

TCP 성능개선을 위한 SVM 기반 LDA 설계 및 성능평가

김도호, 이재용, 김병철

충남대학교

Design and Performance Evaluation of Support Vector Machine based Loss Discrimination Algorithm for TCP Performance Improvement

Do-Ho Kim, Jae-Yong Lee, Byung-Chul Kim

Chung-nam National University

E-mail : tingcan7@cnu.ac.kr / jyl@cnu.ac.kr / byckim@cnu.ac.kr

요 약

최근 무선 통신기기의 사용이 증가함에 따라 무선 네트워크 사용량이 증가하여 유선 네트워크와 무선 네트워크가 혼합되어 네트워크가 형성 되었다. 기존 TCP 알고리즘들은 유선 네트워크에 적합하게 설계 되었다. 따라서 현대의 네트워크 환경에서 패킷 손실을 정확히 구별하지 못하고 부적절한 혼잡제어를 수행하여 TCP의 성능 저하를 초래한다. 본 논문에서는 TCP 성능을 개선하기 위하여 패킷 손실이 발생한 환경에 따라 정확히 구분할 수 있는 SLDA(Support vector machine based Loss Discrimination Algorithm)를 제안하고 그 성능을 평가한다.

ABSTRACT

Recently, as the use of wireless communication devices has increased, the wireless network usage has increased, and a wired network and a wireless network have been mixed to form a network. Existing TCP algorithms are designed for wired networks. Therefore, in the modern network environment, packet loss can not be accurately distinguished and improper congestion control is performed, resulting in degradation of TCP performance. In this paper, we propose SLDA (Support Vector Machine based Loss Discrimination Algorithm) which can accurately classify the packet loss environment to improve TCP performance and evaluate its performance.

키워드

TCP Congestion Control, LDA, Wireless network, Machine Learning, SVM

1. 서 론

오늘날 네트워크는 유선 네트워크와 무선 네트워크가 혼재되어진 환경이다. 이런 환경에서 신뢰성을 바탕으로 송수신 프로세스 사이에 흐름 및 혼잡제어를 하는 TCP는 패킷 손실이 발생했을 때 손실의 원인을 정확히 파악하고 제어를 수행하여 신뢰성이 보장된 데이터 전송이 이루어지도록 해야 한다. 하지만 과거에 설계된 기존 TCP 알고리즘들은 유선 네트워크에 적합하게 설계되었기 때문에 무선 네트워크와 유선 네트워크가 혼재된 환경에 대한 패킷 손실을 정확하게 구분하지 못한다. 그리고 기존 TCP 알고리즘들은 유무선 네트워크 환경이 공존하는 경우 패킷 손실을 부정확하게 구

분하여 원활한 혼잡제어를 수행하지 못하여 TCP의 성능 저하를 유발한다. 패킷 손실 구분을 정확히 하고 다양한 네트워크 환경에 적합한 혼잡제어를 수행하고자 최근 Remy, Xavier, Q-TCP 등 머신러닝 기반 TCP 혼잡제어에 관한 연구들이 진행되고 있다.

본 논문에서는 패킷 손실 구분을 정확히 하여 TCP 성능을 높이기 위해 TCP Reno[1]에 머신러닝 방법 중 지도 학습인 서포트 벡터 머신[2] 기반의 패킷 손실 구분 알고리즘을 적용한 SLDA(Support vector machine based Loss Discrimination Algorithm)를 제안한다. 그리고 MLP를 기반으로 하는 패킷 손실 구분 알고리즘을 제안한 MLLDA[3]와 혼잡제어 수행을 할 때 성능비교 및 평가를 진행하였다.

II. 관련 연구

1. TCP Reno

TCP Reno는 AIMD(Additive Increase Multiplicative Decrease)기법을 사용하여 혼잡제어를 한다. AIMD는 데이터 전송 시 혼잡윈도우를 1씩 증가시키며 패킷 손실이 발생 시 혼잡 윈도우 크기를 반으로 줄인다. TCP Reno는 패킷 손실 구분 방법이 유선 네트워크 환경만 고려하여 설계되었다. 따라서 오늘날 유무선이 혼재된 네트워크 환경에서는 무선 네트워크에서 빈번하게 발생하는 무선 손실에 대하여 적절히 대응하지 못하는 단점을 갖고 있다.

2. MLLDA

MLLDA는 지도학습 중 신경망 구조를 갖는 MLP(Multi Layer Perceptron)라는 학습법을 사용하여 패킷 손실 구분을 수행하도록 했다. 학습은 패킷 손실이 발생한 지점에서의 RTT 파라미터들을 사용하였다. 혼잡에 의한 패킷 손실이 발생할 경우 혼잡 윈도우를 반으로 줄이며 훈련된 데이터를 기반으로 무선 손실이 발생한 경우에 혼잡 윈도우를 그대로 유지하여 혼잡제어를 한다. 하지만 MLLDA가 사용한 MLP는 적용하고자 하는 네트워크 토폴로지에 대하여 학습시키기 위해 대량의 데이터가 필요하며 훈련하는 시간이 오래 걸린다는 단점이 있다.

