

차등서비스를 위한 혼잡요금부과의 타당성 검토와 로지스틱 회귀모형을 이용한 인터넷 접속 확률 예측

(An Idea, Strategy of Congestion Pricing for
Differentiated Services and Forecasting Probability
of Access using Logistic Regression Model)

지 선 수*

(Seonsu Ji)

요 약 관련 기업 및 ISP 업체에게는 투자의 매력을 부여하며 인터넷의 사용시간대 및 사용량에 따라 빈약한 사용자, 건강한 사용자, 과다한 사용자 등으로 구분하여 차등요금을 부여하는 합리적인 전략이 필요하다. 이 논문에서 차등요금부과의 타당성을 검토한다. 그리고 로지스틱 회귀모형을 이용하여 혼잡에 따른 차등요금, 지연시간, 접속만족도 등에 따라 실제적으로 인터넷 사용자들이 인터넷 접속을 얼마나 유지하는 지를 측정할 수 있는 관련 예측모형을 제시한다. 이러한 예측모형을 이용하여 인터넷 접속 또는 비접속 확률을 예측하는 분석률은 69.5%이었음을 확인하였다.

핵심주제어 : 혼잡관리, 차등요금, 차등서비스, 예측모델

Abstract Congestion control is an important research area in computer network. In this paper, I provided strategy of congestion pricing with differentiated services. And, suggested forecasting model of access that considered differentiated pricing, delay time, satisfaction using logistic regression. In a forecasting model of access with logistic regression technique, it is shown that coefficient of determination using suggested model is 70.7%.

Key Words : congestion control, differentiated pricing and services, forecasting model

1. 서 론

농경사회에서 산업사회로의 전환이 인류사회에 커다란 변화를 가져왔듯이 정보사회의 출현은 좋은 삶든 국가의 운명과 개인의 삶에 커다란 변화를 가져오고 있다. 많은 미래학자들이 예견하였듯이 현재는 무수히 쏟아져 나오는 수많은 정보들을

얼마나 빠르고 효율적으로 이용/관리하느냐에 따라 국가, 기업 그리고 개인의 성공여부가 결정된다. 향후 정보 네트워크는 사람과 컴퓨터, 사물이 언제 어디서나 하나로 연결되어 있어 말과 표정만으로 모든 사물을 움직이게 되는 시대가 도래 한다. 정보통신 분야에서 기술 발전의 속도는 매우 빠르며, 향후 몇 년의 기술 추이를 예측하기가 어려울 정도이다. 또한 사이버공간에서 익명성, 편리성, 현실

* 원주대학 컴퓨터정보관리과

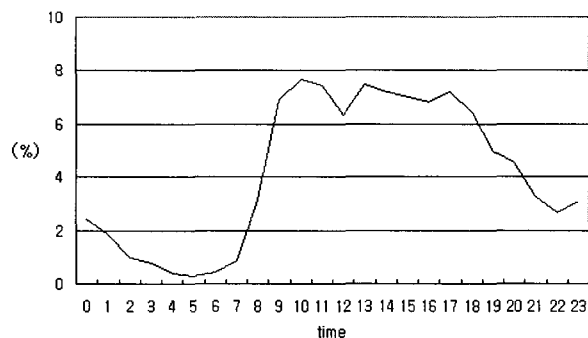
탈출, 호기심유발, 무통제성 등으로 자기통제력을 상실해 가면서 인터넷에 의존해 가는 인구가 폭발적으로 증가하고 있는 추세이다.

현재의 인터넷에서 네트워크 리소스는 역동적으로 많은 사람들 사이에 공유하고 개별 이용자에게 QoS를 보장한다. 인터넷은 대부분의 이용자를 위한 통신수단으로 자리 매김 하였으며 네트워크는 향후 유비쿼터스 시대로 발전하면서 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 구현된 사회는 사람의 생활을 편리하게 해주는 사회로 전환할 것이다. 현재와 같이 단순히 정보를 가공해 전해주는 것이 아니라 창조적으로 만들어 인간의 삶을 편안하게 해주어 미래 사회의 중심적 역할을 할 것이다. 즉, 무선 네트워크의 발전으로 '장소와 시간을 초월한 컴퓨팅(anytime anywhere computing) 환경'이 가능하며 유비쿼터스 사회를 추구하기 위하여 유선·무선·방송 등 정보통신 인프라 간 구축이 종합적으로 추진될 것이다. [21]

