

총요소생산성의 정보통신기술 생산 및 이용업종 간 비교: 한국 기업의 패널데이터를 이용한 자료포락분석*

장 두 영**

본고는 1990~2005년 기업의 패널자료를 이용하여 자료포락분석으로 규모에 대한 보수가 가변적인 맵퀴스트지수를 추정 한 후, 총요소생산성(TFP)의 변동과 그 결정요인을 ICT 생산 및 이용업종들 간에 비교·분석하였다. TFP의 증가현상은 ICT 생산 및 이용제조업에서 1990년대 후반기에 나타난 후, 21세기에 들어 오면서 ICT 이용제조업으로 확산되었다. 그러나 TFP의 증가세는 전반적으로 미약하며 ICT 생산업종에서는 ICT 이용업종보다 약할 뿐만 아니라 ICT 이용집약도에 따라 차별화되지 않았다. 그리고 대부분의 업종들 또는 기간들에서 TFP를 변동시킨 원동력은 기술변화이며 기술적 효율성은 TFP의 변동에서 거의 중립적으로 기능하였다. 기술변화에 대한 TFP 변동의 의존도는 ICT 생산업종에서는 최근에 더욱 증가하고 ICT 고이용업종군에서는 매우 높고 비교적 안정적이었으나 ICT 저이용업종군에서는 산업적 특성에 따라 상이하였다. 따라서 ICT가 기술적 효율성이 강화됨과 동시에 더욱 발전하고 그 기술혁신의 파급효과가 진작되어야만 ICT의 성장엔진은 유효할 것이다.

핵심주제어: 총요소생산성, 맵퀴스트지수, 자료포락분석, 정보통신기술
경제학문헌목록 주제분류: O4

I. 서 론

한국 경제는 20세기 후반에 세계경제에서 신흥공업국으로서 위상을 공고히 함으로써 선진국으로부터는 경계의 대상이, 그리고 후진국으로부터는 선망의 대상이 되었다. 이러한 한국 경제가 1997년에 외환위기를 직면하면서 그 위상이 흔들렸다. 그러나 한국 경제는 정보통신기술(information and communication technology: ICT) 관련 산업이 놀라운 속도로 발전하면서 새로운 전기를 맞을

* 본 논문은 2006년도 교내연구비 지원을 받아 작성되었으며, 유익한 논평을 해 주신 심사위원들께 감사드린다.

** 호남대학교 경제학과 교수, 전화: (062) 940-5374, E-mail: changdy@honam.ac.kr
논문투고일: 2008. 11. 27 수정일: 2009. 5. 24 게재확정일: 2009. 5. 27

것으로 기대되고 있다.

한국 ICT 생산업종은 1990년대 중반 이후 고속성장을 지속한 결과 그 실질 부가가치가 1995~2006년間に 실질GDP의 연평균증가율인 4.5%를 무려 4배 이상 상회하는 19.0%를 달성함으로써 GDP에 대한 그것의 비율은 1995년에 3.4%에서 2006년에 14.4%로 경중 뛰었다(한국은행, 2007).¹⁾ 이러한 한국의 ICT 생산업종의 발전은 OECD 국가들의 경제적 성과와 비교하면 더욱 두드러진다. 1996년에 OECD 회원국들 중 핀란드와 일본에 이어 3위였던 제조업 수출품 중 ICT 제품의 비중과 현시비교우위(revealed comparative advantage)가 2004년에는 각각 1위를 차지하였고, 2003년 기업부문 부가가치에서 ICT 부가가치가 차지하는 비중은 13.0%로 핀란드의 15%에 이어 2위를, 그리고 2002년 GDP에 대한 ICT 관련 R&D의 비율도 핀란드에 이어 2위를 차지하였다(OECD, 2006).

이와 같은 ICT 생산업종의 역동성이 한국 경제의 재도약과 관련하여 주목을 받는 것은, ICT가 ICT 생산업종 자체의 총요소생산성(total factor productivity: TFP)은 물론 ICT를 이용하는 업종들의 TFP도 시차를 두고 향상시켜 궁극적으로는 국가의 TFP의 증대에 기여하는, 이른바 ICT의 다목적기술(general purpose technology: GPT)론 또는 ICT의 성장엔진론 때문이다(Jovanovic and Rousseau, 2005; Petsas, 2003).²⁾ 실제로 미국의 경우 TFP의 증가가 ICT 생산업종에서 1990년대 후반에 매우 높았으며 21세기에 들어와 다소 완만해진 반면, ICT 이용업종들에서는 ICT 생산업종들에서 보다 빠르게 증가한 것으로 나타났다(Basu and Fernald, 2008; Bosworth and Triplett, 2007).

1) 광의의 정보통신기술은 통신활동을 용이하게 하고 확장하는 장치와 이러한 장치 및 활동 관련 사회조직을 통합한 것이다(Liverou and Livingstone, 2002). 이렇듯 ICT는 복합적이어서 ICT산업은 기관마다 다소 상이하게 정의된다. 한국 통계청은 정보통신기기제조, 정보통신서비스, 소프트웨어 및 컴퓨터 관련 서비스, 정보통신기기유통, 정보통신공사 등 5개 업종을 정보통신산업으로, 미국 상무부는 하드웨어, 통신기기, 소프트웨어 및 서비스, 통신서비스 등 4개 업종을 정보기술생산산업(information technology producing industry)으로, 그리고 OECD는 정보통신기기제조, 상품관련 서비스, 무형서비스 등 3개 업종을 정보통신기술산업(ICT industry)으로 분류한다(조태식, 2000). 본고는 ICT를 생산하는 업종군과 그것을 이용하는 업종군 간에 총요소생산성의 구조적 변화 및 결정요인을 비교한다는 점에서 통계청의 정보통신산업 대신에 정보통신기술 생산업종을 사용한다.

2) 다목적 기술은 상품, 공정, 시장, 생산요소와 조직에서 새로운 조합을 유발하고 기업가에 의해서 개발되고 경제성장에 기여하는 새로운 사업기회를 창출하는 슈퍼터적 혁신적 기술로서, 경제성장의 엔진으로 기능하며 GPT가 되기 위한 신기술의 조건은 확산(pervasiveness), 개량(improvement)과 혁신배양(innovation-spawning)이다(Carlsson, 2004; Eichengreen, 2004; Bresnahan and Trajtenberg, 1995). 이러한 관점에서 ICT는 ICT 생산업종의 기술발전은 물론 다목적 기반기술이기 때문에 업종에 따라 다른 수준으로 ICT 이용산업의 기술변화에 기여할 수 있다.

이러한 맥락에서 현재야말로 한국에서도 TFP의 향상이 ICT 생산 및 이용업종들에서 ICT의 GPT론처럼 나타나고 있는지에 대한 체계적 분석이 필요한 시점이다. 이러한 필요성을 부분적으로 충족한 국내의 대표적인 연구들에 의하면, TFP의 증대현상이 ICT 생산업종에 집중되었으며, 미국처럼 모든 업종들로 아직 확산되지 않은 것으로 나타났다. 박정규·하종림(2005)은 ICT의 이용확대에 따른 TFP 증대효과가 전 산업에서 본격적으로 나타났다고 할 수 없다는, 그리고 신관호 외(2004)는 ICT 자본이 1985~1999년間に ICT산업의 TFP는 다른 산업의 약 4배 정도 빠른 성장세를 보일 정도로 ICT산업의 TFP 향상에는 크게 기여하였으나 여타 산업에서는 유의한 영향을 주지 못하였다는 결과를 각각 내놓았다. 김현구·오경훈(2005)도 ICT는 국내산업 전반에 걸쳐 생산성을 높이는 데 기여할 것이라는 이론적 예측이 크게 빗나갔다고 주장하였다.

이러한 연구성과에도 불구하고 기존 연구들은 TFP의 추정 및 분석을 통해서 한국 경제의 제도약을 위한 GPT로서 ICT 역할을 진단하고 그 역할을 강화하기 위한 정책적 시사점을 도출하는 데 문제점을 갖고 있다. 첫 번째 문제점은 모든 연구가 업종(또는 산업)의 총합을 분석대상으로 하고 있다는 것이다. 기업은 기술을 개발하고 그 기술의 파급효과를 흡수하여 생산성의 향상으로 소화하는 경제주체이자 국가경제의 생산주체이며 이러한 기업의 합이 업종이다. 그래서 개별 기업의 TFP를 추정한 후 그것을 업종별로 합산하는 것이 TFP의 추정에 사용한 변수들의 업종별 총합을 기초로 업종별 TFP를 추정하는 것보다 바람직하다는 점에서 그렇다.

두 번째는 TFP의 구조적 변화의 분석에서는 기존 연구들이 애용한 모수적 접근방법이 적합하지 않을 수 있다는 것이다. 기업들은 저마다 다른 고유한 내적 요인과 그로 인한 동일한 경영여건에 대한 다른 흡수력을 갖고 있으며 기업의 경제적 성과는 경쟁기업들 간의 상대적 결과이기 때문이다. 게다가 GPT와 같은 기술혁신이 일어나는 기간에는 단기간에도 그 영향이 큼에도 불구하고 모수적 접근방법은 생산함수가 안정적이라고 가정하고 있어 기술혁신기의 TFP의 구조적 변화가 과소평가될 가능성이 크기 때문이다.

마지막은 TFP의 결정요인에 대한 분석의 결여이다. TFP의 변동성이 ICT와 같은 기술발전에 의한 것인지 아니면 기술발전 외적 요인에 의한 것인지에 대한 분석은 기업의 전략 또는 산업정책적 시사점을 도출하는 데 긴요하기 때문이다.

