

## TCP Cubic Congestion Control의 O-RAN 구조에서의 활용

박준하, 박세웅

서울대학교 전기정보공학부 뉴미디어통신공동연구소

jhpark@netlab.snu.ac.kr, sbahk@snu.ac.kr

## TCP Cubic Congestion Control Algorithm in O-RAN Architecture

Junha Park, Saewoong Bahk

Department of Electrical and Computer Engineering, INMC, Seoul National University

## 요약

본 논문은 대표적인 TCP congestion control 기법인 TCP Cubic이 현재 네트워크 환경에 잘 적응하며 사용되고 있는지를 상용 네트워크 환경을 통해 살펴보고, O-RAN이라는 새로운 환경에 어떻게 적응할 수 있을지를 살펴본 논문이다.

## I. 서론

TCP Cubic은 Transmission Control Protocol (TCP)에서의 congestion control 알고리즘이며[1] 15년이 넘는 오랜 기간동안 사용되어져왔고, 현재까지도 많이 사용되고 있는 congestion control 알고리즘이다. 처음 TCP Cubic 이 만들어진 이후에 현재까지 많은 변화의 과정을 거쳐왔고, 현재의 네트워크에서도 TCP Cubic의 개선된 기능이 충분한지 점검해볼 필요가 있다. 또한, 현대의 cellular 네트워크는 점점 더 많은 데이터를 다루고 있고, 이러한 많은 데이터를 관리하는 과정에서 소프트웨어로 제어하는 과정으로 변화되고 있다. Open RAN은 RAN의 기능들을 소프트웨어로 제어하고, 최적화시키는 과정을 통해 하드웨어를 교체하는 과정을 거치지 않고도 성능을 더욱 개선시킬 수 있어졌다. 기존의 TCP Cubic과 같은 congestion control 기법들이 O-RAN과 같은 새로운 환경에 적용될 때 어떠한 부분을 고려하면 좋을지에 대해서 살펴보고자 하였다.

## II. 본론

본 논문에서는 TCP Cubic congestion control 알고리즘이 현재 네트워크 상에서 어떻게 운영되고있는지 직접 측정해보고, 이러한 기법이 O-RAN이라는 환경 속에서도 잘 작동되기 위해서는 어떠한 부분을 고려해야하는지에 대해서 중점적으로 살펴보았다.

## II-1. 현재 네트워크에서의 TCP Cubic congestion control 알고리즘

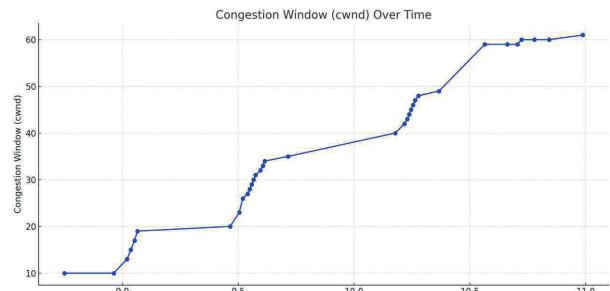
TCP Cubic은 Transmission Control Protocol (TCP)에서 네트워크 내에서 congestion이 발생할 때 congestion의 정도를 파악하고 이에 따라 congestion window size를 조절하는 알고리즘이다. TCP Cubic 커널을 사용하는 linux PC와 iperf를 활용하여 현재 네트워크에서 TCP Cubic Congestion Control 기법이 어떻게 구성되는지를 살펴볼 수 있었다.

## (1) Slow-start

TCP Cubic은 초기에 slow-start라는 구간을 통해서 congestion window size를 2배씩 증가시키는 binary searching 구간이 존재한다. 이 과정을 통해서 packet loss가 일어날 때까지 congestion window size를 증가시키는 구간이며, [그림 1]에서도 slow-start 구간을 확인할 수 있다. 현재 네트워크에서도 10MSS에서 시작하고, 계단식으로 증가하는 등 현재 네트워크 환경에 알맞게 개선된 것을 확인할 수 있었다.

## (2) 삼차함수 구간

TCP Cubic은 cubic이라는 이름처럼, congestion avoidance를 통해 slow-star 구간을 벗어나게 되면, 삼차함수 형태로 congestion window size를 점진적으로 증가시키면서 적절한 congestion window size를 찾아가게 된다.



(단위 x축:ms, y축: MSS)

[그림 1] 현재 네트워크 상에서의 TCP Cubic 알고리즘

## II-2. TCP Cubic의 O-RAN에서의 활용

TCP Cubic이 현재 네트워크에 알맞게 잘 개선되어온만큼 앞으로 RAN의 O-RAN 구조로의 변화에 대해서도 어떻게 적응할 수 있을지를 살펴보고자 하였다.

## (1) 네트워크 품질 제어

Open RAN이 RAN의 품질을 손쉽게 제어할 수 있게 되면, 이를 통해서 네트워크 품질이 개선되고, 이에 따른 TCP Cubic의 동작 조건 또한 변화될 필요성이 있다. CU, DU, RIC를 통해 latency, 스케줄링 등을 제어하며 이에 따라 유동적으로 RAN 품질 제어를 하게 되면, 유동적으로 네트워크 품질이 개선되고 congestion control의 동작 또한 이에 맞게 최적화될 필요성이 있다.

## (2) RAN Intelligent Controller (RIC)를 통한 혼잡 대응

RIC를 통해서 TCP가 더 나은 혼잡 대응을 할 수 있도록 유도가 가능하다. O-RAN에서 실시간 제어 기능을 담당하는 Near-RT RIC와 정책 및 AI 기반 제어를 담당하는 Non-RT RIC를 통해서 TCP와의 상호작용을 통해 TCP Cubic에 유리한 환경을 제공할 수 있다.

## III. 결론

본 논문에서는 대표적인 TCP congestion control 기법인 TCP Cubic이 현재 네트워크 환경에 잘 적응하며 사용되고 있는지를 상용 네트워크 환경을 통해 살펴볼 수 있었고, O-RAN이라는 새로운 환경에서 네트워크 품질 제어, RIC를 통한 대응 등을 고려한 활용에 대해서 살펴볼 수 있었다.

## 참고 문헌

- [1] Sangtae H, Injong R, Sisong X, "CUBIC: a new TCP-friendly high-speed TCP variant," SIGOPS, July, 2008.