

고품질 콘텐츠 제공환경하에서 인터넷 접속료 책정방안

Internet Access Charging under High Quality Contents Delivery

정충영
한남대학교 경영학과

Choong-Young Jung(cyjung@hnu.kr)

요약

본 연구는 콘텐츠 제공자들이 자사의 콘텐츠를 보다 저렴한 비용과 높은 품질로 제공하기 위하여 이용자들이 가입되어 있는 ISP에게 직접 접속할 수 있는 다양한 기술을 적용할 경우, ISP들이 CP와 인터넷 가입자에게 망 혼잡에 따른 추가적인 접속료를 부과할 수 있다는 모형을 설정하고 분석한다. 이 경우 CP의 시장 상황에 따라 ISP가 책정하는 접속료의 수준은 많이 달라질 것이다. CP가 경쟁적인 경우에는 이부제 요금을 적용하고 있는 ISP간 경쟁하에서 접속료는 CP요금과 함께 사회적 최적 상태와 동일하게 결정될 것이지만 CP가 독점적일 경우 ISP는 접속료에 대한 CP 요금 민감도에 따라 접속료 수준을 다르게 책정할 가능성이 있다. CP가 독점적인 경우 규제를 통해 사회후생의 왜곡을 치유할 수 있는데, 사회적 최적 접속료는 CP가 경쟁적인 경우보다 낮은 수준이다. 이는 CP가 독점적이므로 규제에 의해 접속료가 결정되면 그 접속료를 기반으로 CP가 한계비용보다 큰 요금을 결정하기 때문에 규제자는 접속료를 CP가 경쟁적일 때보다 낮게 책정하는 것이 사회후생을 더 증가시키게 된다.

■ 중심어 : | 콘텐츠 품질 | 인터넷서비스 제공자 | 접속료 | 혼잡 | 사회후생 |

Abstract

This paper analyzes internet access model between ISP, CP and end users where CP uses various technologies to provide direct access to ISP owning subscribers to consume its own contents in low cost and high quality. The level of access charge depends on the competitiveness of CP market. When CP market is perfect competitive, the level of access charge is identical to that of social optimum while when CP market is monopoly, the level of access charge is influenced by the sensitivity of the contents price to access charge for CP. The dead weight loss due to monopoly market in CP can be removed by the regulation of access charge. Socially optimal access charge in monopoly market of CP is lower than that in competitive market. This is because the regulator wants to set access price to lower level to reduce welfare loss from monopoly in CP market where CP determines the price to over marginal cost.

■ keyword : | Content Quality | ISP | Access Charge | Congestion | Social Welfare |

* 본 연구는 한남대학교 2016년 교비학술연구비의 지원으로 수행되었습니다.

접수일자 : 2017년 08월 09일

심사완료일 : 2017년 08월 22일

수정일자 : 2017년 08월 22일

교신저자 : 정충영, e-mail : cyjung@hnu.kr

1. 서론

인터넷상에서 콘텐츠는 인터넷망을 통해 소비자에게 전달된다. 보통의 경우 콘텐츠 제공자는 소비자로부터 요금을 받는다. 소비자는 인터넷 월정액을 내고 콘텐츠를 다운 받을 때 콘텐츠 요금 이외에 인터넷 망사업자에게 추가적인 요금을 지불하지는 않는다. 추가적인 요금 지불이 이루어지지 않음으로 인해 망이 혼잡화되고 있다는 연구들은 많이 행해졌다[1-4]. 현재 트래픽의 불균형 때문에 발생한 분쟁사례가 해외에서 증가하고 있어 이들 분쟁을 조정하여 기존의 무정산 협약은 유지하고 초과 트래픽에 대해서만 정산한 사례가 등장(Comcast-Level3)하고 있다[5]. 국내에서도 CP와 ISP 간 유사한 문제가 발생하여 과학기술정보통신부는 최근 종전의 정액제방식을 사용량 기반으로 변경하는 개정안을 마련하였다[6]. 고품질의 콘텐츠는 상당한 인터넷 품질을 요하며 그에 상응하는 네트워크가 필요하다[7]. 그러나 최근 인터넷 망중립성 논쟁에서 콘텐츠 제공사업자는 고품질의 콘텐츠 제공에 따른 비용을 별도로 지불할 수 없다는 입장이고 네트워크 사업자는 추가적인 접속료를 받겠다는 입장이다[8][9]. 만약에 CP(콘텐츠 제공자, contents provider)가 ISP(인터넷서비스제공자, internet service provider)에게 접속료를 제공해야 하는 경우라면 CP는 최종이용자가 콘텐츠를 이용함으로써 효용을 얻기 때문일 것이다. 이때의 효용은 광고수입일 수 있고 사용자로부터 직접 콘텐츠 요금을 받는 수입일 수 있다. 콘텐츠 제공자의 입장에서는 망 사용료를 적게 지불하기 위해서는 인터넷망을 될 수 있는 한 많이 사용하지 않도록 하는 것이 최선일 것이다. 콘텐츠 제공을 위해 사용하는 망이 많으면 많을수록 망 사용대가를 많이 지불해야 하기 때문이다. CP 제공자가 망 사용대가와 함께 중요하게 생각하는 것은 서비스 품질이다. 혼잡으로 인한 서비스 지연문제도 중요하게 생각한다. 혼잡으로 인한 지연을 줄이기 위해 콘텐츠를 이용하는 가입자가 속해 있는 네트워크에 최대한 가깝게 연결되고 싶을 것이다. 왜냐하면 동영상 서비스의 만족도에 화질과 재생품질 등이 많은 영향을 미칠 것이기 때문이다[10].