지금까지는 국가, 기업 그리고 인터넷 사업자(인터넷 서비스 공급자)가 네트워킹을 위한 인프라 구축에 막대한 투자를 한 덕분에 사용자는 최저비용을 가지고 최대의 활용을 하게 되었다. 그러나 다양한 멀티미디어 적용과 개발이 빠르게 이루어지고 있으며, 현재는 인터넷을 운영해주는 하드웨어 및 소프트웨어의 투자에 비해 이를 이용하는 사용자가 폭증하여 많은 네트워크 사용자들이 데이터 송수신에 불편을 초래하고 있다. 인터넷 활용범위의 확대, 접속회선의 광대역화, 고속화 등으로 인터넷 트래픽 특성이 고용량 중심으로 전환되어 향후 트래픽 양의 폭주가 더욱 가속화 될 것으로 예상된다. 급속한 인터넷 사용인구의 증가에 비해 통신인프라구축의 상대적인 공급이 부족한 결과 인터넷 혼잡문제에 직면하게 된다. 또한 인터넷 혼잡의 결과로 네트워크의 기동성이 떨어지게 되고, 데이터 손실과 지연 발생 등의 여러 가지 측면에서 부작용이 발생하게 되었다. 이와 같은 혼잡은 네트워크의 효율성을 저하시킬 뿐만 아니라 더 많은 통신 인프라 구축을 위한 예산이 필요하게 되는 결과를 낳게 되었다. 더욱이 유비쿼터스 사회를 만들기 위해 추진되는 네트워크 환경에서는 지금보다 더 많은 정보교환과 이용자의 폭발적 증가로 혼잡이 더욱 가중되는 자명한 일이다. 그러나 관련 기업 및 ISP 업체가 수익성이 불확실하기 때문에

광대역 인프라 구축에 사업자들의 투자 동기를 유발하기 어려운 상황이다. 따라서 미국이나 유럽에서 과거 사업자간 서비스 기반 경쟁 활성화보다는 미래 정보통신 인프라 투자를 유도하는 정책으로 전환하고 있는 추세다. 정보통신정책이 새로운 사업기회에 대해 인프라 투자 동기 유발을 지원하는 방향으로 전개돼 인터넷 관련 사업자들이 과감히 투자하도록 해야 하는 전환점에 있다.

인터넷 사용자는 이용시간대별로 몰려 이용하며, 실질적인 정보 이용 면에서 건설적인 정보보다는 부적절한 정보이용을 많이 한다. Cerberan.com에서 조사한 자료에 의하면 직장에서 인터넷 사용자의 70%가 포르노관련 사이트를 검색하며, 60.7%는 개인적인 이용을 위해 자료를 송수신하는 것으로 조사되었다. 특히 이들 중 41%는 주당 3시간 이상을 개인적인 용무를 위해 사용하였으며, 사용자의 18%는 구매사이트에서 개인적인 상품구매를 시도하였다.[18][19] 정보이용자가 지나치게 컴퓨터에 접속하여 일상생활에서 심각한 사회적, 심리적, 육체적 및 금전적 지장을 받는 사이버 중독이 사회문제로 대두되었으며, 청소년의 73.4%는 수면부족, 대인관계축소 등의 정서적, 육체적으로 부정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. KRNIC(2003) 보고서에 의하면 인터넷 사용자의 46.5%가 여성이었으며 특히 초등학생의 사용이 8.8%이다. 또한 인터넷의 활용 면에서 정보검색 및 공유, 학습 매체보다는 오락도구로 사용한다는 것이다. 게임(오락) 및 동호회 활동을 위해 인터넷을 이용하는 전체 사용자의 70.5%로 나타났다. 또한 인터넷 이용자의 63.99%는 오전 9시부터 오후 5시에 집중되어 이용되었다. 인터넷 사용량의 상위 20% 사용자가 전체 트래픽의 72%를 발생시키며, 최상위 과다한 사용자 5%가 전체 트래픽의 41%를 발생시킨다.[20][21]



