

OTT 서비스의 확산과 ISP 수익모델에 관한 연구

The Proliferation of OTT Services, ISPs' Revenue Model, and Sustainable Internet Ecosystems

곽 정 호 (Jeong Ho Kwak)*

남 승 용 (Seung Yong Nam)**

국문초록

인터넷망을 활용하여 콘텐츠를 전송하는 OTT서비스가 급속히 확산되면서 ISP 수익모델이 더 이상 지속될 수 없다는 우려가 나타나고 있다. 즉, 막대한 트래픽을 유발시키는 OTT서비스로 인한 망고도화 투자비용을 감당할 수 없어서, 인터넷 생태계가 붕괴될 수도 있다는 것이다. 이처럼 OTT서비스의 과도한 트래픽 유발과 ISP의 수익성 악화에 대한 논란이 오랫동안 제기되면서, 그동안 인터넷망의 적정 투자비용 회수와 관련한 다양한 연구들이 지속적으로 수행되어왔다. 하지만 인터넷 망중립성에 관한 합리적 기본원칙, 비용부담 주체, 공정한 비용산정 등에 관한 이론적 연구는 다수 진행되었으나, 실질적인 문제해결을 위해서 요구되는 인터넷망의 투자비용 분담에 관한 이슈를 정량적으로 비교분석한 연구는 거의 없는 실정이다. 이에 본 논문에서는 OTT서비스의 트래픽이 급속히 증가하는 상황에서 인터넷 생태계의 안정적 협력체계 및 ISP 수익모델의 지속가능성에 대한 실증분석을 수행하고자 한다. 구체적으로 OTT사업자의 동영상서비스 제공이 인터넷망의 트래픽 증가에 어떠한 영향을 미치고 있는지, OTT서비스로 인한 트래픽 증가가 ISP의 수익구조에 어느 정도의 불안전성을 초래하는지를 실제 데이터에 기초하여 정량적으로 분석하고자 한다.

주제어: OTT, 망투자, ISP, 망중립성, 인터넷 생태계

※ 논문접수일: 2021. 6. 17, 수정일: 2021. 7. 8, 게재확정일: 2021. 7. 8

* 호서대학교 빅데이터경영공학부 교수, 제1저자, E-mail: jhkwak@hoseo.edu

** 미디어미래연구소 연구위원, 교신저자, E-mail: nsy@mfi.re.kr

ABSTRACT

With the rapid proliferation of over-the-top (OTT) services transmitting content on the Internet, concerns have arisen that the ISPs' revenue model can no longer be sustained. The Internet ecosystem may collapse because ISPs cannot bear the cost of investment in network improvements in response to the heavy traffic caused by OTT services. The excessive traffic due to OTT services and the erosion of ISPs' profitability have long caused controversy. Numerous theoretical studies have tackled the prospective cost recovery of investment in Internet networks, and the rational basic principles of network neutrality subject to cost bearing and fair cost calculation. However, no studies have compared and analyzed the issue of Internet investment cost sharing based on quantitative data, in order to find a practical solution to the issue. As the controversy over OTT services and ISP's revenue models continues, this paper analyzes the problem empirically based on data.

The analysis draws up several implications regarding the proliferation of OTT services and ISPs' revenue model. First, OTT services are found to have caused an excessive increase in the Internet network traffic over a short time span, because their business structure centers on video traffic and their growth is extremely fast. Second, the ISPs should inevitably bear the cost of significant investment in facilities to prevent the deterioration of Internet network quality. Third, if the current trend of OTT service proliferation continues, ISPs will not be able to bear the excessive investment costs, and the quality of the Internet network will be compromised.

Key words: Over the top, Network investment, ISP, Network neutrality, Internet ecosystems

I. 서론

인터넷 생태계는 망사업자(Internet Service Provider; 이하 ISP)와 콘텐츠사업자(Contents Provider; 이하 CP)를 중심으로 이루어진다. 즉, 인터넷 생태계가 지속가능하려면 핵심적인 구성 주체인 ISP와 CP의 비즈니스 모델이 안정적으로 유지될 필요성이 있다. 현행 인터넷 생태계에서 ISP는 인터넷 인프라를 구축하여 제공하는 역할을 수행하고, CP는 ISP가 제공하는 인프라의 토대에서 이용자가 필요로 하는 다양한 콘텐츠를 개발하여 제공하고 있다.

인터넷 확산 초기에는 양 사업자가 상호보완적 관계를 형성하면서 인터넷 생태계도 안정적 구조를 지니고 있었는데, 그러한 관계의 형성에는 신규 이용자가 지속적으로 증가한 것이 중요한 요소로 작용하였다. 즉, ISP는 신규 이용자가 증가할수록 수익성이 향상되므로 망고도화를 적극적으로 추진할 유인이 생겼고, CP도 신규 이용자의 유입으로 이용자군이 커질수록 추가 수입이 창출되므로 혁신적 콘텐츠를 공급하려고 노력하였다. 이 시기에는 인터넷 생태계의 핵심 주체 모두가 인터넷망 고도화의 투자비용을 신규 이용자로부터 회수하는 것이 충분히 가능하였기 때문에, ISP와 CP간의 보완적 협력관계를 유지할 수 있었다.

하지만 인터넷 시장에서 신규 이용자가 더 이상 증가하지 않는 시장포화 상태에 이르면서 양 사업자 간의 안정적 협력관계에 문제가 발생하게 되었다. 기존 인터넷 생태계 하에서 망고도화 비용을 전적으로 감당하던 ISP들이 트래픽 증가로 인한 투자비용이 과도하다며 CP들도 망고도화 비용을 분담해야 한다는 이슈를 제기한 것이다. 특히 다량의 동영상 트래픽을 지속적으로 발생시키는 온라인동영상서비스(이하 OTT)의 등장이 결정적 계기로 작용하였다. ISP들은 OTT서비스에서 발생하는 대용량 트래픽을 처리하기 위한 망구축 비용이 크게 증가하여 기존 수익모델이 더 이상 지속되기 어려운 상황이라고 우려하고 있다.

