

DONet-P: 사설망을 지원하는 스트리밍 오버레이 네트워크 프로토콜

이문수 한성민^o 박성용

서강대학교 컴퓨터 학과

lilo@sogang.ac.kr cuspy^o@sogang.ac.kr parksy@sogang.ac.kr

DONet-P: Streaming Overlay Network Protocol with Private Network

Moonsoo Lee Sungmin Han^o Sungyong Park

Dept. of Computer Science and Engineering, Sogang University

스트리밍 서비스는 인터넷 트래픽의 많은 부분을 차지할 정도로 인기 있는 서비스이다. 스트리밍 서비스의 확장성을 위해 오버레이 네트워크 기반 스트리밍 서비스가 제안되었다[1]. 하지만 오버레이 네트워크 기반 스트리밍 서비스의 문제점은 확장성을 잃지 않으면서 최적의 네트워크를 구성하기 어렵다는 점이다.

최적의 스트리밍 오버레이 네트워크를 구성하기 위해서 여러 기법들이 제안되었다. 초기에는 트리구조 기반의 스트리밍 오버레이 네트워크가 제안되었다. 하지만 이러한 트리구조 기반의 스트리밍 오버레이 네트워크는 노드의 잦은 출입 시 성능이 떨어지는 문제가 발생하였다[2]. 이 후 DONet[3]처럼 트리구조 같은 특별한 구조를 유지하지 않는 스트리밍 오버레이 네트워크가 제안되었다. 이러한 네트워크는 노드의 출입 시 네트워크에서 트리와 같은 특별한 구조를 유지할 필요가 없기 때문에 노드의 잦은 출입에도 좀 더 유연하게 대처할 수 있다[4].

기존의 연구들은 NAT를 고려하지 않아서 실제 인터넷에서 많이 사용되는 NAT안에 있는 노드로의 연결을 맺을 수 없었다. 이것은 연결을 시도할 수 있는 노드를 제한시켜, 최적의 네트워크를 생성하지 못하게 하는 원인이 되었다. 스트리밍 오버레이 네트워크에 NAT안에 있는 노드로의 연결을 만들 수 있는 대표적인 방법인 Hole Punching[5] 기법을 적용할 경우 네트워크에 참여하는 모든 노드가 하나의 랑데부 서버에 연결을 가지고 있어야 하기 때문에 확장성이 저해된다.

본 논문에서는 높은 확장성을 잃지 않으면서 NAT안에 있는 노드로의 연결을 가능하게 하는 기법을 제시한다. 이 기법은 기존의 스트리밍 오버레이 네트워크에 NAT안에 있는 노드로의 연결을 가능하게 하는 기법을 적용한 후 NAT안에 있는 노드로의 연결을 수행하는 기능을 분산시켜서 스트리밍 오버레이 네트워크는 노드의 더 높은 데이터 연속성을 제공함은 물론, 노드의 출입이 빈번한 상황에서도 여전히 높은 확장성을 가질 수 있다. 그러기 위하여 대표적인 스트리밍 오버레이 네트워크인 DONet에 Hole Punching 기법을 적용하고 여기서 사용되는 랑데부 서버를 분산화 한다.

본 논문에서 제시하는 DONet-P는 기존의 DONet에 NAT안에 있는 노드로의 연결 기법인 Hole Punching 기법을 적용한 스트리밍 오버레이 네트워크로, 크게 세 가지의 설계 목표를 가지고 있다.

첫째, 오버레이 네트워크를 생성하고 유지하는데 소요되는 비용을 최소화 하여야 한다. DONet-P는 기존의 DONet에 NAT안에 있는 노드로의 연결을 위한 Hole Punching 기법을 추가하여 적용하였기 때문에, 추가된 컨트롤 메시지의 오버헤드를 최소로 유지할 필요가 있다. 작은 컨트롤 메시지 오버헤드가 필요한 이유는 더 많은 네트워크 자원을 데이터 전송에 사용할 수 있도록 하고, 확장성의 유지에도 도움이 되기 때문이다. 따라서 기존의 DONet에 최소의 비용을 추가해 UDP Hole Punching 기능을 추가해야 한다.

