

IP 네트워크 상에서 스트림 제어 전송 프로토콜 설계에 관한 연구

*김경남, **김성희, ***김평중, *전경재, *김환철,
*(주)코메스타, **한국전자통신연구원 Mobile IP 연구팀
***충북과학대학 컴퓨터정보과
e-mail:(knkim, kjcheon, hkim)@comesta.com,
sheen@etri.re.kr, pjkim@ctech.ac.kr

A Study on Design for Stream Control Transmission Protocol on IP Network

*Kyung-Nam Kim, **Seong-Hee Kim, ***Phyoung-Jung Kim,
*Kyeong-Jae Cheon, *Hwan-Chul Kim
*COMESTA Inc., **ETRI, ***Chungbuk Provincial College

요약

IP 네트워크가 급속도로 성장하고 있고, ISDN, 이동 네트워크, ATM 네트워크 등 다른 통신 구조와 공존하고 있다. 이러한 통신 구조들은 각각 자신의 응용 서비스를 제공하고 있기 때문에 상호 연동 요구가 점차 증가하고 있다. 특히, IP 네트워크를 경유하여 하나의 네트워크로부터 다른 네트워크로 신호 메시지를 전송하고자 하는 요구가 증대되어 왔다. 이에 따라 IETF는 IP 네트워크 상에서 통신 신호 메시지 전송을 위한 새로운 프로토콜 SCTP를 개발하고 있다. 본 논문은 SCTP의 개념과 기능적 모듈 그리고 응용을 간단히 고찰하고, IP 네트워크 상에 SCTP를 설계하는 방안을 기술한다.

1. 서론

SS7(Signaling System Number 7)은 통신망 제어 정보를 전송하는 대표적인 시스템으로서 기본 통신 서비스와 지능망 서비스, 이동 망 서비스의 QoS(Quality of Service)에 영향을 미치고 있다. SS7 신호 망은 논리적으로 분리된 독자적인 네트워크 인프라를 요구한다[1]. 그러나, 인터넷, ISDN(Integrated Services Digital Network), ATM(Asynchronous Transfer Mode) 망, GSM(Global System for Mobile Communication), UMTS(Universal Mobile Telecommunications System) 등 다양한 통신망이 공존하고 있다. 서로 다른 네트워크 사이에 신호 메시지 전송은 중요한 이슈이다[2].

IETF(Internet Engineering Task Force)의 SIGTRAN(Signalling Transport) 그룹[3]은 신호 메시지 전송을 위하여 새로운 프로토콜인 SCTP(Stream Control Transmission Protocol)를 정의하고 있다. 이 프로토콜은 IP 네트워크 상에서 신호 메시지를 교환하고, 응용 서버 프로세스의 클리

스터 개념을 이용하여 가용성(availability)을 증가시키고 있다[4].

현재 IP 네트워크 상에서 신호 메시지의 교환은 UDP나 TCP를 통하여 이루어지고 있고 SCTP와 비교하면 다음과 같다. UDP는 지연에 민감한 신호 메시지 전송에 적합하지만 신뢰성을 제공하지 못한다. 따라서 오류제어, 메시지 순서화, 메시지의 중복, 분실된 메시지의 재전송 등은 응용에 의해서 수행되어야 한다. TCP는 오류제어, 흐름제어를 제공하지만 다음과 같은 단점이 존재한다. 첫째, TCP는 바이트 스트림으로 전송하기 때문에 메시지의 경계를 응용이 해결해야 한다. 둘째, 많은 응용들이 신호 메시지의 부분 정렬을 요구한다. 부분 정렬은 하나의 트랜잭션 또는 하나의 호에 속하는 메시지들에게만 순서화 하는 것을 의미한다. 따라서 TCP는 엄격한 전체 순서화를 제공하기 때문에 불필요한 블로킹 또는 메시지 지연을 발생시킬 수 있다. 셋째, TCP 연결은 한 쌍의 전송 주소로 확인할 수 있는데 다중 홈 기능을 지원하기 어렵다. 넷째, TCP는 응용에 따른 파

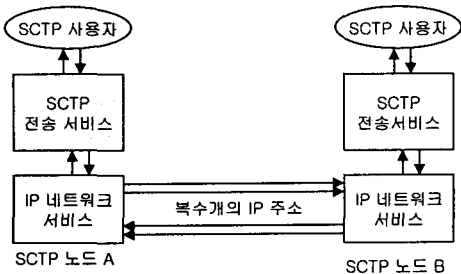
라메터 제어를 허용하지 않는다[5].

본 논문은 2장에 SCTP의 association 개념, 전반적인 기능적 모듈 및 특징을 기술한다. 3장에서는 SCTP의 응용으로서 IP 네트워크와 PSTN 사이에 ISUP나 SS7 정보를 전송할 수 있는 응용방안을 기술한다. 그리고 4장에 SCTP의 기능적 모듈을 바탕으로 패킷 구성과 association, 및 데이터 전송을 바탕으로 설계 방안을 기술하고 5장에 결론 및 향후 연구 방안을 기술한다.

