

정보통신산업의 총요소생산성 국제비교: 기술적 효율성을 감안한 접근방법*

정 선 영**

논문초록

본 논문은 우리나라의 정보통신(ICT) 산업을 제조업과 서비스업 부문으로 나누어 생산·투입 구조 및 총요소생산성 증가율과 그 요인을 주요 선진국과 비교·분석하였다. 제조업 ICT부문의 총요소생산성 증가율은 2000년대 들어 크게 하락하는 모습을 보였으며 미국이나 일본에 비해 낮은 수치를 보이고 있는데 이와 같은 총요소생산성 증가율의 격차 확대는 우리나라의 기술적 효율성이 상대적으로 계속 저하되고 있기 때문으로 분석되었다. 서비스업 ICT부문은 총산출과 생산성 증가율 모두 선진국 평균을 상회하는 것으로 나타났으나 기술 진보의 경우는 선진국 수준보다 낮았다. 분석결과를 바탕으로 향후 우리나라 ICT산업의 생산성 향상을 위해서는 제조업 ICT부문의 경우 그간의 기술혁신 모멘텀을 유지하면서 기술적 효율성을 높이기 위한 다각적인 방안을 강구해야 하겠고 서비스업 ICT부문의 경우 기술 진보 측면을 활성화 시킬 수 있는 정책 대안이 제시되어야 할 것으로 보인다.

핵심 주제어: 총요소생산성, ICT산업, 확률적 프론티어 생산모형

경제학문헌목록 주제분류: C23, L63, O47, O57

투고 일자: 2010. 11. 2. 심사 및 수정 일자: 2010. 12. 10. 게재 확정 일자: 2011. 2. 25.

* 논문을 읽고 유익한 논평을 해주신 익명의 심사자들께 감사드립니다. 본고의 연구내용은 저자의 개인의견이며 소속기관의 공식견해와는 무관합니다.

** 한국은행 경제연구원 박사, e-mail: sjung@bok.or.kr

I. 머리말

우리나라는 1960년대에는 섬유 산업을 중심으로 한 경공업, 1970년대에는 석유 화학을 중심으로 한 중화학 공업, 1980년대에는 차, 가전 등의 조립가공업이 견고한 경제성장을 이끌었는데, 1990년 후반부터는 정보통신기술(information and communication technology, ICT) 관련 산업¹⁾이 빠른 속도로 발전하였다. ICT산업은 우리나라의 경제성장을 견인하여 지식기반경제로 이행하는 원동력이 되었고 이를 발판으로 우리나라는 세계 경제에서의 위상을 높이게 되었다.

ICT산업이 국가의 성장 잠재력과 관련하여 주목을 받는 이유는 ICT 산업의 발달이 여타 산업 부문으로의 기술 파급을 촉진시켜 경제 전체의 생산성을 향상시키는 데 중추적인 역할을 하게 된다는 정보통신기술의 성장엔진론이 많은 연구들을 통해 입증되고 있기 때문이다(Basu and Fernald, 2008; Bosworth and Triplett, 2007). 기존 연구들을 바탕으로 ICT산업이 생산성에 기여하는 경로는 크게 두 가지를 고려하여 볼 수 있는데, 첫째는 정보통신산업 자체가 산업내 차지하는 비중이 높아지고 동시에 생산성 향상이 급속하게 이루어져 결국 전체 산업의 경제성장도 함께 이루어지는 경로이다. 둘째는, ICT산업이 값싼 정보자본을 생산함으로써 이를 생산에 이용하는 다른 산업의 생산성을 증가시키는 경로이다. 정보통신기술이 생산성 향상에 미친 영향을 분석한 기존의 많은 논문들(Jorgenson, Ho, and Stiroh, 2003; Kraemer and Dedrick, 1994 and 2001; Oliner and Sichel, 1994; Morrison and Berndt, 1991; Jeong, Oh, and Shin, 2001)의 연구결과에 비추어 볼 때, 정보통신기술의 특성은 요소 투입에 기반한 성장을 지속하여 온 우리나라 경제의 성장 잠재력을 제고하는데 있어 의미하는 바가 크다. 견고하고 지속적인 경제성장을 지속하기 위해서는 물질적인 요소투입 확대를 통한 성장이 아닌, 기술을 기반으로 한 생산성 확대가 요구되며 이를 위해서는 ICT산업의 발전과 정보통신기술 이용의 확대가 필수불가결하다 하겠다.

1) ICT 산업에 대한 정의는 통계청, 미국 BEA, OECD 등 기관마다 상이하다. 우리나라 통계청에서 제시하는 ICT 산업 분류는 OECD 과학기술산업위원회(STI Committee)에 근거하여 작성되었으며, OECD에서는 ICT 산업을 '주로 전자적 수단을 통해 전송 및 표시를 포함한 정보의 처리 및 통신기능을 실현시키거나 가능하게 하는 산업'으로 정의하였다. OECD의 ICT 관련 분류는 OECD(2009) 참조.

이러한 점을 고려하여 본 논문은 우리나라 ICT산업을 각각 제조업과 서비스업 부문으로 나누어 생산·투입 구조 및 총요소생산성 증가율과 그 요인을 주요 선진국과 비교·분석하고자 한다. 총요소생산성을 추정하기 위해 본 연구에서는 계량경제학적 접근법인 확률적 프론티어 생산함수 모형(Stochastic Frontier Production Model)을 활용하였는데, 이는 총요소생산성 연구에 있어 기술적 효율성을 고려하기 위함이다. 전통적 방식의 총요소생산성 연구는 생산성의 변화가 생산함수의 이동 즉, 기술 진보에 전적으로 기인한다고 암묵적으로 가정한다는 한계를 가진다. 그러나 생산성 변화는 기술진보(innovation)뿐만 아니라 이미 알려진 기술의 채택 등 기술적 효율성의 변화(추격효과; catching-up)에도 영향을 받는다. 따라서 총요소생산성을 정확히 측정하고 그 요인을 파악하여 생산성 제고 방안을 모색하기 위해서는 기술적 효율성을 먼저 측정할 필요가 있다.

그러므로 계량경제학적 접근법인 확률적 프론티어 생산함수 모형을 활용하여 국가 및 산업별 기술적 효율성을 측정하고 이를 이용하여 국가 및 산업별 총요소생산성 변화를 기술진보, 기술적 효율성의 변화 및 규모 효과 등 세부 요인으로 분해하여 살펴본다. 효율성을 추정하고 생산성을 분해한 기존의 연구들은 국가 간 비교의 경우 여러 산업별 자료가 아닌 산업전체 집계변수를 이용하거나(Kim and Lee, 2006; Lee, 2010), 특정 국가 혹은 산업에 대한 기업 자료를 이용한 연구가 대부분이다(Kim and Han, 2001; 강정모·박승록, 2004; 한광호, 2005; 배미경, 2007; 강삼목·이주병, 2008). 우리나라의 생산성을 보다 면밀하게 분석하고 이에 대한 올바른 정책적 방향을 제시하기 위해서는 다양하고 폭넓은 자료를 활용하여 다면적인 분석이 되도록 하여야 한다. 또한 계량경제학적 접근법을 활용하여 기술적 효율성을 고려한 생산성 분석을 시도할 경우, 방법론의 특성상 기술적 효율성의 변화를 추정하기 위해 어떤 확률적 프론티어 생산함수 모형을 이용하느냐에 따라 생산성 분석결과가 영향을 받게 된다. 그러므로 분석 목적과 대상이 되는 가용자료의 특성을 정확하게 파악하여 이에 적합한 모형을 선택하여야 분석 결과의 신뢰성을 보장할 수 있다. 본 연구는 이러한 기존 문헌들의 한계를 극복하고 개선하여 ICT산업의 기술적 효율성 수준 및 생산성 변화 요인별 특징에 대한 국제 비교를 통해 우리나라의 산업 경쟁력 제고를 위한 시사점을 도출해 보고자 한다.

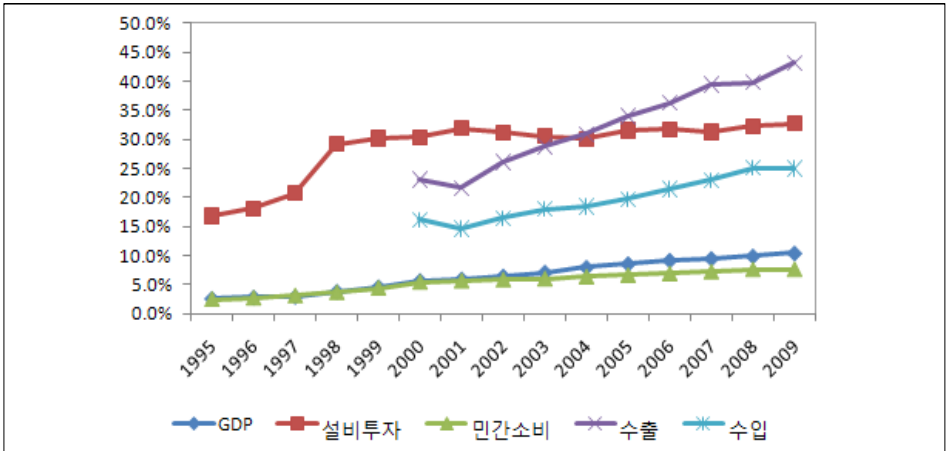
이를 위한 본고의 구성은 다음과 같다. 먼저 제Ⅱ장에서는 통계자료를 이용하여 우리나라 ICT 산업의 현황을 살펴본다. 제Ⅲ장에서는 각 산업별로 생산성을 도출

하고 그 결과를 비교하여 살펴본다. 제Ⅳ장에서는 이상의 분석 결과를 요약한다.

