

이동통신기술 발전이 이동통신사업자의 투자에 미치는 영향에 관한 연구*

The Effects of Mobile Technology Developments on the Investment by Mobile Operators

정 훈 (Hoon Jung)**

국문초록

본 연구는 이동통신산업에서 가장 중요한 동력 중 하나인 이동통신기술발전이 이동통신사업자의 투자에 미치는 영향을 규명하고자 하였다. 특히, 본 연구에서는 4G의 도입이 투자에 어떤 영향을 주는지 또한 3G 가입자 비중이 증가할수록 투자는 어떤 영향을 받는지를 살펴보았다. 이를 알아보기 위해서 본 연구는 동적 패널 GMM(Dynamic Panel Generalized Method of Moments)이용하였다. 이동통신사들의 자본적 지출(CAPEX)를 종속변수로 설정하고 관심변수로는 4G 도입 여부를 설정하였다. 연구결과는 다음과 같다. 첫째, 4G 도입은 이동통신사들의 투자를 증가시키는 효과를 가지고 있다. 이동통신시장에 신기술이 도입되면 이동통신사들의 투자도 증가하게 된다는 결과이다. 둘째, 4G 도입이 이동통신사업자의 투자를 증가시키는 효과는 3G가입자 비중과 2G 가입자 비중을 고려하더라도 유효하다. 이러한 결과는 여러 가지 기술이 혼재할 수밖에 없는 이동통신산업에서는 구세대 기술의 비중에 관계없이 새로운 기술의 도입으로 인하여 투자는 증가하게 된다는 것을 보여준다.

주제어: 이동통신기술, 투자, 4G

※ 논문접수일: 2019. 2. 22, 수정일: 2019. 4. 17, 게재확정일: 2019. 4. 23

* 이 논문은 2018~2019학년도에 청주대학교 경영경제연구소가 지원한 학술연구조성비(특별 연구과제)에 의해 연구되었음.

** 청주대학교 경영학부 조교수, E-mail: hoon@cju.ac.kr

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the effect of mobile telecommunication technology development, one of the most important driving forces in mobile telecommunication industry, on the investment by mobile telecommunication carriers. In particular, this study examines the impact of the introduction of 4G on investment, and the change in investment as the proportion of 3G subscribers increases. In order to investigate this, we set the capital expenditure (CAPEX) of mobile telecommunication companies as a dependent variable, and 4G adoption and 3G subscribers as explanatory variables of interest. This model is analyzed using the Dynamic Panel Generalized Method of Moments (GMM).

The results of this study are as follows. First, introduction of 4G has the effect of increasing the investment by mobile carriers. The introduction of new technologies in the mobile communications market will result in an increase in investment by mobile operators. Second, the introduction of 4G will increase the investment of mobile telecom operators even when accounting for the shares of 3G and 2G subscribers. This result shows that operators' investment in the mobile telecommunication industry is increasing due to the introduction of new technologies regardless of their reliance on old generation technologies.

Key words: Mobile technology, Investment, 4G

I. 서론

Harmantzis & Tanguturi (2007)은 이동통신산업이 가장 자본집약적이면서 하이테크(High-technology) 산업이라고 하였다. 이동통신산업은 초기에 많은 투자가 필요하며 규모의 경제가 적용되는 산업이다. 최근 우리나라 정부는 5G 조기 상용화를 목표로 적극적인 정책을 추진하고 있다. 정부는 이와 관련하여 5G 망 조기 구축 및 2019년 3월 세계 최초 상용화를 위해서 설비제공제도 개선, 주파수 조기 할당을 하였고 앞으로는 망중립성, 제로레이팅, 망 이용대가, 상호접속 등의 제도들을 개선해 나갈 예정이다.¹⁾ 정부의 이러한 적극적 제도 개선 및 사업자 독려는 결국 5G 서비스를 위한 적극적 투자를 유도하기 위함이다. 이렇듯 장치산업이면서 네트워크 산업인 이동통신산업에서 투자는 매우 중요한 요소이다.

Sabat (2005)는 통신산업의 역학(dynamics)에 가장 큰 영향을 주는 것이 자본투자(Capital Investment)라고 주장하였다. 또한 통신사업자들의 투자가 산업의 가장 중요한 요소라고 주장하였다. Lin et al. (2018)은 지속적인 기술 발전으로 인해 통신산업은 엄청난 기술적 변화를 경험하고 있다고 주장하였다. 또한 이러한 기술 발전이 통신산업의 지속적 발전과 번영을 유지해 왔다고 주장하였다. Gruber (1999)는 이동통신산업의 고성장의 주된 요인은 기술 혁신과 자유화와 기술 표준으로 특징 지워지는 새로운 규제 프레임워크라고 주장하였다.

과연 5G의 기술 도입으로 어느 정도의 투자가 발생할지는 알 수 없다. 또한 과연 투자 증대 효과가 있을 것인지도 알 수 없다. 그러나 이동통신의 기술은 2G, 3G, 4G의 순으로 발전하고 있으며 현재는 5G 기술이 상용화되어 있다. 따라서 이동통신 기술의 발전이 투자에 미치는 영향을 살펴보는 것은 산업적, 정책적 관점에서 매우 중요하다. 그러나 아직까지 이동통신의 기술 발전이 투자에 미치는 영향을 살펴본 연구는 거의 없다. 이동통신기술 발전이 투자에 미치는 영향을 살펴봄으로써 과거 기술발전이 투자에 미치는 영향을 볼 수 있고 이를 바탕으로 향후 이동통신산업에서 기술의 발전이 투자에 미치는 영향을 예상해 볼 수 있기 때문이다.

1) 과학기술정보통신부, 보도자료, 5G 통신정책 협의회 출범, 2018. 9. 10.

2) 과학기술정보통신부, 보도자료, 정부, 통신3사 합심하여 5G 주도권 선점에 '총력', 2018. 2. 27.

본 연구에서는 이동통신산업에서 4G 기술 도입이 자본 투자에 미치는 영향을 실증적으로 분석하였다. 연구 결과, 4G 도입으로 인하여 시차를 두고 투자가 증가하는 것으로 나타났다. 본 연구의 공헌점은 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 이동통신기술발전이 이동통신사업자의 투자에 미치는 영향을 분석하여 실증적 증거를 제시하고 있다. 둘째, 본 연구는 OECD 회원국 중 24개국 75개의 서로 다른 기술 수준의 이동통신사업자들의 자료를 대상으로 실증 분석을 수행하여 연구 결과의 신뢰성을 높였다.