III. 제안 알고리즘 및 성능 평가

제안한 알고리즘은 서포트 벡터 머신을 <그림 1>에서처럼 200개 ~ 600개의 데이터를 점차 증가시키면서 훈련시키고 결정 영역이 수렴하는 것을 볼 수 있다. 서포트 벡터 머신 훈련은 패킷 손실이 발생했을 때의 최소RTT와 smoothed RTT 파라미터로 구성된 데이터를 사용했다. 결정된 구분선을 기준으로 패킷 손실이 발생했을 때 최소RTT와 smoothed RTT의 비율에 따라서 구분선 위쪽에 나타나는 손실은 유선 네트워크 혼잡에 의한 손실로 판단하며, 구분선 아래 영역에서 손실이 발생했을 경우는 무선 네트워크에서 발생하는 무선 손실이라고 판단한다. 패킷 손실 구분과 동시에 혼잡제어를 수행하는데 혼잡 손실인 경우 TCP Reno처럼 동작하며 무선 손실인 경우 혼잡 윈도우를 줄이지 않고 그대로 유지한다.

성능 평가는 <그림 2>와 같이 단일 TCP를 구성한 리눅스 기반 테스트 베드에서 진행하였으며, 실험 파라미터는 Dummy-net을 사용하여 지연시간, 대역폭, 버퍼 크기, 패킷손실률 4가지를 조정했다. 테스트는 지연시간을 20ms ~ 200ms, 대역폭은 10 Mbits/s ~ 100Mbits/s로 변경하면서 진행했다. 버퍼

크기는 BDP(Bandwidth Delay Product)의 100%만큼 설정했다. 그리고 패킷 손실률은 무선 네트워크 환경과 유선 네트워크 환경이 혼합된 조건을 갖추기

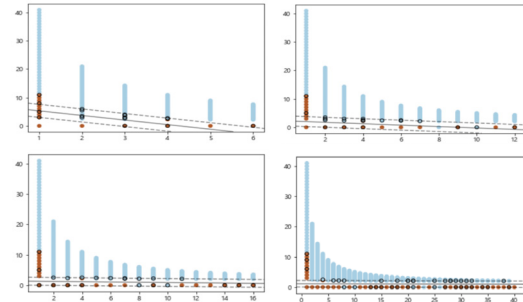


그림 1. 데이터양에 따른 결정 영역 수렴



그림 2. 리눅스 기반 테스트베드

위해 0% ~ 10%로 변경하면서 실험을 진행했다. 성능평가를 한 결과 <그림 3>과 같이 패킷 손실률에 따라서 TCP Reno보다 SLDA가 성능이 우수하며 SLDA와 MLLDA의 성능 차이가 5M/bits 이하로 SLDA가 MLLDA와 비슷한 성능을 보이는 것을 알 수 있다.

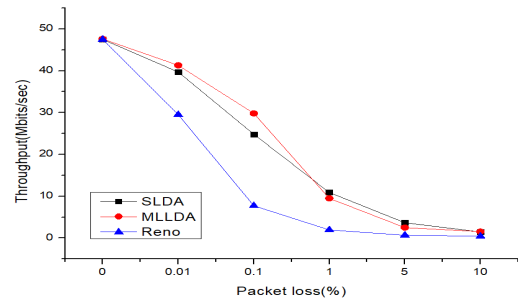


그림 3. 50M/bits, 100ms에서 패킷 손실률에 따른 SLDA, MLLDA 성능비교

IV. 결론

본 논문에서는 지도 학습 기반으로 다른 알고리즘을 적용한 패킷 손실 구분 알고리즘들의 성능을 비교하였다. MLP는 학습 모델을 훈련하는데 많은 데이터가 필요하고 오랜 시간이 걸리지만 서포트 벡터 머신은 MLP보다 적은 데이터로 빠르게 모델

을 훈련할 수 있다. 그리고 빠른 훈련을 통해 패킷 손실 구분 알고리즘을 적용한 SLDA는 MLLDA와 비슷한 성능을 보여주는 것을 알 수 있다.

무선 네트워크 사용량이 증가하고 있는 오늘날, TCP 성능향상을 위해 머신러닝을 결합한 연구를 계속해 나간다면 현대의 유무선 네트워크가 혼재한 상황에 더욱 적합한 TCP 혼잡제어 및 보다 개선된 TCP 성능을 도출해 내고 현대인들에게 보다 쾌적한 네트워크 서비스를 제공할 수 있을 것이다.

Acknowledgement

본 연구는 한국연구재단 이공분야기초연구-기본 연구사업의 지원을 받았음.

References

- [1] Subvir Varma, *Internet Congestion Control*. Massachusetts, MA: Morgan Kaufmann, pp. 11-17, 2015
- [2] Corinna Cortes, Vladimir Vapnik, "Support-vector networks," *Machine learning*, Vol. 20, No. 3 pp. 273-297, 1998
- [3] Ki-Moon Han, Min-Sub Kim, Jae-Yong Lee and Byung Chul Kim, "Design of Machine Learning based LDA Congestion Control for Improving TCP Performance in Wireless Environment," *The Journal of The Institute of Electronics and Information Engineers*, Vol. 55, No. 11, pp. 1291-1303, Nov. 2018.