 현재 논의 중인 추가 확장작업의 주요 골자를 살펴본다.

## 2. SCTP 개요

SCTP 표준은 IETF SIGTRAN (Signaling Transport) WG에서 2000년 10월 RFC 문서로 등재되었다. TCP와 같은 Layer 4 수송계층 프로토콜로써 신뢰성(reliability)을 제공하며 TCP처럼 SCTP 세션도 초기화, 데이터 전송 및 종료 단계로 구성된다. SCTP는 기존의 TCP로는 지원하지 어려운 VoIP (Voice over IP) 신호중계 및 멀티미디어 응용서비스 등의 전송을 지원하기 위해 개발되었으며, 현재 전세계적으로 여러 곳에서 개발되고 있는 중이다.

### 2.1 Brief History

SCTP 표준개발은 1998년에 SIGTRAN WG에서 시작되었다. SIGTRAN WG에서는 IP 망에서의 VoIP 시그널링 (예: SS7) 전송 표준개발을 주요 목표로 하고 있었으며, 신호정보의 특성상 고도의 신뢰전송을 제공하는 수송계층 프로토콜을 필요로 하였다. 특히, 수송계층에서의 전송경로 장애를 대비한 대체경로(alternate path) 확보 기능을 필요로 하였으며, 하나의 세션을 통해 다양한 호처리(call processing) 메시지가 전송되는 'multi-streaming' 기능도 요구되었다. 위와 같은 기능은 전통적인 TCP로써는 지원되기 어렵다는 인식 하에, SIGTRAN WG은 새로운 수송계층 프로토콜, SCTP를 개발하기에 이른다.

SCTP는 2000년 10월 SIGTRAN WG에서 RFC2960으로 제정되었으며 [1-5], 이후 보완 [6-8], 구현 및 검증 관련 [9-12] 후속 표준작업이 계속되고 있다. 이후 SCTP를 단순히 신호전달 기능이 아닌, TCP 이 후의 차세대 수송계층 프로토콜로 개발하려는 취지 하에, 관련 확장 작업은 Transport Area WG에서 진행되고 있다 [13, 14].

현재, SCTP 구현 및 확장 작업이 미국, 독일 등의 여러 곳에서 진행 중이다. 특히, SCTP의 활용은 다중 스트림 특성을 갖는 멀티미디어 응용, 실시간 신뢰전송을 요구하는 응용 및 이동 단말의 핸드오버(handover) 기능 제공을 위해 사용되는 방안이 적극 검토되고 있으며, 관련 표준개발 작업이 한창 진행 중이다.

### 2.2 SCTP Architecture

#### 2.2.1 Protocol Model

SCTP는 기존의 UDP (User Datagram Protocol) 및 TCP (Transmission Control Protocol)에 비해 많은 장점을 제공한다. SCTP는 UDP의 datagram 지향성과 TCP의 순서화(sequencing) 및 신뢰성(reliability) 특징을 결합한 것으로 볼 수 있다. 추가적으로 SCTP는 멀티홈잉(multi-homed) 환경에서 다중스트림(multi-stream) 및 메시지 지향성(message-oriented) 전달 특성을 갖는다.

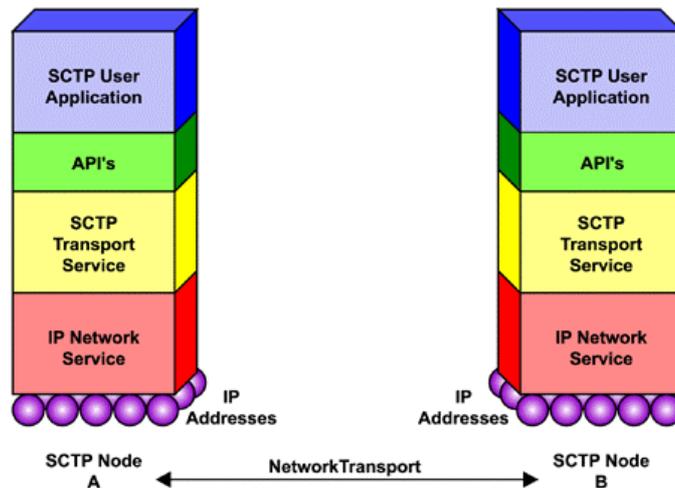


그림 1. Sctp 프로토콜 구조

그림 1에서 보여지듯이, Sctp는 응용 계층과 네트워크 계층 사이에 위치한다. Sctp는 Sctp peers 간에 응용 데이터를 APIs (application programming interfaces)로 전달 받아 IP 망을 통해 전송하는 기능을 수행한다. 각 Sctp 단말은 하나의 Sctp 세션에서 여러 개의 IP 주소를 사용할 수 있다.

