

무선망에서 데이터 전송 향상을 위한 SCTP SNOOP 적용 연구

A Study on Application SCTP SNOOP for Improving a Data Transmission in Wireless Network

황은아, 송복섭*, 김정호**

한밭대학교 정보통신전문대학원 컴퓨터공학과

Hwang Eun-Ah, Seong Bok-Sob*, Kim Jeong-Ho**

Dept. of Computer Engineering Graduate School of Information & Communications Hanbat National University

요약

최근 유무선 혼합망의 사용이 증가됨에 따라 무선망의 핸드오프, 경로 손실, 페이딩, 등과 같은 전송 오류의 원인을 개선하기 위한 연구가 전개되고 있다. 유선의 신뢰성을 보장하는 표준 TCP, SCTP를 무선망에 적용하는 것은 혼잡제어, 흐름제어의 메커니즘을 적용함으로써 데이터 전송의 효율을 저하시킨다.

본 연구는 무선망에서 SCTP를 적용하기 위해서 SCTP와 SNOOP을 혼합하는 것으로, 무선망에서 전송오류가 발생했을 때 BS의 동작과정을 개선한 것이다. BS(Basic Station : 기지국)는 전송오류 시 ZWP(Zero Window Probe)를 MN(Mobile Node:이동노드)에게 보내어 경로와 상태를 확인하고 RWND를 갱신하여 에러상태를 확인한다. 그리고 새로운 경로를 선택하고, FH(Fixed Host : 고정호스트)에게는 ZWA(Zero Window Advertisement)를 보내어 혼잡제어나, 흐름제어 메커니즘을 호출하는 것을 방지하고 대기상태로 기다리게 한다. 무선망의 연결이 안정된 후에 데이터 전송을 함으로써 데이터의 전송 효율을 약 10% 향상한다.

Abstract

Recently the use of wireless network increases according to it solves the hand-off and with path loss, pading, noise etc of wireless network the research for transmission error improvement is developed. TCP and SCTP of standard where it guarantees the reliability of wire network apply in wireless network the congestion control, flow control mechanism used it decreases the efficiency of data transfer throughputs.

In this paper, It mixes SCTP and SNOOP for SCTP apply on wireless network, to improve BS(Basic Station) operation processes when the transmission error occurs in wireless network. BS send ZWP(Zero Window Probe) to MN(Mobile Node) when the transmission error occurs so, check path and status and update RWND and error status checked. It selects the new path, send ZWA(Zero Window Advertisement) to FH(Fixed Host) and the prevents call to congestion control or flow control and it does to make wait status standing. Continuously of data transfer after the connection of wireless network is stabilized, it make increase about 10% the transmission throughput of data.

I. 서론

최근 노트북, PDA와 같은 휴대용 기기의 보급이 활발해지고, 무선통신 기술의 발달로 사용자의 이동 컴퓨팅 환경에 대한 장애 없는 서비스에 대한 요구가 날이 갈수록 늘어나고 있으며 무선망에서 더 효과적인 서비스 품질을 보장하기 위한 노력이 활발히 진행되어 가고 있다.

TCP와 UDP의 장점을 혼합한 SCTP(Stream Control Transmission Protocol)는 IETF SIGTRAN WG(Signaling Transport Working Group)에서 2000년 10월에 RFC 2960으로 제정되어 적용되고 있다.[1][2]

SCTP는 슬로우 스타트, 혼잡회피, 빠른 재전송, 빠른 복구 등 윈도우를 기반으로 한 혼잡제어 메커니즘과 손실된 패킷,

순서에 어긋나게 도착한 패킷, 중복된 패킷을 감지하는 오류제어 메커니즘은 신뢰성을 보장하는 TCP와 유사하나, TCP에서 선택적으로 ACK를 받아서 오류데이터만 재전송하는 SACK은 선택옵션이지만 SCTP에서는 필수적인 사항이다. 또한 TCP의 혼잡윈도우의 초기값이 1*MTU(Maximum Transmission Unit)이나 SCTP는 2*MTU를 사용하는 TCP와의 차이점으로 인해서 대역폭과 전송지연이 보장되는 상태의 경우에서 TCP보다 SCTP가 더 효과적으로 적용되고 있다.[3][4]

무선망의 신뢰성을 보장하는 프로토콜의 요구가 필요해지면서 TCP를 성능 개선하여 무선 구간에 적용하고자 하는 Indirect-TCP, M-TCP, W-TCP, TCP-SNOOP, TCP-

SNOOP 보완 등 여러 기술이 제안되었고 그중 SNOOP이 효과적이다.[5] TCP SNOOP은 유선 혼잡망에서 사용할 때 유선과 무선망 사이에 BS를 두어 무선망에서 경로손실, 페이딩, 노이즈, 간섭, 핸드오프 등과 같은 전송오류가 발생하였을 때 BS와 MN사이에서 지역 재전송(Local Retransmission)을 수행하여 유선망까지의 불필요한 혼잡제어, 흐름제어를 방지하는 기술이다.

