

시차분석을 통한 정보통신산업 연구개발투자가 총요소생산성에 미치는 효과 연구

준회원 이 경 석*, 정회원 박 명 철**, 준회원 이 덕 희***

A Time Lag Analysis of R&D Effect on Total Factor Productivity in Information and Communication Industry

Lee Kyung Suk* Associate Member, Park Myeong Cheol** Regular Member,
Lee Duk Hee*** Associate Member

요 약

산업시대에서 지식기반경제시대로 패러다임이 변화해 오면서 연구개발투자와 정보통신산업의 중요성이 증대되고 있다. 본고에서는 1980년부터 2003년까지의 데이터를 이용하여 패러다임의 변화속에서 국내 정보통신산업의 연구개발투자가 타 산업에 비해 총요소생산성에 미치는 영향의 속도가 빠르다는 사실을 시차(Time Lag)측면에서 분석해 보았다. 그 결과 총요소생산성에 빠른 영향을 미치는 산업은 정보통신산업 그리고 펄프, 종이 및 종이제품 산업(2년)으로 나타났으며, 이 2개산업을 기여도 측면에서 비교분석한 결과 정보통신산업의 총요소생산성 증가에 대한 기여도는 0.24로 0.13의 기여도를 보여준 펄프, 종이 및 종이제품산업에 비해 큰 것으로 나타났다. 이는 정보통신산업의 규모의 경제, 짧은 라이프 사이클(life cycle) 그리고 네트워크 외부성(network externality)을 바탕으로 한 임계량(critical mass) 등의 특성으로 인한 것으로 평가된다. 따라서 IT 선진국의 위상을 유지하기 위해서 정보통신산업의 특성을 고려한 단기 및 중장기 R&D전략의 적절한 조화가 필요하다고 보여진다.

Key Words : Time lag Analysis, Total Factor Productivity, unit root test, cointegration test, R&D

ABSTRACT

The importance of R&D investment has dramatically been increased as industrial paradigm rapidly changes to knowledge-based economy. In order to preserve recent economic growth and reinforce competitive advantage, government policy and regulatory framework needs to be reshaped in ways that minimize the distorted use of limited resources and maximize the efficiency of R&D investment. In this regards, this paper aims to investigate the influence of R&D investment in national economic growth and to compare the effectiveness of IT R&D investment with other industries, in respect to the time lag.

I. 서 론

디지털기술의 혁명적인 발전과 인터넷의 확산으로 인해 경제구조가 산업사회에서 지식기반경제로

급격히 변화하고 있다. 즉, 오늘날의 21세기는 산업시대와 대비하여 지식기반경제(Knowledge-based economy)¹⁾시대라 일컬어지고 있으며, 21세기가 지식기반경제시대로 부상하고 있는 것은 무엇보다도 산업

* 한국정보통신대학교 IT경영학부 (terius77@icu.ac.kr),

*** 한국정보통신대학교 IT경영학부 부교수 (dhl@icu.ac.kr)

논문번호 : KICS2005-11-467, 접수일자 : 2005년 11월 17일

** 한국정보통신대학교 IT경영학부 교수 (mcpark@icu.ac.kr),

혁명에 의해 산업시대가 열린 것처럼 디지털혁명이 일컬어지고 있는 정보통신기술의 급속한 발전때문이라고 할 수 있다.

이러한 지식기반경제의 성립은 경제활동의 경쟁력 결정요소를 변화시킨다. 다시 말해, 산업시대에는 대규모 산업시설을 건설하고 이를 효율적으로 가동케하는 자본과 노동이 경쟁력을 결정하는 요소였다면, 지식기반경제시대에는 누구보다도 신속히 새로운 지식을 창출하고 이를 획득·활용하여 부가가치가 높은 상품과 서비스를 생산하는 것이 경쟁력을 결정하는 핵심요소로 부상하고 있다. 이러한 성장을 결정하고 생산성을 증대시키는 가장 중요한 요소는 지식의 진보 또는 연구개발이라고 할 수 있다. 지금까지의 경제성장 과정을 살펴보면 노동과 자본의 투입으로 인한 생산시설의 규모확대가 주된 요소가 아니라 끝없는 혁신과 기술진보가 주된 요소로써 이로 인해 경제성장이 달성되어 온 것을 알 수 있다.

다시 말해 지식기반경제시대에는 그 무엇보다 새로운 지식의 재빠른 창출과 활용여부에 의해 경쟁력이 결정된다. 그리고 이러한 지식의 생성은 바로 연구개발투자를 통해 촉진되며, 결국 지식기반경제 시대에서는 연구개발투자의 증대와 이의 효과적인 활용에 의해 지식의 양과 질이 결정되고 이를 통해 국가 경제의 경쟁력과 경제발전이 좌우되는 것이다.

그리고 ‘2004 OECD IT 평가보고서(2004)’에 따르면, ‘국제비교 지수’, ‘IT 경제력 집중도’ 등에서 정보통신산업이 높은 순위를 차지해 국가경제에서 중추적인 역할을 담당하고 있음을 반영하고 있다. 이를 통해 볼 때 정보통신산업이 경제성장의 엔진 역할을 하며 국민경제에서 큰 영향력을 차지하기 때문에 향후 우리 경제의 지속적인 경쟁력을 확보해주고 안정적인 경제발전을 이끈다고 말할 수 있을 것이다.

이러한 정보통신산업은 일반적으로 기술의 라이프 사이클(life cycle)이 빠르게 변화하는 특성을 지니고 있어 상품시장에서 치열한 경쟁상황을 보여준다. 또한 규모의 경제, 네트워크 외부성(network externality), 네트워크효과(network effect)가 존재하기

1) 지식기반경제는 두 가지 측면에서 파악할 수 있다. 먼저 거시경제적 측면에서는 풍부한 지식의 생성과 신속한 유통에 의해 노동과 자본보다 지식이 경쟁력 결정의 핵심요소가 되는 경제를 의미한다. 그리고 산업구조적 측면에서는 컴퓨터, 우주항공과 같은 첨단기술산업과 정보통신산업과 같은 지식 집약 서비스의 비중이 증대하는 가운데 기존 산업의 고부가가치화가 추구되는 경제를 뜻한다.