Sctp는 두 지점간에 메시지 전송을 위해 다중경로(multiple path) 및 다중스트림(multiple stream) 기능을 사용한다. 두 Sctp 지점간의 Sctp 연결을 "Sctp association"이라 한다. 특정 Sctp association에서의 전송 절차는 크게 연결초기화 (initiation), 데이터전송 (data transfer) 및 연결종료(shutdown) 단계로 나뉘어진다.

Sctp 패킷 혹은 PDU (protocol data unit)은 하나의 헤더(header)와 여러 개의 chunks로 구성되며, 각 chunk는 제어 정보 혹은 응용데이터를 포함한다. Sctp 스트림(streams)에서 각 데이터는 순서적으로 전달되며, multi-homing 특성을 활용하여 망장애(network failure)에 대비한 복구 기능을 수행할 수 있다.

Sctp의 기본 특징은 다음과 같다.

- Validation and Acknowledgement 메커니즘

Sctp 세션 초기화 과정에서, Sctp endpoint 간에 Cookie를 사용하여 인증을 위한 key 정보를 교환한다. Cookie 정보는 MAC (message authentication codes) 코드를 통해 생성되며 DoS (denial-of-service) 공격 방지를 위해 사용된다.

또한 세션 도중에 데이터 수신여부 및 재전송요구 등을 나타내기 위해 수신자는 SACK (selective acknowledgement) chunk를 송신자에게 보낸다.

- 경로 선정 및 감시 (Path Selection and Monitoring)

각 사용자는 하나의 Sctp 세션에 여러 IP 주소를 사용할 수 있으며, 세션 중에는 primary 주소가 지정되어 데이터 전송에 사용되며, 나머지 alternate 주소는 재전송 후

은 primary 주소가 failure된 경우에 사용된다. 이를 위해, SCTP는 주기적으로 가용 IP 주소의 연결 상태를 검사하여, active 혹은 inactive 상태 정보를 기록한다.

- Flow and Congestion Control

SCTP 흐름제어(flow control)는 association 별로 수행되는 반면, 혼잡제어(congestion control)는 전송경로 별로 수행된다. 흐름제어를 위해 각 SCTP endpoint는 TCP처럼 수신 윈도우를 송신자에게 알려주며, 혼잡제어를 위해 congestion 윈도우 크기를 적절히 조절한다. 이러한 윈도우는 송신자가 ACK 없이 보낼 수 있는 데이터 양에 제한을 주게 된다.

## 2.2.2 SCTP Features

기본적으로 SCTP는 TCP에 비해 multi-streaming 및 multi-homing 특성을 제공하며, 또한 세션 초기화, 데이터 전송 및 세션 종료에서도 TCP와 다른 특징을 제공한다.

- SCTP Multi-Homing

SCTP의 multi-homing 특성은 SCTP 세션이 여러 개의 IP 주소를 동시에 사용할 수 있도록 하며, 세션 도중 네트워크 장애가 발생하는 경우 대체경로 (혹은 대체 IP 주소)를 통해 세션이 유지되도록 한다. 세션 초기화 단계에서, 각 SCTP peers는 가용한 IP 주소 목록을 교환하며, 이 중에 primary IP 주소를 선정해 준다. 상대방 SCTP는 primary 주소를 수신주소로 하여 데이터를 전송하게 된다. SCTP 경로관리에 의해 primary IP 주소에 이상이 있다고 판단되는 경우, SCTP는 다른 대체 IP 주소로 데이터 전송을 계속한다.

- SCTP Multi-Streaming

SCTP의 multi-streaming 특성은 하나의 세션을 통해 다양한 종류의 응용데이터를 보낼 수 있도록 한다. 세션 초기화 단계에서 송신자는 자신이 전송할 stream의 개수를 수신자에게 통보하며, 전송 단계에서 각 stream별로 독립적인 순서화(ordering) 기능이 제공된다. 데이터 복구 및 재전송 과정 또한 stream ID 별로 수행되어, 기존에 TCP에서 문제시 되었던 HOL (head-of-line) blocking 문제를 해결한다.

지금까지 기술한 multi-streaming 및 multi-homing 특성 이외에도, SCTP는 TCP와는 다른 세션 초기화, 데이터 전송 및 종료 절차를 사용한다.

- Initiation Features

초기화 과정에서 SCTP는 TCP의 three-way handshake와는 달리, four-way handshake 절차를 사용한다. 이러한 4단계 초기화 절차는 외부의 DoS 공격을 방어하는 데에 적합하다. 또한 SCTP는 verification tag와 cookie 값을 사용하여, 소위 TCP SYN 공격 (blind attack)을 방지한다.