이에 본 연구에서는 OTT서비스의 트래픽이 급속히 증가하는 상황에서 인터넷 생태계의 안정적 협력체계 및 ISP 수익모델의 지속가능성에 대한 실증분석을 수행하고자 한다. 구체적으로 OTT사업자의 동영상서비스 제공이 인터넷망의 트래픽 증가에 어떠한 영향을 미치고 있는지, OTT서비스로 인한 트래픽 증가가 ISP의 수익구조에 어느 정도의 불안전성을 초래하는지를 실제 데이터에 기초하여 정량적으로 분석하고 있다.

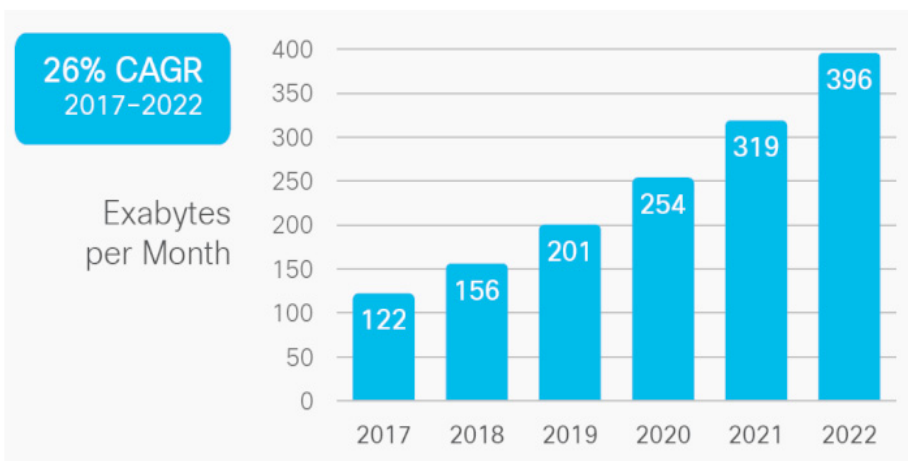
II. 기존 연구

1. OTT서비스와 인터넷 트래픽

인터넷 트래픽이 기하급수적으로 증가할 것으로 전망되고 있다. 시스코 (2019)의 VNI 보고서(VNI: Visual Networking Index)에서는 2017년부터 2022년까지 5년간 발생할 인터넷 프로토콜(IP) 트래픽이 인터넷이 시작된 이래 2016년 말까지 누적된 IP 트래픽을 초과할 것으로 예측하였는데, 전세계 월별 IP 트래픽은 2017년 122엑사바이트(EB)에서 2022년 396EB로 3배 이상 증가하며, 연간 단위로는 매년 4.8제타바이트(ZB) 이상 증가할 것으로 전망되고 있다. 또한 2022년까지 세계적으로 280억개 이상의 기기와 네트워크 연결이 온라인화되어 전세계 인구의 60%가 인터넷을 사용하고, 그 가운데 동영상 트래픽 비중이 전체 IP 트래픽의 82%를 차지할 것으로 예상되고 있다.

우리나라의 인터넷 트래픽도 2017년 4.6EB에서 2022년에는 11.3EB로 약 2.5배 증가하는 가운데, 인터넷 사용자 수도 2017년 전체 인구 96%에서 2022년 98%에 달할 것으로 조사되었다. 특히 국내에서도 2022년까지는 IoT 기기들이 전체 네트워크 연결 기기의 73%로 증가할 것으로 예측되고 있다.

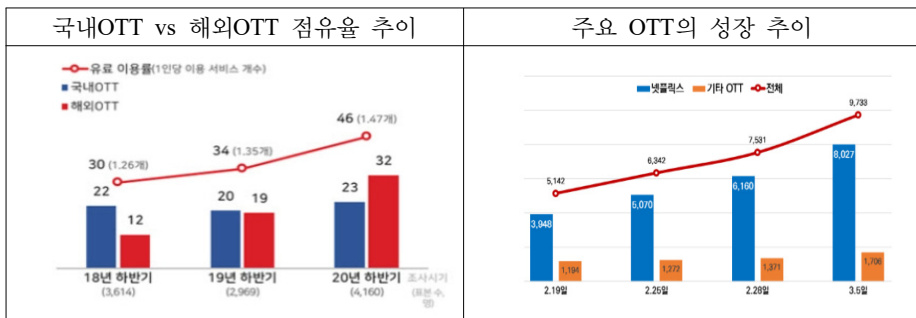
<그림 1> 전세계 인터넷 트래픽의 증가 추이



출처: 시스코 (2019), 2017-2022 VNI 보고서

인터넷 트래픽이 증가할 것이라는 전반적인 전망과 더불어 그러한 변화를 초래하는 구체적 요인에 대한 분석도 이루어지고 있는데, 최근 들어서 OTT서비스 확산이 인터넷 트래픽 증가를 가속화시키는 중요한 요인으로 분석되고 있다. 컨슈머 인사이트 (2021. 1)는 2005년부터 연 2회(매년 3~4, 9~10월 실시) 표본조사를 실시하면서 OTT 이용 현황을 3개년에 걸쳐 연령별로 분석하고 있다. 이 조사에 의하면, OTT 시장은 영상체험의 개인화 추세에 따라 지속적으로 성장하는 동시에, 2020년도에는 코로나 19로 영향으로 더욱 폭발적으로 팽창하는 추세를 보이고 있다. 구체적으로 2018년도에는 증가율이 30% 수준이었으나 2019년에는 34%로, 2020년에는 46%에 달하는 것으로 조사되었다. 주목할 특징은 해외OTT와 국내 OTT사업자 간의 경쟁상황의 변화인데, 국내 시장에서는 해외OTT 위주로 성장세가 집중되며 시장점유율이 집중되고 있다. 즉, 국내 OTT의 성장률은 2018년 22%에서 2020년에는 23%로 거의 정체상태인 반면에 해외OTT는 넷플릭스를 중심으로 전년 동기대비 12%에서 32%로 급성장한 것으로 분석되었다.