Ⅱ. 우리나라 ICT산업의 현황

〈그림 1〉을 참조하면, ICT산업이 우리나라 전체 산업에서 차지하는 비중은 GDP의 경우 1995년 2.6%에서 2009년 10.4%, 같은 기간 중 설비투자의 경우²⁾ 16.8%에서 32.7%, 민간소비의 경우 2.4%에서 7.7%, 수출의 경우 2000년 23.1%에서 2009년 43.2%, 같은 기간 중 수입의 경우 16.2%에서 25.0%로 꾸준히 확대되어 왔다.³⁾

〈그림 1〉 우리나라 ICT 산업의 비중



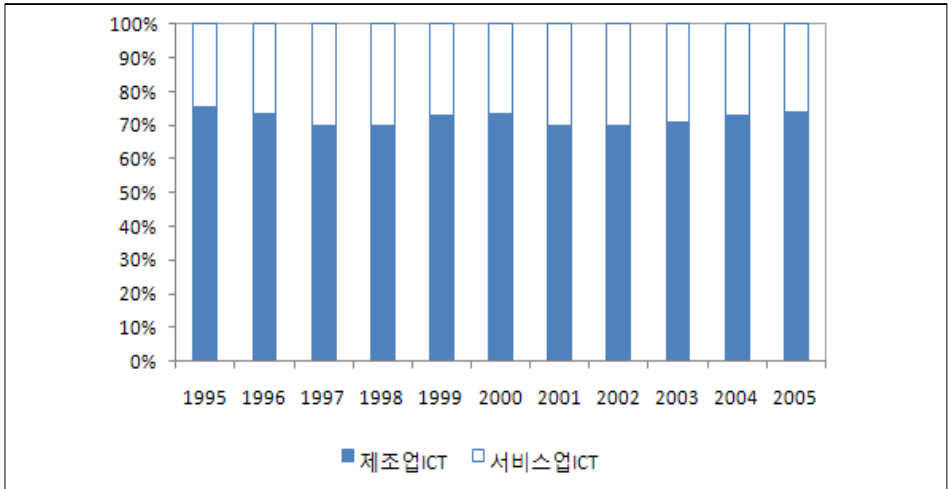
자료: 정보통신산업통계 (한국은행).

〈그림 2〉를 통해 알 수 있듯이, 우리나라의 ICT산업 내 제조업과 서비스업의 비중을 부가가치 기준으로 살펴보면⁴⁾, 1995년에는 각각 75.6%와 24.4%, 2005년에는 73.8%와 26.2%로 제조업의 비중이 70%에서 76% 내외로 ICT산업에서 제조

2) 설비투자의 경우 무형고정자산 투자를 포함한다.
3) 한국은행 국민계정상에서는 ICT산업으로 국민계정 기본분류(78개분류) 기준 컴퓨터 및 사무기기, 반도체 및 전자부품, 영상·음향 및 통신기기, 통신 서비스, 방송 산업을 포함한다. 박정규·하종립(2005) 참조.
4) 제조업 ICT부문과 서비스업 ICT부문의 세부 산업은 부록 참조.

업의 비중이 서비스업에 비해 3배 정도 높은 것을 확인할 수 있다.

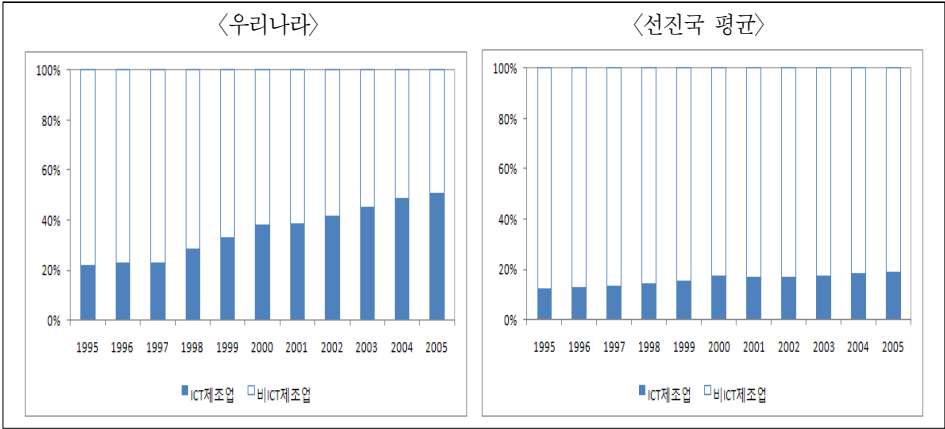
〈그림 2〉 ICT산업 내 제조업과 서비스업 비중(부가가치 기준)



자료: KIP2008.

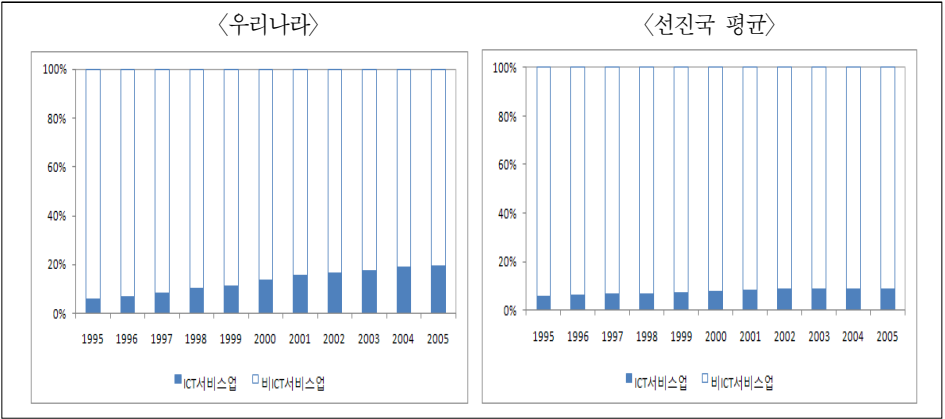
〈그림 3〉을 통해 제조업내 ICT부문과 비ICT부문의 비중을 비교하여 보면, 우리나라의 경우에는 1995년에 각각 21.7%와 78.3%의 비중을 나타내었으나 ICT부문의 빠른 증가세에 힘입어 2005년에는 50.6%와 49.4%를 각각 나타내고 있다. 반면 선진국의 경우에는 1995년 12.0%와 88.0%, 2005년에는 18.8%와 81.2%로 제조업내 ICT부문의 비중이 소폭 확대에 그치고 있는데 이와 비교하면 우리나라 제조업의 ICT부문 비중이 매우 높으며 동기간동안 ICT부문 비중의 확대 속도도 빠름을 확인할 수 있다. 또한 우리나라 제조업의 ICT부문 비중은 미국이나 일본과 비교하여도 더 높은 수준으로 나타나고 있다. 〈그림 4〉를 보면, 서비스업의 경우 우리나라는 1995년에는 ICT부문의 비중은 6.0%, 비ICT부문의 비중은 94.0%를 나타내었고 2005년에는 19.4%와 80.6%를 각각 나타내고 있어 ICT부문의 비중이 3배 이상으로 커진 것을 확인할 수 있다. 반면 선진국의 경우에는 1995년에는 5.9%와 94.1%를 나타내다가 2005년에 8.9%와 91.1%의 비중을 보이고 있어 1990년 후반의 ICT부문의 비중은 우리나라와 선진국간에 큰 차이가 없었으나 최근 들어 그 격차가 커진 것을 확인할 수 있다.

〈그림 3〉 제조업내 ICT부문과 비ICT부문의 비중(부가가치 기준)



자료: 우리나라는 KIP2008, 우리나라 외는 EUKLEMS.
부가가치는 1995년 가격 기준 실질자료임.

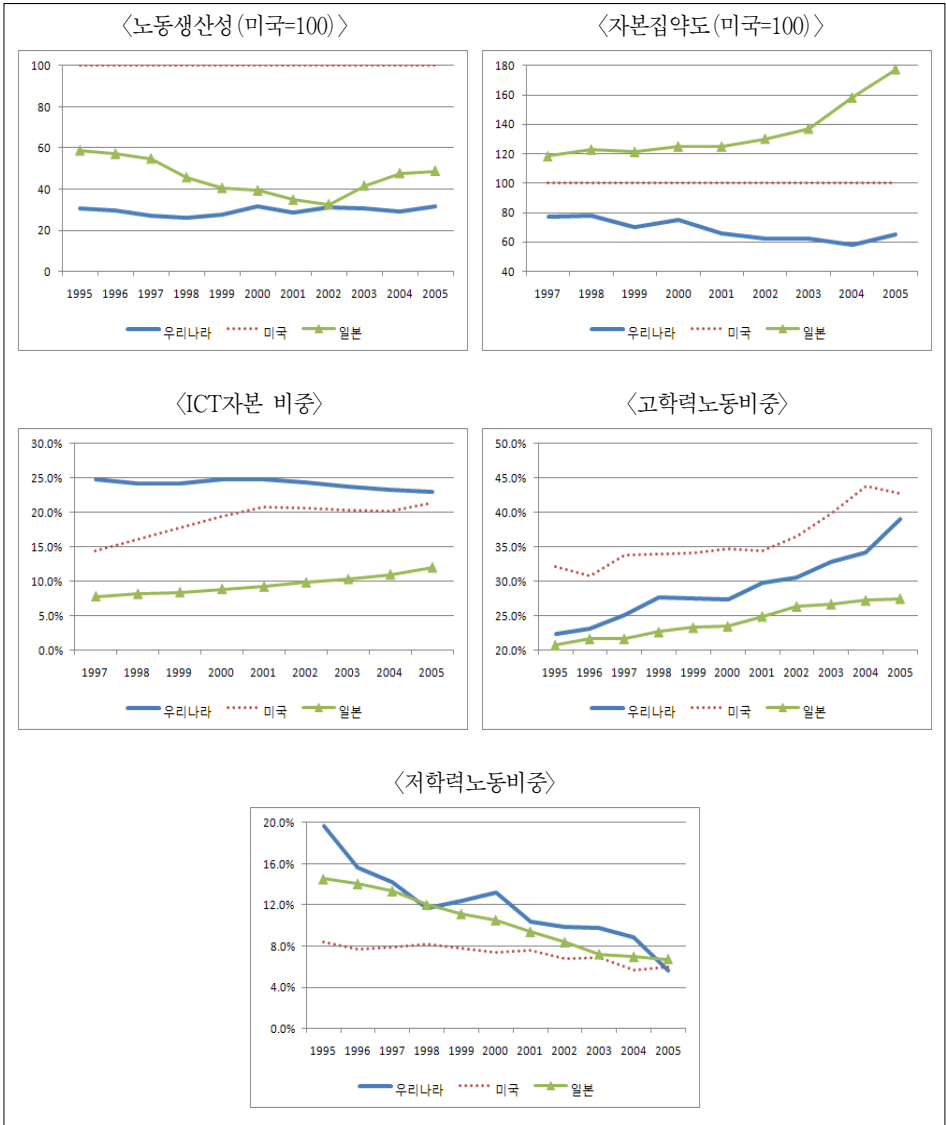
〈그림 4〉 서비스업내 ICT부문과 비ICT부문의 비중(부가가치 기준)



자료: 우리나라는 KIP2008, 선진국은 EUKLEMS.
부가가치는 1995년 가격 기준 실질자료임.

