

SCTP 표준화 및 개발 동향

민경주* · 박주영* · 강신각 *

*한국전자통신연구원

Trends of SCTP Standardization and Development

Kyoung-Ju Min* · Ju-Young Park* · Shin-Gak Shin

*Electronic and Telecommunications Research Institute

E-mail : {meanrace, jypark, sgkang}@etri.re.kr

요 약

SCTP는 TCP, UDP 이후의 차세대 전송 프로토콜로서 주목 받고 있는 프로토콜 기술로서, IETF SIGTRAN에서 개발한 표준이다. RFC 2960은 멀티미디어 전송과 같은 대용량 데이터 전송에 특히 유용하다는 이론적인 평가가 있다. 본 논문에서는 이러한 SCTP가 IETF에서 이루어지고 있는 표준화 동향과, 최근 출시된 리눅스 커널 2.6.0-test6와 같은 실제 개발의 진행 정도에 관한 동향에 대해 살펴보고자 한다.

ABSTRACT

SCTP is a next generation transmission protocol that is developed standards by IETF SIGTRAN working group. RFC 2960 is a transmission protocol that is more efficient for large scale data transmission like as multimedia data. In this paper we describes developing standardization trends in IETF and implementation progressing about SCTP in linux kernel.

키워드

SCTP, Linux kernel 2.6, ngTCP, lksctp

1. 서 론

최근 수년에 걸쳐 인터넷의 급속한 확산이 이루어지고, 하드디스크와 메모리와 같은 시스템 성능이 기하 급수적으로 발달함에 따라, 인터넷에서 멀티미디어 응용에 대한 요구가 끊임없이 이루어지고 있다. 그럼에도 불구하고, 이러한 멀티미디어 데이터를 실시간으로 전송하기 위한 전송프로토콜로 사용되어온 TCP (Transmission Control Protocol)와 UDP (User Datagram Protocol)은 기존 전화서비스와 응용 서비스 제공에는 부적합한 실정이다. 이러한 배경으로 IETF에서는 2000년 10월에 SCTP(Stream Control Transmission Protocol)[1,2,4,5]를 RFC 2960으로 제정하였다. 인터넷 망에서 전화서비스 신호메시지(Call Control)을 목적으로 개발한 SCTP는 최근 그 신뢰성의 이론적 검증으로 다양한 종류의 응용서비스에 적용하기

위해 범위를 넓혀가고 있다. 이러한 다양한 요구가 최근 개발되고 있는 리눅스 커널 2.6에 반영되어 곧 안정화된 형태의 SCTP 프로토콜이 제공될 예정이다. 2002년경부터는 개발자들이 이용하는 Ethereal과 같은 트래픽 측정용 툴에서도 SCTP 메시지를 지원하고 있는 상황이다. 이렇게 차세대 전송프로토콜로 인식되고 있는 SCTP의 표준화 동향과 이러한 표준이 반영되어 개발되고 있는 개발동향에 대한 제반 내용에 대해 살펴보고자 한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 SCTP의 개요에 대해 살펴보고, 3장에서는 IETF에서 개발 및 확장하고 있는 SCTP의 표준화 동향에 대해 살펴보고, 4장에서는 이러한 표준화 동향이 실제 개발 과정에서 진행되고 있는 개발동향을 살펴본다. 결론 및 향후 연구과제는 5장에서 살펴본다.

