

정보통신 투자와 경제성장의 인과관계 분석

(The Causal Relationship between Telecommunications Investment and Economic Growth)

김범환* 김상규**
(B. H. KIM, S. K. KIM)

본고는 한국을 포함한 17개 OECD국가의 9개년간의 시계열자료와 횡단자료를 결합한 panel 자료를 가지고 전기통신 투자와 경제성장간의 인과관계를 분석한다. 결과로 전기통신투자와 경제성장간의 상호적인 인과관계를 확인한다. 이에 따라 2015년까지 정보통신기반투자가 우리나라의 경제성장에 영향을 미칠 뿐만 아니라 경제가 성장함에 따라 정보통신 투자가 유발된다는 사실을 경험적으로 제시한다

I. 서론

산업사회로 접어든 이후 1980년대까지만 해도 대부분의 국가에서는 도로, 항만 등 각종 물류수송을 위한 시설이 사회발전의 주요 기간 시설로 인식되었던 것으로 보인다. 1990년대부터는 정보통신망이 산업의 국제경쟁력을 확보하고 기초과학 및 응용 연구분야의 기술개발능력을 높이는 주요 요인이라는 인식이 확대되고 있다. 미국, 일본 등을 위시한 일부 국가에서는 '정보인프라'의 구축에 적극적으로 나서고

있으며,¹⁾ 우리나라 정부도 2015년까지 3단계에 걸쳐서 약 45조 원을 정보통신산업에 투자하는 초고속 국가정보통신망 구축계획을 발표한 바 있다.

미국은 정보고속도로 구축에 의한 예상 파급효과로 2007년을 기준으로 했을때, 1,940~3,210억 달러의 GDP 증대 및 20-40%의 생산성 향상 등의 경제성장을 전망하고 있다. 일본의 경우는 전국적으로 광케이블이 구축되면 2010년에는 123조 엔(920조 원, GDP의 약 6%)에 이르는 멀티미디어 시장과 240만

1) 이러한 움직임은 국가정보통신기반구조(National Information Infrastructure; NII)의 일환으로 정보고속도로(Information Super Highway) 구축을 위한 미국의 계획, '신사회자본'의 개념하에 전국적인 광케이블 통신망을 구축하려는 일본의 계획, 싱가포르의 IT2000 프로젝트 등으로 구체화되고 있다

* 기술정책연구실 선임연구원

** 고려대학교 경제연구소

명(총 노동인구의 약 4%)의 신규고용 창출 효과가 있을 것으로 전망하고 있다. 앞으로 우리나라에서 이루어질 정보통신 분야에 대한 45조 원의 투자도 경제전반에 막대한 파급효과를 가져올 것으로 보인다.

이러한 예상 파급효과와 추정치는 미래에 대한 비전을 제시한다는 점에서 매우 의미있는 일이며, 전망치에 대한 신뢰성은 정보통신망 구축을 위한 투자재원 확보에 결정적인 영향을 미칠 것이다. 그런데, 정보통신산업 투자에 따른 경제전반에 대한 영향을 정량적 추정치로 제시하는 데는 정보통신산업의 투자경제성장을 선도한다는 점이 암묵적으로 전제되어야 한다. 또, 정보통신산업에 대한 투자효과 전망치의 실현 가능성에는 예상치의 속성상 불확실성이 따르게 된다. 막대한 규모의 투자계획 수립과 그에 따른 파급효과를 전망하기 전에, 암묵적 전제를 배제하고 실현 가능성에 대한 신뢰도를 제고하기 위해서는 정보통신산업 투자가 경제성장을 선도하는가에 대한 실증적 검증을 제시할 필요성이 있다.

따라서 본 연구는 과거자료를 이용하여 정보통신산업의 투자가 경제성장을 선도하는지를 확인하고자 한다. 이를 위해 본 연구는 II장에서 IV장까지 Granger Causality 개념에 비추어 정보통신산업에 대한 투자와 경제성장간의 인과관계를 분석한다. V장에서는 분석 결과들을 종합하고 결론을 제시한다.