- Data Transmission Features

SCTP 데이터 전송 단계에서, 각 데이터 chunk에게 TSN (transmission sequence

numbers) 및 SSN (stream sequence numbers) 값이 부여된다. TSN은 세션에 대한 흐름 제어 및 오류복구를 위해 사용되며, SSN은 수신단 SCTP에서 stream 별 순서화(ordering)를 위해 사용된다.

- Shutdown Features

SCTP 세션종료 절차는 TCP의 “half-open” 문제를 해결한다. TCP에서는 4단계 절차를 통해 각 SCTP 개체별로 데이터 전송을 종료했으나, SCTP에서는 3단계 절차를 사용하여 두 개체의 데이터 전송 종료가 통합적으로 이루어지도록 하였다.

### 2.2.3 SCTP Packet Format

그림 2는 SCTP 패킷 구조를 보여준다.

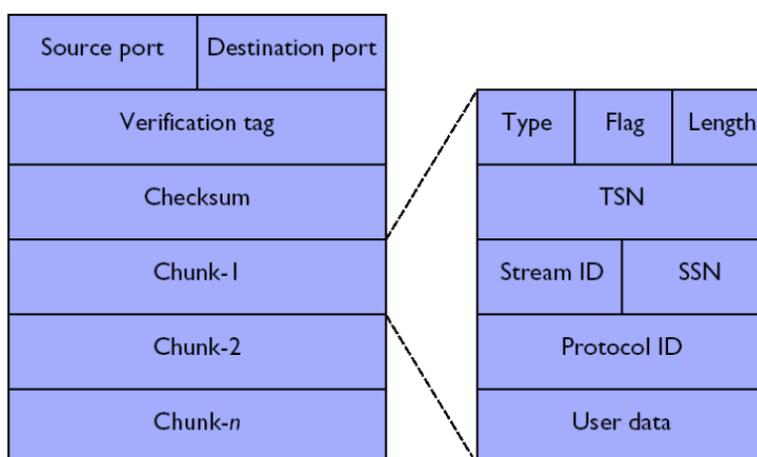


그림 2. SCTP Packet Format

SCTP 패킷의 헤더에는 송신자 포트번호 (16 bits), 수신자 포트번호 (16 bits), verification tag (32 bits) 및 전체 패킷에 대한 Checksum (32 bits) 정보가 포함된다. Verification tag 값은 association 별로 할당되며, 세션 식별자로 사용된다.

하나의 SCTP 패킷은 여러 개의 데이터 및 제어 chunks를 포함할 수 있으며, data chunk의 경우 Type, Length 정보와 함께 해당 데이터 chunk에 대한 TSN, SSN 번호를 포함하여, 추후 오류제어 및 흐름제어 등에 사용된다.

SCTP는 DATA chunk와 함께 여러 개의 제어(control) chunks를 사용하며, 추후 SCTP 확장 작업과 함께 제어 chunk의 수는 증가할 수 있다. SCTP 기본 규격(RFC 2960)에 정의된 주요 제어 chunk의 종류를 정리하면 표 1과 같다.

표 1. SCTP Control Chunks

Chunk Type	내 용
INIT	SCTP association의 초기화를 위해 initiator에 의해 전송됨
INIT-ACK	INIT chunk에 대한 응답 메시지
COOKIE-ECHO	SCTP Initiator는 INIT-ACK를 받은 후 세션설정을 마무리 하기 위해 COOKIE-ECHO를 전송
COOKIE-ACK	COOKIE-ECHO chunk에 대한 응답 메시지
SACK (Selective ACK)	데이터 수신상태 정보를 나타내기 위해 사용되며, 수신 data chunk에 대한 TSN, SSN 정보 포함
HEARTBEAT	SCTP 경로관리를 위해 사용되며, SCTP는 자신의 가용 IP 주소에 대해 HEARTBEAT chunk 전송
HEARTBEAT-ACK	HEARTBEAT chunk에 대한 응답메시지
ABORT	상대 SCTP endpoint에게 비정상적인 세션 종료를 나타냄
ERROR	SCTP 운용상의 오류를 나타냄
SHUTDOWN	정상적인 세션 종료 메시지
SHUTDOWN-ACK	SHUTDOWN에 대한 응답메시지
SHUTDOWN-COMPLETE	최종 세션 종료를 나타냄