〈그림 5〉를 통해 살펴보면, 우리나라 제조업 ICT부문의 노동생산성은 미국 수준을 상당 폭 하회하고 있고 이는 상대적으로 낮은 자본집약도와 관련이 있을 것으로 보이는데, 1990년대 후반 미국보다 높았던 우리나라의 자본집약도는 계속 하락하여 2005년에는 미국 대비 60% 정도에 그치고 있다.

〈그림 5〉 제조업내 ICT부문의 생산성 관련 지표의 국가비교

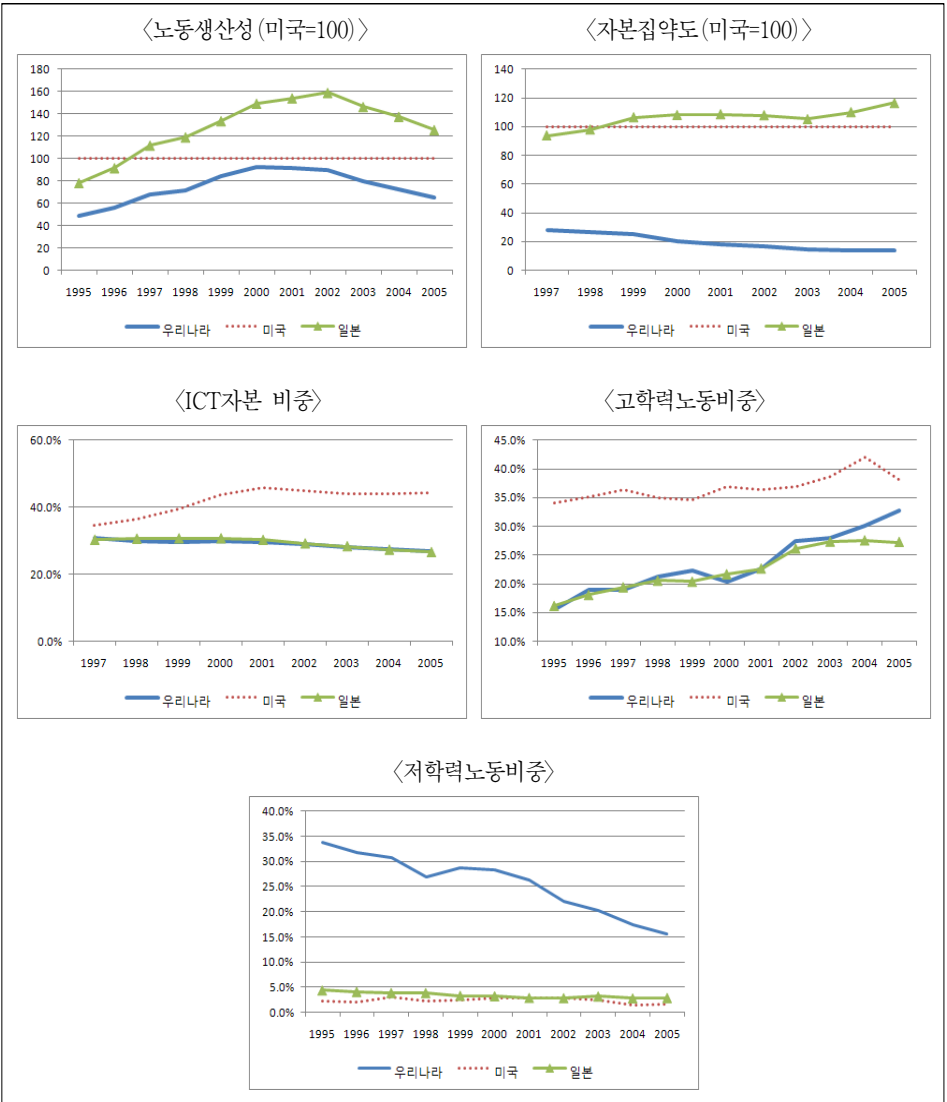


자료: 우리나라는 KIP2008, 우리나라 외는 EUKLEMS.

〈그림 6〉을 살펴보면 서비스업내 ICT부문의 노동생산성은 1990년대 후반까지 미국 수준을 추격하다가 2000년 들어 그 격차가 확대되고 있는 양상을 보이고 있다. 이는 상대적으로 낮은 자본집약도와 ICT자본비중에 일부 영향을 받았을 것으로 보인다. 서비스업에서 특이할만한 점은 노동구조에서 나타나는데, ICT부문의 경우

고학력자의 비중이 미국이나 일본에 비해 낮은 것으로 나타나고 있으며, 최근 들어 그 비중이 크게 감소하고 있기는 하지만 저학력 노동의 구성 비율이 비교적 높게 나타나고 있다. 이는 제조업의 ICT부문과 달리 서비스업의 ICT부문은 자본이나 기술력보다는 노동의 양적 팽창에 의존한 성장이 주로 이루어졌으며, 고급 인력의 유입으로 인한 효과는 비교적 적기 때문인 것으로 판단된다.

〈그림 6〉 서비스업내 ICT부문의 생산성 관련 지표의 국가비교



자료: 우리나라는 KIP2008, 우리나라 외는 EUKLEMS.

위의 결과를 종합하여 보면, 우리나라 경제에 있어 ICT부문이 차지하는 비중은 제조업과 서비스업을 막론하고 점차 높아지고 있으며 이는 선진국과 비교하여 보아도 높은 수준인 것을 확인할 수 있다. 또한 제조업과 서비스업내의 ICT부문은 각기 서로 다른 생산구조를 가지고 있으므로 우리나라 전체의 생산성을 분석하는 데 있어 이러한 점을 반영해 주는 작업이 반드시 필요할 것으로 판단된다. 따라서 제조업과 서비스업에 따라 각기 다른 생산함수를 설정하여 각 부문의 생산성을 비교·분석하여 보는 본 연구는 각 부문의 특성을 파악하여 산업의 현 위치를 제고하고 우리나라의 국가잠재력을 가늠해 보는데 중요한 척도로 활용될 수 있을 것이다.

Ⅲ. 부문별 총요소생산성 분석

1. 모형의 개괄과 이용자료⁵⁾

모수적 분석방법을 이용하여 생산성을 분해하기 위해서는 우선 생산함수의 형태를 상정할 필요가 있다. 비확률적 프론티어 생산 함수는 아래와 같이 표현 가능하다.

$$Y_{it} = f(X_{it}, t; \beta) \exp(-u_{it}), i = 1, 2, \dots, N, t = 1, 2, \dots, T \quad (1)$$

여기에서 Y_{it} 는 t 기에 국가 i 의 산출을, $f(X_{it}, t; \beta)$ 는 기술을 나타내는 모수를 포함하는 생산 프론티어, X_{it} 는 투입벡터, t 는 기술 진보에 대한 프록시로서 시간 추세를 나타낸다. $u_{it} \geq 0$ 은 산출에 근거한 기술적 비효율성을 나타낸다. Kumbhakar (2000)⁶⁾에 따라 위 함수식을 이용하여, 생산성을 기술 진보(TC), 기술적 효율성의 변화(TEC), 배분 효율성의 변화(AEC), 규모 효과(SE)로 분해하여 도출한다. 우선 식 (1)의 양변에 자연로그를 취한 후 시간에 대해 전미분하면 다음과 같은 식을 도출할 수 있다.⁷⁾

5) 모형과 이용자료에 관한 보다 더 자세한 내용은 정선영 (2010) 참조.

6) Kumbhakar and Lovell (2000, Ch. 8)에도 같은 내용이 소개되어 있다.

7) 수식의 단순화를 위해 첨자 it 는 수식유도과정에서 생략한다.

$$\dot{Y} = \frac{d \ln f(X, t)}{dt} - \frac{du}{dt} \quad (2)$$

식 (2)의 우변 첫 번째 항은 다음과 같이 표현 가능하다.

$$\frac{d \ln f(X, t)}{dt} = \frac{\partial \ln f(X, t)}{\partial t} + \sum_j \frac{\partial \ln f(X, t)}{\partial X_j} \frac{d X_j}{dt} \quad (3)$$

식 (3) 우변의 첫 번째 항은 기술 진보를 나타내고, 두 번째 항은 투입요소의 변화를 나타낸다. 식 (3)에 투입요소에 대한 산출 탄력성 ($\epsilon_j = \frac{\partial \ln f(X, t)}{\partial \ln X_j}$)을 적용하여 다시 표현하면,

$$\frac{d \ln f(X, t)}{dt} = TC + \sum_j \epsilon_j \dot{X}_j, \quad \dot{X}_j = \frac{d \ln X_j}{dt} = \frac{1}{X_j} \frac{d X_j}{dt} \quad (4)$$

위의 식을 식 (2)에 대입하면 아래와 같이 도출 가능하다.

$$\dot{Y} = \frac{d \ln f(X, t)}{dt} - \frac{du}{dt} = TC + \sum_j \epsilon_j \dot{X}_j - \frac{du}{dt} \quad (5)$$

위에서 도출된 산식에 비추어 보면, 산출 성장은 기술 진보와 투입요소의 변화뿐만 아니라 기술적 효율성의 변화에도 영향을 받는다.

