

Peer-to-peer 게임을 위한 새로운 패킷 전송 매커니즘¹

김정윤^o 최형기

성균관대학교 정보통신공학부

{steal83^o, hkchoi}@ece.skku.ac.kr

New packet transmission mechanism for peer-to-peer games

Jungyoon Kim^o Hyoungkee Choi

Sungkyunkwan University

요 약

최근 네트워크가 발달함에 따라 게임 산업에도 많은 변화가 나타났다. 네트워크 게임이 다수 개발되었고, 그들의 인기가 높아짐에 따라 게임 트래픽이 네트워크 및 인터넷에 미치는 영향은 높아지게 되었다. 우리는 네트워크와 인터넷 환경을 개선하기 위해, 대표적인 peer-to-peer 기반의 게임인 스타크래프트의 트래픽으로부터 패킷 전송 매커니즘을 분석하고 이를 개선하기 위한 새로운 패킷 전송 구조를 제안한다. 새로운 패킷 전송 구조에서는 동일한 서버넷에 있는 호스트들을 하나의 그룹으로 묶고, 그룹을 대표하는 하나의 호스트를 선별하여 해당 호스트만 인터넷을 통해 패킷을 송수신하게 된다. 따라서 인터넷을 통한 패킷 전송량을 대폭 감소시킬 수 있게 된다. 결론적으로 인터넷의 품질을 향상시키고, 개인 사용자에게 향상된 게임 환경을 제공한다.

1. 서 론

단일 호스트에서 개인이 단독으로 즐기는 게임이 대다수였던 과거와 달리, 최근에는 네트워크 및 인터넷을 통해 다른 호스트 혹은 다른 지역에 있는 게이머와 함께 즐기는 게임이 각광받고 있다[1].

이러한 게임을 네트워크 게임이라고 하는데, 이는 인터넷 혹은 네트워크를 통해 2명 이상의 게이머들이 하나의 게임에 참여하여 서로간에 협력, 혹은 경쟁 관계를 구축하여 진행하는 게임을 의미한다.

단일 호스트에서 게임 어플리케이션이 게임 정보를 처리하는 것과 달리, 네트워크 게임은 다수의 호스트들이 게임 정보를 처리하기 위해서 서로간에 정보를 공유해야 하고, 이를 위해 상호간에 패킷을 전송하여 게임 정보의 조화(synchronization)를 맞추게 된다. 따라서 네트워크 게임에 참여하고 있는 호스트들은 지속적으로 게임 패킷을 인터넷 혹은 네트워크로 전송하게 된다.

실시간으로 진행되는 네트워크 게임의 경우, 사용자의 행동이나 반응을 게임에 즉각 반영해야 하기 때문에, 빠른 속도로 게임 정보를 전송할 필요가 있다. 실제로 네트워크 게임 어플리케이션이 네트워크로 전송하는 게임 패킷은 길이와 주기가 짧고, bursty한 특성을 나타내고 있다.

그러나 네트워크의 상태가 불량하거나 전송 매커니즘이 비효율적일 때는, 패킷 전송이 지연되거나 패킷이 손실될 수 있기 때문에, 빠른 속도로 게임 정보를 전송하지 못하는 경우가 발생한다.

이로 인해 게임 진행이 지연되고 동일한 게임에 참여하는 호스트들 간에 게임 정보의 조화를 맞추는데 많은 시간을 소요하게 된다. 또한 인터넷이나 네트워크 자체에 불필요한 부하를 주게 된다.

최근에는 이러한 문제들의 관련 연구들이 다수 진행되고 있다[1]. 그러나 대부분의 연구들은 이러한 문제의 존재를 증명할 뿐, 해결책을 제시하지 못하고 있다. 우리는 대표적인 peer-to-peer 게임인 스타크래프트[2]의 트래픽을 분석하고, 이를 통해 위에서 설명한 문제들을 해결하기 위한 근본적인 해결책을 제시한다.

2. Game traffic

2.1 Basic information

새로운 패킷 전송 매커니즘을 설명하기 전에, 우리는 연구의 토대가 된 트래픽이 얼마나 신빙성 있는 트래픽인지, 그리고 연구 가치가 있는 트래픽인지를 수학적으로 설명하고 자료를 제시할 필요가 있다. 우리는 number of player 및 packet size의 분포 등 게임 트래픽의 기본적인 정보를 나타냄으로써 우리 트래픽의 신빙성과 연구 가치를 입증할 수 있다. 페이퍼의 길이가 제한된 관계로, 주요한 그림만으로 트래픽의 기본 정보를 설명할 것이다.