<그림 1> 시간대별 인터넷 접속(사용)율

일반적으로 인터넷 사용자들은 자신들이 지불한 요금보다 항상 더 많은 서비스를 성공적으로 획득하려는 이기적인 의지가 매우 강하다. 때문에 인터넷 사용자들에게 더 많은 대가를 지불할 의지에 호소하기 위해서는 네트워크에서 통계적으로 보장된 서비스를 위해 매카니즘의 혼잡관리, 차별되는 QoS, 보상전략, 효과적인 리소스 할당을 바탕으로 하는 요금 매카니즘이 필요하다. 관련 기업 및 ISP 업체에게는 투자의 매력을 부여하며 인터넷의 사용시간대 및 사용량에 따라 빈약한 사용자, 건강한 사용자, 과도한(최상위 트래픽 발생) 사용자 등으로 구분하여 차등요금을 부여하는 합리적인 전략이 필요하다. 이 논문에서 차등요금부과의 타당성을 검토한다. 그리고 로지스틱 회귀모형을 이용하여 혼잡에 따른 차등요금, 지연시간, 접속만족도 등에 따라 실제적으로 인터넷 사용자들이 인터넷 접속을 얼마나 유지하는지를 판단할 수 있는 관련 예측모형을 제시한다. 2장에서는 관련연구 및 타당성에 관해 조사한다. 3장에서는 최적구현 및 접속확률 예측기법을 보여주며, 4장에서 결론을 제시한다.

2. 관련연구 및 타당성

현재의 고정요금체계의 대역폭 시장에서 효율적인 인터넷 자원배분이 이루어지더라도 인터넷 가입자에게 골고루 사용권한이 분배된다는 보장이 없으므로 형평의 문제가 제기된다. 이를 해결하기 위한 기본적인 방법으로 첫 번째 완전한 평형으로 모든 사람에게 동일한 서비스 수준을 보장하는 것이다. 두 번째로 임의의 인터넷 사용자에게 최소한의 서비스 수준이 보장되도록 하는 것이다. 첫 번째 방법은 빈약한 인터넷 사용자나 과도한 인터넷 사용자 모두에게 같은 가중치를 두기 때문에 현실적인 차별성에 대한 배려가 없다. 두 번째 방법은 인터넷 전체의 효율성 증대를 위해 가장 빈약한 인터넷 사용자의 효율성을 기준으로 함으로서 혼잡은 발생하지 않지만 값비싼 하드웨어 장비를 제대로 활용하지 못한다. 그러나 경제적인 관점에서 볼 때 다른 어떤 사람에게 손해를 끼치지 않고는 어느 한 사람을 더 이상 좋게 할 수 없다. 따라서 네트워크를 통한 데이터 전송은 혼잡이 발생할 수밖에 없으며, 개인에게 효율적인 인터넷 사용을 호소하는 유일한 길 중의 하나가 네트워크를 많이 이용

하고 차별화 된 전송 품질 서비스를 받고자하는 사용자에게 더 많은 요금을 부과하는 것이다.[8]

Fulp과 Reeves는 리소스와 긴 사용기간 동안에 서비스 클래스마다 이용자 요구에 기반을 둔 요금 부과를 제시하였다. 네트워크 리소스의 이용을 개선하기 위하여 이익을 최대화하는 요금구성을 제안하였다.[1][2] Ganesh, Laevens와 Steinberg는 요금 피드백을 설명하였으며, 이러한 요금은 다른 이용자가 혼잡에 기인되어 초래되는 사회적 비용의 표현이다. 또한 패킷에 표현된 요금의 최근기록을 기반으로 전송율을 채택하도록 제안하였다. 이러한 전략은 최종사용자로부터 안정된 전송율을 유지하는 동안에 다양한 사전 클래스를 가지고 차등 서비스 네트워크에서 QoS를 달성할 수 있다.[1][2] Gupta, Stahl과 Whinston는 Priority Pricing 개념에서 소비요금은 전송율과 대기시간을 기반으로 하였다.[3] Kelly, Maulloo와 Tan은 PFP(proportional fair pricing) 개념, Wang과 Schulzrinne은 RNAP(resource negotiation and pricing) 개념을 설명하였다. 그러나 혼잡 요금과 허용관리의 통합을 위해 완벽한 구현을 했음에도 불구하고 사용상 문제점이 발생되었다. 이것은 혼잡 요금 결정에 모든 네트워크 라우터의 참가가 요구되기 때문이며 현실적으로 상당한 문제가 발생할 수 있다.[6] 또한 Odlyzko는 정적개념의 Paris Metro Pricing에 관해 연구하였다. Mackie-Mason과 Varian은 혼잡관리를 위해 Smart Market 개념을 이용한 동적인 가격(요금)을 기반으로 한 경매기법을 제안하였다. 이것은 패킷 당 혼잡 요금을 부과하는데 기본을 두며 모든 라우터의 향상이 요구되었다. 물론 하드웨어적인 향상은 실현될 수 없었지만 소프트웨어적으로 부분적 개선이 이루어 졌다.[9]