한편 전통적인 생산성 변화의 디비지아 인덱스(TFP)는 다음과 같이 산출 지수 변화율 중 투입량 지수의 변화율로 설명되지 않는 잔차로 정의된다.

$$TFP = \dot{Y} - \sum_j S_j \dot{X}_j \quad (6)$$

여기에서 S_j 는 총생산 비용 중 투입요소 j 가 차지하는 비중을 나타낸다. 식 (6)을 식 (5)에 대입하면 TFP 의 성장률은 아래와 같이 표현될 수 있다.

$$\begin{aligned}
 \dot{Y} &= \frac{d \ln f(X, t)}{dt} - \frac{du}{dt} = TC + \sum_j \epsilon_j \dot{X}_j - \frac{du}{dt} = TFP + \sum_j S_j \dot{X}_j \\
 \therefore TFP &= TC - \frac{du}{dt} + \sum_j (\epsilon_j - S_j) \dot{X}_j \\
 &= \underbrace{TC}_{TC} - \underbrace{\frac{du}{dt}}_{TEC} + \underbrace{\sum_j \lambda_j \dot{X}_j}_{SE} + \underbrace{\sum_j (\lambda_j - S_j) \dot{X}_j}_{AEC} \quad (7)
 \end{aligned}$$

여기에서, $RTS = \sum_j \epsilon_j$ 는 규모에 대한 수익을 나타내고, λ_j 는 $\epsilon_j / \sum_k \epsilon_k = \epsilon_j / RTS$ 을 나타낸다. 즉, 식 (7)은 TFP 의 성장률을 기술진보와, 기술적 효율성의 변화, 규모 효과, 그리고 배분 효율성의 변화로 분해할 수 있다는 것을 의미한다. 이것이 바로 생산성 분석에 확률적 프론티어 생산 모형을 도입함으로써 가지게 되는 이점이다.

만일 생산기술이나 기술적 효율성이 시간에 따라 변하지 않는다면, 이 요소들은 생산성 변화에 영향을 주지 않는다. 또한 규모수익불변의 경우 규모효과는 생산성 변화에 기여하지 않는다. 반면 규모 탄력성 RTS 가 1보다 크고 동시에 요소 투입이 확장되거나 ($\sum_j \lambda_j \dot{X}_j > 0$), 혹은 규모 탄력성 RTS 가 1보다 작고 동시에 요소 투입이 축소되는 경우 ($\sum_j \lambda_j \dot{X}_j < 0$), 규모수익의 움직임은 생산성 개선에 기여하게 된다. 투입 요소의 가격이 알려져 있을 경우 최소의 비용으로 주어진 산출을 생산해 내면 배분적 효율성을 달성하였다고 판단할 수 있다. 단, 가격에 대한 정보가 이용 가능하지 않다면 배분 효율성의 변화는 실증적으로 계산하기 어렵다. 이 경우, 암묵적으로 $S_j = \lambda_j$ 라고 가정하면 분해식은 다음과 같이 간소화될 수 있다.

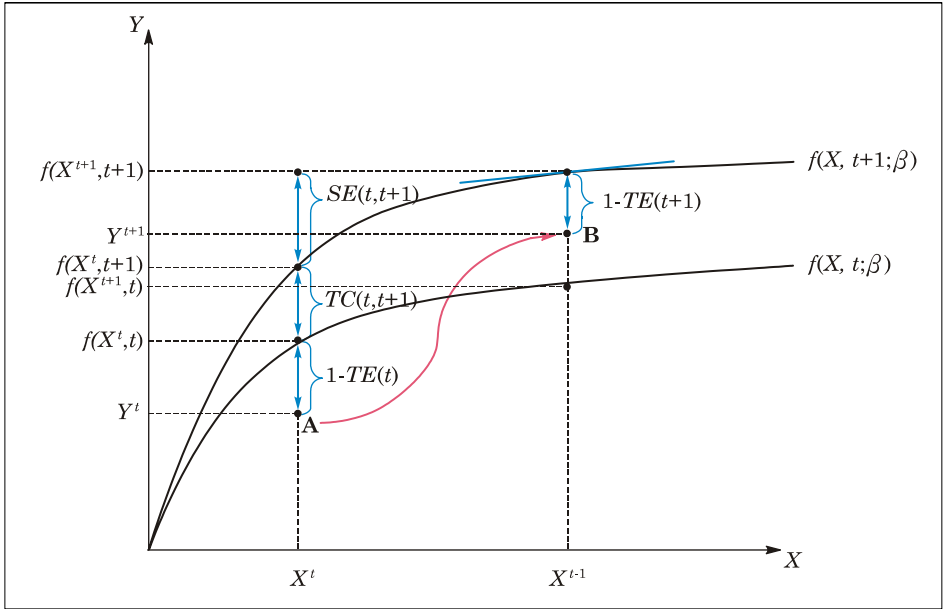
$$TFP = TC - \frac{du}{dt} + (RTS - 1) \sum_j \lambda_j \dot{X}_j \quad (8)$$

식 (8)의 총요소생산성 증가율의 분해결과는 다음과 같이 도식적으로 표현할 수 있다.⁸⁾ <그림 7>은 A점에서 B점에서의 이동경로를 표시한 것으로써, 이 도식을

8) 표현의 단순화를 위해 단일 투입요소와 단일 산출물을 가정하였다. 실제 각 요인들에 의한 이동 경로는 함수의 형태에 따라 달라지게 된다.

통해 기술진보는 시간에 따른 생산함수의 이동, 기술적 효율성의 변화는 실제 생산 점이 생산가능곡선에 근접해 가는 정도, 그리고 규모효과는 생산점의 이동에 따른 규모의 경제 효과의 변화를 나타냄을 확인할 수 있다.

〈그림 7〉 총요소생산성 변화와 요인 분해



주: TC, TE, SE는 각각 기술진보, 기술적 효율성, 규모효과로 인한 이동을 나타냄. (1-TE)는 비효율성을 나타냄.

본격적인 분석에 앞서, 본 연구는 생산함수의 형태로써 세 개의 투입물(노동, 자본, 중간재)을 반영하는 다음과 같은 초월대수 함수를 가정한다. 노동 투입의 경우 학력 수준에 따른 노동 투입이 생산성에 미치는 효과를 구분하기 위해 고학력·중학력·저학력 노동자의 총노동 시간으로 변수를 세분화였고,⁹⁾ 자본 투입의 경우에는 정보통신기술 자산의 총자본스톡과 비정보통신기술 자산의 총자본스톡으로 나누어 변수를 구성하였다.

$$\ln Y_{it} = \alpha_t + \alpha_T t + \sum_j \alpha_j \ln X_{ijt} + \sum_j \beta_j t \ln X_{ijt}$$

9) 각국의 학력구분 기준에는 차이가 있다. Timmer et al. (2007) 참조.

$$+ \frac{1}{2} \beta_{TT} t^2 + \frac{1}{2} \sum_j \sum_l \beta_{jl} \ln X_{lit} \ln X_{jit} + v_{it} - u_{it}$$

$$j, l = HL, ML, LL, ICT, NICT, M \quad (9)$$

여기에서 $HL, ML, LL, ICT, NICT, M$ 는 각각 고학력노동자의 총노동시간, 중학력노동자의 총노동시간, 저학력노동자의 총노동시간, 정보통신자산의 총자본스톡, 비정보통신자산의 총자본스톡, 중간재를 나타낸다.

식 (9)와 같은 생산함수를 상정할 경우 식 (8)에서 표현된 총요소생산성 증가율의 각 분해요소는 다음과 같이 계산 가능하다.

$$\dot{TFP} = TC + TEC + SE$$

$$TEC = - \frac{du}{dt}$$

$$TC = \frac{\partial \ln f(X, t)}{\partial t} = \hat{\alpha}_T + \hat{\beta}_{TT} t + \sum_l \hat{\beta}_{Tl} \ln X_l$$

$$SE = (\sum_j \epsilon_j - 1) \sum_j \lambda_j \dot{X}_j$$

$$\epsilon_j = \frac{\partial \ln f(X, t)}{\partial \ln X_j} = \hat{\alpha}_j + \hat{\beta}_{Tj} t + \sum_l \hat{\beta}_{jl} \ln X_l,$$

$$j, l = HL, ML, LL, ICT, NICT, M \quad (10)$$

식 (10)에서 각 효과의 값을 계산하기 위해서는 생산함수의 모수와 각 국가별·연도별 비효율성을 나타내는 u 를 추정해야 하는데 이 경우 추정해야 할 모수의 개수는 $(NT+K)^{10}$ 가 되며 표본의 개수인 NT 개를 초과하게 되므로, 모수의 개수를 줄이기 위해 시간 변동 모형에 대한 제약조건이 가해지게 된다. Battese and Coelli (1992)와 Kumbhakar (1990)의 경우 α_{it} 를 $\theta_t \alpha_i$ 의 형태로 가정한 후, 전자의 경우 $\theta_t(\eta) = \exp[-\eta(t-T)]$ 의 형태를, 그리고 후자의 경우 $\theta_t(\eta_1, \eta_2) = [1 + \exp(\eta_1 t + \eta_2 t^2)]^{-1}$ 를 상정함으로써 θ_t 를 η 의 함수 형태로 간주하였다. 그러나 두 모형의 경우 모든 분석 대상 국가들의 기술적 효율성의 시간변동 패턴이 동일하다는 제약을 가지게 된다. 최근 Lee (2010)에서는 BC의 $\theta_t(\eta)$ 형태에 대한 가정을

10) K 는 설명변수의 개수를 의미한다.

일부 완화된 모형을 제시하였는데, $\theta_t(\eta_g) = \exp[-\eta_g(t - T)]$ 로 가정함으로써, 기술적 효율성의 시간별 변화가 동일한 그룹 내의 경제 주체들끼리는 동일하나 다른 그룹의 경제 주체들과는 상이하다고 가정하였다. 이 모형은 국가간 혹은 산업간 효율성의 변동을 비교하는데 적합하다. 그러므로 본 논문에서는 축약최소자승법 (Concentrated Least Squares Method) 을 적용한 Lee (2010) 의 추정방법을 이용하여 계량적 방법을 이용하여 추정하였다.

