

비대칭적 네트워크 가치 환경에서의 인터넷망 대가정산 모형

Internet Interconnection settlement model under Asymmetric Network Value Environment

이 상 우¹ 고 창 열² 최 선 미¹
Sang Woo Lee Chang Youl Ko Sun Me Choi

요 약

본 논문은 비대칭적 규모를 가진 인터넷망사업자간의 인터넷망 접속대가 정산모형에 관한 분석적 모형을 통해 중계접속료 규제 의 필요성을 제시하고자 한다. 일반적으로 인터넷망 상호접속은 사업자간 상업적인 계약에 기반하여 이루어지고 있으며, 대부분의 국가에서 별도의 사전적 규제가 적용되지 않고 있다. 하지만 최근 ICT생태계 환경의 변화로 인해 국내외적으로 인터넷 상호접속에 대한 사전규제의 필요성과 방법 등에 대한 논의가 활발히 진행 중이다. 국내의 경우 초고속인터넷 시장의 경쟁 심화로 사업자간 분쟁이 지속적으로 발생하자 이의 해결을 위한 최소한의 조치를 마련하는 차원에서 '05년 인터넷 상호접속에 직접적 규제 방안을 마련한 바 있다. 본 논문에서는 사업자간 네트워크 규모의 차이로 인하여 동일계위간 일방정산이 이루어지고 있는 국내 인터넷 정산모형 하에서 네트워크 규모가 큰 사업자의 가격압착 행위 및 이에 따른 시장쏠림 현상의 발생 가능성을 검토하고 이에 대한 정책적 해결 방안으로 중계접속료 규제가 필요함을 제시하였다. 이러한 분석결과는 인터넷 상호접속 규제정책에 대한 학술적, 실무적 논의의 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

☞ 주제어 : 인터넷, 상호접속, 정산모형, 시장쏠림

ABSTRACT

Internet is composed of many independent networks referred to as Internet Service Providers (ISPs) and each provider is generally interconnected based on a commercial agreement. Though many countries are engaged in deregulation in internet interconnection, there is still debate whether the large ISPs are unwilling to peer with small providers, have incentives to lower the quality of data transmission of transit operators or set the interconnection charge regarding the actual costs incurred by the interconnection. Korean government introduced regulations in internet interconnection after observing noticeable anti-competitive behaviors from 2005. This paper analyzes whether there is margin squeeze problem/market concentration, and suggests political proposals in Korean regulation status.

☞ keyword : Internet, Interconnection, Settlement model, market concentration

1. 서 론

인터넷은 IP를 공통 프로토콜로 이용하는 전세계 컴퓨터 네트워크들이 연결된 가상의 단일 네트워크이다. 망사업자를 중심으로 콘텐츠 제공사업자, 플랫폼 사업자 및 단말기 사업자 등은 인터넷 가치사슬 내에서 독립적 위상과 역할을 보유하고 있으며, 개별 시장주체들은 가

치부가(add-on)를 통해 진화·발전하여 왔다. 특히 망사업자인 인터넷서비스 제공사업자는 인터넷 상호접속을 이용한 네트워크 외부효과(network externalities) 극대화를 통해 가입자의 효용을 증진시키고 결과적으로는 소비자의 인터넷접속서비스 이용에 따른 지불의사(willingness to pay)를 증가시켜 매출 확대까지 연결하는 가치의 선순환을 유도하여 인터넷 시장참여자간 상호작용을 촉진하는 데 주요한 역할을 담당하여 왔다.

인터넷 상호접속에 있어 사업자간 계위 구분을 통한 계층적 접속은 망이용 효율 증대, 비용 절감, 트래픽의 원활한 소통 등을 위해 필수적이다. 만일 계층적 접속없이 전세계 망사업자들이 서로 직접접속을 한다면 과도한 회선 비용으로 인해 투자비 증가가 불가피할 것이며, 트래픽 전송을 위한 방대한 라우팅 정보 관리가 필요하여

¹ Broadcasting Communication Policy Research Division, ETRI, DaeJeon, 305-700, Korea.

² Department of Accounting, Jeju National University, Jeju, 690-756, Korea.

* Corresponding author (kocy@jejuu.ac.kr)

[Received 05 March 2014, Reviewed 14 March 2014, Accepted 10 June 2014]

네트워크 운용에 애로가 발생하게 될 것이다.

이러한 계층적 접속은 각 사의 상호접속정책에 따른 역확관계를 고려하여 대등한 가치를 가진 사업자간의 협정인 동등접속(peering) 협정과 망의 가치에 차이가 있는 사업자간의 중계접속(transit) 협정의 두 유형으로 구분할 수 있다. 동등접속은 정산의 유무를 고려하여 무정산기반 동등접속(settlement free peering)과 상호 또는 일방 정산형 동등접속(paid peering)으로 세분화하기도 한다[1]. 다만 국내에서는 중계접속호와 직접접속호를 발신측 입장에서 상호접속 제공사업자에게 전송할 호가 자신의 망에서 유발된 것인지 혹은 타망(제3의 망)에서 유발된 것인지로 구분하는 것에 반해 해외의 경우 호 유형과는 상관없이 수신측 입장에서 수신된 트래픽을 타망으로 전송(중계)해줄 의무가 있는지 여부로 peering(직접접속)과 transit(중계접속) 구분하고 있다는 점에서 개념적으로 차이가 있다.

