

쌍방향 상호접속체계의 경제적 특성분석

김방룡*

*한국전자통신연구원

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

Pang-Ryong Kim* *ETRI

prkim@etri.re.kr

요 약

최근 통신망 상호접속에 관한 이슈가 정보통신산업 부문에서 활발하게 논의되고 있다. 이 논문의 목적은 쌍방향 상호접속체계의 유형을 「동일요금 접속체계」 및 「개별요금 접속체계」로 분류하고, 각 유형별로 최적 정산체계의 경제적 특성을 분석하는 것이다. 본 연구를 통하여 얻은 주요 정책적 시사점 중의 하나는 「쌍방향 동일요금 접속체계」 하에서는 기업간 대칭성이 효율적 정산을 위한 필요조건이지만, 「쌍방향 개별요금 접속체계」 하에서는 기업간 대칭성이 반드시 요구되지 않는다는 점이다.

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.

키워드

쌍방향 동일요금 접속체계, 쌍방향 개별요금 접속체계, 기업간 대칭성

I. 서 론

통신 산업의 독점구조는 1980년대에 들어오면서 서서히 붕괴되기 시작하였다. '90년대에 들어와서는 통신 산업에 본격적인 경쟁을 도입하기 위하여 상호접속 정책을 본격적으로 실시하게 되었다.

우리나라에서는 현실적으로 통신망 상호접속에 관한 이슈가 활발하게 논의되고 있음에도 불구하고 상호접속이 지니고 있는 경제적 특성에 관한 이론적 연구는 매우 미진한 상태이다. 이 논문의 목적은 쌍방향 상호접속체계의 모델을 설정하고, 각 모델에 가장 적합한 최적 정산체계의 경제적 특성을 분석하는 것이다.

II. 기본 모델

상호접속 정산체계와 관련한 가장 중요한 구분은 접속이 한 방향으로만 이루어지는지 쌍방향으

로 이루어지는지에 따라 쌍방향 상호접속과 일방향 상호접속으로 구분된다. 상호접속 정산체계와 관련한 또 다른 구분은 각 기업이 접속요금을 동일하게 설정하는지 개별적으로 상이하게 설정하는지에 따라 동일요금 모델과 개별요금 모델로 분류하는 방식이다. 본 연구에서는 쌍방향 접속 모델 중, 동일요금을 취하는 모델과 개별요금을 취하는 모델을 중심으로 분석하고자 한다.

종래에는 시내 독점을 전제로 하는 일방향 상호접속 문제가 규제정책에 있어서 핵심 과제였으나, 최근에는 망간 경쟁이 치열해 지면서 논의의 중심이 쌍방향 상호접속체제로 급격히 이동하고 있다.

본 연구에서는 다양한 접속 상황에 일반적으로 적용할 수 있는 모델을 설정하고, 이 모델을 토대로 각각의 상황에 적합한 가정을 설정함으로써 각 모델의 특성을 고찰하고자 한다.

2개의 기업, $A^i(i=1,2)$ 이 존재하고 그들은 각자의 망을 상호 접속함으로써 서로 통신을 하는 것

으로 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.

III. 쌍방향 동일요금 모델

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. 망 간 상호 접속 정산에서 발신사업자가 수신사업자에게 접속료를 지불하는 원칙도 물리적인 망 자원 이용에 대한 대가라는 원칙에서 비롯되는 것이다. 여기에서는 우선 쌍방향 접속을 하면서 각 기업이 메시지당 동일한 보상액을 주고받는 단순한 형태인 쌍방향 동일요금 모델의 특성을 고찰하고자 한다.

통신을 송수신 함으로써 발생하는 정산액은 (2) 식으로 나타낼 수 있는데, 여기에는 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. $m^j > m^i$ 일 경우, 기업 A^i 가 기업 A^j 로부터 징수할 금액은 플러스가 될 것이다. 물론 $m^j < m^i$ 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 규제자의 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. 그 계산결과는 식 (4)로 주어지며, Nash 균형하는 식 (4)에 의하여 구할 수 있다.

$$P^i_a - a = 0 \quad (4)$$

Nash 균형 해를 $\overline{m}^i(a)$ 라 하면, 최적 접속요금 \overline{a}^* 는 공동이윤함수를 최대화하여 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

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

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

$$(a + P_1^2)m_a^1 + (a + P_2^1)m_a^2 = 0 \quad (5)$$

(5)식에서 <명제 1>의 해가 도출되며, 공동이윤함수를 최대화시키기 위해서는 $a + P_a^i \geq 0$ 일 때, 항상 $a + P_a^j \leq 0$ 이 성립함을 알 수 있다. 여기에서 $P_a^i < 0$ 및 $m_a^i < 0$ 의 관계를 고려하면 최적접속료는 항상 플러스의 값을 가지게 된다. 증명 끝.

<명제 1>에서 공동이윤을 최대화하는 최적 접속료는 $m_a^i / (m_a^i + m_a^j)$ 에 의하여 가중된 한계 이윤감소분 ($-P_a^j$)의 합으로 이루어짐을 알 수 있다. 이 명제의 직관적 의미는 우선 대칭적 기업 간에서는 공동이윤을 최대화하기 위한 접속요금이 각 기업의 한계적 이윤감소분 ($-P_a^i$)과 동일하다는 것이다. 그러나 비대칭적 기업간에는 개별 기업의 한계 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

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

위의 식에 (4)식의 결과를 대입하면

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

여기에서 기업간 대칭성 ($P_1^1 = P_2^2$)의 관계를 고려하면 $\bar{a}^* = -P_1^1 = -P_2^2$ 가 성립되고, 공동이윤함수는 최대화된다. 그러나 $P_1^1 \neq P_2^2$ 의 관계가 성립하면 공동이윤함수는 최대화될 수 없다. 증명 끝.

