

Analysis of Network Neutrality in Two-sided Markets Using Game Theory

Hyung Sool Oh* · Jae Ha Lee**†

*Dept. of Industrial & Management Engineering, Kangwon National University

**Dept. of Business Management, Nam Seoul University

게임이론에 의한 양면시장에서의 망중립성 분석

오형술* · 이재하**†

*강원대학교 공학대학 산업경영공학과

**남서울대학교 상경대학 경영학과

Net neutrality, which has not been a problem, has recently become a problem for ISPs (Internet Service Providers), and their complaints have been paid by domestic platform companies, but overseas global IT companies such as Google and YouTube, generate huge revenues from domestic markets. In this situation, domestic IT companies claim that it is natural to impose more expensive charges or restrict speed on users who generate huge traffic. On the other side, however, the telecommunication network has become an essential public good that is essential to our everyday life, and because it has been given a monopoly position by a private company to efficiently respond to the explosive demand for telecommunication services, It is necessary to provide equal and universal service and fulfill public duty. In this paper, we deal with the network neutrality problem, focusing on the price elasticity between the CP (Contents Provider) and the ISP, rather than the user who is one side of the two-sided market for the already saturated satellites communication market. We present a game model that determines the optimal price for each platform by Nash equilibrium and analyze how the net neutrality affects CP according to the change of exogenous variables through the proposed game model.

Keywords : Network Neutrality, Two-Sided Markets, Nash Equilibrium, Game Theory, Price Elasticity

1. 서론

망중립성의 이해관계자는 망사업자(ISP : Internet Service Provider), 인터넷 망을 통해 다양한 콘텐츠를 제공하는 사업자(CP : Contents Provider), 그리고 인터넷을 통해 다양한 콘텐츠와 서비스를 이용하는 소비자이다. 그동안 문제 되지 않던 망중립성이 최근 들어서야 크게 이슈화가 되는 가장 주된 이유는 네이버나 카카오 같은 국내 플랫폼 업체

들은 망 사용료를 지불하지만, 구글이나 유튜브 같은 해외 글로벌 IT업체들은 국내 시장에서 막대한 트래픽을 발생시키며 엄청난 수익을 거두면서도 망 사용료를 거의 지불하지 않는 상황에 대한 ISP의 불만에서 시작되었다.

가상현실(VR : Virtual Reality) 기술이 일반화되고 이를 이용한 콘텐츠 제공이 시작되면 망사업자는 통신망의 서비스 품질(QoS : Quality of Service)을 유지하기 위해 추가적인 투자를 해야만 한다. 이러한 상황에서 망사업자들은 막대한 트래픽을 발생시키는 사용자에게 대해서 더 비싼 요금을 징수하거나 속도를 제한하는 조치는 당연하다고 주장한다. 하지만, 반대편에서는 통신망도 철도, 전기,

Received 27 August 2018; Finally Revised 14 September 2018;

Accepted 17 September 2018

† Corresponding Author : made777@nsu.ac.kr

수도 등과 같이 이제는 우리의 일상생활에 반드시 필요한 필수 공공재가 되었으며, 통신서비스에 대한 폭발적 수요증가에 효율적으로 대응하도록 국가를 대신한 특정 민간기업에 독점적 지위를 주어서 이러한 서비스를 대신하도록 했기 때문에 여러 가지의 특혜를 받는 대신에 이용자에게 평등하고 보편적인 서비스를 제공하여 국민생활 복지 증진과 산업 생태계 기반 조성 등의 공익적 의무를 다해야 한다는 것이다. 그러나 현재 트래픽의 불균형으로 인해 발생한 분쟁사태가 증가하고 있으며, 이들 분쟁을 조정할 결과 기존 무정산 peering 협약은 유지하고 초과 트래픽에 대해 정산 peering(paid peering)을 도입한 사례가 등장하고 있다[10].

망사업자의 네트워크 구축비용이 적절한 수입으로 보상받지 못한다면 네트워크 제공자가 네트워크 용량 신규투자를 고려할 때 투자수익이 불분명해 질 수 있다. 더욱이 현재의 최선형(best effort) 모형하에서는 아무리 망용량을 증대시킨다 하더라도 혼잡문제를 해결할 수 없으며, 가격신호를 통해 이용자들이 그들의 행태를 변화시킬 유인을 제공하지 않는 한 추가적인 신규용량은 다시추가적인 트래픽에 의해 채워지기 때문에 단지 혼잡만 지연될 뿐이다[9]. 따라서 본 논문에서는 이미 포화상태인 양면시장으로서의 통신시장에 대해 다양하게 논의되고 있는 망중립성 영향을 효용과 게임이론 관점에서 분석하였다. 통신시장은 이미 포화된 양면시장으로서, 망사업자 입장에서 보면 현재의 시장지배력을 계속적으로 유지하기 위해서는 다양하고 수준 높은 콘텐츠와 서비스를 제공할 수 있는 공급자인 CP를 꾸준히 늘려나가는 것이 더 중요하다고 판단하였다. 이런 관점에서 양면시장의 한 편인 사용자보다는 CP와 망사업자 간의 가격탄력성을 중심으로 QoS가 다른 두 가지 플랫폼을 운영하는 과점적 망사업자가 개발, 제공하는 콘텐츠의 수준이 다른 CP를 대상으로 플랫폼별 최적의 가격을 내쉬 균형에 의해 결정하는 게임모형을 제시하였고, 이를 통해 망중립성 정책의 영향을 CP 입장에서 비교, 평가하였다.