본 연구는 TCP보다 효과적이라는 SCTP를 무선망에서 사용할 때 SNOOP를 효과적으로 사용하기 위한 것이다. 무선망 구간인 BS와 MN사이에서 전송오류가 발생하였을 때 즉시 혼잡제어나 흐름제어 메커니즘을 사용하는 것을 방지한다. BS는 FH(Fixed Host)에게는 ZWA(Zero Window Advertisement)을 전송하여 다음 데이터 전송을 중단하여 대기하고, MN에게는 ZWP(Zero Window Probe)를 전송하여 응답이 있을 때까지 MN의 연결 상태를 확인한다. MN의 상태 확인 후 RWND의 크기로 혼잡인지 단순오류인지, 또한 최적의 경로를 파악하여 안정적인 데이터 재전송을 함으로써 데이터 전송율을 약 10% 향상한다.

본 연구는 1장의 서론에 이어서 2장에서는 SCTP의 기능과 동작과정, 그리고 SNOOP의 구조에 대해 기술하고, 3장에서는 전송을 향상을 위해 ZWP를 이용한 무선망에서 SCTP SNOOP을 이용한 방식을 기술한다. 4장에서는 SCTP SNOOP와 ZWP를 이용한 SCTP SNOOP 방법을 시뮬레이션을 통해 비교 분석하였고, 마지막으로 5장에서는 결론과 함께 앞으로의 연구 방향을 기술한다.

II. 관련 연구

1. SCTP의 기능과 동작

SCTP는 TCP의 신뢰성과 UDP의 메시지 지향 특성을 조합한 전송계층 프로토콜로서 기존의 TCP로 지원하지 어려운 VoIP(Voice over IP) 신호 중계 및 멀티미디어 응용서비스 등의 전송을 지원하기 위해 개발되었다. SCTP는 TCP에 기반을 두고 개발하였는데, TCP의 다음과 같은 단점을 보완하고 있다.

- TCP는 항상 신뢰성 있는 데이터 전송과 엄격한 전송 순서를 적용하기 때문에 응용에 따라 데이터의 일부에 대해서만 그 기능을 요청할 경우 TCP를 사용하게 되면 Head of line blocking을 겪게 된다.
- TCP의 바이트 지향적인 특성은 응용 시에 자신이 가지고 있는 레코드를 포기할 수 없다.
- Multi-homed 호스트를 이용한 초고속 데이터 전송 기능

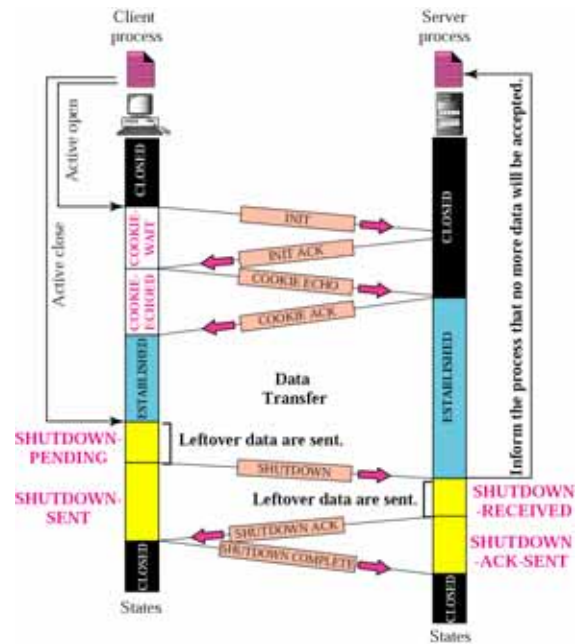
제공이 복잡하다.

- 상대적으로 SYN공격과 같은 DoS 공격에 취약하다.

또한 SCTP에는 TCP와 다른 다음과 같은 특징들이 있다.

