

온라인 게임 트래픽의 특성 : 스타크래프트 트래픽 분석*

홍은실⁰, 한미라, 최양희

서울대학교 컴퓨터공학부

eshong⁰@mmlab.snu.ac.kr

Traffic Analysis of Online Game Traffic*

Eunsil Hong, Mira Han, Yanghee Choi

School of Computer Science and Engineering, Seoul National University

요 약

온라인 게임 시장이 점차 확대되고 온라인 게임이 인터넷의 중요 응용으로 자리잡아가고 있지만 온라인 게임이 연구의 영역으로 인식되기 시작한 것은 최근의 일이다. 인터넷이 온라인 게임을 지원하기 위해서는 무엇보다 먼저 온라인 게임의 트래픽 특성에 대한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 국내에서 가장 대중적인 온라인 게임 중 하나인 '스타크래프트'의 트래픽 특성을 PC 방에서의 측정 결과 분석을 통해 제시하려고 한다. 본 논문의 제시 결과는 이후 라우터 스케줄링, DiffServ 등 온라인 게임을 위한 인터넷의 지원에 대한 연구의 기초 자료로 사용될 수 있을 것이다.

1. 서론

한국게임산업개발원에서 편찬한 '2002 대한민국 게임백서'에 따르면 올해 한국 게임 시장은 전년대비 36% 성장한 1 조 3542 억원에 달하고, 이중 온라인 게임이 전년대비 40%의 주목할 만한 성장을 보이고 있다고 한다.[1] 현재 온라인 게임은 전통적인 온라인 게임 장르인 MMORPG(Massively Multiplayer Online Role Playing Game) '바람의 나라', '리니지', '라그나로크' 등이 서비스 되고 있으며 스타크래프트, 디아블로, 워크래프트 등 유명 PC 게임도 네트워크 기능을 포함하여, 배틀넷을 통한 네트워크 플레이를 지원하고 있다. 뿐만 아니라 XBOX, PS2 등의 콘솔 게임기도 온라인게임을 지원 가능하도록 네트워크 기능이 장착되고 있다. 앞으로 전세계 차세대 게임 시장의 주류는 네트워크를 핵심 플랫폼으로 하는 온라인게임으로 이전해갈 것으로 예상되고 있다. 하지만 최근까지 게임은 연구의 영역으로 인식되지 못해왔기 때문에 온라인 게임에 대한 연구 성과는 미미한 수준이다. 앞으로 온라인 게임 시장이 더욱 확대되고 게임이 인터넷의 중요 응용으로 자리잡을 것으로 예상되면서 온라인 게임의 네트워크 특성에 대한 연구의 필요성이 대두되고 있다.

최근 해외에서는 게임의 트래픽에 대한 연구 결과가 발표되고 있다. [4][5] 하지만 이들 연구 결과는 자체적으로 공개 게임 서버를 설치하여 일정기간 운영하거나 직접 게임을 진행하는 방식으로 트래픽 데이터를 수집하고 있다. 이 경우 대규모의 데이터를 얻기 힘들므로 일반 사용자들의 다양한 게임 진행 패턴에 영향을 받는 실제 트래픽 특성을 추출해 내기 힘들다. 측정에 영향을 받지않고 독립적으로 진행되는 온라인 게임의 트래픽을 수집하기 위해서 본 논문에서는 서울 시내의 모 PC 방을 측정 공간으로 삼고, 다수의 익명 사용자들이 실제로 진행중인 온라인 게임의 트래픽을 수집하였다. 최종 제출 논문에서는 수집된 데이터에 대한 분석 결과를 제시하려 한다.

2. 온라인 게임의 트래픽의 특징

온라인 게임에서 게임의 성능을 결정하는 중요한 요소는 전송 지연과 소모 대역폭이다.[2] 하지만 현재의 온라인 게임은 모뎀 환경에서도 충분히 동작하도록 설계되고 있기 때문에, 대역폭보다는 지연이 성능에는 더 중요한 요소이다. 플레이어는 게임이 진행되는 도중에 명령에 대한 응답을 250ms 이내에

