

# 혼잡발생 가능한 인터넷 서비스의 과금 모형\*

## Pricing of Congestible Internet Services

노상규\*\*, 안정남\*\*\*, 원정호\*\*\*\*, 정승\*\*\*\*\*

### 목 차

- |                                |                      |
|--------------------------------|----------------------|
| I. 서론                          | III. 게임이론을 이용한 과금 모형 |
| II. 인터넷 서비스의 과금 방식             | 1. 혼잡발생 무관한 인터넷 서비스  |
| 1. 기존 연구                       | 2. 혼잡발생 가능한 인터넷 서비스  |
| 2. Fishburn과 Odlyzko(1999)의 연구 | 3. 혼잡발생 유무에 따른 비교    |
| 3. 기존 연구의 문제점                  | IV. 결론               |

Key Words : 혼잡, 인터넷 서비스, 정액제, 종량제, 게임이론

### Abstract

The quality of Internet services such as VOD and Web storage services deteriorates as the number of users increases beyond a certain point. However, most of the pricing mechanisms in research as well as those in practice do not reflect such situations (i.e., congestion). The purpose of this paper is to show that different types of pricing mechanisms are required and to model such situations using game theory. We extend Fishburn & Odlyzko(1999) model, in which the service quality is the same for the different pricing schemes, to reflect the situations where the service quality is different between the different pricing schemes due to congestion.

\* 본 연구는 한국과학재단의 특정기초연구과제(과제번호 R01-2001-000-00317-0)의 지원을 받았음.

\*\* 서울대학교 경영대학 교수, srho@snu.ac.kr, (02)880-6922

\*\*\* 서울대학교 경영대학 박사과정, jnan1@snu.ac.kr, (02)880-8794

\*\*\*\* 한국산업은행, cyrex@hanmail.net, 016-756-0840

\*\*\*\*\* 한국과학기술원 전자전산학과 교수, song@ee.kaist.ac.kr, (042)-869-3473

## I. 서론

2003년 정보통신부의 정보통신 백서에 따르면 2003년 9월 말 현재 국내 인터넷 이용자는 2,860만 명, 초고속인터넷 가입자가 1,110만 명으로서 인터넷 서비스 분야에서 단기간에 유례없는 성공을 거두었다. 이와 같은 성공 이면에는 정부의 인터넷 PC 보급, 각 ISP업체의 경쟁적인 고객 유치, 인터넷 서비스 업체의 무료 서비스 또는 정액제 서비스 제공 등의 요소가 작용했다. 이러한 환경은 인터넷 서비스 분야의 폭발적인 증가를 가져왔지만 한편으로는 사용자 폭증으로 인한 서비스 질의 저하 등 부작용을 초래하기도 하였다. 더구나 각종 인터넷 서비스는 초기 이용자 확보를 위해 무료로 제공되었다가 점차 유료화되고 있는 추세이지만 이미 무료 사용에 익숙해져 있는 국내 사용자에게 유료 서비스를 제공하는 것은 좀처럼 쉬운 일이 아니다.

인터넷 서비스 업체들이 지속적으로 발전하기 위해서는 안정적인 수익원의 확보와 안정적인 서비스의 제공이라는 목표를 달성하여야 한다. 이러한 목표를 달성하기 위해 현재 논의되고 있는 방안 중의 하나가 고객의 취향에 맞는 다양한 요금제도를 도입하는 것이다. 이는 통신사 등에 도입되어 고객으로부터 큰 호응을 얻은 바 있다. 특히 개발비를 포함하여 고정비가 높고 변동비는 0에 가까운 인터넷 서비스를 판매하는 데 있어 다양한 요금제도는 고객의 효용과 기업의 수익성을 같이 높여 줄 수 있는

win-win 전략인 셈이다.

이러한 요금제도에 대한 학문적 연구는 정액제(flat-fee pricing)와 종량제(usage based pricing 또는 unit pricing)의 비교 및 번들링(bundling)과 버저닝(versioning)을 통한 가격차별화 등이 있다.

본 논문에서는 이 중 정액제와 종량제에 관한 연구에 초점을 맞추어 고객들이 어떠한 경우에 정액제 또는 종량제를 선택하고 인터넷 서비스업체의 경우 어떻게 과금체계를 설계하여야 하는가를 이해하고자 한다.

정액제와 종량제에 대한 기존 연구에서는 혼잡(Congestion)이 발생하지 않는 인터넷 서비스로 대표되는 정보재(Information Goods)를 대상으로 정액제와 종량제의 균형가격을 도출하였기 때문에, 요즘 각광 받는 VOD, MOD, 웹 스토리지 서비스 등 혼잡이 일어나는 서비스에 적용하는 데에는 한계가 있었다. 이렇게 혼잡이 발생할 수 있는 서비스에서 정액제 서비스는 종량제 서비스보다 전송속도가 낮게 되어 서비스의 질이 차이가 난다.

본 연구에서는 이러한 서비스 품질의 차이를 고려하여 모델링을 하고 이의 균형가격을 도출해 보고자 한다. 또한 혼잡발생 가능한 서비스와 혼잡발생과 무관한 인터넷 서비스의 종량제와 정액제의 균형가격을 살펴보고 사용자의 요금제도 선택을 살펴보고자 한다.

다음 장에서는 인터넷 서비스의 과금 방식에 대한 기존연구를 정리하고 이의 문제점에 대해 살펴본다. 그 다음 장에서는 정액제와 종량제의 과금 방식을 게임이론을 이용하여 모델링하고 균형가격을 도출한다. 마지막으로 본 연구의 의의와 한계점에 대해 논의한다.

## II. 인터넷 서비스의 과금 방식

### 1. 기존 연구

인터넷 서비스는 기존의 물리적 제품과는 다른 높은 고정비용과 매우 낮은 한계비용으로 이루어지는 비용구조를 가지고 있다. 이러한 비용구조는 사업자의 이익을 극대화하기 위해 기존의 제품과는 다른 과금 방식 및 가격차별화 방법을 필요로 하며 이에 대한 연구가 많이 진행되어왔다.

Bhargava와 Choudgary(2001)의 연구와 Bakos와 Brynjolfsson(1999)의 연구는 인터넷 사업자는 저품질의 인터넷 서비스와 고품질의 인터넷 서비스를 생산하는 데 있어서 비용이 크게 다르지 않은 기존의 재화와는 다른 비용구조를 가지고 있으므로 다른 과금방식이 필요하다는 점을 제시하고 있다.

이러한 인터넷 서비스의 특이한 비용구조 및 특성들을 바탕으로 한 인터넷 서비스의 과금에 관한 대부분 연구들은 버저닝과 번들링 등을

이용한 과금 차별화에 관한 것으로서 사업자의 이익을 최대화하기 위한 것이다.

먼저 번들링에 관한 대표적인 연구들을 살펴보면 Varian(1995), Bakos와 Brynjolfsson(1999), Bakos와 Brynjolfsson(2000)이 있고, 버저닝에 관한 대표적인 연구들을 살펴보면 Shapiro와 Varian(1998), Varian(2000), Ulph와 Vulkan(2001)과 MacKie-Mason과 Varian, (1993) 등의 연구가 있다. 이들의 연구들을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

Varian(1995)은 인터넷 서비스로 대표되는 정보재의 가격에 대한 이론적인 배경들을 제시해주고 있다. 정보재는 고정비용이 높지만 한계비용이 낮다는 특징으로 기존의 다른 비용구조를 가지는 경쟁시장과는 다른 특징을 가진다는 것을 제시하고 있다. 이러한 정보재의 특징으로 가격차별화의 필요성을 제기하면서 번들링의 예를 보여주고 있다.

Bakos와 Brynjolfsson(1999)는, 사용자들이 인터넷 서비스에 대해서 가지는 지불용의(Willingness to Pay)가 상이한 상황에서 기업이 인터넷 서비스를 개별적으로 가격을 책정하여 판매하는 것이 아니라 번들링해서 가격을 책정 후 판매하는 전략을 연구했다. 그들은 개별상품들을 번들링해서 판매할 경우 기업의 이익이 증대하고 소비자들의 효용도 증대시킬 수 있다는 것을 보였다.