이러한 기존 연구들의 한계를 극복하고 연구의 필요성에 부응할 수 있는

TFP의 측정방법이 기업단위의 비모수적 접근방법이다. 이 분석방법은 기존 연구들의 결론을 평가할 수 있는 대상이 될 수 있다는 점에서 큰 의의를 갖는다. 본고는 TFP를 맬퀴스트지수(Malmquist index)에 의해 측정하고, 맬퀴스트지수를 추정하기 위해서 자료포락분석(Data Envelopment Analysis: DEA)을 사용한다. DEA는 기업단위 분석에서는 매우 유용하다(Kong and Tongzon, 2006). 생산기술이 동일기간의 표본기업들에 대해서 또는 한 표본기업의 분석기간들에 대해서 상이할 수 있기 때문이다. 비모수적 맬퀴스트 TFP 접근방법은 TFP의 구조적 변화를 분석하는 데 적합할 뿐 아니라 그러한 변화에 기여한 요인을 기술진보, 순수 기술적 효율성, 규모효율성 등 세 요인으로 분해할 수 있는 장점을 갖고 있다.

따라서 본 논문은 1990~2005년간 한국 기업들의 패널자료를 기초로 DEA를 이용하여 맬퀴스트지수를 추정한 후, TFP의 증가 추세 및 결정요인의 변화를 ICT 생산 및 이용업종들 간에 비교·분석함으로써 TFP의 역동적 변화를 강구해야 할 업종과 TFP의 향상을 위해서 강화해야 할 결정요인을 발굴하고, ICT가 GPT로서 기능하고 있는지를 판단하는 것을 목적으로 한다.³⁾ 이를 위해서 제II절에서는 TFP 추정방법의 맬퀴스트지수와 DEA가 설명된다. 제III절은 DEA에 사용될 투입 및 산출물 관련 변수, 기업의 패널자료 생성, 기술적 통계를 설명한다. 제IV절에서는 ICT 생산업종 및 이용업종들의 TFP 변동의 추세와 함께 그 결정요인이 분석된다. 마지막으로 제V절은 결론과 향후 연구과제에 대해 다룬다.

II. 분석방법

본절은 TFP의 변화를 측정하고 결정요인을 분해하기 위한, 규모에 대한 보수가 가변적인 기술을 가정한 맬퀴스트 생산성지수(Malmquist productivity index, 이하 맬퀴스트지수라 함)와 그것의 효과적인 추정방법인 DEA를 설명한다.

3) 본고는 현실적으로 짧은 기간에 거대기업으로 성장한 기업들이 거의 없다는 가정 아래 분석대상 전 기간을 통해서 생존한 기업들의 TFP의 변동 및 그 결정요인을 전 기간을 5년 단위로 세분한 기간들에 대해서 비교정태적으로 분석한다는 점에서 패널데이터 접근방법을 택한다. 그러나 이 방법은 분석기간 중에 창업되고 기술변화를 주도한 기업들이 많다면 관련 업종들의 추정치가 과소평가될 수 있는 약점을 안고 있다.

1. 총요소생산성의 측정방법: 맬퀴스트지수

경제성장 또는 기업의 산출물 변화에서 양·질적 요인의 역할을 수량화하는 방법들 중의 하나가 요소생산성이다. 이러한 요소생산성은 국민경제 및 기업활동의 건전성을 측정하는 기본적인 척도이다. 또한 생산성의 증가는 미시적으로는 기업의 생산효율성의 증대를, 그리고 거시적으로는 국민복지수준의 향상을 의미하기도 한다. 요소생산성은 일반적으로 자본생산성 및 노동생산성과 같은 개별 요소생산성과 TFP 또는 다요소생산성(multi-factor productivity)으로 구분된다. 개별 요소생산성은 물적 생산요소 단위당 산출물인 반면, TFP는 노동, 자본은 물론 질적 생산요소인 기술 등 총투입요소 단위당 산출량을 나타내는 지표이다. 이렇듯 TFP는 개별 요소생산성과는 달리 기술진보 관련 소프트웨어적 변화를 측정할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

이러한 TFP가 Solow(1957)와 Kendrick(1961)의 공헌으로 실용적인 개념으로 정립되고 여러 연구자들에 의해서 측정되기 시작하였다. 그 이후에도 총요소생산성이론은 현실경제를 보다 정확하게 반영할 수 있도록 다양한 방향으로 발전을 거듭해 왔다(Hulten, 2000).⁴⁾

TFP를 계측하는 방법으로는 맬퀴스트지수가 사용된다. 맬퀴스트지수는 비효율성을 명시적으로 고려하고 있고, 그 결과 TFP의 변화가 기술진보와 기술적 효율성 변화로 분해될 수 있기 때문이다. 맬퀴스트지수는 Caves *et al.*(1982)가 생산성을 측정할 때 맬퀴스트의 스케일링방법을 모수적 프레임워크에 적용함으로써 명명되었다. 그 이후 Färe *et al.*(1994a)가 맬퀴스트지수를 규모에 대한 보수가 불변(constant returns to scale: CRS)인 기술을 가정하여 비모수적 프레임워크에 확장하였다. 그런데 만일 생산과정에서 규모에 대한 보수의 체감이 발생하면 TFP가 과대평가되는 반면, 만일 규모에 대한 보수가 체중하면 TFP가 과소평가된다는 것은 CRS 맬퀴스트지수의 단점이다.

따라서 이러한 규모에 대한 보수 가변에 따른 CRS 맬퀴스트지수의 부정확성 문제를 극복하기 위한 범용(generalized) 맬퀴스트지수가 Färe *et al.*(1994b)에 의

4) TFP가 자본축적체제의 전환을 가져올 수 있는 GPT의 역할을 충분히 반영할 수 있을지에 대한 논란도 있다. 논란의 핵심은 TFP의 추정방법과 그 추정이 채택한 가정이다. 그래서 Lipsey and Carlaw(2004)는 정보통신기술에 의한 신경계의 도래 여부를 판단하는 데 TFP의 추정치를 사용하는 것에 신중해야 할 것이라고 지적한다. TFP는 기술변화의 불완전한 추정치라는 것이다. 이러한 지적에도 불구하고 본 논문은 기술변화를 측정할 수 있다는 전통적인 TFP이론을 따른다.

해서 제안되었다. 맬퀴스트지수는 각 기업 및 기간에 대해서 기준시기 't'에서 생산기술이 주어지면 생산요소 벡터 X^t 를 투입하여 산출물벡터 Y^t 를 창출할 수 있는 최대 가능성 집합인 $S^t(X^t)$ 가 존재한다는 것을 가정한다. 이는 어느 시기에나 기업은 최대 생산가능성 변경 위에 있을 수 있으나 경우에 따라 변경 내에 위치할 수도 있다는 것을 의미한다. 산출물집합은 닫혀 있고, 제한적이고, 볼록하다고 가정하며 투입물 및 산출물의 강제분(strong disposability)을 충족한다. 투입물을 산출물로 전환시킬 수 있는 투입-산출 관계인 (X^t, Y^t) 는 주어진 기술하에서 기준시기 't'의 산출물 거리함수(output distance function)인 $D^t(X^t, Y^t)$ 로 표현된다. 기준시기 't'의 산출물 거리함수는 기준시기 't'의 투입물로 생산 가능한 최대 산출물과 실제 산출물과의 비이며 기술적 효율성의 측정치다. 동일한 방법으로 비교시기 't+1'에 주어진 기술하에서 거리함수인 $D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})$ 도 정의될 수 있다.⁵⁾

이와 같은 거리함수를 이용하여 Färe *et al.*(1994b)은 분석기간의 맬퀴스트지수를 기준시기 't'의 CRS 맬퀴스트지수(M_{CCD}^t)와 비교시기 t+1의 CRS 맬퀴스트지수(M_{CCD}^{t+1})의 기하평균, 즉

$$M(t, t+1) = (M_{CCD}^t \times M_{CCD}^{t+1})^{1/2} \quad (1)$$

으로 정의한다.⁶⁾

이와 같은 TFP의 변화는 기술수준이 크게 변화하거나(technological change 또는 innovation) 그 기술의 효율적 사용 여부(technological efficiency)에 의해서 결정될 수 있다. 이와 같은 TFP 변화의 결정요인을 관찰하기 위하여 거리함수를 이용하여 식 (1)은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} M(t, t+1) &= \left[\frac{D^t(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D^t(X^t, Y^t)} \times \frac{D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D^{t+1}(X^t, Y^t)} \right]^{1/2} \\ &= \frac{D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D^t(X^t, Y^t)} \left[\frac{D^t(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})} \times \frac{D^t(X^t, Y^t)}{D^{t+1}(X^t, Y^t)} \right]^{1/2}. \quad (2) \end{aligned}$$

5) 한편, $D^t(X^{t+1}, Y^{t+1})$ 와 $D^{t+1}(X^t, Y^t)$ 는 각각 기준시기 't' 기술로 비교시기 't+1'의 투입-산출물 관계를, 그리고 비교시기 't+1' 기술로 기준시기 't'의 투입-산출물 관계를 평가하는 거리함수다.

6) 기하평균은 기준시기 't'와 비교시기 't+1'의 CRS 맬퀴스트지수는 투입물과 산출물이 각각 하나일 경우에는 동일할 수 있지만, 다수의 투입물과 규모에 대한 보수가 가변적일 경우에는 동일하지 않을 수 있기 때문에 기준을 선택하는 데 임의성을 배제하기 위한 것이다.

