

인터넷 혼잡에 관한 기술경제학적 고찰 :

혼잡의 원인과 해결방향을 중심으로

박 정 석, 이 지 형

한국전자통신연구원(ETRI), 정보화기술연구소

A techno-economical Analysis on Internet Congestion :

focused on congestion reasons and its optimal Solution

Park, Jeong-Seok & Lee, Jee-Hyung

Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI)

요약(Abstract)

최근 급진전되고 있는 인터넷의 광대역화와 다양한 멀티미디어 콘텐츠의 수요확대 그리고 인터넷 이용자의 급증 등으로 인터넷 트래픽은 기하급수적으로 증가하고 있다. 그러나 최선형 패킷교환방식인 현 인터넷은 급증하는 네트워크 수요를 감당하기에 이미 기술적 한계를 드러내고 있을 뿐 아니라, 네트워크 확장을 통하여 급증하는 트래픽을 수용하는 것도 경제적으로 한계수위에 도달하고 있다. 따라서 네트워크 수요 대비 공급량의 불균형으로 인터넷망에서의 혼잡(congestion)문제가 점차 중요한 이슈로 제기되고 있으며, 이런 문제의 해결방안으로 네트워크공급을 늘리거나, 초과수요를 줄이는 방안에 대한 논의와 구체적인 노력이 이루어지고 있다. 이에 본 고에서는 간단한 기술경제학적 모형을 이용하여 혼잡의 원인과 이에 대한 해결방향에 대하여 분석적인 설명을 시도하였다. 특히 본 고에서는 인터넷 혼잡의 원인이 '부정적 네트워크 외부성'이 존재하기 때문이며, 실무적으로 혼잡문제 해결의 대표적인 대안으로 적용되고 있는 네트워크의 용량확대는 혼잡해결의 근본적인 대안이 되지 못하고, 반면 실무적으로 별로 주목받고 있지 않는 네트워크 투자를 최소화하고 트래픽을 통제할 수 있는 '혼잡세'를 부과할 수 있는 요금제 도입이 효율적인 혼잡 해결방안임을 밝히고 있다.

주제어 : 인터넷, 인터넷 혼잡, 네트워크 투자, 인터넷 요금, 기술경제학

I. 서론

네트워크의 네트워크인 인터넷은 인터넷 이용수요와 네트워크 공급 요인들 간의 상호 상승적 순환작용을 일으키며 지속적으로 성장하고 있다. 즉 네트워크의 공급용량이 증가하면 잠재되어 있던 고용량, 광대역의 멀티미디어 서비스의 수요가 표출되고, 증가된 수요는 사업자로 하여금 긍정적인 미래수익을 예상케 함으로써, 다시 네트워크의 용량을 증가시키는 형태로 인터넷은 순환체도를 그리며 끊임없이 성장하여 왔다(FCC, 1997). 이러한 인터넷성장의 순환체도가 앞으로도 지속되기 위해서는 성장의 속도가 안정적으로 유지되면서 네트워크 수요와 공급의 균형이 전제되어야 한다.

그러나 현재의 인터넷 환경은 인터넷의 성장초기와 비교하여 가히 혁명적이라고 할 수 있는 변화를 겪고 있다. 특히 국내의 경우, ADSL, 케이블 모뎀 등 초고속인터넷 서비스의 급속한 보급, 확산으로 광대역 멀티미디어 콘텐츠와 다양한 어플리케이션의 이용이 가능해지면서 인터넷 수요가 폭발적으로 증가하고 있다(Park, 2001).

인터넷이용률(2001년 12월 말 기준 56%)의 급속한 증가와 함께 인터넷의 이용빈도 또한 증가하면서 1999년 10월 인터넷을 매일 이용하는 사람의 비중이 28%에 불과하였지만, 2001년 12월에는 62% (1,521만명)를 넘어섰다. 또한 인터넷의 생활밀접도가 높아지면서 인터넷 이용시간 역시 1999년 10월 주 평균 4.5시간에서 2001년 12월 12시간으로 3배 가까이 증가하였다. 아울러 주 평균 10시간 이상 인터넷을 이용하는 인터넷 이용자 비율도 1999년 10월에는 10% 수준에 머물렀지만 현재는 40%에 이르고 있다(한국인터넷정보센터).

이렇게 증가하는 인터넷이용이 후생에 미치는 영향은 '긍정적인 네트워크 외부성(positive network externality)'과 '부정적인 네트워크 외부성의(negative network externality)' 크기에 달려있다. 먼저, 이용자입장에서 인터넷에 접속하는 이용자수가 증가하면 긍정적인 네트워크 외부성(network externality)을 일으킨다. 이용자가 증가하면 할수록 그만큼 네트워크의 가치가 증가하기 때문에 이용자의 편익이 증가한다는 것은 잘 알려져 있는 사실이다 (Katz and Shapiro, 1985; Economides, 1996; Shapiro & Verian, 1999). 이와 반대로 이용자수가 증가하면 할수록 부정적인 네트워크 외부성도 발생하게 된다(Liebowitz & Margolis, 1994). 단기간에 걸쳐 급속히 증가한 인터넷 이용자수의 증가와 더불어 인터넷의 사용빈도 및 사용시간이 길어지고, 인터넷에 오가는 데이터/트래픽의 양이 급격히 증가하는 경우, 네트워크 곳곳에서 정체 및 지체 현상이

일어난다. 망이 혼잡 할 경우에는 무절제하게 대량의 트래픽을 발생시키는 한 사용자는 다른 이용자들에게 접속지연이나 접속불능, 대기시간을 증가시킴으로써 부정적 네트워크 외부성을 발생시키고, 이는 사회적 비용으로 환원된다.

실제로 인터넷의 지속적인 성장에 따라 인터넷호스트 수가 증가하고, 이에 따라 서버와 클라이언트간의 거리는 점점 멀어지고 있는 추세로 인하여 데이터 트래픽이 거쳐야 하는 중계 전송구간(link)과 노드(node) 수는 지속적으로 증가하여 인터넷에서 혼잡(congestion)과 병목(bottleneck)현상이 일어나는 빈도가 늘어나고 있다(진영민, 2001). 더욱이 인터넷 산업과 디지털 경제의 활성화로 인터넷이 영업활동 등 기업의 주요 생산요소로 자리잡으면서 고객에 대한 소구효과를 극대화하기 위하여 웹사이트들은 보다 복잡하고 현란한 그래픽과 대용량 동영상 및 음악 파일로 채워지고 있고, 이로 인하여 웹페이지 다운로드에 걸리는 시간은 늘어만 가고 있다. 인터넷에서 혼잡이 발생하면, 인터넷 이용 시 일반 이용자들이 경험하는 가장 대표적인 현상은 웹사이트의 접속속도, 즉 웹페이지의 로딩시간이 길어진다는 것이다.¹⁾ 이와 같은 이유로 2002년 5월 현재 가입자 850만이 넘는 초고속인터넷의 보급확산에도 불구하고 국내의 인터넷 이용자의 절반 이상이 여전히 인터넷 이용에 있어서 가장 불편한 사항으로 "느린 통신속도"를 들고 있다(한국인터넷정보센터, 2002.1).

현재까지는 인터넷망을 운영하고 있는 ISP들이 인터넷에서 폭증하는 트래픽을 처리하기 위해 네트워크에 대한 투자를 지속적으로 확대하여 대역폭을 확장해 오고 있지만, 속도저하와 접속불량 등 네트워크 품질 저하로 인해 고객의 불만은 끊임없이 이어지고 있다.²⁾ 이는 근본적으로 네트워크의 확장속도가 인터넷 트래픽의 증가 속도와의 큰 차이를 보이고 있기 때문이다. 실제로 지난 1999년 이후 인터넷 트래픽은 4-6개월마

1) 이용자들이 WWW에서 정보검색을 위하여 한 웹사이트에 접속할 때 웹페이지 로딩(load)시간이 8-10초를 초과하면 이 웹페이지에 대한 관심을 잃고 웹페이지 접속을 중단하거나 다른 웹페이지로 이동한다. 웹속도가 이용자에 미치는 파급효과를 분석한 Selvidge et. al. (2001)의 연구에 따르면 웹사이트의 응답시간이 길어지면 이용자들은 우울증과 스트레스에 시달리며, 또한 웹검색이 경제활동과 관련될 경우 생산성의 하락으로 이어진다고 분석되고 있다.