II. 선행연구 및 가설설정

1. 선행연구

1) 통신산업의 투자 결정 요인

기술이 투자결정요인이 된다는 이론적 연구로는 Sabat (2005)의 연구가 있다. Sabat (2005)은 이동통신산업의 투자결정요인을 이론적 모형을 통해서 분석하였다. 이동통신산업에서 설비투자(Infrastructure-investment)는 향후의 비용을 증가 또는 감소시키는 효과가 있다고 보고, 이동통신산업에서 자본 확충적 투자를 결정 짓는 요인을 분석하였다. 분석결과, 서비스제공범위(Coverage), 용량(Capacity), 서비스품질(Quality of service), 대역폭(Bandwidth)이 해당 기업의 설비투자에 영향을 미치는 요인이라고 설명하였다. Sabat (2005)의 연구에서 말한 설비투자의 결정 요인인 서비스제공지역, 용량, 품질, 대역폭은 기술 발전에 따라 함께 발전하는 지표들이다. 이동통신의 기술이 1G에서 5G로 진화함에 따라 서비스제공지역, 용량, 품질, 대역폭이 모두 변하게 된다. 따라서 Sabat (2005)의 연구는 기술이 투자의 결정요인이라는 것을 밝힌 이론적 연구이다.

규제가 투자에 미치는 영향을 살펴본 연구로는 Hausman & Sidak (2005), Friederiszick et al. (2008), Grajek & Röller (2012)의 연구가 있다. Hausman & Sidak (2005)은 강제적인 망 공동활용(Unbundling)³⁾제도가 자본투자에 미치는 영

3) 설비를 부분적으로 분해해서 제공하는 형태이다. 주로 전화 통신망에서 기존 통신망의 여유 부문을 사업자 간에 공동으로 활용하도록 유도하고, 서비스 기반 경쟁을 독려하기 위한 통신망 개방정책의 하나로 망 세분화라고도 한다.

향을 연구하였다. 연구 결과, 강제적인 망 공동활용 제도가 자본투자를 촉진하지 못한다는 것을 실증하였다. Hausman & Sidak (2005)의 연구는 망 공동활용과 같은 규제 정책이 투자를 촉진하지는 못한다는 것을 보여주고 있다. Friederiszick et al. (2008)은 신규사업자에 대한 진입규제(Entry Regulation)가 통신사업자의 설비 투자에 어떤 영향을 미치는 지를 연구하였다. 연구 결과, 진입 규제의 강도가 강할수록 신규로 시장에 진입하는 사업자의 설비투자가 감소하는 것으로 나타났다. 그러나 강력한 진입 규제가 기존의 유선통신 사업자들의 투자와 이동통신 사업자들의 투자에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 결국, 강력한 진입규제는 유선시장의 신규 진입 사업자의 투자에는 부정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 진입 규제의 영향이 유선시장에서는 투자에 일부 영향을 미치지만 이동시장에서는 투자에 유의한 영향을 미치지 않는다는 결과이다. Grajek & Röller (2012)는 설비제공 규제(access regulation)와 음(-)의 관계라는 것을 실증하였다. 연구결과, 설비제공 규제(Access regulation)와 기업의 투자는 음(-)의 관계를 가지는 것으로 나타났다. 즉, 설비제공 규제를 강하게 하게 되면 투자가 감소할 수 있다는 것이다. 최근 과학기술정보통신부는 5G 이동통신 망 구축 지원을 위한 필수설비 이용대가를 확정하였는데⁴⁾, 이와 같은 설비제공 규제 정책에 시사점을 줄 수 있는 결과이다.

재무적 요소, 즉, 부채비율이 투자에 미치는 영향을 살펴본 연구로는 Cambini & Rondi (2011)의 연구가 있다. Cambini & Rondi (2011)는 통신산업에서 재무적 투자 결정과 규제의 관련성을 연구하였다. Cambini & Rondi (2011)는 네트워크 산업에서는 규제로 인하여 과소투자가 나타나는 경우가 있는데, 오히려 경쟁우호적 규제 제도가 도입되면 과소투자가 해결될 수 있다고 주장하였다. 또한 설비투자는 회사의 재무상황에도 영향을 받는다고 주장하였다. 연구 결과, 부채비율과 규제의 강도는 양(+)의 상관관계로 나타났다. 그리고 통신사업자의 투자는 진입자 유도와 양(+)의 상관관계를 보여주고 있다. 부채비율과 도소매 통신서비스의 가격이 양(+)의 관계가 있다는 것을 실증하였다. 부채비율이 높은 기업의 경우 장기적인 측면에서의 투자도 증가하는 것으로 나타났다. 즉, 부채의 사용이 증가할수록 도매가격을 올리고 이로 인해 소매시장 경쟁자의 감소를 불러올 수 있고, 결국

4) 과학기술정보통신부 보도자료, 5세대 이동통신 망 구축 지원을 위한 필수설비 이용대가 확정, 2019. 1. 13

수직적 직접 통합(Vertical Integration)이 보다 촉진될 수 있다는 것이다. 따라서 통신사업자들은 부채의 적극적으로 사용하여 과소투자(Under-investment)의 문제를 해결할 수 있다고 주장하였다.

경쟁이 투자에 미치는 영향을 살펴본 연구로는 Rajabiun & Middleton (2015), Hounghonon & Jeanjean (2016)의 연구가 있다. Rajabiun & Middleton (2015)은 경쟁이 투자에 미치는 영향에 대해서 연구하였다. 연구 결과, 경쟁 정도는 투자에 음(-)의 영향을 미치는 것으로 나타나서 경쟁 정도가 심할수록 투자가 감소한다는 것이다. Hounghonon & Jeanjean (2016)은 이동통신산업의 경쟁과 투자의 관계를 실증하였다. 연구결과, 경쟁과 투자가 역U자형의 관계를 가지고 있다는 것을 보여주었으며, 투자가 최대화되는 경쟁의 강도는 사업자들의 매출총이익률이 37~40%일 때로 나타났다.

수요, 규제, 경쟁이 이동통신사업자의 투자에 미치는 영향을 살펴본 연구로는 정 훈 외 (2016)의 연구가 있다. 정 훈 외 (2016)는 이동통신사업자의 투자 결정 요인을 분석하였다. 특히, 수요 측면, 경쟁 측면, 규제 측면들이 이동통신사업자의 투자에 미치는 영향을 분석하였다. 연구 결과, 수익성과 투자는 양(+)의 관계를 가지고 있으며, 경쟁 정도와 투자는 역U자형의 관계를 가지고 있는 것으로 나타나서 Aghion et al. (2005), Friederiszick & Grajek. (2008), Hounghonon & Jeanjean (2016)과 같은 선행 연구들과 일관된 결과를 보여주었다.