많은 CP제공자는 최종이용자에게 콘텐츠를 제공할 때 최소의 비용으로 품질 좋은 서비스를 제공하기 위한 다양한 비즈니스 모델을 개발하려고 하고 있으며 멀티호밍¹과 CDN²(contents delivery network) 서비스를 이용하고 있다[11-14]. 멀티호밍은 최종이용자에게 콘텐츠를 최종이용자에게 전송하기 위해 사용해야 하는 ISP망을 줄여서 최종이용자가 속해있는 착신측 ISP에게 직접 콘텐츠를 제공하는 기술이다. 멀티호밍은 여러 개의 ISP에 직접 연결하는 형태를 취한다. 예를 들어 구글은 미국에 한 개의 ISP에만 접속한 것이 아니라 대용량 광케이블을 대서양에 포설하여 세계 최고의 인터넷 익스체인지 업체인 DE-CIX에도 가입하고 있다. 반면 CDN은 수많은 ISP의 백본이 연결되어 있는 접속점 근처에 두고 있는 서버들의 연결망이다. CDN은 CP로부터 콘텐츠를 넘겨받아 서버 임시저장소에 위치시킨다. CP는 CDN으로 인해 피어링을 통하지 않고서도 콘텐츠를 최종이용자 근처로 보낼 수 있다. 멀티호밍과 CDN은 최종이용자 근처로 직접 콘텐츠를 제공할 수 있다는 면에서 유사하다. 이들 기술 때문에 고품질 서비스를 제공하기를 원하는 CP들은 최종가입자에게 직접 접속을 함으로써 별다른 지연없이 콘텐츠를 제공할 수 있게 되었다.

이러한 기술이 적용되는 경우 ISP는 타 ISP간 상호 접속없이 CP의 콘텐츠를 전송가능한데, 이 경우에도 ISP는 콘텐츠 전송에 따른 망 비용이 발생하게 되므로 CP사업자에게 직접 망사용에 대한 대가를 부과하려고 할 것이다. 콘텐츠 제공자가 콘텐츠 제공에 따른 요금을 별도 부과하지 않다고 상정하고 두 개의 ISP간 상호 접속을 통해 콘텐츠가 제공되는 모형을 통해 콘텐츠 제공자와 웹사이트와 최종이용자가 지불하는 접속료에 대해서는 많은 연구들이 수행되었다[15-18]. 또한 ISP는 자사 인터넷 가입자에게도 가입비 이외에 고품질 콘텐츠 전송에 따른 비용을 접속료의 형태로 부과하려고 할 것이다. CP입장에서는 고품질 콘텐츠 제공에 대해서 이용자에게 이용대가를 부과할 수 있다.

1 인터넷의 노드, 사이트, 네트워크 등이 다중 IP 주소를 사용하여 동종 또는 이종 링크와 다중으로 접속을 유지하는 기술

2 콘텐츠를 임시 저장 서버에 올렸다가 수요가 있을 때 콘텐츠를 사용자에게 전달하는 콘텐츠 전송 네트워크

따라서 콘텐츠 사업자들이 자사의 콘텐츠를 효율적으로 제공하기 위한 다양한 기술을 도입하려고 하고 네트워크 사업자는 고품질 콘텐츠 전송에 따른 망혼잡이 발생함에 따른 투자비용을 회수하고자 하는 유인이 있는 경우 네트워크 사업자의 접속료 결정과 콘텐츠 사업자의 콘텐츠 요금 결정과정을 분석할 필요가 있다. 본 연구에서는 콘텐츠 사업자가 멀티호밍 기술을 이용하여 이용자가 속해 있는 ISP와 직접 접속을 시도하는 경우를 상정하며 또한 이 때 콘텐츠 사업자는 이용자에게 콘텐츠 이용에 따른 요금을 부과하는 경우를 분석한다. 기존 연구와의 차이점은 기존 연구는 ISP간 상호접속이 필요하고 그에 따른 접속료 산정이 필요한데, 본 연구에서는 멀티호밍 기술을 통해 콘텐츠 제공자가 이용자가 속해 있는 ISP에 직접접속이 가능하기 때문에 그러한 절차는 필요하지 않는다는 것이다. 또한 기존 연구에서는 CP가 이용자에게 콘텐츠 사용료를 지불하지 않는 것을 상정했는데 본 연구에서는 이용료를 받는다는 것이다. 이용자에게 콘텐츠에 대한 대가를 부과한다면 인터넷 이용자는 트래픽 때문에 발생하는 혼잡비용 이상을 부담할 가능성이 높을 것이다. 왜냐하면 인터넷 이용자는 ISP에게 접속료도 지불하고 CP에게 콘텐츠 요금도 지불해야하며 콘텐츠 요금에는 CP가 ISP에게 지불하는 접속료도 반영되어 있기 때문이다. 콘텐츠 제공자가 독점적 시장이라면 인터넷 이용자는 혼잡비용 외에도 마진에 해당하는 것만큼 추가적으로 부담하게 될 것이다. 반면 콘텐츠 제공시장이 경쟁적이라면 인터넷 이용자는 트래픽 때문에 발생하는 비용이상을 받을 수가 없을 것이다.

본 연구에서는 CP가 멀티호밍 기술을 이용하고 콘텐츠 제공에 대해 이용자에게 요금을 자유롭게 책정할 수 없는 경쟁적인 상황과 자유롭게 책정할 수 있는 독점적 상황에서 두 ISP가 인터넷 이용자 유치를 위해 상호 경쟁하는 모형을 설정하여 ISP가 접속료를 어떻게 책정하는지를 분석하려고 한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 제 2절에서는 CP 시장이 경쟁적이어서 CP가 요금을 임의대로 결정할 수 없는 상황에서 ISP가 CP에게 부과하는 접속료와 인터넷 이용자에게 부과하는 접속료가 어떻게 결정되는

지 분석하고 제 3절에서는 CP 시장이 독점적이어서 CP가 인터넷 이용자에게 콘텐츠 요금을 임의대로 부과할 수 있을 때 결과가 어떻게 달라지며 정책적인 시사점은 무엇인지 살펴보고 제 4절에서는 결론을 내릴 것이다.

II. 기본모형: CP 시장이 경쟁적

본 연구에서는 고품질 인터넷 품질을 요구하는 콘텐츠 서비스를 제공하는 CP가 다수 존재하고 이러한 CP들은 모든 ISP에게 직간접적으로 접속이 가능하다.(멀티호밍) ISP는 CP의 고품질 콘텐츠를 전송하기 위해 고품질 인터넷서비스를 제공한다.

최종이용자는 한 개의 ISP에 속하며 ISP접속에 따른 월정액 기본료와 고품질 인터넷 이용에 대해 트래픽 사용에 따라 추가적인 접속료를 지불한다. 또한 CP는 콘텐츠 제공에 대해 채택(광고수입 등)을 누리지만 CP 시장이 경쟁적이라서 가격을 임의대로 결정할 수 없고 시장에서 결정된 경쟁가격은 주어진 것으로 보고 의사결정을 한다. 이것을 그림으로 표현하면 다음의 [그림 1]과 같다.