식 (2)에서 $\frac{D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D^t(X^t, Y^t)}$ 는 분석기간 거리함수의 비로서 기준시기와 비교시기 간 기술적 효율성의 변화(the change in technological efficiency: TECH)를 나타낸다. 이를테면 거리함수는 각 업종 내에서 가장 효율적인 기업을 '1'로 가정하고 산출한 업종 내에서의 상대적 효율성을 나타낸다. 이 값이 '1'에 접근할수록 그 기업의 효율성은 생산변경의 근처에 진입하고 있음을 의미한다. 그리고 $\left[\frac{D^t(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})} \times \frac{D^t(X^t, Y^t)}{D^{t+1}(X^t, Y^t)} \right]^{\frac{1}{2}}$ 는 X^t 와 X^{t+1} 에서 평가한 변경산출량 변화의 기하평균을 나타내므로 분석기간의 생산기술 변화(the shift in production technologies: TCH)를 나타낸다.

그리고 Färe *et al.*(1994b)는 규모경제가 TFP에 미치는 영향이 추정될 수 있도록 식 (3)처럼 규모에 대한 보수가 가변적이라는 가정 아래 기술적 효율성의 변화를 순수 기술적 효율성의 변화(pure technical efficiency change: PTECH)와 규모효율성의 변화(scale efficiency change: SECH)로 분해한다.⁷⁾

$$\frac{D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D^t(X^t, Y^t)} = \frac{D_v^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_v^t(X^t, Y^t)} \times \left[\frac{D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D^t(X^t, Y^t)} \times \frac{D_v^t(X^t, Y^t)}{D_v^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})} \right]. \quad (3)$$

식 (3)의 좌변에서 괄호 밖의 수식 $\frac{D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D^t(X^t, Y^t)}$ 은 분석기간에 규모에 대한 보수가 가변적이라는 조건하에서 순수 기술적 효율성의 변화를, 그리고 괄호 안의 수식 $\frac{D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D^t(X^t, Y^t)} \times \frac{D_v^t(X^t, Y^t)}{D_v^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}$ 은 규모경제의 변화가 TFP에 미치는 영향을 나타내는 규모효율성의 변화를 나타낸다. 이 규모효율성의 변화는 기술적 효율성의 변화를 순수 기술적 효율성의 변화로 나눈 몫에 해당한다.

따라서 맴퀴스트지수는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} M(t, t+1) &= TCH \times TECH \\ &= TCH \times PTECH \times SECH. \end{aligned}$$

이와 같이 맴퀴스트지수는 기술변화요인과 기술적 효율성 요인의 곱 또는 기술변화요인, 순수 기술적 효율성 요인, 그리고 규모효율성 요인의 곱과 같다. 이렇듯 거리함수에 기초한 맴퀴스트지수는 TFP를 변화시킨 여러 요인으로 분

7) 아래 첨자 'v'는 거리함수가 규모에 대한 보수가 가변적이라는 가정 아래 산출된다는 것을 나타낸다.

해될 수 있기 때문에 업종에 따라 TFP의 변화를 결정하는 핵심 요인이 무엇인가를 규명하고, 나아가 정책적 시사점을 도출하는 데 유익한 지표라고 할 수 있다. 맬퀴스트지수의 또 다른 장점은 그 지수는 물론 그 결정요인들도 모두 지수로 산출되고 '1'의 기준치를 갖는다는 것이다. 각 지수가 '1'보다 크거나 작거나 그리고 동일할 수도 있다. 분석기간의 관련 기업 또는 업종의 경제적 성과는 각 지수가 '1'보다 크면 향상되었다는 것을, 만약 각 지수가 '1'보다 작으면 위축되었다는 것을, 그리고 만일 각 지수가 '1'이라면 변동하지 않았다는 것을 의미한다.

2. 맬퀴스트지수의 추정방법: 자료포락분석

선형프로그램의 목적함수가 산출물의 극대화이고 규모에 대한 보수가 가변적인 기술을 전제로 맬퀴스트지수가 추정된다. 일정한 투입물로 생산성이 향상될 수 있고 ICT 생산업종은 물론 ICT 이용업종들에서도 생산규모가 TFP에 큰 영향을 미치기 때문이다. Färe *et al.*(1994b)는 이러한 맬퀴스트지수 및 그 결정요인을 추정하기 위해서 DEA를 사용하였다.⁸⁾

맬퀴스트지수와 그 요인분해는 비모수적 프로그램법에 의해서 이루어진다. K 개 기업이 N 개 투입물을 이용하여 M 개 산출물을 일정 기간($i=t, t+1$: 기준시기 ' t ', 비교시기 ' $t+1$ ')에 걸쳐 생산한다고 하자. 규모에 대한 보수가 가변적인 기술은 맬퀴스트지수의 산출을 목적으로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$S^i(\text{VRS}) = \left\{ (X^i, Y^i) : Y_m^i \leq \sum_{k=1}^K z^{k,i} Y_m^{k,i} \forall (m=1, \dots, M), \right. \\ \left. \sum_{k=1}^K z^{k,i} X_n^{k,i} \leq X_n^i \forall (n=1, \dots, N), \right. \\ \left. \sum_{k=1}^K z^{k,i} = 1, z^{k,i} \geq 0 \forall (k=1, \dots, K) \right\}.$$

여기에서 시기 ' i ' 기준기술(S)은 투입물과 산출물의 모든 조합(X^i, Y^i)의 집

8) DEA는 효율성을 산출하기 위한 비모수적 선형계획방법으로서 규모에 대한 보수가 불변이라는 가정에 의해서 Charnes *et al.*(1978)에 의해서 제안되었는데, 이 모형은 규모에 대한 보수가 가변적인 상황을 설명할 수 있도록 Banker *et al.*(1984)에 의해서 확장되었다. 그런데 맬퀴스트지수의 추정에서 규모에 대한 보수가 가변적일 경우 맬퀴스트지수가 정확하게 추정될 수 없다는 문제가 제기되기도 하였다(Ray and Desil, 1997; Grifell-Tatjé and Lovell, 1995). 그러나 이러한 논의는 본고의 범위를 벗어나기 때문에 본고는 Färe *et al.*(1994b)를 따른다.

합이다. 그리고 X_n 과 Y_m 은 각각 투입물과 산출물 벡터이고, $z^{k,i}$ 는 어느 특정한 활동이 생산조합의 변경을 형성하는 데 사용되는 집약도로서 어느 의사결정 단위(decision making unit: DMU, 여기에서는 기업)의 비중을 나타내는 변수이다. 단, 각 산출물($Y_m^{k,i}$)은 $\sum_{k=1}^K z^{k,i} Y_m^{k,i}$ 로 정의되는 가상산출물을 초과하지 않으며 투입물의 벡터(X^i)는 각 투입물에 대한 가상투입물($\sum_{k=1}^K z^{k,i} X_n^{k,i}$)보다 크다. 그리고 가상산출물 및 투입물을 정의하기 위하여 사용된 가중치는 '0' 이상이고, 각 가중치의 합인 $\sum_{k=1}^K z^{k,i}$ 은 '1'이어야 한다.

식 (3)을 추정하기 위해서는 각 DMU에 대한 네 개의 거리함수를 산출해야 한다. 네 개의 거리함수는 $D^t(X^t, Y^t)$, $D^t(X^{t+1}, Y^{t+1})$, $D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})$, $D^{t+1}(X^t, Y^t)$ 이다. 이 거리함수들은 Farrell(1957)이 기술적 효율성을 측정할 때 사용한 것들과 유사한 선형계획문제다. 산출물 거리함수는 산출물 기준 효율성의 역이라는 사실을 이용하면, 규모에 대한 보수가 가변일 경우(S^i (VRS)) 특정 시기 i '의 특정 기업 k '의 거리함수를 산출하기 위해서 풀어야 할 선형계획문제는 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 [D^i(X^{k',i'}, Y^{k',i'})]^{-1} &= \max_{z, \theta} \theta^{k'} & (4) \\
 \text{s.t. } \theta^{k',i'} Y_m^{k',i'} &\leq \sum_{k=1}^K z^{k,i} Y_m^{k,i} \quad (m=1, \dots, M), \\
 \sum_{k=1}^K z^{k,i} X_n^{k,i} &\leq X_n^{k',i'} \quad (n=1, \dots, N), \\
 \sum_{k=1}^K z^{k,i} &= 1, \quad z^{k,i} \geq 0 \quad (k=1, \dots, K).
 \end{aligned}$$

여기에서 첫 번째 제약조건은 효율성과 각 기업의 산출물을 곱한 값은 기준 산출물을 초과하지 않는다는 것이다. 두 번째는 각 기업이 사용한 투입물은 특정 적정화 문제에 대한 기준으로서 정의한 양보다 크거나 같다는 것이다. 마지막은 가중치는 음수가 아니고, 그 가중치의 합은 '1'이라는 것이다. 이와 같은 제약조건하에서 네 개의 적정화 문제는 어느 기업의 효율성을 극대화하는 것이다. 단, $i=i'=t$ 일 때는 기준시기 t '의 기술적 효율성이, 그리고 $i=i'=t+1$ 일 때는 비교시기 $t+1$ '의 기술적 효율성이 산출될 수 있다.

TFP 및 그 결정요인의 추정에 기업의 패널자료가 이용되고 Färe *et al.* (1994b)가 맵퀴스트 DEA를 패널자료에 응용하였다는 점에서 규모에 대한 보수가 가변적인 기술을 가정한 맵퀴스트지수, 즉 VRS 맵퀴스트지수는 호주의 Queen University CEPA가 제공하는 DEA의 프로그램인 DEAP로 산출된다.

