DBpia

인터넷 서비스의 접속지연에 대한 MOS 평가

종신회원 이 훈*, 정회원 이 영 옥**

Evaluation of MOS for the Access Delay of Internet Service

Lee, Hoon* *Lifelong Member*, Lee, Young-Ok** *Regular Member*

요 약

최근 인터넷을 이용하여 웹 접속이나 파일전송 뿐만 아니라 음성, 비디오, 온라인게임 등 다양한 실시간미디어를 제공할 수 있게 되었다. 이에 따라 실시간미디어에 대한 서비스품질향상에 대한 관심이 증대된 반면 최선형서비스에 속하는 인터넷접속서비스에 대해서는 관심을 가지고 있지 않았다. 그러나 통신서비스의 품질에 대한 가입자의 관심이 커지게 됨에 따라 실시간미디어에 대해서 차별화된 서비스를 제공함으로써 생겨나는 비실시간서비스의 상대적인 품질열화에 대한 우려도 생겨나게 되었다. 특히 기존의 인터넷서비스에 대한 사용자들의 네트워크접속지연에 대한 관심이 증대하게 되었다. 본 연구에서는 이와 같은 추세의 변화에 대응하기 위하여 인터넷서비스를 제공함에 있어서 가입자가 체감하는 접속지연에 대해서 주관적인 품질을 평가하는 방법을 제안하고 실제로 사용가능한 평가시스템을 개발하여 가입자의 MOS를 평가하여 인터넷서비스의 지연품질에 대한 가입자의 민감도를 고찰한다.

Key Words : Internet Service, Performance Evaluation, QoE, MOS, MOSE

ABSTRACT

With the introduction of the concept such as QoS, QoE, and MOS for the multimedia services over the high-speed network the user's concern about the degradation in the perceived quality of service for the conventional data service has become a new problem to the Internet service providers. In this work we propose a method to evaluate the subjective QoE such as MOS for the high-speed Internet service, where the round trip time for the data transfer is taken into account as a performance parameter for the experienced delay. We develop a tool to evaluate an MOS that enables us to investigate the behavior of users for diverse delay times for the web access service, via which we analyze the sensitivity of users with regard to MOS as a function of delay.

Ⅰ. 서 론

초고속통신망에서 텍스트뿐만 아니라 음악이나 비디오파일을 다운로드받을 경우에 해당사이트에 접속하여 다운로드받아야 하는 데이터의 양에 따라 다운로드를 받는데 걸리는 시간(다운로드 대기시간)이 달라진다. 예전에는 전화회선에 모뎀을 연결한 인터넷을 이용하여 파일을 다운로드 받는 경우 수십 메가바이트의 파일을 다운로드받기 위해서 몇 시간을 기다리기도 하였다. 가령, 64Kbps의 전화회선으로 64Mbyte의 파일을 다운로드받는다고 가정을 하면, 서버에서의 대기시간(Waiting time)이나 전파지연(Propagation delay)을 제외하더라도 데이터의 전송시간(Transfer time)만 해도 2시간 13분 2초가 소요된다.

최근에는 가정에서도 초고속인터넷가입자회선이 100Mbps까지 제공됨에 따라 이와 같은 장기대기의

* 창원대학교 정보통신공학과 네트워크 연구실(hoony@cwnu.ac.kr) ** 창원대학교 정보전산원
논문번호 : KICS2009-04-178, 접수일자 : 2009년 4월 25일, 최종논문접수일자 : 2009년 8월 21일

www.dbpia.co.kr

상황은 거의 일어나지 않지만, 아직도 대용량의 파일을 다운로드받기 위해서 상당한 시간을 기다려야 하는 경우는 종종 발생한다. 그리고 인터넷에 접속을 할 경우에도 자신이 원하는 URL의 주소를 친 후에 해당 사이트의 첫 화면이 표시될 때까지 시간이 많이 걸리면 걸릴수록 사용자의 통신서비스에 대한 만족도는 떨어진다.

한편, 앞으로 IPTV(Internet Protocol TV)와 같이 대용량의 비디오파일을 다운로드받을 경우 초기화면의 다운로드에 걸리는 시간이 커지면 가입자의 불만은 더욱 증대할 것이다. 특히 IPTV서비스에서 스포츠나 드라마의 중간광고 시에 가입자는 다른 채널로 이전할 경우가 빈번할 것이고 이 때 채널변경에 걸리는 지연시간이 크면 고객의 품질불만은 더욱 증대할 것이다.

마지막으로 향후 급격히 증가할 것으로 생각되는 온라인게임에서는 게임의 특성상 서버와 가입자(게이머)사이에 빈번한 상호통신을 필요로 하는데 이 경우에 게이머의 버튼조작에 대하여 응답이 늦으면 게임 자체가 실시간으로 진행이 되지 않을 가능성이 크므로 가입자와 서버사이의 왕복지연시간은 가입자가 조작하는데 있어서 불편이 없을 정도로 작은 값을 유지할 수 있어야 한다. 고바야시 등의 연구에 의하면 온라인게임의 지연요구는 프레임전송률에 의해서 결정되는데 초당 60프레임을 전송하는 게임을 하기 위해서는 평균지연요구가 16.6.m초라고 알려져 있는데 이는 지연요구가 아주 엄격함을 보여준다[1].