Ulph와 Vulkan(2000)는 전자상거래에서 두 개의 경쟁기업이 1차 가격차별 메커니즘을

이용하여 이익을 증대시킬 수 있음을 보여주고 있다. 이러한 가격 차별화를 통해 기업은 고객들의 소비자 효용을 모두 가져가서 이익을 극대화 할 수 있지만 과열경쟁이 발생할 수 있음을 지적하고 있다.

또한 Bhargava와 Choudhary(2001)는 인터넷 서비스에 관한 가격 메카니즘에 관한 연구를 통해서 가격차별화 정책이 인터넷 사업자의 이익 증대에 결정적인 영향을 끼치고 있음을 보여주고 있다.

이상에서 살펴본 인터넷 서비스의 가격차별화에 관한 연구를 바탕으로 정액제와 종량제의 비교에 관한 연구들도 활발히 진행되고 있다. 대표적인 연구들을 살펴보면 다음과 같다.

Fishburn 등(1997)은 인터넷 서비스의 과금 방식에 대한 기존의 연구들에서는 사용량과 무관하게 일정액을 내는 정액제(flat pricing)와 사용량에 따라서 다른 가격을 내는 종량제의 비교를 통해서 종량제의 필요성을 제기하고 있다. 이러한 종량제는 인터넷 서비스를 제공하는 사업자의 이익의 극대화를 위한 과금 차별화 메커니즘이 될 수 있다. 또한 사용 가격만 부과하는 종량제만으로는 높은 고정비용을 회수하기 어려운 문제점 등을 들어 가입비 등의 고정가격과 사용량에 따른 사용가격을 동시에 고려한 이부제 (two-part tariff)형식의 종량제의 필요성을 제기하였다.

Fishburn 등 (1997)과 Fishburn와

Odlyzko(1999)는 소비자의 서비스에 대한 선호도가 상이하고 지불용의가 상이한 경우에 사업자는 정액제와 종량제 중에서 어느 과금방식을 선택해야 하는지에 대해서 보여주고 있다. 이들의 연구는 개별사용자가 다량을 사용하는 제품의 가격에 관한 것이다.

가령 소프트웨어는 단위당 고정비용에 판매될 수도 있고 사용량에 따라 판매될 수도 있다. 두 사업자가 동일한 서비스(영화나 워드프로세싱 소프트웨어)를 제공하는 경우 두 사업자의 경쟁 가격(competitive pricing)을 모델링 한 연구이다. 하나의 사업자는 정액제를 다른 사업자는 종량제를 시행하는 경우 각 사업자가 수익극대화를 목표로 한다고 가정 하고 모델링한 결과 두 사업자는 저가의 가격전쟁을 하게 된다는 결론을 보여주고 있다.

## 2. Fishburn과 Odlyzko(1999)의 연구

Fishburn과 Odlyzko(1999)의 연구는 게임 이론을 이용한 인터넷 서비스의 과금 방식에 관한 것으로서 정액제와 종량제의 비교를 한 대표적인 연구이다. Fishburn과 Odlyzko(1999)은 동일한 정보재를 제공하는 두 사업자가 서로 다른 요금제도(정액제와 종량제)를 선택할 때 이들의 균형관계를 보였다.

그들의 연구를 구체적으로 살펴보면 A, B라는 두 사업자가 있을 때 A는 정액제 사업자로 정액요금  $a$ 를 결정하고, B는 종량제 사업자로 단위 사용량 당 요금  $b$ 를 결정한다. 그리고 사용자는 자신의 사용량  $q$ (usage rate)를

결정한 후  $a$ ,  $b$ 를 고려하여 사용 요금이 최소가 되는 사업자를 선택하게 된다. 즉  $a > bq$ 이면 종량제 사업자  $B$ 를 선택하고,  $a < bq$ 이면 정액제 사업자  $A$ 를 선택하게 된다.

이를 세부적으로 증명하기 위해 이들은 게임이론(Game Theory)를 이용하여 두 개의 모델을 설계했다.

첫 번째 모델에서는 사용자가 예산의 제약(budget constraints) 없이 자신의 사용량(usage rates)만큼 사용할 경우를 가정한 경우이다. 이는 10대 아이들이나 종업원이 사용자이고, 그들의 사용료를 부모나 기업이 대신 내줄 경우에 해당한다. 두 번째 모델에서는 사용자가 자신의 예산 제약 하에서 인터넷 서비스를 사용할 경우를 가정했고 이때 사용자는 자신의 예산보다 작게 인터넷 서비스를 구매하게 된다.

이를 증명<sup>2</sup>한 결과, 서로 협력하지 않을 경우(non cooperative game)  $A$ ,  $B$  두 사업자는 최적 가격을  $a^* \rightarrow 0$ ,  $b^* \rightarrow 0$ 으로 결정하는 가격전쟁(price war)에 돌입하게 된다. 서로 상대방의 고객을 뺏기 위해 조금이라도 더 가격을 내리게 되어 결국 가격을 0으로 결정하게 되는 것이다. 그러나 연속적인 게임(repeated game)을 할 경우, 이들은 서로 담합을 하여 가

격을 일정 수준에 유지할 가능성이 크다.

또한 Fishburn과 Odlyzko(1999)은 정보재의 경우 사용자는 정액제를 선호하게 되어 subscription fee premium이 존재한다고 하였다.

그들의 논문은 정액제와 종량제 사이의 관계를 게임이론을 통해 경쟁개념을 도입해 설명하였지만 정액제와 종량제 간의 발생할 수 있는 품질의 차이를 고려하지 못했다. 또한 그들의 연구의 결론인 정액제 서비스 사업자와 종량제 서비스 사업자 간의 가격전쟁(Price War)으로 이윤을 얻지 못한다는 것은 현실적이지 못하다는 점을 지적할 수 있다.

### 3. 기존연구의 문제점

기존의 인터넷 서비스의 과금 방식은 혼잡외부성을 고려하지 않은 과금 방식으로서 번들링, 버저닝 등의 가격차별화를 통해서 사업자의 이익을 극대화하는데 초점을 두고 있다. 그러나 이러한 과금 방식은 혼잡이 발생 가능한 인터넷 서비스의 경우 혼잡 외부성을 고려하지 못하는 문제점이 발생하게 된다.

이상에서 살펴본 기존의 연구들은 사용자의 수와 상관없이 사업자가 일정한 품질을 보장할 수 있는 서비스를 가정한 것으로 사용자의 수

<sup>2</sup> 특정가격  $t$ 에서 사용자가 실제로 사용할 확률  $P(t)$ 가 최대값까지 concave 하게 증가한 후 감소하고, 사용자의 분포  $\mu$ 가 negative exponential density일 때를 가정하고 있다.

에 따라서 품질이 변화하는 서비스의 경우에는 적용하기에 부적합하다. 즉 과금 방식에 상관 없이 서비스의 품질은 동일하다고 가정함으로써 과금 방식으로 인해서 품질 차이가 있는 서비스에 대한 고려를 하지 못했다고 지적할 수 있다. 따라서 혼잡발생 가능한 인터넷 서비스에서 과금 방식의 중요한 기능인 혼잡제어를 고려하지 못하고 있다.

과금 방식에 따른 인터넷 서비스의 품질을 비교해보면 <표 1>과 같다. 인터넷 서비스는 이메일 서비스와 같이 혼잡과 무관한 서비스와 멀티미디어 서비스처럼 혼잡발생이 가능한 서비스로 나누어 볼 수 있는데 혼잡발생과 무관한 서비스의 경우 종량제와 정액제에 상관없이 사업자가 제공하는 서비스의 품질은 동일하다. 그러나 혼잡발생이 가능한 서비스의 경우 추가 사용자의 사용으로 인해서 혼잡이 발생한 경우 사업자는 정액제 보다는 종량제에서 보다 좋은 서비스의 품질을 제공해 줄 수 있다.

<표 1> 과금 방식에 따른 인터넷 서비스의 품질 비교

(1)혼잡발생과 무관한 서비스의 품질	(2)혼잡발생 가능한 서비스의 품질	
정액제와 종량제 동일	혼잡 이전	정액제와 종량제 동일
	혼잡 이후	종량제가 더 좋음

그러나 기존의 과금 방식에 관한 연구에서는 <표 1>에서의 (2)혼잡 발생 가능한 서비스의 품질에 관한 것은 고려하지 못하고 있다.