2) 기술발전과 투자

Harmantzis & Tanguturi (2007)은 이동통신산업을 대상으로 리얼 옵션 모형을 이용하여 불확실성하의 두 가지 투자 대안에 대한 투자를 예측하였다. 하나는 2.5G에서 3G로의 확장을 지연시키는 투자안, 다른 하나는 2.5G 네트워크를 3G의 대안 기술인 Wi-Fi를 이용한 네트워크로 확장하는 투자안이다. 이 연구에서는 투자액, 가입자 수, 서비스 가격과 위험을 투자 결정의 과정의 핵심으로 보았다. Harmantzis & Tanguturi (2007)는 기술을 선택 가능한 것으로 보고 또한 기술의 선택으로 인한 투자를 비용으로 보고 분석을 하였다. 그리고 그 투자 결정에 있어서 가입자 전망, 서비스의 가격 등을 고려하여 가치를 측정하였다. 리얼 옵션 프라이싱 모형에 기술적 측면을 강조함으로써 이동통신사업자가 3G 기술로 전환할 때 결정해야 할 사항에 대해서 설명을 하였다. 그러나 이 연구는 경쟁자들의 행

위를 고려하지 못 했다는 한계점이 있다. 예를 들면, 과점시장인 이동통신시장에서는 경쟁자가 새로운 세대의 기술을 도입하게 되면 대응할 수 밖에 없는데 이러한 부분을 고려하지 못한 한계점이 있다.

Lin et al. (2018)은 통신산업에서 기술, 시장, 정부 사이의 상호작용에 대해서 논의하였다. 통신산업을 분석하기 위하여 기술-정부-시장의 프레임워크를 사용하였다. 이 연구는 산업 혁명의 관점에서 기술 혁신, 정부 규제, 시장 역학의 상호 작용 메커니즘을 상세히 설명하는 나선형 공진 모델(spiral co-evolution model)을 제시하고 있다. 이 연구는 통신산업의 발전이 기술, 정부규제, 시장의 공진화의 결과이고 그 중 기술이 가장 근본적인 동력이라고 주장하였다. 이 연구에서는 시장을 보이지 않는 손으로, 정부를 보이는 손으로 본 것에 비해, 기술을 제3의 손(third hand)으로 규정하고 제3의 손이 다른 두 요소와 함께 협력하여 통신산업의 발전을 근본적으로 이끌고 있다고 설명하였다.

Gruber (1999)은 이동통신의 대규모 시장 등장은 1990년대의 디지털 기술의 출현과 함께 시작되었다고 설명한다. 이러한 현상을 가능케 한 요인은 이용자 단말기와 전송 기술 양측면에서의 기술적 진보였다고 주장한다. 디지털 기술의 출현으로 인하여 과거 보다 더 효율적인 방식으로 주파수를 이용가능하게 되었고, 결과적으로 더 많은 가입자를 수용할 수 있게 되었다. 그로 인해, 고정비를 더 많은 가입자에게 분산시켜 더 낮은 단위당 비용 구현이 가능하게 되었다. 무엇보다도 기술 발전으로 인해 서비스 품질이 올라가고 더 다양한 서비스 제공이 가능하게 되었다. Gruber (1999)의 연구에 따르면 기술 발전이 서비스 제공 원가의 단가를 낮추어 준다고 볼 수 있다.

2. 가설설정

장석권 (2015)에 따르면, 우리나라에는 1984년에 아날로그 방식의 셀룰러 이동전화(1G)가 도입되었고, 1996년 디지털 방식의 CDMA 이동전화서비스(2G)가 도입되었다. 영상통화가 가능한 3G 기술은 2005년부터 상용화되었다. 현재 가장 많은 가입자들이 사용하고 있는 4G 서비스는 2011년부터 도입되었다. 세대별 발전에 가장 큰 변화는 데이터 전송속도의 변화인데, 2G 초기 14Kbps 수준이던 국내 이동통신 데이터 전송속도가 현재는 4G LTE 기준 20~30Mbps 이상의 속도를 제공하고 있다.

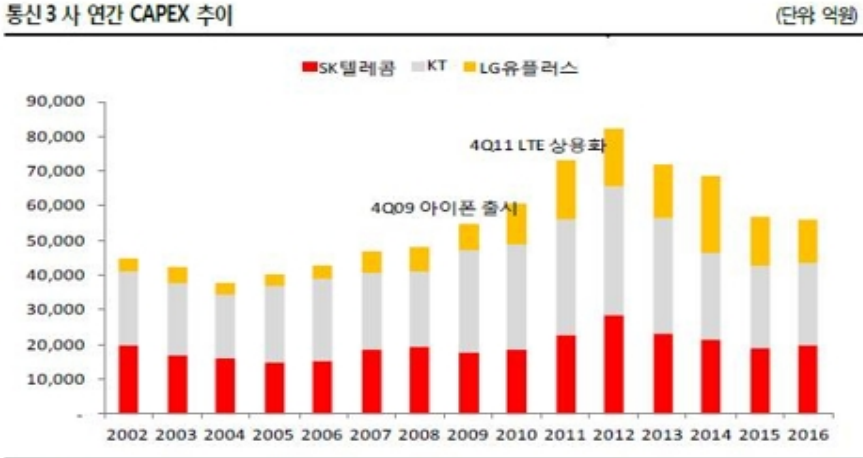
장석권 (2015)은 이동통신 투자는 일반적으로 대규모이고 새로운 기술을 도입하는 경우 신기술은 기존 기술과의 호환성이 필수적이라는 특징이 있다고 하였다. 또한 일반 상품과 마찬가지로 제품 수명이 있으며, 새로운 기술 도입과 주파수 사용과 관련하여 정부의 규제를 받고 있다는 점이 다른 산업과 다른 특징이라고 설명하였다.

선행연구들을 살펴보면, *Blundell, Griffith, & Van Reenen (1999)*, *Kang et al. (2012)*, *Genakos et al. (2015)*의 연구는 경쟁이 투자에 미치는 영향을 연구하였다. *Cambini & Rondi (2011)*, *Friederiszick & Grajek (2008)*, *Waverman et al. (2007)*의 연구는 규제가 투자에 미치는 영향을 분석하였다. 정 훈 외 (2016)의 연구는 경쟁, 규제, 재무적 수익성이 투자에 미치는 영향들을 분석하였다. 그러나 *Lin et al. (2018)*에서 제시한 제3의 손(third hand)인 기술의 발전이 투자에 미치는 영향을 실증적으로 살펴본 연구는 거의 없다.

이동통신시장에 새로운 기술이 도입되었을 경우에는 보통 투자는 즉각적으로 증가할 수도 있고 일정 정도의 시간이 지난 후 투자가 증가할 수도 있다. *Lin et al. (2018)*의 연구에 따르면 2.5G를 제공하던 이동사가 3G 도입을 5년 정도 연기시키는 옵션을 선택할 수 있다고 하였다. 그 이유는 3G를 도입하여 망 구축을 하는데 소요되는 투자비와 시장의 불확실성 때문에 기존의 2.5G를 더 오래 유지할 유인이 더 크다고 판단하였기 때문이다. 따라서 신기술 도입으로 시차는 발생하더라도 도입 전에 비하여 투자는 증가한다고 예상할 수 있다. 또한 *Gruber (1999)*는 새로운 기술의 도입으로 인하여 이동통신시장에서는 고정비를 더 많은 가입자가 나누어서 부담하게 되고 이것은 서비스 제공에 필요한 단가를 낮추게 된다고 하였다. *Gruber (1999)*의 연구 결과를 바탕으로 추론해보면, 서비스 제공의 단위당 월가가 낮아지게 되면 그 투자안의 순현재가치(Net Present Value)는 높아지게 된다. 따라서 투자수익률이 높아지게 되고 투자는 더 증가할 수 있다고 예상해 볼 수 있다.