## 2.3 Protocol Operations

### 2.3.1 SCTP Initialisation

SCTP 세션 초기화는 4단계 절차로 구성된다. 먼저 SCTP-A는 INIT 메시지(INIT chunk를 포함하는)를 SCTP-Z에게 전송하여 세션 초기화를 시작한다. INIT 메시지는 A에서 사용할 IP 주소목록을 포함한다. SCTP-Z는 INIT에 응답하여 INIT-ACK 메시지를 전송하며, 자신이 사용할 IP 주소 목록을 포함시킨다. INIT 메시지 교환은 세션초기화의 첫번째 절차이지만, 이 단계에서 각 endpoint에서는 SCTP PCB(protocol control block) 상태정보를 생성시키지 않는다. (그림 3 참조)

이 후에 COOKIE ECHO 및 ACK 메시지를 교환함으로써, 세션 초기화가 마무리되며, 이 단계에서 각 endpoint에서 PCB를 생성시킨다. COOKIE의 사용은 세션에 대한 사용자 인증 기능을 제공하며, 또한 정당한 COOKIE에 대해 PCB를 생성시킴으로써 TCP-SYN (blind attack) 문제를 해결한다.

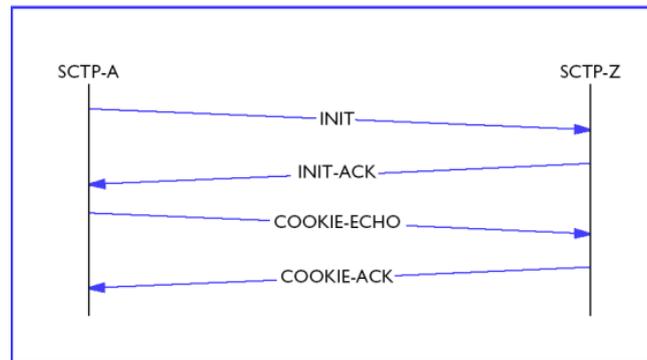


그림 3. SCTP 초기화

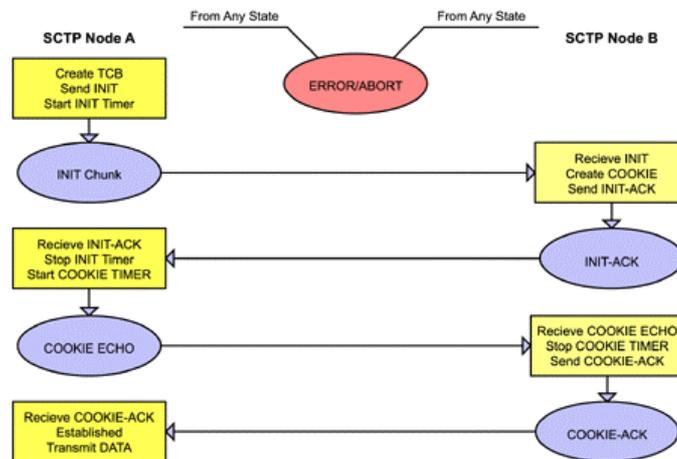


그림 4. SCTP 초기화 단계 상태천이도

그림 4는 SCTP 초기화 단계에서의 각 종단에서의 상태천이도(state transition diagram)를 보여준다. 각 단계별로 SCTP 종단에서는 INIT, COOKIE 타이머를 사용하며, COOKIE-ECHO 및 COOKIE-ACK chunks는 데이터 chunks와 함께 전송될 수 있다.

### 2.3.2 Data Transport

SCTP는 오류제어를 위해 Selective ACK (SACK) 방식을 사용한다. A에서 전송된 데이터 chunks에 대해, 수신자 Z는 수신된 데이터 chunks의 목록을 SACK chunk를 통해 A에게 알려준다. SACK 전송규칙은 A에서의 재전송 타이머 및 흐름제어 등을 고려하여 제정되었다. 그림 5에서 보여지듯이, 적어도 2개의 데이터 SCTP 패킷 (여러 개의 데이터 chunks 포함 가능) 마다 하나의 SACK chunk를 보내야 하며 (흐름제어를 위해), SACK chunk는 데이터 chunks와 함께 전송될 수 있다.

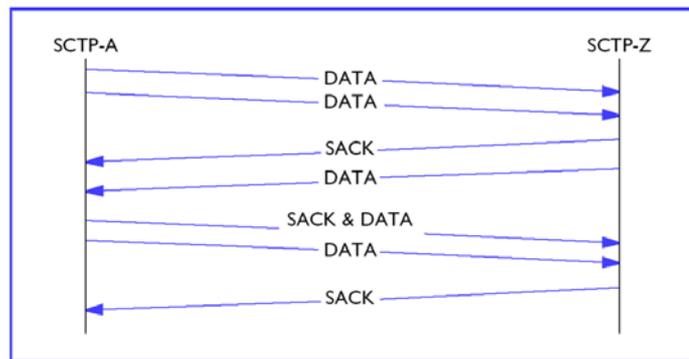


그림 5. SCTP 데이터 전송

그림 6에서 보여지듯이, 데이터 전송단계에서는 각 SCTP 종단은 SACK와 함께 경로 (목적지 IP 주소) 관리를 위해 HEATBEAT 메시지를 전송한다. 이를 통해 상대방의 어떤 IP 주소들이 가용한지를 주기적으로 파악한다.