(표 1) 인터넷 상호접속 유형
(Table 1) Types of Internet Interconnection

구분		내용
동등접속 (Peer-ing)	무정산	네트워크의 규모가 대등하여 트래픽 교환을 통해 상대방으로부터 동등한 효익(benefit)을 얻을 것으로 기대하는 사업자 간의 무정산 상호접속 협정
	일방정산	대등한 관계에서 접속 조건을 수립하되 접속조건(Peering Policy)에 의해 규모와 가치를 보다 세밀히 구분하여 가치가 큰 ISP에게 비용을 지불
중계접속 (Transit)		규모의 차이가 비교적 큰 사업자 간의 협정으로, 규모가 큰 사업자가 작은 사업자의 고객으로부터 발생한 트래픽이 자신의 망을 경유하여 상대방이 요청한 목적지까지 도달하도록 해주고 금전적 보상을 받는 협정

인터넷 상호접속은 사전 규제가 일반화된 음성서비스 시장과는 달리 전세계적으로 대부분의 국가에서 별도의 정부 규제개입없이 사업자들간 자발적이고 상업적인 협상에 기반하여 이루어지고 있다. 그러나 최근 ICT생태계의 변화로 인해 기존 협정을 파기하고 접속을 차단하는 동등접속기피(depeering) 사례가 속속 등장하고 있으며, OECD와 BEREC에서는 현행 인터넷정산모형인 무정산 방식에 대한 지속가능성 여부를 검토하는 등 인터넷접속 제도에 대한 새로운 규제의 틀에 대한 논의가 활발히 진

개되고 있다[2][3]. 특히 BEREC(2012)는 인터넷 트래픽 흐름 및 인터넷망 구조의 수평화가 가속화할 것으로 예상하였다. 이러한 변화는 상위 계위의 ISP 이용을 줄이는 반면에 자체 트래픽 및 하위 계위간 트래픽을 증가시킬 것이고, 이는 결과적으로 전체 ISP간 인터넷망 상호접속 및 정산체계에 영향을 미치므로 인터넷 상호접속 규제체계에 대한 전반적인 검토가 필요함을 제시하였다. 또한 유럽 통신사업자연합회(ETNO)는 지난 2012년 12월 ITU가 제정한 ITRs 개정 문제를 논의하는 WCIT 회의에서 실제로 인터넷망 접속료 양방향 정산 방안을 제안하기도 하였다[4].

국내의 경우에도 인터넷 접속 수요 및 트래픽 증가에도 불구하고 현재 동일계위 사업자간 무정산방식 적용에 따라 인터넷망 사업자의 원가회수의 어려움, 인터넷접속 시장의 거래규모 협소, 인터넷망 사업자의 계위평가의 자의성에 대한 사업자간 논란이 지속되고 있다. 이에 따라 정산방식, 표준인터넷접속조건 도입 등 현행 인터넷망 상호접속제도 개선 필요성에 대한 의견이 지속적으로 제기되고 있으며, 이에 대한 논의가 활발히 진행중에 있다.

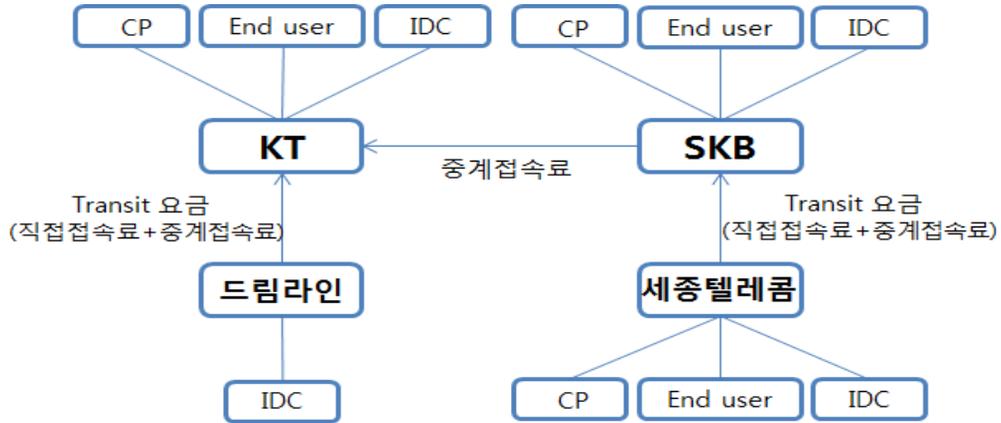
이렇듯 인터넷 상호접속 규제에 대한 지속적인 논의에도 불구하고 뚜렷한 해법은 찾지 못하고 있는 바, 본 논문에서는 국내 인터넷 상호접속 현황 및 특징을 분석하고, 네트워크의 가치 불균형(asymmetry)이 존재하는 상황에서 정산방식에 따라 이중마진 및 가격압착 문제가 발생할 수 있음을 증명하고 이의 해결을 위한 바람직한 사업자간 정산방안 및 정책 대안을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 국내 인터넷 상호접속 시장 구조 및 규제현황을 살펴보고, 제3장에서는 선행연구를 분석한다. 제4장에서는 기본 연구모형을 수립하고, 정산방식에 따른 가격압착 및 시장출렁 현상 발생 가능성을 증명한다. 제5장에서는 바람직한 정산방안 및 정책대안을 제안한다. 마지막 제6장에서는 본 연구의 결론을 제시한다.

2. 국내 인터넷 상호접속시장 현황과 특징

2.1 국내 인터넷상호접속 시장 및 규제현황

국내 상용인터넷은, '94년 한국통신(KT)에서 KORNET 서비스를 시작한 이후 비약적인 발전을 거듭하여 현재 KORNET(KT)를 비롯하여 BORANET(LGU+), BNET(SK브로드밴드), SHINBIRO(온세텔레콤), SEJONGNET(세종텔레콤), DREAMX(드림라인) 등 총 6개의 전국망 보유



(그림 1) 국내 인터넷망간 상호접속 및 정산구조

(Figure 1) Internet Interconnection and Settlement Structure in Korea

사업자가 존재하며, 종합유선방송사업자(SO: System Operator) 56개, 중계유선방송사업자(RO: Relay Operator) 12개, 전송망사업자(NO: Network Operator) 32개 총 100개의 지역 전송역무제공 사업자가 상호 치열하게 경쟁하고 있다.

법적으로 인터넷 망간 접속을 위한 계층 구분은 사업자의 자율적 협상에 의해 결정하도록 하고 있다. 하지만 시장에서는 전국적인 인터넷 백본망과 가입자망을 보유하고 있는 KT, LGU+, SKB는 1계위(Tier 1), 백본망을 보유한 온세, 세종, 드림라인은 2계위(Tier 2), 기타 지역전송역무제공 사업자는 3계위로 구분하여 접속 및 정산 시 반영하고 있다.