때문에 이러한 특성을 극대화하는 정보통신산업 정책의 중요성을 재인식하고 이를 뒷받침하는 법제도의 정비가 중요하다고 할 수 있다.

하지만 현재 국내 산업은 급속한 성장에도 불구하고 여전히 고급인력의 양성, 과학기반과 산업과의 밀접한 연계성, 신기술투자환경, 사회의 유연성면에서 만족할만한 역량을 확보하고 있지 못한 것으로 나타나고 있어 지속적인 성장을 위해서는 효과적인 산업경쟁력강화전략, 성장효율화전략, R&D전략이 필요한 시점이다.

따라서 본고에서는 국내 정보통신산업의 연구개발투자가 거시적으로 국가 전반의 총요소생산성에 미치는 영향을 살펴본 후, 타 산업과 비교함으로써, 산업의 효율성과 R&D의 효율성을 증대시키는 정책적 시사점을 보여주고자 한다. 즉, 타산업에 비해 과연 연구개발투자 효과가 빠르게 나타나는지를 실증적으로 확인하여 정보통신산업정책에 대한 시사점을 제시하고자 한다.²⁾

이를 위해 본고의 구성은 다음과 같다. II장에서는 기존문헌을 고찰해보면서 선행연구의 문제점을 밝히고, III장에서는 본 연구에서 사용된 데이터와 방법론을 설명한다. 또한 IV장에서는 단위근검정과 공적분검정을 실시한 후 데이터의 안정성을 확인하고, 시차회귀분석모형에 의해 도출된 결과들을 통해 산업별로 연구개발투자가 총요소생산성에 미치는 효과를 제시한다. 마지막으로 V장에서는 정보통신산업 연구개발투자의 중요성 및 정책적 시사점에 대해 논의함으로써 결론을 맺고 있다.

II. 기존연구 검토

2.1 외국산업에 대한 연구

연구개발에 관한 연구는 많은 경제학자들에 의해 수차례 연구되어 왔다. 우선 Guellec and Potterie (2001)는 OECD 16개 국가의 1980년부터 1998년까지의 자료를 바탕으로 연구개발투자를 통한 생산성효과를 회귀분석을 통해 분석하였다. 그 결과 민

2) 연구개발투입의 효과나 성과는 일반적으로 일정한 시간이 지난 후에 나타나게 된다. 즉, 시차가 발생하게 되는 것이다. 그리고 연구개발투입성과의 시차에 대한 관심은 연구개발투입의 규모가 커질수록, 경쟁상태가 치열할수록 더욱 증대되어 왔다.

3) 연구개발투자가 성과로 연결되기까지 시간적 지연이 발생하는 것은 필연적이며 해당기업이나 산업의 경쟁력확보를 위한 투자전략을 설정하는 정책적 차원에서도 유용한 자료로써 활용가능하다.

간연구개발투자 1% 증가는 13% 생산성 향상을 유도하고 공공연구개발투자 1% 증가는 17% 생산성 증가를 유도하는 것으로 나타났다. Griffith (2000)는 OECD 12개 국가의 1974년부터 1990년까지의 산업별 자료를 사용하여 연구개발투자 수익률이라는 개념하에 실증분석을 하였고, 그 결과는 핀란드 95.2%, 영국 80.9%, 노르웨이 76.2%, 이탈리아 72.2%, 스웨덴 68.8%, 독일 49.9%, 미국 41.7% 등의 값으로 나타났다. 또한 이 결과에서 핀란드, 영국, 노르웨이, 이탈리아 등의 국가 연구개발투자 수익률이 높은 이유는 미국 등의 국가에서 선진기술을 흡수하기 위하여 잠재적인 연구개발노력과 현재의 연구개발노력이 필요하며 이로 인한 생산성의 증가로 수익률이 높아진다고 분석하였다.

Bernstein and Nadiri(1989)는 산업내 파급효과에 주안점을 두었는데 제조업에 있어서 4개산업을 추정된 결과 일반적으로 연구개발투자 파급이 1% 증가할 때 평균비용이 0.2% 감소한다고 추정하였으며 또한 생산구조가 산업내 파급효과에 의하여 영향을 받는다고 추정하였다. Levin and Reiss(1988)는 제조업자료들을 이용하여 연구개발투자가 1% 증가할 때 평균비용이 0.5% 감소한다고 추정하였으며, Griliches (1979)는 상관관계가 크지 않다고 주장하면서 연구개발투자의 효율성의 저하를 지적하였다.

2.2 국내산업에 대한 연구

우선 이원기, 김봉기(2004)는 1980년부터 2001년까지의 산업별 자료를 이용하여 연구개발증가율이 1% 높아지면 제조업 전체의 노동생산성 증가율은 13% 상승하는 것으로 추정하였고, 연구개발투자가 많이 이루어지는 화학, 금속, 기계, 전기전자 등 주요 업종을 별도로 추정한 경우에는 연구개발투자의 추정계수가 0.22로 전 업종을 대상으로 한 경우보다 커 연구개발투자의 생산성 증대효과가 더 뚜렷하다고 밝혔다.

신태영(2004)은 1981년부터 2002년까지의 한국 경제의 국내총생산(GDP)에 대한 연구개발탄력성은 13.9%로써 일본보다는 낮고 다른 선진국들보다는 높은 편임을 밝혔고, 장진규(2004)는 1988년부터 1997년까지의 자료를 이용하여 우리나라의 정보통신 산업 연구개발투자의 수익률이 37.4%로 미국 3.3%, 캐나다 21.7%보다 높음을 밝혔다. 또한 정보통신 연구개발투자의 파급효과가 타 산업에 비해 가장 높으며 주로 음식료 산업, 섬유피복가죽 산업, 화합물 산업에 파급효과를 주고 있다고 밝혔다.