Aboufadel, Gupta, Pradhan과 Kalyanaraman는 대역폭 서비스를 보증하는 내부 도메인의 요금과 위험을 다루기 위한 현물 요금(가격)구조를 연구하였다. 이들은 7개의 가정을 전제로 하여 demand profile과 demand curve 개념을 이용하여 모델을 개발하였다.[12][13] Shu와 Varaiya는 통계적으로 보장된 서비스를 위해 이론적인 요금 매카니즘인 SPAC(smart pay admission control)을 제안하였으며 이것은 경매기반 허용 알고리즘이다. 여기에서 서비스 배달의 통계적 보증으로 QoS, 서비스가 성공적으로 완수될 수 있는 확률 등을 사용하며 혼

잡관리에 DiffServ(differentiated-services)를 기본으로 QoS의 차별을 제안하였다. O'Donnell과 Sethu는 효율적인 경제적 대역폭 시장에서 다양한 사전 클래스 운영으로 다른 서비스 네트워크에서 QoS를 이루는 실질적이고 유연한, 그리고 계산적으로 단순한 요금전략을 제시하였다. 이들은 패킷에 의해 받아들여져서 선택된 서비스에 대해 차별화된 가격요소를 추가함으로써 네트워크 리소스와 서비스를 위해 효과적인 대역폭 시장을 허용한다. 요금정책개발을 위해 대역폭 소비에 기인되는 가격(P_{bw}), 선택적인 서비스를 만드는데 기인되는 가격(P_{ps}), 패킷에 의해 점유된 버퍼 리소스의 비용을 반영하고, 공간점유에 따라 거절되는 패킷의 크기와 수에 의존되는 요소와 관련된 가격(P_d)을 고려한 요금전략을 제안하였다.[12][13][14]

Ganesh, Laevens과 Steinberg는 사용자 i 가 시간 폭(time slot) n_i 에서 데이터 패킷 $x_i(n)$ 을 전송할 때 지불해야할 지수적 가중이동평균(exponentially weighted moving average) 추정요금을 다음과 같이 제안하였다.[2]

$$\hat{p}_i(n) = (1 - \alpha_i) \cdot \hat{p}_i(n-1) + \alpha_i \cdot p(n - m_i) \quad (1)$$

여기에서 $n \geq m_i$ 이다. $p(n) = \phi(x(n))$, $x(n) = \sum_{i=1}^N x_i(n)$ 이며, $\phi(x)$ 는 대역폭을 위한 대응되는 요금을 의미한다. m_i 는 사용자 i 를 위한 피드백 지연을 나타낸다. α_i 는 전송률을 나타내며, $0 < \alpha \leq 1$ 이다.

Moriguchi는 공공서비스 요금을 결정할 때 분배의 공평성과 효율성을 달성하면서 공익사업의 수지균형을 실현하는 방법으로 이용요금을 한계비용과 같게 하고 이와 관련된 적자를 기본요금으로 보전하는 방법을 기본으로 하여 이용요금을 현실화하였다. 여기에서 기본요금은 수요자의 구매요구 혹은 이용량에 관계없이 수요자가 고정적으로 부담하는 요금을 말하며, 이용요금은 단위사용 요금에 수요자의 구매량 혹은 이용량을 곱하여 수요자에게 부담시키는 일반적인 요금 체계이다.[8][10] Cao, Shen, Milito와 Wirth는 대기이론관점으로부터 요금전략의 안정성을 검사해야하며, 수학적 틀에서

송신을 기반모델을 제안하였다. 여기에서 송신을 기반모델은 게임이론 구조를 이용하였다.[8][10]

3. 최적구현 및 접속확률 예측기법

로지스틱 회귀모형을 기반으로 개인사용자가 인터넷 접속을 취소하거나 포기하는 요인을 추출하여 어떤 요인이 가장 영향을 많이 미치는지 확인할 수 있으며, 요금부과와 관련된 인터넷 혼잡의 일반적인 모델을 추론할 수 있다. 또한 로지스틱 회귀모형을 이용하여 인터넷 접속확률을 예측할 수 있다.

$$g(x) = \ln\left(\frac{P_i}{1 - P_i}\right) = \alpha + \beta_i X_i \quad \dots (2)$$

여기에서 $P_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k$ 이다.