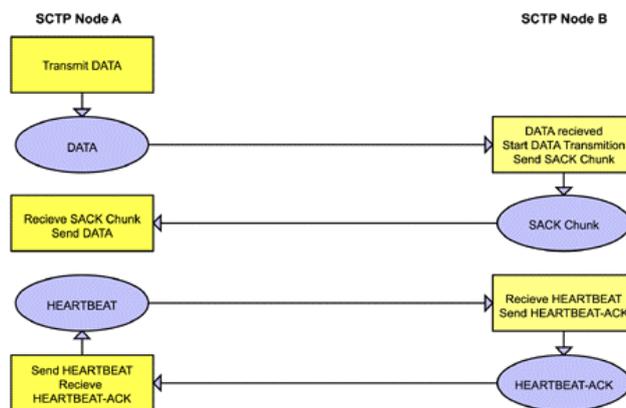


그림 6. SCTP 데이터 전송 단계 상태천이도

### 2.3.3 SCTP Terminations

SCTP 세션종료 절차는 TCP의 4단계와는 달리, 3단계로 구성된다. 이를 통해 TCP의 “half-open closing”을 해결함으로 프로토콜 상태관리를 최적화 하였다.

먼저 그림7에서 보는 바와 같이, A는 데이터 전송 종료 후에 SHUTDOWN 메시지를 전송한다. Z는 자신의 데이터 전송을 마무리하고 SHUTDOWN-ACK를 A에 전달한다. 마지막으로 A는 SHUTDOWN-COMLETE를 전송하여 최종적으로 세션종료를 마무리 한다.

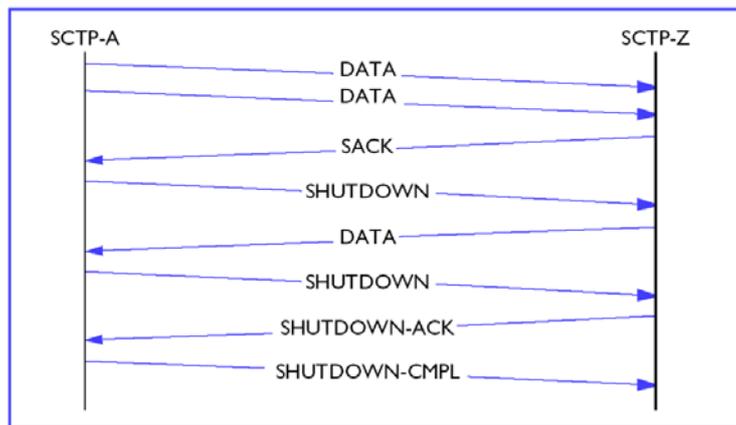


그림 7. Sctp 세션 종료

그림 8은 세션종료단계에서의 프로토콜 상태천이도를 보여준다. 노드 A는 SHUTDOWN 타이머를 가동하여 B로부터 SHUTDOWN-ACK가 오지 않는 경우 SHUTDOWN 메시지를 재 전송할 수 있다.