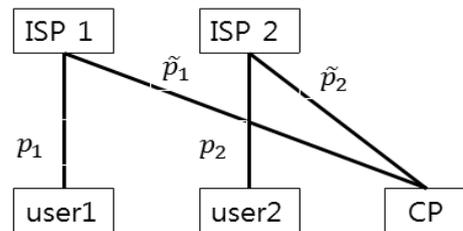


그림 1. 인터넷 이용자와 CP의 ISP 접속료 부과모델

본 연구모형에서는 두 개의 ISP가 인터넷 이용자를 놓고 유치경쟁을 한다. 이용자들은 ISP를 바꾸는데 따른 전환비용이 있다고 상정한다. 인터넷 이용자는 각자 위치한 지점에서 ISP 가입을 위해서는 거리단위당 t 의 비용을 부담한다. 이 비용은 사업자를 대체할 때 발생하는 비용이라 볼 수 있다. 인터넷 이용자의 위치는 0에서 1까지의 일양분포를 이루고 있다. ISP_1 은 0에 위치하고 ISP_2 는 1에 위치한다. 그리고 인터넷 이용자는

고품질 서비스 접속에 대해 u_i 의 효용을 얻으며, CP는 콘텐츠 사용료 k 를 이용자에게 부과하는데 독자적으로 결정하지 못하고 시장에서 결정된 것을 부과한다. 또한 콘텐츠 제공에 대해 \tilde{u} 의 추가적인 혜택(광고 등)을 얻는다고 가정한다. 편의상 CP의 콘텐츠 제공비용은 0이라고 가정한다. 인터넷 이용자는 두 백본 사업자 중 하나에는 가입한다고 가정한다. ISP_1 에 가입하는 이용자 수를 s 라 한다.

ISP_i 의 고품질 서비스에 대한 인터넷이용자 트래픽 수요를 q_i , 인터넷 이용자와 CP가 지불하는 접속료를 각각 p_i , \tilde{p} , 소매요금(가입비)을 r_i 라고 하자. 순효용 w 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$w_i = v(p_i + k) - r_i \quad (i = 1, 2) \quad (1)$$

여기서

$$v(p_i + k) = \max_{q_i} \{u(q_i) - (p_i + k)q_i\}$$

를 나타내며 간접효용함수를 의미한다. 즉 주어진 p_i, k 하에서 최대의 효용을 얻는 값을 말한다. $u(q)$ 는 트래픽(컨텐츠 이용량)량 q 에 대해 얻는 효용을 의미한다.

그리고 CP가 이용자에게 부과하는 요금은 시장에서 결정되기 때문에 주어진 요금에 대해 콘텐츠 제공자의 이윤이 최대로 되는 지점에서 사용량이 결정될 것이다. 최적 사용량을 결정하기 위해 콘텐츠 제공자의 이윤최대화 문제와 일계조건을 구해보면 다음과 같다.

$$\max_q (\tilde{u} + k - \tilde{p})q$$

$$\tilde{u} + k - \tilde{p} = 0$$

따라서 $k = \tilde{p} - \tilde{u}$ 이 된다.

인터넷 이용자는 x 에 위치한다고 했을 때 ISP_1 나 ISP_2 에 가입하는데 있어 무차별한 인터넷 이용자 x 를 구해보면 다음과 같다.

$$w_1 - tx = w_2 - t(1 - x)$$

위 식으로부터 ISP_i 의 시장점유율 s 는 각각 다음과 같이 구할 수 있다.

$$s_1 = s = \frac{1}{2} + \sigma(w_1 - w_2) \quad \text{where } \sigma = \frac{1}{2t}$$

$$s_2 = 1 - s = \frac{1}{2} - \sigma(w_1 - w_2)$$

비용 c 를 트래픽 혼잡에 따른 한계혼잡비용이라고 하자. 인터넷이용자가 ISP에 가입함에 따른 한계비용을 f_i 라고 상정한다. 본 모델에서는 고품질 서비스 제공에 따른 접속료 부과에 초점을 맞추기 위해 가입자들이 기존의 최선노력형 서비스 이용에 따른 한계비용은 0이라고 가정한다. 이와 같은 상황하에서 ISP_i 의 이윤을 정리하면 다음과 같다. CP는 멀티호밍이나 CDN방식에 의해 접속하기를 원하는 ISP에 언제든지 직접 접속이 가능하기 때문에 ISP가 CP에게 부과하는 접속료는 동일할 것이다.

$$\pi_i = s [q_i(p_i + \tilde{p} - c) + r_i - f_i] \quad (2)$$

$$(i = 1, 2)$$

기업의 이윤을 기본료 r_i 대신에 w_i 로 표현하여 선택 변수를 p_i, w_i 로 하면 기업의 이윤은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\pi_i = s [(p_i + \tilde{p} - c)q_i + v_i - w_i - f_i]$$

기업의 이윤을 최대로 하는 최종이용자와 CP의 접속료, 소매요금을 도출하기 위해 먼저 p_i 에 대한 일계조건을 구하면 다음과 같다. 그리고 $k = \tilde{p} - \tilde{u}$ 로부터 $v'(p_i) = v'(\tilde{p}) = -q$ 를 알 수 있기 때문에

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial p_i} = s(p_i + \tilde{p} - c) \frac{\partial q_i}{\partial p_i} = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial \tilde{p}} = s(p_i + \tilde{p} - c) \frac{\partial q_i}{\partial \tilde{p}} = 0$$

$$(i = 1, 2)$$

위의 일계조건으로부터 다음을 알 수 있다.

$p_i + \tilde{p} = c$. 따라서 ISP가 인터넷 이용자에게 부과하는 접속료 $p_i = p$ 가 될 것이다. 이것으로부터 다음의 정리를 얻을 수 있다.

정리 1. 두 ISP 사업자간 경쟁하에서 인터넷 가입자에 대한 최적 접속료와 CP에 대한 최적 접속료의 합은 한계혼잡비용과 같으며 인터넷 가입자가 최종 부담하는 비용은 한계혼잡비용에서 한계효용을 뺀 것과 동일하다.