<그림 2> 국내 OTT시장의 경쟁상황 변화 추이



2. 인터넷 트래픽의 증가와 망투자 비용

인터넷 생태계가 지속적으로 선순환하기 위해서는 급속히 증가하는 트래픽을 원활히 처리할 수 있도록 망고도화가 이루어져야 한다. 만약 인터넷 생태계에서 망고도화를 지속할 수 없는 투자 여건이 된다면 ISP, CP를 비롯하여 플랫폼, 단말산업 전반이 위축되는 인터넷 생태계의 단절이 나타날 수도 있다. 즉, 인터넷 생태계의 모든 비즈니스 모델은 기본적으로 인터넷망을 전제로 하므로 일정 수준 이상의 망품질을 유지할 수 있도록 지속적인 망고도화 투자가 불가피하다.

이와 관련하여 망고도화 투자가 누구의 책임인가에 대한 이론적 논의가 다양하게 진행되어왔다. 이러한 논의는 크게 2가지 주장으로 나타나고 있다. 먼저 트래픽 증가에 따른 비용증가에 대해 ISP와 CP가 공동으로 부담할 필요성이 있다는 주장이 있다. 이 주장의 논거들은 다음과 같다. 첫째로 현행 정액제하에서는 망 투자를 위한 최소 수익증가율이 보장될 수 없으므로 ISP들은 망투자를 추가적으로 할 유인이 없다는 것이다 (김성환 외 (2007), 이수일·김정욱 (2008. 12), 조은진·변재호 (2013), 변재호 (2017) 외 다수). 즉, 인터넷 사용자가 유발하는 트래픽 양과 무관하게 정액의 요금이 부과되는 체제하에서는 가입자당 트래픽 양은 급속하게 증가하나 가입자당 평균수입이 둔화되기 때문에 ISP의 수익성이 유지되기 어려운 문제가 발생한다는 것이다. 둘째, 인터넷 트래픽의 증가에 따른 안정적 망규모 유지를 위해 CP의 책임도 필요하다는 주장이다. 즉, 인터넷망의 품질이 안정적으로 유지되기 위해서는 ISP와 더불어 CP의 책임도 필요하나, 실제 CP들은 지속적으로 망투자 비중을 줄이고 있다는 것이다 (조찬우 외, 2017). 셋째, 인터넷 트래픽의 증가에 따라 비용을 공동으로 분담하는 사례가 해외에서도 나타나고 있다는 것이다. 대표적으로 트래픽 폭증에 따른 트래픽 불균형을 해결하기 위해 Orange FT-구글 간, Comcast-Level3 간의 peering 협정 분쟁에서 글로벌 CP들도 망투자비를 보상하였고, 비디오 트래픽의 폭증에 따른 분쟁에서도 대형CP, 직접/중계 ISP, 이용자를 보유한 ISP간에 paid peering 협정체결을 통하여 인터넷망 투자비 부담을 해결한 사례가 있다는 것이다.

반면에 인터넷 트래픽 증가로 인한 비용증가는 전적으로 ISP의 책임이라는 주장도 제기된다. 이 주장의 논거들은 다음과 같다. 첫째, 인터넷망이 설계된 초기부터 망투자는 망사업자의 책임하에 있다는 것이다. 즉, 인터넷의 비용분담은 근본적으로 개방형, 중립적이라는 망구조의 기술적 속성과 밀접한 연관성을 지니고 있으므로, 인터넷의 개념적 속성상 ISP에게 단대단 원칙(End-to-End), 선입선출(First In, First Out), 개방형 네트워크(TCP/IP)를 유지할 전적인 책임이 있다는 것이다. 둘째, CP들은 망품질을 유지하기 위하여 이미 충분한 비용을 지불하고 있으며, ISP들이 자신들의 수익모델이 지속되기 어렵다는 주장을 제기하는 것에 대해서도 실증적 근거가 부족하다는 입장을 보인다. 즉, 현행 인터넷 요금체계에서는 CP와 최종이용자 모두가 플랫폼 역할을 하는 ISP에게 요금을 지불하는 구조이기 때문에, 이용자는 자신의 가입자 망과 인터넷 백본망에 대한 비용을 ISP에게 정액제 요금형태로 지불하고 있고, CP들도 자신들의 서버를 백본망에 연결하기 위하여

서버에서 인터넷 접속 노드까지의 회선요금을 ISP에게 충분히 지불하고 있다는 것이다. 특히 ISP의 영업이익이 흑자인 상황에서 트래픽 증가로 인한 투자비용 증가로 인해 본질적 수익모델이 유지될 수 없다는 주장은 근거가 부족하다는 것이다. 셋째, 대다수 해외사례에서도 망고도화는 ISP들이 단독으로 부담하고 있다. 물론 2014년 컴캐스트-넷플릭스 paid peering 등 제한적으로 공동분담 사례가 일부 있었으나, 극히 예외적이거나 그마저도 현재는 중단된 상황이라는 입장이다.

이와 같이 망투자 비용의 합리적 분담과 관련한 이슈에 대하여 어떠한 방식이 바람직한지를 입증하기 위한 연구가 다각적으로 시도되고 있으나, 대다수 연구들은 실질적 문제해결보다는 이론적 논거에 기반하여 특정 주체의 비용부담이 바람직하다는 견해를 표명하는 수준에서 시사점을 제시하고 있다.

이 외에도 망중립성 (김도훈, 2009; 김성환 외, 2008; 이대호·황준석, 2010), 인터넷 상호접속 (정충영·변재호, 2015) 및 제로레이팅 (이금노, 2016; 조대근·송인국, 2017) 등 특정 이슈에 대한 논의도 일부 진행되어 왔으나, 인터넷 트래픽과 연관된 비용증가가 사실인지의 여부와, 그리고 그 비용증가의 부담을 실증적으로 분석한 연구는 거의 없는 상황이다. 이와 관련 류민호 외 (2018)에서는 데이터 기반 연구가 부재함에 따른 이론적 대립이 더욱 격화되고 있어서 실질적인 해결방안을 모색하기는 어려운 실정이라고 비판하고 있다

이에 본 연구에서는 OTT서비스의 확산이 ISP 수익모델의 지속가능성에 미치는 영향을 OTT서비스와 트래픽 증가의 연관성, 인터넷 트래픽 증가와 설비투자비 등의 쟁점 이슈를 중심으로 실제 데이터에 기초한 실증연구를 수행한다는 점에서 기존 연구와의 차별성이 있다고 할 수 있다.