일반적으로 가격차별화 연구에서는 사업자가 서비스의 품질을 달리 해서 다른 가격을 부과하는 것으로 동일한 가격의 서비스는 동일한 품질을 제공한다는 것을 전제로 하고 있다. 즉 사업자는 서비스를 사용하는 사용자의 수와 무관하게 품질을 보장해 줄 수 있다는 것을 전제로 하고 있는 것이다. 이러한 연구에서 제시하고 있는 과금 방식은 혼잡과 무관한 인터넷 서비스인 전자우편 서비스, 인터넷 신문, 잡지와 같은 정보이용 서비스 등에는 적용 가능하다.

그러나 혼잡발생 가능한 서비스의 경우에는 사용자, 사업자, 사회적인 관점에서 다음과 같은 문제점이 발생한다. 멀티미디어 서비스, 웹 스토리지 등의 사용자가 증가함에 따라서 혼잡이 발생 가능한 서비스에서 사용자는 기존의 과금 방식으로는 동일한 가격을 지불하고서도 동일한 품질을 보장 받을 수 없다. 또한 사업자도 장기적인 관점에서 효율적으로 용량 확장 계획을 수립하기 어렵다. 따라서 사회적으로 손실이 발생하게 되는 것이다.

이상과 같은 문제점은 기존의 연구들이 인터넷 서비스의 혼잡 외부성을 고려하지 못하고, 사업자의 단기적인 이익 극대화에 초점을 맞춘 결과로 지적할 수 있다.

이러한 문제점들을 해결하기 위해서는 인터넷 사업자는 모든 인터넷 서비스에 동일한 과금 방식을 적용할 것이 아니라 혼잡발생 가능한 인터넷 서비스와 혼잡과 무관한 인터넷 서비스로 구분해서 과금 정책을 수립해야 한다. 즉 과금 방식을 통해서 혼잡외부성의 문제를

해결하기 위해서 인터넷 서비스의 특성을 고려한 과금 방식을 고안해야 하는 것이다.

### Ⅲ. 게임이론을 이용한 과금 모형

앞의 선행연구에서 소개한 대로 Fishburn과 Odlyzko(1999)는 게임이론을 이용하여 정액제와 종량제 사이의 관계를 증명하였다. 그들의 모형은 정액제 사업자와 종량제 사업자가 제공하는 인터넷 서비스가 동일하다고 가정하고 있다. 그러나 이러한 가정은 혼잡이 발생하지 않는 사진, 전자문서, 이메일 등과 같은 인터넷 서비스에는 적용 가능하나 혼잡이 발생하는 대용량의 동영상, 방송 서비스, 대용량의 파일 등의 인터넷 서비스에는 적용하기 힘들다. 왜냐하면 후자의 혼잡이 발생하는 인터넷 서비스의 경우 '다운로드 속도'라는 질적 변수(Quality)가 생기게 되는데 정액제 사업자의 다운로드 속도는 종량제 사업자의 다운로드 속도보다 일반적으로 낮기 때문이다. 즉 서비스의 질이 서로 다르게 되는 것이다.

이는 '공유자원의 비극'<sup>3</sup>으로 설명될 수 있다. 즉, 정액제를 선택한 사용자는 일단 정액요금을 지불한 이상, 필요 이상으로 더 받으려고 하는 욕구가 생기게 되는 것이다. 이에 반해 종량제에서는 사용자는 자신이 소비할 서비스의

효용이 단위당 가격에 비해 큰 경우에만 소비하기 때문에 이러한 문제가 일어나지 않는다. 결국 같은 수의 소비자와 동일한 설비를 지닌 정액제 사업자와 종량제 사업자가 있다고 가정하면, 정액제 사업자의 서비스에는 혼잡이 발생하여 서비스의 질인 '다운로드 속도'가 종량제 사업자의 그것에 비해 낮아지게 된다.

실례로 웹 스토리지 업체 중, 정액제 사업자의 평균 다운로드 속도는 종량제 사업자에 비해 낮은 편이다.

따라서 정액제 사업자의 서비스 질이 종량제 업체의 서비스 질에 비해 낮은 경우, Fishburn과 Odlyzko(1999)의 모형은 적용하기에 부적절하다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서 본 연구에서는 서비스 품질의 차이가 있는 경우를 가정하여 모형을 만든 후 서비스 품질의 차이가 없는 경우와 비교, 분석하고자 한다.

#### 1. 혼잡발생 무관한 인터넷 서비스

서비스 품질의 차이가 없는 경우의 모형은 이미 Fishburn과 Odlyzko(1999)이 그들의 논문에서 설계하였다. 본 연구에서는 그들의 논문을 바탕으로 소비자의 사용량에 대한 가정을 균등분포로 간단히 해서 혼잡발생 무관한 인터넷 서비스의 모형을 설계하였다. 따라서 본 연구의 혼잡발생 무관한 인터넷 서비스의 모형은 Fishburn과 Odlyzko(1999)의 모형을 바탕으

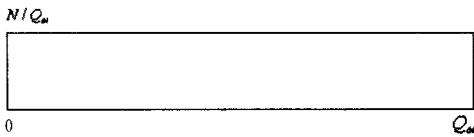
3 Garrett Hardin, "The Tragedy of Commons", Science, 1968.

로 한 것으로서 거의 동일하다고 볼 수 있다. 본 연구 모델에 필요한 가정들을 살펴보면 다음과 같다.

1) 가정

(1) 소비자의 사용량  $q_i$ 에 대한 분포는 균일하다고 가정

사용량  $q_i$ 에 대하여 균등 분포(Uniform Distribution)를 가진다고 가정한다. 이러한 가정을 기하학적으로 나타내면 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 사용량에 대한 사용자의 분포

혼잡발생 무관한 인터넷 서비스의 경우 사용자의 효용함수가 사용량에 의해서만 결정이 된다. 따라서 사용자의 분포는 <그림 1>과 같이 사용량에 대해서 2차 도형으로 나타낼 수 있다. <그림 1>에서 가로는 사용자가 받는 사용량을 나타내고 세로는 해당 사용량에 따른 사용자의 수를 나타낸다. 사용량에 대한 사용자의 수는 일정한 높이를 가지므로 사용량에 대한 사용자의 분포는 균등 분포이다.

(2) 전체 소비자는 정액제 사용자와 종량제 사용자로 구성

$$N = n_F + n_U \quad (1)$$

전체 소비자의 수는 식 (1)과 같이 정액제 사업자의 사용자 수 ( $n_F$ )와 종량제 사업자의 사용자 수( $n_U$ )의 합으로 가정한다. 즉 정액제 사업자의 사용자와 종량제 사업자의 사용자를 해당 인터넷 서비스의 전체 사용자로 간주한다.

(3) 정액제, 종량제 서비스 간의 가격 이외의 차이는 없음

혼잡발생 무관한 서비스에 대한 두 과금 방식의 차이를 알아보기 위한 가정이므로 가격을 제외한 속도, 안정성 등의 차이는 없다고 가정한다.

(4) 게임의 참여자(player): 정액제 사업자, 종량제 사업자, 소비자

게임 참여자는 정액제 사업자와 종량제 사업자, 그리고 소비자로 가정한다. 정액제 사업자와 종량제 사업자는 자신들의 이익을 최대한으로 할 수 있는 최적 가격을 결정하는 게임을 하게 된다. 그리고 사용자는 사업자들간의 게임의 결과인 그들이 제시하는 최적 가격을 보고 자신의 효용을 최대화 시킬 수 있는 사업자를 선택하는 게임을 하게 된다. 여기서 사업자의 수는 하나의 정액제 사업자와 하나의 종량제 사업자로 국한시키고 사용자의 수( $N$ )는  $0 \leq N < \infty$ 이라고 가정한다.

(5) 게임의 단계(stage): 2단계

게임의 단계는 정액제 사업자와 종량제 사업



자간의 최적 가격 결정을 하는 단계와 사용자가 사업자를 선택하게 되는 단계가 순차적으로 발생하는 2단계로 가정한다.