본 논문의 순서는 다음과 같다. 제 2장에서는 기존연구 고찰을 통해 기존 연구와 본 연구와의 차별성을 서술할 것이다. 제 3장에서는 플랫폼별 최적의 가격을 내쉬 균형에 의해 결정하는 게임모형을 제시하며, 제 4장에서는 제시된 게임모형을 통해 외생변수의 변화에 따라 망중립성이 CP에게 어떻게 영향을 미치는지에 대하여 분석할 것이다. 제 5장에서는 결론과 함께 논문의 한계와 추후과제에 대하여 언급한다.

2. 기존연구 고찰

망중립성은 인터넷 탄생 초기 QoS 보장을 위해 등장한 개념으로서, Wu 교수에 의해 처음으로 정의된[19] 이후

망중립성을 정의하려는 다양한 노력에도 불구하고, 동등 접속, 망개방, 망요소세분화(unbundled network element) 등의 개념들과 혼용되면서 다양한 부수적 이슈들을 만들어 내어 왔다[12]. 본 연구에서는 망중립성에 대하여 Wu and Yoo[19], Hahn and Wallsten[7], van Schewick[18], Economides and Tag[3], Kim et al.[13], Musacchio et al.[15] 등에서 정의된 개념에 따라 다음과 같이 정의한다.

정의) 망중립성은 QoS 보장형 서비스를 제공하려는 목적에서 개발 및 도입 중인 차세대 인터넷망에 대해서, CP와 망사업자 간 차별적이고 반경쟁적 행위를 제도적 장치를 통해 사전에 차단하는 조치를 포괄적으로 지칭한다.

위 정의에 따를 때, 망중립성은 망사업자가 콘텐츠나 애플리케이션에 대해 차세대 인터넷의 접속 및 전송 서비스를 비차별적으로 제공하도록 하는 것이다.

양면시장은 특별한 종류의 네트워크 외부성이 작용하는 시장으로, 네트워크 효과가 해당 시장의 크기가 아닌 다른 시장에서의 수요에 의해 결정된다. Evans[5]는 다음 세 가지 속성을 양면시장의 구성요소로 규정한다: 1) 뚜렷하게 구분되거나 서로 관련되는 두 종류의 고객군 존재, 2) 간접적 네트워크 외부성의 존재, 3) 고객군들이 자체적으로 간접적 네트워크 효과를 내부화할 수 없으므로, 플랫폼이라 불리는 제 3의 매개체를 필요로 함. 따라서 어떤 시장이 양면적이라는 것은 어떤 플랫폼이 제공하는 서비스에 두 집단이 참여할 때, 한 쪽의 고객군의 효용이 다른 쪽의 고객군의 크기에 영향을 받는다는 것을 의미한다[1, 2, 4, 5, 6, 8, 16, 17]. 본 논문에서는 양면시장의 핵심적인 특징인 간접적 네트워크 외부성을 교차네트워크 효과로 표기한다.

양면시장 관점에서 망중립성 문제를 고찰한 연구는 많지 않다. 관련한 기존연구들 중에 Economides and Tag[3]는 독점 및 복점의 망사업자가 존재할 때, CP와 사용자 간 간접적 네트워크 효과를 고려하는 모형을 제시하였다. 이들 연구에서는 CP와 소비자 두 고객군 간에 양의 교차네트워크 효과가 존재할 때 망사업자가 망중립성 정책의 영향으로 사회후생이 증대됨을 보였다. Armstrong[1]과 Caillaud and Jullien[2]의 연구에서는 일반적인 양면시장 모형을 인터넷 산업에 적용해 본 것으로, 망중립성의 모형화에서 QoS, 품질차별화 요소와 같은 차세대 인터넷의 특징을 제대로 반영하고 있지 못하다. Hagiu[6]는 오픈소스(open source)와 개방형 프로그램의 예로 양면시장을 설명하면서 망중립성 문제를 다루었다. 그러나 연구에서의 망중립성에 대한 이해가 Wu and Yoo[19], van Schewick[18] 등에서의 망중립성 정의와는 매우 상이하다.

즉, Haigu[6]는 오픈소스 개념의 연장선상에서 망중립성을 언급하면서, CP에게 기존의 플랫폼을 무료로 개방하는 것이 망중립성 원칙이라고 해석한다.

관련한 국내연구로서, Kim[11]은 망중립성의 개념을 복잡 플랫폼간의 상호접속 문제로 이해하여 망을 보유하고 있지 않은 IPTV 사업자의 시장 진입에 대한 망중립성 규제정책의 효과를 분석하였다. Kim[12]의 연구에서는 양면시장 관점에서 독점적 플랫폼을 운영하는 망사업자에 대한 망중립성 정책의 효과를 시장규모의 변화 관점에서 분석하였다. Jung[9]의 연구에서는 CP와 사용자 간에 스스로 수요를 관리하여 트래픽을 조절할 수 있는 접속료를 결정하는 과정에 대하여 연구하였다.