둘째, 데이터 연속성의 향상이다. DONet-P는 NAT뒤에 있는 노드와의 연결이 가능해짐으로 더 좋은

오버레이 네트워크가 생성됨을 기대할 수 있다. 더 좋은 오버레이 네트워크는 노드 각각이 더 좋은 파트너를 가지고 있다고 말할 수 있다. 더 좋은 파트너는 빠르게 데이터를 전송할 수 있음을 뜻하므로 원하는 시간에 원하는 데이터가 준비되어있을 확률이 높아진다. 따라서 DONet-P는 기존의 DONet보다 더 높은 데이터 연속성을 가져야 한다.

셋째, 확장성의 유지이다. 많은 노드가 네트워크에 참여할 때도 적은 노드가 네트워크에 참여할 때와 같은 수준의 성능을 보여줘야 한다. 기존의 DONet은 높은 확장성을 가지고 있지만 DONet-P는 Hole Punching 기법을 추가하였기 때문에 추가적인 오버헤드가 발생한다. 따라서 추가적인 오버헤드가 크다면 확장성이 떨어질 수 있다. 또한 Hole Punching 기법은 하나의 랑데부 서버에 모든 노드가 연결되어 있어야 하므로, 하나의 랑데부 서버에 부하가 집중되어 확장성이 떨어지게 된다. 그러므로 랑데부 서버가 받는 부하를 분산시켜 높은 확장성을 유지하도록 해야 한다..

앞서 제시한 설계 목표를 달성하기 위해 최소한의 메시지만을 DONet에 추가하여 Hole Punching 기능을 가지도록 하고, Hole Punching을 위한 랑데부 서버의 역할을 스트리밍 오버레이 네트워크에 참여하는 노드에 골고루 분산시켜서 DONet-P를 구현하고 노드의 참여, 탈퇴, 파트너 연결 시 추가적인 오버헤드를 최소화할 수 있도록 설계한다.

제안한 기법의 성능은 네트워크 시뮬레이션 환경을 제공하는 OMNeT++ 3.3[6]을 사용해 DONet, DONet에 하나의 랑데부 서버를 사용하는 스트리밍 오버레이 네트워크, 본 논문에서 제안한 분산 Hole Punching 기능을 가지는 스트리밍 오버레이 네트워크를 구현하여 세 가지 네트워크의 컨트롤 오버헤드와 데이터 연속성, 확장성을 측정해 성능을 비교하였다. 본 논문에서 제시하는 DONet-P 스트리밍 오버레이 네트워크는 NAT를 사용하는 노드가 크게 늘어나도(80%이상), 그렇지 않을 경우에 비해 뚜렷한 성능 저하가 없었다. 또 Hole Punching기능이 하나의 랑데부 서버에 부하가 집중되지 않고 여러 노드에 골고루 부하가 분산 되어 수행됨을 확인할 수 있었다. 이는 제시된 기법이 기존에 비해 추가적으로 발생한 오버헤드는 크지 않았고 높은 확장성을 가지며 기존의 DONet보다 더 좋은 데이터 연속성을 가짐을 보여준다.

참고 문헌

- 0) B. Alfonsi, "I Want My IPTV: Internet Protocol Television Predicted a Winner", IEEE Distributed System Online, Volume 6, 2005.
- [2] J. Liang and K. Nahrstedt, "DagStream: Locality Aware and Failure Resilient Peer-to-Peer Streaming," in SPIE Multimedia Computing and Networking (MMCN), pp.224-238, 2006.
- [3] X. Zhang, J. Liu, B. Li, and T. P. Yum, "DONET: A Data-Driven Overlay Network for Efficient Live Media Streaming", in Proceedings of IEEE INFOCOM, pp.141-146, 2005.
- [4] Silverston, T., Fourmaux, O., "Source vs Data-driven Approach for Live P2P Streaming", ICN/ICONS/MCL, pp.99, 2006.
- [5] Ford, B., P. Srisuresh, and D. Kegel, "Peer-to-Peer(P2P) Communication across Network Address Translators(NATs)," USENIX Animal Technical Conference, 2005.
- [6] OMNeT++, Discrete event simulation environment, <http://www.omnetpp.org>.