

피어 링크 예측을 위한 토렌트 네트워크 트래픽 분석

정연오*, 김누리**, 이지형**
*성균관대학교 정보지능시스템 연구실
**성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과
e-mail : yeounohster@gmail.com

BitTorrent Network Traffic Analysis for Peer Link Prediction

Yeounoh Chung*, Noo-ri Kim**, Jee-Hyong Lee**
*Information & Intelligence System Lab., Sungkyunkwan University
**Dept. of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University

요 약

비트토렌트는 인터넷을 통해 빠르고 효율적으로 파일을 공유할 수 있는 P2P (Peer-to-Peer) 파일 전송 프로토콜이다. 파일을 P2P 네트워크 상에 분산하여 저장하고 서로 다른 환경의 피어들이 각자의 필요에 따라 쉽게 네트워크를 떠날 수 있기 때문에, 비트토렌트 네트워크는 매우 복잡하고 동적인 구조를 가진다. 본 연구에서는 이러한 네트워크 구조, 특히 피어들 간의 링크생성과 분리를 예측하여 비트토렌트 파일공유 시스템의 성능을 향상시키고자 하는 방향을 제시한다. 토렌트 크롤러 비트토렌트 네트워크 모니터링 시스템을 사용해 네트워크 부하를 최소화하며 네트워크 트래픽을 분석하고, 관찰된 네트워크 트래픽 특성을 통해 링크를 예측하는 방법을 제안한다.

1. 서론

비트토렌트는 인터넷을 통해 빠르고 효율적으로 파일을 공유할 수 있는 P2P (Peer-to-Peer) 파일전송 프로토콜이다. 파일을 P2P 네트워크 상에 분산하여 저장하고 서로 다른 환경의 피어들이 각자의 필요에 따라 쉽게 네트워크를 떠날 수 있기 때문에, 비트토렌트 네트워크는 매우 복잡하고 동적인 구조를 가진다.

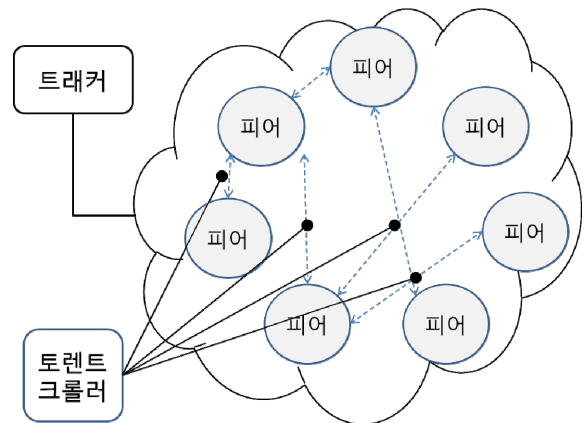
이러한 네트워크 구조, 특히 피어들 간의 링크생성과 분리를 예측하여 제한된 정보들만을 가진 피어들에게 제공할 수 있다면 피어들 간의 효율적인 링크생성을 도울 수 있다. 통해 피어들의 지능적인 링크생성을 통해 더 효율적인 파일공유를 할 수 있게 한다.

비트토렌트 네트워크 상의 피어들은 크게 씨더 (Seeder)와 리처 (Leecher)로 구분된다. 씨더의 경우 분할된 공유파일의 모든 파일조각을 이미 소유하고 있어, 다른 피어들에게 파일조각을 업로드하는 역할만을 한다. 리처의 경우 없는 파일조각을 다른 피어들로부터 다운로드 받고, 동시에 이미 소유하고 있는 파일조각을 다른 피어들에게 제공하는 역할을 수행한다. 파일을 다운로드 받아야 하는 리처의 경우, 좀 더 오랫동안 필요한 파일조각을 제공해 줄 수 있는 피어들을 찾아 먼저 연결하는 것이 유리하다.

링크예측 P2P 파일공유의 효율성을 높이기 위해 피어 링크예측을 활용하는 연구가 제안된바 있다[4]. 추천된 링크들이 실제로 필요한 파일조각을 제공해 줄 수 있었다면 성공적인 링크예측으로 간주한다. 기존 연구에서는 피어가 필요한 파일조각을 똑같이 필요로 하는 피어들을 서로 연결하는 방법이 사용되었는데, 예측 정확도는 최대 60%에 머물렀다.

본 연구에서는 피어 링크예측을 위한 비트토렌트 네트워크 트래픽 분석을 수행한다. 각 피어들의 네트워크 트래픽 특성을 분석하여, 크게는 씨더나 리처가 네트워크를 떠나기 전의 트래픽 패턴을 추출하고자 한다. 이러한 패턴을 기반으로 리처들에게 더 오랫동안 필요한 파일조각을 제공해 줄 수 있는 피어들을 추천한다. 네트워크 분석이 네트워크나 파일공유 활동에 주는 영향을 최소화 하면서 여러 피어들의 네트워크 활동을 감시하기 위한 다양한 기법들이 제안되었다[1][2][3]. 그 중 피어들이 자발적으로 주고 받는 프로토콜 메시지들을 감지하는 토렌트 크롤러 (Torrent Crawler) 시스템을 사용한다[5].

