

## 통신망 상호접속체계의 경제적 특성분석

### A Study on Economic Characteristics of Two-way Network Interconnection System

김방룡\*  
(Pang-Ryong Kim)

<목 차>

- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| I. 서론           | IV. 쌍방향 동일요금 모델 |
| II. 기존의 주요 연구결과 | V. 쌍방향 개별요금 모델  |
| III. 기본 모델      | VI. 결론          |

#### Abstract

The issues on the interconnection of telecommunications network are recently prevailed in the IT industry. In this study, we classify the network interconnection system into two categories: two way-same price model and two way-different price model. The purpose of this paper is to analyze economic characteristics of optimal settlement system according to each model.

One of the most important policy implications we derive through this study is that symmetry between enterprises is required for policy maker or regulatory agency to set an efficient settlement system under two way-same price model, but that symmetry is not necessarily required under two way-different price model.

**핵심어** : 일방향접속, 쌍방향접속, 접속요금, 기업간 대청성

\* 한국전자통신연구원 책임연구원, E-mail : prkim@etri.re.kr

## I. 서론

정부는 최근까지 정보통신산업에 대하여 자연독점성의 존재를 근거로 이 산업을 규제하여 왔다. 그러나 네트워크형 산업에 대한 자연독점성 조건은 최근 기술 및 시장 환경의 변화로 그 지지 근거가 약화되면서 통신 산업의 독점구조는 AT&T의 분리·분할, BT의 민영화 및 복점정책 등으로 1980년대에 들어오면서 서서히 붕괴되기 시작하였다. 특히 1990년대에 들어오면서 통신 선진국들은 통신 산업에 본격적인 경쟁을 도입하기 위하여 기존 기업에게 비차별적으로 통신망을 기타 기업에게 개방하는 상호접속 정책을 본격적으로 실시하게 되었다. 정보통신망은 상호 접속되지 않으면 망의 효용성이 현저히 떨어지기 때문에 망의 접속으로 인하여 발생하는 비용 문제와 관련하여 정산체계를 확립하지 않으면 안 된다. 접속요금의 설정은 최종 소비자 가격 뿐만 아니라 시장의 경쟁상태에도 결정적인 영향을 미친다.

최근 상호접속과 관련하여 유무선통신간 접속에 따른 정산요금체계를 비롯하여 국제 정산요금체계, 인터넷 서비스 사업자 간의 Transit 계약 또는 상호 무정산방식인 Peering 계약 등이 활발하게 논의되고 있다. 이와 같이 현실적으로 통신망 상호접속에 관한 이슈가 활발하게 논의되고 있음에도 불구하고 상호접속이 지니고 있는 경제적 특성에 관한 이론적 연구는 그다지 활발하지 않은 상황이다. 이 논문의 목적은 가능한 상호접속체계의 모델을 설정하고, 각 모델에 가장 적합한 최적 정산체계의 경제적 특성을 분석하는 것이다.

본 논문의 제 II장에서는 상호접속과 관련한 기존의 주요 연구결과들을 살펴본다. 제 III장에서는 쌍방향 접속체계의 경제적 특성을 분석하기 위한 기본 모델을 설정한다. 제 IV장과 제 V장에서는 동일요금 및 개별요금 접속체계의 경제적 특성을 살펴보기 위하여 각 모델 별로 공동이윤을 극대화하는 해를 구하고, 통신망 상호접속정책에 대한 시사점을 발굴하고자 한다.

주요 결과는 상호접속 하에 있는 모든 기업에 대하여 Nash 균형 하에서 공동이윤을 최대화하기 위한 조건으로 「쌍방향 동일요금 접속체계」 하에서는 기업의 대칭성이 보장되어야 하나, 「쌍방향 개별요금 접속체계」 하에서는 기업간 대칭성 여부에 상관없이 Nash 균형 하에서 공동이윤이 최대화될 수 있다는 사실이다. 정책결정자 또는 규제기

관의 입장에서 볼 때, 「쌍방향 동일요금 접속체계」 하에서 효율적 정산요율을 보장해주는 조건은 기업간의 대칭성이다. 따라서 서로 대등한 입장이 아닌 기업간에는 상호접속을 통한 공동이윤극대화는 성립되지 않는다. 그렇지만 「쌍방향 개별요금 접속체계」 하에서는 기업간의 비대칭성이 존재하더라도 효율적 정산요율이 보장될 수 있다. 여기에서 우리나라 정보통신산업에의 적용가능성이라는 측면에서 볼 때 현재의 상호접속 정산체계에 가장 부합되는 「쌍방향 개별요금 접속체계」의 연구결과를 눈여겨볼 필요가 있을 것이다.

## II. 기존의 주요 연구결과

상호접속 문제는 현재 국내 전화, 국제 전화, 그리고 인터넷의 세 부문에서 구체적으로 발생하고 있다. 각 부문과 관련하여 현재의 산업 상황을 고려한 정산체계가 소수 학자들에 의하여 이론적으로 연구되어 왔다.