(표 2) 초고속인터넷 시장점유율(2013.12월말 기준)
(Table 2) M/S of Broadband Service('13.12)

사업자	가입자수	시장점유율(%)
KT	8,066,628	43.1%
SKB (SKT 재판매 포함)	4,569,105	24.4%
LGU+	2,928,157	15.6%
종합유선	3,060,328	16.3%
기타	113,296	0.6%
계	18,737,514	100.00%

미래창조과학부가 발표한 '13년 12월말 기준 사업자별 초고속인터넷가입자 시장점유율 통계에 따르면, KT가 전체 가입자의 43.1%를 점유하고 있으며, KT, LGU+, SKB 등 3개 전국망 제공 사업자가 83.1%의 시장점유율을 확보하고 있어 사실상 가입자망을 보유한 전국망 사업자를 중심으로 소매시장이 형성되어 있다.

사업자간 도매시장이라 할 수 있는 인터넷접속시장 규모는 '13년 말 기준 약 1,100억원 수준이다. 음성접속 시장이 약 2조 1천억원, KT, SKB, LGU+ 등 주요 3개 사업자의 초고속인터넷 매출규모가 '13년 기준 3조 3천억원 규모인 것을 감안할 때, 인터넷 도매시장의 중요성에 비해 시장규모는 상대적으로 미미하게 나타난다.

국내 인터넷 상호접속제도는 초고속인터넷이 기간통신역무로 편입('04.7월)되어 시장이 확대되고, 사업자간 경쟁심화에 따른 접속거부, 회선단절 등 불공정행위 및 사업자간 분쟁이 지속됨에 따라 '05년 1월 인터넷망간 상호접속 의무부여, 접속호 및 접속조건에 따른 접속료 정산방식 등을 규정한 인터넷망 상호접속기준을 마련하였다. 현재 국내 인터넷망 상호접속제도의 규제현황을 간략히 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 사업자의 계위구분을 위하여 접속제공사업자가 마련한 인터넷접속조건에 따라 접속이용사업자를 3개 계위로 구분하여 운영하고 있다. 둘째, 인터넷접속조건에 따른 사업자간 계위를 기준으로 직접접속호와 중계접속호로 구분하여 정산하되, 직접접속의 경우 동일 계위간은 무정산, 다른 계위간은 하위계위 사업자가 일방정산하고, 중계접속은 이용사업자가 부담하도록 하고 있다.

2.2 국내 인터넷 상호접속 정산구조

현재 국내 인터넷망 상호접속시장에서의 사업자간 정산방식은 동등접속과 중계접속의 개념을 근간으로 하고 있다. 동일계위 사업자간은 무정산방식이며, 차등계위 사업자간은 하위계위의 사업자가 상위계위 사업자에 일방향으로 접속료를 지불하는 일방정산 방식이다. 다만 동일계위에 속해있다 하더라도 사업자간 네트워크 규모 차이를 고려하여, 호의 유형을 직접접속호와 중계접속호로 구분하여 정산방식을 차별적으로 적용하는 변형된 정산형 동등접속 방식이 적용되고 있다. 이에 따라 동일한 1계위 사업자라 하더라도 상대적으로 네트워크의 규모가 작은 SKB/LGU+는 전체 트래픽 중 중계접속호의 비율에 따라 해당 금액만큼 KT에 일방적으로 지불하고 있다.

(표 3) 국내 인터넷망 접속료 정산방식
(Table 3) Internet Interconnection Settlement Model in Korea

구분		동일계위간 협정	다른계위간 협정
접속회선비용		접속사업자간 1/2 부담	하위계위 사업자가 부담
접속 통신료	직접 접속호	무정산	
	중계 접속호	접속이용사업자가 부담	

현재 국내에서 적용되고 있는 정산방식을 도식화하면 그림 1과 같다. 예를 들어 현재 2계위 사업자로 구분되어 있는 세종텔레콤이 1계위 사업자인 SKB(혹은 LGU+)와 연동되어 있으며, 드림라인이 KT의 인터넷망과 연동되어 있다고 가정하자. 2계위 사업자인 세종텔레콤이나 드림라인이 1계위 사업자(KT, SKB, LGU+)의 인터넷망과 연동하기 위해서는 중계접속계약을 체결하여 중계접속료와 직접접속료가 포함된 중계접속요금을 지불하여야 한다.

이에 반해 1계위 사업자간 정산의 경우 직접접속호에 대해서는 무정산방식이 적용된다. 다만, SKB와 연동되어 있는 세종텔레콤으로부터 유발되어 SKB를 경유, KT 인터넷망으로 발착신되는 트래픽인 중계접속호의 경우 해당 트래픽량에 따라 SKB는 KT에게 중계접속호 처리에 대한 대가인 중계접속료를 KT에 일방적으로 지불하여야 한다. 그러나 드림라인으로부터 유발되는 트래픽이 KT 망을 경유하여 SKB망으로 발착신되더라도 KT는 SKB에게 중계접속료를 지불하지 않는다.

3. 선행연구 및 본 연구의 차별성

3.1 인터넷 상호접속 관련 선행연구

전통적인 음성시장의 상호접속과 접속료 정산에 관한 연구에 비해 그간 비규제대상 영역으로 간주되어 왔던 인터넷망 상호접속제도에 관한 연구는 상대적으로 많지 않다.

Baake & Wichmann(1999)은 쿠르노(Cournot) 경쟁환경 하의 사업자가 양방향(bilateral) 동등접속협정을 맺을 경우 및 연구망(academic research network)을 이용하여 다자간(multilateral) 동등접속협정을 맺을 경우에 대해 그 이면에 어떠한 경제학적 논리가 있는지를 분석하여 동등접속에 따라 지연 감소(reduce latency), 전송속도 증가(increase speed) 및 무정산에 따른 원가절감이 가능하다고 주장하였다. 다만 국제간 회선료 감소 등 원가절감 효과가 크게 발생할 경우 효용이 증대하나, 만약 지역적으로 산재한 망을 보유하여 동등접속시 유발되는 원가가 증대할 경우 오히려 효용이 감소될 수 있다는 점을 제시하였다[5].