* 본 논문은 2002년도 두뇌한국 21 과 국가지정연구실 프로젝트 지원을 받아 수행되었음

받지 못할 경우 불편을 느끼게 되는데, 이러한 상황을 랙(Lag)이라고 한다.[2] 대부분의 인터넷 응용들이 TCP 를 사용하는 것과는 달리, 전송지연을 줄이기 위해서 대다수의 온라인 게임들은 UDP 를 전송 프로토콜로 사용한다.[6] 온라인 게임은 패킷 손실로 인해 잠시동안 비동기적인 상황이 발생해도 곧 다음 상태 정보 패킷으로 동기화를 유지하는 것이 가능하기 때문이다. 따라서 패킷 손실 시 재전송으로 인한 지연이 발생하는 TCP 보다는 UDP 를 사용하며, 대신 신뢰성을 제공하지 못하는 UDP 의 약점을 보완하기 위해 동일한 패킷을 중복해서 전송하거나 UDP 위에 신뢰성을 제공하는 독자적인 프로토콜을 구현하여 전달 가능성을 높이는 전략을 채택하고 있다. 온라인 게임은 UDP 를 이용하여 전송 지연을 줄이는 데는 성공했지만 TCP 와는 달리 UDP 는 혼잡 제어를 지원하지 않으므로, 인터넷 상에 온라인 게임 트래픽이 증가할 경우에는 TCP 를 사용하는 다른 응용의 전송에 악영향을 미칠 가능성이 있다. [3]

3. 측정 대상

현재 온라인 게임을 대표하고 있는 것은 1 인칭 슈팅 게임, MMORPG, 실시간 전략 시뮬레이션의 세가지 장르이다. 이들 중 본 논문에서는 측정 대상으로 실시간 전략 시뮬레이션 게임인 ‘스타크래프트’를 선택하였다. ‘스타크래프트’는 국내에서 가장 대중적으로 플레이 되고 있는 온라인 게임으로 사용자들은 게임을 시작하기에 앞서 게임을 진행할 맵을 선택하고, 팀을 결정한다. 이때 최대 8 명의 사용자가 함께 게임을 진행할 수 있다. 게임이 시작되면 각 사용자는 자원을 모으고, 건물을 건설하고, 병사를 만들어 다른 사용자와 전쟁을 벌이게 된다. 이때 게임 도중 각 사용자가 내린 ‘이동’, ‘건설’ 등의 명령은 UDP 패킷에 포함되어 다른 사용자들에게 P2P 방식으로 전달된다.

4. 측정 시스템 및 측정 방식

4.1. 능동 측정 vs. 수동 측정

트래픽 측정 방법은 크게 능동측정과 수동측정으로 구분된다. 수동 측정의 경우는 네트워크 링크 또는

스위치 링크 또는 스위치/라우터를 경유하는 트래픽을 수집하여 분석하는 방법이다. 수동 측정을 통해 네트워크 상의 트래픽 현황을 통계적으로 보여줄 수 있으며 측정된 데이터를 이용하여 성능 분석 시 물레이션을 위한 트래픽 모델을 세우는데 사용할 수도 있다. Tcpdump 와 같은 스니퍼링(sniffing) 프로그램이 수동 측정에 사용된다.

반면 능동 측정은 네트워크 성능 평가를 위하여 테스트 패킷을 목적지에 주기적으로 전송하여 그 결과를 통해 네트워크 상황을 유추하는 방식으로 그 예로 핑(Ping)을 예로 들 수 있다. 하지만 능동 측정의 경우 성능측정을 위해 발생시킨 테스트 패킷이 네트워크 상황을 변경시킬 가능성이 있으므로 측정을 위한 데이터 전송 및 측정방법을 주의 깊게 선택해야 한다. 능동적인 측정방법은 네트워크의 성능인자, 즉 지연시간, 지터, 패킷 손실, 처리율 및 가용대역폭 등을 측정할 수 있으므로 네트워크 관리에 효율적으로 이용될 수 있다.

본 측정에서는 네트워크 상에서 전송되고 있는 게임 트래픽의 특성을 살피는 것이 목표이므로 수동 측정 방식을 사용하였다.