II. 연구목적 및 연구방법

1. 연구목적

정보통신투자와 경제성장의 인과관계를 분석하는 것은 정보통신 기반투자가 국민소득이 증대함에

따라 발생하는 유발투자의 속성이 강한지, 아니면 경제성장을 주도하는 선행적 투자로서의 속성이 강한지를 규명하여, 앞으로 정보통신산업에 대한 선도적 투자의 정당성을 밝히는 것을 목적으로 한다.

2. 연구방법

두 변수간의 인과관계를 규명하는 방법은 간단한 통계량을 이용하는 방법과 잘 정의된 변수간의 인과(causality) 개념에서 출발하여 분석하는 방법 등 여러 가지가 있다. 그 중에서 가장 많이 이용되는 방법은 Granger(1969)에 의해 최초로 시도된 인과관계 분석으로서, 이는 확률적 변수의 예측력에 의해 인과관계를 정의함으로써 객관성을 유지하면서 검정이 수월하다는 장점이 있다.

본 연구에서도 Granger Causality Test 방법을 채택하기로 한다. Granger의 인과관계에 대한 정의 및 분석방법은 다음과 같다.

'만일 X의 과거치가 Y의 미래치를 예측하는 데 유용하고 X의 과거치가 갖는 정보를 다른 변수가 제공하지 못할 때, X는 Y의 원인이 된다(X causes Y).'

$$Y_t = \sum_{j=1}^m a_j Y_{t-j} + \sum_{j=1}^m b_j X_{t-j} + U_t \quad (1): \text{제약되지 않은 식}$$

$$Y_t = \sum_{j=1}^m a_j Y_{t-j} + U_t \quad (2): \text{제약된 식}$$

위 두 식을 추정하여, 두 방정식의 회귀잔차의 자승합(sum of squared residual; SSR)을 구하여 (3)의 F-통계량을 계산한 다음, 주어진 유의수준

$$F_{(L, N-M)} = \frac{(SSR_R - SSR_{UR}) / L}{(SSR_{UR}) / (N-M)} \quad (3)$$

- SSR_R : 제약된 모형의 회귀잔차의 자승합
- SSR_{UR} : 제약되지 않은 모형의 회귀잔차의 자승합
- N : 관측치의 수
- M : 제약되지 않은 모형의 추정계수의 수
- L : 제약의 수

하에서 자유도 (L, N-M)의 F-통계량이 식(3)의 통계량보다 더 클 경우, 즉 SSR_R과 SSR_{UR}의 차이가 통계적으로 의미가 없으면 제약되지 않은 식의 X의 계수가 0이라는 귀무가설(歸無假說)이 수락되어 X는 Y의 원인변수가 아니고, 반대의 경우 귀무가설은 기각되어 X가 Y의 원인 변수가 된다. 식(3)의 추정결과 X가 Y의 원인이라는 결과가 나왔으며, 다시 Y를 종속변수로하고 X를 설명변수로 설정한 식의 분석결과도 Y가 X의 원인이라는 결과가 유도되었다면 X, Y가 피드백 관계(feedback relation)에 있다고 판단한다.

III. 분석자료

1. 기존 연구

정보통신투자와 경제성장의 관계를 분석한 기존 연구로는 DRI(1991),²⁾ 이찬호(1994)³⁾ 등이 있다. DRI는 1958 - 88년 기간의 미국의 전기통신 투자와 총산출물의 관계를 Granger Causality Test하였는데, '전기통신 투자와 사용량의 증가는 통계적인 의미에서 이듬해의 성장을 알아 볼 수 있는 좋은 예측치라는 것을 강력히 시사한다'라는 결론을 제시하였다. 그러나 DRI의 연구는 각 변수를 1차미분 혹은 1차차분하여 분석에 적용함으로써 변수의 장기적 정보가 상실되어 추정된 계수의 의미는 정보통신 기반투자의