위와 같은 사실로부터 우리는 초고속인터넷에서 웹서핑, 파일의 다운로드, VoIP(Voice over IP)를 이용한 음성통화, IPTV에서 비디오프로그램의 시청, 게임의 조작 등 다양한 서비스환경에 대하여 가입자의 네트워크 및 서버에 대한 액세스행동에 대하여 대기시간에 대한 가입자의 주관적 체감품질 사이의 관계를 정량적으로 모형화할 필요가 있다.

가입자의 체감품질에 대한 연구는 역사가 그다지 오래되지는 않았는데 최근의 연구동향으로서 먼저 국제표준화단체인 ITU-T에서는 사용자가 네트워크로부터 제공받는 서비스에 대하여 직접 느끼는 체감품질을 QoE(Quality of Experience)라고 명명하고 사용자가 주관적으로 느끼는 서비스의 전반적인 만족도라고 정의하고 있다[2].

QoE에 대해서는 음성, 오디오, 비디오 등 다양한 멀티미디어 서비스를 대상으로 용어의 정의, 품질의 측정, 품질평가방법 등에 대한 다양한 연구가 진행되고 있는데 가입자의 주관적 체감품질을 측정하는 일반적인 QoE의 척도로서 MOS(Mean opinion score)를 사용한다[3],[4]. MOS는 멀티미디어 서비스에 대해서 수신자가 느끼는 체감품질을 5단계의 만족도지수로 표시한다.

가입자의 체감품질에 대한 연구는 가장 먼저 음성서비스에 대하여 행해졌는데 이에 대한 MOS는 실시간서비스의 대기시간에 대한 연구라는 측면에서 본 연구와는 거리는 있으나 위에서 이야기한 다운로드대기시간을 MOS척도로 사용할 경우 다운로드대기시간이 길면 MOS는 낮아지고 다운로드대기시간이 짧으면 MOS는 높아질 것이다. 한편 야모리 등은 정지영상(Still picture)의 다운로드 대기시간에 대하여 MOS척도로 사용한 가입자의 서비스만족도를 효용(Utility)이라는 개념을 이용하여 제안하였다[5]. 그 연구에서는 특정사이트에 접속하도록 하여 정지영상을 다운로드받도록 한 후 완전한 다운로드까지 소요된 대기시간에 대한 만족도를 5단계로 측정하였다.

한편, 음성 및 비디오 서비스에 대한 MOS의 논의가 활발한 것에 비하여 초고속인터넷서비스에 대해서는 MOS의 평가를 위한 시스템의 개발에 대한 연구결과는 별로 나와 있지 않다. 가장 큰 이유로서 기존의 초고속인터넷서비스가 최선형서비스(Best Effort Service)라는 점을 들 수 있다. 왜냐하면 최선형서비스는 서비스품질보장에 대한 의무가 없기 때문이다. 그리고 또한 가지 이유로서 상용인터넷서비스를 위한 네트워크상에서 MOS를 측정하는 것의 어려움을 들 수 있다. 상용네트워크에서 네트워크지연을 측정할 수 있는 몇 가지 방법은 연구되어있지만, 네트워크지연을 정확히 측정하기 위해서 운용자는 측정대상 라우터에 시간을 동기화하는 장치를 부착하여야 하며 인터넷접속서비스에 대하여 접속지연을 측정하려면 가입자가 URL주소를 입력한 후 그 사이트가 다시 가입자의 화면에 표시되기까지 거치는 가입자와 네트워크의 양방향 단대단경로에 대하여 각각 지연을 측정하여야 한다. 그리고 이와 같은 측정이 가능하다고 하더라도 상용네트워크의 트래픽의 흐름에 대한 환경이 계속 바뀌므로 실시간측정을 통하여 가입자의 만족도를 평가하는 것이 쉬운 일이 아니다.

이와 같은 문제를 해결하는 한 가지 방법으로서 가상환경을 통한 성능평가시스템의 개발을 들 수 있다. 그런데 앞에서 소개한 야모리 등의 MOS평가의 방법에서 개선되어야 할 점이 있음을 발견하였다. 첫째, 야모리 등은 지연품질의 측정을 위하여 먼저 지연이 전혀 없는 환경을 설정하여 가입자에게 정지영상을 다운로드받을 수 있도록 한 후 이어서 임의로 지연을

www.dbpia.co.kr

부과하여 정지영상을 다운로드받는 환경을 조성하여 가입자에게 지연에 대한 만족도를 비교 측정하였다. 그런데 여기서 처음의 무지연 환경에 비하여 나중의 지연환경을 느끼는 상대적 성능저하에 가입자의 주관적인 느낌(박탈감)이 개입될 가능성이 크다는 것이다. 본 연구에서는 야모리 등의 방법의 개선책으로서 처음부터 임의의 지연을 부과한 환경을 제공하여 가입자의 상대적 불만의 가능성을 제거한다.