Ⅲ. 자 료

본절은 TFP의 변화를 추정하고 그 요인을 분해할 때 사용될 투입 및 산출물 변수관련 지표들과 표본의 구성을 설명한다.

1. 투입 및 산출물 관련 지표

DEA는 제Ⅱ절에서 설명한 것처럼 생산함수를 정의하지 않고 다수의 투입물을 다수의 산출물로 변화시켜 TFP를 추정한다. 이러한 DEA의 특성에 따라 한국 경제의 ICT 생산 및 이용업종들의 TFP를 추정하는 데 사용될 투입물관련 변수는 Thore *et al.*(1994)의 1980년대 미국 컴퓨터 및 관련 산업의 TFP를 추정할 때 사용한 8개 변수들이다. 단, 시계열자료의 형성이 어려운 투자지출은 제외되었다. 유형고정자산, 종업원수, 매출원가, 판매 및 관리비와 연구개발비 등 5개이며, 산출물관련 변수는 시가총액과 매출액 등 2개다. 이 변수들은 경상가격기준이다.⁹⁾ 그런데 증권업은 전자부품·영상·음향·통신장비 제조업, 화합물 및 화학제품 제조업, 기타 및 기계장비 제조업, 음식료품 제조업, 섬유제품 제조업, 비금속광물제품 제조업, 건설업, 도소매업 등과는 달리 원자료의 특성상 투입물관련 변수는 종업원수, 고정자산과 영업비용 등 3개뿐이고, 산출물관련 변수는 시가총액과 영업수익 등 2개이다.

우선, 유형고정자산은 물적 자본에 대한 대용변수로 사용된다. 유형고정자산과 같은 자본지량은 물론 자본유량도 기업의 경영성과를 결정하는 중요한 요소다. 그러나 본 연구에서는 자본유량의 대용변수인 투자지출을 제외한다.¹⁰⁾ 둘째, 매출원가는 가격경쟁력이 신기술의 생산 및 이용이 일반화되는 과정에서 기업성장에 중요한 영향을 미친다는 점에서 사용된다. 셋째, 판매 및 관리비는

9) 경상가격 기준 TFP의 추정결과는 그 정치성이 다소 약화될 가능성이 있지만 서론에서 기술한 본고의 목적을 달성하는 데 문제가 없고, 기업단위 분석에서는 현실적으로 기업별 상품들의 신뢰할 만한 가격관련 자료를 획득하는 것이 불가능하기 때문이다. 그리고 기업자료를 이용한 관련 국내·외 연구들도 경상가격 기준으로 TFP를 추정하고 그 결정요인들을 분해하였다.

10) Kis-value에는 자본유량에 해당하는 투자지출이 없을 뿐 아니라 이론적 정의식으로 추산한 투자지출에 대한 신뢰가 문제되기 때문이다. 물론 투자지출은 당해연도 유형고정자산에서 전년 유형고정자산을 뺀 것으로 정의할 수 있다. 그런데 표본기업들 중 일부에 대해 다른 출처에서 획득한 투자지출은 이와 같은 정의식을 기초로 구한 투자지출과 일치하지 않고 그 추세도 상이하였다.

신기술의 상품화를 촉진시키기 위한 지출은 기업성과의 중요한 결정요인이라는 점에서 투입물로 선택되었다. 마지막으로, 매출액은 생산성의 추정에서는 총산출물이 부가가치보다 우위에 있다는 점에서 총산출물의 대용변수로서, 그리고 시가총액은 기업의 성과 및 성장성을 시장을 통해서 평가되는 지표라는 점에서 사용된다.¹¹⁾

투입 및 산출물 관련 원자료는 한국신용평가정보의 데이터베이스인 Kis-value에서 추출한 것이다. 그런데 Kis-value에서 지명도가 높은 일부 대기업 경우에도 연구개발비가 연구대상의 전 기간 또는 일부 기간에서 零 또는 공란으로 나타나 있다. 따라서 연구개발비는 한국상장회사협의회의 기업웨어하우스가 제공하는 연구개발 지출과 비교하여 부분적으로 보완하여 사용되었다.

2. 표본의 구성

DEA는 제품이 경쟁관계에 있는 모든 기업을 대상으로 하는 것이 바람직할 것이다. DEA는 업종 내 모든 기업들 간 상대성을 중요시하기 때문이다. 이러한 맥락에서 경쟁기업들을 확인하는 최선의 방법이 이론적으로는 수요의 교차가격탄력성을 산출한 후 그것들에 의거하여 기업들을 분류하는 것이다. 그런데 모든 기업들에 대해서 교차가격탄력성을 직접 측정하기에는 현실적으로 어려움이 많다.

그래서 통계청의 2001년 8차 개정분인 표준산업분류(Standard Industrial Classification)를 이용하여 동일한 업종에 속하는 기업들을 확인하는 방법이 사용된다. 이론상 경쟁기업에 최대한 접근하기 위해서는 표준산업분류를 세분하는 것이 바람직하나 관련업종의 표본크기에 문제가 있어 두 자릿수 업종으로 한다. 그리고 정보통신기술의 생산 및 이용 정도에 따른 업종구분은 박정규·하종립(2005)에 기초한다. ICT 이용업종은 TFP의 변화가 시차를 두고 나타나는 지를 분석하기 위하여 ICT 고이용업종과 ICT 저이용업종으로 세분된다.¹²⁾

가변적 규모에 대한 보수용 맴퀴스트지수를 추정하기 위한 DEA에서는 기업

11) Basu and Fernald(1997)는 부가가치는 생산과라미터에 대해서 편기추정량과 부정확한 추론을 야기하기 때문에 총산출물이 부가가치보다 생산성의 추정에서 우위에 있다고 주장한다.

12) 박정규·하종립(2005)에 따르면 2000년 기준 산업연관표상의 산업별 총고정자본형성액 대비 정보통신 고정자본형성액 비중과 종사자 1인당 정보통신 고정자본형성액이 상위 10위 이내인 업종은 ICT 고이용업종, 그리고 하위 10위 이내인 업종은 ICT 저이용업종으로 분류되었다.

50 총요소생산성의 정보통신기술 생산 및 이용업종 간 비교

〈표 1〉 표본의 주요 기술적 통계

(단위: 억 원, 명)

업종명	표본수	통계명	시가총액	매출액	종업원수	유형고정 자산	매출원가	경상 관리비	연구 개발비	
ICT 생산 업종	전자부품, 영상, 음향 및 통신 장비	28	평균	11,493	12,234	3,724	12,435	8,912	1,669	342
			표준편차	73,380	56,419	9,746	55,343	38,329	8,671	2,548
			최고	876,347	576,324	80,594	606,965	401,582	92,397	31,332
			최저	4	0.3	9	33	1	7	0
ICT 고 이용 업 종	화합물 및 화학제품	72	평균	941	2,730	1,003	4,018	2,092	411	35
			표준편차	1,811	5,164	1,439	8,118	4,344	724	84
			최고	2,652	48,588	10,007	68,179	43,527	7,023	832
			최저	23	63	50	63	31	18	0
	기타 및 기계장비	15	평균	266	767	410	625	630	105	3
			표준편차	218	784	336	589	625	134	6
			최고	1,897	3,510	1,826	3,259	2,822	692	42
			최저	10	3	27	57	14	3	0
	증권	16	평균	3,768	2,480	1,014	3,187	-	409	-
			표준편차	4,148	3,094	771	3,778	-	588	-
			최고	26,172	22,841	3,391	22,661	-	3,987	-
			최저	278	131	173	72	-	1.5	-
ICT 저 이용 업 종	음식료품	29	평균	1,426	3,973	1,871	5,089	2,814	873	15
			표준편차	2,880	4,648	1,742	7,612	3,257	1,150	36
			최고	21,334	25,444	6,654	39,467	17,555	7,396	265
			최저	10	125	40	55	98	17	0
	섬유제품	12	평균	462	1,547	1,415	2,735	1,417	102	36
			표준편차	397	1,023	1,443	2,242	968	64	2
			최고	1,943	5,074	10,018	9,322	5,036	377	19
			최저	26	57	27	137	70	7	0
	비금속 광물제품	17	평균	1,329	2,985	1,075	7,780	2,291	370	16
			표준편차	2,204	3,616	1,055	12,587	2,851	450	51
			최고	19,548	18,698	4,700	77,554	14,762	2,854	402
			최저	5	113	42	128	81	15	0
	건설	24	평균	1,638	7,528	1,830	5,597	6,595	447	34
			표준편차	3,296	11,058	4,436	9,065	9,865	652	97
			최고	30,111	63,849	40,970	49,243	62,317	4,482	908
			최저	19	491	107	69	464	22	0
도소매	29	평균	1,868	23,694	1,288	5,962	22,411	979	5	
		표준편차	5,774	62,274	1,780	12,999	60,885	1,907	18	
		최고	66,531	407,516	11,782	98,470	405,536	14,586	250	
		최저	14	1.5	7	11	10	6	0	

주: 1) 증권업에서 매출액은 영업수익, 유형고정자산은 고정자산, 판매 및 관리비는 영업비용임.

2) 1990~2005년간 평균임.