아래의 <그림 1>은 통신사의 연간 CAPEX를 보여주는 자료이다. 국내 이동통신사의 연간 투자를 살펴보면, 2011년 LTE 상용화 최초 년도인 2011년부터 차년도인 2012년까지는 투자가 증가하다가 2013년부터는 투자가 감소하는 모양을 보이고 있다. 보급률 등 여러 가지 요인이 영향을 미치겠지만 4G 도입으로 인한 투자 증대 효과는 2년 정도만 유지되는 것으로 보인다. 3G가 도입된 2005년 이후를 살펴보면 도입 이후 지속적으로 투자는 증가하고 있는 것으로 나타났다.

<그림 1> 통신3사 연간 CAPEX 추이



자료 각사

* 출처: 고현실 (2018)

위의 결과들을 종합해보면, 이동통신기술발전이 이동통신사업자 투자에 미치는 영향이 있는 것으로 예상할 수 있다. 실증적 연구대상이 될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 이동통신기술의 발전이 이동통신사업자의 투자에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 다음의 가설 1을 설정하고 실증적 의문을 분석을 통해 살펴보고자 한다.

가설 1: 4G 도입은 이동통신사업자의 투자와 양(+)의 관계이다.

Ⅲ. 연구모형 설정 및 표본의 선정

1. 연구모형의 설정

이동통신기술발전이 투자에 미치는 영향을 분석하기 위하여 본 연구에서는 유사한 연구모형을 사용한 Hounghonon & Jeanjean (2016), 정 훈 외 (2016)의 연구 모형을 참조하여 연구 모형을 설정하였다. Hounghonon & Jeanjean (2016)은 현재의 투자는 한계 비용에 영향을 줌으로써 차후의 투자에 영향을 미치기 때문에 투자는 동태적 모형(dynamic model)을 이용하여 분석해야 한다고 설명하였다. Arellano

& Bond (1991)와 Blundell & Bond (1998)는 투자와 같이 전년도의 값에 직접적 영향을 받는 변수 분석 시에 GMM(Generalized method of moments)을 사용할 것을 제안하였다. 동적 패널 GMM 모형은 T가 작고 N이 큰 경우, 선형함수 관계인 경우, 종속 변수가 과거의 종속변수와의 상관관계 때문에 종속적인 경우, 독립 변수가 완전하게 외생적이지 않은 경우, 고정효과(fixed effects)가 있는 경우, 변수내의 이분산성과 자기상관이 있는 경우에 사용하도록 고안되었다 (Roodman, 2009). 또한 독립변수의 내생성 문제를 통제하기 위하여 종속변수는 t기의 값을 사용하였고 독립변수는 과거 변수인 t-1기의 값을 사용하였다.

종속변수는 CAPEX, 관심변수는 TECH를 사용하였고, 통제변수로는 수익성을 나타내는 EBITDA, 경쟁정도를 나타내는 CI, CI²을 사용하였다. 규제도 투자에 영향을 미친다고 선행연구에 의해 실증되었기 때문에 규제점수(REG)를 모형에 포함하였다. 그리고 국가별 소득수준을 나타내는 GDP와 사업자의 전년도 가입자 수를 통제변수에 포함하였다. 끝으로 연도효과를 통제하기 위하여 연도 더미를 모형에 포함하였다. 개별회사의 효과를 통제하기 위하여 회사고정효과(firm fixed effect model)모형으로 분석을 실시하였다. GMM은 종속변수의 전기(t-1) 변수를 독립변수에 포함하여 분석하는 모델이다. 특히, 독립변수로 사용되는 종속변수의 전기(t-1) 변수는 완전하게 외생적이지 않다는 가정을 하게 된다.

$$\ln CAPEX_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 TECH_{i,t-1} + \alpha_2 EBITDA_{i,t-1} + \alpha_3 CI_{i,t-1} + \alpha_4 CI_{i,t-1}^2 + \alpha_5 REG_{i,t-1} + \alpha_6 \ln GDP_{i,t-1} + \alpha_7 \ln SUB + Year Dum \quad (1)$$

- lnCAPEX_{i,t}: i기업의 t기 ln(Capital Expenditure)
- TECH_{i,t-1}: i기업의 t-1기의 기술 수준을 나타냄
- 4G_{i,t-1}: i기업의 t-1기에 4G 가입자가 있으면 1, 없으면 0
- 3G_{i,t-1}: i기업의 t-1기의 전체 가입자 수 중에서 3G 가입자의 비중
- 2G_{i,t-1}: i기업의 t-1기의 전체 가입자 수 중에서 2G 가입자의 비중
- EBITDA_{i,t-1}: i기업의 t-1기 EBITDA를 가입자수로 나눔
- CI_{i,t-1}: i기업의 t-1기 경쟁의 정도를 나타냄. CI_{i,t-1}=1-(EBITDA_{i,t-1}/서비스 매출액_{i,t-1})
- REG_{j,t}: OECD 발표 통신시장에 대한 규제 정도를 나타내는 점수
- lnGDP_{j,t-1}: i기업이 사업을 영위하는 국가의 t-1기 GDP, OECD발표 연간 GDP(Gross Domestic Product)에 자연로그를 취함
- lnSUB_{i,t-1}: i기업의 t-1기말의 이동통신 가입자 수에 자연로그를 취함
- Year Dum: 연도 더미

1) 종속변수

Grajek & Röller (2012), Friederiszick & Grajek (2008)에서는 유형고정자산 금액을 투자의 변수로 사용하였으나, 본 연구에서는 Bank of America Merrill Lynch Global Wireless Matrix에서 발표하는 CAPEX 금액(단위: 백만 USD)을 사용하였다. Global Wireless Matrix에서 사용하고 있는 CAPEX는 각 사업자들이 발표하는 연간의 투자지출을 의미한다. 예를 들면, 우리나라의 KT는 CAPEX를 투자지출이라고 표현하고 있으며, 가입자망, 기간망, 기업통신, 기타의 유형으로 구분하여 표시하고 있다(KT, 2019). 그러나 현재로서는 각 기업들은 투자지출을 이동통신 기술 세대별로는 구분하여 표시하지 않고 있다. 본 연구에서는 백만 단위로 표시되는 금액의 이분산성을 통제하기 위하여 자연로그를 취한 값을 사용하였다.