국내 망접속과 관련해서는 생산기술의 변화가 격심한 상황에서 각 국가별로 독점을 유지하고 있던 정보통신시장이 경쟁 상태로 전환되면서 접속요금 설정을 위한 지배적 방법으로 활용되어 오던 완전배부원가(Fully Distributed Cost Pricing; FDC) 방식은 점차 퇴조하고 있다. 수년 전부터 상호접속요금과 관련한 규제개혁이 큰 과제로 등장하게 되었고, 미국, 일본, 영국, 뉴질랜드, 그리고 유럽연합(EU)은 이 문제에 대응하기 위하여 규제환경을 정비하고 있다.

최근까지 제안된 주요 접속료 규제모형을 비용기준 방식으로 나누어 보면, 적용되는 비용의 성격에 따라 완전배부원가방식, 한계비용방식(Marginal Cost Pricing), 장기증분비용방식(Long Run Incremental Cost; LRIC), 효율적요소가격설정방식(Efficient Component Pricing Rule; ECPR) 등으로 다양하게 분류할 수 있다. 이 밖에 운영 측면에서 볼 때, 인센티브 규제방식이 접속료제도에 적용될 수 있는데, 이 규제방식은 여타 방식과 함께 적용될 수 있는 특징을 지니고 있다(Kridel, Sappington and L. Weisman [1996]). 이 중에서 한계비용방식은 접속 서비스 제공에 따라 발생하는 한계비용을 기준으로 접속료를 산정하는 방법으로 경제 이론적인 측면에서 가장 이상적인 방법이다. 그러나 한계비용을 실

제 측정한다는 것은 매우 어려운 작업이므로 현실 적용성을 감안하여 변형된 한계비용 방식으로 제안된 것이 LRIC 방식이다. ECPR은 Baumol/Sidak이 제안한 모형으로, 접속에 소요되는 증분비용에 접속으로 인하여 상실되는 사업 기회비용을 가산하여 접속요금을 설정하는 모형이다(Baumol and Sidak [1994], Kahn and Taylor [1994]). 한계비용방식이 고정비용의 회수문제를 고려하지 않은 최적 접속요금 모형이라면, ECPR과 Laffont/Tirole이 제안한 Ramsey Pricing의 모형은 고정비용의 회수문제를 고려한 경우의 최적 접속요금 모형이다 (Laffont and Tirole [1996a, 1996b]). 영국의 통신규제기관인 OFTEL은 일찍부터 독자적인 방식으로 LRIC 방식을 적용하여 상호접속요금을 설정하고 있는데, OFTEL이 설정한 상호접속요금 규칙에 가장 큰 이론적 영향을 미친 모형은 Armstrong, Doyle 및 Vickers 등이 제안한 소위 ADV라고 불리는 모형이다(Armstrong, Doyle and Vickers [1996], Armstrong [1998]). OFTEL 규칙에서는 접속료 설정에 있어서 LRIC 방식에 추가하여 Baumol 등이 제안한 ECPR과 Laffont/ Tirole이 제안한 인센티브 규제방식의 일종인 글로벌 요금상한 이론의 종합화가 시도되고 있다.

한편 Armstrong (1998)과 Laffont et al. (1998)은 Hotelling의 제품차별화 모델을 이용하여 국내 망접속을 분석하였다. 국내 망접속을 분석할 때 고려해야 할 중요한 요소는 기업들은 그들의 망을 상호 접속함으로써 end-to-end 전화서비스를 공급해야 하기 때문에 상호 의존관계를 유지할 수밖에 없다는 점이다. 그러나 또 한편에서는 가입자를 획득하고자 하는 기업간의 경쟁이 발생한다는 점을 무시할 수 없다는 것이다. Armstrong (1998)과 Laffont et al. (1998)의 논문은 이들 요소를 성공적으로 모델에 도입하고 있으나, 그들은 본 논문에서 다루고자 하는 쌍방향 개별요금 접속체계와 쌍방향 동일요금 접속체계, 그리고 일방향 접속체계 사이의 관계성에 대해서는 구체적으로 검토하지 않고 있다.

국제 정보통신시장에서도 국제 전화회사들은 서비스를 개시한 이래 지속적으로 상호 접속 정산체계를 협의하여 왔다. 국제 전화회사들은 원래부터 다른 나라에 자기 망을 소유할 수 없기 때문에 국제간 전화서비스의 상호접속은 필수적이다. 국내 통신산업 시장 구조와 비교해 볼 때 국제 시장에는 가입자를 획득하고자 하는 경쟁이 존재하지 않는다는 특징을 띠고 있다. 국제 전화회사들이 이러한 상황에서 개발한 상호접속 정산체계를 국제정산요금체계 (International Accounting Rate System)라 부른다. 국제전화 상호접속과 관련해서는 1990년대 초반이래 미국 연방통신위원회 (Federal Communication

Commission; FCC)가 선진국과 개발도상국 사이에 통화량의 불균형으로 야기되는 문제점을 지속적으로 지적해 왔다. Hakim and Lu (1993), Cave and Donnelly (1996), Yun et al. (1997), Domon and Kiyono (1999) 등이 국제전화 쌍방향 접속체계에 대하여 집중적으로 연구하였다. 이 중에서 Cave and Donnelly (1996)의 연구는 Nash bargaining model을 이용한 쌍방향 개별요금 상호접속 모델이며, 기타의 연구들은 쌍방향 동일요금 상호접속 모델이라 할 수 있다.