증가율이 GNP증가율에 영향을 준다는 의미로 해석되어야 타당하다. 또, 이찬호는 우리나라의 1963 - 91년 기간의 전기통신투자를 대표할 수 있는 몇 가지의 변수와⁴⁾ 경제발전을 대표하는 국민총생산의 관계를 분석하였으며, 전기통신투자와 국민총생산은 상호간에 Granger Cause하는 feedback relation에 있다는 결과를 얻었다. 이를 토대로 이찬호는 전기통신 투자가 한국에서 경제발전을 증진시키는 데 중요한 역할을 담당하였음을 의미한다고 하였다. 이찬호의 경우는 오차수정모형(error-correction model)을 분석에 적용하였는데, 따라서 투자변수가 1차차분의 형태로 이용되게 되므로 DRI의 경우와 유사한 계수해석에 있어서의 문제점을 갖게 된다.

2. 분석자료

본 연구에서는 정보통신 기반투자로 정보통신의 시설능력을 나타내는 '100인당 전화시설 회선수'의 1차차분 변수를 채택하였다. '100인당 회선수'는 총회선수를 100인당 규모로 표시한 저장(stock) 변수이므로 1차차분을 할 경우 시설투자 변수로 해석할 수 있다. 경제성장을 나타내는 변수로는 국내총생산(GDP)을 채택하였다. 또, 우리나라의 시계열자료 혹은 외국의 시계열자료를 이용한 연구는 이찬호

2) DRI, "The Contribution of Telecommunications Infrastructure to Aggregate and Sectoral Efficiency," 1991, 2.
 3) 이찬호, "한국의 전기통신투자와 경제성장간의 유인관계분석," Telecommunications Review
 4) 이찬호(1993)는 전기통신 투자를 대표하는 변수로 전화교환회선수와 총전화건수(number of telephone sets)의 증가율, 토지와 건물에 대한 비용을 포함한 총자본 투자(gross capital investment)와 이러한 비용을 제외한 총투자, 그리고 기계시설 및 선로시설에 대한 총투자를 이용하였다.

(1993), DRI(1991)가 이미 있으므로, 본 연구에서는 우리나라와 17개 OECD 국가의 1983년에서 1991년까지 9년간의 시계열자료와 횡단면자료를 결합(pooling)한 panel 자료에 대해 분석을 시도하였다.⁵⁾

분석대상 국가와 변수의 선정은 자료획득 가능성이 가장 중요한 척도였다.⁶⁾ '100인당 전화시설 회선수' 자료는 '정보통신산업 통계집'을⁷⁾ 이용하였다. 각국의 횡단면 자료와 시계열 자료가 동시에 분석되려면, 각국의 국내총생산이 동일한 unit와 scale을 가져야 하므로 본 연구에서는 각국의 국내총생산을 백만 달러 단위로 통일하여 분석에 적용하였다. 각국별 국내총생산 및 대미환율의 출처와 원자료의 속성은 <표 1>과 같다.

<표 1> 각국별 자료의 출처와 속성

	OECD ⁸⁾	IFS ⁹⁾
10억단위	프랑스, 이태리, 스웨덴, 미국, 일본	오스트리아, 벨기에, 덴마크, 스페인, 그리스, 아일랜드, 한국, 네덜란드, 노르웨이
백만단위	호주, 캐나다, 영국	뉴질랜드

주: 1) OECD man economic indicator ver.3.
 2) IMF, *International Financial Statistics*, 1991 and 1994.
 3) 각국의 환율은 모두 OECD 자료, 각국의 GDP는 모두 자국 화폐표시로서 계절조정된 것임.