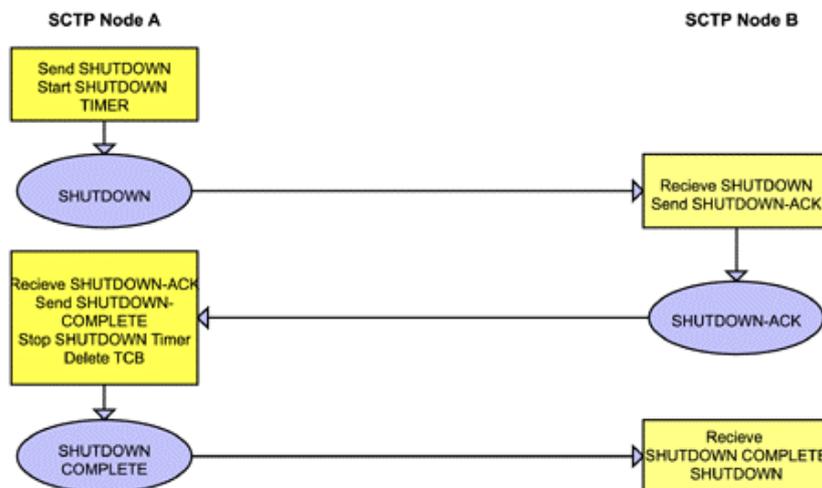


그림 8. Sctp 세션 종료단계 상태천이도

## 2.4 SCTP 개발 현황

### 2.4.1 관련 IETF 표준 문서

SCTP 표준개발 작업은 IETF SIGTRAN WG에서 시작되어 현재 기본 규격 제정은 마무리된 상태이다. RFC 2960은 SCTP 기본 규격문서이며, 보조문서로써 RFC 3257, 3286 문서가 작성되었다. 기본 규격 제정 후에 SCTP 표준화 작업은 IETF TRANSPORT AREA WG으로 이관되었으며, 현재는 VoIP 시그널링용 프로토콜이 아닌 TCP 차기버전의 범용 수송계층 프로토콜로써 표준규격 개발작업이 진행되고 있다.

이후에 추가 규격확장작업이 계속 진행되고 있으며, SCTP 관련 수송계층 보안문서가 RFC 3436으로 2002년 12월에 제정되었다. 현재 WG에서 개발 중에 있는 문서로는 SCTP 구현 가이드 [6], SCTP를 위한 socket API 확장[7], SCTP MIB (Management Information Base) [8] 등이 있다. 최근에는 이동통신에서 핸드오버를 지원하기 위해 세션 도중에도 새로운 IP주소를 추가, 삭제, 변경할 수 있는 기능이 추가적으로 개발되고 있다[13].

### 2.4.2 구현 관련 참고 사이트

SCTP 구현 및 개발 작업은 미국, 독일 등 전세계적으로 진행 중에 있다 [9-12]. 현재 BSD 및 Linux 플랫폼 환경에서 개발이 진행 중에 있으며, 관련 ns-2 시뮬레이션 코드도 개발되었다. 구현작업 또한 커널 환경 및 User Space에서 모두 개발이 진행중이다.

다음 그림은 SCTP 구현을 위한 전체적인 동작 상태천이도이다.

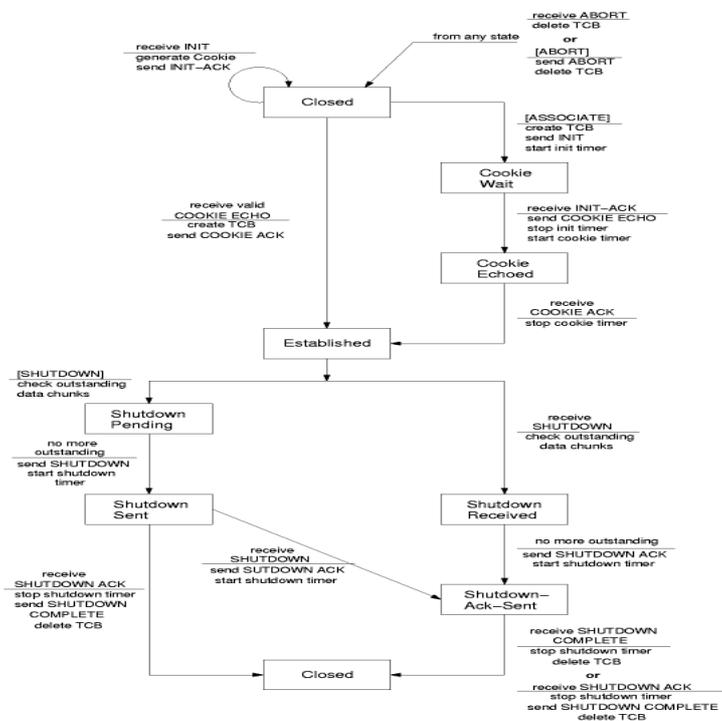


그림 9. SCTP 프로토콜 상태천이도

### 3. SCTP 확장

SCTP 프로토콜은 범용(*general-purpose*) 수송계층 프로토콜로써 사용되기 위해, 향후 추가 기능 확장작업이 계속될 것으로 전망된다. 현재 진행되고 있는 주요 기능확장 작업으로는 “부분 신뢰성 (*Partial Reliable*) 제공 기능” [13] 및 “동적인 IP 주소 구성” [14] 등이 있다.

#### 3.1 PR-SCTP

PR-SCTP (*Partial Reliable SCTP*)는 실시간 응용을 위해 제정되고 있으며 [13], SCTP 데이터 전송 도중에 “*time-critical*” 스트림에 대해서는 오류제어를 중단하고 곧 바로 응용계층에 전달될 수 있는 기능을 정의한다.