인터넷 산업에 있어서 정산체계는 국내, 국제 전화와는 양상이 매우 다르다. 패킷 망에서는 통화량 계산이 기술적으로 어렵기 때문에 정산은 통화량이 아니라, 망의 규모, 즉 가입자 수에 의존하는 경향이 있다. 인터넷 상호접속에서는 망 외부성이 매우 클 것으로 예상된다. 소규모 인터넷 서비스 공급업자(Internet Service Provider; ISP)는 대규모 ISP와 상호 접속함으로써 큰 이익을 보기 때문에 상호접속에 대한 대가를 대규모 ISP에게 일방적으로 지급한다. 현재까지 인터넷 상호접속에 관한 제도적 분석은 많이 이루어져 있지만, 이론적 분석은 거의 나오지 않고 있다(윤기호 [2003]). 가입자 수에 기반을 둔 최적 정산요금체계가 개발된다면 인터넷 접속시장의 효율적 정산에 큰 기여를 할 것이다.

### III. 기본 모델

상호접속 정산체계와 관련한 가장 중요한 구분은 접속이 한 방향으로만 이루어지는지 쌍방향으로 이루어지는지에 따라 쌍방향 상호접속 (Two-Way Interconnection)과 일방향 상호접속 (One-Way Interconnection)으로 구분된다. 전자는 다수의 기업이 주요 투입요소를 상호 구입하여 사용하는 경우에 발생하지만, 후자는 한 기업이 경쟁 부문에 존재하는 모든 기업이 필요로 하는 투입요소를 독점적으로 보유하고 있는 경우에 발생한다. 이 구분은 상호접속과 관련된 협상에 있어서 어느 쪽의 협상력이 큰 가에도 연관이 있는 것으로, 이 협상력의 차이는 상호접속료 정산 협상에 중요한 영향을 미치게 되며, 따라서 규제의 관점에서도 중대한 의미를 지닌다. 상호접속 정산체계와 관련한 또 다른 구분은 각 기업이 접속요금을 동일하게 설정하는지 개별적으로 상이하게 설정하는지에 따라 동일요금 모델과 개별요금 모델로 분류하는 방식이다. 이상에서 언급한 상호접속 모델의 유

형에 관해서는 <표 1>을 참조하라.

<표 1> 정산을 위한 접속체계 모델

망간	망간	망간
쌍방향	쌍방향 동일요금 접속체계	쌍방향 개별요금 접속체계
일방향	일방향 접속체계	-

본 연구에서는 쌍방향 접속 모델 중, 동일요금을 취하는 모델과 개별요금을 취하는 모델을 중심으로 분석하고자 한다. 본 연구에서 일방향 접속 모델을 취급하지 않는 이유는 양방향 접속의 경우에는 양방향 망외부 효과가 존재하기 때문에 공동이윤극대화가 가능하지만, 일방향일 때는 외부효과가 한 쪽으로만 작용하므로 공동이윤극대화의 의미가 약화되기 때문이다. 다만 양방향 접속과의 비교분석을 위하여 부록에 주요결과와 그 도출과정을 소개하고자 한다.

종래에는 시내 독점을 전제로 하는 상호접속 문제가 규제정책에 있어서 핵심 과제였으나, 최근에는 유선계 대 유선계, 유선계 대 무선계에서 망간 경쟁이 치열해 지면서 논의의 중심도 과거 주류를 이루던 일방향 상호접속체계에서 쌍방향 상호접속체계로 급격히 이동하고 있다. 이러한 과정에서 종래의 시내 독점을 전제로 한 이론 모델 및 그에 근거한 논의는 그 유효성이 의문시되고 있다. 1990년대 중반까지만 하더라도 상호접속에 관한 논의는 일방향 접속문제가 중심을 이루고 있었다. 그러나 최근의 동향은 우리나라뿐만 아니라 대다수의 국가에서 기존의 지배적 사업자의 병목성이 서서히 저하되는 현상을 보이고 있다. 통신망을 이용하는 측면에 있어서 불과 몇 년 전까지만 하더라도 고정망이 중심이었으나, 최근 이동망, 인터넷으로 급격히 무게 중심이 이동되고 있다. 그 결과 상호접속문제도 일방향에서 쌍방향 접속으로 논의의 중심이 자연스럽게 이동되고 있다.

소유자가 서로 다른 상호 접속된 망에 의해 공동으로 망 서비스가 제공되는 상황은 현실적으로 매우 다양한 형태를 취할 것이다. 그러나 그러한 모든 가능한 상황을 고려한 모델은 분석과정 상에 많은 복잡을 야기할 것이다. 따라서 본 연구에서는 상호접속 요금

의 정산과 관련한 핵심적 요인을 파악하여 모델을 간략화 하고자 한다.

본 연구에서는 우선 다양한 접속 상황에 일반적으로 적용할 수 있는 모델을 설정한다. 이 모델을 토대로 하여 각각의 상황에 적합한 가정을 설정함으로써 각 모델의 특성을 발견할 수 있을 것이다.