2) 관심 변수

본 연구의 연구 주제는 이동통신산업의 기술 발전이 이동통신사의 투자에 미치는 영향을 분석하는 것이다. 따라서 이동통신산업의 기술 발전을 보여주는 변수의 선택이 중요하다. 이동통신산업의 기술 발전은 세대별로 설명할 수 있다. 1세대(1G)부터 최근 5세대(5G)까지 나누어 볼 수 있다. 기술이 발전함에 따라 아날로그에서 디지털로, 음성 통화에서 데이터 사용까지 점차 속도가 높아지고 전달할 수 있는 정보의 양이 증가하고 있다. 이러한 기술의 발전을 모형에서는 4G라는 더미 변수를 이용하여 반영하였다. 4G 변수는 더미 변수로서 4G LTE 이동통신서비스의 가입자 수가 있으면 1의 값을 가지고 없으면 0의 값을 가진다. 4G 도입 이전과 이후를 구분하여 투자의 변화를 살펴보기 위해서이다. 3G 변수는 각 이동통신사의 전체 가입자 수에서 3G 가입자 수의 비중으로 설정하였다.

연구 모형을 살펴보면, 종속변수인 CAPEX는 t 기의 값으로 설정하였고 독립변수들인 EBITDA, CI, 가입자 수, 규제와 4G는 $t-1$ 기 값으로 설정하였다. 이렇게 설정한 이유는 이동통신사들의 투자가 주로 장기적 관점에서 투자가 이루어지기 때문이다. 이동통신사업에서 투자는 대부분 네트워크 투자로 이런 네트워크 투자는 단기적인 관점에서 즉각적으로 의사결정이 이루어지는 것이 아니라 기술의 발전, 가입자 수, 커버리지 등을 고려하여 장기적 관점에서 이루어지게 된다. 따라서 동일한 t 기의 독립변수들이 t 기의 투자에 영향을 미치기 보다는 전년도인 $t-1$ 기의 독립변수들이 영향을 미칠 가능성이 크다고 판단하였다. 특히, 4G 변수는

일반적으로 네트워크 투자가 일시에 전국망을 구성하는 것이 아니라 4~5년에 걸쳐서 전국망이 구축되고 또한 일정수준 이상의 가입자가 확보되었을 경우에 투자가 급격히 확대되기 때문에 도입 이후 시차를 두고 투자에 미칠 것으로 예상할 수 있다. 따라서 관심 변수인 4G와 3G는 t-1기의 값을 사용하여 분석하였다.

3) 통제 변수

이동통신기술 발전을 나타내는 변수로 4G 도입 여부를 보여주는 4G에 대한 더미 변수를 사용하였다. 본 표본의 연구기간 동안 이동통신기술은 2G, 3G, 4G가 혼재되어 나타난다. 따라서 2G의 가입자 비중과 3G의 가입자 비중을 통제변수에 포함하는 분석도 추가로 수행하였다.

수익성을 통제하기 위하여 EBITDA(Earnings Before Interests, Taxes, Depreciation and Amortization)를 사용하였다. EBITDA는 Bank of America Merrill Lynch에서 발표하는 개별 이동통신사업자의 자료를 사용하였다.

이동통신산업은 규제를 받는 산업이기 때문에 규제가 투자에 미치는 영향을 통제할 필요가 있다. 경쟁 정도를 나타내 주는 CI 변수는 Lerner Index를 경쟁 정도에 대한 대응치로 사용하였다. 기존의 연구들은 HHI(Herfindahl-Hirschman index)를 경쟁 정도를 나타내는 변수로 많이 사용해 왔다. 그러나 HHI는 독점도를 나타내는 지표로 경쟁 정도를 직접적으로 보여주지 못하는 단점이 있다. 본 연구에서는 Aghion et al. (2005), Hashmi & Van Biesebroeck (2010), Hounghonon & Jeanjean (2016), 정 훈 외 (2016)의 연구에서 사용한 Lerner Index를 경쟁 정도를 통제하기 위한 변수로 사용하였다. 산정방식은 다음과 같다.

$$\theta = 1 - \left(\frac{P - MC}{P} \right)$$

P는 가격, MC는 한계비용을 나타낸다. θ 가 1이면 P-MC가 0이 된다. θ 가 1이 되기 위해서는 (P-MC/P)가 0이 되어야 하는데, 그러기 위해서는 P-MC가 0가 되어야 한다. 결국 P와 MC와 동일하게 된다. θ 가 1이라는 것은 완전경쟁상태를 나타낸다. θ 가 1보다 작은 값을 가진다는 것은 완전 경쟁은 아니라는 것을 보여준다. 회계적으로 한계비용을 산정하기가 어렵기 때문에 Hounghonon & Jeanjean

(2016)와 정 훈 외 (2016)의 연구는 한계비용 대신에 EBITDA(Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization)를 사용하였다. 본 연구에서도 한계비용의 대용치로 EBITDA를 적용하여 θ 를 산정하였다.

규제점수(REG) 변수는 OECD가 통신시장에 대한 정부의 규제 정도를 점수로 표시하여 발표하는데, 이 자료를 사용하였다. OECD는 OECD 회원국에 대해서 2014년까지 일부 시장에 대한 규제점수를 발표하였다.

국가 수준의 소비여력 또는 구매여력을 통제하기 위하여 GDP를 사용하였다. Pargal (2003)과 Grajek & Röller (2012)의 연구에서는 당기의 GDP에 자연로그를 취한 변수를 통제변수에 포함하였다. 규모의 경제로 인한 효과를 통제하기 위하여 가입자 수(lnSUB)를 통제변수에 포함하였다. 가입자 수가 클수록 규모의 경제 발생 가능성이 높아진다. 연도 효과를 통제하기 위하여 연도 더미를 추가하였다.

2. 표본의 선정

본 연구에서는 Merrill Lynch Global Wireless Matrix¹에 제시된 OECD 국가의 통신사 2012~2014년 자료를 기초로 하여 표본을 구성하였다. Merrill Lynch Global Wireless Matrix에서 4G가 도입된 2012년부터 2014년까지의 24개국 75개 이동통신사의 213개의 회사-연도(firm-year) 자료를 추출하였다. 이에 대응되는 규제 점수와 GDP, 정보는 OECD에서 추출하였고 수익성 및 경쟁 정도를 보여 주는 변수를 만들기 위해 필요한 EBITDA, 가입자 수 정보는 Merrill Lynch Global Wireless Matrix에서 추출하였다.

표본의 연도별 및 국가별 분포는 <표 1>과 같다. 연도별 분포를 살펴보면 2012년이 70개, 2013년이 71개, 2014년이 72개로 구성되어 있다. 국가별 분포를 살펴보면 영국, 스페인, 이탈리아, 멕시코의 표본이 12개로 가장 많다. 우리나라의 이동통신사 표본 개수는 6개가 포함되어 있다.