IV. 분석방법 및 결과

1. 분석방법

Panel자료에 대한 추정방법은 within estimator (fixed effect) 모형과 GLS 추정방법인 error component (random effect) 모형이 있다. Fixed effect 모형은 국별 규모의 차이와 같은 횡단면특성(individual effect) 혹은

은 기간별 구조의 차이와 같은 시계열특성(time effect)이 서로 다른 상수항을 갖는 것으로 상정하고, panel 자료로부터 각 횡단면 자료의 평균을 뺀 자료로 전환하여 추정하는 방법이다. Random effect모형은 최소자승법에 의해 구해지는 오차항에 individual effect, time effect, pure random effect가 포함되어 있다고 보고, 최소자승법에 의해서 구한 오차에서 individual, time effect를 제외한 error component를 추출하는 방식으로 자료를 전환하여 추정하는 GLS추정방법이다. 따라서 fixed effect모형은 random effect 모형의 제한적인 경우라고 말할 수 있다.

두 방법 중에 어느 것을 선택하는가 하는 것은 추정식의 설명변수들과 오차항의 상관관계에 의해서 결정된다. 본 연구에서 사용한 GDP는 국가별로 규모의 차이가 커서 individual effect가 뚜렷하지만, '100인당 회선수의 증분'의 변화는 국가간 individual effect가 별로 크지 않다. Fixed effect 모형을 선택할 경우 정보통신기반투자가 국가간에 서로 다른 상수항을 가질 정도로 individual effect가 뚜렷하다고 보기 어려운 면이 있으므로, 본 연구에서는 random effect 모형을 선택하는 것이 합리적이라고 판단된다.

실제 추정에 적용한 추정식을 GDP를 종속변수로 한 경우와⁸⁾ 회선수의 증분(TEL)을 종속변수로 한 경우⁹⁾에 대해 각각의 제약되지 않은 식을 표현하면 다음과 같다. 각 모형에서 제약된 식은 우변의 제 4, 5항을 제외한 형태가 된다.¹⁰⁾

5) 정보통신에 대한 시설투자변수를 기준으로 9년간의 자료임
 6) OECD 국가 중 분석대상국은 백인당 회선수, GDP, 대미환율 자료를 기준으로 각 자료가 1982 - 91년 기간에 유용한 국가만을 선정하였다
 7) 한국전자통신연구소, 정보통신산업 통계집, 기술정책연구자료93-01(통권 제5호), 1993 8

$$GDP_{kt} = CONS + GDP_{kt-1} + GDP_{kt-2} + TEL_{kt-1} + TEL_{kt-2} \quad (4)$$

$$TEL_{kt} = CONS + TEL_{kt-1} + TEL_{kt-2} + GDP_{kt-1} + GDP_{kt-2} \quad (5)$$

2. 분석결과

우선 '정보통신 기반투자가 경제성장을 선도하는가' 라는 가설을 검증한 결과를 보기로 하자.

$$GDP_{kt} = -0.005 + 1.838 \cdot GDP_{kt-1} - 0.837 \cdot GDP_{kt-2} + 0.004 \cdot TEL_{kt-1} - 0.004 \cdot TEL_{kt-2}$$

(0.001) (0.019) (0.019) (0.001) (0.001)

$R^2 = 0.99$, ()은 표준오차

$F(2, 121) = 12.453^{11)}$

F-통계량에 대한 임계유의수준 = 0.000

분석이 panel 자료에 의한 것이라는 점을 감안한다면, R^2 가 아주 높게 추정되었는데, 이는 특정기간의 횡단면 자료를 이용한 GDP와 회선수의 증분의 상관관계가 0.6 이상으로 높은 편이었다는 자료상의 특성이 반영된 결과로 보인다. Granger Causality Test의 검정통계량이 $F(2, 121) = 12.453$ 으로 아주 높게 나타나, 아주 낮은 유의수준하에 '제약되지 않은 식에서 TEL의 시차변수들의 계수가 0'이라는 귀무가설은 기각되고 TEL변수가 GDP의 변화를 설명하는 것

으로 나타났다. 이러한 결과는 정보통신에 대한 기반투자가 경제성장을 선도한다는 것을 의미한다.

