

위성 통신에서 자원 할당 기법을 적용한 TCP 연결 분할 방식 PEP

김종무, 이성형, 조준우, 오지훈, 김재현

아주대학교 전자공학과

{blackkim822, xaviersr, cjw8945, ggrrzz, jkim}@ajou.ac.kr

TCP Splitting PEP with Resource Allocation Mechanism in Satellite Communication System

Jong-Mu Kim, Sung-Hyung LEE, Jun-Woo Cho, Ji-Hoon Oh, Jae-Hyun Kim

Dept. of ECE, Ajou Univ.

요약

위성 환경에서의 TCP(transmission control protocol)의 성능을 향상시키기 위해 많은 PEP(performance enhancing proxy) 기술이 연구되고 있다. 가장 많이 연구되는 PEP 기술은 TCP 연결 분할 방식 PEP이다. 하지만, 기존의 TCP 연결 분할 방식 PEP를 적용하여도 터널과 같은 장애물이 존재하는 환경에서는 장애물 때문에 연결이 끊어지면서 TCP 성능이 현저히 저하된다. 본 논문에서는 장애물이 존재하는 위성 환경에서의 TCP성능을 향상시키기 위해 DVB-RCS(digital video broadcasting-return channel via satellite) 네트워크에서 자원 할당 기법을 적용한 TCP 연결 분할 방식 PEP 기술을 제안한다. 제안하는 기술에서는 위치 정보를 이용한 자원 할당을 통해 TCP 연결 분할 방식 PEP의 성능을 향상시킨다. 성능 평가 결과 장애물이 존재하는 위성 통신 환경에서 제안한 기법이 기존의 TCP들보다 더 좋은 성능을 보였다.

I. 서론

DVB-RCS(digital video broadcasting-return channel via satellite)와 같은 위성 통신은 광범위한 지역에 제한 없이 통신 서비스를 제공할 수 있다. 따라서 지상망을 사용하기 힘든 산악지역, 선박 및 항공기 통신 분야에 위성 통신이 매우 유용하게 사용되고 있다[1]. 하지만, TCP(transmission control protocol)는 지상망에서 사용하기 위해 설계되었기 때문에, 위성 통신에서는 매우 긴 RTT(round trip time)로 인해 CWND(congestion window) 크기를 증가시키는데 많은 시간이 걸리고, 위성 통신에서의 높은 패킷 손실로 인하여 혼잡 제어를 불필요하게 수행한다. 마지막으로 한정된 대역폭을 많은 사용자가 공유하므로, 특정 사용자는 충분한 대역폭을 할당 받지 못할 수 있다. 그렇기 때문에 위성 통신에서의 TCP의 성능을 향상하기 위한 PEP(performance enhancing proxy)에 대해 많은 연구가 수행되었다[2-3]. 가장 많이 연구되는 PEP 기술은 TCP 연결 분할 방식 PEP이다. 하지만 TCP 연결 분할 방식 PEP도 터널과 같은 장애물을 지날 때 연결이 끊어지면서 TCP 성능이 현저하게 저하된다. 본 논문에서는 터널과 같은 장애물이 존재하는 위성 통신에서의 TCP의 성능을 향상시키기 위해, DVB-RCS 네트워크에서 자원 할당 기법을 적용한 TCP 연결 분할 방식 PEP 기술을 제안한다. 자원 할당 기법은 위치 정보를 이용하여 터널에 진입하는 것을 미리 알고, 이를 활용하여 자원을 미리 할당해 TCP의 성능을 향상시킨다. 본 논문에서는 제안한 기법의 성능을 평가하기 위해 테스트베드를 구축하여 제안한 기법의 성능 평가를 수행하였다.