윤충한(2002)은 부가가치와 총요소생산성 측면에 있어서 정보통신산업의 연구개발투자에 대한 파급효과를 분석한 결과 각 기업의 연구개발투자가 미치는 효과보다는 정보통신산업 전체의 연구개발투자가 미치는 영향이 약 2배가량 더 큰 것으로 추정하였다. 김의제(1999)의 연구에서는 1983년부터 1996년까지의 제조업 전체와 혁신산업(연구개발을 활발히 수행하는 전기 및 전자기계, 일반기계, 수송기계)을 대상으로 분석을 하였는데 이에 따르면, 제조업 전체에서는 연구개발투자의 탄력성은 1%로 낮게 나왔고, 반면 혁신산업에서는 연구개발투자의 탄력성이 31.7%로 일본과 프랑스의 동종산업보다 1/2정도 높은 것으로 나타났다.

하지만 연구개발시차를 추정하여 시차의 중요성을 분석한 연구는 현재 조형곤 외(2000)가 유일하다. 조형곤 외(2000)는 1985년부터 1987년까지의 산업기술진흥협회에서 조사한 각 산업의 기술개발 단계별 소요기간 자료를 활용하여 연구개발시차를 추정하였다. 정보서비스산업, 음식료산업, 목재·종이·출판산업, 화학산업은 1년의 시차를 정보기기산업, 광업, 섬유·의복·가죽산업, 비금속산업, 1차 금속산업은 2년의 시차를 가지는 것을 밝혔다. 그러나 산업기술진흥협회의 실태조사가 1991년 이후 중단되어 1985년부터 1987년까지 3개년 자료를 이용하여 추정치를 산출하였기 때문에 비교대상기간이 짧아 신뢰성이 다소 의심이 된다고 할 수 있다.

최근까지 경제성장률에 관한 문헌들은 정보통신산업 연구개발투자가 경제성장 및 총요소생산성에 미치는 영향을 주로 유의성 측면에서 분석하였다. 그렇지만 분석대상기간이 짧아 타산업과 비교하는 것에 신뢰성이 떨어지며 연구개발투자의 시차적 특성을 고려하지 않은 문제 또한 여전히 존재한다. 이에 경제성장률연구의 연장선상에서 최근 중요한 산업으로 인식되고 있는 정보통신산업의 연구개발투자가 총요소생산성에 미치는 효과를 시차성 측면 즉, 타 산업에 비해 과연 효과가 빠르게 나타나는지를 확인하여 정보통신산업의 중요성을 재인식하고, 정보통신 산업에 대한 정책적 시사점을 제시해 보고자 한다.

III. 실증분석

3.1 모형

본고에서는 연구개발투자의 총요소생산성에 미치는 영향을 콥더글라스 생산함수(Cobb-Douglas production function)를 이용하여 분석하였다.⁴⁾ 1980년

대부터 경제성장률에 관한 실증분석이 무수히 많이 이루어져 오면서 성장회계방정식에 입각한 실증분석이 중요한 분석 중 하나가 되어 왔다. 이는 1차동차의 총생산함수에서부터 출발하였으며, 기술진보와 생산성향상을 포착하는 파라미터를 이용하여 총생산함수로부터 경제성장률이 일어나는 원천을 가늠해 볼 수 있다.

먼저 다음과 같은 콥더글라스 생산함수를 가정하였다.

$$Q_{it} = A \cdot L_{it}^{\alpha} \cdot K_{it}^{\beta} \cdot \exp(\lambda t) \quad \text{식 (1)}$$

단, α , β 는 각 노동·자본분배율, Q , L , K , A 는 각각 산출량, 총노동투입량, 총자본투입량, 상수이며, λ 는 오차항, i 는 산업, t 는 연도를 나타낸다.

식 (1)에 연구개발투자의 시차성을 고려하여, 유의성을 지니면서 얼마나 빨리 연구개발투자가 총요소생산성에 영향을 미치는지를 분석하기 위하여 연구개발투자관련 시차회귀모형을 설정하면, 다음과 같다.

$$Q_{it} = A \cdot L_{it}^{\alpha} \cdot K_{it}^{\beta} \cdot R_{it-1}^{\gamma_1} \cdot R_{it-2}^{\gamma_2} \cdot R_{it-3}^{\gamma_3} \cdot R_{it-4}^{\gamma_4} \cdot R_{it-5}^{\gamma_5} \cdot R_{it-6}^{\gamma_6} \cdot R_{it-7}^{\gamma_7} \cdot R_{it-8}^{\gamma_8} \cdot R_{it-9}^{\gamma_9} \cdot R_{it-10}^{\gamma_{10}} \cdot \exp(\lambda' t) \quad \text{식 (2)}$$

위의 식 (2)를 총요소생산성(TFP: Total Factor Productivity) 증가를 산출량증가 가운데 투입량 증가로 설명되지 않은 잔차로서 정의한 후 수정하고 로그변환시키면 식 (4)를 도출할 수 있다.

$$TFP_{it} = Q_{it} / (L_{it}^{\alpha} \cdot K_{it}^{\beta}) = A \cdot R_{it-1}^{\gamma_1} \cdot R_{it-2}^{\gamma_2} \cdot R_{it-3}^{\gamma_3} \cdot R_{it-4}^{\gamma_4} \cdot R_{it-5}^{\gamma_5} \cdot R_{it-6}^{\gamma_6} \cdot R_{it-7}^{\gamma_7} \cdot R_{it-8}^{\gamma_8} \cdot R_{it-9}^{\gamma_9} \cdot R_{it-10}^{\gamma_{10}} \cdot \exp(\lambda' t) \quad \text{식 (3)}$$

$$\ln TFP_{it} = \ln A + \gamma_1 \ln R_{it-1} + \gamma_2 \ln R_{it-2} + \gamma_3 \ln R_{it-3} + \gamma_4 \ln R_{it-4} + \gamma_5 \ln R_{it-5} + \gamma_6 \ln R_{it-6} + \gamma_7 \ln R_{it-7} + \gamma_8 \ln R_{it-8} + \gamma_9 \ln R_{it-9} + \gamma_{10} \ln R_{it-10} + U_{it} \quad \text{식 (4)}$$