¹ 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음

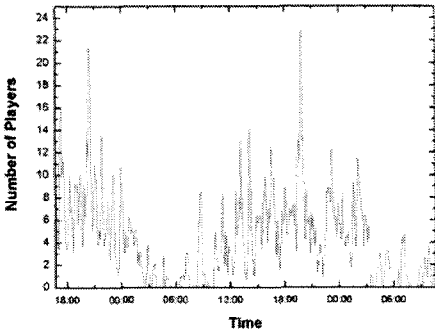


그림 1. Number of players

그림 1은 게임 트래픽 전체에서 나타나는 number of players의 분포를 나타내고 있다. 새벽 시간대에는 player의 수가 줄었다가, 오후에는 다시 player의 수가 크게 증가하는 것을 알 수 있다.

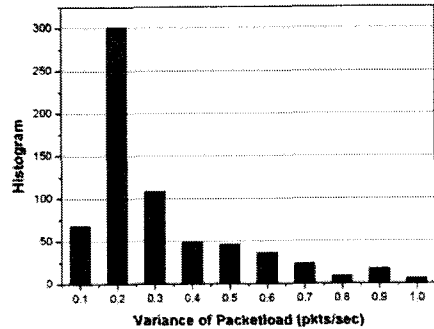


그림 3. Variance of packetload

그림 3은 packetload (초당 전송되는 패킷 개수)의 분산을 나타내고 있다. 그림에서 볼 수 있듯이, 분산이 매우 작은 값으로 나타나고 있다. 이는 초당 전송되는 패킷 개수가 매우 고르게 나타나고 있다는 것을 의미한다. 즉, 스타크래프트에서 송수신하는 패킷은 그 전송 간격이 매우 일정하고, 고른 분포를 지닌다고 할 수 있다.

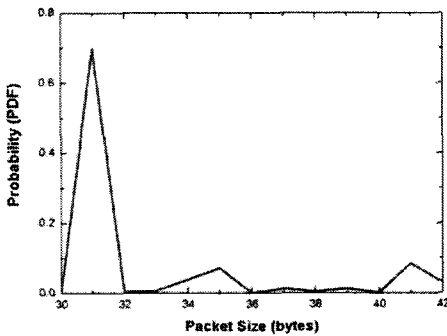


그림 2. Distribution of packet size

그림 2는 패킷 크기의 분포를 나타내고 있다. 전체 패킷의 70%가 UDP 헤더를 포함하여 31 bytes를 가지고 있었고, 31 bytes보다 작은 크기의 패킷은 단 1개로 존재하지 않았다. 이는, 게임 진행에 필요한 최소한의 패킷 크기가 UDP 헤더를 포함하여 31 bytes라는 것을 의미하며, 우리는 스타크래프트 어플리케이션의 헤더가 23 bytes라는 것을 알 수 있다. 또한, 짧은 시간에 전송해야 할 정보가 많을 경우, 한꺼번에 많은 데이터를 송신해야 하는데, 이 경우 31 bytes 보다 큰 패킷이 전송될 수 있다. 31 bytes 보다 큰 패킷의 경우, 그 크기에 뚜렷한 규칙성은 발견되지 않았다.

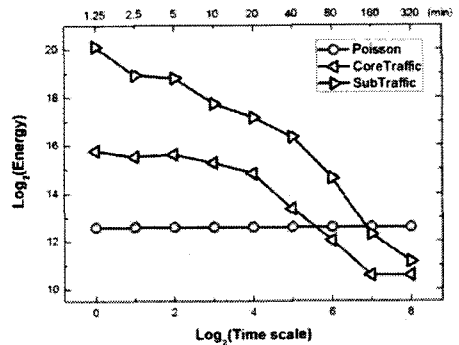


그림 4. Burstiness of traffic on various time scales

그림 4는 Wavelet-based Multi Resolution Analysis (MRA)를 이용하여 트래픽의 time scales에 따른 burstiness를 나타내는 그래프이다[3]. 그래프에서 나타내는 energy는 MRA수식에 의해 계산된 결과값으로, t 시점의 값과 t - 1 시점의 값의 편차를 이용하여 값의 변화가 얼마나 일어나는지 나타낸 것이다. 여기서 Sub traffic은 게임 외의 패킷, 즉 호스트 간의 상태 점검이나 맵(map) 다운로드, 게임 서버 호스트 검색 등에 사용되는 패킷들의 트래픽을 의미한다. Core traffic은 Sub traffic 외에 실제 게임에서만 나타나는

트래픽을 의미한다.

Poisson energy는 트래픽의 burstiness를 나타내는 기준이 되는 값으로, Poisson energy 보다 높은 energy를 갖는 트래픽은 bursty 하다고 볼 수 있다[4].