정리 1이 의미하는 것은 첫째, 접속료를 이용자와 콘텐츠 제공자 중 어느 측에 더 많이 부과하는가 기업의 이윤에 영향을 미치지 않는다는 것이다. 둘째, 트래픽 증가에 따라 추가적으로 벌어들이는 수입의 합이 한계비용과 일치할 때 기업의 이윤은 최대화된다는 것이다. 두 접속료의 합이 한계비용보다 클 때에는 접속료를 인하하여 트래픽 사용량을 더 많이 하게 하여 이용자 잉여를 줄이지 않으면서 접속료 인하분보다 높은 기본료 수입을 추가로 확보할 수 있다. 반대의 경우도 접속료를 인상함으로써 보다 높은 기본료 수입을 확보할 수 있다. 그리고 마지막으로 CP시장이 경쟁적이기 때문에 인터넷 이용자가 지불하는 콘텐츠 요금 k 은 콘텐츠 제공자가 ISP에게 지불하는 접속료 \tilde{p} 에서 CP의 한계효용(\tilde{u})을 뺀 것과 동일할 것이다. 결국 인터넷 이용자가 부담하는 비용은 한계혼잡비용인 c 에서 \tilde{u} 를 뺀 값이 될 것이다.

또한 w_i 에 대해 풀면 다음과 같다.

$$\sigma[q(p + \tilde{p} - c) + v - w_i - f_i] - \sigma(w_i - w_j) - \frac{1}{2} = 0$$

위의 식을 연립해서 풀면 다음과 같다.

$$w_i = v - \frac{1}{3}(2f_i + f_j) - \frac{1}{2\sigma} \quad (i = 1, 2)$$

한편 위의 식으로부터 시장점유율은 다음과 같이 얻을 수 있다.

$$s = \frac{1}{2} + \frac{\sigma}{3}(f_2 - f_1) = \frac{1}{2} + \sigma(r_2 - r_1)$$

이로부터 가입비와 기업의 이윤을 구해보면 다음과 같다.

$$r_i = \frac{1}{3}(2f_i + f_j) + \frac{1}{2\sigma} \quad (i = 1, 2)$$

$$\pi_i = s_i \left(\frac{1}{3}(f_i - f_j) + \frac{1}{2\sigma} \right) = \frac{s_i^2}{\sigma}$$

이것으로부터 다음의 정리를 얻을 수 있다.

정리 2. 두 ISP 사업자간 경쟁하에서 기업의 이윤은 시장점유율에 의해 결정되며 시장점유율은 기본료의 상대적 크기에 의해 결정된다.

균형하에서 각 ISP는 정리 1에서 보는 바와 같이 트래픽 변동에 따른 추가적인 이윤의 변동은 없으며 기본료 수입에 의존하는 것이 최적이다. 한편 기본료의 크기에 따라 시장점유율이 달라지기 때문에 기본료의 상대적 크기에 따라 기업의 이윤이 결정된다.

기본료는 또한 두 ISP의 한계가입비용의 상대적 크기에 따라 결정된다. 한계가입비용이 클수록 기본료는 커지며 또한 시장점유율이 줄어들어 이윤 또한 감소한다. 따라서 다음의 정리를 얻을 수 있다.

정리 3. 한계가입비용이 작은 ISP가 높은 시장점유율과 이윤을 갖는다.

정리 3이 의미하는 바는 간단하다. 이용자 가입에 따른 한계비용이 낮으면 그 만큼 기본료를 낮출 수가 있으며 시장점유율 또한 증가하게 되며 이는 이윤의 증가로 이어진다.

이제 사회적 최적 접속료를 도출해 보자.

사회후생은 CP와 이용자 잉여와 두 ISP 사업자 잉여의 합으로 구성된다.

$$SW = cs^{user} + cs^{CP} + \pi_1 + \pi_2$$

여기서

$$cs^{user} = \int_0^s (w_1 - tx)dx + \int_s^1 (w_2 - (1-x)t)dx$$

$$cs^{CP} = (\tilde{u} - \tilde{p})q$$

$$\begin{aligned} SW &= sw_1 + (1-s)w_2 + \tilde{u} - \tilde{p}q + st(1-s) - \frac{t}{2} + \pi_1 + \pi_2 \\ &= u(q) - cq + \tilde{u}q + st(1-s) - \frac{t}{2} - sf_1 - (1-s)f_2 \end{aligned}$$

이제 사회적 최적 해를 구하기 위해 사회후생을 최대 로 하는 접속료를 도출해 보도록 한다. 사회후생 최대 화 일계조건으로부터 다음을 얻는다.

$$u'(q) + \tilde{u} - c = 0$$

여기서 $u' = p + k$ 이므로 ISP 경쟁을 통해 사회적 최 적을 달성하기 위해서는 다음의 관계가 성립하여야 한다.

$$p + k = c - \tilde{u} \tag{4}$$

그리고 콘텐츠 시장이 경쟁적일 때 가격은 $k = \tilde{p} - \tilde{u}$ 임은 이미 알고 있다. 따라서 식 (4)로부터 $p + \tilde{p} = c$ 임을 알 수 있다. 이는 사회후생을 최대로 하 는 접속료는 CP시장이 경쟁적인 경우 ISP간 경쟁에서 도출되는 해와 같음을 의미한다.

이것으로부터 다음의 정리를 얻을 수 있다.

정리 4. 콘텐츠 시장이 경쟁적인 경우 이용자 접속 료와 콘텐츠 접속료의 사회적 최적 접속료 의 합은 ISP간 경쟁의 결과와 동일하게 한 계혼잡비용과 같으며 이용자 최종요금은 한계혼잡비용에서 콘텐츠 제공자의 한계 효용을 뺀 값과 같다.

정리 4는 콘텐츠 시장이 경쟁적이면 ISP간 경쟁하에 서 두 접속료는 사회적 최적 상태와 동일하며 이용자가 최종적으로 부담하는 요금 또한 사회적 최적상태와 동

일하다는 것을 의미한다. 따라서 ISP가 책정하는 이용 자 접속료와 CP접속료는 ISP간 경쟁하에서 사회적 최 적으로 결정된다는 것을 알 수 있다. 최종이용자가 한 계혼잡비용에서 CP의 추가적인 효용만큼을 제하여 콘 텐츠 요금을 지불한다는 것은 콘텐츠 제공에 따른 추가 적인 효용을 콘텐츠 제공자가 얻기 때문에 그 만큼을 요금할인을 해주는 것이 사회적으로 바람직하다는 것 을 보여준다.