'경제성장이 정보통신기반투자를 유발시키는가'라는 가설을 검증한 결과는 다음과 같다.

$$TEL_{kt} = -0.109 + 2.056 \cdot TEL_{kt-1} - 1.056 \cdot TEL_{kt-2} - 0.113 \cdot GDP_{kt-1} + 0.122 \cdot GDP_{kt-2}$$

(0.025) (0.022) (0.022) (0.363) (0.363)

$R^2 = 0.99$, ()은 표준오차

$F(2, 121) = 13.568$

F-통계량에 대한 임계유의수준 = 0.000

이 모형에서도 R^2 가 높게 나왔으며 Granger Causality의 검정통계량 $F(2, 121) = 13.568$ 로 높게 나타나서, 아주 낮은 유의수준하에 '제약되지 않은 식의 GDP의 시차변수들의 계수가 0'이라는 귀무가설은 기각된다. 즉, GDP변수가 TEL변수의 원인변수라는 것이다.

GDP를 종속변수로 한 모형과 TEL을 종속변수로 한 모형에서 모두 귀무가설이 기각되어, 정보통신 기반투자는 경제성장을 선도하며 경제성장도 정보통신에 대한 기반투자를 유발시킨다는 결과가 동시에 나타나는 feedback relation으로 분석되었다.

3. 분석의 시사점 및 한계

정보통신 투자와 경제성장간에 피드백관계로 분석되었는데, 양방향의 관계에 대한 검정통계량의 차이가 미미해서 어느 한 방향의 영향이 더 크다고 판단하기에는 어려움이 있다. 정보통신에 대한 기반투자의 영향이 정량적으로 포착되기보다는 일상의 생활에서 나타나는 질적인 변화가 크다는 데에 일반적

8) '정보통신투자가 경제성장의 원인변수인가'를 검증하는 모형.
 9) '경제성장이 정보통신투자의 원인변수인가'를 검증하는 모형.
 10) 이러한 분석에서 시차의 결정은 일반적으로 Akaike · Schwartz의 기준이나, 두 변수간의 표본교차상관계수(sample cross-correlation)를 이용한다. 본 연구에서는 국가간 표본교차상관계수값을 기준으로 하여, (4), (5)식에서 t-2까지의 시차를 적용하였다.
 11) 제약되지 않은 식을 추정한 후 계산한 (3)의 F-통계량.

으로 이견이 없는 것으로 보인다. 또, 이러한 결과가 특정 국가의 시계열 자료에 의존한 것이 아니라 18개 국가의 결합자료를 이용하여 검증한 결과라는 점을 고려할 때, 본 연구의 분석결과는 정보통신 산업에 대한 선도적 투자의 정당성을 제공하는 것으로 판단된다.

그렇지만, 본 연구에서 채택한 '100인당 전화시설 회선수의 증분'이라는 변수가 정보통신 산업에 대한 투자의 대리변수로서 얼마나 적절한가하는 문제는 여전히 남는다. 또, 각 모형은 두 변수들간의 '외생성' 검증을 위해 각각의 변수를 종속변수로 할 때, 자신과 상대변수의 시차변수들로만 설명변수를 구성하고 있어서 식설정오차의 가능성을 안고 있다. 그러나 식설정오차를 배제하기 위한 축약모형(reduced form)의 수립은 정보통신 기반투자와 경제성장간의 관계 및 이 두 변수와 여타의 외생변수와의 관계에 대해 사전적 정보를 요구하므로 본 연구에서 검증하고자 하는 가설하에서는 어느 정도 감수해야만 할 것이다.

또, 분석에는 우리나라와 17개 OECD 회원국의 자료를 이용하였는데, 분석대상 국가들이 이미 상당수준 전화회선수에 대한 시설투자가 이루어진 국가들로 구성되어 있다는 점에서, 그렇지 못한 국가군들과의 비교연구가 필요할 것으로 보인다.