1단계(1st Stage)에서 종량제 사업자는 자신의 이익을 극대화하는 가격  $b^*$ (1bm당 가격)를 결정하고, 정액제 사업자는 자신의 이익을 극대화하는 가격  $a^*$ (한달 정액요금)를 동시에 결정한다고 가정한다. 그리고 소비자는 1단계의 게임에서 결정된 정액제 사업자가 제시하는 가격  $a^*$ 와 종량제 사업자가 제시하는 가격  $b^*$ 를 보고 2 단계(2nd Stage)에서 자신의 효용을 극대화할 수 있는 사업자를 선택하게 된다.

(6) Dynamic game of complete information을 가정

게임의 참여자인 정액제 사업자, 종량제 사업자, 소비자는 서로의 이익함수와 효용함수에 대한 정보를 가지고 있는 완전 정보(complete information) 게임이라고 가정한다. 또한 의사결정은 1단계에서는 동시에 일어나지만 1단계의 의사결정 이후에 2단계의 의사결정이 일어나므로 결국 순차적인 의사결정이 발생하게 되는 동적(dynamic) 게임이라고 가정한다.

따라서 가정 (5)와 (6)에 따르면 본 연구는 1 단계에서 정액제 사업자와 종량제 사업자는 서로의 이익함수에 대한 정보를 알고 있는 상황에서 동시에 최적 가격을 결정하는 완전정보하의 정적인 게임(Static game of complete information)을 하게 된다. 소비자는 1단계에서 결정된 가격을 보고 2단계에서 사업자를 선

택하게 되므로 순차적인 의사결정이 이루어진다. 따라서 본 연구 모형은 완전정보하의 동적인 게임(Dynamic game of complete information)이라고 할 수 있다.

(7) 전략(Strategy)

- ① 정액제 사업자:  $a^*$  선택
- ② 종량제 사업자:  $b^*$  선택
- ③ 소비자: 정액제 사업자 또는 종량제 사업자 선택

(8) 이익함수(Payoff)

① 정액제 사업자의 이익함수

$$\begin{aligned} \Pi_T &= \alpha_T - C \\ &= a \{ Q_{max} - (a/b) \} (N / Q_{max}) - C \end{aligned} \quad (2)$$

② 종량제 사업자의 이익함수

$$\begin{aligned} \Pi_B &= b \times \left( \int_0^{a/b} q dq \right) \times (N / Q_{max}) - C \\ &= (b/2)(a/b)^2 (N / Q_{max}) - C \end{aligned} \quad (3)$$

③ 사용자의 이익함수

$$\Pi_{C_i} = U(q_i, p) \quad (4)$$

여기서  $a$ 는 월 정액요금으로  $a > 0$ ,  $C$ 는 고정비,  $b$ 는 1mb당 가격으로서  $b > 0$ 이다. 그리고  $q$ 는 개별 소비자가 한달 간 받고자 하는 용량,  $N$ 는 총 사용자수이고,  $Q_{max}$ 은 사용자가 받을 수 있는 최대 사용량을 나타낸다. 또한 정액

제 사업자의 고정비 C와 종량제 사업자의 고정비 C가 동일하다고 가정하고 있다. 그리고 사용자의 효용함수는 사용량과 가격에 대한 함수로 가정하였다.

가정(7)과 (8)에 따르면 정액제 사업자와 종량제 사업자는 자신들의 이익을 최대화 시키는 가격인  $a^*$ ,  $b^*$ 를 식 (2)와 (3)에서 각각 결정한다. 그리고 사용자는 사업자가 제시하는 가격  $a^*$ ,  $b^*$ 를 이용해서 식 (4)에 의해서 자신의 효용을 최대화 시키는 사업자를 선택하게 된다.

## 2) 연구모형의 분석 및 균형가격 도출

본 연구 모형은 사업자들과 사용자간의 의사결정이 순차적으로 일어나는 동적인 게임이므로 Backward Induction을 통해서 균형가격을 도출할 수 있다. 그 과정을 살펴보면 다음과 같다.

### (1) 2 단계: 사용자의 사업자 선택 의사결정

혼잡발생 무관한 인터넷 서비스의 경우 사용자의 효용함수는 사용량과 가격에 대한 함수이므로 사용자의 효용함수는 식 (5)와 같이 가정할 수 있다.

$$U(q, p) = \alpha q - p \quad (5)$$

사용자 자신의 사용량과 가격에 따른 효용이 정액제 사업자와 종량제 사업자의 경우 동일하다면 '사용자에게는 사업자의 과금 방식은 무관

하게 된다. 따라서 식(5)에 의해서 정액제와 종량제에 무관한 사용자는 식 (6)를 만족시킨다.

$$\alpha q_i - a = \alpha q_i - b q_i \quad (6)$$

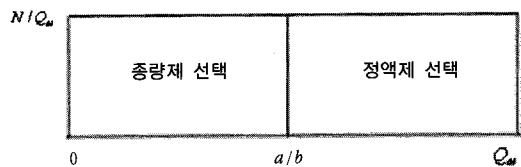
식 (6)을 계산하면 사용자의 사용량은 식 (7)과 같이 나타낼 수 있다.

$$q_i = a/b \quad (7)$$

소비자 i는 자신의 사용량  $q_i$ 를 더 저렴하게 제공해주는 사업자를 선택하게 된다. 따라서 혼잡발생 무관한 인터넷 서비스의 경우 사용자의 사업자 선택 의사결정은 다음과 같이 설명할 수 있다

- (가)  $bq_i > a$  이면 정액제 사업자 선택
- (나)  $bq_i < a$  이면 종량제 사업자 선택
- (다)  $bq_i = a$  이면 정액제 사업자와 종량제 사업자 무관.

위의 식을 기하학적으로 설명해 보면 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 사용량에 의한 사용자의 요금제도 선택

(가)의 경우는 <그림 2>에서  $q_i > a/b$  인 오른쪽 부분에 해당한다. 이 경우

$aq_i - a = aq_i - bq_i$  으로 사용자가 동일한 양  $q_i$  를 사용할 경우 사용량에 따라서 가격을 지불할 경우 보다 일정액을 지불하고 서비스를 이용할 경우 사용자의 효용이 더 크게 된다. 따라서 사용자는 정액제 사업자를 선택하게 된다. 즉 사용자가 동일한 양  $q_i$  를 사용할 경우 일정한 가격을 지불하고 서비스를 이용할 때 더 저렴하므로 사용자는 정액제 사업자를 선택하게 되는 것이다.

(나)의 경우는 <그림 2>에서  $q_i < a/b$  인 오른쪽 영역에 해당한다. 이 경우

$aq_i - a < aq_i - bq_i$  으로 사용자가 동일한 양  $q_i$  를 사용할 경우 일정한 가격을 지불하고 서비스를 이용할 때 보다 사용량에 따라서 가격을 지불할 경우 사용자의 효용이 더 크게 된다. 따라서 사용자는 종량제 사업자를 선택하게 된다. 즉 사용자가 동일한 양  $q_i$  를 사용할 경우 자신의 사용량에 따라서 가격을 지불하고 서비스를 이용할 때 더 저렴하므로 사용자는 종량제 사업자를 선택하게 되는 것이다.

(다)의 경우는 <그림 2>에서  $q_i = a/b$  인 왼쪽 영역과 오른쪽 영역의 경계 부분에 해당한다. 이 경우  $aq_i - a = aq_i - bq_i$  으로 사용자가 동일한 양  $q_i$  를 사용할 경우 느끼는 효용이 정액제 사업자와 종량제 사업자에서 동일하다. 따라서 사업자의 과금 방식은 사용자에게 무관하게 된다. 즉 사용자가 동일한 양  $q_i$  를 사용할 경우 지불해야 되는 가격이 정액제 사업자와

종량제 사업자에서 동일하므로 사업자의 과금 방식은 사용자에게 무관하게 된다.