여기에서 Gupta, Stahl과 Fulp 등이 제시한 차등요금 결정요인을 참고로 하여 요금, 지연, 인터넷 사용시간, 인터넷 접속만족도 등을 사용하였다. 또한 각 요인에 따른 추정모델이 얼마나 적합한가에 대한 추정치는 우도의 로그 2배($2 \log$ likelihood ratio/ $2LL$)를 이용하여 판정할 수 있다. 또한 특정요인의 설명력 정도는 R 값을 이용하여 확인할 수 있다.

인터넷을 통한 데이터를 전송 및 수신할 때 사용자는 지연을 최소화하고 대역폭 공유를 최대로 하길 원한다. 그러나 인터넷 접속을 많이 하거나 혼잡시간대에 타인의 불편에 상관없이 자신의 이기적인 편리를 내세워 무조건적인 인터넷 접속을 행하는 사용자들에게 차등 혼잡요금 부과를 해야 한다는 당위성에는 찬성하지만 본인에게 차등요금이 부과되어 더 많은 요금을 지불해야하는 것에 대해서는 부정적인 이중성을 갖고 있다. 즉, 인터넷 이용요금을 합리적으로 내는 것에 동의하면서 자신은 예외적 인정을 받길 원한다. 따라서 차등요금전략을 수립하는 데 있어 요금제 변경에 따른 이용자 불편에 대한 보상으로 요금인하 효과를 주어야하고, 기본료가 보장하는 기본 이용량이 절대 다수의 이용자들에게 초과이용량이 발생해 요금부

답이 증가하지 않도록 충분히 보장되어야 한다. 여기에서는 최저고정요금, 이용기본요금, 차등 혼잡요금 정책을 함께 쓰는 혼합방법을 제시한다. 인터넷 이용자가 ISP 업체와 이용계약을 할 때 최저요금이 포함된 최저고정요금($P_e(n)$)을 부과한다. 이때 최저고정요금에는 인터넷 최저기본요금, 인터넷 점유요금을 고려한다. 다음과 같은 요금부과를 기반으로 하는 혼잡관리를 고려한다.

혼잡 시간대를 이용하지 않으며 계약된 최저기본시간 미만을 사용한 빈약한 사용자에게는 보너스적립금과 최저고정요금을 부과한다. 혼잡이 발생하지 않을 때 혹은 허용되는 혼잡기본시간을 초과하지 않는 건강한 사용자는 보너스적립금과 최저고정요금+이용기본요금($P_u(n)$)을 부과한다. 즉, 이들에게는 허용된 정보 전송율을 유지할 때 고정요금적용에서와 같이 사용자에게 제한조건 없이 전송상태를 보장하며 네트워크를 사용할 수 있도록 한다. 그러나 허용된 혼잡기본시간 및 계약시간을 초과한 과도한 사용자에게는 최저고정요금+이용기본요금+혼잡요금($P_c(n)$)을 부과한다.

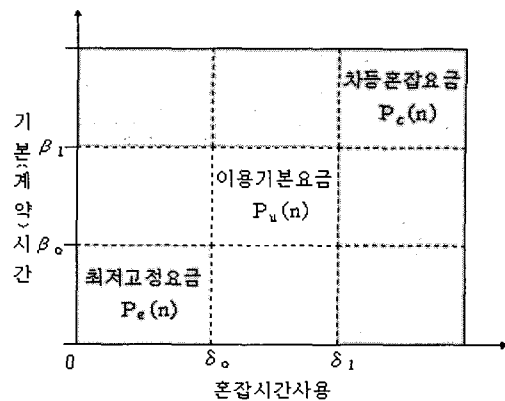
$$\text{부과요금} = \sum_{n=1}^N (P_e(n) + P_u(n) + P_c(n)) \dots (3)$$

혼잡이 발생하는 인터넷 혼잡 시장에 차등 요금 부과 알고리즘을 구성하는데 다음 사항을 고려한다.

첫째, 최저 기본시간(β_0) 미만과 혼잡시간대에는 인터넷 접속을 하지 않은(δ_0) 사용자에게는 최저고정요금을 부과하며, 기본한계사용시간(β_1) 이상과 기본한계 혼잡사용시간(δ_1) 이상을 사용한 인터넷 사용자와는 구분하여 차등요금을 부과한다.