의 횡단면자료와 분석기간의 시계열자료로 구성된 패널데이터가 필요하다. 표본은 Kis-value로부터 2005년 현재 활동중인 모든 상장기업들을 대상기업으로 분석기간 내 투입 및 산출물 관련 변수의 존재 여부를 확인하여 이를 충족하지 못한 기업들은 모두 제외되었다. 이러한 패널데이터의 조건을 충족하는 업종들 중에서 업종분류가 두 자릿수이고, 그리고 TFP의 변동 및 그 결정요인이 ICT 생산업종과 ICT 이용업종들 간에 비교·분석된다는 점에서 기업이 10개 이상인 업종들만을 분석대상으로 한다. 분석대상 업종은 ICT 생산업종인 전자부품, 영상, 음향 및 통신장비 제조업(32), ICT 고이용업종인 화합물 및 화학제품 제조업(24), 기타 기계 및 장비제조업(29)과 증권업(65~67), 그리고 ICT 저이용업종인 음식료품 제조업(15), 섬유제품 제조업(17), 비금속광물제품 제조업(26), 건설업(45~46), 도매 및 소매업(50~52) 등이다.¹³⁾

그리고 분석기간은 분석대상 기업들의 TFP 변화의 장기적 추세에 초점을 맞추고 있다는 점에서 1990~2005년으로 하고, 전 기간은 TFP 변동의 구조적 변화가 분석될 수 있도록 다시 1990~1995년, 1995~2000년과 2000~2005년으로 세분된다. 기존 연구들이 미국처럼 TFP가 1990년대 중반부터 본격적으로 증가한 것으로 분석하고 있고, 1997년 외환위기와 그 위기를 극복하기 위한 구조조정이 TFP에 미친 영향은 2000년 이후 TFP의 변동에 반영될 것이기 때문이다.

업종별 표본의 주요 기술적 통계는 <표 1>과 같다.

IV. 추정결과

본절은 TFP가 1990~2005년 기간 및 5년 단위 기간별로 어떻게 변화하였으며, ICT 생산업종과 ICT 고이용 및 저이용업종별 특성은 무엇인지를 분석하고, TFP의 증감요인이 TFP의 변화에 기간 및 업종별로 어떻게 작용했는지를 기술 변화, 순수 기술적 효율성의 변화와 규모효율성의 변화로 분해하여 관찰한다.

13) 증권업의 표준산업분류코드는 금융보험업이다. 그런데 관련코드는 표본의 선정과정에서 증권업체를 제외한 다른 금융기관들은 패널데이터의 조건을 충족하지 못해서 제외되었기 때문에 편의상 금융보험업 대신 증권업으로 기술하였다.

1. 총요소생산성의 변화

TFP의 증가현상은 ICT 생산 및 이용 非제조업들에서는 1990년대 후반부터, 그리고 ICT 이용 제조업종들에서는 21세기에 들어오면서 나타남으로써 모든 업종으로 확산되었다. 그러나 그 증가세는 2000년 이후에 ICT 생산업종에서는 둔화되는 가운데 ICT 생산업종에서보다 ICT 이용업종들에서 강하였으나 ICT 집약도에 따라 구별되지 않았고, 전 기간을 통해서 TFP의 향상수준은 전반적으로 낮고 ICT 생산업종에서보다 ICT 이용업종들에서 높았다.¹⁴⁾ 한편, TFP가 ICT 생산업종 및 저이용업종에서는 안정적인 변동을 보인 반면, ICT 고이용업종군에서는 업종들 간 큰 차이를 보이면서 매우 불안정하게 변동하였다. 그리고 분석기간 중 TFP의 변동이 가장 안정적인 업종은 화합물 및 화학제품 제조업이고, 가장 불안정적인 업종은 증권업이며, TFP가 상승하는 해가 가장 많은 업종은 ICT 생산업종, 기타 기계 및 장비제조업과 도소매업이었다.

〈표 2〉는 1990~2005년간 TFP 변화의 추이를 정리한 것이다. ICT 생산업종(전자부품, 영상, 음향 및 통신장비 제조업)의 TFP는 1990년대 전반기에 감소세에서 후반기에 증가세로 전환된 후 그 증가세가 21세기에 들어와 크게 둔화되었다. TFP는 1990년대 전반기에 1991년에 분석기간중 최저인 0.739를 비롯하여 감소하는 해가 많은 반면, 후반기에는 1998년에 감소한 것을 제외하고 증가세가 지속되고 그 이후에는 전반적으로 완만한 증가세를 시현하다가 2002~2004년간에는 최저수준에 접근할 정도로 감소한 것이다. 그 결과 TFP의 변동성은 분석대상 업종들 중 표준편차가 0.152인 중위권으로서 대체적으로 안정적이었다.

ICT 고이용업종의 TFP는 추세에서는 제조업과 비제조업 간에, 그리고 변동성에서는 화합물 및 화학제품 제조업과 기타 기계 및 장비제조업 및 증권업 간 대조적이었다. TFP는 평균적으로 화합물 및 화학제품 제조업에서는 1990년대에 증가세보다 강한 감소세를 보이다가 2000년 이후 증가세를, 그리고 기타 기계 및 장비제조업에서는 1990년대에는 증가세에도 불구하고 큰 감소세로 인한

14) 이러한 업종들 간 TFP 변화의 차이는 통계학적으로는 유의하지 않은 것으로 나타났다. TFP의 변화량의 전 기간과 5년 단위 기간들에 대해서 ICT 생산업종과 개별 ICT 이용업종들 간에는 T-test(양측검정)를, 그리고 ICT 이용업종군 내에는 업종들 간 ANOVA를 각각 수행한 결과, 업종 TFP 변화의 평균이 동일하다는 귀무가설이 5% 유의수준에서 모든 분석대상에 대해 채택되었다. 즉, TFP의 변화량 평균이 업종들 간에 상이하지 않다는 것이다.

전반적인 완만한 감소경향을 경험하다가 21세기에 들어와 2004년에는 최고수준인 1.598을 보일 정도로 매우 강한 증가세를 보였다. 반면에 증권업에서는 TFP가 1990년대 전반기에 완만한 증가세를 보인 가운데 큰 감소세를 경험하고, 후반기에는 초기에 크게 향상되기 시작하여 2000년에는 최고수준인 1.854에 이를 정도로 강한 증가세를 이룩하였으나, 21세기에 들어오자마자 수직 급강하는 등 큰 감소세를 보인 가운데 약한 증가세를 시현하는 데 그쳤다. 그 결과 증권업은 TFP의 전 기간 평균이 감소하는 유일한 업종이었다.

한편, 화합물 및 화학제품업의 TFP는 1990년대 감소 추세에서도 변동폭이 매우 작았고 최저와 최고 간의 차가 0.272에 지나지 않을 정도로 안정적으로 변동함으로써 그 변동성은 분석대상 업종들 중 가장 안정적이었다. 이와는 대조적으로 전 기간 TFP의 표준편차가 증권업에서는 분석대상 업종들 중 가장 큰 0.352이고, 기타 기계 및 장비제조업에서는 다음으로 높은 0.311일 정도로 증권업과 기타 기계 및 장비제조업의 TFP는 불안정적 변동을 나타냈다. 증권업에서는 TFP가 모든 업종들 중에서 가장 높은 1.854와 가장 낮은 0.489를 기록하고 크게 감소하였다가 바로 이듬해에 크게 증가하는 변동성을 2년마다 누차 반복하기도 하였다. 그리고 기타 기계 및 장비제조업에서는 맴퀴스트지수가 1991년에 최저수준인 0.527에서 출발하여 1990년대에는 증권업의 2000~2005년과 같은 현상과 유사하게 매우 불안정하게 변동하였으나 하락폭이 증권업보다 작고 그 이후 지속적인 증가세를 보임으로써 그 변동성은 증권업보다는 다소 완화되었다.

ICT 저이용업종군에서는 TFP가 제조업군과 비제조업군 간에 상이한 변화 추세를 보였으나 그 변동성은 전반적으로 안정적이었다. ICT 저이용 제조업종들의 TFP는 1990년대 전반기에는 증가세를 보였으나 후반기에 감소세로 바뀐 후 21세기에 들어오면서 다시 증가세로 돌아섰다. ICT 저이용 비제조업의 TFP는 1990년대 후반기에 증가세를 보였고, 2000년 이후에는 그 증가세가 더욱 강화되었다.

음식료품 제조업, 섬유제품 제조업, 비금속광물제품 제조업 등의 제조업군의 TFP는 ICT 생산 및 고이용업종군의 것과는 대조적으로 1990년대 전반기에 향상되다가 후반기에 감소하였으나 2000년 이후에 상승세로 되돌아왔다. 그리고 TFP의 변동성은 다른 업종들과 비교하여 비교적 안정적이었다. 비제조업인 건설업의 TFP는 평균적으로 1990년대 중반까지 상승하였으나 그 이후 불안정하게 변동하다가 2000년 이후 완만한 상승세를 보였다. 그 결과 TFP의 기간평균