2개의 기업,  $A^i(i=1,2)$ 이 존재하고 그들은 각자의 망을 상호 접속함으로써 서로 통신을 하는 것으로 가정한다. 이 기업들의 이윤함수는 식 (1) 이 된다.

$$P^i = B^i(m^i, m^j) - C^i(m^i, m^j), \quad (i, j = 1, 2; i \neq j) \quad (1)$$

여기에서  $m^i$ 는 기업  $A^i$ 가 기업  $A^j$ 에게 발신하는 통화량이며,  $B^i$ 는 그 기업의 수입함수,  $C^i$ 는 그 기업의 비용함수를 나타낸다. 이윤함수  $P^i$ 는  $m^i$ 에 대하여 2계 미분가능하며, 강오목 함수 형태를 띤다고 가정한다. 이 때 이윤함수에는 통신을 송수신 함으로써 발생하는 정산액은 포함되지 않는다. 정산액까지 포함한 이윤함수는 각 모델별로 그 형태가 달라지므로 각 모델을 다룰 때 취급하기로 한다.

네트워크의 접속문제는 상기의 기본 모델을 사용하면 대부분 분석이 가능하다. 이윤함수에 구체적인 비용함수나 수입함수를 적용시키면 그 결과를 명확하게 분석할 수 있겠지만, 여기에서는 다양한 접속형태에 따른 접속요금의 차이점을 분석하는 것이 목적이므로 구체적인 수치 예를 통한 분석은 생략하기로 한다.

#### IV. 쌍방향 동일요금 모델

제III장에서 다룬 기본 모델을 이용하여 국내전화 쌍방향 접속의 경제적 특성을 규명하여 보기로 하자. 국내전화의 특징은 각 기업이 한편에서는 서로 소비자를 확보하기 위한 경쟁관계에 있으면서도 또 다른 한편으로는 서로 망을 임차 또는 임대함으로써 상호 의존 관계에 있다는 점이다.

접속에 따른 비용이 많이 들지 않는다면, 메시지를 교환하지 않는 것보다는 이를 상호 교환하고 접속에 따른 정산체계를 마련하는 것이 서로에게 유익할 것이다. 전통적 통신

산업에서는 망에 대한 이용요금을 정보 이용에 대한 대가가 아니라 망 자원 점유에 대한 대가로 규정하고 있다. 그러므로 실질적으로 호의 수용자가 더 많은 정보를 획득하는 경우에도 수신자에게는 요금을 부과하지 않는다. 망 간 상호접속 정산에서 발신사업자가 수신사업자에게 접속료를 지불하는 원칙도 통신요금은 물리적인 망 자원 이용에 대한 대가라는 원칙에서 비롯되는 것이다. 여기에서는 우선 쌍방향 접속을 하면서 각 기업이 메시지 당 동일한 보상액을 주고받는 단순한 형태인 쌍방향 동일요금 모델의 특성을 고찰하고자 한다.

통신을 송수신 함으로써 발생하는 정산액은 아래의 (2) 식으로 나타낼 수 있다. (2)식에는 각 기업이 동일한 접속료를 주고받고 있다는 사실이 암묵적으로 가정되어 있다.

$$\overline{S}^i = a \cdot (m^i - m^j), \quad (i, j = 1, 2; i \neq j) \quad (2)$$

여기에서  $a$ 는 통화당 접속요금이며,  $a \cdot m^i$ 는 기업  $A^i$ 가 기업  $A^j$ 로부터 받아야 할 접속료 수입,  $a \cdot m^j$ 는 기업  $A^i$ 가 기업  $A^j$ 에게 보상해야 할 접속료 수입이다.  $m^i > m^j$ 인 경우, 기업  $A^i$ 가 기업  $A^j$ 로부터 징수할 금액은 플러스가 될 것이다. 물론  $m^i > m^j$ 인 경우에는 (2) 식의 값은 기업  $A^i$ 가 기업  $A^j$ 에게 보상해야 할 금액이 된다. 따라서 정산액까지 포함한 개별 기업  $A^i$ 의 최종 이윤함수는 (1) 식으로부터 (3) 식으로 변형된다.

$$\overline{F}^i = P^i + \overline{S}^i \quad (3)$$

여기에서 규제자 또는 정책결정자의 목적은 모든 기업의 공동이윤(Joint Profit)을 극대화시키는 것이라 가정하자. 이 때 비로소 모델 안에 규제 이슈가 등장하게 된다. 먼저 상호협상에 의해 접속요금이 결정되고, 다음에 Nash 경쟁을 통해 통화량이 결정되는 과정을 거친다고 하자. 접속요금  $a$ 의 값이 주어질 때, 이윤함수를 최대화하기 위한 일계조건은 (3) 식의 우변을  $m^i$ 로 1계 미분하여 제로로 두면 구할 수 있다. 이것의 계산결과는 식 (4)로 주어지며, Nash 균형 해는 식 (4)에 의하여 구할 수 있다.

$$P_i^i - a = 0 \tag{4}$$

Nash 균형 해를  $\overline{m}^i(a)$ 라 하면, 최적 접속요금  $\overline{a}^*$ 는 공동이윤함수를 최대화함으로써 구할 수 있다.