ISP 상호접속에 관한 본격적인 연구는 Laffont et al.(2003)이 양면시장(two-sided market)에서 상호접속료 정산에 관한 ISP의 전략적 행동에 대해 연구함으로써 시작되었다고 할 수 있다. Laffont et al.(2003)은 선형의 가격정책과 고정 한계원가(fixed marginal costs)를 가진 사업자가 소매시장에서 경쟁하는 경우의 동등접속 및 접속요금이 ISP의 행동에 미치는 영향에 관해 분석하고, 무정산 기반 동등접속이 일회성 게임에서는 가능하지 않다는 점을 입증한 바 있다[6]. 이 모델을 기반으로 Mendelson & Shneorson(2003)은 가입자의 지연비용을 추가하여 확장 분석하고, 시장 구조에의 영향을 도출하기도 하였다[7].

Steffen & Giancarlo(2008)는 트래픽 불균형이 무정산 동등접속의 장애물이기는 하지만 매우 작은 양의 트래픽이 교환되는 경우 여전히 효율적일 수 있으나 이에 대한 금전적 보상이 필요하며, 정산형 동등접속이 대안이 될 수 있다고 주장한바 있다[8].

임윤성 외(2001)는 쌍방향접속료 설정에 있어서 기존사업자는 높은 접속료를 부과함으로써 신규 진입사업자에게 요금압박을 가할 수 있고, 경쟁적 성숙단계에서도 사업자의 접속료 담합에 따라 요금에 이중거품이 만들어져 사회적 후생이 감소됨을 주장하였다[9].

김희수 외(2009)는 인터넷 상호접속과 관련하여 트래픽 용량 분석결과 백본용량 증설의 원가동인이 주요 자

가 망의 규모에 있음을 주장하였다. 또한, 백본 전용회선의 전국적 구축의 용이하므로 백본망 기준으로 인터넷 상호접속 협상이 이루어진다면 보다 많은 사업자들이 무정산이나 큰 부담이 없는 정산형 동등접속 대가를 지불하고 인터넷 상호접속을 할 수 있게 되어 전반적으로 인터넷 백본접속 제공시장과 인터넷 소매접속시장의 경쟁 활성화에 기여할 것임을 주장하였다[10].

3.2 인터넷 상호접속 정산방식 관련 선행연구

Badasyan & Chakrabarti(2008)는 게임이론을 활용하여 협정방식을 선택할 수 있는 서로 다른 계위의 ISP가 동등접속과 중계접속 중에서 선택할 때, 트래픽 불균형이 고려되어야 하며 트래픽 흐름과 원가가 협정 대상 ISP 상호간 균등한 경우 동등접속을 택하고, 그렇지 않은 경우 중계접속을 택하게 되며, 중계접속 하에서 이윤이 극대화됨을 보여주었다[11].

Jahn & Prüfer(2008)은 상호접속과 경쟁 간의 상관관계를 조사하여 동등접속할 경우 비대칭성에 의한 영향을 줄일 수 있기 때문에 중계접속에 비해 경쟁정도를 줄일 수 있음을 보여주었다. 또한 만약 상호접속료가 지불되는 구조라면 망의 규모가 작은 사업자가 큰 사업자에게 지불하게 될 것이며, 네트워크 규모가 대등한 경우 동등접속을, 그렇지 않은 경우 IX(Internet eXchange)를 이용한 중계접속을 할 것이라고 주장하였다[12].

이광훈(2007)은 중계접속료에 대한 분쟁시 최대한 시장 자율적 해결을 유도하되, 중계접속에 따른 원가의 산정과 관련된 기준검토 등 정부의 조정기능이 작동되는 매커니즘의 마련이 필요함을 주장하였다[13].

3.3 선행연구와의 차별점

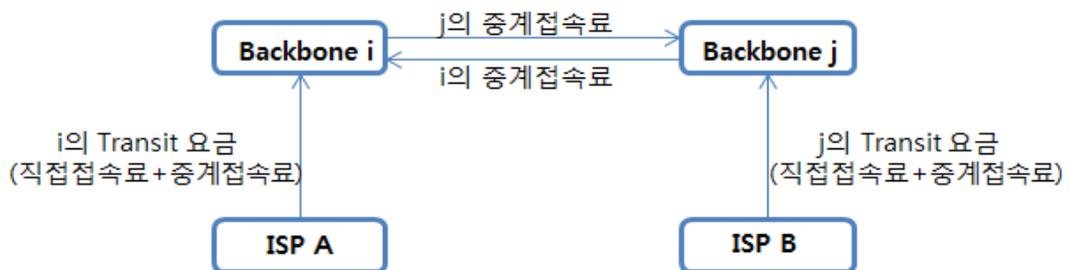
본 연구는 네트워크의 가치가 비대칭적(asymmetry)인 상황에서 사업자의 협정 전략을 분석한다는 점에서 선행 연구들과 연장선상에 있다. 하지만 선행연구와는 다음과 같은 차별점이 존재한다. 첫째, 트래픽을 단일한 흐름으로 가정하고 정산관계를 분석한 선행연구들에 비해 본 연구는 직접접속호와 중계접속호로 트래픽 유형을 구분하여 정산하고 있는 국내의 특수한 환경을 기초로 분석하였다. 둘째, 동일계위 사업자간 중계접속호에 대한 일방정산시 가격압착 및 시장쏠림 현상의 발생 가능성을 분석적모형을 통해 검토하고 이에 대한 정책적 해결 방안을 새롭게 제시하였다.

4. 연구모형 및 분석결과

4.1 연구모형

본 연구에서는 네트워크 규모의 차이가 존재하는 비대칭적 네트워크 환경하에서의 동일계위사업자간 중계접속호에 대한 일방정산방식을 분석대상으로 한정하기로 한다. 분석을 위해 Bijl and Peitz(2008)의 기본모형(basic model)을 토대로 그림 2와 같이 기본 연구모형을 수립하였다[14].