2) 백본망과 해외망, 서버와 라우터 같은 네트워크 설비의 사전준비 미비와 과열경쟁 속에서 급박한 서비스제공 등에 따라 초고속인터넷의 보급초기부터 가입자 800만에 가까운 양적 성장에도 불구하고 가입자들의 불만은 줄어들지 않고 있다. 한국소비자보호원(2001.3.5)에 따르면 초고속인터넷서비스와 관련 2000년도에 접수된 상담건수는 총 6,747건으로 전년 대비 1,323% 증가하였다. 소비자불만의 유형을 보면 속도 저하 및 접속 불량 등 서비스 품질에 관련된 항목의 비중이 전체의 31.3%로 압도적으로 많은 것으로 나타났다.

다 2배씩 증가하는 데 반해 네트워크 인프라는 18개월마다 2배씩 증가하고 있다(정보통신부, 2001; 전자신문, 2001.10. 25).

네트워크 수요 대비 공급용량의 불균형으로 인터넷망에서 혼잡(congestion) 문제가 점차 중요하게 제기되고 있는데, 이를 해결하기 위한 대안으로 대용량 네트워크를 경제적으로 구축하는 기술개발(최문기, 2000; 한국전산원, 2001; 이종현 외, 2001; 정재훈, 2002) 및 인터넷 이용량을 통제하는 요금제도 도입(MacKie-Mason and Varian, 1997; 유극렬, 1997; Mason, 2000; Odlyzko, 2001, Altmann and Chu, 2001) 등에 대한 논의가 제기되고 있다. 그러나 정작 인터넷에서 혼잡의 문제에 대한 체계적인 분석과 이에 대한 구체적인 해결 방안들에 대한 분석은 미진한 실정이다.

따라서 본 고에서는 인터넷 환경변화에 따라 점차 문제의 심각성이 제기되고 있는 인터넷 혼잡에 대하여 단순한 분석모형을 이용하여 체계적인 설명을 시도하고, 이에 대한 구체적인 해결방안 모색에 도움이 되는 이론적 기반을 제공하고자 한다.

본 고의 구성은 다음과 같다. 제2장의 1절에서는 혼잡의 원인을 보다 구체적으로 고찰한 후, 2절에서는 구체적인 해결방안을 검토해보고자 한다. 그리고 제3장에서는 본 고에서 얻어진 연구의 결론 및 시사점을 제시하고자 한다.

II. 혼잡의 원인과 해결방안

2.1 인터넷 혼잡의 원인과 부정적 네트워크 외부성

2.1.1 혼잡의 원인

최선형(best effort) 패킷교환 방식인 현 인터넷은 구조적으로 가입자의 품질요구를 반영할 수 없으며, 트래픽 엔지니어링 기능이 취약하여 라우팅 정책적용이 어렵고, 망 접속점의 라우팅 프로세스의 비효율성과 망인프라의 폭증에 따른 경로 불안전성 증가 등의 문제를 안고 있다. 이와 같은 이유로 인터넷의 특정 지점(node) 혹은 구간(link)에서 트래픽이 증가하면 혼잡(congestion)이 발생하여 접속 지연 및 단속, 패킷전송의 지연 등이 일어날 수 있다.³⁾ 특히 최근 초고속인터넷서비스의 보급확산과 인터넷 기술의 발

3) 패킷교환망인 인터넷에서는 특정 지점에서의 이용이 증가하는 경우에 개방되어 있는 전송 회선을 차단하기보다는 패킷이 착신지에 도달하는 시간을 추가로 지연시킨다. 이러한 지

전으로 인터넷 트래픽은 점차 고용량 광대역화되고 있으며, 인터넷 이용자의 급속한 증가에 따른 네트워크 이용수요의 급증으로 네트워크의 공급부족 현상에 따른 인터넷 망의 혼잡으로 대기시간의 증가 및 접속불량 등에 따른 인터넷망의 품질문제가 심각하게 제기되고 있다.⁴⁾

한편, 네트워크 수요와 공급의 불균형에 따라 발생하는 인터넷 망의 혼잡현상을 경제학에서는 '부정적 네트워크 외부성 (negative network externality)' 혹은 '공동의 비극 (tragedy of the commons)' 등의 개념을 이용하여 설명하고 있다(Liebowitz & Margolis, 1994:141-144). 망의 혼잡과 같은 부정적 네트워크 외부성은 개인적 가치평가 (valuations)와 사회적 가치평가의 차이가 존재하기 때문에 발생한다. 예컨대, 다수의 목동이 각자의 양 때를 방목할 수 있는 권한이 주어진 공유목초지가 있다고 가정할 때 발생할 수 있는 현상으로 각 목동들이 제한된 공동자원(목초지)을 자신의 편익만을 고려하여 양 때 규모를 무한정 늘려나가면 어느 순간 전체 양의 수는 공유목초지가 수용할 수 있는 범위를 초과하여 결국 먹이가 부족하여 양 때들이 고사하게 되는 공동의 비극이라는 최악의 상황이 일어날 수 있다는 것이다.

상황적으로 공동의 비극과 같이 인터넷에서 부정적 네트워크 외부성이 발생하는 이유는 패킷스위칭에 기반을 둔 공유하는 인터넷의 미디어적 특성에 기인한다고 할 수

연은 e-메일과 같은 지연에 민감하지 않은 서비스에서는 문제가 없지만, 화상회의나 인터넷 전화와 같은 실시간 서비스에서는 서비스 자체가 불가능한 치명적인 문제가 발생할 수 있다. 더욱이 특정 지점에서 라우터들은 폭주의 영향으로 "브라운아웃(brownout)"으로 알려진 국부적으로 일어나는 일시적인 혼란에 빠질 수 있다. 다시 말하면 라우터가 데이터 패킷 헤더에 등록된 인터넷주소를 우선 순위 없이 일일이 해독해 처리함에 따라 트래픽이 한곳에 집중되는 병목현상이 발생할 수 있다.

4) 인터넷에서 대부분의 트래픽은 TCP 프로토콜을 가지고 있으며, 최선형 모델인 인터넷에서 TCP 프로토콜은 망의 혼잡이 발생하면 전송률을 조절하는 혼잡제어 메커니즘을 갖고있어 인터넷의 안정성에 기여하여, 현재까지 폭발적인 트래픽의 증가에도 불구하고 기가랩스(gigalaps) 현상과 같은 인터넷의 혼자붕괴를 피할 수 있었다. 그러나 이와 같은 TCP에 기반한 혼잡제어 메커니즘이 동영상, 오디오, 음성서비스와 같은 실시간 데이터 트래픽을 이용한 어플리케이션에는 부적합하다. 따라서 이러한 어플리케이션에서는 TCP대신에 UDP프로토콜이 이용된다. 그러나 UDP는 신뢰성 있는 데이터 전송을 하지 않기 때문에 패킷손실이 자주 발생할 수 있으며, 또한 혼잡제어 메커니즘을 갖고있지 않다. 특히 초고속인터넷의 보급확산으로 점차 UDP프로토콜을 사용하는 온라인게임이나 동영상 스트리밍 어플리케이션의 이용이 보편화되고, 이들 멀티미디어형 어플리케이션이 유발하는 트래픽은 수~수십 메가급의 고용량 데이터로 망 전체에 혼잡을 일으킬 뿐만 아니라, 혼잡제어 기능을 갖고있는 TCP 기반의 어플리케이션들에게까지도 위협을 주며 궁극적으로 인터넷 망 전체품질에 치명적인 영향을 줄 수 있다.