둘째, 비디오파일은 파일의 크기에 따라 전송시간이 다르기 때문에 파일의 크기에 대하여 가입자가 느끼는 지연의 성능이 다를 수 있다. 본 연구에서는 이와 같은 불확실성이 일어나지 않는 환경을 가정하기로 한다. 이를 위하여 본 연구에서는 파일의 크기에 대한 편차가 비교적 적을 것으로 예상되는 웹사이트를 접속하는 환경을 가정한다.

한편, 나라마다 민족성도 다르고 네트워크 환경도 다르기 때문에 야모리 등이 측정한 MOS와 우리나라 사람들이 느끼는 MOS에는 차이가 있을 것으로 생각된다. 그러나 필자가 아는 한 현재까지 우리나라에서 초고속인터넷접속서비스를 대상으로 MOS를 측정하고 그 결과를 평가한 연구결과는 없는 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 우리나라 사람들을 대상으로 실제로 인터넷접속서비스의 MOS를 객관적으로 측정하기 위하여 초고속인터넷의 접속지연평가시스템을 개발하고 일반인을 대상으로 실험을 하여 다양한 값의 접속지연에 따라 가입자가 체감하는 MOS의 값을 관찰하는 것을 목적으로 하고 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제II절에서는 가입자의 서비스체감품질인 QoE와 인터넷접속서비스의 지연품질에 대한 MOS의 평가방법에 대하여 기술한다. 제III절에서는 MOS평가시스템에 대하여 기술한다. 제IV절에서는 개발한 MOS 평가시스템을 이용한 실험을 통하여 제안시스템의 성능을 검증한다. 마지막으로 제V절에서는 본 연구의 결과를 요약하고 연구의 의미를 종합한다.

Ⅱ. MOS의 평가방법

사용자가 체감하는 통신서비스의 품질을 평가하는 방법에는 크게 두 가지가 있다. 하나는 객관적 품질평가방법이고 다른 하나는 주관적 품질평가방법이다[6]. 객관적 품질평가방법은 네트워크로부터 얻는 다양한 계층의 물리적인 측정량(예를 들면 미디어레벨의 신호, 스트림레벨의 페이로드정보, 패킷레벨의 패킷헤더정보 등)을 분석하여 서비스의 품질을 추정하는 방법이다. 이 방법은 사람의 감정이 개재되지 않고 순수하게 물리량으로 평가를 하므로 일일이 사람을 상대로 평가하는데 필요한 노력은 적은 대신 측정량과 사람의 만족도간의 매핑을 제대로 할 필요가 있다. 객관적 품질평가지표는 평가를 대상으로 하는 계층에 따라 다르게 정의되는데 가입자와 가장 근접한 레벨인 미디어레벨에서는 음성전화, 오디오, 그리고 비디오에 대한 모형으로서 각각 PESQ(Perceptual evaluation of speech quality), PEAQ(Perceptual evaluation of audio quality), PEVQ(Perceptual evaluation of video quality)가 있다[6].

한편, 주관적 품질평가방법은 직접 사람을 대상으로 음성이나 비디오를 보여주고 그에 대하여 사람이 느낀 품질을 평가하는데, 사람에 따라서 느끼는 수준이 다를 수 있기 때문에 주관적 평가라고 한다. 한편 주관적 품질평가는 다시 절대적 평가(No-reference)방법과 상대적 평가(Full-reference)방법으로 나눌 수 있다. 절대적 평가방법은 대상서비스에 대하여 임의의 실험환경을 정하여 단일실험을 통하여 가입자의 체감품질을 평가하는 방법이고, 상대적 평가방법은 대상서비스에 대하여 먼저 품질의 이상적인 기준이 되는 환경 상에서 품질을 제공한 후 이어서 평가를 위한 가상적 환경을 만든 후에 두 가지 실험에 대한 사람의 반응을 비교하여 가입자의 체감품질을 평가하는 방법이다.

한편, 품질을 평가하는 척도는 품질평가자가 사전에 정수로 표시된 단계를 지정하여 이산적인 평가치로 평가하는 방법(이를 카테고리척도라고 함)과 특별히 단계를 지정하지 않고 연속적인 평가치로 평가를 하는 방법(이를 비카테고리척도라고 함)이 있다. ITU-T에서는 IP망에서 제공되는 음성서비스의 MOS를 절대적평가방법과 카테고리척도를 이용하여 표 1과 같이 5단계로 규정하였다[7].