III. 콘텐츠 시장이 독점적인 경우

지금까지는 콘텐츠 시장이 경쟁적이어서 콘텐츠 제 공자가 콘텐츠 제공에 대해 자체적으로 요금을 설정할 수 없는 경우를 상정했다. 그러나 콘텐츠 시장이 독점 적인 경우에는 콘텐츠 제공자가 자사가 제공하는 콘텐 츠에 대해 인터넷 이용자에게 자체의 요금을 설정할 수 있다. 본 절에서는 콘텐츠 제공자가 자체 요금을 설정 할 수 있는 경우를 상정한다.

본 절에서는 분석의 편의를 위해 콘텐츠 제공자는 한 개 존재하고 소비자들에 대해 가격을 임의대로 설정할 수 있다고 상정한다. 이러한 상황에서 콘텐츠 제공자 의 이윤최대화 문제와 일계조건은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \max_k (k - (\tilde{p} - \tilde{u}))q(p_i + k) \\ q + (k - (\tilde{p} - \tilde{u}))q' = 0 \\ k = \tilde{p} - \tilde{u} - \frac{q}{q'} \end{aligned} \tag{5}$$

위 식 (5)로부터 다음을 알 수 있다.

$$k > \tilde{p} - \tilde{u}$$

이것으로부터 다음의 정리를 얻을 수 있다.

정리 5. 콘텐츠 제공자가 콘텐츠 가격을 자유롭게 책정할 수 있는 경우 CP가 제공하는 콘텐 츠 요금은 한계비용(\tilde{p})에서 한계효용(\tilde{u}) 을 뺀 것보다 크다.

정리 5는 다음과 같이 해석할 수 있다. 콘텐츠 제공자는 독점적 가격(k)을 설정하지만 콘텐츠 제공에 따른 추가적인 효용을 얻기 때문에 콘텐츠 제공에 따른 한계비용인 \tilde{p} 에서 한계효용을 뺀 것($\tilde{p}-\tilde{u}$)보다 높은 가격책정을 한다. 따라서 인터넷 이용자가 부담하는 금액은 ISP 접속료와 콘텐츠 제공자가 부과하는 금액(k)을 합친 것으로서 두 개의 접속료를 합친 것에서 한계효용을 뺀 것($p+\tilde{p}-\tilde{u}$)보다 크다. 이는 CP가 경쟁적인 경우와 비교할 때 콘텐츠 요금과 최종이용자가 부담하는 금액에 있어서 차이가 난다. CP가 경쟁적인 경우에는 콘텐츠 요금은 콘텐츠 제공에 따른 한계비용(\tilde{p})에서 한계효용(\tilde{u})을 뺀 것으로 결정되는 반면 독점적인 경우에는 한계비용(\tilde{p})에서 한계효용을 뺀 것보다 큰 값으로 결정된다.

이제 기업의 이윤을 기본료 r_i 대신에 w_i 로 표현하여 선택변수를 p_i, w_i 로 하면 ISP_i 의 이윤은 다음과 같다.

$$\pi_i = s[(p_i + \tilde{p} - c)q_i(p_i + k) + v_i - w_i - f_i]$$

기업의 이윤을 최대화 하는 최종이용자와 CP의 접속료, 소매요금을 도출하기 위해 먼저 p_i 에 대한 일계조건을 구하면 다음과 같다.

$$\frac{d\pi_i}{dp_i} = (p_i + \tilde{p} - c)(1 + \frac{\partial k}{\partial p_i})q' - \frac{\partial k}{\partial p_i}q_i = 0 \quad (6)$$

$$\frac{d\pi_i}{dp} = (p_i + \tilde{p} - c)\frac{\partial k}{\partial p}q' + (1 - \frac{\partial k}{\partial p})q_i = 0$$

($i = 1, 2$)

그리고 식(5)의 일계조건으로부터

$$\frac{\partial k}{\partial p_i} = - \frac{q' + q''(k - (\tilde{p} - \tilde{u}))}{2q' + q''(k - (\tilde{p} - \tilde{u}))} \quad (7)$$

$$\frac{\partial k}{\partial \tilde{p}} = \frac{q'}{2q' + q''(k - (\tilde{p} - \tilde{u}))}$$

임을 알 수 있다.

한편 식 (5)의 2계조건으로부터

$$2q' + q''(k - (\tilde{p} - \tilde{u})) < 0 \text{ 이므로}$$

$$\frac{\partial k}{\partial \tilde{p}} = \frac{q'}{2q' + q''(k - (\tilde{p} - \tilde{u}))} > 0 \quad (8)$$

임을 알 수 있다.

식 (6)로부터

$$p + \tilde{p} - c = \frac{(1 - 1/\frac{\partial k}{\partial \tilde{p}})q}{q'} \quad (9)$$

따라서 $p + \tilde{p} > c$, 만약 $0 < \frac{\partial k}{\partial \tilde{p}} < 1$

$$p + \tilde{p} \leq c, \text{ 만약 } \frac{\partial k}{\partial \tilde{p}} \geq 1 \quad (10)$$

그리고 $\frac{\partial k}{\partial \tilde{p}} < 1$ 라는 의미는 식 (8)에서 보듯이

$$q'' < - \frac{q'}{(k - (\tilde{p} - \tilde{u}))}$$

을 의미하기 때문에 인터넷 이용자는 콘텐츠 요금이 높아질수록 수요 감소폭이 커진다는 것을 의미한다. 이는 콘텐츠 제공자의 입장에서 볼 때 콘텐츠 요금을 인상하는데 있어 부담을 느낄 수 있다는 것을 의미한다. 반대로 $\frac{\partial k}{\partial \tilde{p}} \geq 1$ 의 의미는

$$q'' > - \frac{q'}{(k - (\tilde{p} - \tilde{u}))}$$

을 의미하기 때문에 인터넷 이용자는 콘텐츠 요금이 높아질수록 수요 감소폭은 적어진다는 것을 의미한다. 이는 콘텐츠 제공자의 입장에서 볼 때 요금의 인상은 곧 수요의 소폭적인 감소로 이어지기 때문에 요금인상이 수익에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 의미한다.