3.2 실증분석 자료

본고의 데이터는 한국기업들의 1980년부터 2003

표 1. 분석대상 산업

구 분	산 업 명
1	정보통신산업
2	음식료품산업
3	봉제·의복·모피제품산업
4	가죽가방 및 신발산업
5	펄프, 종이 및 종이제품산업
6	코르크, 석유 정제품 및 핵연료제조업
7	화학물 및 화학제품산업
8	고무 및 플라스틱제품산업
9	비금속광물제품산업
10	1차 금속산업
11	조립금속제품산업
12	기타기계 및 장비산업
13	기타전기기계 및 전기변환장치산업
14	의료, 정밀, 광학기기 및 시계산업
15	자동차 및 트레일러산업

년까지 24년간의 자료를 이용하였으며, 분석대상 산업은 <표 1>과 같이 15개 산업을 고려하였다.

추정에 쓰인 자료를 살펴보면 다음과 같다. 먼저 한국신용평가의 제조업 분류에서 영상, 음향 및 통신장비 제조업과 통신업 그리고 정보처리 및 컴퓨터관련 산업을 정보통신산업이라 정의하였다. 또한 각 기업별 부가가치, 연구개발투자액, 노동지수, 유형고정자산은 한국신용평가의 기업재무제표를 이용하였다. 그리고 데이터가 시계열자료를 포함하였기 때문에 데이터를 실질변수로 추정하는 것이 바람직하다고 판단하여 부가가치는 2000년을 기준으로 생산자 물가지수로 불변화시켰고, 부가가치를 제외한 기타 변수들은 2000년을 기준으로 GDP 디플레이터(deflator)로 불변화시켰다. 이러한 데이터를 통해 시차(Time Lag)를 0년부터 10년까지를 고려하여 실증분석을 실시하였다.

본고에서는 산업의 부가가치를 산출하기 위하여 한국신용평가의 기업재무제표 데이터에서 손익계산서상의 경상이익, 인건비, 순금융비용, 임차료, 세금과 공과, 감가상각비를 합해서 구했다. 여기서 순금융비용은 손익계산서의 사채이자, 이자비용 그리고 이자수익을 더한 것으로 했다. 부가가치란 외부에서 구입한 가치가 아닌 기업 내부에서 창조된 가치를 의미하며 이러한 부가가치 산출방식은 국가별, 작성기관별로 차이가 있어, 위에서 언급한 바와 같이 각 계정과목을 살펴보고 부가가치를 구성하는 요소들을 합산하여 산출하였다. 또한 물가지수 변동에 따른 가치변동의 문제소지가 존재하여 2000년을 기준연

4) 콥더글라스 생산함수를 이용하여 연구개발투자의 효과를 추정하고자 하는 것은 선형모형으로의 변형이 쉽고 추정이 간편하기 때문이다(Griliches(1980); Mansfield (1980, 1988); Levy and Terleckyj(1983); 윤충환(2002); 이원기, 김봉기(2004)).

도로 설정하여 생산자 물가지수를 이용하여 불변액으로 환산한 데이터를 이용하였다.

기업의 노동투입량은 총 종업원수를 나타내기 때문에 기업 재무제표의 기타항목에서 구하여 이용하였으며, 가치변동의 문제소지를 제거하기 위해 GDP 디플레이터를 이용하여 불변화시켜 추정 데이터로 이용하였다.

기업의 자본투입은 기업재무제표에서 대차대조표상 유형고정자산 항목을 이용하였고, 이는 토지, 건물, 기계장치와 비품 등을 포함하고 있다. 유형고정자산이란 영업활동에 사용할 목적으로 취득한 물리적 자산으로 토지, 건물, 기계장치, 건설 중인 자산 등을 의미한다. 토지는 고정불변성으로 인해 유형고정자산에 포함되는지에 대한 논란이 있으나 생산에 필수적인 요소임을 고려해 포함하였다. 자본 또한 가치변동의 문제소지를 제거하기 위해 GDP 디플레이터를 이용하여 불변화시켜 추정데이터로 이용하였다. 자본의 감가상각률은 10%를 적용하여 분석하였다.⁵⁾ 다만, 초기년인 1980년 자본은 감가상각률을 적용하지 않았다.

연구개발투자액은 대차대조표상 개발비와 연구개발비, 손익계산서상 연구비, 경상연구개발비, 경상개

표 2. 분석데이터

데이터	요 소
부가가치 (added value)	▲ 부가가치 = 손익계산서상 경상이익 + 인건비 + 순금융비용 + 임차료 + 세금과 공과 + 감가상각비 (단, 순금융비용 = 손익계산서상 사채이자 + 이자비용 + 이자수익)
노동 (labor input)	▲ 총 종업원수 = 기업 재무제표상 기타항목의 총 종업원수
자본 (capital input)	▲ 자본 = 대차대조표상 유형고정자산
연구개발투자 (R&D investment)	▲ 연구개발투자액 = 대차대조표상 당기말 개발비 + 대차대조표상 당기말 연구개발비 - 대차대조표상 전기말 개발비 - 대차대조표상 전기말 연구개발비 + 손익계산서상 연구비 + 손익계산서상 경상연구개발비 + 손익계산서상 경상개발비 + 제원가 명세서상 연구비 및 경상개발비

5) Penman and Sougiannis(1998)는 기업가치 추정연구에서 상이한 할인율을 사용하는 것으로 인한 차이가 적음을 실증하고 일정한 할인율을 10%로 가정하여 분석하였다.