표 1. 음성서비스의 MOS

MOS	Quality	Impairment
5	Excellent	Imperceptible
4	Good	Perceptible but not annoying
3	Fair	Slightly annoying
2	Poor	Annoying
1	Bad	Very annoying

음성품질에 대한 MOS는 참가자에게 실제로 음성을 들려주어서 참가자가 듣는 음성신호의 상태(명확도, 청결도 등)에 따라 만족도를 표시하는 방법을 취하고

www.dbpia.co.kr

있다. 그러나 이 방법은 평가의 척도가 지연이 아니므로 초고속인터넷서비스에 적용하기는 어렵다.

한편, 영상정보의 다운로드서비스에 대해서 야모리 등이 MOS의 평가방법을 제안하였는데 이 방법은 정지영상을 다운로드함에 있어서 지연과 관련한 MOS를 5단계로 정의하고 사용자가 다양한 값의 지연에 대하여 어떻게 반응하는지를 평가한다. 제안된 방법은 제공되는 미디어의 내용이 그림(정지영상)이라는 것을 제외하면 초고속인터넷의 접속지연과 유사한 성질을 띠고 있어서 본 연구의 참고가 될 만하다. 야모리 등이 제안하는 지연품질측정을 위한 설문지를 그림1과 같이 나타내었다.

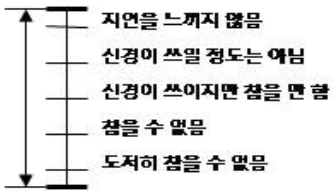

그림 1. 정지영상다운로드서비스의 MOS

그림1에서 보는 바와 같이 품질의 단계를 5단계로 나눈 것은 ITU-T에서와 같으나 참가자의 의견청취를 위하여 10cm의 길이의 막대 사이에 5단계의 의견을 표시해두고 참가자가 느끼는 만족도를 용지에 직접 펜으로 표시하도록 하였다.

참가자는 실험자가 임의적으로 설정해놓은 지연시간(2초에서 12초 사이의 정수 값)에 대하여 사전에 무지연일 때와 비교하여 자신이 느낀 만족도를 설정된 공간 내에서 어디에든지 표시를 할 수 있도록 하여(상대적 평가 및 비카테고리척도를 사용함)효용을 연속확률변수로 얻도록 하였다.

그리고 참가자의 의견청취를 위하여 먼저 지연이 전혀 없는 환경을 만들어서(이를 기준환경이라고 함) 참가자에게 체험을 시킨 후 이어서 임의의 지연을 인위적으로 만들어서(단, 체험자에게는 지연의 정보를 제시하지 않음) 참가자의 만족도를 묻는 방법(상대적 평가방법)을 취하였는데 이 때의 환경을 평가환경이라고 부른다. 그 결과 얻어지는 참가자의 평가가 참가자의 서비스만족도로서 기록이 되는데 이와 같은 작업을 반복하여 여러 개의 데이터를 수집하였다.

그러나 야모리 등의 접근법에는 몇 가지 문제점이 있다. 우선, 기준환경으로 보여준 품질과 평가환경의 품질을 연속적으로 제공함으로써 참가자의 의견에 편차가 개입할 수 있다는 것이다. 즉, 먼저 무지연의 품질이 아주 좋은 환경을 제공한 후 바로 지연을 부과한 환경을 제공하는 경우에 참가자의 체감품질에 상대적 불만이 개입될 수 있다는 점이다. 따라서 이를 방지하기 위해서는 기준환경을 제공하지 않고 바로 랜덤한 평가환경을 제공하는 것이 바람직할 것으로 사료된다. 두 번째는 그림 1과 같은 용지에 대하여 참가자의 의견을 빈 공간에 체크하도록 하는 평가방법은 참가자의 의견을 보다 더 자세하게 표시할 수 있다는 장점은 있지만, 참가자의 표기 및 수작업에 의한 데이터의 가공에 있어서 오차가 존재할 수 있다는 점이다. 즉, 참가자는 눈금과 눈금 사이의 빈 공간에 적절하게 자신의 의견을 나타낸다는 보장이 없을 뿐만 아니라 그것을 정량적으로 표시하는데도 수작업이 필요하여 인터넷의 체감품질을 측정하는데 있어서 네트워크운용자의 시간과 노력이 많이 필요하다는 한계가 있다.

이 문제를 해결하기 위하여 본 연구에서는 야모리 등의 방법에서 제기된 문제점을 개선하는 다음과 같은 방법을 제안한다. 먼저, 절대적 평가방법을 사용하여 상대적 품질저하에 따른 MOS치의 편차의 가능성을 제거하고 참가자에게 MOS의 의견을 묻는 설문지에 대한 오차를 줄이기 위하여 MOS를 1부터 5사이의 정수로 표시하는 ITU-T에서 제안하는 카테고리 평가방법을 따른다. 표2는 본 연구에서 적용하는 인터넷 접속서비스의 지연품질에 관한 MOS 측정지표이다.