Ⅲ. 연구모델 및 방법

1. 연구의 가설

이동전화와 초고속인터넷의 이용자 및 이용량 증가와 더불어 OTT서비스 이용자의 급증이 나타나고 있다. 이는 이동전화, 초고속인터넷 등으로 인터넷 접속경로가 다양화되고 충분한 가입자 기반이 조성되면서 OTT서비스를 비롯한 온라인 플랫폼 서비스 시장이 급속히 확대된 결과로 볼 수 있다 (Moktar Mnakri, 2015). 실제 넷플릭스를 비롯한 해외 OTT사업자의 국내시장 진출과 티빙, 웨이브 등 국내

OTT 사업자들의 대응 시점을 전후로 인터넷 트래픽이 크게 증가하는 양상을 보이고 있다.

이러한 관점에서, OTT서비스의 확산은 이동전화, 초고속인터넷 이용자 증가와 더불어 인터넷 트래픽을 급속히 증가시키는 중요한 요인으로 작용하였으며, 인터넷을 경유하는 데이터 처리를 지연시킴으로써 개별 이용자의 서비스 품질이 저하되는 문제를 초래하였다. 이로 인해, 인터넷 접속서비스를 제공하는 ISP는 인터넷 망의 품질저하를 막기 위해 다량의 트래픽을 수용·처리할 수 있도록 신규 전송설비를 비롯한 네트워크에 대한 추가적인 투자가 불가피하게 되었다. 이러한 결과를 종합하면, 서비스별 가입자(인터넷, 이동전화) 규모와 개별 가입자의 OTT 이용이 인터넷의 전체 트래픽량에 영향 미치는 결정요인으로 볼 수 있다.

<그림 3> OTT 서비스 유형



2. 연구방법론 및 모형

1) 연구방법론

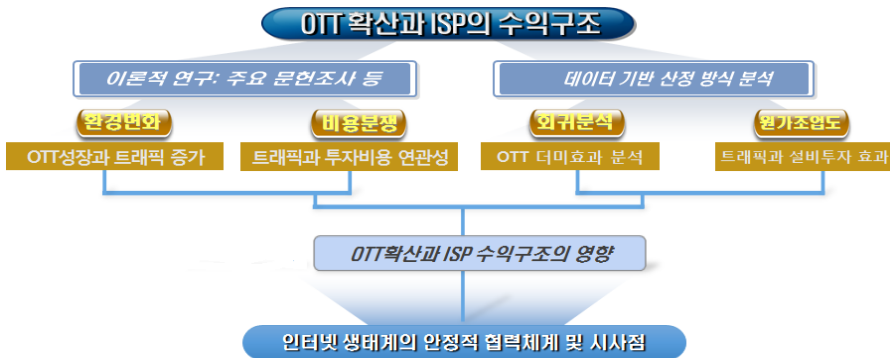
본 연구에서는 OTT서비스의 확산이 ISP의 수익모델에 미치는 정량적 효과를 분석하기 위하여, OTT와 트래픽 증가의 관계, 단위당 트래픽에 따른 비용 연관성을 구분한 후에 다음과 같이 단계별 실증분석을 수행하였다.

1단계 분석은 OTT와 트래픽 증가의 연관성을 회귀분석 모형으로 조사한다. 회귀분석(regression analysis)은 관찰된 시계열 변수들에 대해 두 변수 사이의 모형을 구하여 변수 간의 적합도를 측정해 내는 방법으로 시간에 따라 변화하는 데이터나 어떤 영향, 가설적 실험, 인과 관계의 모형화 등 통계분석에 보편적으로 이용될 수 있다.

2단계 분석은 원가조업도(Cost-Volume Analysis) 분석으로 인터넷 트래픽의 증가가 ISP의 설비투자비 증가에 미치는 영향을 조사하는 것이다. 원가조업도는 원

가동인에 따른 증분비용(Incremental Cost)의 산정을 위해 사용하는 회계학적 연구 방법론을 의미한다. 즉, 원가조업도는 판매량 등 조업도 변화가 기업의 원가, 수익, 이익에 미치는 영향을 분석하는 기법을 의미하며, 통상적으로 단위당 공헌이익(contribution margin per unit)을 추정하는 방식으로 이루어지는데, 세부적인 원가 추정 방법으로는 계정분석법, 고저점법, 회귀분석법 등이 널리 사용된다. 이 중에서 계정분석법과 고저점법은 영업보고서 등과 같은 ISP의 상세 원가분석 자료에 기초한 방법론으로 IR자료 만으로는 분석할 수 없는 한계를 지닌다. 이에 본 논문에서는 ISP의 원가조업도를 회귀분석 모형을 통하여 파악하고자 한다.