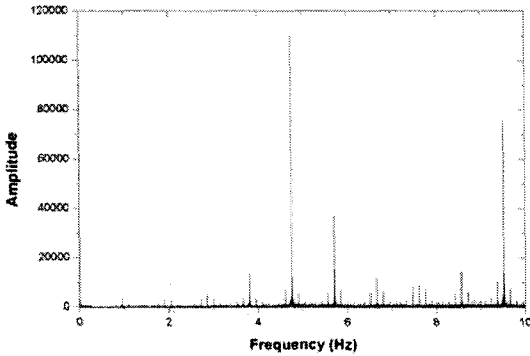


그림 5. Fourier Transform for packet load on 50ms time scale

그림 5는 세션 타임이 가장 긴 하나의 세션에 대해 packet load를 Fourier transform으로 나타낸 그래프이다. 이 때, packet load를 측정할 time scale은 50ms 이다. 1s로 샘플링하여 측정했을 때는 나타나지 않던 결과인 패킷 전송 주기를 나타낼 수 있다. 위 그래프로부터, 이 트래픽은 약 200ms 주기로 전송되는 패킷이 많다는 것을 알 수 있다.

2.2 Packet transmission mechanism

스타크래프트의 패킷 전송 매커니즘에서 모든 호스트들은 peer-to-peer 기반으로 상호간에 패킷을 전송한다. 그리고 호스트들이 동일한 서버넷에 존재하는지 여부는 패킷 수신에 아무런 영향을 미치지 않는다. 기존 peer-to-peer 게임에 사용되던 패킷 전송 매커니즘은 그림 6과 같다. 즉, 하나의 서버넷에 몇 개의 호스트가 존재하는지 상관없이, 호스트 개수에 맞게 패킷을 전송하고 있다.

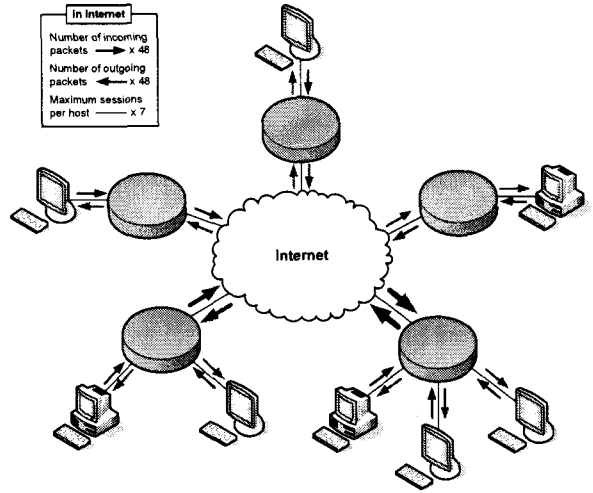


그림 6. Peer-to-peer 게임의 기존 패킷 전송 매커니즘

3. Proposed Transmission Mechanism

그림 6은 스타크래프트 게임에서 5개의 다른 네트워크에 존재하는 8개의 호스트가 게임에 참여한 경우, 패킷이 어떤 식으로 송수신되는지를 보여주는 그림이다. 그림 6과 같은 시나리오에서 기존의 패킷 전송 매커니즘을 사용할 경우, 총 48개의 패킷이 인터넷을 거쳐가도록 되어있다. 그러나, 이 매커니즘은 결코 효율적인 패킷 전송 방식이라고 할 수 없다.

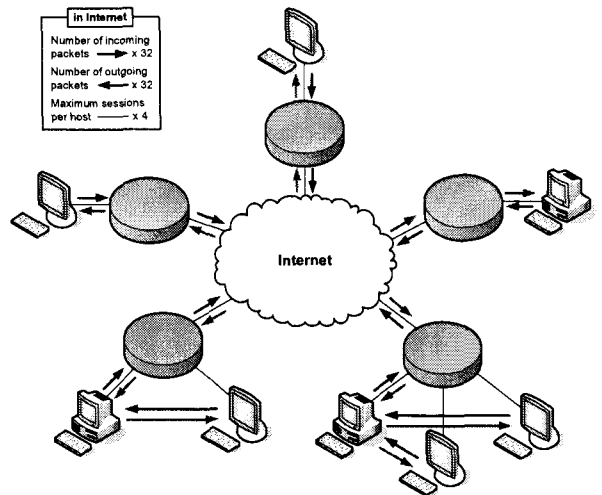


그림 7. Peer-to-peer 게임을 위해 새롭게 제안하는 패킷 전송 매커니즘

우리는 동일한 서브넷에 있는 게임 호스트 중에서, 인터넷을 통해 패킷을 송수신하는 호스트는 하나의 호스트로 제한한다. 즉, 속도가 빠르고 안정적인 서브넷 내에서의 패킷 전송을 통해, 패킷의 손실이나 지연 가능성을 최소화 시키고, 인터넷을 통한 패킷 전송을 줄임으로써 인터넷에 가해지는 부하를 줄일 수 있다.