표 2. 인터넷접속서비스의 MOS

MOS	Quality	Impairment
5	Excellent	Imperceptible
4	Good	Perceptible but not annoying
3	Fair	Slightly annoying
2	Poor	Annoying
1	Bad	Very annoying

다음으로 야모리 등의 연구에서 사용하였던 수작업으로 이루어지는 통계작업을 시스템에 구현되는 통계적 툴을 이용하여 자동화한다. 마지막으로 본 연구에서는 향후 망운용 및 관리에 활용이 가능하도록 하기 위하여 취득한 데이터를 다양한 방법으로 표시하는 것을 제안한다. 구체적으로는 음성이나 비디오 등의 MOS에 대한 국제표준에서 제시하는 평균MOS치를 구하는 것은 물론이고 전체 참가자로부터 얻은 지연값에 대한 MOS의 빈도를 그래프로 나타낸다. 그리고 동일한 지연에 대하여 참가자의 품질만족도가 서로

www.dbpia.co.kr

다른 의견을 제시하는 경우가 있을 것으로 가정을 하여 고객의 지연에 대한 다양성의 분석을 위하여 특정한 지연 값에 대한 서로 다른 MOS의 분포를 그래프로 나타낸다.

Ⅲ. MOS평가시스템

본 연구에서 제안하는 MOS평가시스템(MOS-Evaluator: 이하 MOSE)은 인터넷의 양단에 웹서버와 고객이 존재하여 고객이 서버에 접속하는 환경으로서 개념적 구성은 그림 2와 같다.

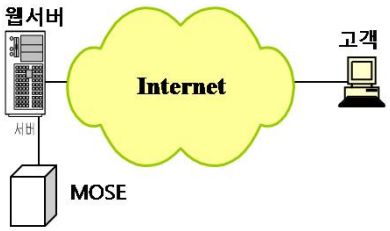

그림 2. MOSE 시스템구성도

그림에서 각 부분의 역할은 다음과 같다. 먼저, 웹서버는 실제로 연구실에서 운영중인 홈페이지용 서버를 사용한다. 그리고 인터넷환경은 사용자에게 임의의 지연을 부과하는 것이 주된 목적이기 때문에 실험의 편의를 위하여 소프트웨어적으로 구성한다. 경우에 따라서는 스위치허브(Switch Hub)를 사용하여 구현할 수 있다.

가입자를 대상으로 평가를 실시할 때 지연은 5초부터 60초까지 임의의 길이를 단위로 하여 랜덤하게 발생시키는데 실제 구현 시에는 난수를 이용하여 발생시키거나 운용자에 의하여 임의적으로 조절을 할 수 있도록 한다(단, 본 연구에서는 운용자가 임의적으로 조절하는 방법을 사용한다). 고객의 PC는 피평가자가 웹서버에 접속하기 위한 범용PC를 사용한다. MOSE는 서버와 연동하여 사용자의 MOS를 측정하는 장치이다. 이 때 MOSE는 사용자에게 MOS평가를 하는 장치로서 실험 시에 임의의 지연을 부과하는 일과 평가문항을 제시하고 사용자의 평가자료를 통계처리하는 역할을 담당한다. MOSE는 별도의 PC로 구축하여서 사용자 PC와 연결할 수도 있으나 본 연구에서는 구현의 편의상 서버PC 상에 소프트웨어적으로 구현된다. 그리고 또한 MOSE는 사용자와 서버간의 양방향지연(RTT: Round trip time)을 측정 대상으로 하여 인터넷 접속서비스의 지연시간을 측정한다. MOSE의 동작에 관한 흐름도는 그림 3과 같다.

MOSE의 동작은 다음과 같다. 먼저 피평가자에게 지정한 사이트에 접속하도록 한다. 피평가자의 URL 요청메시지가 웹서버에 도착하면 그 메시지가 성능평가용 메시지인지 아닌지를 판단하여 일반 데이터이면 그냥 전송을 하고 성능평가용 메시지이면 서버는 PC 내에 내장된 타이머를 이용해서 평가용 패킷의 도착시간을 먼저 기록해 둔다. 이어서 1/1000초 단위로 동작하는 타이머에 네트워크운용자가 설정한 임의의 값(가령, 5초를 설정하고자 하는 경우에는 5,000의 값)을 지정하여 지정한 시간이 흐른 후 다시 타이머의 시간을 측정하여 운용자가 목표로 하였던 일정한 지연이 경과하면 피평가자에게 응답패킷을 송신한다. 그러면, 그 패킷이 피평가자에게 도착하고 그의 PC화면에는 접속사이트의 화면이 뜬다. 이와 동시에 MOS의 평가를 위한 질문창이 뜨면 피평가자는 접속 지연시간에 대한 만족도를 표 2에서 나타낸 바와 같이 5단계 중에서 하나를 클릭한다.