분석기간은 1995년부터 2005년까지이고 한국생산성본부에서 구축한 KIP2008 데이터베이스를 활용하였다. 또한 각 산업의 프론티어를 구성하기 위해 선진국으로 분류되는 10개국의 자료를 함께 추가하였다. 선진국으로 분류되어 분석에 포함된 대상 국가는 EU KLEMS 데이터베이스에서 가용자료가 확보되는 오스트리아, 덴마크, 핀란드, 독일, 이탈리아, 네덜란드, 영국, 호주, 미국, 일본이다.¹¹⁾ 분석대상인 국가들을 지역을 기준으로 유럽지역/영미지역/아시아지역의 세 그룹으로 분류하였는데,¹²⁾ 유럽지역에는 독일, 이탈리아, 네덜란드, 오스트리아, 덴마크, 핀란드 6개국이, 영미지역에는 영국, 미국, 호주 등 3개국이 포함되며, 마지막으로 아시아지역에는 우리나라, 일본 등 2개국이 포함된다. 산출, 중간재 그리고 자본 데이터는 1995년 가격 기준으로 불변화하였으며, 각국의 통화가 다르므로 이를 통일하기 위해 PPP환율을 적용하였다.¹³⁾

분석에 이용된 변수들의 산업별 기초통계량은 다음 표와 같이 정리할 수 있다.¹⁴⁾

-
- 11) EU KLEMS 데이터베이스는 유럽연합의 경쟁력 부활을 위한 정책의 일환으로 생산성 경과 추이를 모니터링하고 측정할 수 있는 포괄적인 방법을 개발하기 위해 유럽 위원회 (European Commission)로부터 재정적 지원을 받아 추진된 프로젝트이다. 데이터베이스는 컨소시엄 참가국 내 통계기관으로부터 송부된 데이터에 근간하였으며, 2004년부터 분석절차와 방법론에 대한 논의를 거듭하여 통일된 프로토콜을 합의, 이에 따라 모든 컨소시엄 국가들의 데이터베이스를 완성하였다. KIP2008 데이터베이스는 우리나라의 자료에 대해 EU KLEMS 데이터베이스의 분석절차와 방법을 준용하여 구축되었다.
- 12) 국가그룹을 분류함에 있어 비교적 유사한 성격을 가지는 국가별로 그룹핑을 하게 되는데, 이를 위해 인구규모나 경제규모 등 여러 가지 분류기준을 적용하여 본 결과, 각 국가의 여러 가지 기초통계량에 있어 유사성을 보이는 것이 바로 지역을 기준으로 한 구분이었다. 그리하여 이를 바탕으로 국가들을 유럽지역국가/영미권국가/아시아권 국가로 분류하게 되었다. 본 모형에 따르면, 동일한 그룹에 속한 국가들은 기술적 효율성의 시간별 변화를 나타내는 모수 η 가 동일하며 타 그룹의 국가들과는 상이하다고 가정한다.
- 13) National currency per current international dollar (GDP 기준) 자료를 이용하였다 (International Monetary Fund, World Economic Outlook Database, April 2009).

〈표 1〉 우리나라 산업별 기초통계량

(단위: 백만 \$ (1995년 기준 불변가격), 백만시간)

산업	총산출	ICT 자본스톡	비ICT 자본스톡	고학력 노동자 근로시간	중학력 노동자 근로시간	저학력 노동자 근로시간	중간재
전산업	1,247,323 (223,737)	152,023 (24,700)	1,062,784 (183,417)	16,074 (2,843)	21,585 (749)	7,205 (2,054)	775,729 (153,224)
제조업	697,209 (162,649)	89,434 (10,776)	394,153 (60,457)	2,751 (427)	6,072 (400)	2,213 (731)	517,729 (121,258)
ICT 부문	237,944 (123,611)	20,331 (2,570)	65,250 (10,398)	598 (116)	1,211 (61)	245 (84)	170,435 (89,344)
비ICT 부문	459,265 (43,426)	69,103 (9,876)	328,903 (56,714)	2,153 (318)	4,861 (355)	1,967 (650)	347,294 (34,826)
서비스업	353,139 (55,771)	43,659 (13,832)	320,865 (48,002)	8,797 (2,241)	11,932 (363)	3,557 (642)	161,864 (28,102)
ICT 부문	38,813 (17,617)	7,826 (2,067)	25,595 (9,947)	107 (52)	221 (62)	105 (13)	12,575 (4,836)
비ICT 부문	314,326 (38,984)	35,833 (11,768)	295,270 (52,480)	8,690 (2,190)	11,711 (321)	3,452 (643)	149,288 (23,568)

주: 각 산업 부문의 첫 번째 행은 평균, ()내는 표준 편차임.

2. 부문별 총요소생산성 분석

본 절에서는 총요소생산성 증가율(TFP)을 기술진보(TC), 기술적 효율성의 변화(TEC) 및 규모효과(SE)의 총합으로 정의하고 ICT산업을 제조업과 서비스업 부문으로 나누어 생산성의 변화의 요인을 살펴본다. 특히 분석에 포함된 선진 10개국의 평균 생산성, 미국, 일본의 생산성과 우리나라와의 생산성 차이를 각각 비교·분석한다.

1) 모형추정 결과

제조업과 서비스업 각각의 생산함수 추정 결과는 다음과 같다.

14) 분석에서 이용한 우리나라를 제외한 기타 10개국의 주요변수의 기초통계량은 부록에 수록하였다.

〈표 2〉 생산함수 추정 결과

〈제조업 ICT 부문〉

변수	추정치	t-통계량	변수	추정치	t-통계량
$(\ln ICT)$	-0.906*	(-1.738)	$(\ln ICT)t$	0.021	(1.612)
$(\ln NICT)$	1.293	(1.542)	$(\ln NICT)(\ln HL)$	0.008	(0.088)
$(\ln HL)$	0.100	(0.330)	$(\ln NICT)(\ln ML)$	0.132	(0.831)
$(\ln ML)$	-0.972	(-1.362)	$(\ln NICT)(\ln LL)$	-0.023	(-0.285)
$(\ln LL)$	1.160**	(2.251)	$(\ln NICT)(\ln M)$	-0.001	(-0.009)
$(\ln M)$	0.501	(0.701)	$(\ln NICT)t$	-0.013	(-0.652)
t	0.232**	(2.584)	$(\ln HL)(\ln ML)$	-0.016	(-0.154)
$(\ln ICT)^2$	-0.065*	(-1.963)	$(\ln HL)(\ln LL)$	0.039	(0.786)
$(\ln NICT)^2$	-0.148	(-1.641)	$(\ln HL)(\ln M)$	-0.068	(-0.943)
$(\ln HL)^2$	-0.032	(-1.356)	$(\ln HL)t$	0.010	(1.374)
$(\ln ML)^2$	0.145	(1.147)	$(\ln ML)(\ln LL)$	0.040	(0.577)
$(\ln LL)^2$	0.022	(0.995)	$(\ln ML)(\ln M)$	-0.050	(-0.404)
$(\ln M)^2$	0.036	(0.480)	$(\ln ML)t$	0.004	(0.150)
t^2	-0.001	(-0.546)	$(\ln LL)(\ln M)$	-0.147***	(-2.826)
$(\ln ICT)(\ln NICT)$	0.131	(1.261)	$(\ln LL)t$	0.003	(0.402)
$(\ln ICT)(\ln HL)$	0.079*	(1.983)	$(\ln M)t$	-0.030**	(-2.152)
$(\ln ICT)(\ln ML)$	-0.201*	(-1.754)	η_1	0.466**	(2.611)
$(\ln ICT)(\ln LL)$	0.014	(0.423)	η_2	0.072***	(5.030)
$(\ln ICT)(\ln M)$	0.124*	(1.980)	η_3	0.188***	(2.856)
목적함수값	0.029		조정된 R^2	0.9	

주: () 내는 t-통계량임.

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

〈서비스업 ICT 부문〉

변수	추정치	t-통계량	변수	추정치	t-통계량
$(\ln ICT)$	0.397	(0.861)	$(\ln ICT)t$	-0.023**	(-2.578)
$(\ln NICT)$	-0.010	(-0.030)	$(\ln NICT)(\ln HL)$	-0.126***	(-3.845)
$(\ln HL)$	1.389***	(5.948)	$(\ln NICT)(\ln ML)$	-0.012	(-0.123)
$(\ln ML)$	0.337	(0.644)	$(\ln NICT)(\ln LL)$	-0.126***	(-2.703)
$(\ln LL)$	0.935***	(3.759)	$(\ln NICT)(\ln M)$	0.066	(0.814)
$(\ln M)$	-0.215	(-0.446)	$(\ln NICT)t$	0.010	(1.016)

t	-0.032	(-0.638)	$(\ln HL)(\ln ML)$	-0.231***	(-3.821)
$(\ln ICT)^2$	0.099***	(2.881)	$(\ln HL)(\ln LL)$	0.029	(1.250)
$(\ln NICT)^2$	0.095*	(1.825)	$(\ln HL)(\ln M)$	0.022	(0.492)
$(\ln HL)^2$	0.104***	(5.558)	$(\ln HL)t$	-0.012*	(-1.885)
$(\ln ML)^2$	0.280***	(3.272)	$(\ln ML)(\ln LL)$	0.138***	(3.540)
$(\ln LL)^2$	-0.038**	(-2.083)	$(\ln ML)(\ln M)$	-0.214**	(-2.087)
$(\ln M)^2$	0.019	(0.348)	$(\ln ML)t$	-0.003	(-0.191)
t^2	-0.002	(-1.031)	$(\ln LL)(\ln M)$	0.077**	(2.097)
$(\ln ICT)(\ln NICT)$	-0.160***	(-2.798)	$(\ln LL)t$	-0.005	(-1.133)
$(\ln ICT)(\ln HL)$	0.022	(0.523)	$(\ln M)t$	0.028*	(1.721)
$(\ln ICT)(\ln ML)$	-0.061	(-0.774)	η_1	1.069	(0.939)
$(\ln ICT)(\ln LL)$	-0.095***	(-2.971)	η_2	-0.113***	(-3.050)
$(\ln ICT)(\ln M)$	0.027	(0.495)	η_3	-0.651	(-1.437)
목적함수값	0.052		조정된 R^2	0.9	

주: () 내는 t-통계량임.
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

〈표 3〉 생산함수 가설 검정

귀무가설	자유도1	자유도2	제조업		서비스업	
			F-통계량	p-value	F-통계량	p-value
콤팩트 생산함수 ($\beta_{HL,HL} = \beta_{HL,ML} = \dots = \beta_{ICT,M} = 0$)	28	72	7.845	0.000	22.317	0.000
기술진보없음 ($\alpha_T = \beta_{TT} = \beta_{T,HL} = \dots = \beta_{T,M} = 0$)	8	72	2.044	0.053	-	-
중립적 기술진보 ($\beta_{T,HL} = \beta_{T,ML} = \dots = \beta_{T,M} = 0$)	6	72	2.737	0.019	-	-

초월대수 생산함수의 설정과 관련한 가설검정 결과는 〈표 3〉과 같다. 우선 콤팩트 생산함수와 차별화하여 생산요소 간 대체·보완관계가 포함된 초월대수 생산함수로의 추정치가 타당한가에 대한 가설 검정은 제조업과 서비스업 모두 1% 유의수준하에서 귀무가설이 기각되어 초월대수 생산함수 형태의 적절성을 지지하고 있다. 둘째로 기술진보를 의미하는 시간변수의 포함여부에 대한 귀무가설은 제조업의

경우 5% 유의수준에서는 기각하지 못하나 10% 유의수준하에서는 귀무가설을 기각하는 것으로 나타났다. 마지막으로 기술진보의 중립성에 대한 가설은 제조업의 경우 5% 유의수준 하에서 기각되는 것으로 나타났다.¹⁵⁾

2) 제조업 ICT부문

우리나라의 제조업 ICT부문의 경우 비교적 빠른 속도로 생산성이 향상되고 있는 모습을 보이고 있고 총요소생산성 증가율은 유럽 및 영미지역보다도 높게 나타났다. 그러나 <그림 8-B>에서 우리나라의 경우를 세부 기간별로 나누어 살펴보면, 1990년대 후반 5%의 높은 수준에서 2000년대 들어 1.9%까지 크게 하락하는 모습을 보이고 있는데,¹⁶⁾ 이러한 원인은 기술진보, 기술적 효율성 증가율, 그리고 규모 효과 모두 1990년 후반에 비해 전체적으로 낮아졌기 때문으로 풀이된다.