본 논문에서는 이미 포화상태인 양면시장으로서의 통신시장에서 망사업자는 현재의 시장지배력을 계속적으로 유지하기 위해 CP들을 꾸준히 늘려나가는 것이 더 중요하다고 판단, 이런 관점에서 QoS가 다른 두 가지 플랫폼을 운영하는 과점적 망사업자가 차별화된 CP를 대상으로 플랫폼별 최적의 가격을 내쉬균형에 의해 결정하는 게임모형을 제시하였고, 이를 통해 망중립성 정책의 영향을 CP 입장에서 비교, 평가하였다.

3 기본 모형

3.1 CP의 효용함수

망사업자는 두 종류의 플랫폼 A, B를 제공하며, 플랫폼에 가입한 최종사용자의 수는 각각 N_a, N_b 이다. CP들은 망사업자가 제공하는 각 플랫폼에 가입한 현재의 사용자 수를 알고 있는 상황에서, 양면시장의 특징인 교차네트워크 효과, 가입비용, 트래픽에 의한 비용을 고려하여 플랫폼 가입의사를 결정한다. CP는 망사업자가 제공하는 플랫폼 A, B의 품질수준과 차이에 대해 충분히 이해하고 있으며, CP들은 자신들이 개발하는 콘텐츠 수준의 정도(x)에 따라 Hotelling 식으로 0과 1사이에서 균일분포를 한다고 가정한다 : 즉, $x \sim U[0, 1]$.

플랫폼 A는 많은 비용이 투입된 고급 플랫폼으로서, 망사업자 입장에서는 플랫폼 A로부터 충분한 수익을 이끌어내야 할 현실적 필요성이 있다. 이를 위해 트래픽에 의한 거래비용(s_i)에 차이가 나도록 하여 CP가 일반 플랫폼 B보다는 고급 플랫폼 A에 가입하도록 유도한다. CP는 두 개의 플랫폼 중 효용이 높은 하나의 플랫폼에만 가입하여 이용하며, 플랫폼의 효용이 0보다 작으면 가입하지 않는다. CP의 효용함수는 다음과 같다.

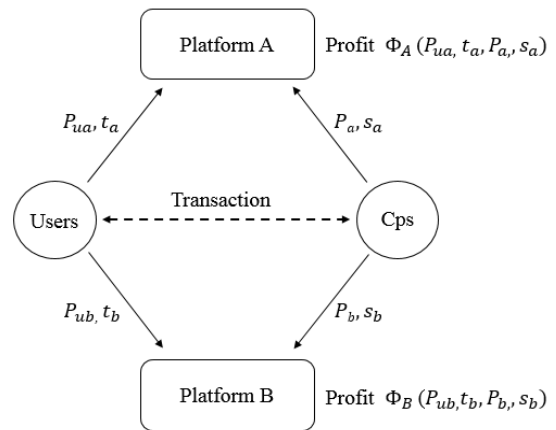
$$U_x(CP_i) = \text{Max} \{ \alpha_a N_a - s_a(x) - p_a, \alpha_b N_b - s_b(x) - p_b \} \quad (1)$$

여기서, CP_i 는 i 번째 CP이며, p 는 플랫폼에 가입하기 위한 비용이다. α 는 공급자 CP_i 가 각 플랫폼을 통하여 제공하는 서비스에 대한 교차네트워크 효과를 대변하는 계수로서, 양면시장 특성에 의해 $\alpha > 0$ 이다[12]. s_a, s_b 는 CP가 현재의 위치에서 각 플랫폼에 적합한 콘텐츠나 서비스를 개발, 제공하는데 발생하는 비용이다. CP들은 플랫폼의 QoS에 대한 선호도가 서로 달라서 현재의 개발 콘텐츠 수준(x)에 상관없이 높은 서비스를 선호하는 CP는 높은 가입비를 지불하더라도 고급 플랫폼 A를 이용하고, 그렇지 않은 CP들은 낮은 가입비를 지불하는 일반 플랫폼 B를 이용할 것이다.

3.2 CP 모형

3.2.1 망중립성 정책 유지하지 않는 경우

CP들은 두 가지 유형의 플랫폼에 대해서 Hotelling식 수평적 차별성을 보이며 균일분포를 하는 것으로 가정하기 때문에 CP의 현재 위치 x 는 특정의 CP를 구별하는 식별자인 동시에, 플랫폼별로 서비스를 개발, 공급하는데 발생하는 제반비용의 차별성을 나타내는 것으로도 해석할 수 있다. 망중립성 정책이 존재하는 경우의 양면시장 모형은 다음의 <Figure 1>과 같다. 망사업자는 최종사용자와 CP로부터의 이익을 최대화하기 위해서 사용자에 대한 가입비(p_{ua}, p_{ub}), 한도 초과 서비스 이용요금(t_a, t_b)와 CP로부터의 가입비(p_a, p_b)에 대한 운영정책을 설계할 것이다.