<명제 1>

$$\overline{a}^* = -\frac{m_a^1}{m_a^1 + m_a^2} P_1^2 - \frac{m_a^2}{m_a^1 + m_a^2} P_2^1$$

<증명>

공동이윤함수  $\overline{F}(= P^1 + P^2)$ 를  $a$ 에 대하여 1계 미분하고 그 값을 제로로 취하면 다음과 같다.

$$(P_1^1 + P_1^2)m_a^1 + (P_2^1 + P_2^2)m_a^2 = 0$$

한편 식 (4)로부터  $P_i^i = a$ 의 관계가 성립하므로 위의 식은 (5) 식과 같이 재정리할 수 있다.

$$(a + P_1^2)m_a^1 + (a + P_2^1)m_a^2 = 0 \tag{5}$$

상기의 (5) 식으로부터 <명제 1>의 해가 도출되며, 공동이윤함수를 최대화시키기 위해서는  $a + P_i^i \geq 0$  일때, 항상  $a + P_j^j \leq 0$ 이 성립함을 알 수 있다. 여기에서  $P_j^j < 0$  및  $m_a^i < 0$ 의 관계를 고려하면 최적 접속료는 항상 플러스의 값을 가지게 된다. 증명 끝.

여기에서 유의해야 할 점은  $P_j^j < 0$ 의 가정은 망 산업에서 항상 성립하는 것은 아니라

는 사실이다. 기존기업과 신규기업이 서로 대체재를 공급하고 있기 때문에 현실 경제에서  $P_j^i < 0$ 의 관계가 성립할 가능성이 높다. 그러나 수요조건과 비용조건에 따라 이 관계가 성립하지 않을 경우도 나타난다. 예를 들면 인터넷 접속에서는  $P_j^i > 0$ 의 관계가 성립할 가능성이 매우 크다.

<명제 1>에서 공동이윤을 최대화하는 최적 접속료는  $m_a^i / (m_a^i + m_a^j)$ 에 의하여 가중된 한계 이윤감소분 ( $-P_j^i$ )의 합으로 이루어짐을 알 수 있다. 이 명제의 직관적 의미는 우선 대칭적 기업 간에서는 공동이윤을 최대화하기 위한 접속요금이 각 기업의 한계적 이윤감소분 ( $-P_j^i$ )과 동일하다는 것이다. 그러나 비대칭적 기업 사이에서는 개별 기업의 한계적 이윤감소분은 기업별로 그 값이 상이하게 되며, 최적 접속요금도 그 상이한 이윤감소분 값들 사이에 존재한다는 것을 의미한다.

#### <정리 1>

쌍방향 동일요금 접속체계 하에서는 기업간 대칭성의 가정이 만족되면, 공동이윤은 Nash 균형 하에서 최대화된다.

#### <증명>

공동 이윤함수  $\bar{F}$ 를 전미분하면

$$d\bar{F} = (P_1^1 + P_1^2)dm^1 + (P_2^2 + P_2^1)dm^2$$

위의 식에 (4) 식에서 얻은 결과인  $P_1^1 = P_2^2 = a$ 를 대입하면

$$d\bar{F} = (a + P_1^2)dm^1 + (a + P_2^1)dm^2$$

여기에서 기업간 대칭성, 즉  $P_1^2 = P_2^1$ 의 관계를 고려한다면  $\bar{a}^* = -P_1^2 = -P_2^1$ 가 성립되고, 공동이윤함수는 최대화된다. 그러나  $P_1^2 \neq P_2^1$ 의 관계가 성립하면 공동이윤함수

는 최대화될 수 없다. 증명 끝.

<정리 1>의 직관적 의미는 기업간의 대칭성은 쌍방향 동일요금 접속체계 하에서 효율적 정산 요율을 보장해 준다는 사실이다. 이와 같이 서로 대등한 입장에서 상호 망을 접속할 수 있는 기업들은 공동이윤을 최대화할 수 있다. Armstrong (1998)도 상호 대칭적인 국내전화의 경우 기업들은 정부의 규제 없이도 최선의 해를 얻을 수 있음을 증명하였다. 국내의 경쟁적인 통신시장에서는 각 기업의 수요는 경쟁 기업이 더 많은 서비스를 제공할수록 줄어든다. 이것은 수식으로  $B_j^i < 0$ 로 표현할 수 있으며, 이 경우에 경제주체를 기업으로 본다면 <정리 1>이 의미하는 바는 대칭적인 경우에

$$\overline{a}^* = |P_j^i| = C_j^i - B_j^i \tag{6}$$

가 성립되어, 이를 바탕으로 서비스 시장에서의 Nash 균형에 따라 공동이윤이 최대화된다는 것이다. 또한 (6) 식에서 공동이윤을 최대화하는 접속요금은 한계비용보다도 높게 설정된다는 것을 알 수 있다. 이 때,  $B_j^i$  항은 제공되는 접속에 대한 기회비용으로 해석할 수 있을 것이다.

<정리 1>은 쌍방향 동일요금 접속체계 하에서 기업간 대칭성이 확보되면, 공동이윤은 Nash 균형 하에서 최대화된다는 것이다. 그렇다면 이 정리가 우리나라 통신 산업에 어느 정도의 적용 가능성이 있는지를 생각해 보기로 하자. 우선 <정리 1>을 얻기 위하여 설정한 가정이 이론적으로는 설정 가능하지만, 우리나라의 통신 산업, 특히 고정망과 이동망간 접속시장에 적용시키는 경우에는 상당한 문제점이 있는 가정임을 알 수 있다. 우리나라에서는 현실적으로 KT와 SK가 서로 상이한 비용구조를 지니고 있다. 현재, KT가 SK에 지불하는 접속료는 분당 63.6원이며, SK가 KT에 지불하는 접속요금은 분당 15.9원으로 현격한 차이가 있다. 뿐만 아니라 우리나라의 경우, 동일한 기술을 채용하고 있는 고정망간 접속시장이나 이동망간 접속시장에 있어서도 기업규모나 비용구조에 있어서 현격한 차이가 난다. 따라서 우리나라의 현실에서 기업간 대칭성은 보장되기 어려우며, Nash 균형에 따른 공동이윤의 최대화를 달성하기가 쉽지 않음을 예측할 수 있다.