있다. 즉, 인터넷에서 이용자 A가 네트워크로 보낸 각 패킷이 이 네트워크를 이용하는 다른 이용자 B, C, D 등이 보낸 패킷의 지연이나 손실을 유발하는 경우에 부정적 네트워크 외부성 혹은 혼잡 외부성(congestion externality)이 존재한다고 정의한다. 여기서 패킷의 지연이나 손실은 바로 다른 모든 이용자의 손실 즉 비용으로 간주될 수 있다. 이는 출퇴근 시간과 같은 러시아워 (rush hour)때 정체 상태인 도로에 진입하는 운전자는 이미 도로를 이용하고 있는 다른 운전자의 추가적인 지연의 형태로 비용을 유발하는 현상과 유사한 성격을 띤다. 이를 경제학적 개념을 사용하여 다시 말하면, 운전자들은 도로를 이용할 때 사회적 한계비용(marginal social cost)은 고려하지 않고 단지 자신의 사적 한계비용(marginal private cost)만을 고려하기 때문에 발생한다. 이는 경제에 의한 사회적 한계비용이 부정적인 네트워크 외부성을 야기시키는 각 도로 이용자의 사적 한계비용을 초과하는 것을 의미한다.

이와 같이 부정적 네트워크 외부성이 발생하는 원인은 패킷스위칭에 기반을 둔 공유하는 인터넷의 미디어적 특성과 결합된 이용자의 비효율적인 이용행태에 따른 인터넷 자원의 남용(over-usage)에 기인한다. 이런 남용의 문제가 발생하는 이유는 앞 절에서 이미 언급한 바와 같이 요금제도와 밀접한 관계를 갖고 있다. 특히 현재 대다수 국가에서 인터넷서비스의 요금체제로 적용되고 있는 이용량을 제한하지 않는 '정액요금제(flat-rate tariff)'에서 각 이용자들은 자신의 이용량을 통제할 아무런 인센티브(incentive)를 갖고 있지 않기 때문에 사용량에 따라 요금이 부과되는 종량제에서 보다 서비스 이용량을 필요이상으로 크게 늘리게 된다.⁵⁾

따라서 인터넷 이용량을 통제하지 않는 정액제와 같은 요금체계 하에서 각 이용자들은 자신의 비용과 편익에 대한 관심만을 갖게 될 뿐 자신이 무절제하게 유발하는 트래픽에 따라 망혼잡이 발생할 수 있거나 혹은 다른 이용자의 인터넷이용을 방해할 수 있다는 점에 대하여 고려하지 않는다. 즉 사회적 비용과 편익에 대하여 고려하지 않는 도덕적 해이(moral hazard)가 발생한다.⁶⁾ 도덕적 해이문제는 망이 혼잡하지 않은 경

5) 요금제도가 인터넷 이용자들의 이용행태 및 이용량에 영향을 미친다는 점은 여러 연구 사례에서 잘 증명되고 있다. 특히, 미국 버클리 대학에서 수행한 INDEX(Internet Demand Experiment) 프로젝트의 결과를 살펴보면 이용자들이 요금제의 변화에 따라 어떻게 인터넷 이용량이 변화하는가에 대하여 잘 보여주고 있다. 이 실험결과에 따르면 인터넷서비스에 정액제가 적용된 시기에 이용자들의 트래픽 발생량은 패킷종량제를 실시한 시기와 비교하여 2배 증가하였고, (분단위) 시간종량제를 적용한 시기보다 3배 증가하였다(Altmann & Chu, 2001).

6) 미국 AT&T의 경우, 전체 상위 4%의 인터넷이용자가 전체 네트워크자원의 50%를 활용하고, 프랑스 France Telecom (FT)의 경우도 상위 5%이용자가 FT 인터넷백본 트래픽의

우에 아무런 문제가 되지 않지만, 망이 혼잡 할 경우에는 무절제하게 대량의 트래픽을 발생시키는 한 사용자는 다른 이용자들에게 접속지연이나 접속불능, 대기시간을 증가시킴으로써 부정적 네트워크 외부성을 발생시키고, 이는 결과적으로 사회적 비용을 유발시키게 된다.)

2.1.2 부정적 네트워크 외부성의 생성 메커니즘

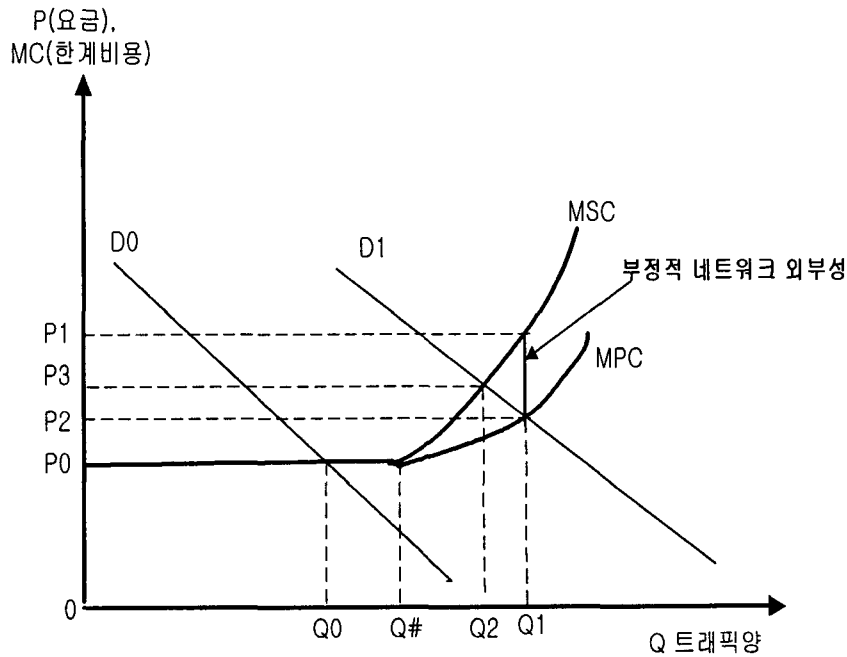
앞서 설명한 혼잡을 발생시키는 요인들을 고려하여 부정적 네트워크 외부성이 발생하는 메커니즘을 간단한 도형을 이용하여 설명하면 다음 [그림 1]과 같다. 시간당 Q# 메가바이트(Megabyte)의 용량을 갖는 인터넷 망이 있다고 가정하면, 요금 P0가 주어졌을 때 네트워크 용량 Q#을 초과하지 않는 트래픽에서 추가적인 트래픽의 한계비용은 동일하며, 트래픽 흐름의 지체는 일어나지 않는다. 실제로 혼잡이 없는 네트워크에서 추가적인 트래픽의 한계비용은 거의 0에 가깝다(MacKie-Mason & Varian, 1997:47).

그러나 트래픽의 양이 Q#을 넘어서면 네트워크 내 모든 트래픽에서는 지체가 발생한다. 따라서 Q#를 넘어서는 트래픽을 추가로 네트워크에 보내고자 하는 이용자는 모두 이용자로 하여금 지체를 경험하게 만든다. 따라서 이용자 자신이 네트워크로 보낸 파일이 수신자에게 도달되기까지 기다리는 시간인 사적 한계비용(marginal private cost, MPC)은 증가하게 된다. 이 경우 추가적인 트래픽을 유발시키는 당사자 자신은 물론이고 동일 네트워크를 이용하는 모든 이용자에게도 지체를 초래하게 된다. 바로 이와 같은 이유로 아래 도형에서 사회적 한계비용곡선(marginal social cost, MSC)이 사적 한계비용곡선(MPC) 위에 놓이게 된다. 즉, 사적 한계비용과 사회적 한계 비용의 차이가 있을 때 부정적 네트워크 외부성'이 발생하게 된다.