<그림 4> 연구모형의 설계 구조



2) 연구모형

각 단계별로 정의된 연구모형은 다음과 같다. 1단계 분석모형은 OTT와 트래픽 증가의 연관성을 분석하는 것으로, SKB의 서비스군에서 발생된 트래픽과 서비스 유형별 가입자와 넷플릭스 국내 도입 시점 전후를 더미 변수로 처리하여 도입 전후의 트래픽 효과를 추정하였다. 분석모형은 아래의 (수식 1)과 같이 도출할 수 있다.

$$traffic\ volume_t = Constant + \beta_{1i}(S_i) + \beta_2(OTT_D) + e_t \quad (\text{수식 1})$$

traffic volume(outbound) : 분기별 트래픽(월별 트래픽의 합계값, 단위는 테라바이트)

S_i : 서비스 가입자(유선인터넷 가입자, 이동통신가입자, IPTV 가입자로 구성, 수리직 모형에서 변수는 각각 S_1 , S_2 로 처리)

OTT_D : 더미변수(OTT의 국내 출시전은 '0', 출시후 '1'로 처리, 기점은 넷플릭스가 직연동된 2018년 5월로 시계열자료에서는 2018년 Q2에 해당)

2단계 분석모형은 SKB 트래픽과 설비투자액의 관계를 파악하는 원가조업도 분석이다. 원가조업도 분석은 SKB의 서비스군에서 발생된 트래픽 양이 분기별 설비 투자액에 미치는 효과를 회귀분석으로 추정하는 것으로, Cost는 SKB의 분기별 설비 투자액을 변수화하여 적용하였다. 실제 분석모형은 아래의 (수식 2)와 같이 도출할 수 있다.

$$Cost_t = Constant + \gamma_1 traffic\ volume_t + v_t \quad (\text{수식 2})$$

Cost : SKB IR자료의 분기별 설비투자액

γ_1 : 트래픽 1테라바이트 증가 시 증액되는 설비투자액

3. 시계열 자료와 안정성

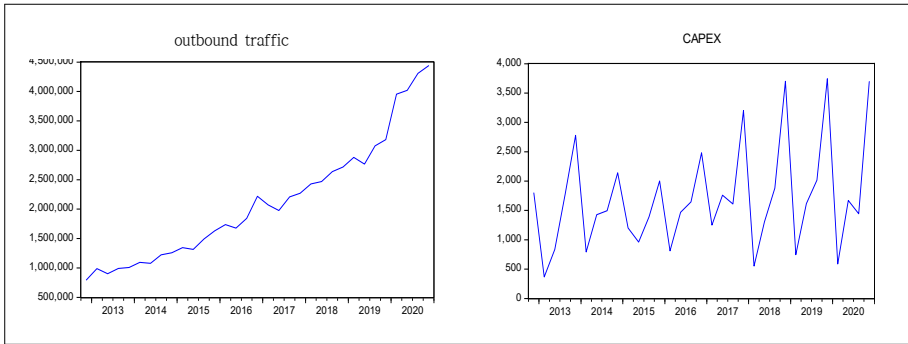
1) 변수 정의 및 추세

전술한 바와 같이, 본 논문의 분석에 사용된 변수는 SKB의 분기별 합계인 인터넷 트래픽, 유무선 가입자수(분기 평균), 설비투자액(분기별 합계)이며, OTT서비스가 인터넷 트래픽에 미치는 영향을 고려하고자 넷플릭스가 직연동되고 국내 OTT서비스가 본격화된 2018년 2사분기를 기점으로 설정하여 OTT도입 여부를 더미변수화 하였다. 시계열은 2012년 4사분기부터 2020년 4사분기로 회귀분석에 사용된 변수별 관측수는 33개 시점이다.

모형에 사용된 변수별 변화 추이를 살펴보면, 먼저 SKB의 인터넷 아웃바운드 트래픽은 아래의 <그림 5>와 같이 지속적으로 증가하고 있다. 여기서 아웃바운드 트래픽이란 SKB 가입자들이 외부의 OTT서버로부터 데이터를 가져오는 경로에 해당되는 트래픽을 의미한다. 즉, 국내외에서 OTT서비스가 연동되면 가입자들은 OTT 콘텐츠의 시청을 위해 OTT서버로부터 데이터를 가져오게 되므로 인터넷 아웃바운드 트래픽이 급속히 증가하게 된다. 이러한 변화는 인터넷 아웃바운드의 증가량에서 쉽게 확인할 수 있는데, 2012년 4사분기 아웃바운드 트래픽은 797,158테라바이트의 수치를 보였으나 최근 2020년 4사분기는 4,440,092테라바이트 수준으로 5.6배 증가하였다. 다음으로 분기별로 집계된 설비투자액(CAPEX)은 계절성의 형태를 보이고 있고, 최근 설비투자액의 고점이 점증적으로 증가하는 추이를 나타

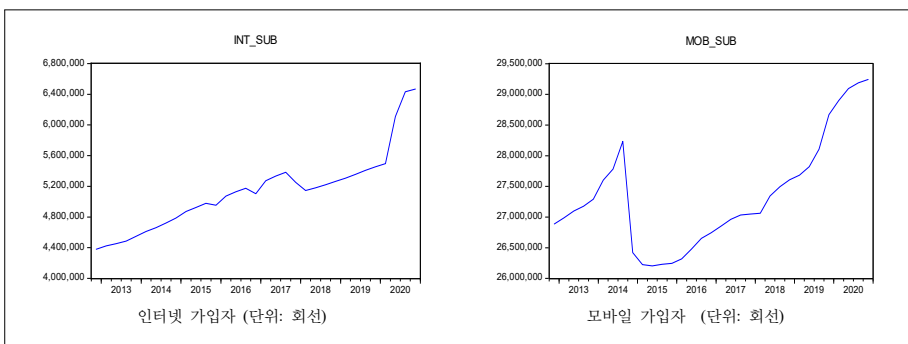
내고 있다. 즉, IR자료에 집계된 SKB의 분기별 설비투자액은 계절성을 보이면서 점진적으로 증가하는 추세라고 할 수 있다.

<그림 5> SKB의 트래픽(테라바이트)과 설비투자액(억원)



마지막으로 SKB의 인터넷 및 모바일 분기별 가입자는 월별가입자의 평균값으로 변수화하였다. 각 서비스의 가입자 추세는 아래 <그림 6>과 같다. 여기서 인터넷 가입자는 SKB 인터넷망을 사용하는 초고속인터넷 가입자이고, 모바일 가입자는 SKB와 연동되어 운용되는 SKT 모바일 가입자를 의미한다.