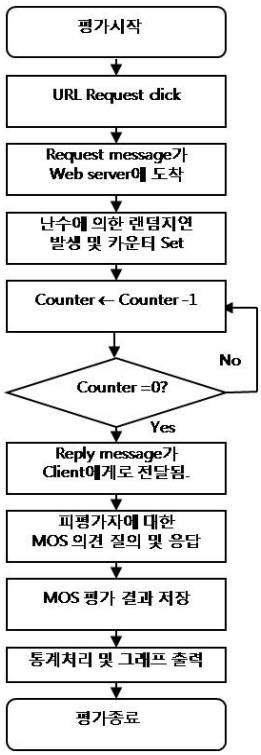

그림 3. MOS평가흐름도

피평가자가 클릭한 값은 MOSE내에 있는 데이터베이스에 저장이 된다. 위와 같은 실험을 평가자가 목표로 하는 횟수만큼 반복실행 한 후 통계처리부에서는 피평가자의 평가결과를 바탕으로 MOS에 대한 평

www.dbpia.co.kr

균치와 다양한 통계정보(분포도 등)를 작성한다.

본 연구에서 개발한 MOSE는 지연처리부와 설문조사 및 통계처리부로 나눌 수 있는데, 지연처리부는 Microsoft Visual C++ 6.0을 이용하여 구현하였다. 설문조사 및 통계처리부는 PHP와 Macromedia Flash 8.0를 이용하여 구현하였다. 그리고 설문 조사를 한 결과는 데이터베이스에 저장하고 통계 처리부에서는 이 파일의 값을 읽어서 MOS평균치에 대하여 표로 구성하고, 각 지연에 대한 MOS분포를 그래프로 구성하도록 하였다. 본 평가시스템의 개발과정에 대한 보다 더 자세한 사항은 [8]에 기술되어있다.

Ⅳ. 실험 및 결과

실험에 앞서서 본 연구에서 적용한 환경에 대하여 다음과 같이 가정을 한다. 서버와 가입자 간의 전파지연은 0으로 가정을 한다. 그 이유는 본 평가시스템의 개발에서는 가입자와 서버가 동일장소에 있어서 전파지연이 거의 0이고 또 성능평가용 메시지의 크기가 작아서 전송지연 또한 거의 0에 가깝다. 그리고 본 실험환경에서는 라우터에서의 버퍼링지연 또한 거의 일어나지 않기 때문에 이 또한 0으로 가정하기로 한다. 단, 이 모든 지연은 MOSE에서 임의적으로 부과하는 지연의 값에 모두 포함되는 것으로 간주한다. 즉, 만약 어떤 가입자에게 15초의 지연을 부과하였다고 할 때 이 지연은 가입자와 서버 그리고 다시 서버와 가입자간을 오가는 경로상에서 발생한 모든 지연이라고 간주하는 것이다.

설문조사에서 팝업창은 인터넷접속서비스의 지연에 대한 만족도를 아주만족, 만족, 보통, 불만족, 아주불만족으로 구성하여 사용자는 자신이 느낀 지연시간에 대한 만족도를 위의 5단계 중에 하나를 선택하며 이 정보는 시스템 내의 DB에 자동으로 저장된다. 지연시간에 대한 만족도 점수는 MOSE에 저장되며 이 정보는 차후에 운용자에 의하여 통계처리 되고 또 그래프로도 나타내어진다.

지연성능의 평가를 위한 설문조사는 학생과 직장인으로 구성된 30명(남:15명,여:15명)을 대상으로 5, 15, 30, 60초의 4가지 지연시간에 대하여 그들이 느끼는 만족도 조사를 하였다. 표 3은 30명의 사용자를 대상으로 실시한 각 지연시간 별 평균 MOS치를 나타낸 것이다.

실험결과 5초일 경우의 평균 MOS치는 4.7로 아주 높고, 지연시간이 가장 큰 60초의 경우는 평균 MOS치는 1.2로 아주 낮음을 알 수 있다. 그리고 각 지연시간에 대하여 남자가 여자보다 약간 더 높은 점수를 준 것으로 확인되어 남자가 여자에 비해 지연시간에 대하여 거부반응이 조금 적은 것을 확인 할 수 있었다.

표 3. 지연시간에 대한 평균 MOS치

지연시간(초)	전체평균	남자평균	여자평균
5	4.7	4.8	4.7
15	3.5	3.4	3.6
30	1.9	2	1.9
60	1.2	1.3	1.2

이 결과는 망운영자에게 망설계나 증설 시에 중요한 자료로 쓰일 수 있다. 즉, 현재 일반적으로 초고속인터넷에 대해서는 지연시간에 대한 MOS의 실험결과도 없고 권고치도 규정되어있지 않으나 ITU-T의 권고에서 전화의 경우 가입자에게 제공해야 할 MOS의 최저치가 3.5정도로 제시된 점을 고려할 때 본 연구의 결과를 활용하면 가입자에게 평균 3.5이상의 MOS를 제공하기 위해서 네트워크 운용자는 초고속인터넷서비스의 양방향지연시간(RTT)을 15초 이하로 유지하여야 함을 알 수 있다.