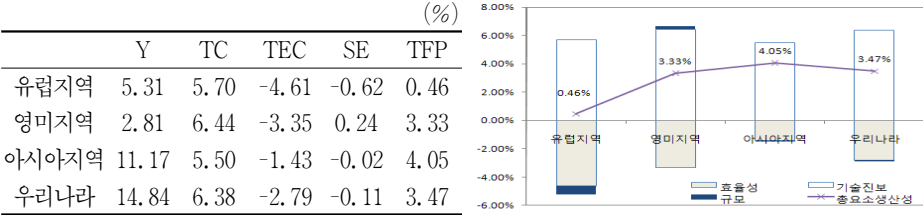
<그림 8-C>를 통해 2000년 이후 각 부문의 생산성을 선진국 평균과 비교하여 보면, ICT부문의 총산출 증가율은 선진국 평균치를 크게 상회하고 있고 동시에 총요소생산성 증가율도 선진국 평균보다 높은 수준이어서 양호한 생산구조를 가지고 있음을 알 수 있다. 또한 우리나라 제조업의 ICT부문의 산출 확대는 기술적 측면뿐만 아니라 투입요소의 양적 팽창이 동시에 진행된 결과임도 짐작해 볼 수 있다. 다만 선진국과 우리나라 모두 공통적으로 ICT부문의 생산성 증가가 주로 기술진보에 의존하고 동시에 기술적 효율성은 악화되고 있는 형태를 보이고 있어 이에 대한 주의가 필요하다. 2000년 이후 총요소생산성 증가율은 선진국 평균을 상회하나 <그림 8-D>를 통해 살펴보면, 미국과 일본에 비해서는 크게 낮은 수준인 것으로 나타났다. 미국의 총요소생산성 증가율은 1990년대 후반 이후 5%대 중반 수준을 지속하고 있으며 일본의 경우 증가세가 확대되면서 2000년대 전반에는 5%대 중반 수준을

15) 서비스업의 경우 두 번째와 세 번째 귀무가설 하의 모형은 추정단계에서 수렴되지 않아 모형 추정이 불가능하였다.

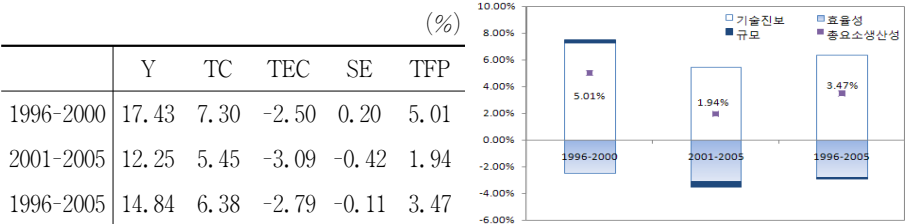
16) 박정규·하종립(2005)에 따르면 ICT산업에 해당하는 컴퓨터 및 사무기기, 전자부품, 영상음향 통신기기, 통신서비스의 총요소생산성 증가율이 모두 본고의 추정치보다 높은 값을 보이고 있다. 이는 총요소생산성 계산 방법과 이용한 데이터의 차이에서 기인한 것으로 판단되는데, 박정규·하종립(2005)은 부가가치를 기준으로 한 성장회계방식을 이용하였고, 투입요소인 노동, 자본의 데이터는 총노동시간, 총자본스톡 등 총량을 기준으로 이용하였기 때문에 각 투입요소의 질(quality)을 반영한 구성효과(composition effect)는 모형에 포함하지 못하였다. 그러므로 중간재나 구성효과 등의 효과가 고려되지 않아 이러한 효과들이 총요소생산성 계산치에 포함되어 있기 때문에 본고의 추정치보다 더 높은 값을 보이는 것으로 짐작된다.

〈그림 8〉 제조업내 ICT부문의 총요소생산성(TFP) 증가율 분해

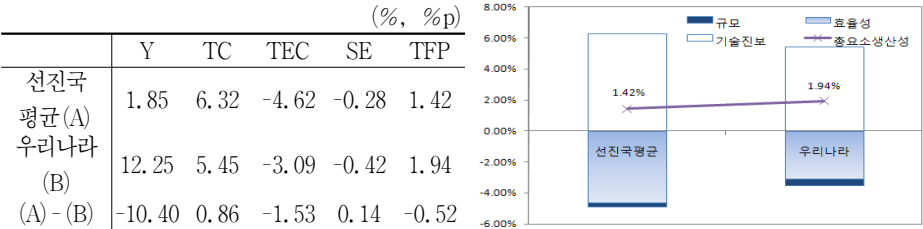
A. 국가 그룹별 생산성 분해(전체 기간)



B. 기간별 우리나라의 총요소생산성 분해



C. 2000년 이후 총요소생산성 비교



D. 기간별 주요국의 총요소생산성 분해

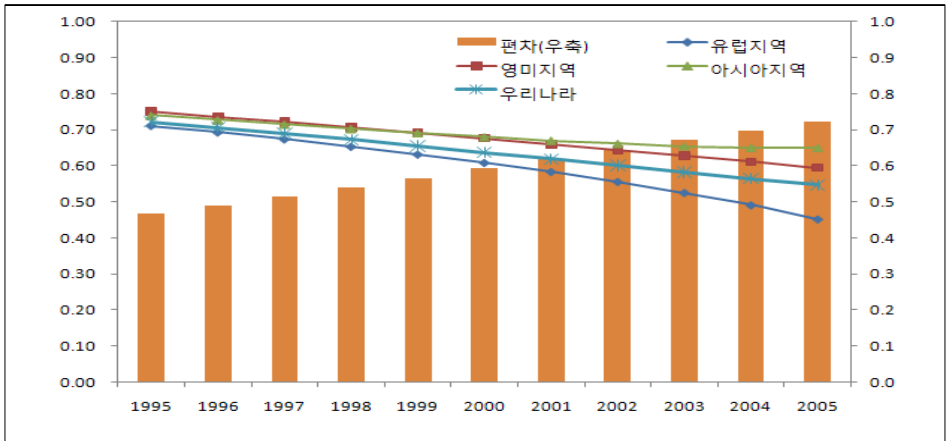
(%)	미국					일본				
	Y	TC	TEC	SE	TFP	Y	TC	TEC	SE	TFP
1996-2000	20.21	4.74	0.00	0.70	5.43	9.93	4.43	-0.97	0.21	3.68
2001-2005	4.39	5.42	0.00	-0.10	5.32	10.36	4.82	0.82	-0.06	5.58
1996-2005	12.30	5.08	0.00	0.30	5.38	10.15	4.63	-0.07	0.08	4.63
주요국과의 격차(%p)										
1996-2000	2.93	-2.56	2.50	0.49	0.43	-7.34	-2.87	1.53	0.01	-1.33
2001-2005	-7.57	-0.03	3.09	0.32	3.38	-1.59	-0.63	3.91	0.37	3.64
1996-2005	-2.32	-1.30	2.79	0.41	1.90	-4.47	-1.75	2.72	0.19	1.16

주: Y는 총산출 증가율, TC는 기술진보, TEC는 기술적 효율성 변화, SE는 규모효과, TFP는 총요소 생산성 증가율.

보이고 있다. 이와 같은 중요요소생산성 증가율의 격차 확대는 우리나라의 기술적 효율성이 미국 및 일본에 비해 계속 저하되고 있기 때문이다. 다만 신기술 개발 등 기술진보의 측면에서는 우리나라가 미국 및 일본에 비해 약간 빠르거나 비슷한 속도로 진행되고 있는 것으로 나타나고 있다.

앞서 살펴보았듯이 선진국과 우리나라 모두 공통적으로 ICT부문의 생산성 증가가 주로 기술진보에 의존하고 동시에 기술적 효율성은 악화되고 있는 형태를 보이고 있는데 이것이 기술진보로 인한 일시적인 상대적 효과인지¹⁷⁾ 혹은 제조업 ICT부문 자체가 가지고 있는 구조적인 문제인지를 파악하기 위해 각국의 제조업 ICT부문의 기술적 효율성 추이를 살펴보면 <그림 9>와 같다. 이를 살펴보면, 제조업 ICT부문의 경우 모든 지역의 국가들에서 효율성이 지속적으로 낮아지고 있으며 프론티어에 위치한 국가와의 효율성 격차도 계속 확대되고 있다. 신기술 도입이 빠르게 이루어지면 생산프론티어가 급격히 확장되는 반면 기술 체화는 시차를 두고 이루어지기 때문에 일시적으로 효율성은 낮아지게 되는 현상이 발생할 수 있으나 이러한 현상이 꾸준히 지속적으로 유지된다는 데에 문제점이 있다 하겠다.