2. SCTP의 개념과 기능적 모듈

SCTP는 IP같은 신뢰성 없는 네트워크 상에서 신뢰성 있는 데이터그램 전송 서비스를 제공하는 프로토콜이다[4]. 사용자에게 다음과 같은 서비스를 제공한다. 첫째, 사용자 데이터의 확인된 비오류 비중복 (acknowledged error-free non-duplicated) 전송 서비스를 제공한다. 둘째, MTU(Maximum Transmission Unit) 크기에 적합하도록 데이터를 분할한다. 셋째, 다중 스트림 내에서 사용자 메시지의 순서화된 전송을 제공한다. 넷째, 사용자 메시지를 SCTP 패킷에 선택적으로 다중화 한다. 다섯째, 하나의 연결에서 다중 홈(multihoming) 기능을 이용하여 네트워크 수준의 고장인내(fault tolerance)를 제공한다. 여섯째, SCTP 자체가 집중 회피(congestion avoidance), 데이터 홍수 방지, 보안등에 적절히 대응하도록 설계되었다.

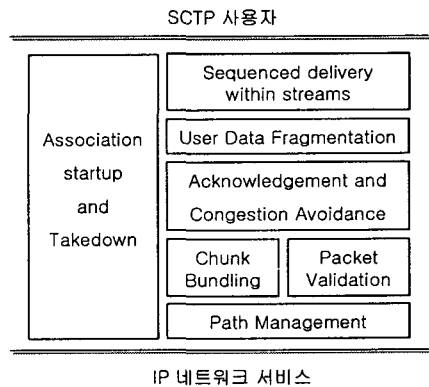
SCTP는 [그림 1]과 같이 SCTP 사용자에게 사용자 메시지의 안정적 전송 서비스를 제공한다. SCTP association의 각 종점은 하나의 SCTP 포트 번호와 복수 개의 IP 주소 리스트로 구성된 상대 종점(peer endpoint)을 제공한다. 하나의 association은 종점간의 연결을 의미하므로 가능한 모든 source/destination 조합을 통하여 데이터를 전송한다.



[그림 1] SCTP association

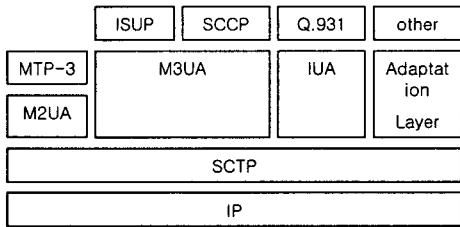
SCTP는 연결형이지만 SCTP association 개념은 TCP 연결 개념보다 넓다. SCTP에서 association 당 몇 개의 사용자 데이터 스트림을 제어할 수 있고, 스트림 당 데이터그램의 순서화된 전송을 제공할 수 있다. SCTP에서 집중제어(congestion control)는 하나의 association에서 TCP 메커니즘과 유사하게 실행된다.

[그림 2]는 SCTP의 기능적 모듈을 보여주고 있다. 첫째, association은 ASSOCIATE 프리미티브에 의해 시작되고 SHUTDOWN 프리미티브에 의해 종료된다. 보안을 위해 쿠키(cookie) 메커니즘을 사용한다. 둘째, 스트림 내에서 SSN(Stream Sequence Number)을 사용하여 순서화된 배달 기능을 갖는다. 스트림은 TCP의 바이트 스트림이 아니고, 일련의 사용자 메시지를 의미한다. association 초기화할 때 제공할 스트림의 수를 정의한다. 셋째, 사용자 데이터를 path MTU 크기에 맞게 SCTP 패킷을 분할한다. 넷째, SCTP는 분할된 데이터나 메시지에 TSN(Transmission Sequence Number)을 할당하여 확인(acknowledgement)과 집중 회피 기능을 제공한다. 다섯째, SCTP 패킷은 공통 헤더와 하나 이상의 chunk로 구성될 수 있다. 여섯째, 공통 헤더의 입증 태그(verification tag)와 체크섬을 이용하여 패킷 입증(validation) 기능을 제공한다. 일곱째, SCTP는 패킷의 목적지로서 사용될 복수개의 트랜스포트 주소 집합을 관리한다. SCTP 경로 관리(path management) 기능은 각 패킷의 목적지와 도착성을 근거로 목적지 트랜스포트 주소를 선택한다.