한편 네트워크사업자가 제공하여야 할 RTT치인 15초를 만족시키기 위하여 네트워크에서 제공하여야 할 기능에 대해서는 트래픽이론에서 지연분리문제를 이용하면 해결을 할 수 있는데 가입자와 웹서버 간의 네트워크접속구조가 정의된다면 [9,10]의 방법을 적용하여 각 네트워크요소 별로 지연목표치를 할당하여 네트워크용량을 설계할 수 있다.

지금까지 우리는 지연성능에 대한 평균치를 바탕으로 통계결과를 나타내었다. 그런데 일반적으로 네트워크의 성능을 생각할 때 평균치를 이용한 평가는 일반대중을 대상으로 하여 시스템의 성능을 평가하기에는 적절한 방법임에는 틀림이 없지만, 다른 관점에서 볼 때 똑 같은 지연시간에 대해서도 사람에 따라 느끼는 품질의 체감도가 다를 수 있을 것이다. 아래에서는 이와 같은 현상을 관찰하기 위하여 각 지연시간에 대하여 개인이 느끼는 MOS의 값에 대한 분포를 관찰하였다. 먼저 관찰대상을 남자와 여자로 나누어서 분포를 나타내고 나중에 전체적인 분포를 나타내었다.

그림 4는 15명의 남자를 대상으로 평가한 결과를 바탕으로 각 지연에 대한 서로 다른 MOS치의 분포를 그래프로 나타낸 것이다. 그림4에서 볼 수 있는 바와 같이 5초의 지연에 대해서는 대다수의 사람이 4점(3명) 혹은 5점(12명)의 MOS치를 선택하였다. 반면에

www.dbpia.co.kr

60초의 지연에 대해서는 5초일 때와는 정반대로 12명이 1점을, 그리고 3명이 2점을 선택하였다. 그리고 15초와 30초에 대해서는 2 혹은 3점을 중심으로 좌우로 분산된 점수분포를 가지고 있다.

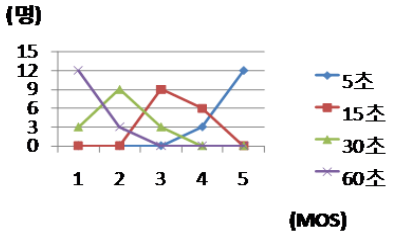

그림 4. 지연시간별 MOS의 빈도(남자)

그림 5는 15명의 여자를 대상으로 평가한 결과를 바탕으로 각 지연 값에 대한 서로 다른 MOS치의 분포를 그래프로 나타낸 것이다.

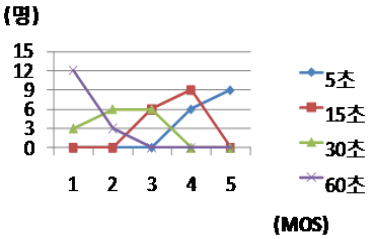

그림 5. 지연시간별 MOS의 빈도(여자)

그림 5에서 볼 수 있는 바와 같이 여자의 경우에도 5초의 지연에 대해서는 대다수의 사람이 4점(6명) 혹은 5점(9명)의 MOS치를 선택하였다. 반면에 60초의 지연에 대해서는 5초일 때와는 다르게 12명이 1점을, 그리고 3명이 2점을 선택하였다. 그리고 15초와 30초에 대해서는 3 혹은 4점을 중심으로 좌우로 분산된 점수분포를 가지고 있다.

지금까지는 남자와 여자로 나누어서 각 지연에 대하여 MOS치가 어떻게 분포하고 있는지를 알아보았다. 마지막으로 그림6은 남녀전체를 대상으로 평가한 결과를 바탕으로 각 지연값에 대한 서로 다른 MOS치의 분포를 그래프로 나타낸 것이다.

그림 6에서 발견되는 특이한 점은 남녀 공히 5초의 지연에 대해서는 대다수의 사람들이 5점을 선택한 반면에 15초의 지연에 대하여 5점을 선택한 사람이 한 명도 없었다는 것이다. 즉, 사람들은 이 부근에서 네트워크 접속지연에 대하여 민감한 반응을 보이기 시작한다는 것을 알 수 있다.

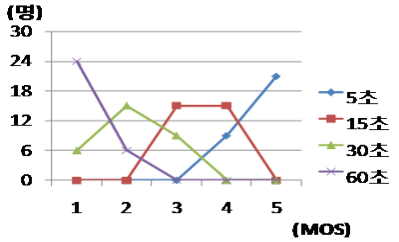

그림 6. 지연시간별 MOS의 빈도(전체)

이상의 결과를 바탕으로 우리가 얻을 수 있는 사실은 네트워크 운용자는 남자와 여자에 대하여 서로 다른 지연시간에 대한 MOS 빈도를 정확하게 알 수 있고 이를 바탕으로 네트워크의 운용 및 마케팅전략의 수립에 활용할 수 있을 것이다.