발비, 그리고 제원가명세서상 연구비 및 경상개발비를 이용하여 다음 <표 2>와 같은 방법으로 합산하였다.⁶⁾ 연구개발투자액 또한 가치변동의 문제소지를 제거하기 위해 GDP 디플레이터를 이용하여 불변화시켜 추정데이터로 이용하였다. 연구개발투자액의 감가상각률은 15%를 적용하였다.⁷⁾

IV. 분석결과

4.1 변수 기초통계량

<표 3>은 정보통신산업의 노동, 자본, 연구개발투자, 부가가치에 대한 기초통계량을 나타내고 있다. 여기서 노동, 자본, 연구개발투자, 부가가치의 평균은 각각 11.2595, 22.1528, 18.4692, 21.1395 등으로 나타났다. 이들 분포의 좌우대칭도를 나타내는 왜도(skewness)는 각각 노동이 -1.3271, 자본이 -0.9391, 연구개발투자가 -0.2607, 부가가치가 -0.3303 등으로 나타나 노동, 자본, 연구개발투자, 부가가치 모두 왼쪽으로 약간 긴 꼬리를 가지고 있는 것으로 나타났다.

표 3. 정보통신산업 변수의 기초통계량

통계량	lnL _t (노동)	lnK _t (자본)	lnR _t (연구개발투자)	lnV _t (부가가치)
평균	11.2595	22.1528	18.4692	21.1395
표준편차	1.0207	2.3808	2.8126	1.9831
왜도	-1.3271	-0.9391	-0.2607	-0.3303
첨도	3.5856	2.5565	1.6887	2.0848
Jarque-Bera(χ^2)	7.3876	3.7247	1.8255	1.2742
유의확률	0.0249	0.1553	0.4014	0.5288

그리고 이들 변동성의 분포가 정규분포보다 첨예한 분포를 가지고 있는지 혹은 완만한 분포를 가지고 있는가 하는 척도를 나타내는 첨도(kurtosis)를 살펴보면, 노동이 3.5856, 자본이 2.5565, 연구개발투자가 1.6887, 부가가치는 2.0848 등으로 나타나 자본, 연구개발투자 그리고 부가가치는 약간의 평탄분포(platykurtic)를 가지는 것으로 나타난 반면, 노동은 그 값이 3보다 크게 나타났으므로 첨예분포(leptokurtic)를 가지고 있는 것으로 나타났다.

한편, 각 자료의 변동이 정규분포를 따르는지의

6) 조성표 외 (2002), "KOREA R&D Scoreboard 개발", 과학기술부.
 7) 연구개발비와 생산성과의 관계를 분석한 많은 연구(Griliches and Mairesse(1984); Cuneo and Mairesse (1984))에서 통상적으로 15%의 감가상각률을 적용하고 있기 때문이다.

여부를 조사하기 위해 Jarque-Bera 통계량과 그 통계량의 유의확률을 살펴보면, 노동, 자본, 연구개발투자 그리고 부가가치 모두 1% 유의수준에서 정규분포를 따르고 있는 것으로 나타났다.

4.2 실증분석

이러한 경제변수들의 시계열자료는 대부분 불안정적(non-stationary)이다. 이는 일반적으로 경제변수들이 일률적으로 상승 또는 하강하는 추세와 확률적추세(stochastic trends) 등을 갖는데서 기인한다. 이러한 상황에서 전통적인 회귀분석을 실시한다면 아무런 상관관계가 없음에도 외견상으로 의미있는 연관관계가 있는 것처럼 보이는 허구적 회귀(spurious regression)현상이 발생한다.

이와 같은 허구적 회귀현상이 나타나는지의 여부는 결국 시계열자료가 불안정성을 갖고 있는지에 달려 있다. 불안정적 시계열은 차분에 의해서 안정적으로 전환되기 때문에 시계열이 안정적인지 여부는 확률적 차분방정식의 자기회귀항으로 이루어지는 특성방정식이 단위근을 갖는가에 달려 있다. 하지만 단위근 검정에 의해 시계열자료가 불안정적이라 하더라도 허구적 회귀현상이 발생하지 않을 수도 있음에 주의하여야 한다. 이는 둘 이상의 시계열자료가 개별적으로는 불안정적이라 하더라도 이들의 선형결합함수는 안정적일 수 있기 때문이다.

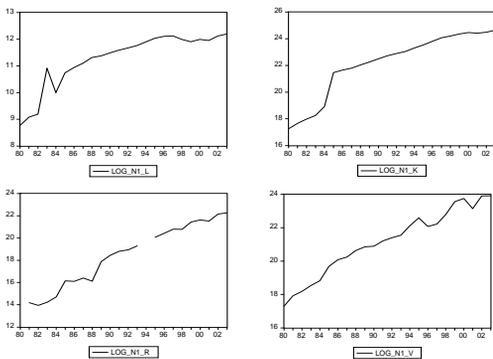


그림 1. 정보통신산업 변수추이

<그림 1>에서 보듯이 모든 시계열자료가 시간의 흐름에 따라 그 값이 증가하는 추세를 가지고 있다. 따라서 단위근의 존재여부를 파악하기 위하여 ADF 검정을 추세를 반영하여 수행하였다. ADF검정결과 는 <표 4>와 같다.

<표 4>에서 보듯이 각 유의수준에서 거의 대부분 귀무가설을 기각할 수 없었다. 이는 차분 이전의

시계열자료는 단위근을 가지고 있다는 것이다. 따라서 1차 차분한 자료에 대해서 다시 ADF 검정을 수행한 결과 모든 변수들은 I(1)변수가 되어 1차 차분하면 단위근 현상이 제거되었다.