## (2) 1단계: 사업자의 최적 가격 의사결정

### ① 정액제 사업자의 경우

정액제 사업자의 최적 가격은 식 (2)의 1계 도함수 조건(first-order condition)을 이용해서 식 (8)과 같은 과정을 통해서 식 (9)와 같이 구할 수 있다.

$$\{Q_M - (a/b)(N/Q_M) - (a/b)(N/Q_M)\} = 0 \quad (8)$$

$$a = Q_M b / 2 \quad (9)$$

### ② 종량제 공급업자의 경우

종량제 사업자의 최적 가격은 식 (3)을 이용하면 식 (10)과 같은 과정을 통해서 식 (11)과 같이 구할 수 있다.

$$\Pi_{\text{P}} = b \times \left( \int_0^{a/b} q dq \right) \times (N/Q_M) - C \quad (10)$$

$$= (b/2)(a/b)^2 (N/Q_M) - C$$

$$= (a^2/2b)(N/Q_M) - C \geq 0$$

$$b \leq (a^2/2C)(N/Q_M) \quad (11)$$

식 (9)과 식 (11)을 등식으로 두고 연립해서 풀면 식 (12)와 같이 균형 가격이 나오게 된다.

$$a^* = (4C) / N \quad (12)$$

$$b^* = (8C) / (Q_M N)$$

식 (12)의 균형 가격에 의하면 정액제 사업자의 가격과 종량제 사업자의 가격 모두 사용자 수  $N$ 이 증가함에 따라서 0에 가까워지므로 저가의 가격전쟁이 발생하게 된다. 이러한 결과는 동질의 인터넷 서비스를 제공하는 인터넷 사업자가 사용자의 수가 증가할수록 인터넷 서비스의 가격을 낮춰야 한다는 것을 의미한다. 따라서 Fishburn과 Odlyzko(1999)이 분석한 것과 마찬가지로 사용자의 수가 증가하면 할수록 정액제와 종량제 사업자 모두 자신의 이윤이 0이 되도록  $a^*$ ,  $b^*$ 를 결정하게 되어 가격전쟁(Price War)을 벌일 가능성이 높게 된다.

## 2. 혼잡발생 가능한 인터넷 서비스

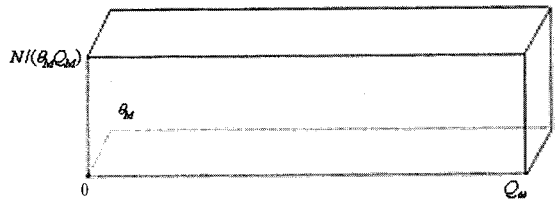
혼잡발생과 무관한 인터넷 서비스의 모델은 Fishburn과 Odlyzko(1999)의 모델을 바탕으로 한 것으로서 혼잡으로 인한 서비스의 품질의 차이는 고려하고 있지 못하고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 사용자의 수가 증가함에 따라서 발생하는 혼잡으로 인하여 서비스 품질의 차이가 있는 경우를 고려해서 모델을 설계하고자 한다. 본 연구 모형에 필요한 가정들을 살펴보면 다음과 같다.

### 1) 가정

(1) 소비자의 사용량  $q_i$ , 속도에 대한 선호도  $\theta_i$ 에 대한 분포는 균일하다고 가정

소비자의 사용량  $q_i$ 와 속도에 선호도  $\theta_i$ 에 대하여 각각 균일한 분포(Uniform

Distribution)를 가진다고 가정한다. 기하학적으로 나타내면 <그림 3>과 같다. 혼잡발생 가능한 인터넷 서비스의 경우 사용자의 효용함수가 사용량뿐 아니라 속도에 의해서 결정이 된다. 따라서 사용자의 분포는 <그림 3>과 같이 속도에 대한 선호도와 사용량에 대해서 3차 도형으로 나타낼 수 있다.



<그림 3> 속도와 사용량에 대한 사용자의 분포

<그림 3>에서 가로는 사용자가 받는 사용량을 나타내고 세로는 속도에 대한 선호도를 나타내고, 높이는 사용자 수를 나타낸다. 여기서 사용자가 받을 수 있는 사용량과 속도에 대한 선호도에 따른 사용자의 수는 각각 일정한 높이를 가지므로 균일하다.

(2) 전체 소비자는 정액제 사용자와 종량제 사용자로 구성

가정 (2)는 혼잡발생 무관한 인터넷 서비스에서의 가정 (2)와 동일하다고 가정한다.

(3) 정액제, 종량제 서비스 간의 가격과 속도 이외의 차이는 없음

혼잡발생 가능한 서비스의 경우는 사용자의

수가 증가함에 따라서 혼잡으로 인한 속도의 차이가 발생하게 된다. 따라서 혼잡발생 무관한 서비스의 가정 (3)과는 달리 가격과 속도 이외의 다른 요소는 동일하다고 가정한다.

정액제 사업자는  $S_1$ , 종량제 사업자는  $S_2$ 의 속도를 제공한다고 하면 종량제 사업자가 제공하는 속도가 정액제 사업자가 제공하는 속도보다 더 빠르므로  $S_1 < S_2$  라고 가정할 수 있다.

(4) 게임의 참여자(player): 정액제 사업자, 종량제 사업자, 소비자

(5) 게임의 단계(stage): 2단계

(6) Dynamic game of complete information 을 가정

(7) 전략(Strategy)

여기서 가정 (4)~(7)은 혼잡발생 무관한 인터넷 서비스에서의 가정 (4)~(7)과 각각 동일하다고 가정한다.

(8) 이익함수(Payoff)

① 정액제 사업자의 이익함수

$$\begin{aligned} \Pi_F &= a n_F - C \\ &= d \left( \frac{\theta_M}{2} \right) \left( Q_M - \frac{a}{b} \right) \{ N / (\theta_M Q_M) \} - C \end{aligned} \quad (13)$$

② 종량제 사업자의 이익함수

$$\begin{aligned} \Pi_B &= \left[ b \times \left( \int_{\theta_M}^{\theta_B} q(\theta_M, b) \right) \times N / (\theta_M Q_M) \right] \\ &+ \left[ b \times \left( \int_{\theta_M}^{\theta_B} q(\theta_M, -((bq-a)/(S_2-S_1))) \right) \right] \\ &\times N / (\theta_M Q_M) \} - C \end{aligned} \quad (14)$$

③ 사용자의 이익함수

$$\Pi_C = U(q_i, \theta_i, p) \quad (15)$$

여기서  $\theta$ 는 속도에 대한 선호도를 나타내고  $\theta_M$ 는  $\theta$ 의 속도에 대한 최대 선호도를 나타낸다. 소비자의 효용함수는 사용량과 속도, 가격에 대한 함수로 가정<sup>4</sup>하였다.

가정(7)과 (8)에 따르면 혼잡발생과 무관한 인터넷 서비스의 모형에서와 마찬가지로 정액제 사업자와 종량제 사업자는 자신들의 이익을 최대화 시키는 가격  $a^*$ ,  $b^*$ 를 식 (13)과 식 (14)에 의해서 각각 결정한다.

그리고 사용자는 사업자가 제시하는 가격  $a^*$ ,  $b^*$ 를 이용해서 식 (15)에 의해서 자신의 효용을 최대화 시키는 사업자를 선택하게 된다.

2) 연구모형의 분석 및 균형가격 도출

혼잡발생과 무관한 인터넷 서비스의 모형과 마찬가지로 동적인 게임이므로 Backward

<sup>4</sup> 혼잡과 무관한 서비스의 경우 사용자의 효용함수는 사용량과 가격에 의한 함수였지만 혼잡발생 가능한 서비스의 경우 자신의 사용량과 속도와 가격에 대한 함수이다.

Induction을 통해서 균형가격을 도출할 수 있다. 그 과정을 살펴보면 다음과 같다.