V. 결 론

본 연구에서는 초고속인터넷을 이용하여 가입자가 인터넷서버에 접속하는 경우에 대하여 가입자가 직접 느끼는 서비스의 체감품질 가운데서 접속지연시간에 초점을 두고 그것을 측정하는 시뮬레이션시스템인 MOSE를 개발하였다. 이를 위하여 가상적인 네트워크 환경상에서 가입자와 서버를 구축하고 여기에 주관적 품질평가시스템을 더하여 전체적인 평가시스템을 구축하였다.

실제 환경과 유사한 서비스품질시스템을 구축하기 위하여 MOS를 사용자가 생성하는 응용프로그램의 종류에 관계없이 모든 경우에 적용이 가능하도록 인터넷의 접속을 함에 있어서 느끼는 왕복지연으로 정의하고, 평가단계는 현재의 국제표준을 따라서 5단계로 가정하였다.

그리고 평가의 공정성을 기하기 위한 방안으로서 모든 처리가 시스템내에서 자동으로 이루어지도록 하였는데, 특히 하나의 시스템상에 가입자의 접속에서 평가에 이르는 모든 기능을 구현하였다. 본 연구에서 개발된 MOSE는 구현의 편의를 위하여 사용자가 웹서버에 접근하기 전에 네트워크운용자가 사전에 임의의 지연을 부과하는 방법을 취했다. 마지막으로 본 시스템에서는 사용자가 평가한 평가점수를 시스템내부에서 자동으로 통계처리하도록 하여 실험이 끝난 뒤 평가의 결과를 운용자가 쉽게 관측할 뿐만 아니라 그 결과를 향후 망의 설계 및 운용관리에 바로 활용이 가능하도록 하였다.

향후 과제로는 이번에 개발한 MOSE를 이용하여

www.dbpia.co.kr

다양한 계층의 일반인을 대상으로 보다 더 많은 평가를 수행하여 우리나라의 초고속인터넷서비스의 접속지연에 대한 사용자의 MOS 평가점수에 관한 표준적인 데이터를 제시할 예정이다.

감사의 글

본 연구를 수행함에 있어서 시스템의 개발에 도움을 준 창원대학교 정보통신공학과 네트워크연구실의 최성훈군에게 감사의 마음을 전합니다.

참 고 문 헌

〔1〕 고바야시 등, “온라인게임을 위한 가상네트워크의 자원할당방법의 검토”, *信學技報* IEICE Technical Report, NS2008-13(2008-5).

〔2〕 ITU-T recommendation P.10/G100, “Definition of Quality of Experience(QoE)”, January 2007.

〔3〕 ITU-T recommendation P.800.1, “Mean Opionion Score(MOS) terminology”, July 2006.

〔4〕 야마자키 다츠야, “차세대 네트워크 시대에 있어서 서비스품질의 장래상”, *일본 電子情報通信學會誌* 제91권 2호, 2008년 2월.

〔5〕 야모리 교코, 다나카 요시아키, “사용자의 효용으로 본 통신품질제어 및 그의 평가”, 일본 *電子情報通信學會誌*제91권 2호, 2008년 2월.

〔6〕 다카하시 아키라, “음성/영상서비스 품질평가/추정기술 및 표준화 동향”, 일본*電子情報通信學會誌*제91권 2호, 2008년 2월.

〔7〕 ITU-T recommendation P.800, “Methods for subjective determination of transmission quality”, August 1996.

〔8〕 이영옥, “초고속 인터넷 서비스의 접속성능 평가 시스템의 개발”, *창원대학교 대학원 공학석사 학위논문*, 2008년 12월.

〔9〕 이훈, “패킷기반 End-to-End QoS보장방안에 관한 연구”, *한국전산원 연구보고서*, 2003년 12월.

〔10〕 이훈, “Policy-based Managed IP QoS 네트워크 구축전략에 관한 연구”, *한국전산원 연구보고서*, 2004년 11월.

이 훈 (Lee, Hoon) 종신회원

1984년 2월 경북대학교 전자공학과(공학사)
1986년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
1996년 3월 日本 東北大(도호쿠대)대학원 공학연구과(공학박사)
1986년 2월~2000년 2월 KT연구개발본부
2001년 3월~현재 창원대학교 교수
2005년 3월~2006년 7월 미국 University of Missouri-Kansas City 방문교수
<연구분야> 네트워크 설계, 네트워크 성능평가, 인터넷 QoS 및 과금

이 영 옥 (Lee, Young-Ok) 정회원

2002년 2월 창원대학교 정보통신공학과(공학사)
2009년 2월 창원대학교 정보통신공학과(공학석사)
2001년 7월~현재 창원대학교 정보전산원
<연구분야> 네트워크설계, 네트워크 성능평가

www.dbpia.co.kr