[그림 2] SCTP의 기능적 모듈

3. IP 네트워크 상에 SCTP의 응용



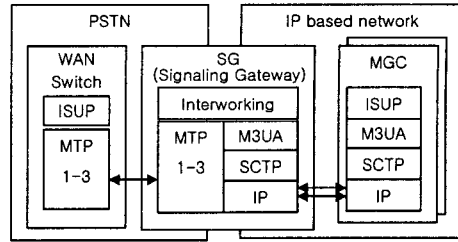
MTP-3 : Message Transfer Part Level 3
 M2UA : MTP-2 User Adaptation Layer
 ISUP : ISDN User Part
 M3UA : MTP-3 User Adaptation Layer
 SCCP : Signaling Connection Control Part
 IUA : ISDN Q931 User Adaptation Layer
 SCTP : Stream Control Transmission Protocol
 IP : Internet Protocol

[그림 3] SIGTRAN 프로토콜 구조

IETF SIGTRAN은 SCTP가 다양한 적응 계층(adaptation layer)을 사용하여 기존의 신호 메시지를 IP 네트워크 상에서 전송할 수 있도록 하고 있다. [그림 3]은 SIGTRAN이 정의한 프레임워크로서 다양한 신호 응용 프로토콜과 적응 계층들을 보여주고 있다[3].

여기에서 신호 응용 프로토콜은 Q.931, ISUP, SCCP 등이 있고, 적응 계층은 M3UA[6]와 IUA 등이 있다. Q.931 프로토콜은 사용자가 ISDN 망을 통하여 연결을 설정/해제할 수 있도록 사용자-망 인터페이스 프로토콜이다. ISUP는 ISDN 상에서 회선-교환형 연결/해제 서비스를 지원하기 위한 기능과 절차, 그리고 망 내의 신호 정보 교환에 관한 사항을 기술하고 있다. SCCP는 MTP-3보다 확장된 주소 개념 DPC와 SSN을 제공하고, 4가지 등급의 메시지 전송 기능을 제공한다. M3UA는 MTP3와 SS7 사용자 부분간에 프리미티브를 전송함으로써 SCCP와 ISUP 메시지를 전송한다.

IP 네트워크 상에서 SS7 신호 전송에 대한 일반 구조는 RFC 2719 [3]에 기술되어 있다. SCTP는 근본적으로 IP 네트워크 상에서 신호 메시지를 전송하도록 설계되어 있다. [그림 4]는 IP 네트워크와 PSTN간의 ISUP 호 제어를 보여주고 있다. IP 네트워크에서 ISUP(ISDN User Part) 메시지의 전송은 SG(Signalling Gateway)와 MGC(Media Gateway Controller) 사이에서 발생한다.



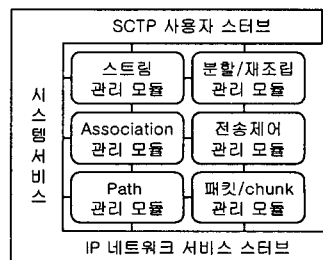
PSTN : Public Switched Telephone Network
 ISUP : ISDN User Part
 MTP 1-3 : Message Transfer Part Level 1-3
 SG : Signalling Gateway
 M3UA : MTP-3 User Adaptation Layer
 MGC : Media Gateway Controller
 SCTP : Stream Control Transmission Protocol
 IP : Internet Protocol

[그림 4] IP 네트워크와 PSTN간의 ISUP 호 제어

SG는 SS7 기반 PSTN과 IP 네트워크간의 게이트웨이로서 동작한다. SG는 PSTN 망의 종점으로서 모든 MTP 관련 작업을 수행한다. 반면에 ISUP와 같은 호 제어 관련 프로토콜이 PSTN 망과 IP 네트워크에서 동작해야 할 경우 SG는 M3UA와 SCTP를 사용하여 MGC와 통신한다. MGC는 부하 균등을 위하여 하나 이상의 SG와 association을 할 수 있다.

이 밖에 SCTP는 다음과 같은 응용에 사용될 수 있다[4]. 첫째, IP 네트워크를 사용하여 서로 떨어져 있는 PSTN을 상호 연결할 수 있다. 둘째, PSTN으로부터 지능망 서비스를 위한 IP 기반 SCP(Service Control Point)에 접근할 수 있다. 셋째, 이동 네트워크에서 이동성 관리를 위한 IP 기반의 HLR이나 VLR에 접근할 수 있다. 넷째, UMTS 무선 접근 네트워크에 신호를 전송할 수 있다. 다섯째, IP 네트워크에서 직접 사용될 수 있는 새로운 전송 프로토콜이다.