4.2. 측정 툴 (Tool) : Windump

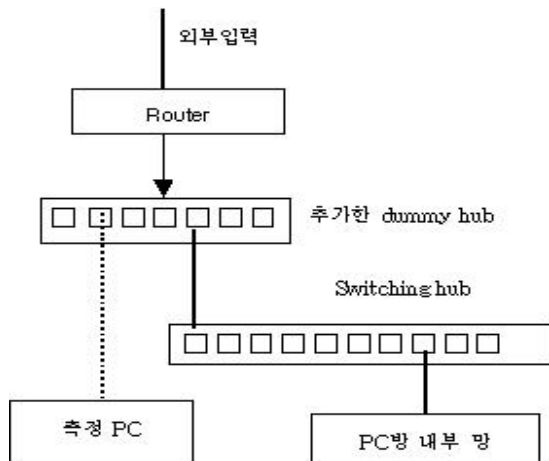
본 측정에서 측정하고자 하는 값은 패킷의 크기와 패킷 간의 도착 시간 간격이므로 패킷의 헤더 정보와 도착 시간의 시간 값을 제공해주는 툴이 필요했다. 그리고 측정 시스템이 윈도우 기반 PC 이므로 모든 조건을 만족해주는 공개측정 툴인 Windump 를 사용하였다. TCPDump 는 패킷 필터를 사용하여 원하는 패킷을 디바이스로부터 읽어올 수 있는 스니퍼링 툴로써 Windump 는 Tcpdump 를 윈도우로 포팅한 공개 프로그램이다. [7]

4.3. 측정 장소

측정은 서울 시내 한 PC 방에서 수행되었다. 해당 PC 방은 기가비트 랜(Gigabit LAN) 기반의 10Mbps 이더넷(Ethernet) 회선을 통해 외부와 연결되어 있고, 내부의 52 대의 피씨는 스위치와 라우터를 통해 외부 회선과 연결되어 있다.

4.4. 측정 시스템 구성

측정을 위해서 해당 PC 방의 기존 시스템에 더미 허브(Dummy hub)를 아래와 같이 설치하고 측정 피시를 더미허브에 연결하여 수동측정을 수행하였다. 더미 허브의 경우 입력된 패킷을 모든 출력 포트로 전송하므로 분리기와 동일한 효과를 얻을 수 있고, 따라서 측정 PC는 해당 PC 방 내부의 모든 패킷 정보를 얻을 수 있다.



<그림 1 측정 시스템 구성>

이때 측정 PC는 CPU 펜티엄 4 1.7GHz, 메모리 256Mbyte의 시스템으로 윈도우 2000을 운영체제로 사용하였다. 그리고 측정 PC에서 Windump를 실행하여 PC방 내부 망을 오가는 패킷의 헤더 정보를 저장하였다.

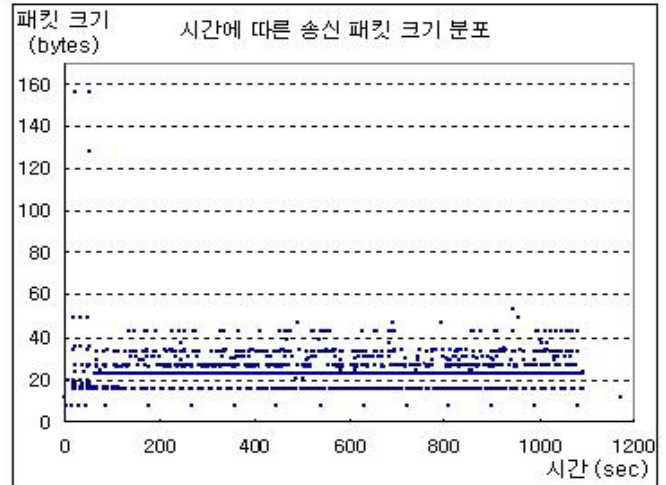
5. 결과 분석

추출한 패킷에 대해서 시간에 따른 게임내의 트래픽 변화, 패킷 크기, 도착 시간 간격에 대한 통계적 분석을 수행하고 그 결과를 기술한다.