## V. 쌍방향 개별요금 모델

쌍방향 개별요금 접속체계는 쌍방의 기업이 접속시설을 가지고 상호접속을 허용한다는 점에서는 쌍방향 동일요금 접속체계와 같지만, 각 기업이 독자적으로 접속요금을 설정한다는 점에서는 쌍방향 동일요금 접속체계와 다르다. 이러한 특징은 상호접속에 의하여 발생하는 정산액에도 반영되어 다음의 (7) 식으로 나타나게 된다.

$$S^i = \dot{a}m^i - a^j m^i \quad (i, j=1, 2; i \neq j) \quad (7)$$

여기에서  $a^i$ 와  $a^j$ 는 각 기업의 독자적인 접속요금을 나타낸다. 이 체계 하에서 기업  $A^i$ 의 이윤함수는 (8) 식으로 변형된다.

$$F^i = P + S^i \quad (8)$$

먼저 상호협상에 의해 접속요금이 결정되고, 다음에 Nash 경쟁을 통해 통화량이 결정되는 과정을 거친다고 하자. 접속요금  $a^i$ 의 값이 주어질 때, 이윤함수를 최대화하기 위한 일계 조건은 (9) 식과 같다.

$$P_i^i - a^j = 0 \quad (9)$$

Nash 균형 해는 위의 식을 풀면 구할 수 있는데, 그 해를  $\widehat{m}^i(\dot{a}, a^j)$ 라 하자. 이 때, 최적 접속요금  $\widehat{a}^1$  과  $\widehat{a}^2$  는 공동이윤함수  $F = P^1(m^1(a^1, a^2), m^2(a^2, a^1)) + P^2(m^1(a^1, a^2), m^2(a^2, a^1))$ 를  $a^1$ 과  $a^2$ 로 각각 미분하여 제로로 둬으로써 구할 수 있다. 여기에서  $P^i(m^i(a^i, a^j), m^j(a^j, a^i))$ 는  $a^i$ 와  $a^j$ 에 대하여 2계 미분가능하며, 강오목 함수 형태를 띤다고 가정한다.

<명제 2>

$$\widehat{a}^{**} = -P_j^i, \quad \widehat{a}^{**} = -P_i^j$$

<증명>

쌍방향 개별요금 접속체계 하에서 공동이윤함수를 최대화하기 위하여 공동이윤함수  $F$ 를  $a^i$ 와  $a^j$ 에 대하여 1계 미분하고 그 값을 제로로 취하면 다음과 같다.

$$(P_i^i + P_j^i) m_{a^i}^i + (P_j^j + P_i^j) m_{a^i}^j = 0 \tag{10-1}$$

$$(P_i^i + P_j^i) m_{a^j}^i + (P_j^j + P_i^j) m_{a^j}^j = 0 \tag{10-2}$$

여기에서  $\widehat{m}_{a^i}^j \equiv d\widehat{m}^j/da^i$ . 한편 (9) 식으로부터 얻어진  $P_i^j = a^j$ 의 관계식을 (10-1) 및 (10-2) 식에 대입하고 이들 연립방정식을 풀면 공동이윤을 최대화하는 접속요금은  $\widehat{a}^{**} = -P_j^i, \widehat{a}^{**} = -P_i^j$ 가 된다. 증명 끝.

<정리 2>

쌍방향 개별요금 접속체계 하에서는 기업간의 비대칭성이 성립하더라도 공동이윤은 Nash 균형 하에서 최대화될 수 있다.

<증명>

공동이윤함수  $F$ 를 전미분하면

$$dF = (P_1^1 + P_1^2)dm^1 + (P_2^2 + P_2^1)dm^2$$

(9) 식에 의거, 위의 식에  $a^j = P_i^j$  ( $i, j = 1, 2; i \neq j$ )를 대입하면

$$dF = (a^2 + P_1^2)dm^1 + (a^1 + P_2^1)dm^2$$

여기에서 반드시  $P_1^2 = P_2^1$ 의 관계가 성립하지 않더라도  $\hat{a}^{2*} = -P_1^2$  및  $\hat{a}^{1*} = -P_2^1$ 의 관계만 성립하면 공동이윤함수는 최대화된다. 증명 끝.

<정리 2>의 직관적 의미는 기업간 비대칭성이 존재하더라도 쌍방향 개별요금 상호접속 체계 하에서는 쌍방향 동일요금 접속체계와는 달리 효율적 정산 요율이 보장될 수 있다는 사실이다. 여기에서 살펴본 쌍방향 개별요금 상호접속 체계는 우리나라 통신 산업의 현실에도 부합된다.