<표 1> 표본의 연도별 및 국가별 분포

Code	2012	2013	2014	Total
AUS	3	3	3	9
AUT	3	3	3	9
BEL	3	3	3	9
CAN	3	3	3	9
CHE	2	3	3	8
CHL	1	1	1	3
DEU	4	4	3	11
DNK	3	3	4	10
ESP	4	4	4	12
FIN	3	3	3	9
FRA	3	3	4	10
GBR	4	4	4	12
GRC	3	3	3	9
ISR	3	3	3	9
ITA	4	4	4	12
JPN	3	3	3	9
KOR	2	2	2	6
MEX	4	4	4	12
NLD	3	3	3	9
NOR	3	3	3	9
NZL	1	1	1	3
PRT	3	3	3	9
SWE	3	3	4	10
TUR	2	2	1	5
Total	70	71	72	213

IV. 실증분석결과

1. 기술통계

본 연구에서 사용한 표본의 기술통계량은 <표 2>와 같다. 종속변수인 lnCAPEX의 평균은 5.966으로 나타났다. 금액으로는 7.83억 USD 정도 매년 자본적 투자(Capital Expenditure)로 투자를 하고 있는 것으로 나타났으며, 표본 중 최대 투자액은 96억 USD에 달하는 것으로 나타났다. 표본 중 전년도에 4G LTE 가입자를

가지고 있는 회사-연도는 213개 중 162개로 나타났다. 표본 중 4G LTE를 도입하여 가입자를 보유하고 있는 표본이 70%를 넘고 있다는 것을 보여준다. 3G의 가입자 비중 평균은 54.7%에 달하고 있으며 3G 가입자의 비중이 가장 큰 사업자는 일본 KDDI로 92.6%에 이르고 있다.

경쟁정도를 나타내는 CI의 평균은 0.649로 나타났다. 경쟁정도는 완전경쟁에는 미치지 못하고 있는 것으로 나타났다. OECD에서 발표하는 통신시장에 대한 규제 정도는 평균 0.867정도로 규제 정도는 매우 낮은 수준으로 유지되고 있는 것으로 볼 수 있다. GDP의 평균은 10.51로 나타났으며 금액으로는 38,362 USD에 이른다. 이동통신사업자들의 평균 가입자 수는 8.9465로 나타났으며, 실제 가입자 수로는 1,260만 명에 이르는 것으로 나타났다. 모든 변수는 극단치의 영향을 통제하기 위하여 상하위 1%수준에서 winsize하였다.

<표 2> 표본의 기술통계량

stats	N	mean	sd	min	p50	max
lnCAPEX _t	213	5.966	1.116	3.496	5.827	8.930
4G _{t-1}	213	0.761	0.428	0	1	1
3G _{t-1}	213	0.547	0.140	0.188	0.546	0.926
2G _{t-1}	213	0.410	0.175	0.037	0.424	0.808
EBITDA _{t-1}	213	0.129	0.077	-0.011	0.111	0.329
CI _{t-1}	213	0.649	0.123	0.430	0.641	1.030
CI _{t-1} ²	213	0.437	0.171	0.185	0.411	1.060
REG _{t-1}	213	0.867	0.400	0.270	0.690	1.700
lnGDP _{t-1}	213	10.51	0.311	9.703	10.57	11.11
lnSUB _{t-1}	213	8.945	1.005	6.933	8.857	11.09

2. 상관관계 분석

<표 3>에서는 식 (1)의 모형에 이용된 변수들의 피어슨 상관관계를 제시하였다. <표 3>을 보면, 기술 발전을 나타내는 4G 변수는 종속변수 lnCAPEX에 대해 유의한 양(+)의 상관계수를 보여주고 있다. 이러한 관계는 두 변수 간의 단순 상관관계에 기초한 결과이고 또한 식 (1)에 고 수익성과 규제 등의 투자에 유의적인 영향을 미칠 수 있는 통제변수가 고려되지 않은 결과라는 점에서, 일정 통제변수

가 고려된 다변량 회귀분석을 통해 다시 살펴볼 필요가 있다. 그러나 3G 변수의 경우에는 4G 변수와는 달리 투자와 양의 상관관계를 보이고 있으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 다변량 회귀분석에서 다시 살펴볼 필요가 있다. 상관관계에서 특이한 점은 3G와 4G의 상관관계가 통계적으로 유의한 상관관계를 보이고 있다는 것이다. 3G 가입자 비중이 높을수록 4G 도입 가능성이 커진다는 의미이다. 2G와 4G의 상관관계는 통계적으로 유의한 음(-)의 상관관계를 보이고 있다. 이것은 2G 비중이 높아질수록 4G 도입 가능성이 낮아지는 것으로 해석할 수 있다. 3G 가입자의 비중이 커질수록 4G 도입 가능성은 높아지는 결과를 보여주기 때문에 2G와 3G의 상관관계는 음(-)의 상관관계가 예상되는데, 상관관계수에서도 통계적으로 유의한 음(-)의 상관관계수를 보여주고 있다.

통제변수인 EBITDA, lnSUB는 종속변수 lnCAPEX에 대해 유의한 양(+의 상관)계수를 보여주고 있다. 이 결과는 수익성과 가입자 수가 이동통신사의 투자와 양(+의 상관)관계를 가지고 있다는 것을 보여주고 있다. 규제 강도를 보여주는 규제점수(REG)와 lnCAPEX는 음(-)의 통계적으로 유의한 상관관계를 보여주고 있는데, 규제가 강할수록 투자는 감소한다는 관계를 보여 주고 있다. lnCAPEX와 lnSUB의 상관계수는 통계적으로 유의한 양(+의 상관)관계를 보여 주고 있다.

<표 3> 피어슨 상관계수

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
(1) lnCAPEX _t	1									
(2) 4G _{t-1}	0.159*	1								
(3) 3G _{t-1}	0.0796	0.207**	1							
(4) 2G _{t-1}	-0.165*	-0.303***	-0.880***	1						
(5) EBITDA _{t-1}	0.334***	0.0977	0.209**	-0.271***	1					
(6) CI _{t-1}	-0.227***	-0.0212	-0.0385	0.0404	-0.615***	1				
(7) CI _{t-1} ²	-0.211**	-0.0181	-0.0635	0.0629	-0.615***	0.993***	1			
(8) REG _{t-1}	-0.147*	0.0364	-0.239***	0.212**	0.152*	-0.0295	-0.00948	1		
(9) lnGDP _{t-1}	-0.0920	0.258***	0.351***	-0.363***	0.430***	-0.102	-0.115	0.161*	1	
(10) lnSUB _{t-1}	0.860***	-0.00170	-0.0187	-0.0221	0.0919	-0.272***	-0.260***	-0.220**	-0.341***	1

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

3. 이동통신기술 발전이 투자에 미치는 영향

가설 1을 검증하기 위하여 식 (1)의 모형을 이용한 GMM을 이용하여 분석을 실시하고 그 결과를 <표 4>에 보고하였다. 4G 변수는 더미 변수로 4G 가입자가 존재하는 경우에는 1, 그렇지 않으면 0인 더미변수로 측정하였다. 3G변수는 전체 이동통신가입자 중 3G 가입자 비중으로 측정하였다. 3G 변수를 4G변수와 같은 더미변수로 측정하지 않고, 3G 가입자 비중으로 측정한 것은 표본에 포함된 이동통신사들이 모두 3G 서비스를 제공하고 있어서 3G를 더미변수로 측정하게 되면 모두 1의 값을 가지게 되는 문제가 있었기 때문이다.