<Figure 1> A Model of Two-Sided Market without the Network Neutrality

초기의 위치가 x 인 CP는 효용이 0보다 큰 어느 하나의 플랫폼에만 가입, 제공한다는 가정에 의해 다음의 세 가지 중 하나에 속하게 된다 : 1) 어느 플랫폼에도 제공하지 않는 경우, 2) 플랫폼 A에 제공하는 경우, 3) 플랫폼

B에 제공하는 경우, CP의 효용함수는 식 (1)과 같이 표현되므로 플랫폼 A와 B를 이용하는 경우의 효용함수는 각각 다음과 같다.

$$\begin{aligned} U_x(CP_i : A) &= \alpha_a N_a - \{p_a + (1-x)s_a\} \\ U_x(CP_i : B) &= \alpha_b N_b - (p_b + xs_b) \end{aligned} \quad (2)$$

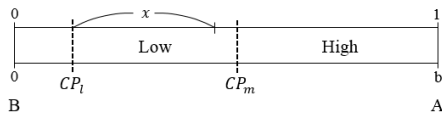
여기서 p_a, p_b 는 플랫폼 A, B의 가입비용이고, N_a, N_b 는 플랫폼 A, B에 가입한 소비자의 수이다. CP가 어느 플랫폼에 서비스를 제공하든 교차네트워크 효과가 같아서 효용이 같아지는 한계공급자(marginal provider)를 CP_m 라고 하자. CP_m 는 $U_x(CP_i : A) = U_x(CP_i : B)$ 이므로 정리하면 식 (3)과 같다.

$$CP_m = \frac{p_a - p_b - (1-x)s_a - xs_b}{N_a - N_b} \quad (3)$$

CP들 중에는 일반 플랫폼인 B에도 공급하지 않는 1) 유형의 CP도 있을 수 있다. 플랫폼 B에 대한 효용이 0인 한계공급자를 CP_l 라고 하면, CP_l 의 플랫폼 B에 대한 효용함수는 $U_x(CP_i : B) = 0$ 이므로 식 (4)와 같다. 따라서, 플랫폼에 대한 효용이 CP_l 보다 낮은 CP들은 어느 플랫폼에도 콘텐츠를 제공하지 않을 것이다.

$$CP_l = (p_b + xs_b) / N_b \quad (4)$$

CP의 현재 위치(x)에서의 효용함수가 CP_m 이상인 경우에는 고급 플랫폼 A에 제공할 것이며, CP_l 과 CP_m 사이에 위치한 경우는 일반 플랫폼 B에 제공할 것이다. 하지만, 효용이 CP_l 이하인 CP는 어느 플랫폼에도 가입하지 않고, 제공하지 않을 것이다. 이를 정리하면 <Figure 2>로 표현된다. <Figure2>의 Low 부분은 일반 플랫폼에 서비스를 제공하는 CP를 나타내며, High 부분은 고급 플랫폼 A에 서비스를 제공하는 CP를 의미한다.



<Figure 2> Uniform distribution of Contents Providers

모형의 일반화에 대한 제약을 최소화하면서 분석의 단순화를 위해 다음과 같이 가정한다.

- 1) $N_b = 1$ 로 가정한다. 교차네트워크 효과로 인해 CP가 어느 플랫폼을 이용할 것인가를 결정할 때 상대적인 차이가 중요한 의미를 갖기 때문에 플랫폼 B의 사용자의 수를 기준으로 한다.

- 2) CP가 어느 플랫폼에 서비스를 제공할 것인가를 결정하는데 영향을 주는 외생변수는 N_a, x, s, b 이다. b 는 플랫폼의 품질수준에 대한 선호도 크기이다.

[0, 1] 구간에서 균일분포하는 CP의 현재 위치 x 를 기준으로 플랫폼 A나 B에 서비스를 제공하는 CP의 수요함수는 식 (5)로 표현되며, 망사업자가 플랫폼 운영을 하는데 각각 C_a, C_b 의 비용이 발생한다고 가정할 때 CP들로부터 얻게 되는 망사업자의 이익함수는 식 (6)과 같다.

$$D_a = \frac{1}{b} \left[b - \frac{p_a - p_b + [(1-x)s_a - xs_b]}{N_a - 1} \right] \quad (5)$$

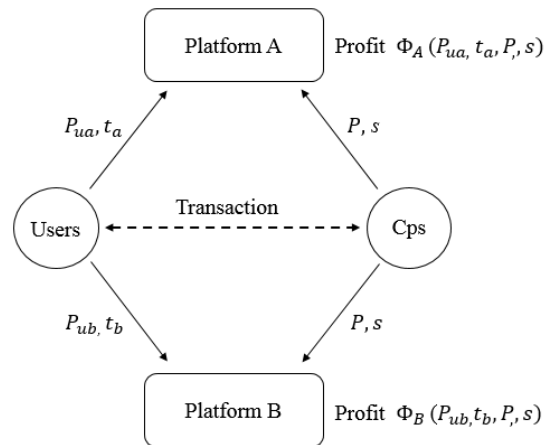
$$D_b = \frac{1}{b} \left[\frac{p_a + (1-x)s_a - (p_b + xs_b)N_a}{N_a - 1} \right]$$

$$\Phi_a = \frac{1}{b} \left[b - \frac{p_a - p_b + [(1-x)s_a - xs_b]}{N_a - 1} \right] p_a - C_a \quad (6)$$

$$\Phi_b = \frac{1}{b} \left[\frac{p_a + (1-x)s_a - (p_b + xs_b)N_a}{N_a - 1} \right] p_b - C_b$$