<그림 6> SKB 서비스 가입자 추이



2) 시계열 자료의 안정성 검증

불안정한 시계열(time series)은 상관관계가 없는 변수 간에도 매우 강한 상관관계

가 있는 것처럼 분석되는 가성회귀(spurious regression)의 문제를 발생시킬 수 있다. 이에 시계열 자료의 분석은 안정적인 시계열 여부인 안정성(stationarity) 검증이 필요하며, 불안정한 시계열은 차분(difference)을 통하여 안정화 과정을 거치게 된다. 시계열의 안정성 검증은 가장 보편적으로 단위근 검정(Unit root test)으로 이루어지는데, 이 분석은 공적분 검정(cointegration test)에 앞서 선행하는 검정(pre-test)으로 일반적으로 Augmented Dickey Fuller(이하 ADF) 모형이 많이 이용된다.

ADF는 다음의 수식과 같다.

$$\Delta y_t = a + bt + \beta t_{t-1} + \sum_{i=1}^p \gamma_i \Delta y_{t-i} + \zeta_t \quad (\text{수식 3})$$

이때, 귀무가설인 $H_0 : \beta = 0$ 이며 대립가설은 $H_1 : \beta < 0$ 으로 설정된다. 검정통계량은 β 의 t통계량이 임계값보다 작다면, 귀무가설을 기각하고 시계열자료가 안정적인 시계열로 판단한다.

데이터 안정성 검증을 위해 시계열 자료의 수준변수(원시자료)에 대한 단위근 검정을 시행하였으며, 변수 자체의 최적 시차(lag)는 Schwarz. Information Criterion이 최소값을 가지는 시차로 설정하였다. (수식 1), (수식 2)에 사용되는 시계열자료인 분기별 트래픽, 인터넷 및 모바일 가입자, 설비투자비 등에 대한 안정성 검정 결과, 각 변수의 수준변수는 단위근을 가지는 불안정한 시계열로 나타났고, 1차 차분 후에 안정적 시계열로 검정되었다.

이를 구체적으로 살펴보면, 첫째로 SKB 분기별 인터넷 아웃바운드 트래픽의 수준변수(OUTBOUND)는 단위근을 가지고 있다는(불안정 시계열) 귀무가설을 기각하지 못하였으며, 1차 차분(First difference)한 D(OUTBOUND)가 단위근을 가지고 있다는 귀무가설을 유의수준 1% 이내에서 기각하는 결과가 도출되었다. 검정 결과는 다음의 <표 1>과 같다.

<표 1> SKB 인터넷 트래픽(outbound) 시계열의 안정성 검정 결과

구분	검정 결과		
수준변수	Null Hypothesis: OUTBOUND has a unit root, Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=8)		
	Augmented Dickey-Fuller test statistic	t-Statistic	Prob.*
		1.572196	0.9991
	Test critical values:	1% level	-3.653730
5% level		-2.957110	
10% level		-2.617434	
1차 차분	Null Hypothesis: D(OUTBOUND) has a unit root, Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=8)		
	Augmented Dickey-Fuller test statistic	t-Statistic	Prob.*
		-6.488505	0.0000
	Test critical values:	1% level	-3.661661
5% level		-2.960411	
10% level		-2.619160	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

<표 2> SKB 인터넷 가입자 시계열의 안정성 검정 결과

구분	검정 결과		
수준변수	Null Hypothesis: INT_SUB has a unit root, Lag Length: 0 (based on SIC, maxlag=9)		
	Augmented Dickey-Fuller test statistic	t-Statistic	Prob.*
		1.218183	0.9977
	Test critical values:	1% level	-3.632900
5% level		-2.948404	
10% level		-2.612874	
1차 차분	Null Hypothesis: D(INT_SUB) has a unit root, Lag Length: 0 (based on SIC, maxlag=9)		
	Augmented Dickey-Fuller test statistic	t-Statistic	Prob.*
		-4.069451	0.0033
	Test critical values:	1% level	-3.639407
5% level		-2.951125	
10% level		-2.614300	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

둘째, SKB 인터넷 가입자의 분기별 평균에 관한 시계열 수준변수는 귀무가설을 기각하지 못하고, 1차 차분한 D(INT_SUB)가 단위근을 가지고 있다는 귀무가설을 유의수준 1% 이내에서 기각하는 결과가 도출되었다. 검정 결과는 다음의 <표 2>와 같다.

셋째, 이동전화 가입자의 분기 평균값으로 정의된 시계열 수준변수인 MOB_SUB 는 단위근을 가지고 있다는 귀무가설을 기각하지 못하고, 1차 차분한 D(MOB_SUB) 가 단위근을 가지고 있다는 귀무가설을 유의수준 1% 이내에서 기각하는 것으로 나타났다. 검정 결과는 다음의 <표 3>과 같다.

<표 3> SKB 모바일 가입자 시계열의 안정성 검정 결과

구분	검정 결과			
수준변수	Null Hypothesis: MOB_SUB has a unit root, Lag Length: 0 (based on SIC, maxlag=9)			
	Augmented Dickey-Fuller test statistic	t-Statistic	Prob.*	
		-0.263876	0.9204	
	Test critical values:	1% level	-3.632900	
		5% level	-2.948404	
10% level		-2.612874		
1차 차분	Null Hypothesis: D(MOB_SUB) has a unit root, Lag Length: 0 (based on SIC, maxlag=9)			
	Augmented Dickey-Fuller test statistic	t-Statistic	Prob.*	
		-5.462358	0.0001	
	Test critical values:	1% level	-3.639407	
		5% level	-2.951125	
10% level		-2.614300		

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

마지막으로 SKB의 분기별 설비투자액 시계열은 분기별 계절성을 가지고 있어 계절성을 X-12방법에 따라 조정하였다. 수준변수인 CAPEX_SA가 단위근을 가지고 있다는 귀무가설을 유의수준 1% 이내에서 기각하는 결과가 도출되었다.