<표 4>의 칼럼 (1)을 살펴보면, 4G의 계수는 0.122이고 1% 수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 4G 도입 후 차년도부터 그 이전에 비해 투자가 증가한다는 가설 1을 지지하는 결과이다. 경쟁정도를 나타내는 CI의 계수 값은 3.316이고 5% 수준에서 통계적으로 유의하였으며, CI^2 의 계수 값은 -2.791이고 1% 수준에서 통계적으로 유의한 값을 가지는 것으로 나타났다. Aghion et al. (2005), Friederiszick & Grajek. (2008), Hounghbonon & Jeanjean (2016)의 선행연구들의 결과와 일관되게 역U자형의 관계를 가지는 것으로 나타났다.

<표 4>의 칼럼 (2)에서는 3G 가입자의 비중을 통제변수로 포함하였다. 4G의 계수는 0.108이고 1% 수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 4G 도입 후 차년도부터 그 이전에 비해 투자가 증가한다는 가설 1을 지지하는 결과이다. 3G와 EBITDA의 계수는 양(+)의 계수 값을 보여주었으나 통계적 유의성은 나타나지 않았다.

<표 4>의 칼럼 (3)에서는 2G 가입자의 비중을 통제변수로 포함하였다. 4G의 계수는 0.126이고 1% 수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 4G 도입 후 차년도부터 그 이전에 비해 투자가 증가한다는 가설 1을 지지하는 결과이다. 2G의 계수는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다.

<표 4>의 칼럼 (4)에서는 3G 가입자의 비중과 2G의 가입자 비중을 통제변수로 포함하였다. 4G의 계수는 0.115이고 1% 수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 4G 도입 후 차년도부터 그 이전에 비해 투자가 증가한다는 가설 1을 지지하는 결과이다. 3G의 계수는 0.656이고 5%수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 2G 가입자의 비중은 투자에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

<표 4> 이동통신기술 발전이 투자에 미치는 영향

VARIABLES	(1)	(2)	(3)	(4)
	lnCAPEX _t	lnCAPEX _t	lnCAPEX _t	lnCAPEX _t
Constant	-1.549 (0.781)	-0.738 (0.880)	-2.348 (0.690)	-7.739 (0.280)
lnCAPEX _{t-1}	0.471*** (0.000)	0.458*** (0.000)	0.466*** (0.000)	0.439*** (0.000)
4G _{t-1}	0.122*** (0.004)	0.108** (0.015)	0.126*** (0.005)	0.115*** (0.008)
3G _{t-1}		0.238 (0.142)		0.656** (0.021)
2G _{t-1}			-0.002 (0.997)	1.175 (0.103)
EBITDA _{t-1}	0.382 (0.667)	0.504 (0.572)	0.374 (0.671)	0.689 (0.429)
CI _{t-1}	3.316** (0.034)	3.058* (0.056)	3.281** (0.036)	2.655* (0.099)
CI _{t-1} ²	-2.791*** (0.004)	-2.571** (0.011)	-2.769*** (0.005)	-2.194** (0.033)
REG _{t-1}	-0.363 (0.290)	-0.347 (0.345)	-0.339 (0.328)	-0.156 (0.646)
lnGDP _{t-1}	0.604 (0.283)	0.508 (0.313)	0.672 (0.242)	1.071 (0.104)
lnSUB _{t-1}	-0.254** (0.028)	-0.230** (0.042)	-0.242** (0.038)	-0.200* (0.092)
Sargan-Hasen test(p-value)	0.4513	0.4211	0.3831	0.4513
Arellano-Bond test for AR(1)	0.0043	0.0043	0.0037	0.0043
Arellano-Bond test for AR(2)	0.2416	0.2494	0.2502	0.2416
Observations	213	213	213	213
Number of firm	75	75	75	75
Year Dum	Yes	Yes	Yes	Yes
Firm FE	Yes	Yes	Yes	Yes

pval in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

V. 결론

본 연구는 이동통신기술 발전이 이동통신사업자의 투자에 미치는 영향을 연구하여 이동통신산업의 투자정책 및 규제정책 등 관련 정보통신정책 수립에의 시사점을 도출하고자 하였다. 특히, 선행연구들은 주로 수요 측면, 경쟁 측면, 규제 측면 등이 이동통신사업자의 투자에 미치는 영향을 분석하였으나 본 연구는 이동통신기술발전이 투자에 미치는 영향을 분석하였다.

본 연구는 이동통신산업에서 가장 중요한 동력 중 하나인 이동통신기술발전이 이동통신사업자의 투자에 미치는 영향을 규명하고자 하였다. 구체적으로 본 연구에서는 4G의 도입이 투자에 어떤 영향을 주는지 또한 3G 가입자 비중과 2G 가입자 비중을 통제한 상황에서도 최신 기술인 4G 도입이 투자에 어떤 영향을 미치는 지를 살펴보았다. 이를 알아보기 위해서 본 연구는 이동통신사들의 자본적 지출(CAPEX)를 종속변수로 설정하고 관심변수로는 4G 도입 여부를 설정하였다. 이 모형을 동적 패널 GMM(Dynamic Panel Generalized Method of Moments)을 이용하여 분석하였다.

본 연구의 분석결과는 다음과 같다. 첫째, 4G 도입은 이동통신사들의 투자를 증가시키는 효과를 가지고 있다. 이동통신시장에 신기술이 도입되면 이동통신사들의 투자도 증가하게 된다는 결과이다. 둘째, 4G 도입이 이동통신사업자의 투자를 증가시키는 효과는 3G가입자 비중과 2G 가입자 비중을 고려하더라도 유효하다. 이러한 결과는 여러 가지 기술이 혼재할 수밖에 없는 이동통신산업에서는 구세대 기술의 비중에 관계없이 새로운 기술의 도입으로 인하여 투자는 증가하게 된다는 것을 보여준다. 특히, 이동통신산업에서는 세대가 진화함에 따라 음성과 데이터 통화량이 폭발적으로 증가하고 있고 이를 수용하기 위해서는 새로운 세대의 기술이 출현함에 따라 투자가 증가한다고 해석할 수 있다.