3.2.2 망중립성 정책 유지하는 경우

망중립성에 대한 정의에 따라, CP와 망사업자 간의 공급시장에서는 플랫폼을 제한하는 것이 제한되지만, 사용자와 망사업자 간에는 플랫폼의 서비스 수준에 따라 시장세분화가 가능하다[12]. 본 논문에서 망중립성 정책 유지에 따른 플랫폼 차별화 제한은 망사업자가 플랫폼에 관계없이 CP에게 동일한 수준의 망 이용대가 p 를 부과해야 하는 것을 의미하며, 망사업자는 서로 다른 플랫폼 간의 QoS 차이를 통해 콘텐츠 개발을 어느 한 방향으로 유도할 수가 없다. 이는 <Figure 3>으로 표현된다.



<Figure 3> A Model of Two-Sided Market with the Network Neutrality

또한, 망사업자는 서로 다른 플랫폼 간의 QoS 차이를 통해 콘텐츠 개발을 어느 한 방향으로 유도할 수가 없다. 망중립성 정책유지 상황에서의 CP는 각 플랫폼별 환경에 적합한 콘텐츠나 서비스를 개발, 제공하는 것이 플랫폼별로 차별화된 별도 비용(s_a, s_b) 없이 동일비용(s)으로 가능하게 된다. 이 경우의 플랫폼 A와 B를 이용하는 CP 효용함수는 식 (7)과 같다.

$$\begin{aligned} U_x(CP_i : A) &= \alpha_a N_a - (p + (1-x)s) \\ U_x(CP_i : B) &= \alpha_b N_b - (p + xs) \end{aligned} \quad (7)$$

CP가 어느 플랫폼에 제공하는 교차네트워크 효과가 같아서 효용이 같아지는 CP_m 과 플랫폼 B에 대해서 효용이 0이 되는 CP_l 은 다음의 식 (8)로 표현된다.

$$\begin{aligned} CP_m &= -\frac{(2x-1)s}{N_a - N_b} \\ CP_l &= (p + xs)/N_b \end{aligned} \quad (8)$$

CP의 현재 위치 x 를 기준으로 플랫폼 A나 B에 서비스를 제공하는 CP의 수요함수는 식 (9)로, 망사업자가 CP들로부터 얻게 되는 이익함수는 식 (10)으로 표현된다.

$$D_a = \frac{1}{b} \left[b + \frac{(2x-1)s}{N_a - 1} \right] \quad (9)$$

$$D_b = \frac{1}{b} \left[\frac{p(1-N_a) - (N_a-3)xs}{N_a - 1} \right]$$

$$\Phi_a = \frac{1}{b} \left[b + \frac{(2x-1)s}{N_a - 1} \right] p_a - C_a \quad (10)$$

$$\Phi_b = \frac{1}{b} \left[\frac{p(1-N_a) - (N_a-3)xs}{N_a - 1} \right] p_b - C_b$$

망중립성을 유지하지 않는 경우, 망사업자는 CP로부터 플랫폼 A와 B에서 얻는 전체 수익을 최대화할 수 있는 최적가격을 내쉬균형(Nash Equilibrium)을 이용하여 결정할 수 있다[14]. 각 플랫폼의 최적가격 p_a^*, p_b^* 을 내쉬균형을 이용하여 구하기 위해 식 (6)을 p_a 와 p_b 에 대한 탄력성을 평가, 정리하면 각 플랫폼의 최적가격은 다음 식 (11)과 같다.

$$p_a^* = \frac{2b(N_a-1)N_a + (3x-2)s_b N_a + (1-x)s_a}{4N_a - 1} \quad (11)$$

$$p_b^* = \frac{b(N_a-1) - xs_b(2N_a-1) + (1-x)s_a}{4N_a - 1}$$

망중립성을 유지하는 경우, 위와 동일하게 식 (10)을 p 에 대한 탄력성 평가를 통해 각 플랫폼별 가격은 식 (12)으로부터 동일한 가격으로 결정된다.

$$p^* = \frac{(N_a-3)xs}{2(1-N_a)} \quad (12)$$

4. 망중립성 정책의 가격 탄력성 비교

양면시장은 교차네트워크 효과가 존재하여야만 성립이 가능하며, 시장균형도 양면시장의 특성으로 인해 교차네트워크 효과의 정도에 따라 달라진다[11]. 이는 망사업자의 가격정책에 의해 교차가격 탄력성과 교차네트워크 효과가 영향을 받기 때문이다. 본 논문에서의 망중립성 영향을 분석하는 통신시장은 이미 포화된 양면시장으로서, 망사업자 입장에서 보면 현재의 시장지배력을 계속적으로 유지하기 위해서는 다양하고 수준 높은 콘텐츠와 서비스를 제공할 수 있는 CP들을 꾸준히 늘려나가는 것이 더 중요하다고 판단하였다. 이런 관점에서 양면시장의 한 편인 최종사용자보다는 CP와 망사업자 간의 가격 탄력성을 중심으로 외생변수들에 대한 망중립성 정책의 영향을 비교, 분석하였다.