5.1. 시간에 따른 게임내의 트래픽 변화

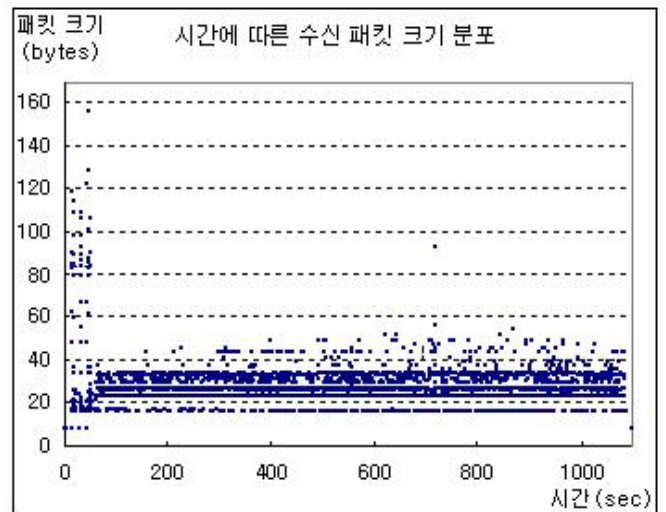
‘스타크래프트’는 평균적으로 한 게임이 20분 동안 진행되었다. 하나의 게임을 택하여 게임이 진행되는 동안 시간에 따라 트래픽이 변화하는 양상을 살펴보았다. <그림 2>와 <그림 3>이 그 결과를 담고 있다. 게임 진행 중에 전송되는 패킷은 대부분 20~40 바이트 가량의 작은 크기의 패킷이었다. 하지만 게임 시작 시에는 120 바이트 정도의 상대적으로 큰 패킷이 전송되는데, 이것은 게임에 대한 맵 설정,

진행 속도 등의 상태 정보를 포함하는 패킷이다.



<그림 2 시간에 따른 송신 패킷 크기 분포>

수신되는 패킷의 경우에도 유사한 양상을 보이고 있음을 아래의 <그림 3>을 통해 확인할 수 있다. 이것은 서버를 두지 않고 P2P 방식으로 통신하는 ‘스타크래프트’의 경우 각 클라이언트는 동등하게 기능하며, 따라서 동일한 패턴의 데이터를 발생시키기 때문에 나타나는 현상이다.



<그림 3 시간에 따른 수신 패킷 크기 분포>

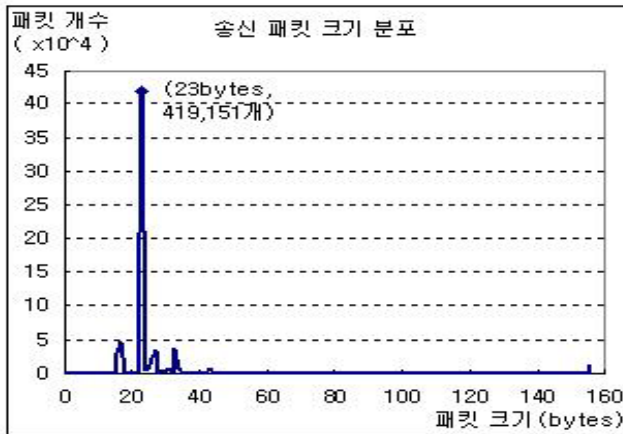
5.2. 패킷 크기 분포

총 644,854 개의 수신 패킷에 대해서 분포를 조사하였다. 이때 패킷의 최소 크기는 8 바이트였고, 최대는 156 바이트였다. 이때의 크기는 헤더를 제외한 데이터 크기만을 고려한 것이다.

<표 1 송신 패킷 크기 분포>

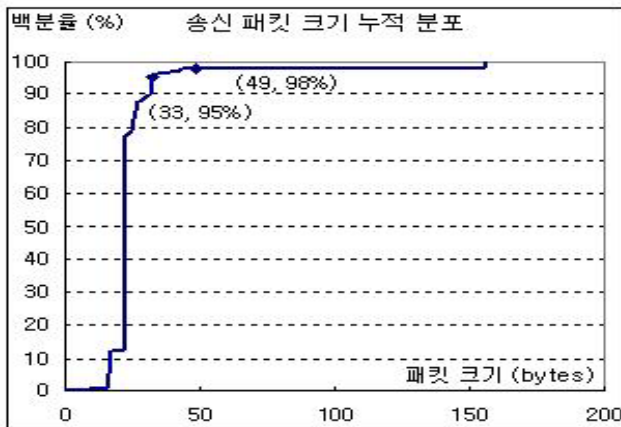
총 패킷 수	644,854 개
패킷 크기 최소값	8 bytes
패킷 크기 최대값	156 bytes
패킷 크기 평균	26.1388 bytes
패킷 크기 표준편차	18.4838

송신 패킷의 경우 데이터 패킷은 23 바이트인 경우가 가장 많았다. 23 바이트에서 피크를 이루는 것을 아래의 <그림 4>에서 확인할 수 있다.