- 멀티호밍, 멀티태스킹을 지원한다.
- SCTP용어로 Association이라 불리는 연결마다 멀티스트림 서비스를 제공한다.
- 연결 설정 시 Four-way Handshaking, 데이터 전송, 연결 종료 시 Three-way Close을 통해 신뢰성 있는 연결 지향형 서비스이다.
- 데이터 Chunk는 3개의 식별자 TSN(Transmission Sequence Number, SI(Stream Identifier), SSN(Stream sequence Number)에 의해서 구분한다.
- 흐름제어, 오류제어, 혼잡제어를 제공한다.

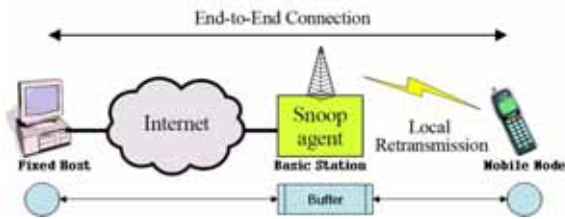
다음 그림 1과 같이 SCTP는 Four-way handshake 과정을 통해 Association을 설정하면서 멀티호밍을 특성으로 인해 가능한 경로를 획득하게 되고, 데이터를 전송시에는 SACK를 필수로 하고 TSN, SI, SSN을 통해 데이터를 구분하고, Three-way close단계로 연결을 종료한다.



▶▶ 그림 1. SCTP의 연결설정/데이터전송/종료

2. SNOOP 프로토콜

TCP, SCTP는 FH와 MN을 end-to-end로 설정하는데 그림 2와 같이 SNOOP TCP은 FH와 MN의 사이의 BS에 SNOOP agent라는 새로운 module를 도입하여 양방향(송.수신)으로 향하는 연결을 모니터링하며 중계역할을 해준다.[5]

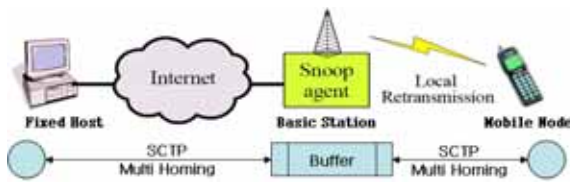


▶▶ 그림 2. SNOOP 프로토콜 구조

그림 2에 나타난 것과 같이 FH가 데이터를 송신하면 BS는 중간에서 버퍼에 저장하고 MN에게 전송한다. 정상적인 ACK를 MN로부터 수신하면 버퍼의 데이터를 삭제하고 FH에게 ACK를 전송한다. MN로부터 RTO까지 ACK가 도착하지 않으면 패킷 손실로 판단하여 버퍼에 저장해 둔 패킷을 MN에게 지역 재전송하는 일을 한다. 또한 SNOOP agent는 송신부 FH로 가는 중복 ACK를 억제하여 송신부측의 불필요한 혼잡 제어나 재전송을 막아 데이터 전송의 효율성을 높인다.

III. 무선망에 SCTP SNOOP 적용 방법

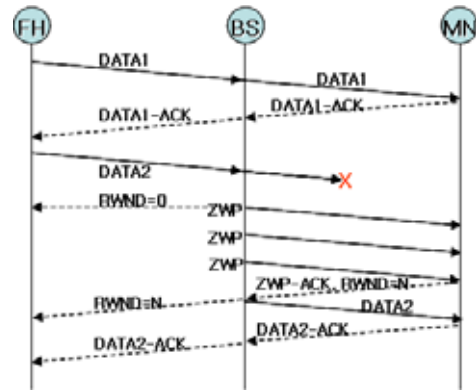
유무선 혼합망에 SCTP와 SNOOP을 적용하면 FH와 BS사이, BS와 MN 사이의 경로는 SCTP의 특징인 멀티호밍에 의해서 그림 3처럼 여러 전송경로를 가진다.



▶▶ 그림 3. 유·무선 혼합망에 SCTP SNOOP 적용

그림 3에서 무선망의 특성으로 인해서 전송오류가 발생하였을 때 유선망까지 불필요한 혼잡제어, 흐름제어로 인해서 데이터 전송의 효율성을 낮추는 문제점을 보완하기 위해 SCTP SNOOP를 적용한 것이다. 본 연구는 유선과 무선망 사이의 SCTP SNOOP망에서 BS의 동작에 대해서 자세히 기술한다.