V. 결 론

정보통신 산업의 중요성이 점차 증대되고 있는 가운데 미국, 일본 등의 정보통신망 구축계획 발표에 이어서 우리나라 정부도 약 45조원을 정보통신산업에 투자하는 초고속 국가정보통신망 구축계획을 발

표한 바 있다. 이러한 투자 계획의 수립은 정보통신 산업에 대한 투자가 경제성장을 선도한다는 검증과 아울러 정보통신산업 투자가 경제전반에 미치는 효과에 대한 구체적인 확인이 전제되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 Granger Causality Test을 이용하여 정보통신 투자와 경제성장의 인과관계를 밝히고자 하였다.

우리나라와 17개 OECD국가로 구성된 panel자료를 이용한 Granger 인과분석에서는 정보통신 투자와 경제성장이 feedback relation로 나타났다. 또, 검정통계량이 매우 양호할 뿐만 아니라 그 차이가 미미하여 어느 방향의 영향이 더 큰 지는 판단하기 어려웠다. 분석자료의 속성과 검정통계량의 크기를 고려할 때, 정보통신 산업에 대한 선도적 투자는 정당성을 갖는 것으로 판단된다.

이러한 분석결과들을 종합해보면, 정보통신 산업에 대한 투자는 경제성장에 따른 유발투자적인 속성을 가질 뿐만 아니라 경제성장을 선도하는 속성도 아울러 가지고 있다는 점을 확인할 수 있다.

따라서 정부가 발표한 45조원 규모의 정보통신 부문에 대한 선도적 투자는 그 정당성을 가지며, 투자에 따른 경제 전체에 대한 파급효과에 대해서도 신뢰성이 있다는 점을 확인할 수 있다.

그런데, 본 연구가 채택한 분석방법은 인과관계에 초점이 맞추어져 있어서 구조적 모형에 의한 정확한 인과의 크기가 파악되지 않는다는 한계점을 갖는다. 그렇지만 구조적 모형의 수립에는 많은 시간과 연구노력이 필요하므로 추후의 연구과제로 남겨둔다.

참 고 문 헌

- [1] 김경돈, "미국의 정보고속도로(Information Superhighway) 구

- 상과 통신사업자의 동향," [통신정책동향], 제6권 8호 통권 116호, 통신개발연구원, 1994. 5, pp 1-29.
- [2] 배선중, "21세기의 신간접자본 초고속 정보통신망," [주간경영정보], 94-7(통권 제188호), POSDATA, 1994. 4, pp. 10-16.
- [3] 이찬호, "한국의 전기통신투자와 경제성장간의 유인관계 분석," *Telecommunications review*, vol IV, no. 1(통권 26호), 1994, pp. 4-17.
- [4] 한국전자통신연구소, [정보통신산업 통계집], 기술정책연구 자료 93-01(통권 제5호), 1993 8, pp. 388-411.
- [5] Data Resources / McGraw-Hill(DRI), "The Contribution of Telecommunications Infrastructure to Aggregate and Sectoral Efficiency," DRI Study(Submitted on behalf of Ameritech, Bell Atlantic etc), 1991 2
- [6] Granger, C.WJ., "Investigatng Causal Relations by Econometric Models and Cross - Spectral Models," *Econometrica*, vol.37, 1969, pp.424-438
- [7] Granger, C.WJ., "Investigatng Causal Relations by Econometric Models and Cross - Spectral Models," *Econometrica*, vol.37. 1969, pp.424-438
- [8] IMF, *International Financial Statistics*, 1991 and 1994.
- [9] OECD, *OECD man economic indicator*, ver.3, 1993.
- [10] Siddiqui, A , "Casual Relation Between Money and Inflation in a Developing Economy," *International Economic Journal*, vol.3, 1989, pp.89-91.