<그림 4 송신 패킷 크기 분포>

아래의 <그림 5>는 누적 분포로 표현한 것이다.



<그림 5 송신 패킷 크기 누적 분포>

이때, 크기는 전체의 95%가 33 바이트 이하이며 전체의 98%가 49 바이트 이하의 작은 크기의 패킷임을 확인할 수 있다.

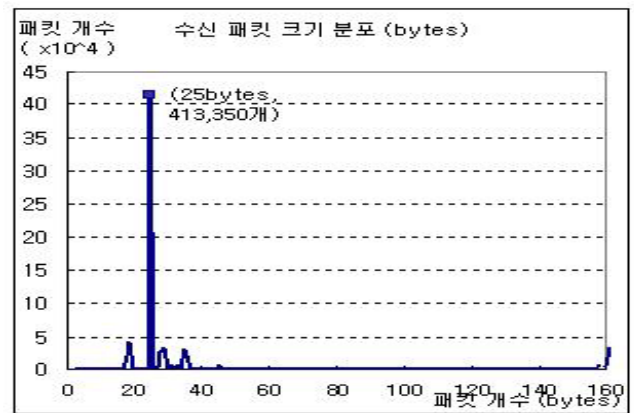
아래의 <표 2> 는 수신 패킷의 크기 분포를 요약하여 보여주고 있다. 전체 630,202 개의 패킷에 대한 조사결과 패킷의 최소 크기는 송신의 경우와 마

찬가지로 8 바이트, 최대 값은 156 바이트였다. 그리고 이때 평균 패킷 크기는 25.5 바이트였다.

<표 2 수신 패킷 크기 분포>

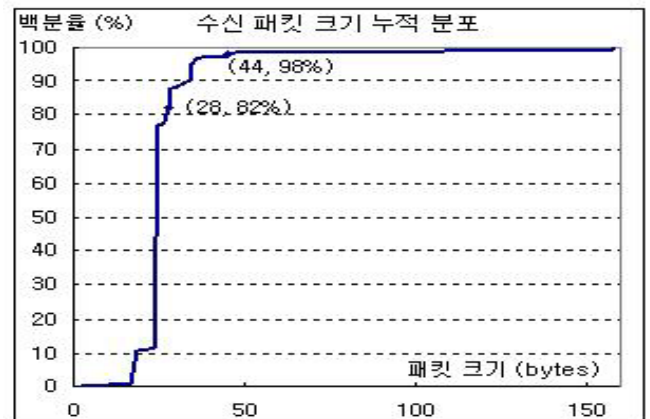
총 패킷 수	630,202 개
패킷 크기 최소값	8 bytes
패킷 크기 최대값	156 bytes
패킷 크기 평균	25.5075 bytes
패킷 크기 표준편차	15.0961

<그림 6>을 통해서 25 바이트 크기의 패킷의 개수가 가장 빈번하며 대부분의 패킷이 40 바이트 이하임을 확인할 수 있다.



<그림 6 수신 패킷 크기 분포>

<그림 7>은 동일한 데이터에 대해 누적 분포를 조사한 결과이다. 전체의 82%가 28 바이트 이하이며, 98%가 44 바이트 이하임을 확인할 수 있다.



<그림 7 수신 패킷 크기 누적 분포>

결론적으로 송수신 모두 평균 25 바이트 내외의 작은 크기의 패킷이 전송되고 있음을 확인할 수 있다.

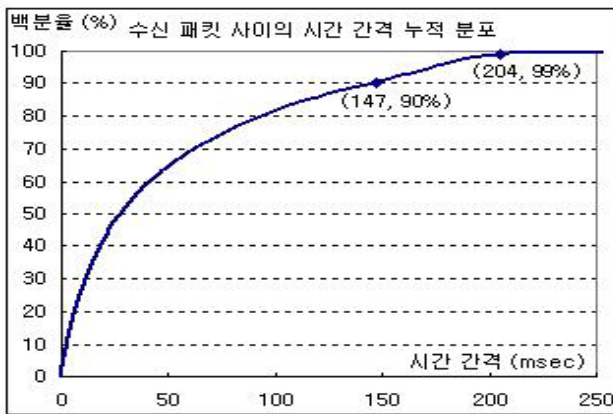
5.3. 도착 시간 간격 분포

전체 630,202 개의 수신 패킷에 대해 도착 시간 간격 분포를 살펴보았다. 이때 평균적으로 패킷들 간의 도착 시간 간격은 51msec로 나타났다.