(1) 2 단계: 사용자의 사업자 선택 의사결정

혼잡발생 가능한 인터넷 서비스의 경우 사용자의 효용함수는 사용량뿐 아니라 속도와 가격에 대한 함수이므로 사용자의 효용함수는 식(16)과 같이 가정할 수 있다.

$$U(q_i, \theta_i, p) = \theta_i S_i + \alpha q_i - p \quad (16)$$

사용자 자신의 사용량과 속도의 선호도에 따른 효용이 정액제 사업자와 종량제 사업자의 경우 동일하다면 사용자에게는 사업자의 과금 방식은 무관하게 된다. 따라서 식(16)에 의해서 정액제와 종량제에 무관한 사용자는 (17)를 만족시킨다.

$$\theta_i S_1 + \alpha q_i - a = \theta_i S_2 + \alpha q_i - b q_i \quad (17)$$

여기서  $S_1$ 은 정액제 사업자가 제공하는 속도이고  $S_2$ 는 종량제 사업자가 제공하는 속도로서  $S_1 < S_2$  된다. 식 (17)을 계산하면 사용자의 속도에 대한 효용은 식 (18)과 같이 얻을 수 있다. 속도에 대한 선호도는 사용량에 대한 함수가 된다.

$$\theta(q_i) = (b q_i - a) / (S_2 - S_1) \quad (18)$$

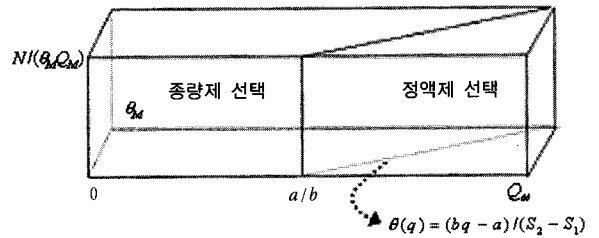
따라서 혼잡발생 가능한 인터넷 서비스의 경우 사용자의 사업자 선택 의사결정은 다음과 같이 설명할 수 있다.

(가)  $\theta_i > (b q_i - a) / (S_2 - S_1)$ 이면 종량제 사업자 선택

(나)  $\theta_i < (b q_i - a) / (S_2 - S_1)$ 이면 정액제 사업자 선택

(다)  $\theta_i = (b q_i - a) / (S_2 - S_1)$ 이면 정액제 사업자와 종량제 사업자 무관

위의 식을 기하학적으로 설명해 보면 <그림 4>와 같다.



<그림 4> 사용량과 속도에 대한 선호도에 의한 사용자의 요금제도 선택

(가)의 경우는 <그림 4>에서  $\theta_i > (b q_i - a) / (S_2 - S_1)$ 인 왼쪽 영역에 해당한다. 이 경우  $\theta_i S_1 + \alpha q_i - a < \theta_i S_2 + \alpha q_i - b q_i$ 으로 사용자가 동일한 양  $q_i$ 를 사용할 경우 일정한 가격을 지불하고 서비스를 이용할 때 보다 사용량에 따라서 가격을 지불할 경우 사용자의 효용이 더 크게 된다. 따라서 사용자는 종량제 사업자를 선택하게 된다.

(나)의 경우는 <그림 4>에서  $\theta_i < (b q_i - a) / (S_2 - S_1)$ 인 오른쪽 영역에 해당한다. 이 경우  $\theta_i S_1 + \alpha q_i - a > \theta_i S_2 + \alpha q_i - b q_i$ 으로 사용자가 동일한 양  $q_i$ 를 사용할 경우 사용량

에 따라서 가격을 지불할 경우 보다 일정액을 지불하고 서비스를 이용할 경우 사용자의 효용이 더 크게 된다. 따라서 사용자는 정액제 사업자를 선택하게 된다.

(다)의 경우는 <그림 4>에서

$\theta_1 = (bq_1 - a)/(S_2 - S_1)$  인 왼쪽 영역과 오른쪽 영역의 경계 부분에 해당한다. 이 경우  $q_1 + a_1 - a = q_2 + a_2 - b_2$  으로 사용자가 동일한 양  $q_i$  를 사용할 경우 느끼는 효용이 정액제 사업자와 종량제 사업자에서 동일하다. 따라서 사업자의 과금 방식은 사용자에게 무관하게 된다.

(2) 1 단계: 사업자의 최적 가격 의사결정<sup>5</sup>

① 정액제 공급업자의 경우

정액제 사업자의 최적 가격은 식 (13)의 1계 도함수 조건을 이용해서 식 (19)을 통해서 식 (20)을 구할 수 있다.

$$(N/2) - (a/b)(N/Q_M) = 0 \quad (19)$$

$$a = Q_M b / 2 \quad (20)$$

② 종량제 공급업자의 경우

종량제 사업자의 최적 가격은 식 (14)의 1계 도함수 조건을 이용해서 식 (21)을 통해서 식 (22)를 구할 수 있다.

$$-(a/2b^2) + (1/\Delta\theta_M)(bQ_M^2/3) - (a^2/3b^3) = 0 \quad (21)$$

$$b = \sqrt[3]{(a^3 + (3/2)\Delta\theta_M a^2)/Q_M} \quad (22)$$

식 (20)과 식 (22)의 결과를 연립하면 정액제 사업자와 종량제 사업자의 균형가격은 식 (23)과 같다는 것을 알 수 있다.

$$a^* = 0, \quad b^* = 0$$

$$a^* = (3\Delta\theta_M)/14, \quad b^* = (6\Delta\theta_M)/(14Q_M) \quad (23)$$

여기서 이성적인 경쟁자라면 자신들의 가격이 (0, 0)이 되도록 가격전쟁(price war)를 벌이기 보다는 자신들의 이윤을 극대화 할 수 있는  $((3\Delta\theta_M)/14, (6\Delta\theta_M)/(14Q_M))$ 를 선택하게 될 것이다. 따라서 혼잡발생 가능한 인터넷 서비스의 경우 정액제 사업자와 종량제 사업자의 균형가격은  $(a^*, b^*) = ((3\Delta\theta_M)/14, (6\Delta\theta_M)/(14Q_M))$  이 된다.

따라서 혼잡발생 가능한 인터넷 서비스의 균형가격은 사용자의 수가 증가하면서 발생하게 되는 종량제 사업자와 정액제 사업자의 속도의 차이와 속도에 대한 최대 선호도 및 최대 사용량에 의해서 결정이 된다. 즉 사용자의 수가 증가하면 균형가격은 종량제 사업자와 정액제 사업자가 제공하는 속도의 차이가 증가할수록 올라가게 된다. 그러므로 혼잡과 무관한 인터넷 서비스의 경우처럼 사용자의 수가 증가하게 되면 발생하게 되는 저가의 가격전쟁이 발생하지 않는다. 이러한 결과의 차이는 Fishburn과

<sup>5</sup> 정액제 사업자와 종량제 사업자의 최적 가격 계산과정과 균형가격 계산과정은 부록에서 자세히 다루고 있다.

Odlyzko(1999)의 연구에서 고려하지 못한 혼잡 외부성을 본 연구에서 고려했기 때문이다.

### 3. 혼잡발생 유무에 따른 비교

이상에서 살펴본 혼잡발생과 무관한 인터넷 서비스의 모델은 Fishburn과 Odlyzko(1999)의 서비스 품질의 차이가 없는 경우의 모형과 거의 동일하다. 따라서 본 연구의 혼잡발생과 무관한 서비스의 모델을 Fishburn과 Odlyzko(1999)의 모형이라고 보고 본 연구의 혼잡발생 가능한 서비스의 모형과 비교해 보면 <표 2>와 같다.

관점에서 다음과 같이 비교하고 있다.

첫째, Fishburn과 Odlyzko(1999)의 모형은 정액제와 종량제의 과금방식에 따른 서비스의 품질차이가 없다는 것을 전제로 한 것이다. 그러나 이러한 가정은 혼잡 외부성이 발생할 경우 비현실적인 것이다. 반면 본 연구에서는 사용자의 수가 증가해서 혼잡외부성이 발생한 경우 종량제에서 제공하는 서비스의 품질이 정액제에서 제공하는 서비스의 품질보다 우수하다는 점을 반영하고 있다.