PR-SCTP 기능 사용을 위해서는 SCTP 양방간에 세션 초기화 단계에서부터 PR-SCTP 기능을 지원할 것인지 여부를 협상해야 한다. 일단 데이터 전송이 시작된 후에, 송신자는 필요에 따라 특정 TSN 번호 이전의 데이터에 대해서는 신뢰성 (*reliability*) 제공 기능을 중지하도록 상대방 종단에 통지할 수 있다. 수신자는 PR-SCTP 신호를 받았을 경우, 자신의 버퍼에 있는 해당 데이터 *chunks*들을 곧 바로 상위 응용에 전달한다.

이러한 확장 기능은 주로 시간적 제약을 갖는 응용 데이터 전송에 사용될 것으로 전망된다.

#### 3.2 Mobile SCTP

또 하나의 주요 SCTP 기능 확장으로는 ADDIP 확장을 들 수 있다 [14]. SCTP 기본 규격에서는 세션에 사용되는 IP 주소를 세션초기화 단계에서만 지정하도록 되어있었으나, 본 확장 규격에서는 세션 도중에도 신규 IP 주소를 세션에 등록하거나 혹은 삭제하는 기능을 제공한다. 또한 세션 도중에 *primary* IP 주소를 변경하는 기능도 포함한다.

이러한 SCTP 세션에 대한 IP 주소의 재구성이 필요할 경우, 해당 SCTP는 관련 주소 정보를 ASCONF (*Address Configuration Change*) 제어 *chunk*에 실어 상대방에 전송하며, 상대방은 ACSONF-ACK *chunk*로 응답할 수 있다.

위 기능은 특히 이동단말이 세션 도중에 다른 IP 망으로 이전하게 되는 경우에, *seamless handover* 기능 지원을 위해 필수적으로 요구되는 사항이다. 특히 기존의 Mobile IP [15-18] 경우, 핸드오버 기능이 취약하였으나 SCTP를 통해 핸드오버 기능이 상당히 개선될 것으로 기대된다 [19]. 한편 완전한 IP 이동성 지원을 위해서는 핸드오버와 함께, IP 단말에 대한 위치관리 기능이 제공되어야 하며, 이를 위해 Mobile IP의 위치등록 기능이 함께 사용될 수 있을 것으로 전망된다. 본 절에서는 ASCONF 기능을 활용한 *seamless handover* 핸드오버 절차에 대해 기술한다.

그림 10에 보여지듯이, 이동 단말이 SCTP를 사용하며 세션 도중에 IP 지역을 바꾸는 경우 핸드오버 절차는 다음과 같다 [19].

- (1) 먼저 그림에서처럼, 세션 초기화 단계에서 이동단말(Mobile Node, MN)은 주소 2를, 상대 단말(Correspondent Node, CN)은 주소 1를 사용하여 SCTP 세션을 설정하였다 고 가정한다.
- (2) MN이 다른 IP 영역으로 이동하는 경우, 중첩지역(*overlapping region*)에서 신규 주소 3을 하위 네트워크 계층으로부터 받게 되면, 이를 ASCONF *chunk*를 통해 CN 에

- 게 통지한다. 이를 통해 MN은 dual-homing 상태가 되며, CN으로부터의 데이터를 주소 2 뿐만 아니라 주소 3을 통해서도 받을 수 있게 된다.
- (3) MN은 무선계층의 신호세기에 따라 primary 주소를 주소 3으로 변경할 수 있다.
  - (4) MN이 중첩지역을 벗어나는 경우 ASCONF를 통해 기존 주소 2를 SCTP 세션에서 삭제할 수 있다.
  - (5) 이러한 절차가 SCTP 세션 도주에 IP 지역을 바꿀 때 마다 되풀이 된다.