2. SCTP 개요

SCTP의 기본 특징은 TCP의 특성과 비교되어 설명이 된다. 가장 대표적인 특징들은 다음과 같다. 첫째 TCP가 connection 개념을 사용하는 대신 SCTP는 association 개념을 사용한다. 둘째, TCP가 바이트 스트림 기반인데 반해, SCTP는 메시지 기반으로 동작을 한다. 셋째, Half-open 방식을 허용하지 않고, 쿠키 메커니즘을 사용함으로써, DoS (Denial of Service) 공격으로부터 보호된다. 넷째 앞서가던 패킷이 처리되지 않으면 뒤의 패킷도 처리할 수 없는 TCP의 방식과는 달리, SCTP는 스트림마다 독립적으로 처리되기 때문에 HOL(Head of Line) 블락킹이 없다. 다섯째 멀티호밍 방식으로 네트워크 라인에 문제가 있을 때 복구할 가능성이 커진다. 또한 흐름 및 혼잡 제어가 가능해진다[4,5]. SCTP의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

2.1 멀티 스트리밍

SCTP의 멀티스트리밍 특성은 하나의 세션을 통해 다양한 종류의 응용 데이터를 보낼 수 있도록 한다. 세션 초기화 단계에서 송신자는 자신이 전송할 스트림의 개수를 수신자에게 통보하며, 전송 단계에서 각 스트림별로 독립적인 순서화(ordering) 기능이 제공된다. 그림 1과 같이 송신자와 수신자 사이에 n개의 스트림이 제공된다. 데이터 복구 및 재전송 과정 또한 스트림 ID별로 수행되어, 기존의 TCP에서 문제시되었던, HOL 블락킹 문제를 해결한다. 이 방식은 어플리케이션이 동시에 여러 오브젝트(텍스트, 이미지, 오디오 등)를 전송할 수 있도록 하며, 데이터 처리량을 향상시킨다.

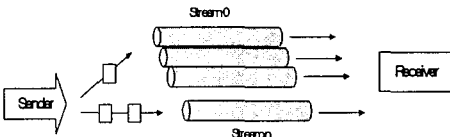


그림 1. SCTP의 멀티 스트리밍

2.2 멀티 호밍

SCTP의 멀티호밍 특성은 SCTP 세션이 여러 개의 IP 주소를 동시에 사용할 수 있도록 하며, 세션 도중 네트워크 장애가 발생하는 경우 대체 경로를 통해 세션이 유지되도록 한다. 세션 초기화 단계에서, 각 SCTP 종단은 가능한 IP 주소 목록을 교환하며, 이 중에 메인 IP 주소를 선정해 준다. 상대방은 SCTP는 메인 주소를 수신주소로 하여 데이터를 전송하게 된다. SCTP 경로관리에 의해 메인 IP 주소에 이상이 있다고 판단되는 경우 SCTP는 다른 대체 IP 주소로 데이터 전송을 계속한다. 멀티 호밍의 Heartbeat 방식은 TCP의 keep-alive와 비슷한 개념으로 송신자가 수신자에게 주기적으로 heartbeat를 전송함으로써 활성 IP의 정보를 얻는다.



그림 2. 멀티 호밍

그림 2는 멀티호밍 방식을 보여준다. 송신자 A는 수신자 Z에게 데이터를 전송하기 위해 먼저 가용 IP 주소를 찾는다. 수신자 Z는 Z1~Z4까지의 주소 중 메인 주소인 Z1을 송신자 A에게 알려준다. 송신자 A는 A3와 Z1을 통해 통신하던 중 Z1 경로에 문제가 발생하면 나머지 가용 IP 주소를 찾는다. Z3가 활성 IP 주소라는 정보를 얻게 되면 송신자 A는 Z3를 통해 계속 통신을 하게 된다.

2.3 세션 초기화

초기화 과정에서 SCTP는 기존 TCP가 3-way handshake를 하던 것과는 달리, 4-way handshake 절차를 사용하여, DoS공격을 방어한다. 또한 verification tag와 COOKIE의 사용으로 블라인드 공격을 방어한다.