$$\text{또 식 (6)에서 } p + \tilde{p} - c = \frac{q}{(1 + 1/\frac{\partial k}{\partial \tilde{p}})q'}$$

에 식 (9)와 식 (10)로부터 다음의 관계를 알 수 있다.

$$\frac{\partial k}{\partial p} = \frac{\partial k}{\partial \tilde{p}} - 1$$

따라서

$$\text{만약 } 0 < \frac{\partial k}{\partial \tilde{p}} < 1 \text{ 이면, } -1 < \frac{\partial k}{\partial p} < 0 \text{ 이며,}$$

$$\text{만약 } \frac{\partial k}{\partial \tilde{p}} \geq 1 \text{ 이면, } \frac{\partial k}{\partial p} \geq 0 \text{ 이다.}$$

지금까지의 논의를 정리하면 다음과 같다. 콘텐츠 요금증가가 수요 감소에 미치는 영향이 큰 경우에는 콘텐츠 사업자 접속료의 증가만큼 콘텐츠 요금을 증가시키지 않으며, 심지어는 인터넷 이용자 접속료가 증가할 경우에는 소비자의 부담이 가중될 것이므로 콘텐츠 요금을 인하하는 경향도 있음을 알 수 있다. 따라서 이 경우에는 ISP 사업자는 접속료를 증가시키므로써 이윤을 증가시킬 수 있다. 왜냐하면 접속료를 증가시켜도 콘텐츠 사업자는 그 만큼 콘텐츠 요금을 증가시키지 않을 것이기 때문이다.

한편 이용자 부담은

$$p + k = p + \tilde{p} - \tilde{u} - \frac{q}{q'} = c - \tilde{u} - \frac{q}{q'} - 1 / \frac{\partial k}{\partial \tilde{p}} \text{ 이 된다.}$$

그리고

$$w_i = q(p + \tilde{p} - c) + v - \frac{1}{3}(2f_i + f_j) - \frac{1}{2\sigma}$$

이며 시장점유율과 기본료 등은 CP 경쟁모형에서 구한 것과 동일하다. 즉

$$s = \frac{1}{2} + \frac{\sigma}{3}(f_2 - f_1) = \frac{1}{2} + \sigma(r_2 - r_1)$$

$$r_i = \frac{1}{3}(2f_i + f_j) + \frac{1}{2\sigma}$$

$$\pi_i = s_i \left(\frac{1}{3}(f_i - f_j) + \frac{1}{2\sigma} \right) = \frac{s_i^2}{\sigma}$$

이로써 다음의 정리를 얻을 수 있다.

정리 6. 콘텐츠 제공자가 가격을 자유롭게 책정할 수 있는 경우

- a) 두 접속료의 합은 접속료에 대해 콘텐츠 사업자가 결정하는 가격의 민감도가 적은 경우 한계혼잡비용보다 크며, 반대로 민감도가 매우 큰 경우에는 한계혼잡비용보다 적다.
- b) 최종이용자의 부담은 한계혼잡비용에서 콘텐츠 제공자의 한계효용을 뺀 값보다 크다.
- c) ISP 시장점유율과 기업의 이윤은 CP시장이 경쟁적인 경우와 동일하게 결정된다.

위의 식 (9)에서 보는 바와 같이 ISP가 이용자와 콘텐츠 사업자에게 부과하는 접속료의 합은 접속료에 대해 콘텐츠 사업자가 결정하는 가격의 민감도에 따라 크기가 달라진다. 만약 가격의 민감도가 1보다 적다면 두 접속료의 합($p + \tilde{p}$)은 한계혼잡비용보다 크다. 이는 ISP가 접속료를 올려도 콘텐츠 요금의 인상은 크게 오르지 않기 때문에 인터넷 이용자의 수요가 그만큼 줄어들지 않는다. 따라서 ISP는 두 접속료의 합을 한계혼잡비용보다 크게 책정함으로써 이윤을 증가시킬 수 있다, 반대로 가격 탄력성이 1보다 크다면 두 접속료의 합을 한계혼잡비용보다 적게 책정함으로써 이윤을 증가시킬 수 있다. 한편 최종이용자가 부담하는 비용은 가격민감도에 크기에는 차이가 있지만 한계혼잡비용에서 한계효용을 뺀 것보다 크다. 기업의 이윤은 CP 시장의 독점성과 관계없이 시장점유율의 크기에 의해 결정되며 시장점유율은 두 사업자의 한계가입비용의 상대적 크기에 의해 결정된다. 이는 두 사업자 모두 인터넷 이용자와 콘텐츠 사업자에게 부과하는 접속료가 동일하게 결정하는 한 두 사업자간 기본료의 크기에 따라 시장점유율이 달라진다는 것을 보여주고 있다.

이제 사회적 최적 해를 구하기 위해 규제자가 콘텐츠 요금은 사업자간 경쟁에 의해 결정하도록 하고 접속료만 규제가능하다고 한다면 최적 접속료는 다음과 같이 구할 수 있다.

사회적 최적 접속료를 도출하기 위해 사회후생 최대

화문제를 콘텐츠 사용량 q 에 대해 풀면 일계조건은 다음과 같다.

$$u'(q) + \tilde{u} - c = 0$$

위의 식은 사회후생이 최대가 되기 위해서는 인터넷 이용자와 콘텐츠 제공자의 한계효용이 콘텐츠 제공에 따른 한계비용과 동일해야 한다는 것을 의미한다. 여기서 $u' = p + k$ 이므로 ISP 경쟁을 통해 사회적 최적을 달성하기 위해서는 다음의 관계가 성립하여야 한다.

$$p + k = c - \tilde{u} \tag{11}$$

그리고 콘텐츠 기업의 가격결정문제로부터

$$k = \tilde{p} - \tilde{u} - \frac{q}{q'}$$

따라서

$$p + \tilde{p} = c + \frac{q}{q'}$$

이로부터 사회적 최적 접속료의 합은 한계혼잡비용보다 적다는 것을 알 수 있다. 이것으로부터 다음의 정리를 얻을 수 있다.