<그림 9> 제조업 ICT부문의 기술적 효율성 편차와 그룹별 추이



주: 기술적 효율성 편차는 해당연도의 효율성 수준 최고치와 최저치의 차이로 계산되었으며, 실선으로 표시된 상대적 효율성은 t 기에 가장 높은 효율성을 나타내는 국가의 효율성을 1로 두고 그에 대한 상대적인 수준을 나타내는 방식으로 계산된다.

17) 신기술 도입으로 인해 생산 프론티어가 급격히 확장되는 반면 기술 체화는 시차를 두고 이루어지기 때문에 이로 인해 상대적으로 효율성이 단기적으로 하락하는 형태를 보일 가능성이 있다.

〈표 4〉 제조업 ICT부문의 기술적 효율성 수준과 증가율¹⁸⁾

수준	기간	우리나라(3위)	전체국가	미국(1위)	일본(2위)
	1995-2000	0.681	0.685	1.000	0.739
	2001-2005	0.583	0.575	1.000	0.732
	전체기간	0.636	0.635	1.000	0.736
증가율	기간	우리나라	전체국가	미국	일본
	1996-2000	-2.50%	-2.77%	0.00%	-0.97%
	2001-2005	-3.09%	-4.62%	0.00%	0.82%
	전체기간	-2.79%	-3.69%	0.00%	-0.07%

3) 서비스업 ICT부문

우리나라 서비스업 ICT부문을 대상으로 분석한 결과는 〈그림 10〉에 요약되어 있다. 제조업과 마찬가지로 서비스업도 ICT부문의 총산출 증가율이 높게 나타나고 있다. 그러나 생산성의 경우에는 국가권별로 다소 상이한 움직임을 보이고 있는데, 유럽지역과 우리나라의 경우 서비스업 ICT부문의 생산성이 증가하는 것으로 나타나고 있지만, 영미지역의 경우 오히려 생산성이 감소하고 있는 것으로 나타났다. 〈그림 10-B〉에서 우리나라의 경우를 기간별로 나누어 살펴보면 서비스업의 ICT부문은 총산출과 생산성 모두 1990년 후반 높은 연평균 증가율을 보이다가 2000년 이후 대폭 둔화된 것으로 나타났으며 생산성 향상은 주로 기술적 효율성 개선으로 인한 것으로, 기술진보는 오히려 생산성을 낮추는 요인으로 작용하는 것으로 나타났다¹⁹⁾.

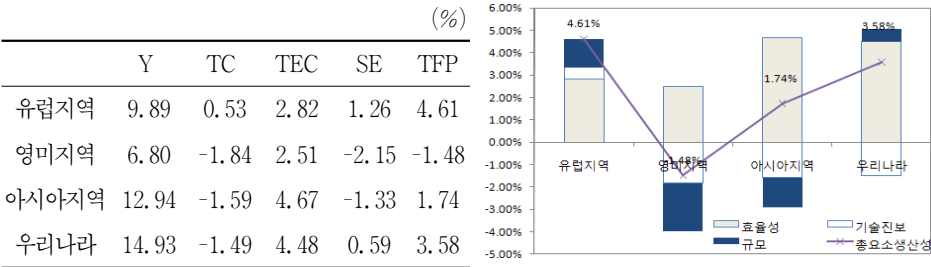
18) 국가명 옆의 괄호는 분석대상 11개국 중 효율성 순위를 나타낸다.

19) 제조업 부문과는 다르게 서비스업 ICT부문의 경우 기술진보가 음(-)의 부호를 보이고 있는데 이는 ‘기술은 시간이 흐를수록 발전한다’라는 직관과 배치되는 결과이다. 이에 대한 원인은 크게 두 가지로 추측된다. 첫째, 서비스가격에 대한 정보가 불충분함으로 인해 가격 요소에 대한 통제가 분석에서 제대로 반영되지 않아 서비스 가격의 하락이 기술진보의 효과에 편이를 가져왔을 가능성이 있다. 서비스업은 제조업과 달리 가격정보가 세분화되어 있지 않아 세부 상품의 이질성을 충분히 반영하지 못하므로 분석에 있어 측정오류가 발생할 개연성이 상대적으로 높다 하겠다. 둘째, 본 논문에서는 기술진보를 $\frac{\partial \ln f(X,t)}{\partial t}$, 즉 시간에 따른 생산함수의 변화율로 정의하였는데, 시간에 따른 생산함수의 이동은 기술진보 뿐만 아니라 정부의 정책, 규제 등에 따라서도 영향을 받게 된다. 따라서 본 연구결과를 해석할 때에는, 기술진보 요인에는 단순히 기술의 발전정도 뿐만 아니라 기술과 관련한 정부의 정책·규제정도도 포함

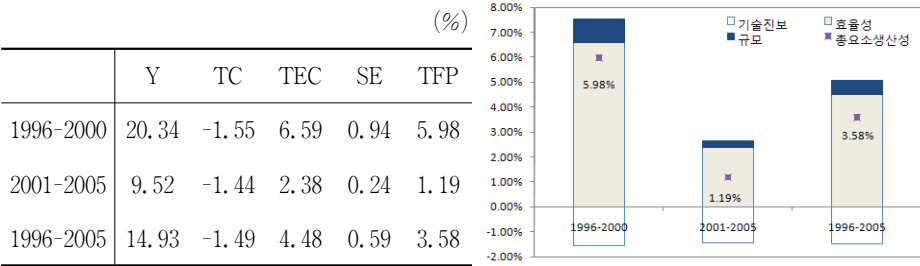
〈그림 10-C〉에서 2000년 이후 분석결과를 선진국 평균과 비교하여 살펴보면, 서비스업 ICT부문의 총산출과 생산성 증가율 모두 선진국 평균을 상회하는 것으로 나타났다. 선진국에 비해 기술적 효율성 측면이나 규모효과 측면은 보다 양호하게 생산성 상승을 이끌고 있는 것으로 나타났으나 기술 진보의 경우 선진국 수준보다 1.16%p 정도 낮아 서비스업 ICT부문의 생산성을 보다 더 향상시키기 위해서는 기술 진보 측면을 활성화 시킬 수 있는 정책 대안이 제시되어야 할 것으로 보인다.

〈그림 10〉 서비스업내 ICT부문의 총요소생산성(TFP) 증가율 분해

A. 국가 그룹별 생산성 분해(전체 기간)

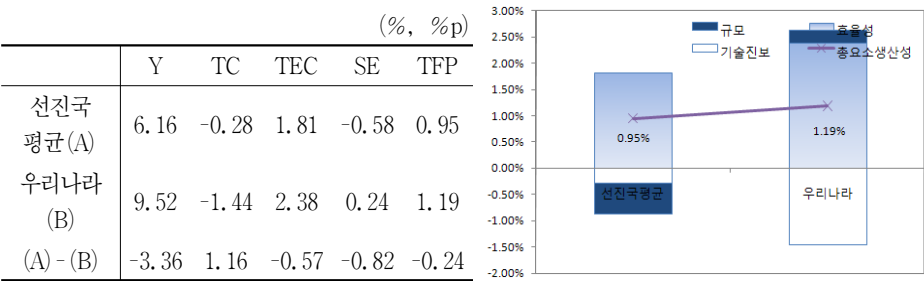


B. 기간별 우리나라의 총요소생산성 분해



이 되어 있다고 판단하는 것이 타당할 것으로 생각된다. 즉, 기술진보가 음의 부호를 보이는 것은 제조업 ICT부문에 비해 서비스업 ICT부문이 1) 노동투입에 많은 부분 의존하는 서비스업의 성격으로 인해 기술진보의 정도가 낮거나 혹은 2) 정부 정책의 영향에 보다 더 민감하기 때문인 것으로 해석할 수 있다. 서비스업 ICT부문인 통신업의 경우 우리나라에서는 기간산업으로의 성격을 가지고 정부정책에 민감하기 때문에 타산업에 비해 규제리스크가 크다고 할 수 있다. 정부의 정책과 규제가 해당 산업부문의 생산성에 어떠한 영향을 주었는지에 대한 실증적 분석 역시 매우 중요하며 이는 추후에 이루어질 후속 연구에서 다루고자 한다. 이에 관련된 문제점과 중요성을 지적하여 주신 익명의 심사자께 감사드린다.

C. 2000년 이후 총요소생산성 비교

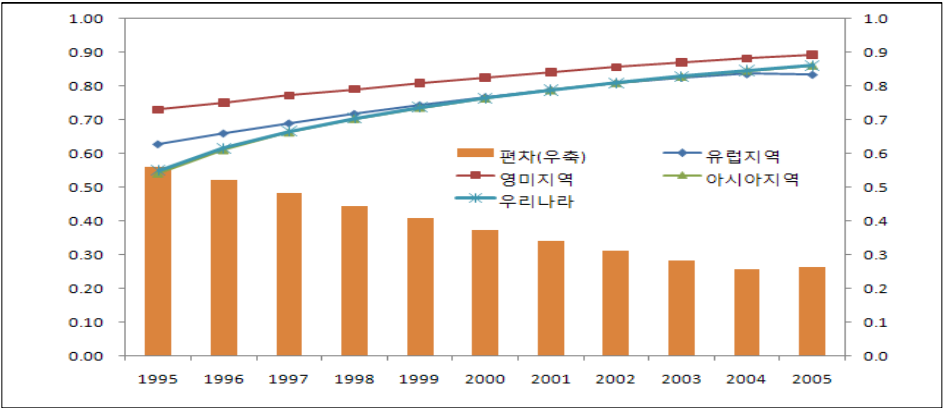


D. 기간별 주요국의 총요소생산성 분해

	미국					일본				
(%)	Y	TC	TEC	SE	TFP	Y	TC	TEC	SE	TFP
1996-2000	6.41	-2.52	2.50	-5.56	-5.58	15.48	-2.42	7.29	-3.57	1.30
2001-2005	5.44	-2.64	1.42	-6.13	-7.34	6.42	-0.96	2.41	-2.94	-1.49
1996-2005	5.92	-2.58	1.96	-5.84	-6.46	10.95	-1.69	4.85	-3.25	-0.10
주요국과의 격차(%p)										
1996-2000	-13.93	-0.98	-4.08	-6.50	-11.56	-4.86	-0.88	0.70	-4.50	-4.68
2001-2005	-4.08	-1.20	-0.96	-6.37	-8.53	-3.10	0.48	0.03	-3.18	-2.67
1996-2005	-9.01	-1.09	-2.52	-6.43	-10.04	-3.98	-0.20	0.36	-3.84	-3.68

주: Y는 총산출 증가율, TC는 기술진보, TEC는 기술적 효율성 변화, SE는 규모효과, TFP는 총요소 생산성 증가율.