3. SCTP 개발 현황

SCTP 표준 개발은 IETF SIGTRAN에서 시작하여 현재는 RFC 2960에 명시되어 있다. 또한 기본 구조는 마무리 되었다고 보고, 이에 대한 확장이 개발중이다. 대표적인 개발 방향이 PR-SCTP (Partial Reliable SCTP)와 mSCTP(Mobile-SCTP)이고, 이외에 SCTP가 차세대 전송프로토콜로 인식되면서 TCP와 UDP만으로 구현되었던 많은 응용들이 SCTP 프로토콜 지원 방법에 대한 표준화 작업이 진행중이다. 대표적인 예로 SCTP 지원을 위한 SIP에 관한 드래프트 문서이다.

3.1 PR-SCTP

PR-SCTP는 신뢰성있는 전송을 위해 부분적으로 우선순위를 높이는 방법이라고 할 수 있다. MPEG-4와 같은 실시간 데이터 전송과 같이 시간에 민감한 응용 서비스에서 이러한 문제점이 대두되었는데, MPEG-4의 경우, 서로 다른 세개의 프레임 즉, I, P, B 프레임으로 비디오 스트림을 인코딩하는 방식을 이용한다. P와 B 프레임은 I 프레임에 의존한다. I 프레임을 잃어버리면 성능에 치명적이기 때문에, 높은 품질을 위하여, 혼잡시 I 프레임을 선별적으로 재전송하는 방식으로, QoS를 보장하지 못하더라도, 치명적인 화질 방지를 위한 SCTP의 확장이다.

3.2 mSCTP

모바일 SCTP는 표준 드래프트에서는 드물게 대한민국에서 제안된 문서이다. SCTP의 기본문서에서는 세션 초기화 단계에서, IP 주소를 지정하게

되어있다. 하지만, SCTP의 IP 추가 (ADDIP) 기능을 이용하여, 모바일 IP에서 가장 심각한 문제가 되고 있는 핸드오버시, seamless 핸드오버 절차에 대해 기술한 SCTP 확장이다.

3.3 기타

위킹그룹에서 현재 개발중에 있는 문서로는 SCTP 구현 가이드, SCTP 소켓 API, SCTP MIB, SIP을 위한SCTP, SCTP MIB (Management Information Base) 등이 있다. 또한 RFC 번호를 부여받은 문서로는 SCTP 관련 수송계층 보안 문서인 RFC 3436가 있으며, SCTP 보조 문서로는 RFC 3257, 3286 등이 있다.

4. SCTP 코드의 개발 현황

지금까지 살펴본 SCTP 코드의 개발은 크게 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 첫째, 리눅스 커널레벨에서의 SCTP 구현이다. 둘째, 사용자레벨에서의 SCTP 구현이다. 전자는 커널에서 지원하기 때문에 속도면에서 우수한 성능을 보이는 반면, 구현시 개발 기간이 오래 걸리고, 실제 일반 프로그래머가 개발하기에 어려움을 갖는 단점을 갖는다. 후자의 경우는 통상적으로 30%정도의 성능 저하가 있지만, 개발 기간이 커널레벨에서 구현하는 것보다 짧고, 일반 프로그래머가 개발이 가능하다는 장점을 갖는다. 커널레벨에서의 개발은 lksctp(Linux Kernel SCTP) 개발 그룹에서 개발을 담당하여, 현재의 리눅스 커널 2.6.x에 올라가 있다. 후자의 경우는 여러 단체에서 개발하였지만, 실제 sctp.de에서 개발한 것이 가장 성능면에서도 우수한 뿐만 아니라 개발 진척 상황도 앞서 있는 상황이다. 여기서 개발 기간이 길다는 단점을 제외하고 전송프로토콜에서 가장 관심을 갖는 성능면에서 우수한 커널 레벨에서의 구현이 실제 리눅스 커널에 올라와 현재 리눅스 사용자들에게 검증받는 수준에 이른 코드를 설치하고 테스트한 결과가 그림 3에 나타나 있다.