먼저, 인터넷 상호접속 시장은 2개의 인터넷백본제공사업자(IBP : Internet Backbone Provider, 여기에서는 편의상 인터넷서비스제공사업자(ISP)에 포함한다. 이하 $ISP_k, k \in \{i, j\}$)로 구성된 상위계위 시장과 망의 규모가 상대적으로 작은 인터넷서비스제공사업자로 구성된 하위계위 시장으로 구분된다. 또한 네트워크 사업자 상호간 전송되는 트래픽은 직접접속호와 중계접속호로 구분 가능하



(그림 2) 연구모형
(Figure 2) Research Model

며, 각각의 호 처리에 발생하는 단위당 비용인 한계비용(MC)은 사업자 i와 사업자 j가 동일함을 가정($c_i=c_j$)한다. 현실에서는 직접접속호의 처리와, 중계접속호의 처리시 발생하는 원가(c_k^D, c_k^{Ind}) 및 서로 다른 사업자간의 한계비용(c_i, c_j)간에 미세한 차이가 있을 수 있으나 이 차이는 전체 고정비용의 차이에 비해 사실상 매우 미미하기 때문이다.

또한 상위계위 시장내 존재하는 두 개의 ISP 간에는 망규모에 차이가 존재하며, 이에 따라 연결성 확보 및 접속 제공에 따른 정산, 서비스 등을 위한 제반 고정비용(F_k)은 망 규모가 큰 사업자가 작은 사업자에 비해 △만큼 크다($F_i \geq F_j, F_i - F_j = \Delta \geq 0$). 하위계위 시장내 ISP는 보편적 연결성 확보를 위하여 반드시 상위 ISP와 접속하여야 하며, 중계접속협정을 맺고 전송하는 직접접속호 및 중계접속호에 대해 상위계위 ISP에 트래픽 유형에 따라 각각 직접접속료(P_k^D)와 중계접속료(P_k^{Ind})를 지불한다. 또한 상위계위 ISP간에는 동등접속 협정 체결을 통해 직접접속호에 대해서는 무정산하고, 중계접속호에 대해서는 정산함을 가정한다. 또한 ISPk는 중계접속호의 처리 대가로 접속료를 부과하며 이를 α_k 로 표기한다. 다시 말해, P_k^{Ind} 는 하위계위사업자가 상위계위사업자에게 지불하는 중계접속료를 의미하며, α_k 는 동일계위간 중계접속호에 대해 지불하는 중계접속료를 의미한다.

실제 직접접속호와 중계접속호의 트래픽량은 사업자간 정산대가 뿐만 아니라 사업자간 유치고객 수, 가입자의 트래픽 발생 패턴 등 다양한 외부적 요인에 의해 결정되나, 분석의 단순화를 위하여 트래픽량에 영향을 미치는 다양한 외부적 요인은 고정된 것으로 가정하였다. 이러한 가정을 따라 직접접속호와 중계접속호의 수요, 즉 트래픽량은 P_k^D 와 P_k^{Ind} 에 의해서만 영향을 받는다. 이에 따라 하위계위 사업자의 트래픽량(Q)은 상위계위 사업자가 설정하는 직접접속료(P_k^D)와 중계접속료(P_k^{Ind})의 수준에 따라 결정되는 1차 선형감수를 가정하였다.

$$Q(P_k^D, P_k^{Ind}, \bar{\beta}) = a - b(P_k^D, P_k^{Ind}) \quad \text{식 (1)}$$

이러한 가정을 통해 ISPk($k \in i, j$) 이윤식은 다음 식 (2)와 식 (3)과 같이 정리될 수 있다.

2) 제도적으로 사업자들은 직접접속호와 중계접속호를 구분, 각 트래픽 유형별 가격을 책정, 하위계위사업자에게 적용하도록

$$\Pi_i = (P_i^{Ind} - \alpha_j - c_i)q(P_i^{Ind}) + (P_i^D - c_i)q(P_i^D) + (\alpha_i - c_i)q(P_j^{Ind}) - F_i \quad \text{식 (2)}$$

$$\Pi_j = (P_j^{Ind} - \alpha_i - c_j)q(P_j^{Ind}) + (P_j^D - c_j)q(P_j^D) + (\alpha_j - c_j)q(P_i^{Ind}) - F_j \quad \text{식 (3)}$$

식 (2)의 이윤함수식에서 첫 번째 항은 ISPi와 중계접속협정이 체결된 하위 계위 사업자로부터 발신된 트래픽이 ISPj로 착신되는 트래픽을 통해 얻을 수 있는 수익을 의미하며, 두 번째 항은 하위 ISP로부터 자신의 망으로 최종 착신되는 트래픽을 통해 얻을 수 있는 직접접속료 수익이며, 세 번째 항은 ISP로부터 오는 중계접속호 처리를 통해 얻을 수 있는 중계접속료 수익이다.

4.2 분석결과

연구모형을 토대로 비대칭적 네트워크 가치환경하에서의 인터넷망 대가정산과 관련한 두 가지 정리를 증명하고자 한다. 첫 번째는 현행 국내 인터넷 상호접속제도와 같이 일방정산방식을 채택할 경우 중계접속요율에 대한 규제가 없다면 망규모가 큰 사업자로 하위계위 시장의 쏠림현상이 발생할 가능성이 존재하는지이다. 두 번째는 상위계위 ISP 사업자는 자신의 이윤극대화를 위하여 무정산방식 보다는 상호정산방식을 채택할 유인이 존재하며, 중계접속료 부과에 따른 이중마진 현상이 발생하여 하위계위 ISP가 부담하는 중계접속요금의 증가하는 지이다.