<그림 2>에서 흰색 부분은 현재의 고정요금 체계와 비슷한 요금체계이다. 즉, 인터넷 사용시간이 최저기본시간을 초과하고 기본한계 사용시간 미만일 때와 혼잡이 발생할 때 기본한계 혼잡시간 미만을 사용한 인터넷 이용자에게 현재의 고정요금 체계와 비슷하게 요금을 부과한다. 여기에서 β_1 은 ∞ 에 가깝다고 가정한다.

둘째, 3가지 접속 형태에 따라 사용자가 인터넷을 접속하는 사용량에 의해 요금을 부과하되 혼잡이 발생할 때 기본한계 혼잡시간 이상을 사용한



<그림 2> 인터넷 사용 형태

이용자에게는 초과되어 사용한 양에 따라 요금을 무겁게 부과한다. 그 외의 빈약 및 건강한 사용자에게는 현재의 고정요금체계보다 적은 요금을 부과한다.

셋째, 요금, 지연, 인터넷 사용시간, 인터넷 접속 만족도 등의 요인을 고려한 상태에서 로지스틱 회귀모형을 적용하여 요금부과에 따른 인터넷 접속 예측 모델을 구할 수 있다. 이와 같은 예측모델은 공간적 종속성과 시간적 종속성을 고려한 모형이 선택되어야 한다.

예측모델을 설정하기 위해 2004년 7월부터 2004년 10월까지 대학 전산실을 이용한 99명으로부터 추출한 자료를 이용하였다. 인터넷 이용자의 기본요금, 초과요금부과, 접속지연시간, 인터넷의 접속만족도 등을 기준으로 인터넷 접속 유무를 분석하기 위한 분류표는 로지스틱 회귀모형을 이용하여 <표1>과 같이 구할 수 있다. 이때 (4)식의 접속 예측모델을 이용하였다.

<표 1> 분류표

		Predicted		분석률(%)
		접속	비접속	
Observed	접속	31	16	66.0
	비접속	14	38	73.1

인터넷 이용자의 기본요금, 초과요금부과, 접속지연시간, 인터넷의 접속만족도 등과 같은 요인에 따라 (4)식과 같은 인터넷 접속 예측모델을 얻을 수 있다. 제시된 예측모델을 기반으로 인터넷을 접

속하려는 예측의 66.0%를 정확하게 분류하였다. 반대로, 인터넷에 접속하지 않을 것이라는 예측의 73.1%를 올바르게 분석하였다. $2LL = 118.2$ ($R^2 = 0.72$)이었으며, 추정된 모델의 설명력이 72%임을 확인할 수 있다.

$$y = -2.700 + 1.622 \cdot \text{기본요금부과} - 0.060 \cdot \text{초과요금부과} + 0.0192 \cdot \text{접속지연시간} + 0.071 \cdot \text{접속만족도} \quad (4)$$

(0.08) (0.002) (0.008) (0.375) (0.229)

(4)식에서 괄호 안의 수는 해당요인의 유의확률을 나타낸다. 예측모델에서 요금(기본, 초과요금)부과 요인이 인터넷 접속을 결정하는 주요 요인임을 확인할 수 있다.

4. 결 론

인터넷을 이용하는 인구가 급증하고 네트워크에서 서비스되는 콘텐츠의 내용이 대형화됨에 따라 네트워크의 혼잡은 피할 수 없는 상황이다. 또한 이용자의 사용시간 분배 및 불필요한 사용을 억제하기 위한 합리적 전략이 필요하다. 특히, 최상위 트래픽 사용자에게 차별적인 요금부과가 필요하며, 이용자의 도덕적 해이를 막고, 심리적 상태를 이용한 네트워크 자원의 효율적 배분이 이루어지도록 하는 3단계 요소를 고려한 차등요금 매커니즘이 필요하다. 로지스틱 회귀모형을 이용하여 기본요금, 초과요금(차등)부과, 접속지연시간, 접속만족도에 따라 실제적으로 인터넷 사용자들이 인터넷 접속 예측모델을 제시하였다. 이러한 예측모델을 이용하여 인터넷 접속 또는 비접속 확률을 예측하는 분석률은 69.5%이었음을 확인하였다. 또한 이러한 차등요금을 부과하기에 앞서 차별화되는 QoS 및 관련 소프트웨어의 개선 즉, 업데이트하기 위한 자동 다운로드 및 스팸 메일 규제 강화 등이 함께 해결되어야 한다.