정리 7에서 규제자가 접속료만 규제가능하다면 규제자는 이용자가 최종적으로 부담하는 요금의 식 (11)과 같이 될 수 있도록 접속료를 결정하면 되는 것이다. 이를 위해서는 두 개의 접속료의 합을 한계혼잡비용보다 적게 책정해야 한다. 이는 다음과 같이 설명이 가능하다. $\tilde{k} = p + k$ 라 놓고 콘텐츠 제공자의 문제를 다시 정리하면 다음과 같다.

$$\max_{\tilde{k}} (\tilde{k} - (p_i + \tilde{p} - \tilde{u}))q(\tilde{k})$$

위의 문제의 해 \tilde{k} 는 $p + \tilde{p} - \tilde{u}$ 보다 큰 값이고 사회적 최적 상태인 $\tilde{k} = c - \tilde{u}$ 가 되기 위해서는 $p + \tilde{p} < c$ 이어야 함을 알 수 있다. 이는 사회 전체적으로 볼 때 콘텐츠 제공자의 요금을 접속료로 조절하기 위해서는 접속료를 한계혼잡비용보다 적게 설정하여야 함을 알 수 있다.

지금까지의 논의를 인터넷 이용자가 부담하는 비용을 CP가 추가적으로 얻는 효용의 존재와 CP의 경쟁성에 따라 정리를 해 보면 다음의 [표 1]과 같다.

표 1. CP 경쟁정도와 추가효용 유무에 따른 CP요금과 이용자 부담

구분	CP 경쟁적			CP 독점적		
	CP 요금	이용자 부담	접속료합	CP 요금	이용자 부담	접속료 합
비규제시	$\tilde{p} - \tilde{u}$	$c - \tilde{u}$	c	$\tilde{p} - \tilde{u} - \frac{q}{q'}$	$c - \tilde{u} - \frac{q}{q'}(1/\frac{\partial k}{\partial \tilde{p}})$	$c + \frac{(1 - 1/\frac{\partial k}{\partial \tilde{p}})q}{q'}$
접속료규제시	$\tilde{p} - \tilde{u}$	$c - \tilde{u}$	c	$\tilde{p} - \tilde{u} - \frac{q}{q'}$	$c - \tilde{u}$	$c + \frac{q}{q'}$

정리 7. 콘텐츠 시장이 독점적인 경우 이용자 접속료와 콘텐츠 제공자 접속료의 합은 한계혼잡비용보다 적게 되도록 규제되어야 사회적 최적 상태를 달성할 수 있으며, 이용자 최종요금은 한계혼잡비용에서 콘텐츠 제공자의 한계효용을 뺀 값과 같다.

위의 [표 1]을 보면 CP의 경쟁정도에 따라 CP 요금, 접속료, 이용자 부담 등에서 차이가 남을 알 수 있다. CP가 독점적일수록 CP 요금과 이용자 부담은 증가한다. 그러나 접속료의 크기는 콘텐츠 요금의 민감도에 따라 클 수도 있고 적을 수도 있다. 콘텐츠 요금의 접속료에 대한 민감도가 큰 경우에는 접속료를 오히려 적

게 책정할 유인이 있다. 접속료의 규제효과는 CP가 독점적일 때 효과가 있는데 사회적 최적 상태를 달성하기 위해 규제자는 접속료를 한계혼잡비용보다 적은 값으로 산정할 필요가 있다. 왜냐하면 CP가 독점적 가격을 책정할 것이기 때문에 이용자 부담을 CP가 경쟁적 상태와 동일한 수준으로 가져가기 위해서는 접속료를 더욱 낮추어야 하기 때문이다.

IV. 결론

지금까지 콘텐츠 제공자들이 자사의 콘텐츠를 보다 저렴한 비용과 높은 품질로 제공하기 위하여 이용자들이 가입되어 있는 ISP에게 직접 접속할 수 있는 다양한 기술을 적용할 경우, ISP들이 CP와 인터넷 가입자에게 망 혼잡에 따른 추가적인 접속료를 부과할 수 있다는 모형을 설정하고 분석하였다.

CP입장에서는 자사의 콘텐츠를 이용자에게 보다 가까이 근접하여 제공함으로써 추가적인 부담 없이 고품질의 서비스를 제공하기를 원하지만 ISP입장에서는 콘텐츠 제공에 따라 망이 혼잡하기 때문에 사용에 따른 추가적인 망 사용대가를 받으려고 할 것이다. 이 경우 CP의 시장상황에 따라 ISP가 책정하는 접속료의 수준은 많이 달라질 것이다. CP가 경쟁적인 경우에는 이부제 요금을 적용하고 있는 ISP간 경쟁하에서 접속료는 CP요금과 함께 사회적 최적 상태와 동일하게 결정될 것이지만 CP가 독점적일 경우 ISP는 접속료에 대한 CP 요금 민감도에 따라 접속료 수준을 다르게 책정할 가능성이 있다. CP가 독점적인 경우 규제를 통해 사회 후생의 왜곡을 치유할 수 있는데, 사회적 최적 접속료는 CP가 경쟁적인 경우보다 낮은 수준이다. 이는 CP가 독점적이므로 규제에 의해 접속료가 결정되면 그 접속료를 기반으로 CP가 한계비용보다 큰 요금을 결정하기 때문에 규제자는 접속료를 CP가 경쟁적일 때보다 낮게 책정하는 것이 사회후생을 더 증가시키게 된다.

한편 ISP간 경쟁에서 접속료 결정과 시장점유율에 대한 주요 연구결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 두 ISP 사업자간 경쟁하에서 기업의 이윤은 시

장점유율에 의해 결정되며 시장점유율은 기본료의 상대적 크기에 의해 결정된다. 시장점유율에 의해 결정된다는 것은 가입자 수에 의해 결정된다는 것을 의미하며 접속료는 두 사업자 모두 한계비용으로 결정되어 접속으로 인한 추가적인 마진은 없다는 것을 의미한다. 이것은 ISP가 이부제 요금을 통하여 가격을 책정하기 때문에 경쟁의 결과 접속료를 한계비용으로 책정하여 최대의 소비자 잉여를 남기게 한 다음 기본료 수입에 의해 서로 경쟁하는 것이 최선이기 때문이다.