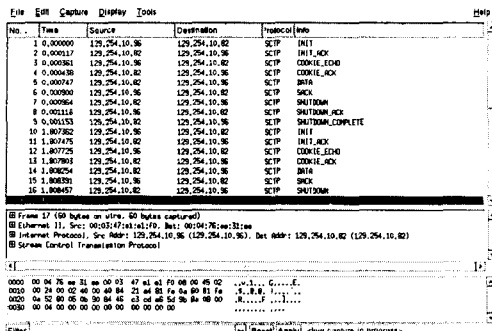


그림 3. SCTP 메시지의 전달 과정(ethereal)

그림 4는 실제 리눅스 커널 2.6.0-test4가 탑재된 모습과 Ethereal을 이용한 프로토콜별 메시지 통계에서 SCTP 메시지가 전달된 모습을 보인다.

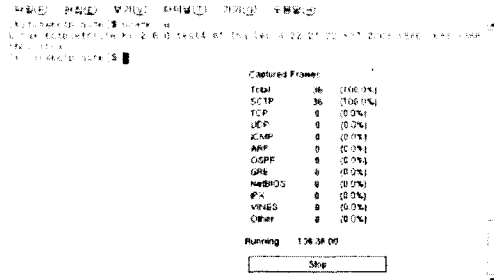


그림 4. 리눅스 커널 2.6.0-test4와 메시지 통계

그러나 이러한 커널 개발은 기존의 커널 개발 동향과는 달리 2.6.0 (안정화된 버전의 두번째 숫자 (여기서는 6)가 짝수임에도 불구하고 아직까지 테스트버전임을 명시하고 있다. 실제 lksctp 그룹에서 개발한 SCTP 코드와 리눅스 커널에서의 코드가 일부 일치하지 않는 모습을 볼 수 있다. 따라서 정확한 리눅스 커널 2.6.0-testx의 사용을 위해서는 lksctp 코드에 맞추어 일부 헤더 파일을 변경해 주어야하는 문제점을 안고 있다. 소켓 프로그램시 TCP/UDP 사용하는 것과 동일한 방법으로 IPPROTO_SCTP임을 명시하면, 실제로 SCTP 메시지로 전달되는모습도 알 수 있다. 반면 SCTP에서 제공하는 API를 이용하기 위해서는 lksctp와의 코드 비교가 일부 선행되어야하는 불안정을 보이고 있다.

5. 결론 및 향후 과제

지금까지 살펴본 바와 같이 차세대 전송 프로토콜이라 일컬어지는 SCTP의 표준화 동향과 실제 개발 동향에 대해서 알아 보았다. SCTP는 기존의 TCP/UDP의 장점을 살린 프로토콜로대용량 데이터 전송이 요구되는 멀티미디어 응용에 유용하리라 예상이 되고 있다. 이러한 요구에 발맞추어 특정 응용을 대비해 신뢰성을 위해 가중치를 두는 PR-SCTP, 모바일 환경에 SCTP적용을 위한 mSCTP등의 개발이 진행되는 모습을 살펴보았다. 아울러, 현재 리눅스 커널 2.6에 탑재된 커널의 모습을 테스트 환경을 통해 살펴보았다. 이러한 커널의 정확한 이용을 위해서는 lksctp의 완전한 일치 작업이 필요하다.

참고 문헌

- [1] RFC 2960, "Stream Control Transmission Protocol", draft-ietf-sctp-rfc2960.txt
- [2] Radall R. Stewart, and Qiaobing Xie,

- "Stream Control Transmission Protocol (SCTP) : A Reference Guide", Addison-Wesley, 2002
- [3] J.Rosenberg, H. Schulzrinne, G.Camarillo, "The Stream Control Transmission Protocol as a Transport for the Session Initiation Protocol", draft-ietf-sip-sctp-03.txt
- [4] 고석주, 정희영, 민재홍, 박기식, "SCTP 표준 기술 분석 및 전망", 전자통신동향분석지 제 18권 제3호, 2003.6
- [5] 고석주, "SCTP:차세대 TCP", 한국전자통신연구원 정보화기술 동향분석지, 2003년 8월