〈표 2〉 업종별 맨퀴스트지수의 추이: 1991~2005

	ICT 생산업종			ICT 고이용업종			ICT 저이용업종			
	전자부품, 영상, 음향, 통신장비	화학물질 및 화학제품	기타 기계 및 장비	증권	음식료품	섬유제품	비금속광물 제품	종합건설	도소매	
1991/1990	0.739	0.949	0.527	0.588	0.899	0.929	0.913	0.795	0.904	
1992/1991	0.951	0.990	1.575	1.055	1.201	1.098	1.114	1.006	0.955	
1993/1992	1.231	1.018	0.791	1.093	0.864	1.043	1.020	1.015	1.062	
1994/1993	0.873	0.915	1.254	1.016	1.025	1.109	1.115	0.918	1.084	
1995/1994	1.030	1.024	1.013	0.940	1.060	0.915	0.922	1.022	1.050	
1996/1995	1.206	1.042	1.080	0.680	1.053	0.994	0.950	1.259	0.990	
1997/1996	1.052	1.045	0.570	1.112	1.084	1.015	1.038	0.987	1.022	
1998/1997	0.824	0.944	1.310	1.003	0.975	0.893	0.825	0.777	0.998	
1999/1998	1.176	0.939	0.982	1.416	0.786	1.050	1.129	1.359	1.068	
2000/1999	1.106	0.937	1.029	1.854	1.019	0.902	0.927	0.863	0.935	
2001/2000	1.164	1.023	1.135	0.489	0.937	1.028	1.136	1.096	1.041	
2002/2001	1.062	1.108	1.006	1.262	1.025	1.095	1.081	1.023	1.096	
2003/2002	0.845	1.003	0.931	0.819	0.981	0.826	1.063	1.015	0.895	
2004/2003	0.907	1.053	1.598	1.446	1.109	1.041	0.999	1.085	1.042	
2005/2004	1.072	1.187	1.324	0.949	1.118	1.402	1.021	1.109	1.200	
1990~1995	0.951	0.978	0.964	0.917	1.003	1.015	1.013	0.947	1.007	
1995~2000	1.063	0.980	0.960	1.136	0.980	0.969	0.968	1.026	1.002	
2000~2005	1.003	1.073	1.176	0.929	1.032	1.063	1.059	1.062	1.020	
1990~2005	1.005 (0.152)	1.010 (0.072)	1.029 (0.311)	0.996 (0.352)	1.005 (0.107)	1.015 (0.135)	1.013 (0.093)	1.012 (0.155)	1.020 (0.080)	

기간
평균

주: 1990~2005년간의 () 안은 표준편차임.

은 1990년대 후반기부터 증가세를 유지하고 있다. 그리고 도소매업에서는 TFP는 분석기간 내내 분석대상 업종들 중에서 가장 견조한 증가세를 보였고, 특히 2000년 이후에 그 상승세가 강화되었다. 이러한 TFP의 증가 추세에 힘입어 도소매업은 모든 기간별 TFP의 평균이 증가하는 유일한 업종이었다.

이렇듯 TFP의 향상이 21세기에 들어오면서 ICT 생산업종에서 대부분의 ICT 저이용업종들로까지 확산되고 있는 것은 ICT의 GPT론과 흡사하다. TFP의 증가세가 ICT 생산업종에서보다 ICT 이용업종군에서 강하다는 점에서 더욱 그렇다. 그러나 그 증가세가 전반적으로 약한데다가 전자에서는 오히려 둔화되고 ICT 이용업종군에서도 ICT 집약도에 따라 차별화되지 못하고 제조업종들보다 비제조업종들에서 불안정하지만 강하다. ICT의 발전에 따른 이러한 TFP의 현실은 다음 두 문제점에서 기인할 가능성이 크다. 그 하나가 ICT가 성숙단계에 이르면서 그 역동성이 약화되고 지속적인 기술혁신이 원천기술의 결여로 한계에 봉착한 것이고, 다른 하나는 기술진보의 업종 내 파급효과(intra-industrial spillovers)는 물론 업종 간 파급효과(inter-industrial spillovers)가 미미한 것이다.¹⁵⁾ 따라서 이러한 문제점들이 극복되지 않는다면 이러한 TFP의 증가현상이 유지되고 발전될 수 있을지는 불확실하다.

2. 총요소생산성 변화의 결정요인의 비교

TFP를 변화시킨 원동력은 1990~2005년 전 기간에 걸쳐서는 ICT 생산 및 이용 정도에 관계 없이 모든 업종들에서는 기술변화였다.¹⁶⁾ 그런데 TFP의 변

15) ICT의 산업 간 파급효과는 일어나고 있으나 매우 미미하고 아직 정보통신산업이 아닌 다른 산업들로 유의할만한 수준으로까지 확산되지 않고 있다. 자세한 내용은 박정규·하종림(2005), 신관호 외(2004) 참조.

16) 이러한 TFP 변화에 대한 기술변화의 위상은 통계학적으로도 ICT 생산업종은 물론 대부분의 ICT 이용업종들 및 기간들에서 유의한 것으로 나타났다. 결정요인별 기여율의 전 기간과 5년 단위 기간들에 대한 ICT 이용업종군 내 업종들 간에 대해서 ANOVA를, 그리고 ICT 생산업종과 ICT 이용업종들 간에 대해서 T-test(양측검정)를 실시한 결과, 모든 결정요인들에서 기여율의 평균이 업종들 간에 동일하다는 귀무가설이 5% 유의수준에서 채택되었다. 그리고 TFP의 변화에 대한 결정요인의 기여율이 상이한지를 동일한 기간 및 업종들에 대해서 ANOVA를 수행한 결과, 대부분에서 기여율의 평균이 업종들 간에 동일하다는 귀무가설이 5% 유의수준에서 기각되었다. 말하자면, 일반적으로 TFP 변화에 대한 결정요인의 기여도가 다르다는 것이다. 단, ICT 이용업종군에서 화합물 및 화학제품 제조업, 섬유제품 제조업, 도소매업 등의 일부 기간들에서만 귀무가설이 채택되었다. 이는 관련업종들 및 기간들에서는 기술변화의 기여가 압도적이지 않을 수 있다는 것을 의미한다. 일부 업종들에 대한 이러한 결과는 특정한 연도들에, 특히 TFP의 작은 변

동에 대한 기술변화의 역할은 최근에 들어와 ICT 생산업종에서는 TFP의 증가 요인으로서 1990년대 후반기보다 더욱 강력해진 반면, ICT 고이용업종군에서는 기술변화에 대한 TFP 변동의 의존도가 매우 높고 거의 일정하고 ICT 저이용업종군에서는 업종의 특성에 따라 상이하였다. 이러한 TFP 변동과 기술변화 간의 강한 양(+)의 관계 아래 기술적 효율성은 일부 업종들 또는 기간들을 제외하고 TFP 변동에서 독립적으로 작용함으로써 TFP 향상의 수준을 제고하거나 TFP 감소를 상쇄시키는 요인으로서 거의 기능하지 못하였다.

〈표 3〉은 TFP의 변동에 대한 결정요인별 기간 평균기여율의 추이를 보여 준다. ICT 생산업종(전자부품, 영상, 음향 및 통신장비 제조업)의 TFP는 1990~1995년간에는 감소하였는데, 이는 기술변화가 TFP의 핵심적인 감소요인으로서 작용한 데다가 순수 기술적 비효율성마저 미약하지만 발생한 데서 기인하였다. ICT 생산업종의 TFP는 1995년부터 본격적으로 증가하기 시작하여 그 추세는 1990년대 후반기에는 물론 21세기에 들어와서도 지속되었다. 이와 같은 TFP의 추세를 반전시킨 주역은 역시 기술변화로서 1990~2000년간 TFP의 향상에 대한 그것의 기여율은 95.2%였다. 그러나 ICT 생산업종의 TFP의 향상은 2000~2005년간 현저하게 둔화되었다. 이렇게 TFP의 증가율이 약화된 것은 기술변화가 TFP의 증가요인으로써 더욱 강력하게 기능하고 있음에도 불구하고 순수 기술적 효율성과 규모효율성이 TFP의 감소요인으로써 207.6%와 51.7%씩 각각 작용하였기 때문이다.

ICT 고이용업종군에서는 TFP의 변동 추세와 결정요인의 역할이 제조업종들과 비제조업종들 간에 상이하였다. 1990~2005년 전 기간에 TFP는 화합물 및 화학제품 제조업과 기타 기계 및 장비제조업에서는 증가한 반면, 증권업에서는 감소하였다. 그리고 TFP가 1990~1995년간에는 ICT 생산업종처럼 모든 ICT 고이용업종들에서 감소한 후 1995~2000년간에도 ICT 고이용 제조업종들에서는 여전히 감소한 반면, 증권업에서는 크게 증가하였다. 그러나 2000~2005년간에는 그 반대현상이 나타났다. 이와 같이 ICT 생산업종의 TFP가 증가하기 시작한 1990년대 중반 이후 TFP의 변동이 제조업종들과 비제조업종들 간에 대조적인 모습을 연출한 핵심 요인은 역시 기술변화였다. 말하자면, TFP의 변동에 대해서 기술변화는 1995~2000년간에 제조업에서는 감소요인으로, 그리고

화에 대한 기술적 효율성의 기여율은 500% 내지 1,000% 내외에 이른 반면, 기술변화의 기여율은 기여율들의 합이 100%가 되도록 하는 정도로 마이너스를 기록함으로써 관련기간 평균이 크게 왜곡되어 초래된 것으로 보인다.