4.1 플랫폼 QoS에 대한 가격탄력성 비교

CP들의 플랫폼 품질수준에 대한 선호도 b 의 변화가 각 플랫폼의 가격결정에 미치는 영향은 다음의 식 (13)으로 표현된다.

$$\partial p_a^* / \partial b = \frac{2(N_a-1)N_a}{4N_a-1} > 0 \quad (13)$$

$$\partial p_b^* / \partial b = \frac{N_a-1}{4N_a-1} > 0$$

식 (13)에서 알 수 있듯이 플랫폼 A, B에 대한 망사업자의 가격은 CP들의 품질에 대한 선호도가 높아질수록 높아지며, 고급 플랫폼 A의 가격이 일반 플랫폼 B에 비해 사용자의 수에 비례하여 두 배로 증가함을 알 수 있다. 하지만, 식 (12)에서 알 수 있듯이 망중립성이 유지되는 경우의 가격은 선호도와 상관없이 결정되는 것을 알 수 있다.

4.2 CP의 수준에 대한 가격탄력성 비교

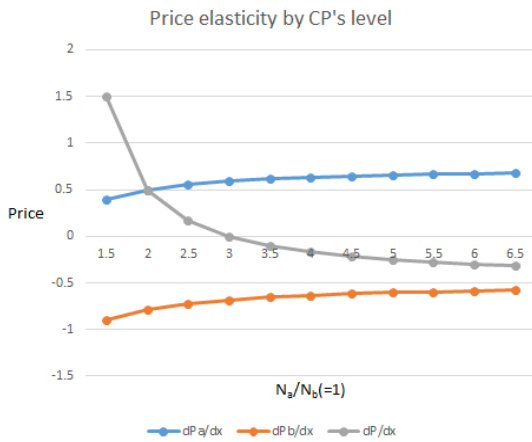
망사업자의 가격이 CP들의 역량에 의해 받게 되는 영향을 살펴보면 식 (14), 식 (15)와 같다. 이를 통해, CP들의 역량에 따른 서비스 제공비용 s_a, s_b 의 차이와 N_a 에 따라 달라지는 것을 알 수 있다.

$$\partial p_a^* / \partial x = \frac{3s_b N_a - s_a}{4N_a - 1} \tag{14}$$

$$\partial p_b^* / \partial x = -\frac{s_b(2N_a - 1) + s_a}{4N_a - 1}$$

$$\partial p^* / \partial x = \frac{(N_a - 3)s}{2(1 - N_a)} \tag{15}$$

이를 확인하기 위해 외생변수에 대하여 다음의 값 $b=2$, $x=0.4$, $s_a/s_b=2.5$, $N_a=1.5 \sim 6.5$ 을 사용해 정량적으로 분석하였고, 결과는 <Figure 4>와 같다.



<Figure 4> Price Elasticity by CP's Level

이를 통해 망중립성을 유지하지 않는 경우, 고급 플랫폼의 사용자 수 N_a 가 상대적으로 증가할수록 가격이 증가하며 일반 플랫폼 B의 가격도 적게나마 따라서 증가하는 것을 확인할 수 있다. 망중립성을 유지하는 경우에는, N_a 가 상대적으로 증가할수록 가격이 낮아지는 것으로 나타났다. 이 결과를 통해 망중립성을 유지하는 경우, N_a 가 상대적으로 증가하는 상황 하에서 망사업자는 현재의 CP들의 각 플랫폼에 대한 효용을 지속적으로 유지시켜주기 위해서는 CP의 가격을 낮추어야 한다. 따라서 CP 입장에서는 망중립성을 유지하는 것이 유리하다고 할 수 있다.

4.3 최종사용자 수에 대한 가격탄력성 비교

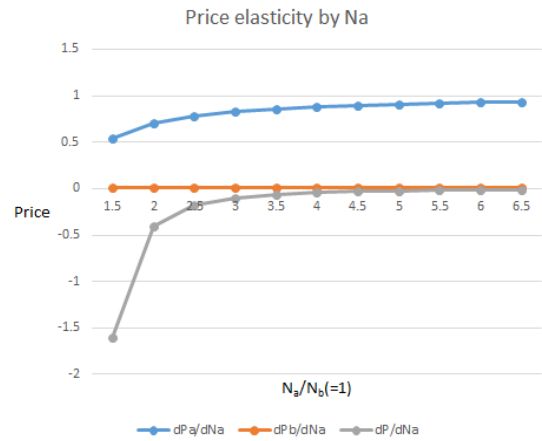
양면시장의 가장 중요한 특징인 교차네트워크 효과의 한 축인 N_a 가 CP의 가격에 미치는 영향은 식 (16), 식 (17)과 같다.