정리 1 : 중계접속료(α_k)에 대한 정부 규제가 없고, 동일계위 사업자간 네트워크 규모의 차이, 즉 비대칭적 네트워크 환경으로 인하여 $\alpha_i \neq 0, \alpha_j = 0$, 다시 말해 중계접속호에 대해 동일한 1계위 사업자임에도 불구하고 네트워크 규모가 작은 사업자 j가 네트워크 규모가 큰 사업자인 i사업자에게 일방정산할 경우 i사업자는 자신의 원가우위를 바탕으로 한 가격압착(margin squeeze)을 통해 하위계위 시장에서의 시장점유율을 증가시켜 시장쏠림

함으로써 하위계위사업자들이 자사의 라우팅정책에 따라 다양한 접속유형 및 계약방식을 선택할 수 있도록 규정하고 있으나, 실제 시장에서는 이를 별도로 구분하지 않고 용량단위로 일괄적으로 계약을 체결하고 있는 상황이다. 이에 따라 현재 하위계위사업자의 접속유형 및 계약방식의 선택권 확대를 위해 트래픽 유형에 따른 가격 산정·책정하도록 활발히 논의중에 있다.

현상이 발생할 가능성이 존재한다.

(증명)

만일 ISP간 정산방식이 일방향정산($\alpha_i \neq 0, \alpha_j = 0$)일 경우 식 (2)의 이윤식은 다음 식 (4)와 같이 바뀌게 되며, 식 (3)은 변화가 없다.

$$\Pi_i = (P_i^{Ind} - c_i)q(P_i^{Ind}) + (P_i^D - c_i)q(P_i^D) + (\alpha_i - c_i)q(P_j^{Ind}) - F_i \quad \text{식 (4)}$$

만일 ISP_i와 ISP_j가 합리적 의사결정을 하는 사업자라면 식 (3)과 식 (4)의 이윤식을 토대로 자신의 이윤극대화를 위한 요금설정을 하고자 할 것이다. 이윤함수 극대화 1계조건(first-order condition)을 통해 P_i^*, P_j^*, α_i^* 를 구해보면 다음과 같다(식 5 ~ 7).

$$\frac{\partial \Pi_i}{\partial P_i^{Ind}} = a - 2bP_i^{Ind} + bc_i = 0$$

$$\therefore P_i^{Ind*} = \frac{a}{2b} + \frac{c_i}{2} \quad \text{식 (5)}$$

$$P_j^{Ind*} = \frac{a}{2b} + \frac{\alpha_i}{2} + \frac{c_j}{2} \quad \text{식 (6)}$$

$$\frac{\partial \Pi_i}{\partial \alpha_i} = \frac{a}{2} - b\alpha_i - \frac{bc_j}{2} + \frac{bc_i}{2} = 0$$

$$\alpha_i^* = \frac{a}{2b} + \frac{c_i - c_j}{2}, \quad c_i = c_j \text{이므로 } \alpha_i^* = \frac{a}{2b} \quad \text{식 (7)}$$

식 (7)에서 도출된 α_i^* 를 식 (6)에 대입하면,

$$P_j^{Ind*} = \frac{a}{2b} + \frac{a}{4b} + \frac{c_j}{2} \text{가 된다.}$$

$$\therefore P_i^{Ind} (= \frac{a}{2b} + \frac{c_i}{2}) \leq P_j^{Ind} (= \frac{a}{2b} + \frac{a}{4b} + \frac{c_j}{2})$$

결국 α_i^* 수준에 대한 정부의 규제가 없고 ISP간 정산방식이 일방향정산($\alpha_i \neq 0, \alpha_j = 0$)일 경우, 중계접속료를 지불하는 사업자 j는 하위 사업자에 부과하는 중계접속요금을 사업자 i에 비해 $\frac{a}{4b}$ ($\frac{a}{4b} \geq c_i$) 만큼 높게 설정할 수 밖에 없게 된다. 즉, 사업자 j가 하위계위 사업자에게 부과하는 중계접속요금은 사업자 i의 중계접속요금에 비

해 높게 책정될 수 밖에 없으며, 이에 따라 하위시장에서의 전환비용이 0일 경우 즉, 기존 사업자 j와 접속되어 있는 하위계위 사업자가 사업자 i로 전환하는데 유·무형의 추가적인 비용이 수반되지 않을 경우 하위계위 사업자는 중계접속요금이 저렴한 사업자 i로 연동사업자를 변경하고자 할 것이며, 이에 따라 하위시장은 i사업자로의 쏠림 현상이 발생할 가능성이 존재한다. 또한, i사업자는 자신의 원가우위를 바탕으로 경쟁이 도입된 소매시장의 가격을 낮게 설정하여 경쟁사업자를 배제하는 가격압착(margin squeeze)을 통해 하위시장에서 시장점유율을 높이려고 할 것이며, 이에 따라 시장쏠림 현상이 강화될 가능성이 있다.

정리 2 : 중계접속료(α_k)에 대한 정부 규제가 없고, 사업자가 자신의 이윤극대화를 위하여 상호정산(Reciprocal Settlement) 또는 무정산(Bill & Keep) 방식 중 하나를 자유롭게 선택할 수 있을 경우, 사업자는 무정산방식보다 상호정산방식을 채택할 유인이 존재하며, 이 경우 하위시장에서의 중계접속요금은 무정산방식보다 상호정산방식이 높을 것이다.

(증명)

ISP_i와 ISP_j가 상호정산방식을 채택하였을 경우 식 (2)와 식 (3)을 통해 식 (8)을 얻을 수 있다.

$$\Pi_{IRS} = \frac{7a^2}{16b} - \frac{5ac_i}{4} + bc_i^2 - F_i \quad \text{식 (8)}$$

한편 무정산방식을 채택하였을 경우 $\alpha_i^* = \alpha_j^* = 0$ 이 되며, 그 때의 경우 이윤식 $\Pi_{iBK}[P_i^*, P_j^*, \alpha_i^*, \alpha_j^*]$ 는 다음의 식 (9)과 같이 얻을 수 있다.

$$\Pi_{iBK} = \frac{8a^2}{16b} - \frac{6ac_i}{4} + bc_i^2 - F_i \quad \text{식 (9)}$$

식 (9)에서 식 (8)을 빼면 다음식을 얻게 된다.

$$\Pi_{IRS} - \Pi_{iBK} = -\frac{a^2}{16b} + \frac{ac_i}{4} \geq 0, \text{ 단, } \frac{a}{4b} \geq c_i \quad \text{식 (10)}$$

결국 중계접속료(α_i) 수준에 대한 정부 규제가 없고, 정산방식 또한 사업자가 자유롭게 선택할 수 있다면, 상

호정산방식을 채택하였을 때의 이윤이 무정산방식 채택 시 보다 항상 크게 되므로($\Pi_{iRS} \geq \Pi_{iBK}$) 사업자는 자신의 이윤극대화를 위하여 무정산방식 보다는 상호정산방식을 채택하게 될 것이다.