〈표 3〉 총요소생산성 변동의 결정요인별 기간평균 기여율의 추이

(단위: %)

	ICT 생산업종			ICT 코어용업종			ICT 지이용업종				
	전자부품, 영상, 음향, 통신장비	화합물 및 화학제품	기타 기계 및 장비	증권	음식료품	섬유제품	비금속광물 제품	종합건설	도소매		
1990~1995	TFP 변화량	-0.049	-0.022	-0.036	-0.083	0.003	0.015	-0.053	0.007		
	기술변화	94.0	86.5	105.6	104.6	167.1	120.2	107.8	28.6		
	순수기술효율성	6.0	9.0	0.0	1.1	-67.1	-6.7	-7.8	14.3		
	규모효율성	0.0	4.5	-5.6	-5.7	0.0	-13.5	0.0	-7.4		
	TFP 변화량	0.063	-0.020	-0.040	0.136	-0.020	-0.031	-0.032	0.026		
1995~2000	기술변화	95.2	80.0	75.2	134.2	-13.5	90.7	87.6	122.7		
	순수기술효율성	1.6	29.9	9.9	-17.1	18.6	9.3	3.1	-7.6		
	규모효율성	3.2	-9.9	14.9	-17.1	94.9	0.0	9.3	-15.1		
	TFP 변화량	0.003	0.073	0.176	-0.071	0.032	0.063	0.059	0.065		
	기술변화	359.3	92.9	95.1	72.6	57.9	111.3	96.5	92.1		
2000~2005	순수기술효율성	-207.6	5.6	3.1	1.4	13.0	1.6	1.8	2.1		
	규모효율성	-51.7	1.4	1.8	26.1	29.1	-12.9	1.7	6.3		
	TFP 변화량	0.005	0.10	0.029	-0.004	0.005	0.015	0.013	0.012		
	기술변화	160.5	100.0	100.0	-409.6	186.6	127.0	107.8	91.6		
	순수기술효율성	-60.5	-10.0	0.0	202.7	-14.4	-6.8	0.0	0.0		
1990~2005	규모효율성	0.0	10.0	0.0	306.9	-72.2	-20.2	-7.8	8.4		
	TFP 변화량	0.005	0.10	0.029	-0.004	0.005	0.015	0.013	0.012		
	기술변화	160.5	100.0	100.0	-409.6	186.6	127.0	107.8	91.6		
	순수기술효율성	-60.5	-10.0	0.0	202.7	-14.4	-6.8	0.0	0.0		
	규모효율성	0.0	10.0	0.0	306.9	-72.2	-20.2	-7.8	8.4		

비제조업에서는 증가요인으로 각각 작용하였고, 2000~2005년간에는 그 반대로 각각 기능하면서도 TFP 변화에 대한 기술변화의 의존도는 매우 높고 안정적이었다. 이러한 기술변화의 역할과 함께 주목해야 할 결정요인이 규모효율성이다. 규모효율성은 전반적으로 TFP의 변동에 대해서 미미한 영향을 미치지만 증권업에서는 기술변화가 강력한 증가요인으로써 기능한 1995~2000년간에는 TFP의 상승을 다소 상쇄시키는, 그리고 기술변화가 감소요인으로써 작용한 2000~2005년간에는 TFP의 감소를 더욱 확대하는 요인으로 기능한 것이다.

한편, ICT 저이용업종들의 TFP는 1990~2005년간에 ICT 고이용업종들과는 달리 모든 업종들에서 증가하였으며 그 증가를 가져온 핵심적인 결정요인은 기술변화였다. 그러나 기간별 TFP 변동에 대한 결정요인들의 역할은 산업적 특성에 따라 상이하였다. 1990년대 전반기 TFP 변동의 핵심적 결정요인은 음식료품 제조업, 섬유제품 제조업, 비금속광물제품 제조업과 건설업에서는 기술변화인 반면, 도소매업에서는 기술적 효율성, 특히 규모의 효율성이었다. 그리고 1990년대 후반기에는 섬유제품 제조업, 비금속광물제품 제조업과 건설업에서는 기술변화가, 그리고 음식료품 제조업과 도소매업에서는 기술적 효율성이 TFP 변동의 주요 결정요인이었다. 2000년 이후에는 전통적으로 강하였던 업종들에서 기술적 효율성의 기능이 약화되면서 음식료품 제조업에서만 기술적 효율성이 기술변화와 거의 동등하게 TFP의 향상에 기여하였을 뿐 나머지 모든 업종들에서는 기술변화가 TFP의 증가에 압도적 영향을 미쳤다.

이렇듯 ICT 생산 및 고이용업종군에서는 TFP의 변동과 기술변화 간에 강한 양(+)의 관계가 존재하고 ICT 저이용업종들에서는 기술변화에 대한 TFP 변동의 의존도가 업종들 또는 기간들 간에 상이한 반면, 대부분의 업종들 또는 기간들에서 기술적 효율성은 TFP의 변동에서 거의 중립적으로 작용하였다. 단, 기술적 효율성이 1995~2000년의 음식료품 제조업과 2000~2005년의 증권업에서는 TFP의 감소요인으로, 그리고 1990~2000년의 도소매업에서 증가요인으로 기능함으로써 TFP 변동에 유의하게 영향을 미쳤다. 이렇게 TFP의 변화에 대한 기술변화 및 기술적 효율성의 역할이 업종들 간에 다르게 나타난 것은 ICT 적용의 용이성과 영향의 지속성이 산업적 특성에 따라 상이하기 때문이다. 말하자면, ICT의 산업적 응용이 제조업에서보다는 비제조업에서 용이했지만 ICT의 지속적 응용에 따른 한계생산성의 체감현상이 시간이 흐르면서 일어나고 자본 및 유통시장이 1990년대 중반부터 전면적으로 개방되면서 관련업종의 경쟁력이 약화되었기 때문이다.

일반적으로 기술발전의 TFP 변동에 대한 영향은 기술의 수명주기에 따라 가변적이고 기술변화의 역할이 주기 내에서도 항상 변할 수 있다. 이러한 변화과정에서 TFP가 증가하거나 감소할 때 그것을 가속시키거나 보완 또는 상쇄할 수 있는 TFP 변동의 결정요인이 바로 순수 기술적 효율성과 규모효율성으로 이루어진 기술적 효율성이다. 모든 업종들로 확산되었지만 매우 약한 TFP의 향상 경향을 강화하기 위해서 기업들이 지속적으로 기술혁신을 도모함은 물론 규모경제의 실현, 조직혁신 등 기술 외적 요인의 체계화 및 개선을 통한 기술적 효율성도 제고하는 전략이 요구되는 이유가 바로 여기에 있다.

V. 결 론

본고는 TFP 변동과 그 결정요인을 1990~2005년 기업의 패널자료를 이용하여 ICT 생산업종과 ICT 이용업종들 간에 비교·분석하였다. ICT 생산업종은 표준산업분류의 정보통신산업이며, ICT 이용업종은 TFP 변동이 ICT 이용집약도에 따라 상이한지를 분석하기 위해서 ICT 고이용업종군과 ICT 저이용업종군으로 구분하였다. TFP 변동과 그 결정요인은 규모에 대한 보수 가변적 맴퀴스트지수에 의해 측정되고, 맴퀴스트지수는 자료포락분석에 의해 추정되었다.

우선, TFP의 증가현상은 ICT 생산 및 이용 非제조업들에서는 1990년대 후반부터, 그리고 ICT 이용 제조업종들에서는 21세기에 들어오면서 나타남으로써 모든 업종으로 확산되었다. 그러나 그 증가세는 2000년 이후에 ICT 생산업종에서는 둔화되는 가운데 ICT 생산업종에서보다 ICT 이용업종들에서 강하였으나 ICT 집약도에 따라 구별되지 않았다. 그리고 전 기간을 통해서 TFP의 향상수준은 전반적으로 낮고 ICT 생산업종에서보다 ICT 이용업종들에서 높았다. 한편, TFP가 ICT 생산업종 및 저이용업종에서는 안정적인 변동을 보인 반면, ICT 고이용업종군에서는 업종들 간 큰 차이를 보이면서 매우 불안정하게 변동하였다. 그리고 분석기간 중 TFP의 변동이 가장 안정적인 업종은 화학물 및 화학제품 제조업이고 가장 불안정적인 업종은 증권업이며, TFP가 상승하는 해가 가장 많은 업종은 ICT 생산업종, 기타 기계 및 장비제조업과 도소매업이었다.

이와 같은 TFP의 변화에 대한 추정결과는 TFP 향상이 2000년 이전까지는 ICT 이용업종에서는 일반화되지 않았다는 점에서 기존 연구들의 분석결과와

유사하다.¹⁷⁾ 그러나 TFP의 증가세가 대부분의 업종들 또는 기간들에서 미약한 것은 기존 연구들의 결과와 상이하며 21세기에 들어와서는 ICT 생산업종에서는 약화되고 있는 가운데 업종 전체로 확산되고 ICT 생산업종에서보다 ICT 이용업종에서 상대적으로 강하며 ICT 집약도에 따른 차이를 거의 보이지 않았다는 점은 새로운 결과이다.

다음으로, TFP를 변화시킨 원동력은 1990~2005년 전 기간에 걸쳐서는 ICT 생산 및 이용 정도에 관계 없이 모든 업종들에서의 기술변화였다. 그런데 TFP의 변동에 대한 기술변화의 역할은 최근에 들어와 ICT 생산업종에서는 TFP의 증가요인으로써 1990년대 후반기보다 더욱 강력해진 반면, ICT 고이용업종군에서는 기술변화에 대한 TFP 변동의 의존도가 매우 높고 거의 일정하고, ICT 저이용업종군에서는 업종의 특성에 따라 상이하였다. 이러한 TFP 변동과 기술변화 간의 강한 양의 관계 아래 기술적 효율성은 일부 업종들 또는 기간들을 제외하고 TFP 변동에서 중립적으로 작용함으로써 TFP 향상의 수준을 제고하거나 TFP 감소를 상쇄시키는 요인으로 거의 기능하지 못하였다.