표 4. 단위근 검정결과(ADF t-value)

산업명	lnL _{it} (노동)	lnK _{it} (자본)	lnR _{it} (연구개발 투자)	lnV _{it} (부가 가치)	resid
정보통신산업	-3.957*	-2.364	-1.273	-1.393	-5.082**
음식료품산업	-3.730**	-1.816	-1.776	-1.464	-5.629**
봉제의복모피 제품산업	-3.215*	-3.485**	-1.183	-3.020***	-5.199*
가죽가방 및 신발산업	-2.715	-2.522	-1.103	-1.978	-4.986*
펠프, 종이 및 종이제품산업	-2.446	-4.078*	-4.104*	-2.499	-4.980*
코크스, 석유 정제품 및 핵연료제조업	-1.969	-1.360	-3.911*	-1.617	-4.295*
화합물 및 화학제품산업	-3.689**	-2.684***	-2.265	-1.777	-3.635***
고무 및 플라스틱제품 산업	-1.947	-1.375	-1.534	-1.398	-2.931***
비금속광물제 품산업	-2.787***	-1.158	-2.203	-1.154	-7.298*
1차금속산업	-3.321**	-3.557**	-1.542	-3.698**	-2.655***
조립금속제품 산업	-2.464	-3.804*	-2.205	-1.356	-2.931***
기타기계 및 장비산업	-2.377	-1.701	-4.261**	-1.924	-3.225***
기타전기기계 및 전기변환장치 산업	-1.934	-1.458	-1.796	-1.134	-2.211***
의료, 정밀, 광학기기 및 시계산업	-2.724***	-1.644	-1.552	-2.417	-2.753***
자동차 및 트레일러산업	-3.678**	-2.494	-3.008	-2.465	-2.901***

주: 1) *는 1% 유의수준, **는 5% 유의수준, ***는 10% 유의수준에서 '단위근이 존재'한다는 귀무가설을 기각 2) E-views 결과에 제시되는 임계치를 적용

앞서 언급했듯이 불안정적 시계열에 대해서도 회귀분석을 적용할 수 있는 특별한 경우가 나타날 수 있는데 둘이상의 시계열자료가 개별적으로는 불안정적이라 하더라도 이들의 선형결합함수가 안정적인 시계열을 형성하는 경우가 이에 해당한다. 이 경우에 이들 시계열은 공적분관계에 있다고 한다. 공적분의 존재는 일련의 시계열자료들이 단기적으로는 상호피리를 보이거나 장기적으로는 일정한 관계를 가지고 있음을 의미하는 것이다. 이와 같은 공적분의 개념은 불안정적인 개별변수들을 차분하지 않고서도

회귀분석을 적용할 수 있는 논리적 근거를 제공해 준다.

본고는 공적분의 검정방법으로 식 (4)의 회귀잔차에 대하여 이것이 안정적인가를 단위근 검정에 의하여 판별하는 회귀잔차에 기초한 검정방법을 사용하였다. 식 (4)의 오차항은 각 시계열변수들의 선형결합형태로 표현될 수 있는데, 만약 이것이 단위근을 가진다면 공적분은 존재하지 않는 것으로 판명하며, 단위근을 갖지 않는 안정적 선형결합(I(0))이면 공적분이 존재한다고 말할 수 있다. 검정결과는 <표 4>의 마지막열과 같으며, 귀무가설을 기각할 수 있는 것으로 판명되었다. 따라서 공적분이 존재하며 시계열 자료간에 안정적 장기균형상태가 있다고 할 수 있다.

또한 Durbin-Watson검정과 Breusch-Godfrey Serial Correlation LM검정을 통해서 오차항에 자기상관이 발견될 경우에는 통상 최소자승추정법(OLS)를 사용하는데 문제가 있으므로 일반화 최소자승추정법(GLS)를 사용하여 분석하였다. 식 (4)의 추정방정식을 GLS를 이용해 회귀분석을 실시한 결과를 정리하면 <표 5>와 같다.

우선 탄력성 측면의 결과를 살펴보면, 정보통신산업, 봉제의복·모피제품산업, 펄프·종이 및 종이제품산업, 코크스·석유정제품 및 핵연료 제조업산업, 화합물 및 화학제품산업, 비금속광물제품산업, 조립금속제품산업 그리고 기타전기기계 및 전기변환장치산업 등 8개의 산업부분에 있어서 연구개발투자가 총요소생산성에 미치는 영향은 양으로 나타났다.

정보통신산업의 탄력성크기를 살펴보면 10% 유의 수준에서 0.46의 탄력성을 나타내고 있어 일반적으로 알고 있는 정보통신산업의 연구개발투자가 총요소생산성에 양의 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었으며, 또한 연구개발투자액이 1% 증가하면 총요소생산성은 0.46% 증가한다는 것을 알 수 있다.

또한 정보통신산업의 연구개발투자액이 총요소생산성에 미치는 영향이 타 산업과 비교하여 상대적으로 빠른지의 여부를 <표 5>에서 확인할 수 있다.

각 산업의 총요소생산성에 미치는 영향의 시차(Time Lag)를 살펴보면, 총요소생산성에 빠른 영향을 미치는 산업은 정보통신산업 그리고 펄프, 종이 및 종이제품산업(2년)으로 나타났으며, 통계적으로 유의한 결과를 나타내는 6개 산업(위 두 산업을 제외)은 5년 이상의 시차를 보여주고 있다.

2년의 시차를 보여주는 정보통신산업 그리고 펄프, 종이 및 종이제품산업 등의 2개 산업을 기여도

표 5. 시차회귀분석결과

산업명	결과	증가율	기여도
정보통신산업	2년* : 0.46** (1.94) [0.089]	0.46	0.24
음식료품산업	-	-0.45	0
봉제·의복·모피제품산업	8년 : 2.29 (1.96) [0.086]	0.20	0.47
가죽가방 및 신발산업	-	1.06	0
펄프, 종이 및 종이제품산업	2년 : 0.37 (1.99) [0.070]	0.34	0.13
코크스, 석유 정제품 및 핵연료제조업	6년 : 0.53 (1.96) [0.091]	0.53	0.28
화합물 및 화학제품산업	6년 : 0.53 (1.96) [0.091]	0.15	0.08
고무 및 플라스틱제품산업	-	6.42	0
비금속광물제품산업	7년 : 0.47 (5.52) [0.000]	2.35	1.11
1차 금속산업	-	2.60	0
조립금속제품산업	10년 : 0.36 (3.08) [0.027]	-0.17	-0.06
기타기계 및 장비산업	-	0.05	0
기타전기기계 및 전기변환장치산업	5년 : 0.20 (2.23) [0.090]	0.01	0
의료, 정밀, 광학기기 및 시계산업	-	5.07	0
자동차 및 트레일러산업	-	1.18	0