50%를 점유하고 있으며, 상위 20% 이용자가 전체 트래픽의 80%를 차지하고 있다.

7) 1999년 하이브리드 P2P 시스템에 기반한 음악파일 교환소프트웨어인 Napster가 인터넷 상에 공개되면서 전세계적으로 이용이 확산되었다. Napster의 확산은 저작권 문제뿐만 아니라, 한 곡 당 4~8 메가 크기의 대용량 음악파일의 유포로 네트워크의 트래픽 혼잡문제를 야기시켰다. 예컨대 전 미국의 대학에서는 Napster의 이용이 늘어나서 시간대를 구분하지 않고 대량의 데이터파일 유통이 이루어져 미국의 전 대학에서는 Napster의 사용금지와 함께 Napster가 이용하는 TCP/IP 포트를 폐쇄하는 사태에 이르렀다. 이는 대학의 구내망 및 인터넷 회선이 Napster 트래픽으로 대역이 모두 점유됨으로써 정상적인 네트워크 운영에 지장을 초래하였기 때문이다(Coffman and Odlyzko, 2001).

[그림 1]에서 수요곡선 D0을 살펴보면, 추가적인 트래픽의 사적 한계비용에서 이용자 모두 동일한 요금을 지불한다. 수요곡선 D0에서 트래픽의 수요량은 Q0이고 이용자들은 P0 수준의 요금을 지불한다.



[그림 1] 부정적 네트워크 외부성(Negative Network Externality)

한편, 네트워크 크기와 네트워크 트래픽양 간에 정(+)의 상관관계가 있다고 전제한다면, 네트워크의 크기가 커지면 트래픽의 수요량 역시 증가할 것이다. 그리고 경우에 따라서는 트래픽의 수요량이 네트워크의 수용능력 이상까지 증가할 수도 있다.⁸⁾ 상기 도형에서는 이러한 수요증가 현상을 수요곡선 D0가 D1으로 우상향 이동하는 것으로 묘사하고 있다. 이제 개별 이용자들의 최적 균형점은 Q1의 사용량과 P2의 요금수준에서 결정된다. 그러나 균형 트래픽 양인 Q1에서 모든 이용자의 트래픽 속도는 떨어지

8) 물론 트래픽 이용수요의 증가 (D0 -> D1)는 네트워크의 크기(가입자 수 혹은 호스트 수 등)가 증가할 때 네트워크의 수요가 증가하는 네트워크 효과뿐만 아니라 대체재나 보완재의 가격변화, 이용자들의 수입의 변화, 이용자의 선호도(preference)변화 등 여러 가지 다양한 요인들이 복합적으로 작용하여 얻어지는 결과이다. 따라서 이들 수요 변화 요인들은 네트워크 크기의 변화가 안정적(constant)일 경우에도 수요변화를 일으킬 수 있다.

므로 사회적 한계비용은 P1 수준이 되고, 따라서 트래픽 양 Q1에서 P1-P2만큼의 부정적 네트워크 외부성이 존재한다고 설명할 수 있다. 한편, 사회 전체의 최적 균형점은 요금수준 P3와 트래픽 양 Q2에서 일어나게 되는데, 사적 균형점과 비교해 볼 때, 요금수준은 상승하고 사용 트래픽은 감소하고 있음을 알 수 있다.

이상 간단한 도형을 이용하여 살펴본 바와 같이 혼잡은 네트워크의 초과 수요로 인하여 발생하며, 이때 추가적인 트래픽을 유발시킨 이용자는 자신뿐만 아니라 네트워크에 연결되어 있는 다른 이용자들 모두 혼잡을 경험하게 함으로써 사적 한계비용과 사회적 한계비용 간의 차이를 발생시키며, 결과적으로 부정적 네트워크 외부성이 발생함을 알 수 있다.

2.2 혼잡의 해결방안

2.2.1 혼잡해결의 대안

인터넷 이용자의 증가, 이용시간 증가, 그리고 대용량 멀티미디어 콘텐츠의 이용 선호는 인터넷 트래픽을 급증시켜 망의 혼잡을 가중시킴으로써, 네트워크 품질을 하락시켜 이용자의 불만을 야기시키고 있다. 이런 문제의 해결책으로는 공급을 늘리거나, 초과수요를 줄이는 방안을 고려해 볼 수 있다. 즉, 기술개발 및 투자확대를 통해 네트워크를 확장하는 방안과 네트워크 투자는 최소화하고 트래픽을 통제할 수 있는 '혼잡세(congestion toll)' 부과를 통한 초과수요를 감소시키는 방안을 고려해 볼 수 있다.

첫 번째 대안은 망을 운용하는 통신사업자들이 일반적으로 적용하고 있는 방법으로 네트워크의 공급량을 늘림으로써 증가하는 네트워크 수요를 흡수하는 것이다. 그러나 부족한 자원을 확장함으로써 일정 수준의 네트워크 품질을 일시적으로 유지할 수는 있지만, 앞서 지적한 바와 같이 인터넷 트래픽은 네트워크 공급과 수요가 상승하는 순환적 성장구조를 갖고 있기 때문에 네트워크의 용량을 확장하는 것은 잠재하고 있는 수요를 촉발시키기 때문에 근본적인 대안은 되지 못한다.

혼잡에 따른 네트워크 품질의 저하를 막기 위한 수단으로 네트워크 용량을 확장하는 것은 통신사업자의 네트워크설비 운용에 있어서 일반적으로 적용되고 있는 과잉공급(over-provisioning) 전략과 깊은 연관관계가 있다. 과잉공급은 최번 시의 트래픽

수요를 품질변화 없이 유지할 수 있도록 충분한 네트워크 용량을 유지하는 것을 의미한다 (MacKie-Mason & Verian 1997:43-44). 그러나 망의 혼잡을 제어하기 위한 수단으로 과잉공급은 많은 문제점을 내포하고 있다. 과잉공급은 비번시 너무 많은 여유 용량이 남게 되는 네트워크 자원의 비효율적 배분이 일어난다. 더욱이 네트워크의 여유용량 확장은 특정 트래픽의 고유 특성에 좌우되는 특성을 고려하면, 이와 같은 문제는 더욱 심각해진다. 예컨대 지체나 정체 등에 큰 영향을 받지 않는 트래픽의 경우 평균 이용률 (average utilization rate) 90%는 최번 시의 트래픽을 수용하기에 충분한 여유용량을 제공한다. 반면 음성전화, 스트리밍 비디오 등 지체에 민감한 어플리케이션의 경우 10% 이하까지의 평균이용률이 유지되어야 한다 (Kelly, 1997: 253).

따라서 인터넷에서 멀티미디어 콘텐츠 수요확대에 따른 광대역 트래픽의 증가를 수용하기 위한 수단으로 네트워크 용량의 확대는 네트워크 자원의 효율적 운용 측면에서 심각한 문제가 야기된다. 이와 같은 이유로 네트워크의 확장비용이 지속적으로 감소하고 있지만(Galbi, 2001), 망의 혼잡을 억제 혹은 제거하기 위한 대안으로 지속적으로 망의 확장을 추진하는 것은 대다수 ISP가 인터넷사업을 통한 수익성에서 어려움을 겪고있는 현실을 감안하면 경제적인 측면에서 한계가 있다.⁹⁾

한편, 혼잡문제 해결을 위한 기술적 대안에 대하여 살펴보자. 인터넷의 속도를 높이고, 고품질 네트워크 구축을 위한 대표적 기술로 수십 테라급 이상의 대용량 IP망을 경제적으로 구축할 수 있는 광인터넷 기술개발이 활발하게 진행되고 있다. 광인터넷망은 "기존 IP가 갖는 범용성 및 규모성과 WDM의 풍부한 대역제공 능력을 결합하여 폭증하는 인터넷 대역 요구를 경제적, 효과적으로 수용할 수 있게 하는 차세대 통신망"이다 (이종형 외, 2001).