<표 4> SKB 설비투자액 시계열의 안정성 검정 결과

구분	검정 결과			
수준변수	Null Hypothesis: CAPEX_SA has a unit root Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=8)			
	Augmented Dickey-Fuller test statistic	t-Statistic	Prob.*	
		-4.220432	0.0024	
	Test critical values:	1% level	-3.653730	
		5% level	-2.957110	
10% level		-2.617434		

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

3) 시계열 자료의 공적분 관계 검증

시계열 자료를 이용한 모형 분석은 해당 시계열의 분산이 일정한 유한성을 가지고 평균 및 상관계수가 시점이 변화하여도 변화하지 않는 안정적 시계열을 가정하고 있다. 그러나 많은 시계열 자료는 불안정적이며 단위근을 가진다는 한계를 보이게 된다. 이처럼 단위근을 갖는 시계열을 이용하여 회귀분석을 하는 경우에 발생하는 가성회귀 문제를 해결하기 위해서 일반적으로 차분을 통한 안정화 과정을 거치게 되는데 이의 방법은 차분 횟수에 따라 시계열의 정보가 소실된다는 단점이 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해 단위근을 갖는 시계열이라도 공적분(cointegration) 관계가 있다면 통계학적으로 수준변수의 회귀분석을 통하여 변수를 추정할 수 있다. 분석 결과, 인터넷 트래픽과 인터넷 및 모바일 가입자 수준변수에 대한 공적분 검정은 유의수준 5%에서 공적분 관계가 없다는 귀무가설이 기각되었고, 설비투자액과 트래픽의 공적분 검정은 유의수준 1%에서 공적분 관계가 없다는 귀무가설이 기각되었다. 즉, 인터넷 트래픽과 인터넷 및 모바일 가입자, 설비투자액과 트래픽 수준변수는 공적분 관계에 있다.

<표 5> 공적분 검정 결과

구분	검정 결과				
수식1	Sample (adjusted): 2013Q2 2020Q4 Series: OUTBOUND, MOB_SUB, OTT_D, INT_SUB Lags interval (in first differences): 1 to 1 Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)				
	Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
	None *	0.613035	49.75070	47.85613	0.0328
	At most 1	0.275489	20.31868	29.79707	0.4015
	At most 2 *	0.186368	10.32869	15.49471	0.2563
At most 3 *	0.119210	3.935020	3.841466	0.0473	
수식2	Sample (adjusted): 2013Q2 2020Q4 Series: CAPEX_SA OUTBOUND Lags interval (in first differences): 1 to 1 Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)				
	Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
	None *	0.403119	23.39677	15.49471	0.0026
	At most 1 *	0.212347	7.399618	3.841466	0.0065

IV. 분석 결과

1. OTT와 트래픽의 연관성

분석 결과, OTT서비스 도입으로 인하여 SKB의 인터넷 아웃바운드 트래픽이 증가할 것이라는 가설이 통계적으로 유의한 것으로 도출되었다. 서비스 유형별 가입자 증가에 따라 SKB 아웃바운드 트래픽이 증가되는데, 인터넷 가입자 1단위(IP) 증가 시 약 1.377테라바이트가 증가하는 것으로 분석되었다. 이동전화 가입자는 통계적으로 유의하지 않았다. OTT서비스인 넷플릭스 도입 전후는 도입 전에 비하여 도입 후 평균 653,045테라바이트 증가하는 것으로 도출되었다. 아래의 <표 6>은 (수식 1)의 수리모형을 회귀분석한 결과로서, 분석 툴은 EViews7.0버전을 사용하였다.

<표 6> 넷플릭스 도입 이후 트래픽 회귀분석 결과(Level 모형)

Dependent Variable: OUTBOUND				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
모바일 가입자 (MOB_SUB)	0.107563	0.067904	1.584053	0.1240
인터넷 가입자 (INT_SUB)	1.377406	0.108972	12.63999	0.0000
넷플릭스OTT 더미 (OTT_D)	653045.1	133593.4	4.888302	0.0000
상수항 (C)	-8106459.	1759864.	-4.606299	0.0001
R-squared	0.957976	F-statistic	220.3580	
Adjusted R-squared	0.953628	Prob(F-statistic)	0.000000	

2. SKB 트래픽과 투자비

분석 결과, 인터넷 트래픽의 급속한 증가에 따른 인터넷 품질저하를 방지하기 위해 ISP는 전송설비 등 네트워크에 대한 추가 설비투자를 수행하는 것으로 조사되었다. 즉, 인터넷 트래픽이 증가하면 설비투자액도 증가하는데, 구체적으로 아웃바운드 트래픽이 1테라바이트 증가할 때마다 설비투자액도 0.0001601억원 즉,

16,016원 증가하는 결과가 도출되었다. 아래의 <표 2>는 (수식 2)의 수리모형(원가 조업도 모형)을 회귀분석한 결과이다.

<표 7> 넷플릭스 도입 이후 트래픽 회귀분석 결과(Level 모형)

Dependent Variable: CAPEX_SA(설비투자액, 억원)				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
트래픽 (OUTBOUND)	0.000160	6.31E-05	2.533744	0.0166
C	1313.276	148.5377	8.841361	0.0000
R-squared	0.171563	F-statistic	6.419860	
Adjusted R-squared	0.144839	Prob(F-statistic)	0.016557	

3. SKB의 수익구조에 미치는 영향

지금까지 정량분석한 통계수치를 활용하면, SKB에서 OTT서비스의 도입으로 인해 유발되는 설비투자액을 다음의 (수식 4)에 의해 도출할 수 있다. 이 수식에서 β_2 (수식 1)는 OTT가 분기별로 유발하는 트래픽을 의미하고, γ_1 (수식 2)는 아웃바운드 트래픽 1테라바이트 증가 시에 증액되는 설비투자액의 증분을 의미한다.

$$\beta_2 \times \gamma_1 = OTT \text{ cost} \quad (\text{수식 4})$$

이러한 결과를 종합하면, 넷플릭스 등을 비롯하여 OTT서비스의 도입에 따른 인터넷 트래픽의 증가로 인하여 SKB는 약 104억 원에 해당되는 설비투자액을 매분기마다 증액해야 한다는 의미를 지닌다.

$$653,045(\text{테라바이트}) \times 16,016\text{원} = 10,455,250,450\text{원} \quad (\text{수식 5})$$

이와 관련하여, SKB의 최근 3년 평균 영업이익(2017~2019년) 수준과 통계모형에서 도출된 OTT로 인하여 소요되는 설비투자액을 비교하면, SKB가 OTT로 인해 부담해야 할 설비투자 규모는 연평균 영업이익의 28.2% 수준에 달하는 것으로 추정된다.