II. 제안하는 프로토콜 스택 및 자원 할당 기법

본 논문에서는 그림 1과 같이 자원 할당 기법을 적용한 TCP 연결 분할 방식 PEP를 제안한다. 해당 네트워크는 SOTM(satellite on the move) 노드와 위성, ground station과 file Server로 구성되어 있다. SOTM 노드와 ground station은 위성 링크로 연결되어 있고 ground station과 file

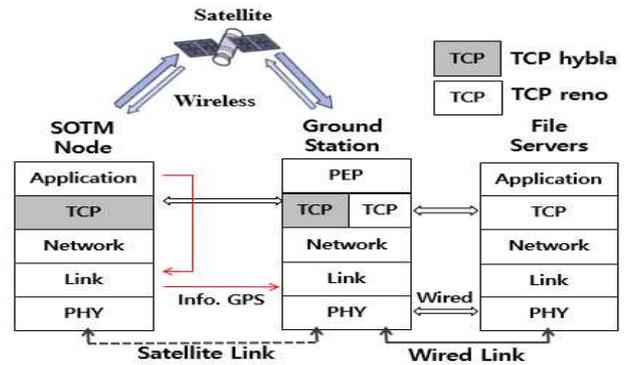


그림 1. 제안하는 프로토콜

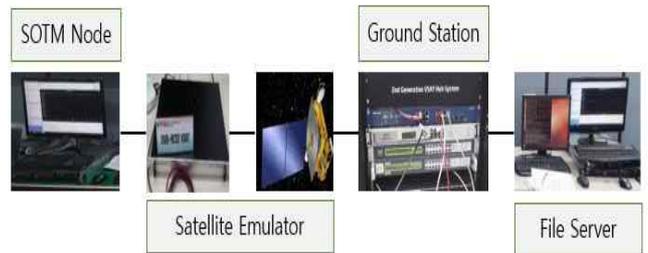


그림 2.PEP 테스트베드 구성도

server는 지상망으로 연결되어 있다.

Ground station에는 TCP 연결 분할 방식 PEP가 탑재 되어 있고, TCP 연결 분할 방식 PEP는 위성망과 지상망의 TCP 연결을 분할하여 지상망에는 TCP reno를 사용하고 위성 링크에는 TCP Hybla를 사용한다. 위성 통신 제어를 수행하는 NCC(network control center)는 ground station에 위치한다.

SOTM 노드의 Application layer에서 위치 정보를 link layer에게 보낸

표 1. 파라미터 환경 설정

Parameter	Value
Bandwidth	8 Mbps
RTT	500 ms
Maximum number of segments	326
Queue size	500 bytes

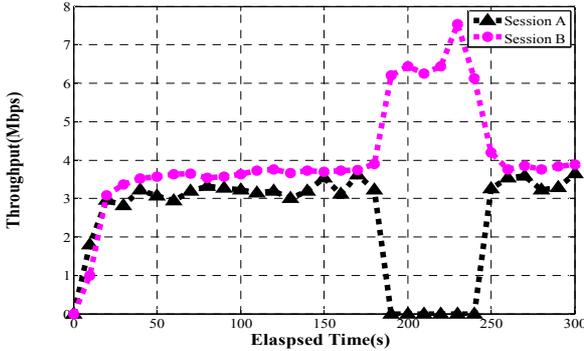


그림 3. 장애물이 있는 네트워크에서의 기존 TCP throughput

다. SOTM 노드의 link layer는 위치 정보와 함께 자원 할당 메시지를 ground station의 link layer에게 보낸다. ground station의 link layer는 세션 수와 채널 상태 및 위치 정보를 이용하여 자원을 최종적으로 할당한다. Ground station에서 자원 할당이 끝나면 자원 할당 정보를 SOTM 노드에게 제공한다.

III. 성능 평가

본 논문의 제안한 프로토콜의 성능을 평가할 PEP 테스트 베드는 그림 2와 같이 구축하였다. 성능분석은 PEP기능을 수행하는 리눅스용 공개 소프트웨어인 PEPsal를 이용해 수행하였다[3]. 위성 세그먼트는 Free BSD의 dummynet을 사용하여 지연, 패킷 손실 및 대역폭을 설정 하였다[3]. 제안한 자원 할당 기법은 ground station에 설치한다. 테스트베드에 사용된 파라미터 값은 표 1과 같다.

제안한 프로토콜의 성능을 평가할 시나리오는 다음과 같다. SOTM 노드가 출발한지 3분 뒤에 터널에 진입하고, 터널에 진입한 1분 뒤에 터널에서 빠져 나온다. 위치 정보를 이용하여 터널에 진입하기 2분전에 SOTM 노드가 터널에 진입한다는 것을 알 수 있다. 터널에 진입하는 SOTM 노드는 Session A이다.