그러나 광인터넷을 비롯한 IPv6 등 차세대 인터넷관련 기술은 아직까지 기술개발 단계에 머무르고 있고, 상용화가 조만 간에 이루어진다고 해도 새로운 네트워크 구축에 따른 예측할 수 없는 막대한 비용문제뿐만 아니라 기존 망과의 통합절차 과정에 수년이 소요되는 점을 고려한다면, 중·단기적으로 기술개발을 통한 현 인터넷서비스의 품

9) 한편, 국내의 인터넷 콘텐츠 유통에 있어서 병목현상은 각 ISP의 통신망(백본) 내부가 아니라 타 ISP 망과의 접속점인 IX(Internet Exchanges)와 국제회선 구간인 점을 감안하면 회선증설에 따른 투자비 부담은 매우 높은 수준에 이르고 있다. 국내 인터넷 트래픽의 85%가 해외사이트에 접속되고 있지만 국제회선의 서비스가격이 비싸기 때문에 회선증설에 어려움이 있다. 예를 들어 한국과 미국간 인터넷 전송속도는 1.2Gbps에 불과하며(한국에서 아시아 국가간 속도는 38.6Gbps, 미국과 유럽간 속도는 1,213Gpbs) 한국에서 미국간 STM1(OC3, 155Mbps)에 접속하기 위해 한국의 ISP들이 매월 약 18만 달러의 비용을 지불하고 있다 (디지털타임스, 2001.11.13).

질문제는 해결되기 어려울 것으로 판단된다(Ovum, 2000).

따라서 기존 네트워크의 물리적 용량을 최대한 유지하면서 네트워크 이용의 효율성을 제고함으로써 망의 혼잡문제를 해결할 수 있는 방안이 절실히 요구되고 있다. 네트워크 공급대미 초과 수요가 발생할 경우, 시장에서 요금이 유연하게 설정될 수 있으면 요금상승으로 트래픽 증가에 따른 혼잡 문제는 쉽게 해결된다. 그러나 초고속인터넷 서비스의 경우, 대다수 국가에서 월정액을 지불하고 무제한 인터넷을 이용할 수 있는 정액제를 실시하고 있기 때문에 혼잡문제를 해결하기 위한 트래픽 통제 수단으로 동태적인 요금조정이 불가능하다.¹⁰⁾

이와 같은 이유로 혼잡문제를 해결하기 위한 두 번째 대안으로 망의 혼잡을 유발하는 이용자에게 적절한 혼잡비용을 부과함으로써 트래픽을 통제하고 네트워크의 효율성을 제고할 수 있는 합리적인 요금체계의 도입이 필요하다.¹¹⁾ 혼잡비용의 부과는 환경경제학에서 오염문제를 해결하기 위한 방안으로 제시되고 있는 '교정 세금(corrective

10) 이용량을 제한하지 않는 정액요금제에서 각 이용자들이 자신의 이용량을 통제할 아무런 인센티브를 갖고 있지 않기 때문에 사용량에 따라 요금이 부과되는 종량제에서 보다 이용자들은 서비스 이용량을 필요이상으로 크게 늘리게 된다. 정액제의 또 다른 문제점은 이용량의 관계없이 부과되는 획일적인 요금구조로 소량이용자가 대량이용자를 보조(subsidy)하는 비용배분의 비형평성을 들 수 있다. 아울러 정액제에서는 가입자당 매출이 고정되어 있고, 트래픽 증가가 수익과 연계되지 않아 투자인센티브가 부재하기 때문에 서비스품질 제고를 위한 네트워크 고도화를 지연시키는 문제점을 내재하고 있다 (박정석, 이지형 2002). 그러나 이러한 문제점들은 서비스 도입초기에는 크게 문제시되지 않았다. 비록, 합리적인 이용자들이 한계효용이 0이 되는 이용량만큼 소비한다 하더라도 그 수가 극히 소수의 매니아에 국한되었기 때문에 자원낭용의 수준은 극히 미미하였다. 오히려 초고속인터넷서비스의 확산을 위해서 매니아들이 자유롭게 활동할 수 있는 환경을 조성한다는 입장에서 정액제는 바람직한 요금제였다고 할 수 있다. 더욱이 사업자에게는 과금 등 서비스 운영관리가 간편하고, 고객에게는 지출비용의 예측이 간단하고, 요금체계가 이해하기 쉽기 때문에 가입수요 활성화를 위하여 낮은 수준의 정액제 도입은 필연적인 결과였다.

11) 혼잡시의 요금부과방법에 대한 대표적인 이론적 논의의 하나로서 MacKie-Mason과 Varian(1995b)이 제안한 "스마트 마켓(smart market)"을 들 수 있다. 스마트 마켓 이론은 혼잡시의 사회적 비용을 회수하는 메커니즘에 대한 연구로서 인터넷 등의 데이터망에 적합한 가격구조를 제안한 대표적인 연구로 알려져 있다. Clark(1997)의 '토큰/바구니(Token/Bucket) 모형'은 실제 이용량에 의한 가격책정방식이 아니라 예상 이용량에 의한 가격책정방식이라는 점에서 스마트 마켓 모형과 구별된다. 이들 혼잡요금체계이외 많은 연구자들이 다양한 유형의 혼잡요금모형을 제안하고 있지만, 이들 모델은 망자원을 사용할 때의 중요한 비용 중의 하나인 혼잡으로 인한 사회적 비용, 즉 부정적 네트워크 외부성을 통제하기 위한 요금체계라는 공통점을 갖고 있다. 그리고 이들 요금체계는 망의 비용구조에 입각한 과금원칙을 충실히 따름으로써 망의 효율적인 이용을 달성하는 데에 효과적이다. 그러나 이 요금 모델들은 경제적, 기술적 제약을 고려하지 않고 지나치게 이론적인 면만을 강조함으로써 구현하기에는 비용이 과다하게 요구되고, 기술적으로도 복잡하여, 현실적으로 도입하기 어려운 문제점을 갖고 있다.

tax)¹²⁾과 같이 혼잡을 일으키는 당사자에게 혼잡 해결을 위해 필연적으로 따르는 비용을 혼잡세 형태로 부과하는 방법이다.

인터넷서비스의 요금체계로서 혼잡세를 적용할 수 있는 요금체계로 이용량에 따라 요금이 부과되는 종량제(usage-based plan)의 도입을 고려해 볼 수 있다 (MacKie-Mason and Varian, 1995a). 그러나 종량제는 다음 [표 1]에서 보는 바와 같이 사업자와 이용자입장에서 각기 여러 가지 장점과 단점을 동시에 갖고있다. 그러므로 혼잡을 발생시키는 구조적 원인으로 지적되고 있는 정액요금체계를 개선하기 위한 방안으로 단순히 종량요금제를 도입하는 것은 또 다른 구조적 문제점을 발생시킨다.