둘째, Fishburn과 Odlyzko(1999)의 모형은 이메일 서비스 등 혼잡이 발생할 가능성이 적은

<표 2> Fishburn과 Odlyzko(1999)의 모형과 본 연구의 모형 비교평가

	Fishburn과 Odlyzko(1999)의 모형	본 연구의 모형
가 정	정액제 서비스와 종량제 서비스 간의 품질의 차이가 없음 (혼잡을 고려하지 않음)	정액제 서비스와 종량제 서비스 간의 품질의 차이가 있음 (종량제 서비스의 질이 정액제 서비스의 질보다 우수. 즉 혼잡을 고려함)
적 용	이메일 서비스 등 혼잡이 발생할 가능성이 적은 서비스	멀티미디어(VOD, MOD 등), 파일전송(웹 스토리지 서비스) 등 혼잡이 발생할 가능성이 높은 서비스
균 형	$a^* = (4C) / N$ $b^* = (8C) / (Q_s M)$ <ul style="list-style-type: none"> <li>-균형가격은 비용, 사용자의 수, 최대 사용량에 의해서 결정됨</li> <li>-사용자 수가 증가하면 균형가격은 정액제와 종량제 모두 0으로 수렴</li> <li>-저가의 가격전쟁이 발생함</li> </ul>	$a^* = (3\Delta Q_s) / 14$ $b^* = (6\Delta Q_s) / (14Q_s)$ <ul style="list-style-type: none"> <li>-균형가격은 속도의 차이, 최대 속도, 최대 사용량에 의해서 결정됨</li> <li>-사용자의 수가 증가하면 균형가격은 종량제 사업자와 정액제 사업자가 제공하는 속도의 차이가 증가할수록 올라감</li> <li>-저가의 가격전쟁이 발생하지 않음</li> </ul>

<표 2>는 Fishburn과 Odlyzko(1999)의 모형과 본 연구의 모형을 가정, 적용, 균형가격의

서비스에 적용할 수 있다. 한편 본 연구의 모형은 멀티미디어(VOD, MOD 등), 파일전송(웹 스



토리지 서비스) 등 혼잡이 발생할 가능성이 높은 서비스에 적용할 수 있는 모형이다.

셋째, Fishburn과 Odlyzko(1999)의 모형의 균형가격은 사용자의 수가 증가하면 0에 가까워지는 것으로 일반적으로 저가 가격전쟁이 발생하게 된다. 한편 본 연구의 모형에서는 사용자의 수가 증가하면 정액제 사업자와 종량제 사업자가 제공하는 속도의 차이가 증가할수록 가격이 증가한다는 것을 알 수 있다. 이 경우 균형가격은 속도의 차이와 최대속도 및 최대 사용량에 의해서 결정되는 것으로 저가의 가격전쟁이 발생하지 않는다는 것을 알 수 있다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 요즘 각광 받는 VOD, MOD, 웹 스토리지 서비스 등 사용량이 늘어날수록 혼잡이 발생하는 인터넷 서비스의 정액제와 종량제 과금체계의 필요성을 논하고 이러한 서비스에 적용 가능한 게임 모델을 제시하였다. 이 모델에서는 완전정보하의 동적인 게임을 가정하였고 정액제 서비스 사업자와 종량제 서비스 사업자, 그리고 N명의 소비자가 2 단계에 걸쳐 자신의 이윤을 최대화하기 위해 행동을 한다고 가정하였다. 이를 게임이론으로 풀면 균형가격은 속도의 차이와 최대속도 및 최대 사용량에 의해서 결정된다. 사용자의 수가 증가해서 종량제와 정액제 사업자가 제공하는 속도의 차이가 증가할수록 가격은 올라가게 된다. 따라서

Fishburn과 Odlyzko(1999)의 연구와는 달리 가격전쟁(Price War)는 일어나지 않을 가능성이 높다.

본 연구는 인터넷 서비스의 요금제도(정액제, 종량제)에 대해 연구하여 인터넷 서비스자의 과금체계 설계에 도움이 될 수 있는 시사점을 찾고자 하였다. 그러나 현재까지는 게임이론을 이용한 이론적 모델링에 대한 연구는 있으나 과연 소비자들끼리 서로 다른 요금제도에 대해 어떻게 반응하는지에 대한 체계적인 연구가 없어 본 연구에 많은 한계점이 있었다.

게임이론의 모델링에서 수학적으로 문제를 쉽게 풀기 위해 사용량과 속도에 대한 선호도에 대한 사용자의 분포를 정규분포 대신 균등 분포로 가정하였다. 또한 사용자가 자신이 인터넷 서비스를 사용할 양을 미리 정하고 사용한다고 가정하였으나 현실에선 사용자는 자신의 를 정해서 반드시 그만큼 사용하기 보다는, 사용하고 싶을 때 원하는 양만큼 사용하는 것이 일반적이다. 즉 사용량을 확률적으로 파악해야 하나 본 연구의 모델에서는 이점을 간과하였다. 그러므로 모델링을 실제적인 상황보다 단순화시킨 단점을 가지고 있다.

끝으로 위에서 제시한 한계점을 극복하고 향후 의미 있는 연구 결과들을 얻기 위해 제시할 수 있는 과제들은 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서 전개한 모델을 현실과 비슷한 사용자 분포를 가정하여 분석하는 것이다.

또한 사용량을 분석하는데 있어 확률적 개념을 도입하는 것이 필요하다. 이로써 보다 실증적이고 실무에 적용 가능한 연구결과가 나오리라 생각한다.

둘째, 요금제도의 선택에 영향을 미치는 변수들을 체계적으로 연구하여 신뢰성 있는 모형을

만드는 것이다. 이러한 모형은 앞으로 요금제도를 실증적으로 연구하는 데 많은 도움을 줄 것이다.

셋째, 위의 이론을 혼잡이 생기는 인터넷 서비스뿐만 아니라 모바일 서비스 등 타 서비스에도 적용해 보는 것이다.

## 참 고 문 헌

1. Fishburn, P.C., Odlyzko, A.M., "Competitive pricing of information goods: Subscription pricing versus pay-per-use," *Economic Theory*, Vol. 13, Issue. 2, 1999, pp. 447-470. Available from <http://gunther.smeal.psu.edu/6382.html>.
2. Bhargava, H.K. and V. Choudgury, "Information Goods and Vertical Differentiation," *Journal of Management Information Systems*, Vol. 18, No. 2, Fall 2001, pp. 89-106.
3. Bakos, Y. and E. Brynjolfsson, "Bundling Information Goods: Pricing, Profits, and Efficiency," *Management Science*, Vol.45, No. 12, 1999. 12, pp. 1613-1630.
4. David Ulph and Nir Vulkan, "E-commerce, mass customization and price discrimination," Technical report, University College, London, 2001. Available from <http://www.ecn.bris.ac.uk/www/ecnv/welcome.htm>.
5. Varian, H.R., "Buying, renting and sharing information goods," 1995. Available from <http://sims.berkeley.deu/~hal/people/hal/papers.html>.
6. Bakos, Y. and Brynjolfsson, E., "Bundling information goods: pricing, profits and efficiency," *Management Science*, 1999. 12.
7. Bakos, Y. and Brynjolfsson, E., "Bundling and competition on the internet: Aggregation strategies for information goods," *Management Science*, 2000. 1. Available form <http://ebusiness.mit.edu/erik>.
8. Shapiro, C., and H.R. Varian, "Versioning: the smart way to sell information," *Harvard Business Review*, 1998. 11-12.
9. Varian, H.R., "Versioning information goods," 2000. Available from <http://sims.berkeley.deu/~hal/people/hal/papers.html>.
10. MacKie-Mason, J.K., and Varian, H.R., "Some Economics of the Internet," *Public Access to the Internet*, B. Kahin and I.Keller, Eds., 1993.
11. H.R.Varian, "Pricing Information Goods," Available at <http://www.sims.berkeley.edu/hal/people/hal/papers.html>.
12. Fishburn, P.C., Odlyzko, A.M., Siders, R.C., "Fixed fee versus unit pricing for information goods: competition, equilibria, and price

wars,” In Hurley, D., Kahin, B., Varian, H.(eds.), Internet publishing and beyond: The economics of digital information and intellectual property. Cambridge, MA:MIT Press, 1997.

13. Garrett Hardin, “The Tragedy of Commons,” Science, 1968.

## 부 록

혼잡발생 가능한 인터넷 서비스의 모형에서 인터넷 사업자들의 균형가격 계산과정을 살펴 보면 다음과 같다.