한편 상호정산방식을 채택하였을 경우 상위계위 ISP가 하위계위 ISP 사업자에게 부과하는 중계접속요금인

$$P_{iRS}^{hd*} \text{는 } \frac{a}{2b} + \frac{\alpha_j}{2} + \frac{c_i}{2} \text{인 반면, 무정산방식의 경우의}$$

$$\text{중계접속요금인 } P_{iBK}^{hd*} \text{는 } \frac{a}{2b} + \frac{c_i}{2} \text{이 된다. 결국 식 (11)}$$

에 따라 상위계위 ISP가 하위계위 ISP 사업자에게 부과하는 중계접속요금 수준은 무정산방식에 비해 상호정산방식일 경우 높게 책정되며, 이에 따라 하위 시장에서의 ISP가 부담하는 중계접속요금 부담 또한 증가하게 됨을 알 수 있다.

$$P_{iRS}^{hd*} = \frac{a}{2b} + \frac{\alpha_j}{2} + \frac{c_i}{2} \geq P_{iBK}^{hd*} = \frac{a}{2b} + \frac{c_i}{2} \quad \text{식 (11)}$$

4.3 인터넷 상호접속제도 개선을 위한 제언

연구결과 현행 국내 인터넷 상호접속제도와 같이 일방정산방식을 채택할 경우 중계접속요율에 대한 규제가 없다면 망규모가 큰 사업자로 하위계위 시장의 쏠림현상이 발생할 가능성이 존재함을 증명하였다. 또한 상위계위 ISP 사업자는 자신의 이윤극대화를 위하여 무정산방식 보다는 상호정산방식을 채택할 유인이 존재하며, 중계접속료 부과에 따른 이중마진 현상이 발생하여 하위계위 ISP가 부담하는 중계접속요금이 증가함을 알 수 있다.

이러한 사업자간 정산방식에 따른 가격압착 및 시장 쏠림 현상을 해소할 수 있는 가장 바람직한 정산방식은 무정산방식일 수 있다. 그러나 만일 상위계위 시장내 존재하는 ISP 사업자간 망 규모에 있어 현격한 차이가 존재하는 경우 무정산방식을 적용하게 되면, 장기적인 관점에서 투자규모와 수익간 비대칭 현상이 발생할 수 있다. 즉, 무정산방식을 적용하였을 경우 단기적으로는 P_i^*, P_j^* 에서 시장균형이 이루어질 수 있으나, 장기적인 관점에서는 $F_i - F_j = \Delta$ 의 크기만큼 망이 큰 사업자인 ISP_i의 이윤이 ISP_j에 비해 상대적으로 작을 수 있어 장기적인 균형점이 되기는 어렵다.

이러한 문제를 해소할 수 있는 제도적 대안으로 비대칭적 네트워크 환경, 즉 동일계위 사업자간 망규모의 차

이가 존재할 경우 중계접속료 규제를 통한 일방정산방식을 제안하고자 한다. 즉, 식 (2)와 식 (3)을 활용하여 $\Pi_i = \Pi_j$ 가 되게 하는 $\alpha_i^{Regulated}(\alpha_i^R)$ 를 규제가격으로 설정하는 것이다. i사업자가 부과하는 중계접속료 α_i 를 망규모의 차이($F_i - F_j = \Delta$)를 반영한 규제가격으로 설정한다면 단기적으로는 i사업자의 가격압착을 통한 시장 독점현상을 방지하고 장기적으로는 사업자간 투자규모와 수익간 비대칭 문제를 해소하여 장기적인 균형점을 찾을 수 있을 것이다.

이를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\alpha_i^R \neq 0, \alpha_j^* = 0$$

$$\text{이때, } P_i^{hd*} = \frac{a}{2b} + \frac{c_i}{2}, P_j^{hd*} = \frac{a}{2b} + \frac{\alpha_i^R}{2} + \frac{c_j}{2} \text{이다.}$$

$$\begin{aligned} \text{또한 } \Pi_i &= \left(\frac{a^2}{2b} - \frac{3ac_i}{2} + bc_i^2 - \frac{a\alpha_i^R}{2} - F_i \right) \\ &= \Pi_j = \left(\frac{a^2}{2b} - \frac{3ac_j}{2} + bc_j^2 - \frac{a\alpha_i^R}{4} - F_j \right) \end{aligned}$$

를 만족시키는 α_i^R 를 구하면 다음과 같다.

$$b\alpha_i^{R^2} - 2\alpha_i^R + 4\Delta = 0 \quad \text{식(12)}$$

$$\therefore \alpha_i^R = \frac{a - \sqrt{a^2 - 4b\Delta}}{b}$$

$$\text{이때, } a^2 - 4b\Delta \geq 0 \text{이다.}$$

결국 규제가격은 $a^2 - 4b\Delta \geq 0$ 을 만족하는 수준에서 망간 차이인 Δ 가 클수록 높은 수준에서 결정될 것이다. 규제가격은 망의 가치 차이를 평가한 결과에 따라 차이가 발생할 수 있으므로, 표준접속조건 설정을 통한 망간 상대적 계위 평가 기준 도입 등을 고려하여 망가치의 차이를 객관적으로 평가할 수 있는 방안을 마련하는 것이 필요하다.