$$\partial p_a^* / \partial N_a = \frac{2b(2N_a - 1)^2 + 2N_a + (3x - 2)s_b - 4(1 - x)s_a}{(4N_a - 1)^2} \tag{16}$$

$$\partial p_b^* / \partial N_a = -\frac{4(1 - x)s_a + 2xs_b - 3b}{(4N_a - 1)^2}$$

$$\partial p / \partial N_a = -\frac{xs}{(1 - N_a)^2} \tag{17}$$

N_a 에 대한 가격탄력성을 확인하기 위해 $b=2$, $x=0.4$, $s_a/s_b=2.5$, $N_a=1.5 \sim 6.5$ 을 사용해 정량적으로 분석하였고, 결과는 <Figure 5>와 같다. 이를 통해 망중립성을 유지하지 않는 경우, 고급 플랫폼 A의 사용자 수 N_a 가 상대적으로 증가할수록 가격이 증가하며 일반 플랫폼 B의 가격은 제 4.2절과 다르게 거의 변화가 없는 것으로 나타났다. 망중립성을 유지하는 경우에도 제 4.2절과 다르게 N_a 의 상대적 증가에 따라 가격이 증가하는 것으로 나타났다. 하지만, 가격 수준이 망중립성이 유지되지 않는 경우의 플랫폼 B 수준을 넘지 않는 것을 확인할 수 있다. 이 결과를 통해 망중립성이 유지되는 경우, N_a 가 상대적으로 크게 증가할수록 두 개의 플랫폼에 대하여 동일한 가격을 적용해야 하기 때문에 N_a 가 어느 수준 이상이 되면 가격을 더 이상 높일 수 없게 된다. 이 결과를 통해, 교차네트워크 효과를 지속적으로 유지하기 위해서 현재의 CP들의 각 플랫폼에 대한 효용을 지속적으로 유지시켜줘야 하기 때문에 망사업자 입장에서도 망중립성 정책이 유지되지 않는 경우에서도 가격을 계속적으로 높일 수 없다는 것을 알 수 있다.



<Figure 5> Price Elasticity by N_a

5. 결 론

본 논문에서는 통신시장은 이미 포화된 양면시장으로서, 망사업자 입장에서 보면 현재의 시장지배력을 계속적으로 유지하기 위해서는 다양하고 수준 높은 콘텐츠와 서비스를 제공할 수 있는 CP들을 꾸준히 늘려나가는 것이 더 중요하다고 판단하였다. 이런 관점에서 양면시장의 한 편인 최종사용자보다는 CP와 망사업자 간의 가격

탄력성을 중심으로, QoS가 다른 두 가지 플랫폼을 운영하는 과점적 망사업자가 차별화된 CP를 대상으로 플랫폼별 최적의 가격을 내쉬균형에 의해 결정하는 게임모형을 제시하였고, 이를 통해 망중립성 정책의 영향을 CP 입장에서 비교, 평가하였다. 이들 분석결과를 정리하면, 망사업자의 두 가지 플랫폼에 대한 CP 측면의 최적가격은 CP들의 플랫폼 서비스 수준에 대한 선호도(b), 콘텐츠나 서비스 제공을 위한 비용(s_a, s_b, s), 플랫폼별 사용자 수의 비율(N_a/N_b)에 의해 결정되는 것을 확인하였다. 더불어 망중립성 정책 유지여부가 이들 변수들의 변화에 따라 CP에게 어떻게 영향을 미치는지에 대하여 살펴보았다.

첫째, CP들의 품질에 대한 선호도(b)가 높아질수록 플랫폼 A, B에 대한 망사업자의 가격은 높아지며, 고급 플랫폼 A의 가격은 N_a 에 비례하여 일반 플랫폼 B에 비해 두 배로 증가함을 알 수 있다. 하지만, 망중립성이 유지되는 경우 CP들의 선호도는 플랫폼 가격에는 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있다.

둘째, CP들의 콘텐츠나 서비스 개발수준에 따라 망중립성 정책의 영향 정도를 살펴보았다. 망중립성을 유지하지 않는 경우, 고급 플랫폼의 사용자 수 N_a 가 증가할수록 가격이 증가하며 일반 플랫폼 B의 가격도 적게나마 따라서 증가하는 것을 확인할 수 있다. 망중립성을 유지하는 경우에는, N_a 가 증가할수록 가격이 낮아지는 것으로 나타났다. 이 결과를 통해 망중립성을 유지하는 경우, N_a 가 상대적으로 증가하는 상황 하에서 망사업자는 현재의 CP들의 각 플랫폼에 대한 효용을 지속적으로 유지시켜주기 위해서는 CP의 가격을 낮추어야 한다. 따라서 CP 입장에서는 망중립성을 유지하는 것이 유리하다고 할 수 있다.

셋째, 사용자 수 N_a 와 망중립성 정책의 영향 정도를 살펴보았다. 망중립성을 유지하지 않는 경우, 고급 플랫폼 A의 사용자 수 N_a 가 상대적으로 증가할수록 가격이 증가하며 일반 플랫폼 B의 가격은 CP의 수준을 고려한 경우와는 다르게 거의 변화가 없는 것으로 나타났다. 망중립성을 유지하는 경우에도 N_a 의 상대적 증가에 따라 가격이 증가하는 것으로 나타났다. 하지만, 가격 수준이 망중립성이 유지되지 않는 경우의 플랫폼 B 수준을 넘지 않는 것을 확인할 수 있다. 이 결과를 통해 망중립성이 유지되는 경우, N_a 가 상대적으로 크게 증가할수록 두 개의 플랫폼에 대하여 동일한 가격을 적용해야 하기 때문에 N_a 가 어느 수준 이상이 되면 가격을 더 이상 높일 수 없게 된다. 따라서, 교차네트워크 효과를 지속적으로 유지하기 위해서 현재의 CP들의 각 플랫폼에 대한 효용을 지속적으로 유지시켜줘야 하기 때문에 망사업자 입장에서도 망중립성 정책이 유지되지 않는 경우에서도 가격을 계속적으로 높일 수 없다는 것을 알 수 있다.