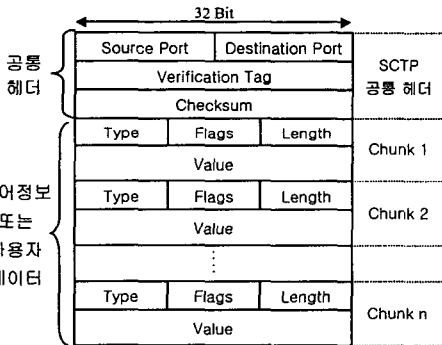
4. SCTP의 설계



[그림 5] SCTP의 설계

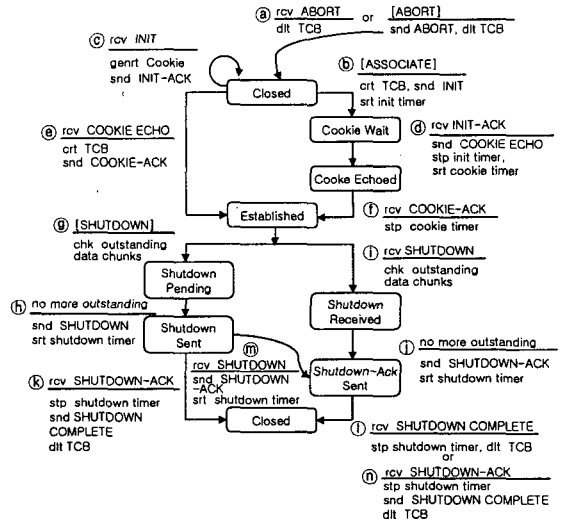
SCTP의 설계는 [그림 5]와 같이 기능적 모듈을 바탕으로 설계한다. 우선 association 설정과 종료, path 관리, SCTP 패킷 전송 단계로 프로토콜을 설계하고, 시스템 서비스와 초기 동작 프로파일, 상·하위 계층 인터페이스 스텐브(stub)를 사용하여 설계한다. SCTP는 [그림 5]와 같이 association 관리 모듈, 스트림 관리모듈, 분할/재조립 관리모듈, 전송 제어 관리모듈, 패킷/chunk 관리모듈, path 관리모듈 등 6개의 관리모듈로 설계하였다.

SCTP 프로토콜에 의해 전송될 패킷의 구성은 [그림 6]과 같다. SCTP 패킷은 공통 헤더와 복수개의 chunk로 구성된다. 여러 개의 chunk는 Path-MTU 크기까지 하나의 패킷에 담아질 수 있다. 공통 헤더는 association을 구별하기 위해 포트(port)를 사용하고, 32 비트 체크섬, 상호 인증을 위한 인증 태그를 포함한다. 각 chunk는 타입(type) 필드를 사용하여 데이터 chunk와 제어 chunk를 구별하고, 플래그, 길이 필드를 포함한다.



[그림 6] SCTP 패킷 구성

[그림 7]은 SCTP association 설정과 확립을 보여준다. ㉑는 ABORT Chunk를 받거나 보내면, TCB(Transmission Control Block)를 삭제하고 CLOSED 상태가 된다. ㉒에서부터 ㉕까지는 ASSOCIATE 프리미티브를 발행하여 INIT Chunk, INIT-ACK Chunk, COOKIE ECHO Chunk, COOKIE-ACK Chunk를 교환함으로써 association 설정이 확립된다. ㉖에서부터 ㉙까지는 SHUTDOWN 프리미티브를 발행하여 SHUTDOWN Chunk, SHUTDOWN-ACK Chunk, SHUTDOWN COMPLETE Chunk를 교환함으로써 association이 종료된다.



[그림 7] SCTP association의 설정과 종료

5. 결론 및 향후 연구

본 논문은 IP 네트워크에서 SCTP의 개념과 응용을 고찰하고, 기능적 모듈을 분석하여 이를 바탕으로 설계하였고, 현재 Linux의 GNU C 컴파일러를 사용하여 구현하고 있다. SCTP의 하위 계층 서비스는 Raw IP 소켓을 사용하고 있다.

향후 연구로는 SCTP의 완전한 구현과 더불어 TCP/UDP와 비교 성능을 측정하여 피드백 함으로써 구현된 SCTP의 성능을 향상시킬 예정이다.

참고문헌

- [1] ITU-T, "Recommendation Q.700-Introduction to CCITT Signalling System No. 7," ITU, Geneva, Mar. 1993.
- [2] A. Jungmaier, et al., "SCTP-A Multi-link End-to-end Protocol for IP-based Networks", Int'l Journal of Electronics and Communications, Vol. 55, No. 1, 2001.
- [3] L. Ong, et al., "RFC2719-Framework Architecture for Signalling Transport," The Internet Society, 1999.
- [4] R. Stewart, Q. Xie, et al., "RFC2960-Stream Control Transmission Protocol," IETF, Network Working Group, Oct. 2000.
- [5] A. Jungmaier, et al., "Performance Evaluation of the Stream Control Transmission Protocol", Joint IEEE ATM Workshop 2000, Jun. 2000.
- [6] G. Sidebottom, et al., "SS7 MTP3-User Adaptation Layer (M3UA)," IETF, Signalling Transport Working Group, Sep. 2000.