그림 3은 출발 후 3분 뒤에 터널에 진입하는 Session A와 터널에 진입하지 않는 Session B의 시간의 지남에 따른 TCP throughput을 비교한 그래프이다. 3분부터 4분까지 Session A가 터널 안에 있으므로, 연결이 끊어져 TCP throughput이 Session B에 비해 TCP throughput이 심각하게 저하된 것을 볼 수 있다.

그림 4는 그림 3의 시나리오에서 본 논문에서 제안하는 자원 할당 기법을 적용한 TCP 연결 분할 방식 PEP를 적용하여 Session A와 Session B의 TCP throughput을 비교한 그래프이다. Session A는 터널에 진입하기 전, 위치 정보를 이용하여 터널에 진입하는 것을 알아채고, 위치 정보를 ground station에게 보낸다. Ground station은 위치 정보를 이용하여 새롭게 자원을 할당하고 자원 할당 정보를 Session A에게 보낸다.

Session A는 자원 할당 기법을 적용한 TCP 연결 분할 방식 PEP를 통해

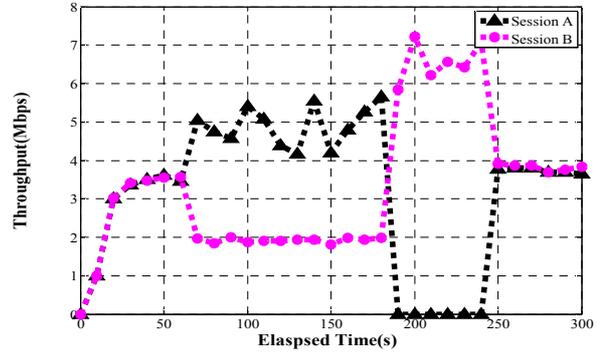


그림 4. 장애물이 있는 네트워크에서의 자원 할당 기법을 적용하였을 때의 TCP throughput

표 2. 300초 동안 전송된 데이터 크기

Session	Disruptive case	Proposed mechanism
A	103 Mbytes	123 Mbytes
B	144 Mbytes	127 Mbytes

더 많은 자원을 할당 받아 장애물의 있는 네트워크에서 TCP throughput의 성능을 향상 시켰다. Session A가 터널에 진입하면서 연결이 끊어지면, Session B가 자원을 더 할당 받아 TCP throughput을 향상 시킨다.

표 2를 보면 Session A의 TCP throughput이 향상된 것을 볼 수 있으며 Session A와 Session B가 공평성 측면에서도 좋아진 것을 볼 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 터널과 같은 장애물이 존재하는 네트워크에서 TCP의 성능 향상을 위해 자원 할당 기법을 적용한 TCP 연결 분할 방식 PEP를 제안하였다. 해당 기술에서는 SOTM 노드의 위치 정보를 고려하여 자원을 할당하였다. 성능 평가 결과, SOTM 노드의 위치 정보를 이용하여 SOTM 노드가 터널에 진입하기 전에 해당 노드에 자원을 더 많이 할당하여 TCP의 성능을 향상시키는 것을 볼 수 있었다. 따라서 본 논문에서 제안한 자원 할당 기법을 적용한 TCP 연결 분할 방식 PEP는 장애물이 있는 네트워크에서 TCP의 성능을 향상할 수 있을 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 2014년 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF-2014R1A2A2A01002321)

참고 문헌

[1] ETSI, "Digital Video Broadcasting (DVB): Interaction Channel for Satellite Distribution Systems," ETSI EN 301 790 v. 1.5.1, May. 2009.

[2] Nathnael Gebregziabher W., K. H. Lee, Y. J. Choi, and J. H. Kim, "Testbed and Discussion for PEP in Satellite Communications," in Proc. ICEIC 2015, Singapore, 28-31. Jan. 2015.

[3] C. Caini, R. Firrincieli, and D. Lacamera, "PEPsal: A Performance Enhancing Proxy for TCP Satellite Connections," IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, vol. 22, no. 8, pp. B-9-B-16.