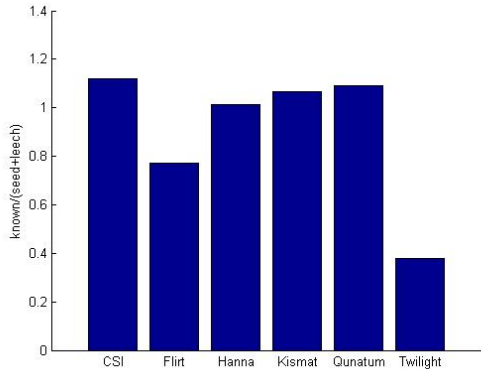
2. 토렌트 크롤러



(그림 1) 토렌트 크롤러: 비트토렌트 네트워크 모니터링 시스템

토렌트 크롤러는 특정 토렌트(공유파일에 대한 메타 정보파일)의 비트토렌트 네트워크 상의 피어 정보를 수집한다. 다수의 피어들에 대한 네트워크 측정을 피어들이 자발적으로 주고 받는 비트토렌트 프로토콜 메시지만을 감지하여 수행한다.

동적인 토렌트 네트워크를 측정하기 위해서는 빠르게 네트워크 정보를 수집할 필요가 있다. 토렌트 크롤러는 메시지 감지 측정 방법 외에도, 다른 피어들이 시스템에 접속을 시도하도록 유도함으로써 빠르게 토렌트 네트워크 구조를 파악한다.



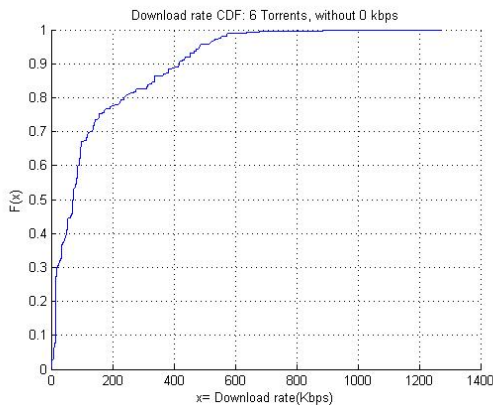
(그림 2) 크롤러가 수집한 네트워크 사이즈와 전체 토렌트 네트워크 사이즈 비율. 네트워크를 떠난 피어들을 포함하기 때문에 비율이 1보다 클 수 있다

그림 2는 6개의 영화 토렌트 네트워크에 대해 10분 동안 크롤러가 파악한 네트워크 사이즈(피어수)와 전체 네트워크 사이즈의 비율을 보여준다. 크롤러를 사용한 다른 연구에서 8분내에 전체 네트워크의 90% 이상을 파악하는 것과 비슷한 성능을 나타낸다.

토렌트 크롤러는 각 피어들의 연결정보, 파일 조각 가용성, 링크 지연시간, 다운로드 속도 등의 정보들을 효율적으로 수집한다.

3. 네트워크 분석 결과

토렌트 크롤러를 통해 2009년에 수집한 비트토렌트 피어 정보를 분석하였다.



(그림 3) 리처의 다운로드 속도 CDF

그림 2은 6개 토렌트 네트워크 상의 모든 리처들에

대한 다운로드 속도 CDF를 나타낸다. 전체 65%가량의 리처들이 약 100 Kbps 정도의 다운로드 속도를 나타내고 있으며, 전체의 10% 정도가 400 Kbps 이상의 속도를 나타내고 있다. 파일공유 마지막 단계에서는 동시에 다운로드 받을 수 있는 파일 조각의 수가 적기 때문에, 리처들은 상대적으로 느린 다운로드 속도를 경험하게 된다. 씨더보다는 리처가 더 오랫동안 네트워크에 머무를 가능성이 크기 때문에 더 빠른 다운로드 속도를 경험하고 있는 피어를 추천하는 방식을 고려해 볼 수 있다.

4. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 피어 링크예측을 위한 비트토렌트 네트워크 트래픽 분석을 제안한다. 각 피어들의 네트워크 트래픽 특성을 분석하여, 크기는 씨더나 리처가 네트워크를 떠나기 전의 트래픽 패턴을 추출하고자 한다. 이러한 패턴을 기반으로 리처들에게 더 오랫동안 필요한 파일 조각을 제공해 줄 수 있는 피어들을 추천한다.

먼저 리처들의 다운로드 속도가 파일 조각 수집률에 따라 크게 달라질 수 있음을 확인하고, 씨더보다는 파일을 조금은 덜 수집하고 있는 피어들을 추천하는 방식을 제안한다.

기존 링크예측 방식과의 비교실험을 위해서는 추가적인 데이터 수집이 필요하다. 현재 비트토렌트 네트워크 모니터링 시스템은 토렌트 프로토콜의 진화 및 프로토콜 메시지의 암호화로 인하여 데이터 수집에 어려움이 있었다. 향후에는 링크예측 방식의 정확도 측정 및 다양한 네트워크 특성 분석을 위한 네트워크 트래픽 모니터링 방식의 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] A.H. Rasti, "Understanding Peer-level Performance in BitTorrent: A Measurement Study," Proc. ICCCN '07, 2007, pp.109-114.
- [2] T. Isdal, M. Piatek, A. Krishnamurthy, and T. Anderson "Leveraging BitTorrent for end host measurements," Proc. PAM '07, 2007.
- [3] P. Dhungel, D. Wu, B. Schonhorst, and K.W. Ross, "A Measurement Study of Attacks on BitTorrent Leechers," Proc. IPTPS '08, 2008.
- [4] Y. Zhang, G. Shen, and Y. Yu, "LiPS: Efficient P2P Search Scheme with Novel Link Prediction Techniques," Proc. ICC '07, 2007, pp.1875-1880.
- [5] Y. Chung, *Torrent Crawler: a tool for collecting information from BitTorrent networks*, master project, Cornell University, 2009.