[표 1] 인터넷서비스의 요금체계별 특성 비교

구분	정액제	종량제	이부요금제	
			선택 이부요금제	부분정액 이부요금제
비용배분의 형평성	○	●	●	●
서비스 남용억제	○	●	●	●
투자인센티브	○	●	●	●
이용편리성	●	○	○	●
수요 촉진	가입수요	○	●	●
	이용수요	●	○	○
서비스 차별화	○	●	●	●
고정비 회수	●	○	○	●
운영효율성(과금 등)	●	○	○	○

주 : ● 높음, ○ 보통, ○ 낮음

자료: 박정석, 이지형, 2002

따라서 현 요금체계를 개선하기 위한 방안으로는 정액제와 종량제가 갖고 있는 단점을 보완하고 장점을 강화할 수 있는 요금체계 개발과 도입에 대한 검토가 요구된다. 이미 경제학에서는 경제적 효율성과 사회적 후생을 제고할 수 있는 최적요금방안에 대한 다양한 연구가 진행되어 왔으며, 선형요금인 정액제와 종량제의 단점을 보완하는 요금제로서 비선형요금인 "이부요금제(two-part tariff)"가 제안되어 왔다.¹³⁾ 이부요금제

12) 이에 대한 자세한 논의는 Karp and Livernois(1992)와 Benckekroun and Van Long(1998) 참조

이런 이용자가 이용량에 관계없이 월정액으로 납부하는 "기본료"와 서비스 내용이나 이용량 (이용시간 혹은 데이터양) 등 사용량에 따라서 "종량요금"이 부과되는 두 가지 구성요소로 이루어진 요금체계를 말한다(Mitchell and Vogelsang, 1991). 이러한 이부요금의 일반적 구조는 실무적으로 산업별 특수성과 시장상황 및 정책환경 등을 고려하여 여러 가지 유형으로 변형한 형태로 적용이 가능하다.

예컨대, 보편적 서비스차원에서 소량이용자를 보호하기 위한 방법으로 일정한 수요량 이하의 수요자에게는 기본료를 받지 않는 균일 종량요금을 적용하고, 그 이상의 수요량의 수요자에게는 이부요금의 종량요금을 적용하는 선택요금 방법을 적용할 수 있다. 이와 같이 "선택요금과 결합된 이부요금제(이하 선택이부요금제)"는 이부요금의 기본료가 소량이용자를 배제할 가능성을 내재하고 있으므로 소량이용자에게는 종량요금을 제시함으로써 서비스이용의 장애를 최소화할 수 있다. 그러나 이러한 선택요금 방법은 대다수 이용자가 종량제를 선택함으로써 사업자의 고정비회수가 불가능하게 되는 종량요금제의 구조적 문제가 반복될 수 있다.¹⁴⁾

이러한 문제를 보완하는 방법으로 일정한 기본이용량을 보장하는 기본이용료를 부과하고 추가이용량에 대하여 종량요금을 부과하는 "부분정액 이부요금제"를 고려해 볼 수 있다.¹⁵⁾ 부분정액 이부요금제에서는 적정수준의 월기본료를 통하여 고정비회수 문제를 극복하고, 동시에 일정한 기본이용량을 보장 받는 월 기본요금을 통하여 이용자 입장에서 경험하는 정액요금제의 편리함을 유지할 수 있다.¹⁶⁾ 또한 기본이용량을 초과하는 트래픽에 대하여 수혜자부담원칙이라는 차원에서 트래픽을 발생시킨 당사자에게 요금을 부과함으로써 비용배분의 비형평성 문제를 극복할 수 있다. 아울러 망의 혼잡측면에서 많은 트래픽을 유발하는 이용자에게 혼잡세(congestion toll)형태의 종량요금을 부과하는 것은 이용자의 도덕적 해이를 억제함으로써 서비스남용을 방지하여 네트워크 자원의 효율적 배분과 운영의 효율성이 제고될 수 있다.¹⁷⁾ 즉, 사업자는 네트워크 자원

13) 이러한 이부요금은 "수지균형을 조건으로 경제적 후생을 최대화"하는 요금제도로 받아들여지고 있으며, 현재 대부분의 자연독점적 네트워크산업(전력, 가스, 수도, 전화 등)에 적용되는 보편적인 요금체계이다.

14) 따라서 이 방법은 서비스 도입초기 보다는 사업자의 고정비의 회수가 어느 정도 이루어진 이후에 시행하는 것이 바람직하다.

15) 이 형태의 이부요금을 초고속인터넷서비스에 적용하고 있는 사업자는 호주의 Telstra, 오스트리아 Austria Telecom, 벨기에 Belgacom을 들 수 있다.

16) 물론 이를 위해서는 일부 대량이용자(일반적으로 전체 이용자 중 5-10% 이내)를 제외하고는 대다수 이용자의 평균이용량이 기본 이용량 범위 내에 머물러야 한다.

17) 물론 사업자는 이부요금제 도입을 위해 종량제에서와 같이 가입자의 이용량 측정 및

이 최대 용량에 도달할 경우에 이부요금의 부분종량제를 통하여 부가적인 네트워크 용량을 제공하기 위하여 필연적으로 발생하는 비용 즉, 증분사회비용(incremental social cost)을 유발시킨 이용자에게 부과할 수 있다. 즉 사업자는 현 서비스의 품질제고는 물론이고, 차세대서비스 제공을 위한 재투자 기반을 조성할 수 있다.

2.2.2 대안 평가

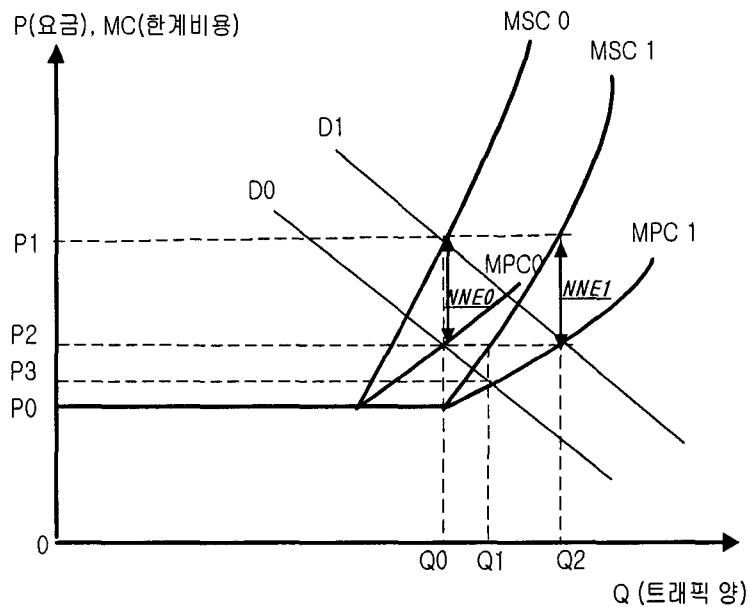
다음은 이상에서 살펴본 혼잡의 해결대안으로 기술개발 및 투자확대를 통한 '네트워크 확장'과 트래픽을 통제하기 위한 '혼잡세 부과' 방안에 대한 적격성 여부를 검토하여야 한다. 지금부터는 앞장에서 제시한 부정적 네트워크 외부성의 생성 메커니즘 모델을 이용하여 두 가지 대안을 앞장에서 제시된 부정적 네트워크 외부성의 생성 메커니즘을 설명한 모델을 이용하여 비교 분석해 보고자 한다.

2.2.2.1 기술개발 및 투자확대를 통한 네트워크 확장

다음 [그림 2]의 도형은 최초의 수요곡선 D_0 와 고정된 네트워크 용량이 주어져 있는 전형적인 상황을 묘사하고 있다. 여기에서 네트워크의 이용 요금수준은 사적 한계비용과 같은 것으로 가정하고 있으며, 바로 이 지점인 P_2 의 요금수준에서 트래픽 양은 Q_0 만큼 수요가 발생한다. 따라서 이 트래픽양에서 P_1 - P_2 만큼의 부정적 네트워크 외부성(NNE0)이 발생한다(참조 그림 1). 이때 네트워크 공급량이 증가하면 한계비용곡선 MSC_0 와 MPC_0 는 동일한 기울기를 유지하며 모두 우측으로 이동하여 MSC_1 과 MPC_1 이 된다. 이때 부정적 네트워크 외부성은 P_2 - P_3 로 예전보다 작아진다.