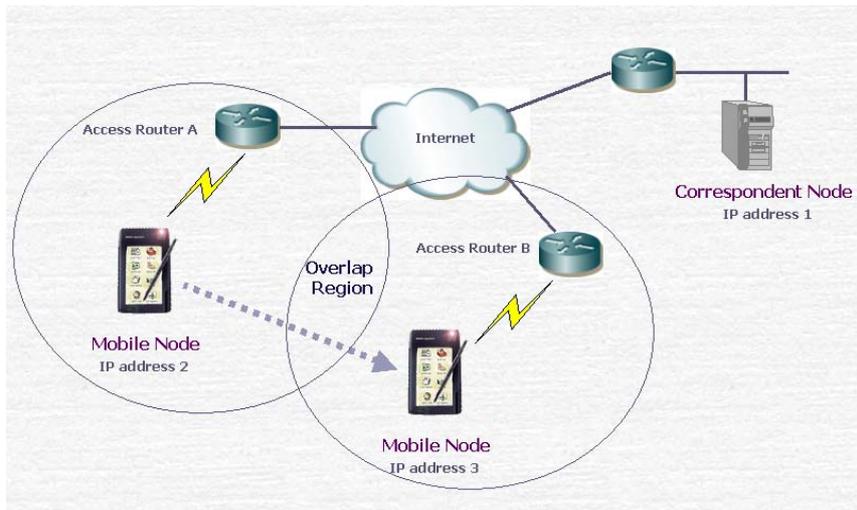


그림 10. SCTP 핸드오버

SCTP 기반의 핸드오버는 기존의 MIP (mobile IP)와는 달리 종단간 수송계층에서 이루어진다는 특징이 있으며, 따라서 터널링 등의 네트워크 라우터의 도움이 없이도 적용가능하다. SCTP 핸드오버에 대한 유일한 요구사항은 MN 및 CN에 SCTP가 사용되어야 한다는 점이다. 이러한 mobile SCTP 기능은 차세대 all-IP 기반 이동통신망의 IP 이동성 관리 기법으로 적용될 수 있을 것으로 전망된다.

#### 4. 결론 및 향후 전망

지금까지 본 고에서는 SCTP 프로토콜의 기본 특징 및 주요 확장기능에 대하여 살펴보았다. SCTP는 TCP 이후의 차세대 수송계층 프로토콜로써 지속적인 표준확장 및 보급이 이어질 것으로 전망된다. 시간이 지남에 따라 SCTP 보급이 확대되면, 기존에 TCP를 통해 제공되던 응용들도 SCTP를 통해 보다 효율적으로 제공될 수 있을 것으로 전망된다.

특히, 실시간 멀티미디어 전송 및 고도의 신뢰성이 요구되는 응용에 대해서는 SCTP의 적용이 선호된다. 또한, 차세대 이동통신망에서의 IP 이동성 제공 측면에서도 SCTP의 사용이 긍정적으로 검토될 수 있을 것이다.

## 5. 참고 문헌

- [1] Stewart R. and Xie Qiaobing, "Stream Control Transmission Protocol", Addison-Wesley, 2001
- [2] Stewart R., et al., "Stream Control Transmission Protocol", IETF RFC 2960, October 2000
- [3] Ong L. and Yoakum J., "An Introduction to the Stream Control Transmission Protocol (SCTP)", IETF RFC 3286, May 2002
- [4] Coene L., et al., "Stream Control Transmission Protocol Applicability Statement", IETF RFC 3257, April 2002
- [5] Jungmaier A., et al., "Transport Layer Security over SCTP", IETF RFC 3436, December 2002
- [6] Stewart, R., et al., "SCTP Implementers Guide", IETF Internet Draft, draft-ietf-tsvwg-sctpimpguide-sctp-07.txt, October 2002
- [7] Stewart, R., et al., "Sockets API Extensions for SCTP", IETF Internet Draft, draft-ietf-tsvwg-sctpsocket-05.txt, October 2002
- [8] Pastor J. and Belinchon M., "SCTP Management Information Base", IETF Internet Draft, draft-ietf-sigran-sctp-mib-08.txt, November 2002
- [9] SCTP implementations by BSD, <http://sourceforge.net/projects/lksctp>
- [10] SCTP implementations by Linux, <http://rivus.sourceforge.net/>
- [11] SCTP ns-2 simulations codes, <http://pel.cis.udel.edu/#downloads>
- [12] SCTP tutorial, <http://www.iec.org/online/tutorials/sctp/>
- [13] Stewart, R., et al., "SCTP Partial Reliability Extension", IETF Internet Draft, draft-stewart-tsvwg-prsctp-02.txt, December 2002
- [14] Stewart, R., et al., "SCTP Dynamic Address Reconfiguration", IETF Internet Draft, draft-ietf-tsvwg-addip-sctp-05.txt, May 2002
- [15] Perkins, C. (ed.), "IP Mobility Support for IPv4", IETF RFC 3344, August 2002
- [16] Johnson, D., et al., "Mobility Support in IPv6", IETF Internet Draft, draft-ietf-mobileip-ipv6-20.txt, January 2003
- [17] Malki, K. L., et al., "Low Latency Handoffs in Mobile IPv4", IETF Internet Draft, draft-ietf-mobileip-lowlatency-handoffs-v4-04.txt, June 2002
- [18] Koodli, R., et al., "Fast Handovers for Mobile IPv6", IETF Internet Draft, draft-ietf-mobileip-fast-mipv6-05.txt, September 2002
- [19] Koh S. J., et al., "Use of SCTP for Seamless Handover", IETF Internet Draft, draft-sjkoh-mobile-sctp-handover-00.txt, February 2003
- [20] Koh S. J., et al., "SCTP with Mobile IP for IP Mobility Support", IETF Internet Draft, draft-sjkoh-mobile-sctp-mobileip-00.txt, February 2003