## VI. 결 론

본 연구를 통하여 얻은 주요 결과는 다음과 같다. 첫째, 각 상호접속체계 하에서의 최적해가 지니는 경제적 특성이 서로 상이하다는 점을 발견하였다. 「쌍방향 개별요금 접속체계」 하에서는 접속료가 기업의 대칭성 여부에 상관없이 항상 한계편익에 일치하나, 「쌍방향 동일요금 접속체계」 하에서는 기업의 대칭성이 보장되는 경우에만 동일한 결과를 얻을 수 있음을 확인하였다.

둘째, 상호접속 하에 있는 모든 기업에 대하여 Nash 균형 하에서 공동이윤을 최대화하기 위한 조건을 구할 수 있었다. 「쌍방향 동일요금 접속체계」 하에서는 기업의 대칭성이 보장되어야 Nash 균형 하에서 공동이윤이 최대화되나, 「쌍방향 개별요금 접속체계」 하에서는 기업간 대칭성 여부에 상관없이 Nash 균형 하에서 공동이윤이 최대화될 수 있다는 사실을 확인하였다.

정책결정자 또는 규제기관의 입장에서 볼 때, 「쌍방향 동일요금 접속체계」 하에서 효율적 정산요율을 보장해 주는 조건은 기업간의 대칭성이다. 따라서 서로 대등한 입장이 아닌 기업간에는 상호접속을 통한 공동이윤극대화는 성립되지 않는다. 그렇지만 「쌍방향 개별요금 접속체계」 하에서는 기업간의 비대칭성이 존재하더라도 효율적 정산요율이 보장될 수 있음을 확인하였다.

### 【부록】 일방향 접속체계 하에서의 최적 정산

일방향 접속체계는 한 쪽 기업은 필수설비를 보유하고 있으나, 다른 한 쪽 기업은 이를 보유하지 못한 상태에서, 필수설비를 갖추지 못한 기업이 규제기관 또는 필수설비를 가진 기업이 일방적으로 설정하는 요금을 추종하는 접속체계를 말한다.

여기에서 기존기업  $A^1$ 은 접속설비를 보유하고 있으나, 신규 진입기업  $A^2$ 는 접속설비를 보유하고 있지 않은 것으로 가정한다. 이 경우, 일방향 접속체계 하에서 각 기업의 이윤함수 모형은 다음과 같이 설정된다.

$$P^1 = B^1(m^1, m^2) - C^1(m^1, m^2) \quad (1)$$

$$P^2 = B^2(m^2, m^1) - C^2(m^2) \quad (2)$$

위의 식으로부터 기업  $A^2$ 는 기업  $A^1$ 으로부터 통신망을 임차하고 있다는 사실을 알 수 있다. 접속비용을 포함하는 최종적인 각 기업의 이윤함수는 다음과 같다.

$$F^1 = P^1 + a \cdot m^2 \quad (3)$$

$$F^2 = P^2 - a \cdot m^2 \quad (4)$$

여기에서  $a$ 는 통화당 접속요금이며, 기업  $A^2$ 는 기업  $A^1$ 에게 일방적으로  $a \cdot m^2$  만큼의 접속료를 지불하는 것으로 나타나 있다.

여기에서 규제자 또는 정책결정자의 목적은 모든 기업의 공동이윤(Joint Profit)을 극대화시키는 것이라 가정하자. 이 때 비로소 모델 안에 규제 이슈가 등장하게 된다. 먼저 상호협상에 의해 접속요금이 결정되고, 다음에 Nash 경쟁을 통해 통화량이 결정되는 과정을 거친다고 하자. 접속요금  $a$ 의 값이 주어졌다고 할 때, 이윤함수를 최대화하기 위한 해는 (3) 및 (4) 식의 우변을 각각 1계 미분하여 제로로 두면 구할 수 있는데, 그 결과는 (5), (6) 식과 같다.

$$F_1^1 = P_1^1 = 0 \quad (5)$$

$$F_2^2 = P_2^2 - a = 0 \quad (6)$$

여기에서  $F_i^i \equiv \partial F^i / \partial m^i$ ,  $P_i^i \equiv \partial P^i / \partial m^i$ 이다. Nash 균형 해는 위의 식을 풀면 구할 수 있는데, 그 해를  $m^i(a)$ 라 표기하기로 한다. 이 때, 최적 접속요금  $a^*$ 는 공동이윤함수  $F = P^1(m^1(a), m^2(a)) + P^2(m^1(a), m^2(a))$ 를 최대화함으로써 구할 수 있다. 접속료를 기존 기업에게 일방적으로 지불해야 하는 신규 진입기업의 경우, 접속료가 인상되면 그 인상분을 요금에 반영시킬 것이므로 접속료 인상이 기업의 수요량에 대하여 직접적으로 마이너스의 영향을 미칠 것이다. 그러나 접속료를 지불할 필요가 없는 기존 기업의 경우, 접속료 인상이 당해 기업의 수요량에 미치는 영향은 매우 미약할 것이므로  $m_a^2 < 0$ ,  $m_a^1 = 0$ 를 가정하기로 한다. 여기에서  $m_a^i \equiv dm^i/da$ 이다.