### 1. 정액제 사업자의 최적가격 계산과정

정액제 사업자의 경우 이익함수는 식 (1)과 같다.

$$\begin{aligned} \Pi_T &= a n_T - C \quad (1) \\ &= a \left\{ (\theta_M / 2) \{ Q_M - (a/b) \} \{ N / (\theta_M Q_M) \} \right\} - C \end{aligned}$$

위 식을 a로 미분하면

$$(N/2) - (a/b)(N/Q_M) = 0 \quad \text{이다}$$

따라서 정액제 사업자의 최적 가격은 식(2)와 같이 구할 수 있다.

$$a = (b Q_M) / 2 \quad (2)$$

### 2. 종량제 사업자의 최적가격 계산과정

종량제 사업자의 이익함수는 식(3)과 같다.

$$\begin{aligned} \Pi_V &= \left\{ b \times \int_0^{a/b} q \theta_M dq \right\} \times (N / (\theta_M Q_M)) \\ &+ \left\{ b \times \int_{a/b}^{Q_M} q \left( \theta_M - ((bq-a)/\Delta) \right) dq \right\} \times (N / (\theta_M Q_M)) - C \end{aligned}$$

$$\left( \text{여기서 } \Delta = S_2 - S_1 \right) \quad (3)$$

식(3)에서 우변의 첫 번째 항은 식 (4)와 같이 계산해 낼 수 있다.

$$\begin{aligned} &b \times \left( \int_0^{a/b} q \theta_M dq \right) \times (N / (\theta_M Q_M)) \quad (4) \\ &= (b/2)(a/b)^2 \theta_M \{ N / (\theta_M Q_M) \} \\ &= (a^2 N) / (2b Q_M) \end{aligned}$$

식 (3)에서 우변의 두 번째 항인 식(5)에서 적분 부분만을 계산 하면 식 (6)과 같다.

$$\begin{aligned} &b \times \left( \int_{a/b}^{Q_M} q \left( \theta_M - ((bq-a)/\Delta) \right) dq \right) \times (N / (\theta_M Q_M)) \quad (5) \\ &\int_{a/b}^{Q_M} q \left( \theta_M - ((bq-a)/\Delta) \right) dq \\ &= (1/\Delta) \int_{a/b}^{Q_M} \{ -bq^2 + (a + \Delta \theta_M) q \} dq \quad (6) \\ &= (1/\Delta) \left[ -(b Q_M^3) / 3 + \{ (a + \Delta \theta_M) Q_M^2 \} / 2 \right. \\ &\quad \left. + (b a^3) / (3b^3) - \{ (a + \Delta \theta_M) a^2 \} / (2b^2) \right] \\ &= (1/\Delta) \left[ -(b Q_M^3) / 3 + (b Q_M^3) / 2 + (b a^3) / (3b^3) \right. \\ &\quad \left. - (b Q_M a^2) / (2b^2) \right] \quad (Q \theta_M = (b Q_M - a) / \Delta \text{ 대입}) \\ &= (1/\Delta) \left[ (b Q_M^3) / 6 + a^3 / (3b^3) - (Q_M^3 a^2) / (2b) \right] \end{aligned}$$

따라서 종량제 사업자의 이익함수 식 (3)는 식 (7)과 같이 표현된다.

$$\begin{aligned} \Pi_V &= (a^2 N) / (2b Q_M) + \left\{ (N / (\Delta Q_M \theta_M)) \right. \\ &\quad \left\{ (b^2 Q_M^3) / 6 + a^3 / (3b) - (Q_M a^2) / 2 \right\} \right\} - C \quad (7) \\ &= (N / Q_M) \left[ a^2 / (2b) + 1 / (\Delta \theta_M) \right. \\ &\quad \left. \left\{ (b^2 Q_M^3) / 6 + a^3 / (3b) - (Q_M a^2) / 2 \right\} \right] - C \end{aligned}$$

위 식을 b로 미분하면 다음과 같다.

$$-(a^2 / 2b^2) + \left\{ (1/\Delta \theta_M) \left\{ (b Q_M^3) / 3 - (a^3 / 3b^2) \right\} \right\} = 0$$

$$-(a^2/2b^2) + [(1/\Delta\theta_M)((b^3Q_M^3 - a^3)/(3b^2))] = 0$$

$$(2b^3Q_M^3 - 2a^3 - 3\Delta\theta_M a^2) / (\Delta\theta_M 6b^2) = 0$$

$$2b^3Q_M^3 - 2a^3 - 3\Delta\theta_M a^2 = 0$$

$$2b^3Q_M^3 = 2a^3 + 3\Delta\theta_M a^2$$

$$b^3 = (a^3 + (3/2)(\Delta\theta_M a^2)) / Q_M^3$$

따라서 종량제 사업자의 최적 가격은 식(8)과 같이 구할 수 있다.

$$b = \sqrt[3]{a^3 + (3/2)(\Delta\theta_M a^2)} / Q_M \quad (8)$$

### 3. 균형가격 계산과정

균형가격은 정액제 사업자와 종량제 사업자

의 최적 가격인 식(2)와 식 (8)을 연립하면 계산해낼 수 있다. 그 과정을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 식 (2)에서  $a = Q_M b / 2$  이므로  $b = \sqrt[3]{8a^3 / Q_M^3}$  으로 나타낼 수 있다. 이것을 식 (8)에 대입을 하면 다음과 같다.

$$(a^3 + (3/2)(\Delta\theta_M a^2)) / Q_M^3 = 8a^3 / Q_M^3$$

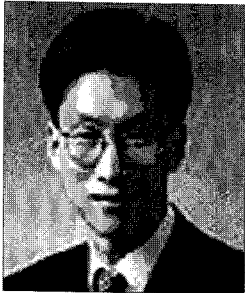
$$7a^3 - (3/2)(\Delta\theta_M a^2) = 0$$

$$a^2(7a - (3/2)\Delta\theta_M) = 0$$

따라서 균형가격은  $(a^*, b^*) = (0, 0)$

또는  $((3\Delta\theta_M)/14, (6\Delta\theta_M)/(14Q_M))$  이 된다.

## 저자약력



### 노상규 (Sang kyu Rho) .....

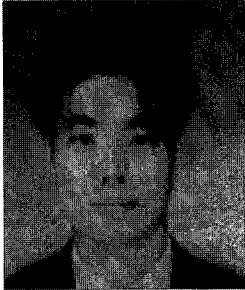
- 1987년 서울대학교 경영학과 (경영학 학사)
- 1990년 University of Minnesota (경영학 석사)
- 1995년 University of Minnesota (경영학 박사)
- 1995년~현재 서울대학교 경영대학 부교수
- 관심분야: 인터넷 pricing, e-비즈니스, 데이터 마이닝
- e-mail : srho@snu.ac.kr



### 안정남 (Jung Nam An) .....

- 1998년 동아대학교 수학과 (이학사)
- 2002년 부산대학교 대학원 졸 (국제통상 석사)
- 2002년~현재 서울대학교 경영대학 박사과정
- 관심분야: 인터넷 pricing, 게임이론, e-비즈니스, 데이터 마이닝
- e-mail : jnan1@snu.ac.kr

## 저자약력



### 원정호 (Jung Ho Won)

- 1998년 연세대학교 경영학과 (경영학 학사)
- 2004년 서울대학교 대학원 졸 (경영학 석사)
- 2004년~현재 한국산업은행 M&A실
- 관심분야: 인터넷 pricing, 게임이론, M&A, Corporate Valuation
- e-mail : cyrex@kdb.co.kr



### 정 송 (Song Jung)

- 1988년 서울대학교 제어 및 계측 공학과 (공학사)
- 1990년 서울대학교 대학원 졸 (공학석사)
- 1995년 The University of Texas at Austin 졸 (공학박사)
- 1994년~1996 AT&T 벨 연구소 연구원
- 2000년~현재 한국과학기술원 전자전산학과 부교수
- 관심분야: 고속 커뮤니케이션 네트워크 디자인, 제어 및 성능 모델링, 멀티미디어 네트워크 및 단말시스템 아키텍처, 알고리즘 및 프로토콜
- e-mail : song@ee.kaist.ac.kr