- 주: 1) 수정된 R²: 67.4%~86.8%
- 2) *: 시차, **: 연구개발투자에 대한 총요소생산성의 탄력성
- 3) ()안의 숫자: t값, []안의 숫자: p값, -: 비유의성
- 4) 증가율: 연구개발투자의 연평균증가율
- 5) 각 산업의 기여도: 각 산업의 탄력성×각 산업의 증가율

측면에서 비교·분석해본 결과 정보통신산업의 연구개발투자가 총요소생산성증가에 대한 기여도는 0.24로 0.13의 기여도를 보여준 펄프, 종이 및 종이제품산업에 비해 큰 것으로 나타났다. 이는 정보통신산업의 중요성을 실증적으로 재확인시켜주는 것이다.

타산업에 비해 정보통신산업 연구개발투자액이 총요소생산성에 빠른 속도로 영향을 미치고 있다는 실증분석 결과의 원인을 정보통신산업의 특성을 살

퍼붓으로써 생각해 볼 수 있다. 즉, 기술의 빠른 라이프사이클(life cycle), 네트워크 외부성(network externality)⁸⁾과 규모의 경제, 이를 바탕으로 한 뚜렷한 임계량(critical mass) 및 파급효과 그리고 동태성 등을 통해 원인을 살펴볼 수 있다.

먼저 기술의 라이프사이클(life cycle)이 빠르게 변화하는 특성을 지니고 있어 상품시장에서 치열한 경쟁을 보인다. 다시 말해 매우 빠른 기술발전으로 한 세대의 기술이나 제품 및 서비스시장이 성숙하더라도 다시 새로운 세대의 기술과 제품 및 서비스가 등장하여 시장규모가 줄어들지 않고 오히려 지속적으로 커지는 경향을 보이고 있다.

그리고 비볼록성(nonconvexity)의 기술성장곡선과 뚜렷한 임계량(critical mass)을 지니고 있어, 성장·후퇴의 기준이 되는 임계량을 지나게 되면 수요가 폭발적으로 성장하는 특성을 가지고 있다. 이러한 특성 또한 기술의 확산과정을 가속화시켜 추격을 촉진하며 정보통신산업의 성장이 타산업보다 빠르게 이루어지는 역할을 수행한다고 할 수 있다.

산업의 파급효과 측면도 고려해 볼 수 있는데, 파급효과란 기술개발의 결과가 개발 당사자인 기업 뿐 아니라 그 산업에 속한 기업이나 다른 산업에 속한 기업들도 그 기술을 함유할 수 있는 것을 말한다. 즉, 연구개발을 수행한 기업의 성과물을 다른 기업 또한 자유롭게 이용할 수 있다는 비배제성을 말하는 것이며 이러한 파급효과가 정보통신산업이 타 산업에 비해 크다는 사실 또한 원인이라고 할 수 있을 것이다(김현구, 오정훈, 2004; 장진규, 2004; 윤충한, 2002).

마지막으로 정보통신산업의 동태성(dynamics), 시장통합효과(market integration effect) 측면을 고려해 볼 수 있다. 정보통신산업의 동태성은 타산업에 비해 상대적으로 정보통신관련 기술의 급격한 발전을 보이며 현재 유무선, 통신·방송 및 통신·금융의 융합 등 타분야와의 융합을 가능하게 하고 있다. 이러한 기술발전은 서비스 영역의 확대로 이어져 고도화된 멀티미디어의 출현 등 서비스의 수직적, 수평적 확장으로 나타나고 있어 타 산업에 비해 빠른 속도의 성장을 이끄는 요소를 지닌다고 할 수 있다.

V. 결론

지금까지 정보통신산업을 비롯하여 15개 산업을 대상으로 시차모형을 이용해 연구개발투자가 총요소생산성에 미치는 속도, 탄력성 및 기여도를 분석해 보았다. 본 연구를 통하여 우리나라에서 연구개발투자액이 총요소생산성에 양의 영향을 미친다는 사실을 실증적으로 밝히면서 연구개발투자가 중요함을 알 수 있었다. 그리고 무엇보다 정보통신산업이 총요소생산성에 미치는 영향의 속도가 타 산업에 비해 상대적으로 빠르다는 것을 밝힘으로써 정보통신산업에 대한 연구개발투자 정책수립면에서 적지 않은 정책적 시사점을 던지고 있다.

이는 IV장에서도 언급하였듯이 정보통신산업의 특성때문이며, 다시 말해 정보통신관련상품이 타산업상품에 비해 라이프사이클(life cycle)이 짧아 상품간 경쟁이 치열하고, 또한 일정한 임계량(critical mass)을 지나면서 수요가 폭발적으로 성장하기 때문에 시장동향을 신속적으로 잘 반영하는 연구개발투자전략을 구축하여야 한다. 즉, 중장기 연구개발투자전략과 더불어 단기적인 연구개발투자전략의 중요성이 증대되고 있는 것이다.