### <명제 3>

$$a^* = -P_2^1$$

### <증명>

공동이윤함수  $F$ 를  $a$ 에 대하여 1계 미분하고 그 값을 제로로 취하면 다음과 같다.

$$(P_1^1 + P_1^2)m_a^1 + (P_2^1 + P_2^2)m_a^2 = 0$$

식 (6)로부터 얻은  $P_2^2 = a$ 의 관계식과  $m_a^2 \neq 0$ ,  $m_a^1 = 0$ 의 관계식을 위의 식에 대입하면 <명제 1>의 결과를 얻게 된다. 증명 끝.

여기에서 우리는 공동이윤을 최대화하는 접속요금  $a^*$ 는 신규 진입기업이 제공하는 서비스가 한 단위 증가할 때 기존기업의 한계 이윤감소분과 일치함을 알게 된다.

**<정리 3>**

일방향 접속체계 하에서는 기업간의 비대칭성이 성립하더라도 공동이윤은 Nash 균형 하에서 최대화될 수 있다.

**<증명>**

공동이윤함수  $F(=P^1 + P^2)$ 를 전미분하면

$$dF = (P_1^1 + P_1^2)dm^1 + (P_2^2 + P_2^1)dm^2$$

식 (5) 및 (6) 으로부터 얻어진  $P_1^1=0$ ,  $P_2^2=a$ 를 위의 식에 대입하면

$$dF = P_1^2 \cdot dm^1 + (a + P_2^1)dm^2$$

일방향 접속체계 하에서는 처음부터 기업간 비대칭성이 전제되어 있다. 그러므로 이 접속체계 하에서는 쌍방향 동일요금 체계 하에서 볼 수 있는 바와 같이 기업간 대칭성 ( $P_1^1 = P_2^2$  및  $P_1^2 = P_2^1$ )이 성립하지 않더라도 접속료가 기존 기업의 한계 이윤감소분과 같은 값을 취하기만 하면, 공동이윤함수는 최대화된다. 증명 끝.

<정리 1>의 직관적 의미는 기업간 비대칭성이 존재하더라도 일방향 접속체계 하에서는 효율적 정산 요율이 보장될 수 있다는 사실이다.

**참고문헌**

김방룡, “상호접속 요금제도의 이론과 실제,” 『Telecommunications Review』, vol.9, no.5, pp.864-874, 1999.10.

윤기호, “인터넷 상호접속에서의 협상력 결정모형,” 『산업조직연구』, 제11집 제1호,

pp.1-17, 2003.

Armstrong, M., "Telecommunications," in D. Helm and T. Jenkinson. ed. *Competition in Regulated Industries*, Oxford University Press, 1998.

Armstrong, M., "Network Interconnection in Telecommunications," *Economic Journal*, vol.108, pp.545-564, 1998.

Armstrong, M., C. Doyle and J. Vickers, "The Access Pricing Problem: A Synthesis," *Journal of Industrial Economics*, vol.44, pp.131-150, 1996.

Baumol, W. J. and J. G. Sidak, "The Pricing of Inputs Sold to Competitors," *Yale Journal on Regulation*, vol.11, pp.171-202, 1994.

Baumol, W. J., E. E. Bailey and Willig, R. D., *Contestable Markets and the Theory of Industry Structure*, Revised Edition (Harcourt Brace Javanovich), 1988.

Cave, M. and Donnelly, M. P. "The Pricing of International Telecommunications Services by Monopoly Operators," *Information Economics and Policy*, vol.8, pp.107-123, 1996.

Domon, K. and Kiyono, K., "A Voluntary Subsidy Scheme for the Accounting Rate System in International Telecommunications Industries," *Journal of Regulatory Economics*, vol.16, pp.151-165, 1999.

Hakim, S. M. and Lu, D., "Monopolistic Settlement Agreements in International Telecommunications," *Information Economics and Policy*, vol.5, pp.145-157, 1993.

Johnson, L. L., "Dealing with Monopoly in International Telephone Service: A U. S. Perspective," *Information Economics and Policy*, vol.4, pp.225-247, 1989/1991.

Kahin, B. and Keller, J. H. eds., *Coordination the Internet* (MIT Press), 1997.

Kahn, A. E. and W. E. Taylor, "The Pricing of Inputs Sold to Competitors : A Comment," *Yale Journal on Regulation*, vol.11, pp.225-240, 1994.

Kridel, J. D., D. Sappington, and L. Weisman, "The Effects of Incentive Regulation in the Telecommunications Industry," *Journal of Regulatory Economics*, vol.9, pp.269-306, 1996

Laffont, J.-J. and Tirole, "Access Pricing and Competition," *European Economic Review*, vol.38, pp.1673-1710, 1996.

Laffont, J.-J. and Tirole, "Creating Competition through Interconnection," *Journal of*

- 
- Regulatory Economics*, vol.10, pp.227-256, 1996.
- Laffont, J. J., Rey, P. and Tirole, J., "Network Competition: I. Overview and Nondiscriminatory Pricing," *Rand Journal of Economics*, vol.10, pp.227-256, 1998.
- McKnight, L. W. and Bailey, J. P. eds., *Internet Economics* (MIT Press), 1997.
- Wright, J., "International Telecommunications, Settlement Rates, and the FCC," *Journal of Regulatory Economics*, vol.15, pp.267-291, 1999.
- Yun, K., Choi, H. and Ahn, B., "The Accounting Revenue Division in International Telecommunications: Conflicts and Inefficiencies," *Information Economics and Policy*, vol.9, pp.71-92, 1997.