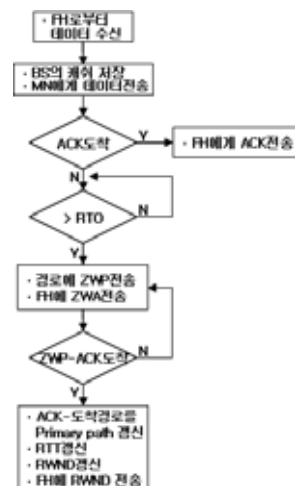
무선망에서는 유선망보다 빈번히 발생하는 경로손실, 일시적인 연결두절, 페이딩, 핸드오프 등으로 인해서 데이터 전송 오류가 자주 발생하게 되는데 이때마다 혼잡제어, 흐름제어 메커니즘을 사용하면 유선망까지 데이터 전송효율성이 낮아지게 된다. BS의 SNOOP agent는 무선구간에서 발생하는 전송오류가 발생하였을 때 이를 판단하여 지역 재전송을 실시하고, FH에게는 RWND(Receive Window) 크기를 0으로 하는 ZWA를 전송하여서 FH가 혼잡제어나 흐름제어 메커니즘으로 적용되지 않고 대기상태로 유지하도록 한다. 다음 그림 4는 본 연구에서 제안하는 데이터 전송 구조이다.



▶▶ 그림 4. ZWP를 이용한 SCTP SNOOP 데이터 전송구조

먼저 SCTP의 Four-way Handshake 과정을 통해서 Association이 설정되고, 각 노드 사이에는 멀티호밍에 의해서 여러 경로가 있다. FH가 DATA1을 BS를 통해 MN에 송신하면 BS는 버퍼에 저장한다. MN으로부터 정상적인 ACK를 받으면 버퍼에 DATA1을 삭제하고 FH에게 DATA1-ACK를 송신하는 정상적인 데이터전송이다.

DATA2는 BS까지는 정상적으로 수신되어 버퍼에 저장이 되었고 MN으로 송신 후에 BS는 ACK가 오기를 기다리나 RTO(Retransmission Time Out)가 지나도록 ACK가 도착하지 않으면 전송오류가 있음을 판단한다. 현재의 표준 SCTP는 Primary 경로가 오류가 발생했을 때는 수신자에 도착할 확률을 높이기 위해서 처음 전송한 경로와 다른 경로로 재전송하도록 한다.[7] 제안하는 방식은 BS에서 가지고 있는 경로에게 ZWP를 보내어 MN의 상태를 확인하고 혼잡인지 단순한 연결 오류인지 판단한다. MN가 터널이나 장애물로 인해 응답이 없는 경우라면 RTT(Round-Trip Time) 후에 다시 ZWP를 전송하여 응답이 올 때까지 시도하며, MN으로부터 응답 후에는 FH에게 RWND값을 전송하여 MN과의 연결이 재설정되어 있음을 알리게 된다.



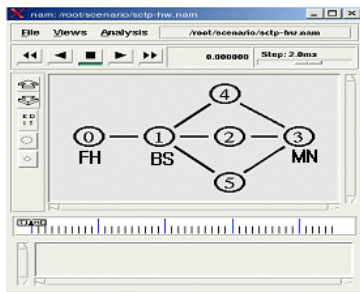
▶▶ 그림 5. BS의 동작 알고리즘

이때 FH는 새롭게 수신된 RWND 값의 변화에 따라서 흐름 제어 메커니즘으로 윈도우 사이즈를 줄일 것인지 결정한다. BS는 ACK를 수신한 경로를 사용하여 지역 재전송을 하며 DATA2를 송신하고 정상적인 DATA2의 ACK를 수신하여 FH에게 전달한다. BS의 알고리즘은 그림 5와 같다.

IV. 시뮬레이션 결과

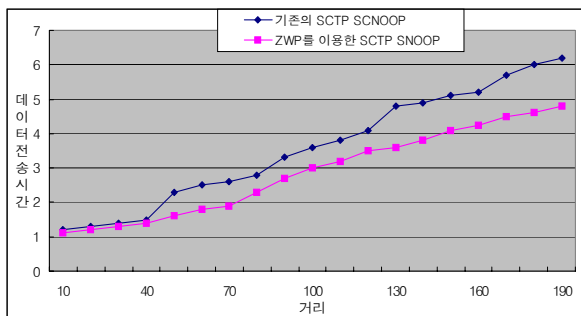
전송오류가 발생하였을 때 표준 SCTP 처럼 주경로를 제외한 다른 경로를 이용하여 데이터를 전송하는 방법과 각 경로에 ZWP를 송신하여 ACK를 수신함으로써 MN의 RWND, RTT, Primary path를 갱신함으로써 데이터 전송하는 방법을 비교한다. 제안한 ZWP를 이용하는 SCTP SNOOP의 성능평가를 위해 버클리 대학에서 개발된 NS-2 네트워크 시뮬레이터를 이용하여 리눅스(아시아눅스 Kernel-2.6)에서 구현하였다.