이를 경제성장이라는 목표를 염두에 두고 국가적 연구개발투자의 수준을 결정하기 위한 방법을 앞서 제시한 방법론과 연계하여 생각해볼 수도 있다. 우선 성장회계방정식을 이용한 생산성 회귀분석에서 연구개발투자와 관련된 회귀계수를 이용하는 방법을 살펴보면 회귀분석 결과 연구개발의 총요소생산성 탄력성이 0.46%로 나타나 2년후(시차분석결과포함) 총요소생산성 1% 달성을 위해서는 연구개발투자는 연간 2.17% 증가하여야 한다는 사실을 알 수 있으며 이를 통해 경제성장 목표를 감안한 연구개발투입 수준을 결정할 수 있다. 예로서 미국의 CPC (Competitive Policy Council)는 1993년도에 대통령 및 의회에 제출한 보고서를 통해 향후 연간 2%의 생산성 성장을 달성하는 것을 미국경제의 목표로 제시한 바 있는데 이 값은 1947~1973년간 미국의 황금기 동안 달성하였던 생산성 수치였다. 이러한 사례를 이용해 우리나라의 생산성 수치를 활용한 경제성장 목표달성을 위한 연구개발투자의 수준을 도출할 수 있을 것이다.

이에 우리나라가 국제적인 경쟁시대에 정보통신 선진국의 위치를 확고히 하기 위해서는 연구개발투자정책의 중요성을 새롭게 인식할 필요가 있으며, 장기적인 경제성장의 중요한 요소로서 국가의 시스

8) 전화, 인터넷 등의 네트워크를 통해 각 경제주체들이 연결됨으로써 형성되고 발전되고 더욱이 이러한 과정에서 각 경제주체들이 특정제화를 사용함으로써 획득하는 효용이 특정 제화와 호환적인 제화를 사용하는 소비자가 많을수록 그 제화들을 사용함으로써 얻는 효용이 더 커지는 네트워크 외부성(network externality)이 나타나게 된다.

템을 정비한다는 보다 광범위하고 적극적인 정책적 인식을 가져야 한다. 정보통신산업의 중요성에 대한 이런 인식 하에서 적절한 중·단기 연구개발투자정책이 펼쳐질 때 지속가능한 성장을 약속할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

[1] Bernstein, J. I. and M. I. Nadiri, "Research and Development and Intra-industry Spillovers: An Empirical Application of Dynamic Duality," *The Review of Economic Studies*, Vol. 56, pp.249-267, 1989.

[2] Cuneo, P. and J. Mairesse, Productivity and R&D at the Firm Level in French Manufacturing, in Z. Griliches ed. *R&D, Patents and Productivity*, pp.475-392, 1984.

[3] Griffith, R., "How important is business R&D for economic growth and should the government subsidize it?," The Institute for Fiscal Studies, *Briefing Notes*, Vol. 12, 2000.

[4] Griliches, Z. and J. Mairesse, Productivity and R&D at the Firm Level, *R&D, Patents and Productivity*, pp.339-374, 1984.

[5] Griliches, Z., "R&D and the Productivity Slowdown," *American Economic Review*, Vol. 70, pp.343-348, 1980.

[6] Griliches, Z., "Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth," *Bell J. Econ.*, Vol. 11, pp.92-116, 1979.

[7] Guellec, D. and B.P. Potterie, "R&D and productivity growth - Panel data analysis of 16 OECD countries," *STI Working Papers*, Vol. 3, OECD, Paris, 2001.

[8] Levin, R. C. and P. C. Reiss, "Cost-Reducing and Demand-Creating R&D with Spillovers," *The RAND Journal of Economics*, Vol. 19, pp.538-556, 1988.

[9] Levy, D. M. and N. E. Terleckyj, "Effects of Government R&D on Private R&D Investment and Productivity: A Macroeconomic Analysis," *The Bell Journal of Economics*, Vol. 14, pp.551-561, 1983.

[10] Mansfield, E., "Industrial R&D in Japan and

the United States: A Comparative Study," *American Economic Review*, Vol. 78, pp. 223-228, 1988.

[11] Mansfield, E., "Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing," *American Economic Review*, Vol. 70, pp.863-873, 1980.

[12] OECD, "OECD Information Technology Outlook," *OECD*, 2004.

[13] Penman, S. and T. Sougiannis, "A Comparison of Dividend, Cash Flow, and Earnings Approaches to Equity Valuation," *Contemporary Accounting Research*, Vol. 15, pp.343-383, 1998.

[14] 과학기술부 "과학기술연구활동조사보고", 각년호

[15] 김의제, "연구개발투자의 기술·노동·자본·생산성 기여도 분석", STEPI, 1999.

[16] 김현구, 오정훈, "IT산업이 한국경제에 미치는 영향분석", *정보화정책* 제11권, pp. 3-12, 2004.

[17] 신태영, "연구개발투자의 경제성장에 대한 기여도", STEPI, 2004.

[18] 윤충환, "IT기업 R&D투자의 파급효과 추정", *정보사회연구* 제14권, pp.45-55, 2002.

[19] 이원기, 김봉기, "연구개발투자의 생산성 파급효과 분석", 한국은행, 2004.

[20] 장진규, "정보통신 연구개발사업의 산업-경제적 거시효과 분석", STEPI, 2004.

[21] 조성표 외, "KOREA R&D Scoreboard 개발", 과학기술부, 2002.

[22] 조형곤 외, "정보통신 기술지식의 파급효과에 대한 실증분석", *기술혁신연구* 제8권, pp.73-94, 2000.

이 경 석 (Lee Kyung Suk)

준회원



1999년 2월 서강대학교 경제학과 졸업
 1999년 3월~현재 한국정보통신대학교 IT경영학부 석사과정
 <관심분야> 통신경영전략·경제, 계량경제, 통계

박 명 철 (Park Myeong Cheol)

정회원



1976년 2월 서울대학교 산업
공학과 졸업

1978년 2월 서울대학교 경영학
과 석사

1990년 2월 The University of
Iowa 경영학(MIS) 박사

1998년 3월~현재 한국정보통신

대학교 IT경영학부 교수

<관심분야> 통신경영전략·경제, 정보기술

이 덕 희 (Lee Duk Hee)

준회원



1986년 2월 고려대학교 경제학
과 졸업

1989년 2월 고려대학교 경제학
과 석사

1996년 2월 뉴욕주립대학교 경
제학 박사

2002년 2월~현재 한국정보통신

대학교 IT경영학부 부교수

<관심분야> 네트워크경제, 통신산업/정책, 표준화