<정리 1>의 직관적 의미는 기업간 대칭성은 효율적 정산요율을 보장해 준다는 사실이다. 이와 같이 서로 대등한 입장에서 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

$$\bar{a}^* = |P_j^i| = C_j^i - B_j^i \quad (6)$$

가 성립되어, 이를 바탕으로 서비스 시장에서의 Nash 균형에 따라 공동이윤이 최대화된다는 것이다. 또한 (6)식에서 공동이윤을 최대화하는 접속요율은 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 접속요율은 분당 63.6원이며, SK가 KT에 지불하는 접속요율은 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.

IV. 쌍방향 개별요금 모델

쌍방향 개별요금 접속체계는 각 기업이 독자적으로 접속요율을 설정한다는 점에서는 쌍방향 동일요금 접속체계와 다르다. 이러한 특징은 상호접속에 의하여 발생하는 정산액에도 반영되어 다음의 (7)식으로 나타나게 된다.

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

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

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

먼저 상호협상에 의해 접속요율이 결정되고, 다음에 Nash 경쟁을 통해 통화량이 결정되는 과정을 거친다고 하자. 접속요금 a^i 의 값이 주어질 때, 이윤함수를 최대화하기 위한 일계 조건은

$$P^i - a^i = 0. \quad (9)$$

Nash 균형 해는 (9)식을 풀면 구할 수 있다. 그 해를 $\hat{m}^i(\hat{a}^i, a^j)$ 라 할 때, 최적 접속요금 \hat{a}^{i1} 과 \hat{a}^{i2} 는 공동이윤함수를 a^1 과 a^2 로 각각 미분하여 제로로 둬므로써 구할 수 있다.

$$\text{<명제 2> } \hat{a}^{i*} = -P_j^i, \hat{a}^{j*} = -P_i^j$$

<증명> 쌍방향 개별요금 접속체계 하에서 공동이윤함수를 최대화하기 위하여 공동이윤함수 \hat{F}^i 를 a^i 와 a^j 에 대하여 1계 미분하고 그 값을 제로로 취하면 다음과 같다.

$$(P_i^1 + P_j^1) m_{a^1}^i + (P_j^1 + P_j^2) m_{a^1}^j = 0$$

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

여기에서 $\hat{m}^i \equiv d\hat{m}^i/da^i$. 한편 (9)식의 결과를 상기의 두 식에 대입하고 연립방정식을 풀면 공동이윤을 최대화하는 접속요율은 $\hat{a}^{i*} = -P_j^i, \hat{a}^{j*} = -P_i^j$ 가 된다. 증명 끝.

<정리 2> 쌍방향 개별요금 접속체계 하에서는 기업간의 비대칭성이 성립하더라도 공동이윤은 Nash 균형 하에서 최대화될 수 있다.

<증명> 공동이윤함수 \mathcal{F} 를 전미분하면

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

위의 식에 (9)식의 결과를 대입하면

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

여기에서 반드시 $P_1^2 = P_2^1$ 의 관계가 성립하지 않더라도 $\widehat{a}^{2*} = -P_1^2$ 및 $\widehat{a}^{1*} = -P_1^1$ 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.

V. 결론

본 연구를 통한 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 「쌍방향 개별요금 접속체계」 하에서는 접속요가 기업의 대칭성 여부에 상관없이 항상 한계 편익에 일치하나, 「쌍방향 동일요금 접속체계」 하에서는 기업의 대칭성이 보장되는 경우에만 동일한 결과를 얻을 수 있음을 확인하였다.

둘째, 「쌍방향 동일요금 접속체계」 하에서는 기업의 대칭성이 보장되어야 Nash 균형 하에서 공동이윤이 최대화되나, 기타의 두 접속체계 하에서는 기업간 대칭성 여부에 상관없이 Nash 균형 하에서 공동이윤이 최대화될 수 있다는 사실을 확인하였다.

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 있다.

참고 문헌

- [1] 김방룡, 상호접속 요금제도의 이론과 실제, *Telecommunications Review*, vol.9, no.5, pp.864-874, 1999.10.
- [2] Armstrong, M., "Telecommunications", in D. Helm and T. Jenkinson. ed. *Competition in Regulated Industries*, Oxford University Press, 1998.
- [3] Armstrong, M., Network Interconnection in Telecommunications, *Economic Journal*, vol.108, pp.545-564, 1998.
- [4] Armstrong, M., C. Doyle and J. Vickers, "The Access Pricing Problem : A Synthesis", *Journal of Industrial Economics*, vol.44, pp.131-150, 1996.
- [5] Baumol, W. J. and J. G. Sidak, "The Pricing of Inputs Sold to Competitors", *Yale Journal on Regulation*, vol.11, pp.171-202, 1994.
- [6] Baumol, W. J., E. E. Bailey and Willig, R. D., *Contestable Markets and the Theory of Industry Structure*, Revised Edition (Harcourt Brace Javanovich), 1988.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] Laffont, J.-J. and Tirole, "Access Pricing and Competition", *European Economic Review*, vol.38, pp.1673-1710, 1996.
- [10] Laffont, J.-J. and Tirole, "Creating Competition through Interconnection", *Journal of Regulatory Economics*, vol.10, pp.227-256, 1996.
- [11] 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.