그림 6은 시뮬레이션을 위해 사용된 토폴로지로 각 경로마다 RTT의 변화를 주기위해 대역폭과 전송지연시간을 다르게 하였으며, 다른 경로 선택을 위해서 임의로 timeout을 주었다. BS에서 MN으로 가는 경로가 3가지가 있으며, 처음 Primary path 경로는 1 → 2 → 3번 이다.



▶▶ 그림 6. 시뮬레이션 토폴로지

경로 1 → 2 → 3번 이용하여 데이터 전송 시 전송오류가 발생하였을 때 기존 SCTP는 Primary path를 제외한 다른 경로를 선택하여 데이터 전송을 하는 것과 ZWP를 이용하여 MN까지의 최적의 상태를 얻어 재전송 하는 것을 비교한다.



▶▶ 그림 7. ZWP를 이용한 SCTP SNOOP 결과

그림 7의 그래프에서 볼 수 있듯이 거리가 멀어질수록 ZWP를 이용한 SCTP SNOOP에서 더 짧은 전송시간이 걸리는 것을 볼 수 있다. 즉, 데이터 전송율을 약 10% 향상한다.

V. 결론

본 연구는 무선망에서 데이터 전송의 효율성을 향상 시키기 위하여 ZWP를 이용해 MN의 상태를 갱신하는 SCTP SNOOP을 사용한 것이다. 무선망의 빈번한 전송오류가 발생할 때마다 SCTP의 혼잡제어, 흐름제어 메커니즘을 사용하여 윈도우 사이즈를 줄여서 데이터를 전송한다면 충분한 대역폭에도 불구하고 낮은 성능을 보인다. 단순 오류를 네트워크 경로의 단절로 판단하고 Primary path를 제외하고 다른 경로를 사용한다면 최적의 경로를 선택하지 못하는 단점이 있다. 이를 해결하기 위하여 전송오류 시에 ZWP를 전송하여 최적의 경로와 RWND, RTT를 최신정보로 갱신함으로써 데이터 전송 효율성을 높일 수 있다.

앞으로는 더 효과적으로 SCTP SNOOP를 사용하기 위해서 버퍼의 오버플로우 발생 등을 방지하고 여러 방법으로 더 개선된 기술들의 연구가 필요하다.

참고 문헌

- [1] R. Stewart, Q. Xie, K. Morneault, C. Sharp, H. Schwarzbauer, T. Taylor, I. Rytina, M. Kalla, L. Zhang, V. Paxson "Stream Control Transmission Protocol" IETF RFC 2960, Oct 1997.
- [2] RFC문서, URL Reference: <http://www.rfc-editor.org/>, http://en.wikipedia.org/wiki/SCTP_packet_structure
- [3] 홍기원, 최덕재 "무선망에서 SCTP 성능 향상 기법"
- [4] M. Allman, V. Paxson, and W. Stevens, "TCP Congestion Control" RFC 2581, April 1999
- [5] H. Balakrishnan, S. Sehan, and R. H Katz, "Improving reliable transport and handoff performance in cellular wireless network" IEEE J. Select Areas Commun. Dec 1995
- [6] 조지현, 유인태 "무선환경에서 TCP Congestion Window의 효율적 동작 방안에 관한 연구"
- [7] A. Caro, P. Amer, J. Iyengar and R. Stewart, "Retransmission Policies with Transport Layer Multihoming", In Proceedings of IEEE ICON, Sydney, Australia, Sep. 2003
- [8] 김진희, 권경희 "유·무선 혼합망에서 이동 노드의 패킷 손실 예측을 통한 TCP 성능 향상"
- [9] Behrouz A. Forouzan TCP/IP Protocol Suite, 3e Chapter 13.
- [10] 최형기 "IPv6 그리고 SCTP에서의 보안 문제점들"
- [11] 김주영, 정영준 "무선 TCP 망에서 대량의 데이터 처리를 위한 성능 개선 방안"
- [12] NS2시뮬레이션, URL Reference: <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>, <http://pel.cis.udel.edu>