이상의 결과들로부터 CP 입장에서는 망중립성 정책이 유지되는 것이 당연히 유리하지만, 망사업자 입장에서도 망중립성 정책이 유지되지 않는 경우에서도 현재의 CP들의 각 플랫폼에 대한 효용을 지속적으로 유지시켜줘야 하기 때문에 CP에 대하여 가격을 계속적으로 높일 수 없다는 것을 알 수 있다. 따라서 5G 통신 서비스의 상용화와 이를 통한 국내 통신산업의 활성화를 위해서도 망중립성 정책을 굳이 고집할 필요는 없다고 판단된다.

본 연구의 한계는 연구모형에서 독점적 CP를 전제로 하고 있다는 점이다. 또한, CP의 효용함수에 대한 선형성 가정도 연구결과의 현실적 시사점을 제한한다는 점이다. 따라서 이러한 한계점을 극복하기 위해 추후에는 행위자 기반 시뮬레이션과 같은 다른 접근법이 필요할 것이다.

Acknowledgement

This study was supported by 2016 Research Grant from Kangwon National University(No. 620160040).

References

- [1] Armstrong, M., Competition in Two-Sided Markets, *Mimeo*, 2004.
- [2] Caillaud, B. and Jullien, B., Chicken and Egg : Competition among Intermediation Service Providers, *The Rand Journal of Economics*, 2003, Vol. 34, No. 2, pp. 309-328.
- [3] Economies, N. and Tag, J., Net Neutrality on the Internet : A Two-Sided Market Analysis, *Working Paper #07-40*, 2007, NYU Center for Law and Economics.
- [4] Eisenmann, T., Parker, G.G., and van Alstyne, M.W., Strategies for Two-Sided Markets, *Harvard Business Review*, 2006, Vol. 84, No. 10, pp. 2-11.
- [5] Evans, D.S., The Antitrust Economics of Multi-Sided Platform Markets, *Yale Journal on Regulation*, 2003, Vol. 20, No. 2, pp. 325-382.
- [6] Hagiu, A., Proprietary vs. Open Two-Sided Platforms and Social Efficiency, *Working Paper 06-12, AEI-Brookings Joint Center for Regulation Studies*, 2006.
- [7] Hahn, R. and Wallsten, S., The Economics of Net Neutrality, *The Economists' Voice*, 2006, Vol. 3, No. 6, pp. 1-7.
- [8] Jang, D.C., Jung, Y.J., and An, B.H., Two-Sided Market and Entry, *Journal of the Korean Operations Research and Management Science Society*, 2006, Vol. 31, No. 4, pp. 105-123.

- [9] Jung, C.Y., Internet Interconnection Charge Regulation with Competitive ISPs under Traffic Congestion and Two Sided Market, *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, 2017, Vol. 42, No. 7, pp. 1380-1391.
- [10] Kang, Y.R., IP interconnection disputes between France Telecom and Cogent, 2013, *ICT Policy Trends*, Vol. 25, No. 5, pp. 71-79.
- [11] Kim, A.R., IPTV Service under Net Neutrality : A Two-sided Market Analysis, [master's thesis], [Seoul, Korea] : Ewha Women University, 2008.
- [12] Kim, D., Two-Sided Market Framework for Validity Analysis of Network Neutrality Policy toward Monopolistic Network Provider, *International Telecommunications Policy Review*, 2009, Vol. 16, No. 2, pp. 1-45.
- [13] Kim, S.H., Lee, N.C., and Kim, H.C., Network Neutrality-Understanding its Background and Theoretical Aspect, *International Telecommunications Policy Review*, 2008, Vol. 15, No. 1, pp. 95-133.
- [14] Kim, T.G. and Park, G.K., An Analysis of Price Competition between Two Ports using Game Model, *Journal of Korea Port Economic Association*, 2009, Vol. 25, No. 3, pp. 251-268
- [15] Musacchio, J., Schwartz, G., and Warland, J., A Two-Sided Market Analysis of Provider Investment Incentives with an Application to the Net-Neutrality Issue, *Review of Network Economics*, 2009, Vol. 8, No. 1, pp. 22-39.
- [16] Rochet, J.C. and Tirole, J., Two-Sided Markets : An Overview, *Mimeo*, 2004.
- [17] Rosen, R., Two-Sided Markets : A Tentative Survey, *Review of Network Economics*, 2005, Vol. 4, No. 2, pp. 142-160.
- [18] van Schewick, B., Towards an Economic Framework for Network Neutrality Regulation, *Journal on Telecommunications and High Technology Law*, 2007, Vol. 5, No. 2, pp. 329-392.
- [19] Wu, T. and Yoo, C. S., Keeping the Internet Neutral? : Tim Wu and Christopher Yoo Debate, *Federal Communications Law Journal*, 2007, Vol. 59, No. 3.

ORCID

Hyung Sool Oh | <https://orcid.org/0000-0001-6341-8007>

Jae Ha Lee | <https://orcid.org/0000-0003-2669-3741>