마코브 체인을 이용한 다중 로지스틱 회귀모형을 이용하여 인터넷 접속확률을 예측하는 관련 모델 추론은 향후 연구해야할 과제이다.

참 고 문 헌

- [1] G. Davies, M. Hardt and F. Kelly, "Come the Revolution-Network Dimensioning, Service Costing and Pricing in a Packet Switched Environment", *Telecommunications Policy* 28 pp. 391-412, 2004.
- [2] A. Ganesh, K. Laevens, and R. Steinberg, "Congestion Pricing and User Adaptation", In *Proceedings of IEEE INFOCOM*, pp. 959-965, Anchorage, AK, April 2001.
- [3] A. Gupta, D. O. Stahl and A. B. Whinston, "Why are Pricing issues the Key to Infrastructure Investment and Future Growth of the Internet ?", *Communication of the ACM*, Vol 42, No 9, pp 57-63, 1999.
- [4] D. W. Hosmer and S. Lemeshow, "Applied Logistic Regression", New York : John Wiley & Sons, 1989.
- [5] V. Jacobson, "Congestion Avoidance and Control", *Proceeding of the ACM SIG-COMM'88*, Vol 18, No 4, pp 314-329, Aug. 1988.
- [6] F. P. Kelly, "Mathematical Modeling of the Internet", in *Mathematics Unlimited-2001 and Beyond*, pp. 685-702, Springer-Verlag, Berlin, 2001.
- [7] S. K. Lee and Y. D. Pyun, "The Pricing of Electricity through the ESPM" *The Korean Operations and Management Science Society*, Vol. 27, No 4. Dec. 2002.
- [8] S. S. Ji, "Congestion Control and Differentiated Services based Pricing", *KIISC*, Vol 8, No 4, pp. 17-25, 2003.
- [9] J. K. Mackie-Mason and H. Varian, "Pricing the Internet - Public Access to Internet", *MIT Press Cambridge, MA*, 1995.
- [10] C. Moriguchi, "Two-part Marginal Cost Pricing in a Pure Fixed Cost Economy", *Journal of Mathematical Economics*, Vol. 26, pp. 363-385, 1996.
- [11] R. Mason, "Simple Competitive Internet Pricing", *Philosophical Transactions of the*

- Royal Society, A358, pp. 2309-2318, 2000.
- [12] A. O'Donnell and H. Sethu, "A Novel, Practical Pricing Strategy for Congestion Control and Differentiated Services", Proceeding of the IEEE International Conference on Communications, May 2002.
- [13] A. O'Donnell and H. Sethu, "Congestion Control, Differentiated Services, and Efficient Capacity Management Through a Novel Pricing Strategy", Computer Communications, Vol. 26, No. 13, pp. 1457-1469, Aug. 2003.
- [14] A. D. Tsanakas, G. I. Papaefthimiou and D. P. Agoris, "Pollution Flashover fault analysis and Forecasting using Neural Networks", 21, rue d'Artois, F-75008 Paris, 2002.
- [15] X. Wang and H. Schulzrinne, "An Integrated Resource Negotiation, Pricing, and QoS Adaptation Framework for Multimedia Applications" JSAC, Vol. 18, Dec. 2000.
- [16] D. W. Hosmer and S. Lemeshow, "Applied Logistic Regression (Wiley Series in Probability & Statistics)", John Wiley & Sons, 2000.
- [17] M. Yuksel, S. Kalyanaraman and A. Goel, "Congestion Pricing Overlaid on Edge-to-Edge Congestion Control", In the Proceedings of IEEE International Conference on Communications (ICC), Anchorage, AK, May, 2003.
- [18] "Increasing Internet Abuse", <http://www.cerberian.com>, February 2002.
- [19] "Employee Computer & Internet Abuse Statistics", [Online] Available <http://www.snapshotspy.com>.
- [20] "Internet Abuse Drains Time and Money", [Online] Available <http://www.clickz.com>.
- [21] "Survey on the Computer and Internet", [Online] Available <http://www.nic.or.kr>



지 선 수 (Seonsu Ji)

- 중앙대학교에서 석사 및 박사학위를 받았으며, Towson state Univ. 컴퓨터공학과에서 1년간 공부함. 명지대학교 컴퓨터공학과에서 수학함.
- 현재 원주대학 컴퓨터정보관리과 교수로 재직하고 있음.
- 관심분야는 Congestion control 및 network pricing model임.