<표 3 수신 패킷 도착 시간 간격>

총 패킷 수	630,202
최소값	0 msec
최대값	999,99 msec
시간간격 평균	50,949 msec
표준편차	0.056065

<그림 8>의 누적 분포를 통해 전체 패킷 중 90% 이상이 147msec 이하로, 95% 이상이 172msec 이하의 시간 간격을 두고 도착하는 것을 확인할 수 있다. 결국 대부분의 패킷이 평균 50msec 의 짧은 시간 간격을 두고 빈번하게 발생하는 것을 확인할 수 있다.



<그림 8 도착 시간 간격 누적 분포>

6. 결론 및 Future Work

앞서 살펴본 바와 같이 온라인 게임 ‘스타크래프트’의 트래픽은 20 바이트 정도의 작은 크기의 패킷이 빈번하게 발생하는 특성을 보이고 있다. ‘스타크래프트’의 경우가 모든 온라인 게임의 특성을 대표하는 것은 아니다. 하지만 온라인 게임에서 전송되는 데이터가 주로 크기가 작은 이벤트 정보를 담고 있으며 전송 지연을 최소화 하기 위해 이벤트 발생시 곧바로 전송될 것임을 고려했을 때, 이것이 일반적인 온라인 게임 트래픽의 특성이라고 보는 데는 무리가 없을 것이다.

현재의 인터넷 망에는 일반적인 인터넷의 TCP 트래픽과는 다른 특성을 보이는 온라인 게임 트래픽에

대한 지원이 전무하다. 하지만 온라인 게임이 인터넷의 주요 응용으로 자리잡을 미래에는 ISP 나 하드웨어 벤더들 차원에서 최소의 지연으로 게임 데이터를 전송하기 위한 지원이 시작될 것으로 예상된다. 라우터 디자인의 측면에서 예를 들어보자면, 라우터 벤더는 종종 평균 패킷 크기를 125-250 바이트로 가정하고 이에 최적화된 디자인을 제시한다.[7] 하지만 해당 라우터가 25 바이트의 게임 트래픽이 빈번하게 발생하는 망에 사용된다면 작은 크기의 게임 트래픽은 라우터 및 망의 성능을 떨어뜨리고 이로 인한 혼잡은 게임 트래픽의 전송 지연을 증가시킬 것이다.

본 논문은 지연을 최소화 하는 게임 환경을 제공하기 위해서 라우터 등의 하드웨어를 설계 시와 새로운 스케줄링 기법들을 연구하기 위해서 선행되어야 하는 네트워크 게임의 트래픽에 대한 특성을 제시하고 있다.

7. 참고 문헌

[1] '2002 대한민국 게임백서', 한국게임산업개발원, 2002
 [2] Yu-Shen Ng, "Designing Fast-Action Games for The Internet", Gamasutra Sept. 5, 1997.
 [3] Sally Floyd and Kevin Fall, "Promoting the Use of End-to-End Congestion Control in the Internet", IEEE/ACM Transactions on Networking, Feb 1999.
 [4] Wu-chang Feng, "Provisioning On-line Games: A Traffic Analysis of a Busy Counter-Strike Server", In *Internet Measurement Workshop*, 2002.
 [5] Dave LaPointe and Josh Winslow. "Analyzing and Simulating Network Game Traffic", Major Qualifying Project MQP-MLC-NG01, Computer Science Department, Fall 2001
 [6] W. Bernier. "Latency compensating methods in client/server in-game protocol design and optimization". In *Proceedings of the 15th Games Developers Conference*, San Jose, CA, March 2001.
 [7] I. S. MacKenzie and S. Ware, "Lag as a Determinant of Human Performance in Interactive Systems," *Proceeding of the ACM Conference on Human Factors in computing Systems - INTERCHI*
 [8] <http://windump.polito.it/>