둘째, 한계가입비용이 작은 ISP가 낮은 기본료를 책정할 수 있으며 그 결과 높은 시장점유율과 이윤을 갖는다. 이는 한계가입비용이 낮으면 그 만큼 기본료를 낮출 수가 있으며 시장점유율 또한 증가하게 되며 이는 이윤의 증가로 이어진다는 것을 의미한다.

셋째, CP시장의 독점성과는 관계없이 ISP 기업의 이윤은 시장점유율에 의해 결정되며, 시장점유율은 앞에서 언급한 바와 같이 두 사업자의 한계가입비용의 상대적 크기에 의해 결정된다. 이렇게 되는 이유는 접속료 부과로 인한 마진이 두 사업자가 동일하게 되기 때문이다. CP가 경쟁일 경우에는 접속료 부과로 인한 마진은 없지만 CP 시장이 독점성이 있는 경우에는 마진이 있을 수도 있고 오히려 음의 마진을 실현할 수도 있다. 접속료 수입이 음이 되는 현상은 과도한 민감도에 의해 접속료 부과를 하면 CP가 콘텐츠 요금을 과도하게 올릴 경우 발생할 수 있다.

지금까지 논의는 CP가 멀티호밍을 통해 ISP에 직접 접속할 경우 ISP가 인터넷 이용자와 콘텐츠 사업자에게 부과하는 접속료를 어떻게 결정하는가를 ISP가 이부제 요금을 적용하면서 상호 차별적인 품질을 가지고 경쟁을 할 경우를 상정하여 분석하였다. 그리고 이러한 행동을 CP의 시장성에 따라 어떻게 달라지는가를 살펴보았다. 그러나 본 연구는 CP가 2개 이상, ISP가 3개 이상인 경쟁적인 시장 등 다양한 상황을 고려하지 못했다는 한계를 가지고 있다. 또한 CP도 현재 단일 요금제를 적용한다고 상정되어 있으며 이부제 가격을 결정하는 상황까지 확장하지는 못했다. 추후 이러한 다양한 상황을 고려해서 분석하는 것도 향후 흥미로운 주제일 것이다. 그리고 본 연구에서는 CP의 콘텐츠 비용이 없

거나 동일하다고 단순하게 가정하였는데 CP간 비용에 있어 차이가 나는 경우에 이러한 분석이 어떻게 달라지는지 살펴보는 것도 흥미로울 것이다.

참 고 문 헌

- [1] M. Armstrong, "Network Interconnection in Telecommunications," *The Economic Journal*, Vol.108, pp.545-564, 1998.
- [2] M. Armstrong, "Competition in Two-Sided Markets," *RAND Journal of Economics*, Vol.37, No.3, pp.668-691, 2006.
- [3] S. Besen, P. Milgrom, B. Mitchell, and P. Srinagesh, "Advances in Routing Technologies and Internet Agreements," *American Economic Review*, Vol.91, No.2, pp.292-296, 2001
- [4] Caillaud, Bernard and Jullien, Bruno, "Chicken & egg: competition among intermediation service providers," *RAND Journal of Economics*, Vol.34, No.2, pp.309-328, 2003.
- [5] 강유리, "France Telecom-Cogent간 IP 상호접속 관련 분쟁사례 검토," *정보통신정책동향*, 제25권, 제5호 통권 550호, pp.71-79, 2013.
- [6] 미래창조과학부, *전기통신설비의 상호접속기준*, 2017.
- [7] Q. MA, J. PEARSON, and S. TADISINA, "An exploratory study into factors of service quality for application service providers," *Information & Management*, Vol.42, pp.1067-1080, 2005.
- [8] H. K. Cheng, S. Bandyopadhyay, and H. Guo, "The debate on net neutrality: A policy perspective," *Information Systems Research*, Vol.22, pp.60-82, 2011.
- [9] N. Economides and B. Hermalin, *The Economics of Network Neutrality*, NET Institute Working Paper #10-25. Available at <http://www.stern.nyu.edu/networks/>, 2010.
- [10] 김민정, "모바일 동영상 서비스 만족도 결정요인 분석," *한국콘텐츠학회논문지*, Vol.16, No.5, pp.35-45, 2016.
- [11] 정윤경, "N스크린 시대 온라인 비디오 콘텐츠 유통 비즈니스 모델 비교를 위한 넷플릭스(Netflix)와 훌루(Hulu) 연구," *한국콘텐츠학회논문지*, Vol.14, No.5, pp.30-43, 2014.
- [12] S. Uludag, K. S. Lui, K. Nahrstedt, and G. Brewster, *Analysis of topology aggregation techniques for QoS routing*. *ACM Comput. Surv.* Vol.39, No.3, 2007.
- [13] Z. WANG, *Internet QoS: Architectures and Mechanisms for Quality of Service*, Morgan Kaufmann, 2001.
- [14] L. Zeng, B. Benatallah, A. H. H. Ngu, M. Dumas, J. Kalagnanam, and H. Chang, "QoS-aware middleware for Web services composition," *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol.30, No.5, pp.311-327, 2004.
- [15] Jean-Charles Rochet and Jean Tirole, "Two-sided markets a progress report," *The RAND Journal of Economics*, Vol.37, No.3, pp.645-667, 2006.
- [16] J. J. Laffont, S. Marcus, P. Rey, and J. Tirole, "Internet Interconnection and the Off-Net-Cost Pricing Principle," *The RAND Journal of Economics*, Vol.34, No.2, pp.370-390, 2003.
- [17] J. J. Laffont, S. Marcus, P. Rey, and J. Tirole, "Internet Peering," *American Economic Review*, Vol.91, No.2, pp.287-291, 2001
- [18] I. Little and J. Wright, "Peering and Settlement in the Internet: An Economic Analysis," *Journal of Regulatory Economics*, Vol.18, No.2, pp.151-173, 2000.

저 자 소 개

정 충 영(Choong-Young Jung)

정회원



- 1996년 8월 : KAIST 산업경영학과(공학박사)
- 1996년 8월 ~ 2002년 2월 : ETRI 기술경영연구소 선임연구원
- 2002년 3월 ~ 현재 : 한남대학교 경영학과 교수

<관심분야> : e-Business, 기술경영