<표 8> SKB 영업이익에서 OTT 유발투자자의 비중

구분	2017년	2018년	2019년	3년 평균 영업이익	OTT로 인한 유발투자액	비율
영업이익	126,819	175,630	142,510	148,320	41,820	28.2%

V. 결론

지금까지 본 논문에서는 급변하는 인터넷 환경하에서 OTT서비스 확산이 ISP 수익구조에 미치는 영향에 대한 문헌조사를 조사하고, SKB의 트래픽 변동 추이, IR 회계자료를 토대로 OTT서비스의 도입 및 트래픽 증가에 따라 ISP가 인터넷 품질 저하를 방지하기 위해 부담해야만 하는 설비투자액을 정량적으로 추정하였다. 이러한 분석 결과를 토대로 본 논문에서는 다음과 같은 정책적 시사점을 제시하고자 한다.

첫째, 동영상 중심의 비즈니스 구조를 지닌 OTT서비스의 성장은 급속한 인터넷 망 트래픽 증가를 초래할 수 있다. 즉, 본 논문에서는 OTT서비스 도입으로 인하여 인터넷 트래픽이 빠르게 증가할 것이라는 연구가설이 통계적으로 유의하게 도출되었다. 분석 결과에 의하면, 넷플릭스 등 OTT 도입 전후로 인터넷망의 트래픽이 평균 653,045테라바이트가 증가하는 것으로 나타났다.

둘째, 인터넷 트래픽이 급속히 증가하면 인터넷망의 품질 저하를 방지하기 위한 ISP들의 설비투자가 이루어지는 것으로 분석되었다. 즉, 인터넷 트래픽의 급속한 증가에 따라 나타나는 품질저하를 방지하기 위해 ISP의 추가 설비투자가 필요하다는 연구가설이 통계적으로 유의하게 도출되었다. 분석 결과, 인터넷 트래픽이 1 테라바이트 증가할 때마다 설비투자액은 16,016원 증가하는 것으로 파악되었다.

셋째, OTT서비스의 확산 및 트래픽 증가가 현재 추세로 지속된다면 ISP들은 망고도화를 위하여 상당한 투자비용을 감수해야 하는 것으로 나타났다. 실증분석에 의하면, OTT로 인해 ISP가 부담해야 할 신규 설비투자 규모는 연평균 영업이익의 28.2% 수준으로 나타났다.

다만, 본 연구는 자료 입수의 어려움에 따라 국내 전체 ISP의 통계자료를 모두 이용하지는 못하였다는 점과, IR자료에 명시된 설비투자액 전체를 TS(Traffic Sensitive) 비용으로 가정하는 한계를 지니고 있다.

참고문헌

- 김도훈 (2009). 독점적 망사업자에 대한 망중립성 정책의 타당성 분석: 양면시장 관점에서 본 망중립성 이슈. 『정보통신정책연구』, 16(2), 1-45.
- 김성환·이중화·이내찬·김종진·홍범석·이민석 (2007). 『통방융합시대에 대비한 망중립성 연구』(수탁연구 07-62). 정보통신정책연구원.
- 김성환·이내찬·김형찬 (2008). 망중립성의 배경 및 이론의 이해. 『정보통신정책연구』, 15(1), 95-133.
- 류민호·유지은·이성준 (2018). 네트워크 투자비 분담에 대한 갈등 해소를 위한 대안 탐색 연구. 『정보통신정책연구』, 25(4), 75-100.
- 변재호 (2017). 인터넷 접속모델 진화 방향. 한국통신학회 학술대회논문집, 2017(6), 한국통신학회.
- 시스코 (2019). 2017-2022 VNI 보고서. Retrieved from https://www.cisco.com/c/dam/global/ko_kr/solutions/service-provider/visual-networking-index-vni/pdfs/white-paper-c11-741490-kr.pdf.
- 이금노 (2016). 제로레이팅 서비스로 살펴본 망중립성과 소비자후생. 『소비자정책동향』, 75, 1-15.
- 이대호·황준석 (2010). 미국 FCC의 망중립성 규제에 관한 NPRM과 이에 대한 찬반 동향. 『정보통신방송정책』, 22(10), 22-44.
- 이수일·김정욱 (2008. 12). 『정보통신산업의 망 중립성 규제 연구: 경쟁과 혁신활동에 미치는 영향을 중심으로』(정책연구 2008-12). 한국개발연구원.
- 정충영·변재호 (2015). 인터넷망 상호접속의 국내 주요이슈 도출과 이슈별 개선방안. 『한국정보통신학회논문지』, 19(1), 1-12.
- 조대근·송인국 (2017). 제로레이팅에 대한 망중립성 규제의 정당성 연구. 『인터넷정보학회논문지』, 18(5), 133-141.
- 조은진·변재호 (2013). 인터넷 상호접속모델 진화동향과 전망, 한국통신학회 학술대회논문집, 2013(6), 한국통신학회.
- 조찬우 외 (2017). 국내 네트워크 고도화를 위한 투자유인 분석: ISP와 대형CP의 네트워크 투자비 비교를 중심으로. 한국통신학회 하계학술대회, 2017(6), 한국통신학회.
- 퀸슈머인사이트 (2021. 1). 국내 유료 OTT 이용행태 조사. Retrieved from

https://www.consumerinsight.co.kr/voc_view.aspx?no=3147&id=ins02_list&PageNo=1&schFlag=0.

Moktar Mnakri (2015). “Over-The-Top” Services: Enablers of Growth & Impacts on Economies. Retrieved November 29, 2015, <https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/ArabStates/Documents/events/2015/EFF/Pres/OTT-%20Enablers%20for%20Growth%20%20Impacts%20on%20Economies%20m%20mnakri%20Nov%202015.pdf>.