그러나 이러한 부정적 네트워크 감소효과는 일시적 현상으로, 일반적으로 혼잡이 줄어들면 인터넷 이용의 한계편익이 증가하기 때문에 자제되었던 인터넷 이용량의 증가로 이어진다. 따라서 수요곡선이 연속적으로 D_0 에서 D_1 으로 이동하게 됨에 따라 새로운 사적 균형점은 Q_2 과 P_2 로 요금수준인 최초의 부정적 네트워크 외부성이 일어났던 상황으로 환원된다. 즉 P_1 - P_2 만큼의 부정적 네트워크 외부성(NNE1)이 다시 만들어지게 된다.

과금을 위한 관리시스템의 구축을 위하여 정액제에서 발생하지 않는 추가적인 비용부담이 발생한다.



[그림 2] 망혼잡 해결을 위한 대안으로 네트워크의 확장

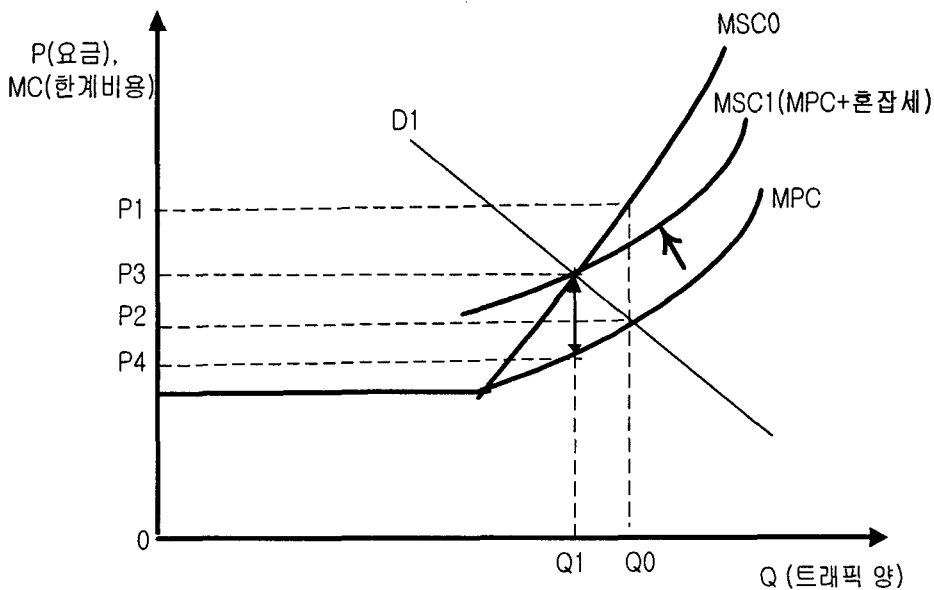
요컨대, 부정적 네트워크 외부성을 줄이기 위하여 네트워크의 물리적 용량을 확장하는 전략은 혼잡으로 인해 잠재되어 있던 네트워크 수요를 촉발하여 결과적으로 최초의 부정적 네트워크 외부성(NNE0)의 상태와 비교하여 트래픽 양이 증가한 부정적 네트워크 외부성(NNE1)의 상태로 회기하게 된다. 이 상황은 고속도로에서의 교통체증 문제와 비교될 수 있다. 교통체증을 줄이기 위한 목적으로 도로의 확장이 이루어지지만 근본적인 교통체증의 문제를 해결해 주지 못하고 있는 점과 비슷하다. 이는 잠재된 혹은 억제된 트래픽 수요가 확장된 네트워크 공급을 바로 흡수해 버리기 때문이다.

2.2.2.2 혼잡세(Congestion Toll)의 부과

이상에서 살펴본 바와 같이 개인들의 최적 균형점은 아래 [그림 3]에서 트래픽 양 Q_0 과 네트워크 요금 수준 P_2 가 만나는 지점이 된다. 이는 사회적 최적 균형점(P_3, Q_2)과 차이가 나므로, 혼잡이 일어날 경우, 개인들의 최적 균형점을 이동시켜 사회적 최적 균형점에 도달하기 만드는 혼잡세의 도입이 필요하다.

최적 혼잡세의 규모는 사회적으로 최적 규모의 트래픽 양에서 발생하는 부정적

네트워크 외부성의 크기와 동일하다. 즉 상기 [그림 3]에서 P3-P4를 의미한다. 곡선 MSC1은 사적 한계비용에 혼잡세를 더한 곡선으로 사적 한계비용 곡선이 혼잡세 부과로 이동됨을 의미한다. 따라서 혼잡세를 부과한 결과, 새로운 균형점에서 요금수준은 P3이고 트래픽량은 Q1이 되므로 이제 사적 균형점이 사회적 최적 균형점과 일치하게 된다.



[그림 3] 망혼잡 문제 해결을 위한 혼잡세 부과

이상의 분석에서는 혼잡세를 트래픽의 수요와 사회적 한계비용이 동일한 지점에서 발생하는 혼잡외부성의 크기로 전제하였다. 그러나 실제로 혼잡세 수준을 파악하기 위해서는 수요량과 어플리케이션의 복합(mix)의 변화를 고려해야 한다. 예컨대, 출퇴근 시간대 등 상황에 따라서 역동적으로 변화하는 교통 트래픽에서 처럼 인터넷 트래픽 역시 유사하게 혼잡이 심한 시기와 혼잡이 덜한 시기 등이 있기 때문에 네트워크의 혼잡정도에 따라서 혼잡세 수준 역시 유연하게 변화시켜야 한다.

또한 인터넷에서는 어플리케이션의 유형에 따라서 망혼잡에 끼치는 영향에 차이가 있기 때문에 동태적으로 혼잡세를 부과하기 위해서는 특정 시간 혹은 시기에 따라 변화하는 어플리케이션 혼합의 변화 가능성을 고려해야 한다. 이는 높은 대역폭을 요구하는 고용량 어플리케이션을 이용하는 이용자가 동일 시간대에 몰리면, 부정적 네트워크

크 외부성은 더욱 커지게 되기 때문이다. 따라서 주도적으로 이용되는 어플리케이션 복합의 변화는 인터넷 이용 수용의 변화에 따라 최적 혼잡 비용에 변화가 일어나는 것과 유사한 영향을 끼친다. 높은 대역폭을 요구하는 고용량 어플리케이션을 이용하는 이용자가 동일 시간대에 몰리면, 최적 네트워크 양에서 부정적 네트워크 외부성은 증가하게 된다. 따라서 혼잡세 수준 또한 함께 증가해야 한다. 이와 반대의 경우 혼잡세 수준은 줄어들어야 한다.

III. 결론 및 시사점

최근 급변하고 있는 국내의 인터넷환경에서 가장 두드러진 현상으로 인터넷이용자의 증가, 가입자망의 고도화 그리고 다양한 유형의 멀티미디어 콘텐츠 및 어플리케이션의 이용수요 확산 등을 들 수 있다. 즉 인터넷 전반에 걸쳐 광대역화가 진행되고 있다고 축약할 수 있다. 인터넷의 광대역화는 인터넷의 생활밀접도를 제고함으로써 인터넷이 더 이상 대체 통신수단으로 뿐만 아니라 교육, 오락 및 여가활동, 가계의 경제활동 등을 위한 도구로서 일상생활 전반에 걸쳐 활용범위가 확대되고 있다. 아울러 인터넷이 모든 산업분야와 기업활동을 융합하는 매체로서 디지털경제의 중추적인 기반구조로 자리잡으면서 인터넷은 경제활동의 중요한 생산요소로 강조되고 있다.