따라서 ICT가 기술진보의 업종 내 파급효과는 물론 업종 간 파급효과가 더욱 진작됨과 동시에 지속적인 기술혁신으로 역동성을 회복하고, 기술적 효율성이 기술변화의 보완 또는 상승요인으로써 작용할 수 있도록 기술적 효율성이 제고되어야만 ICT의 성장엔진론이 한국에서 유효할 것이다. 선진국의 진입을 목표로 하고 있는 한국 경제가 ICT를 성장엔진으로 육성·발전시키고 장기적 경제성장을 도모하기 위한 연구결과의 전략 또는 정책적 함의는 두 가지로 요약할 수 있다.

먼저, ICT 생산업종은 물론 ICT 이용업종들 모두에서 업종 TFP의 변동성이 심하고 그 증가세의 지속성이 불확실하고 극히 일부 ICT 이용업종을 제외하고 기술변화에 대한 TFP 증가의 의존도가 매우 높다는 점에서, 기술혁신과 기술확산을 위한 기업의 R&D 투자전략과 정부 차원의 과학기술정책이 필요하다. 이는 업종 TFP는 비효율적 기업이 많으면 많을수록 감소하기 때문에 업종 내 비효율적 기업들을 감소시키는 데 기여할 것이다.

다음으로, 일부 업종 및 기간들을 제외하고 기술적 효율성이 기술변화가 TFP의 증가요인으로 작용할 때에는 TFP의 증가를 촉진시키고, TFP의 감소요

17) 본고와 많은 기존 논문들은 ICT산업의 급속한 성장은 ICT 기술의 발전, 즉 총요소생산성의 증대에 기인한다는 전제 아래 총요소생산성의 향상 및 추세 또는 총요소생산성 변동의 결정요인을 추정하였으나, 강석훈·홍동표(2003)는 IT산업이 비IT산업보다 빠르게 성장한 것은 총요소생산성의 향상보다는 자본투입의 증대에 비롯된 것으로 분석하였다.

인으로 기능할 때에는 TFP의 하락을 완화 또는 상쇄시키는 데 공헌하지 못하였다는 점에서, TFP의 건조한 증가세를 유지하기 위해서는 기술적 효율성이 TFP의 증가에 대한 기술혁신의 보완 또는 상승요인으로 효과적으로 기능하도록 하는 기업과 정부 차원의 전략적 접근이 필요하다. 그런데 이와 같은 결론이 확대해서 해석되는 데에는 신중할 필요가 있다. 특히, 물가변동은 TFP에 지대한 영향을 미칠 수 있음에도 불구하고 본고의 TFP가 물가변동에 대해서 조정되지 않은 원자료로 추정되었다는 점에서 더욱 그렇다.¹⁸⁾

그래서 본고는 다음과 같은 보완되어야 할 과제를 안고 있다. 향후 연구과제들 중 업종별 기술진보의 체계적인 추계와 국내연구가 거의 이루지지 않은 주요 제조업종들에 대한 기술진보의 업종 내 파급효과와 실태분석이 그 하나이다. 다른 하나는 TFP의 순수한 추세를 추정하기 위해서는 본고의 추정결과는 경기변동, 물가변동, 불규칙변동 등에 대해서 조정된 이른바 실효 맵키스트 지수를 추산하는 연구이다.

참 고 문 헌

- 강석훈·홍동표, 「한국 IT산업의 성장요인 및 생산성 분석」, 『경제학연구』 제51집 제4호, 한국경제학회, 2003, 141~161.
- 김현구·오정훈, 「국내 IT산업의 긍정적 평가에 대한 재고」, 『정보통신정책연구』 제12권 제2호, 정보통신정책연구원, 2005, 1~17.
- 박정규·하종립, 「정보통신기술 이용확대의 총요소생산성 증대효과 분석」, 『Monthly Bulletin』, 한국은행, July 2005, 23~54.
- 신관호·이영수·이종화, 「한국의 산업별 정보통신기술투자의 생산성과급효과 분석」, 『국제경제연구』 제10권 제2호, 한국국제경제학회, 2004, 127~156.
- 조태식, 「정보통신산업 발전이 생산성에 미친 영향」, 『조사통계월보』 10월호, 한국은행, 2000, 25~48.
- 한국은행, 2007, www.bok.or.kr
- Banker, R. D., A. Charnes, and W. W. Cooper, "Some Models for Estimating

18) 싱가포르의 1986~2000년간의 경우 물가변동에 대해서 조정된 자료로 추정한 TFP의 평균증가율이 원자료로 추정한 것보다 크고, 특히 기술변화지수의 경우 그 차이가 더욱 큰 것으로 나타났다. 자세한 것은 Kong and Tongzon(2006) 참조.

- Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis,” *Management Science*, Vol. 3, No. 9, 1984, 1078~1092.
- Basu, S. and T. G. Fernald, “Returns to Scale in U.S. Productions: Estimates and Implications,” *Journal of Political Economy*, 105, 1997, 249~283.
- _____, “Information and Communication Technology as a General Purpose Technology: Evidence from U.S. Industry Data,” *FRBSF Economic Review*, 2008, 1~15.
- Bosworth, B. P. and J. E. Triplett, “The 21st Century Productivity Expansion Still in Services?” *International Productivity Monitor*, 14, 2007, 3~19.
- Bresnahan, T. and M. Trajtenberg, “General Purpose Technologies: Engine of Growth?” *Journal of Econometrics*, 65, 1995, 83~108.
- Carlsson, B., “The Digital Economy: What is New and What is not?” *Structural Change and Economic Dynamics*, 15, 2004, 245~264.
- Caves, D., L. Christesen, and W. E. Diewert, “The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output and Productivity,” *Econometrica*, Vol. 50, No. 6, 1982, 1393~1414.
- Charnes, A., W. W. Cooper, and E. Rhodes, “Measuring the Efficiency of Decision Making Unit,” *European Journal of Operations Research*, 2, 1978, 429~444.
- Eichengreen, B., “Productivity Growth, the New Economy, and Catching Up,” *Review of International Economics*, Vol. 12, No. 2, 2004, 243~245.
- Färe, R., S. Grosskopf, and C. A. K. Lovell, *Production Frontiers*, Cambridge University Press, 1994a.
- Färe, R., S. Grosskopf, M. Norris, and Z. Zang, “Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Change in Industrialized Countries,” *The American Economic Review*, Vol. 84, No. 1, 1994b, 66~83.
- Farrell, M. J., “The Measurement of Productive Efficiency,” *Journal of the Royal Statistical Society*, series A, Vol. 120, No. 3, 1957, 253~282.
- Grifell-Tatjé, E. and C. A. K. Lovell, “A Note on the Malmquist Productivity Index,” *Economics Letters*, 47, 1995, 169~175.
- Hulten, Ch. R., “Total Factor Productivity: A Short Biography,” NBER Working Paper No. 7471, 2000.
- Jovanovic, B. and P. L. Rousseau, “General Purposes Technologies,” National Bureau

- of Economic Research Working Papers No. 11093, 2005.
- Kendrick, J. W., *Productivity Trends in the United States*, Princeton University Press, 1961.
- Kong, N. Y. C. and J. Tongzon, "Estimating Total Factor Productivity Growth in Singapore at Sectoral Level Using Data Envelopment Analysis," *Applied Economics*, Vol. 38, 2006, 2299~2314.
- Lipsey, R. G. and K. Carlaw, "Total Factor Productivity and Measurement of Technological Change," *Canadian Journal of Economics*, Vol. 37, No. 4, 2004, 1118~1150.
- Liverouw, L. and S. Livingstone, *Handbook of New Media: Social Shaping and Consequences of ICTs*, London: Sage Publications, 2002.
- OECD, *OECD Information Technology Outlook*, OECD, 2006.
- Petsas, I., "The Dynamic Effects of General Purpose Technologies of Schumpeterian Growth," *Journal of Evolutionary Economics*, Vol. 13, No. 5, 2003, 577~605.
- Ray, S. C. and E. Delsi, "Productivity Growth, Technical, and Efficiency Change in Industrialized Countries: Comment," *The American Economic Review*, Vol. 87, No. 5, 1997, 1033~1039.
- Solow, R. M., "Technical Change and the Aggregate Production Function," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 39, No. 3, 1957, 312~320.
- Thore, S., G. Kozmetsky, and F. Phillips, "DEA of Financial Statements Data: The U.S. Computer Industry," *The Journal of Productivity Analysis*, Vol. 5, No. 3, 1994, 229~248.

[Abstract]

A Comparison of Total Factor Productivity between Sectors
Producing and Using Information & Communication Technology:
Data Envelopment Analysis Based on Panel Data
of Korean Companies

Dooyung Chang

This paper, estimating Malmquist index for variable returns to scale through data envelopment analysis based on the 1990~2005 panel data of Korean firms, was to compare and analyze the growth of total factor productivity(TFP) and its determinants across the sectors producing and using the information & communication Technology(ICT). The tendency of TFP to increase which have launched in ICT-producing sector and ICT-using non-manufacturing sectors late 1990s, recently took place too in manufacturing sectors using ICT. The growth rate of TFP, however, was small in all sectors studied. By the way the growth rate of the ICT-producing sector, lowered early 21st century, was smaller than that of the ICT-using sectors, and didn't vary significantly across ICT-using sectors. And in most of sectors or periods the technological change had a dominant impact on the growth of TFP, the technological efficiency being almost neutral in improving TFP. The dependence rate of TFP growth on technological change recently increased in ICT-producing sector and was very high and steady in ICT-highly using sectors, but depended upon the industrial characteristics in ICT-lowly using sectors. Hence, only if ICT, coupled with the increased role of technological efficiency, continues to develop and its spillovers ameliorate, ICT as engine of growth will hold true.

Keywords: total factor productivity, Malmquist index, data envelopment analysis, information and communication technology

JEL Classification: O4