우리가 제안한 패킷 전송 매커니즘을 그림 6과 같은 시나리오에 적용시키면, 그림 7과 같이 인터넷을 거쳐가는 패킷이 32개로 줄어든다. 즉, 기존의 패킷 전송 매커니즘에 비교하면 우리가 제안하는 패킷 전송 매커니즘은 인터넷을 통해 송수신되는 패킷의 33% 이상을 감소시킬 수 있게 된다.

이 새로운 패킷 전송 매커니즘의 단점은, 동일한 서브넷에 있는 또다른 게임 호스트를 거쳐서 패킷을 송수신하게 되므로, hop 수가 하나 증가하게 된다는 사실이다. 그러나, 우리는 TTL과 패킷 전송의 지연 시간과의 관계, 즉 hop 수가 1개 정도 증가하더라도, 게임 패킷을 전송함에 있어서 별다른 지연 시간의 증가가 없다는 것을 확인할 수 있었다.

그림 8은 TTL과 latency (패킷 전송 지연 시간)을 비교한 그림으로서, 우리가 새롭게 제안한 패킷 전송 매커니즘이 패킷 전송을 지연시키지 않는다는 것을 보여주고 있다. 만약 hop이 증가한다고 해서 (즉, TTL 값이 커진다고 해서) latency가 증가한다면 (즉, 패킷 전송 지연 시간이 길어진다면), 그림 8에서 TTL값이 커질 때 latency도 커져야 한다. 그러나, 그림 8에서 볼 수 있듯이, 대체로 TTL 값에 상관없이 latency는 100~200ms에 집중되어 나타났다. 이로부터 우리는 hop이 증가하더라도 latency는 별 영향을 받지 않는다는 것을 알 수 있고, 따라서 우리가 제안한 새로운 패킷 전송 매커니즘의 효율성을 입증할 수 있다.

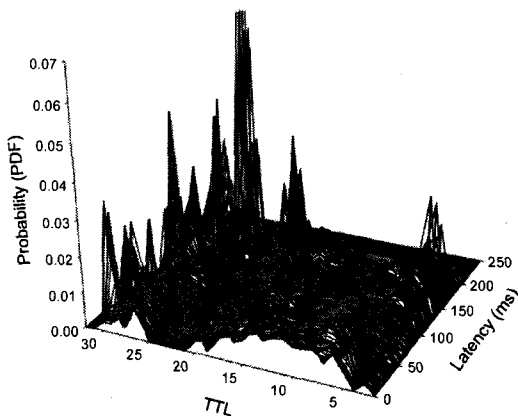


그림 8. TTL과 latency (패킷 전송 지연 시간) 과의 관계

4. 결론

게임 트래픽은 네트워크의 상태가 불량하거나 전송 매커니즘이 비효율적일 때는, 패킷 전송이 지연되거나 패킷이 손실될 수 있기 때문에, 빠른 속도로 게임 정보를 전송하지 못하는 경우가 발생한다. 이로 인해 게임 진행이 지연되고 동일한 게임에 참여하는 호스트들 간에 게임 정보의 조화를 맞추는데 많은 시간을 소요하게 된다.

우리는 게임 어플리케이션의 패킷 전송 구조의 문제점을 분석하였다. 하나의 서브넷에 있는 다수의 호스트들은 불필요하게 인터넷을 통해 패킷을 전송하고 있었다. 우리는 이를 개선하기 위해 호스트를 그룹으로 묶고 그룹 대표만 인터넷을 통해 패킷을 전송하는 패킷 전송 구조를 제안하여 이러한 문제를 해결하였다. 이를 통해 개인이 체감하는 게임 품질의 향상은 물론이고, 인터넷에 발생하는 패킷의 수를 33% 이상 줄이는 효과를 가져올 수 있었다. 전체 인터넷 트래픽 중에 네트워크 게임의 트래픽이 차지하는 비중이 크게 증가하는 최근의 추세에서, 이러한 패킷의 절감은 인터넷의 품질 향상에 크게 기여할 것이다.

5. 참고문헌

- [1] Kuan-Ta Chen, Polly Huang, Chin-Laung Lei. How sensitive are network quality?. Communications of the ACM, Nov. 2006.
- [2] <http://www.blizzard.com/broodwar/>
- [3] P. Abry and D. Veitch. Wavelet Analysis of Long-Range Dependent Traffic. IEEE Transactions on Information Theory, 44(1):2-15, Jan. 1998.
- [4] Hao Jiang, Georgia Tech. Why is the Internet Traffic Bursty in Short Time Scales?. SIGMETRICS '05.