이러한 경제적, 사회적 기대감이 실현되기 위해서는 고도화되고 안정적인 네트워크(인터넷)의 적절한 공급이 선행되어야 한다. 그러나 주지하다시피 최선형 패킷교환방식의 현 인터넷은 급증하는 네트워크 수요를 감당하기에는 기술적 한계를 이미 드러내고 있으며, 또한 사업자들이 네트워크의 확장을 통하여 매년 3-4배씩 증가하는 트래픽을 수용하기에도 경제적으로 한계수위에 도달하고 있다. 이에 따라 네트워크 이용수요 대비 네트워크 공급량의 불균형으로 인터넷망에서의 혼잡문제가 제기되고 있으며, 이에 대한 대안으로 네트워크 투자를 확대하고 대용량 네트워크를 경제적으로 구축할 수 있는 기술개발과 트래픽을 통제할 수 있는 요금제도의 도입이 추진되고 있다.

이와 같은 문제의식에서 출발하여 본 고에서는 혼잡의 원인이 부정적 네트워크 외부성이 존재하기 때문인 것을 밝혀냈으며, 아울러 실무적으로 혼잡문제 해결의 대표적인 대안으로 적용되고 있는 네트워크의 용량확대는 혼잡해결의 근본적인 대안이 되지 못함을 간단한 모형을 이용하여 설명하였다. 반면 실무적으로 별로 주목 받고 있지

않는 혼잡세를 부과할 수 있는 요금제의 도입은 효율적인 혼잡 해결방안 임을 밝히고 있다.

이러한 분석결과를 바탕으로 얻어지는 정책적 시사점은 중, 장기적으로는 현 인터넷의 문제를 해결해 줄 수 있는 차세대인터넷관련 대체기술의 조속한 상용화로 기하급수적인 급증이 예상되는 인터넷 이용수요에 대응해나가기로 노력해야 한다. 하지만 이러한 기술적 해결방안의 적용이 가능한 시기 이전까지, 즉 단기적으로는 혼잡의 주요 원인으로 지적되고 있는 현행 정액요금제의 개선 등을 통하여 가용 네트워크자원의 효율적인 배분이 이루어는 제도적 장치가 마련되어야 한다.

물론 이와 같은 요금제 개편과 같은 제도적 개선을 위해서는 현 인터넷이 안고 있는 문제에 대한 이해당사간의 공감대가 형성되어야 하고, 문제해결을 위한 개선안 마련에 통신사업자, 이용자(시민단체), 정부 등 각 참여 주체간의 합의가 전제되어야 한다.

[참고문헌]

- 박정석, 이지형, "초고속인터넷서비스의 요금체계의 문제점 및 해결방향에 관한 연구", 한국통신학회, 2002 하계종합학술대회 발표논문집, 2002.7.
- 유극렬, '인터넷 요금구조 연구', 정보통신학술 연구과제 96-07, 1997.3.
- 이종형 외, "광인터넷 기술동향 및 진화 전망", 한국전자통신연구원, 주간기술동향, 1000호, 2001.6.5.
- 디지털타임스, '인터넷국제회선 기반확대 필요', 2001.11.13.
- 전자신문, "웹가속기시장 '기지개'-사이트 접속시간 8초의 법칙을 지켜라", 2001.10.25.
- 정보통신부, "유·무선 통신사업자 가입자 현황" 각 호.
- 정보통신부, 한국전자통신연구원, '인터넷 트래픽 증가 수용을 위한 기반망 구조 연구', 2001.12.
- 정재훈, 김용진, "IPv6 동향 및 전망", 한국전자통신연구원, 주간기술동향 1033호, 2002.2.5.
- 진영민, "인터넷망의 기술동향과 전망", 통신시장 2001.7-8, 2001.
- 최문기, "네트워크 기술동향과 발전전망", 정보화정책, 7권 2호, 2000.
- 한국소비자보호원, '초고속인터넷 서비스 관련 소비자 피해사례 분석 및 예방대책', 2001.3.5
- 한국인터넷정보센터, '인터넷이용자수 및 이용행태에 관한 설문조사 결과보고서', 각 분기별 보고서.

- 한국전산원, '차세대 인터넷으로의 전환에 대비한 데이터/음성/영상 트래픽 측정 및 분석에 관한 연구', 2001.1.
- 한국전산원, '광인터넷 구축방안에 관한 연구' 2001.12.
- Altmann, J. & Chu, K., "How to Charge for Network Services - Flat-rate or Usege-based?" *Computer Networks* 36, 519-531, 2001.
- Benchekroun, H. & Van Long, N., "Efficiency-inducing Taxation for Polluting Oligopolists" , *Journal of Public Economics* 70, 325-342, 1998.
- B. Com, Heath R Gibson, "Easing the Internet Traffic Jam: A Comparison of Capacity Expansion and Congestion Tolls as Competing Alternatives for Reducing Internet Congestion", An honors thesis from University of Newcastle, Australia, 1998
- Coffman, K.G. & Odlyzko, A., "Internet Growth : Is there "Moore' Law" for data traffic?", 2001.7.4. <http://www.research.att.com/~amo>.
- Economides, Nicholas, "The Economics of Networks", *International Journal of Industrial Organization* 14:2, March 1996
- FCC, "Digital Tornado: The Internet and Telecommunications Policy", OPP Working Paper 29, 1997.
- Galbi, D, "Bandwidth Use and Pricing Trends in the US", *Telecommunications Policy* 25, 1-2, 139-154, 2001.
- Karp, L. & Livernois, J., "On Efficiency-induction Taxation for a Non-renewable Resource Monopolist" , *Journal of Public Economics* 49, 219-239
- Katz, M.L. & Shapiro, C., "Network Externality, Competition, and Compatibility" , *American Economic Review* 75, 3, 424-440, 1985
- Kelly, F.P., "Charging and Accounting for Bursty Connections", in *Internet Economics*, L.W. McKnight and J.P. Bailey, The MIT Press, 253-278, 1997.
- [25] Liebowitz, S.J. & Margolis, S.E., "Network Externality: an Uncommon Tragedy", *Journal of Economic Perspectives* 8, 2, 133-150, 1994.
- MacKie-Mason, J.K & Varian, H.R., "Some FAQs about usage-based pricing" , in *Computer Networks and ISDN Systems* 28, 257-265,1995a.
- MacKie-Mason, J.K & Varian, H.R., "Pricing the Internet" in *Public Access to the Internet*, ed. B. Kahin and J. Keller, Englewood Cliffs, 1995b.
- MacKie-Mason, J.K & Varian, H.R., "Economic FAQs About the Internet" in *Internet Economics*, L.W. McKnight and J.P. Bailey, The MIT Press, 27-62, 1997.
- Mason, R., " Simple competitive Internet Pricing", *European Economic Review* 44,

- 1045-1056, 2000.
- McKnight, L.W. and Bailey, J.P., *Internet Economics*, The MIT Press, 1997.
- Mitchell, B. M. & Vogelsang, I., *Telecommunications Pricing*, Cambridge University Press, 1991.
- Odlyzko, A., "Internet Pricing and the History of Communications", *Computer Networks* 36, 493-517, 2001.
- Ovum, *Next- Generation Internet: Strategies for the Multiservice Network*, 2000.9
- Park, Jeong-Seok, "Market Outlook for High-speed Access Business in Korea", in *Pacific Telecommunications Council, PTC Mid-Year Seminar 2001 Proceeding*, 101-117, 26-27. June 2001
- Selvidge, P. R., et. al., "The World Wide Wait: Effects of Delays on User Performance", *International Journal of Industrial Ergonomics*, 29, 15-20, 2002.
- Shapiro, C. and Varian, H.R., *Information Rules A Strategic Guide to the Network Economy*, Harvard Business School Press, 1999.
- Varian, Hal R., *Intermediate Microeconomics*, W W Norton & Co, 1999.