5. 결 론

전 세계적으로 인터넷 상호접속을 규제하고 있는 나라는 많지 않다. 그럼에도 불구하고 불공정행위의 발생 여지는 여전히 존재하고 있으며 통신사업자 수익의 중심이 음성에서 데이터로 급격히 이동함에 따라 관련 규제 개입 논의 역시 심화되고 있는 상황이다.

본 논문은 현행 국내 인터넷 상호접속제도하에서 가

격압착을 통한 하위시장의 풀림현상이 발생할 가능성을 분석적 모형을 통해 검토하고 이에 대한 정책적 해결 방안을 제시하고자 하였다.

주요 연구결과는 다음과 같다. 첫째, 네트워크의 가치 불균형적 상황을 반영, 백본사업자간 정산방식이 일방정산방식일 경우, ISP의 전환비용이 없다면 중계접속료 부과에 따른 가격압착 현상이 발생하여 하위시장의 풀림현상이 발생할 가능성이 있다. 둘째, 중계접속료(α)가 사업자의 자율에 의해 설정될 경우, 사업자는 자신의 이윤극대화를 위하여 무정산보다는 상호정산방식을 채택할 유인이 존재하며, 이 때 하위사업자의 중계접속료 부담은 무정산일 경우에 비해 증가하게 된다. 셋째, 하위시장에서의 ISP 요금부담 증가 문제 및 일방정산시 발생가능한 가격압착 문제 해결을 위해 단계적으로 무정산방식의 도입이 고려될 수 있다. 그러나 이 때, 망 규모의 차이가 있는 경우 투자규모와 수익간 비대칭 문제가 발생할 수 있다. 따라서 망 규모의 차이가 있는 경우 장기적 균형점으로, 망간 차이를 반영한 일방정산방식이 고려될 수 있으며 이 경우, 이중마진에 의한 가격압착 행위 방지를 위한 중계접속료 규제가 필요하다.

본 논문에서는 현행 인터넷 상호접속제도하에서 발생가능한 가격압착 및 시장풀림현상 문제를 해결하기 위한 정책방안으로 중계접속료 규제를 제안하였다. 이러한 정책적 대안을 통해 정산제도에 대한 사업자간 분쟁을 미연에 방지하고 결과적으로 향후 인터넷 상호접속 시장에서의 장기적인 시장균형을 달성할 수 있으리라 기대된다. 또한 본 연구의 분석결과는 인터넷 상호접속 규제정책에 대한 학술적, 실무적 논의의 기초자료로 활용될 수 있을 것이다. 다만 본 논문에서 제시한 망규모의 차이를 고려한 중계접속료 규제 방안에 대한 구체적인 요율 수준 및 도입시 사회적 후생의 변화에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다.

참 고 문 헌(Reference)

- [1] S. W. Lee, C. Y. Ko, S. M. Choi, "Issues on Internet Interconnection Policy Recommendation", *Telecommunications Review*, 21, 5, pp.875-886, 2011.
- [2] OECD, "Internet Traffic Exchange: Market Developments and Policy Challenges", 2013.1.
- [3] BEREC, "An assessment of IP interconnection in the context of Net Neutrality", 2012.12.
- [4] ETNO, "ITRs Proposal to Address New Internet Ecosystem, ETNO paper on Contribution to WCIT", 2012. 9.
- [5] P. Baake, T. Wichmann, "On the Economics of Internet Peering", *Netnomics*, 1, pp.89-105, 1999.
- [6] J.-J. Laffont, S. Marcus, P. Rey, J. Tirole, "Internet Interconnection and the off-net-cost pricing principle", *RAND Journal of Economics*, 34, pp.370-390, 2003.
- [7] H. Mendelson, S. Shneorson, "Internet Peering, Capacity and Pricing. Mimeo", Stanford University, 2003.
- [8] L. Steffen, S. Giancarlo, "Internet peering as a network of relations", *Telecommunications Policy*, 32, pp.33-49, 2008.
- [9] Y. Lim, D. Kim, "The Properties of Reciprocal Access Charge and a Revelation Scheme for Access Costs", *Korean telecommunications policy review*, 8, 1, pp.1-20, 2001.
- [10] H. S. Kim, K. H. Oh, N. S. Kim, "A study on Interconnection charge and settlement methodology in the converged environment", KISDI, 2009.
- [11] N. Badasyan, S. Chakrabarti, "A simple game-theoretic analysis of peering and transit contracting among Internet service providers", *Telecommunications Policy*, 32, pp.4-18, 2008.
- [12] E. Jahn, J. Prüfer, "Interconnection and competition among asymmetric networks in the Internet backbone market", *Information Economics and Policy*, 20, pp.243-256, 2008.
- [13] G. H. Lee, "Network Neutrality Regulation in the Broadband Market in Korea", *Korean telecommunications policy review*, 14, 4, 2007.
- [14] P. de Bijl, M. Peitz, "Regulation and Entry into Telecommunications Markets", Cambridge Univ Press, 2008.

● 저 자 소 개 ●



이 상 우 (Sang Woo Lee)

1996년 서강대학교 경영학과(학사)
2000년 KAIST IT경영학(석사)
2004년 KAIST IT경영학(박사)
2005~현재 한국전자통신연구원 선임연구원
관심분야 : 방송통신정책, 사업전략, etc.
E-mail : woody@etri.re.kr



고 창 열 (Chang Youl Ko)

1996년 서강대학교 경영학과 졸업(학사)
2000년 서울대학교 대학원 경영학과 졸업(석사)
2013년 한양대학교 대학원 회계학과(박사)
2014~현재 제주대학교 회계학과 조교수
관심분야 : 원가·관리회계, 방송통신정책, 규제회계, etc.
E-mail : kocy@jejunu.ac.kr



최 선 미 (Sun Me Choi)

2000년 아주대학교 경영학과(학사)
2003년 KAIST IT경영학(석사)
2011년 KAIST IT경영학(박사수료)
2003~현재 한국전자통신연구원 선임연구원
관심분야 : 방송통신정책, 소비자행동, etc.
E-mail : sonia@etri.re.kr