본 연구의 공헌점은 첫째, 본 연구는 이동통신기술발전이 이동통신사업자의 투자에 미치는 영향을 분석하여 실증적 증거를 제시하고 있다. 이동통신사업의 투자결정 요인을 살펴본 선행연구들은 주로 경쟁이 투자에 미치는 영향을 분석하거나 (Houngbonon & Jeanjean, 2016), 규제가 투자에 미치는 영향을 분석하였다 (Hausman & Sidak, 2005; Friederiszick et al., 2008; Grajek & Röller, 2012). 선행연구들은 기술발전과 투자의 관계를 다루지 못하고 있다. 둘째, 우리나라를 포함

하여 전세계의 다양한 국가와 이동통신사업자들의 자료를 이용하여 연구 결과의 신뢰성을 높였다는 점이다. 기존의 선행연구들은 주로 유럽 국가만을 대상으로 연구하였거나 소수의 국가를 대상으로 연구를 한 경우가 많았다 (Hausman & Sidak, 2005; Friederiszick et al., 2008; Grajek & Röller, 2012). 본 연구는 OECD 회원국 중 24개국 75개의 서로 다른 기술 수준의 이동통신사업자들의 자료를 대상으로 실증 분석을 수행하여 연구 결과의 신뢰성을 높였다. 아울러 본 연구의 결과는 학계 뿐만 아니라 이동통신산업 발전의 한 축을 담당하는 규제기관 및 정책당국에게도 향후 5G, 6G 지속적인 발전이 예상되는 이동통신산업 정책 입안시 기술 도입 후 시차를 두고 투자가 증가한다는 사실을 고려할 필요가 있다는 시사점을 제공할 것으로 기대된다.

이상의 공헌점과 시사점을 제공하지만 본 연구는 다음과 같은 한계점이 있다. 첫째, 본 연구가 주로 2차 자료를 이용하여 분석하여 연구하였다는 점이다. 투자, EBITDA 등의 변수는 재무제표를 통해서 추출 가능한 자료이다. 그러나 회계자료 수집이 가능한 표본의 개수가 매우 제한적이어서 Merrill Lynch Global Wireless Matrix¹에서 발표하는 자료를 바탕으로 분석을 할 수 밖에 없었다. 둘째, 자료의 한계로 인하여 장기적인 분석을 하지 못했다. 1세대 도입 시기 부터의 자료를 확보할 수 없어서 더 장기적인 기간을 대상으로 한 분석을 하지 못한 한계가 있었다는 점을 밝혀둔다. 이동통신사업자들에 대한 데이터가 더 보완되어 후속 연구에서 이러한 한계점들이 개선되기를 기대한다.

참고문헌

- 장석권 (2015). 경쟁상황에서 이동통신의 전략적 투자 의사 결정을 위한 실물옵션 모형의 확장과 적용. 『*Telecommunications Review*』, 25(1).
- 김승건 · 김종학 · 최승규 · 박준아 · 양창준 (2009). 『통신사업자 투자에 따른 파급효과 연구』, 방송통신위원회 연구보고서.
- 정 훈 · 전홍민 · 김인혜 (2016). 『이동통신사업자의 투자 결정 요인에 관한 연구』, 정보통신정책연구원.
- 고현실 (2018). 5G ‘편의 전쟁’막 오른다...설비 투자만 10조 이상. 『연합뉴스』, 2018. 1. 1.
- KT (2019). KT ‘18년 연간 실적발표, 2019. 2. 12.
- Aghion, P., Bloom, N., Blundell, R., Griffith, R., & Howitt, P. (2002). Competition and innovation: An inverted U relationship (No. w9269). National Bureau of Economic Research.
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The review of economic studies*, 58(2), 277-297.
- Bank of America Merrill Lynch (2012). Global Wireless Matrix 12 1Q.
_____ (2015). Global Wireless Matrix 15 3Q.
_____ (2016). Global Wireless Matrix 15 4Q.
- Blundell, R., & Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of econometrics*, 87(1), 115-143.
- Cambini, L., & Rondi (2011). *Capital Structure and Investment in Regulated Network Utilities: Evidence from EU Telecoms, Industrial and Corporate Change*. Oxford Univ Press.
- Friederiszick, H., & Grajek (2008). Analyzing the Relationship between Regulation and Investment in the Telecom Sector. Working paper.
- Genakos, C., Valletti, T., & Verboven, F. (2015). Evaluating market consolidation in mobile communications. *Centre on Regulation in Europe*.
- Grajek, M., & L., Röller (2012). Regulation and Investment in Network Industries: Evidence from European Telecoms. *Journal of Law and Economics*, 55(1), 189-216.
- Gruber (1999). An Investment View of Mobile Telecommunications in the European Union. *Telecommunication Policy*, 23(7-8), 521-538.

- Harmantzis, F. C., & Tanguturi, V. P. (2007). Investment decisions in the wireless industry applying real options. *Telecommunications Policy*, 31(2), 107-123.
- Hashmi, A. R., & Van Biesebroeck, J. (2010). Market structure and innovation: a dynamic analysis of the global automobile industry (No. w15959). National Bureau of Economic Research.
- Hausman, J. A., & Sidak, J. G. (2005). Did mandatory unbundling achieve its purpose? Empirical evidence from five countries. *Journal of Competition Law and Economics*, 1(1), 173-245.
- Houngbonon, G. V., & Jeanjean, F. (2016). What level of competition intensity maximises investment in the wireless industry? *Telecommunications Policy*, 40(8), 774-790.
- Kang, F., Hauge, J. A., & Lu, T. J. (2012). Competition and mobile network investment in China's telecommunications industry. *Telecommunications Policy*, 36(10), 901-913.
- Lin, X., Lv, T. J., & Chen, X. (2018). The coevolutionary relationship of technology, market and government regulation in telecommunications. *China Communications*, 15(8), 152-173.
- OECD (2019). Indicators of Product Market Regulation Homepage Sector Regulation. Retrieved Feb 19, 2019, <http://www.oecd.org/economy/reform/indicatorsofproductmarketregulationhomepage.htm#indicators>
- Pargal, S. (2003). Regulation and private sector investment in infrastructure: Evidence from Latin America. World Bank policy research working paper, (3037).
- Rajabiun, S., & C., Middleton (2015). Regulation, Investment and Efficiency in the Transition to Next Generation Broadband Networks: Evidence from the European Union. *Telematics and Informatics*, 32(2), 230-244.
- Roodman, D. (2009). How to do xtabond2: An introduction to difference and system GMM in Stata. *The Stata Journal*, 9(1), 86-136.
- Sabat (2005), The Network Investment Economies of the Mobile Wireless Industry. *Information Systems Frontiers*, 7(2), 187-206.
- Waverman, L., Meschi, M., Reillier, B., & Dasgupta, K. (2007). Access regulation and infrastructure investment in the telecommunications sector: an empirical investigation. LECG Analysis with support of ETNO.