〈그림 11〉 서비스업 ICT부문의 기술적 효율성 편차와 그룹별 추이



주 : 기술적 효율성 편차는 해당년도의 효율성 수준 최고치와 최저치의 차이로 계산되었으며, 실선으로 표시된 상대적 효율성은 t 기에 가장 높은 효율성을 나타내는 국가의 효율성을 1로 두고 그에 대한 상대적인 수준을 나타내는 방식으로 계산된다.

추가적으로 각국의 서비스업 ICT부문의 기술적 효율성 추이를 살펴보면 <그림 11>과 같이 나타나는데, ICT부문의 경우 모든 지역의 국가들에서 효율성이 지속적으로 개선되고 있으며 프론티어에 위치한 국가와의 효율성 격차도 계속 축소되고 있는 것으로 나타났다. 이처럼 효율성의 전반적인 수준이 높은 상태에서 수렴하고 있는 경우, 한정된 자원을 효율성 개선보다는 기술진보에 투자하는 것이 생산성 개선에 더 큰 효과를 줄 것으로 짐작해 볼 수 있다.

〈표 5〉 서비스업 ICT부문의 기술적 효율성 수준과 증가율²⁰⁾

수준	기간	우리나라(8위)	전체국가	미국(2위)	일본(10위)
	1995-2000	0.672	0.716	0.801	0.665
	2001-2005	0.826	0.833	0.888	0.825
	전체기간	0.742	0.769	0.841	0.738
증가율	기간	우리나라	전체국가	미국	일본
	1996-2000	6.59%	4.32%	2.50%	7.29%
	2001-2005	2.38%	1.81%	1.42%	2.41%
	전체기간	4.48%	3.07%	1.96%	4.85%

IV. 요약 및 시사점

본고는 우리나라의 ICT산업의 총요소생산성을 제조업 부문과 서비스업 부문으로 나누어 추정하고 그 결과를 선진국의 수준과 비교·분석하였다.

제조업 ICT부문의 총산출 증가율은 선진국 평균치를 크게 상회하고 있고 동시에 총요소생산성 증가율도 선진국 평균보다 높은 수준인 것으로 나타났다. 그러나 미국과 일본에 비해서는 낮은 수준인 것으로 나타났으며 이는 주로 기술적 효율성의 하락과 미진한 규모효과에 기인한 것으로 분석된다. 또한 선진국과 우리나라 모두 공통적으로 ICT부문의 생산성 증가가 주로 기술진보에 의존하고 동시에 기술적 효율성은 악화되고 있는 형태를 보이고 있어 이에 대한 주의가 필요할 것으로 보인다. 서비스업의 ICT부문은 총산출과 생산성 증가율 모두 선진국 평균을 상회하는 것으로 나타났다. 선진국에 비해 기술적 효율성 측면이나 규모효과 측면은 보다 양

20) 국가명 옆의 괄호는 분석대상 11개국 중 효율성 순위를 나타낸다. 서비스업 ICT부문에서 가장 높은 효율성을 보이는 국가는 호주로 나타났다.

호하게 생산성 상승을 이끌고 있는 것으로 나타났으나 기술 진보의 경우 선진국 수준보다 낮아 서비스업 ICT부문의 기술 진보 측면을 활성화 시킬 수 있는 정책 대안이 제시되어야 할 것으로 보인다.

이러한 분석결과에 비추어 향후 우리나라의 총요소생산성이 지속적으로 개선되기 위해서는 제조업과 서비스업의 각 특성을 고려한 정책이 요구된다. 제조업 ICT부문의 총요소생산성 증대를 위해서는 그간의 기술혁신 모멘텀을 유지하면서 기술적 효율성을 높이기 위한 다각적인 방안이 강구되어야 할 것으로 보인다. 그동안 선진국과의 기술격차 축소에 큰 성과를 거두었던 기업의 신기술 개발 및 도입을 위한 R&D 투자 확대와 고급두뇌 확보에 계속 역량을 집중하여야 할 것이다. 특히 기 확보된 신규 첨단기술이 실제 생산 과정에서 보다 효율적으로 활용될 수 있도록 기업시스템 개선, 인적자원의 능력 배양 등의 면에서 근본적인 개선이 이루어질 필요가 있다. 서비스업 ICT부문의 생산성 증가율을 높이기 위해서는 기술진보를 촉진하는 정책이 요구될 것으로 판단된다. 2000년 전반기의 경우, 제조업의 ICT부문이 기술분야에서 지속적이며 급속하게 발전하였던 것과는 달리, 서비스업의 ICT부문은 기존의 단순한 음성 또는 데이터 서비스 제공 시장이 이미 포화상태에 이르렀으며, 세계적인 경기침체, 3G 서비스의 불확실성 등으로 인해 전반적인 시장 침체 국면에 당면하였던 것이 사실이다. 그러나 2000년 후반기에 들어 통신서비스 산업의 무게중심이 음성에서 데이터로, 고정형에서 이동형 서비스로 급격히 이동하고 이와 맞물려 통신과 방송간 통합과 융합이 활발하게 진행되는 등 신기술 도입이 빠르게 확산되며 다시 활력을 찾았던 것은 본 연구의 분석 결과에 비추어 보았을 때에도 ICT부문의 생산성 제고를 위해 긍정적인 측면이 강하다 하겠다. 또한 투자 확대와 시스템 개선과 더불어 규제 완화도 산업의 생산성 증대에 주요한 영향을 주게 되는데²¹⁾, 2000년대 들어 방송통신업의 규제정도가 낮아지는 것으로 나타나고 있다²²⁾는 점도 서비스업 ICT 부문의 발전에 큰 기여를 할 것으로 판단된다.

21) 한성훈·임시영(2008)에 따르면 규제수준이 10% 낮아질 경우 총요소생산성 증가율은 약 0.3%p 확대되는 것으로 나타나 규제완화가 생산성 증대 및 성장잠재력 확대에 효과적임을 보였다.

22) 2006년 방송통신업의 규제지수는 1998년 대비 27% 수준을 보이고 있는데, 전산업의 경우 1998년 대비 51%, 컴퓨터·통신기기 제조업의 경우 75% 규제 수준을 나타내는 것과 비교하면 방송통신업의 규제완화가 비교적 적극적으로 이루어지고 있음을 알 수 있다(한성훈·임시영(2008)).

■ 참 고 문 헌

1. 강상목 · 이주병, “항만물류산업의 총요소생산성과 그 분해요인분석,” 『한국항만경제학회지』, 제24권, 제4호, 2008, pp. 47-70.
(Translated in English) Kang, S. M. and J. B. Lee, “Total Factor Productivity Growth and the Decomposition Components of Korean Port-Logistics Industry,” *Journal of Korea Port Economic Association*, Vol. 24, No. 4, 2008, pp. 47-70.
2. 강정모 · 박승록, “공기업, 재벌 및 비재벌의 구조조정 성과 분석,” 『국제경제연구』, 제10권, 제3호 2004, pp. 235-261.
(Translated in English) Kang, J. M. and S-R Park, “An Analysis on the Economic Performance of Restructuring by Public Firms, Jaebol and Non-Jaebol Firms in Korea,” *Kukje Kyungje Yongu*, Vol. 10, No. 3, 2004, pp. 235-261.
3. 박정규 · 허중립, “정보통신기술 이용 확대의 총요소생산성 증대효과 분석,” 『경제통계월보』, 한국은행, 2005년 7월호, 2005, pp. 23-54.
(Translated in English) Park, J. and J. Ha, “Analysis of the ICT Impact on Total Factor Productivity,” *Monthly Bulletin*, Bank of Korea, July, 2005, pp. 23-54.
4. 배미경, “한국 IT제조업의 성장을 지속적으로 이끌고 있는 동력은 무엇인가?,” 『산업조직연구』, 제15권, 제3호, 2007, pp. 49-80.
(Translated in English) Pai, M., “What Drives the Persistent Growth of the Korean IT Manufacturing Industry?,” *Review of Industrial Organization*, Vol. 15, No. 3, 2007, pp. 49-80.
5. 정선영, “확률적 프론티어 모형을 이용한 총요소생산성 국제비교: 기술적 효율성을 감안한 접근 방법,” 『금융경제연구』, 제431호, 한국은행, 2010.
(Translated in English) Jung, S., “An Analysis on Total Factor Productivity Using Stochastic Frontier Models: An International Comparison,” *BOK Institute Working Papers*, No. 431, Bank of Korea, 2010.
6. 한광호, “한국 제조업의 총요소생산성, 효율성 변화와 기술진보: SFA와 DEA에 의한 추정,” 『경제학연구』, 제53권, 제4호, 2005, pp. 119-146.
(Translated in English) Han, G., “Total Factor Productivity, Efficiency Change and Technical Progress in Korean Manufacturing Industry: Stochastic Frontier and Data Envelopment Analysis,” *Kyong Jae Hak Yon Gu*, Vol. 53, No. 4, 2005, pp. 119-146.
7. 한국생산성본부, 총요소생산성 국제비교(2008), 2009.
(Translated in English) Korea Productivity Center, *International Comparison of Total Factor Productivity(2008)*, 2009.
8. 한성훈 · 임시영, “규제완화가 경제 성장에 미치는 영향,” 『조사통계월보』, 한국은행, 2008.
(Translated in English) Han, S. and S. Yim, “Impacts of Deregulation on Economic Growth,” *Monthly Bulletin*, Bank of Korea, 2008.
9. Basu, S. and J.G. Fernald, “Returns to Scale in U.S. Production: Estimates and Implications,” *The Journal of Political Economy*, Vol. 105, No. 2, 1997, pp. 249-283.
10. Battese, G. E., and T. J. Coelli, “Frontier Production Functions, Technical Efficiency and

- Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India," *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 3, No. 1-2, 1992, pp.153-169.
11. Bosworth, B.P. and J.E. Triplett, "The Early 21st Century U.S. Productivity Expansion is Still in Services," *International Productivity Monitor*, Vol. 14, 2007, pp. 3-19.
 12. Jorgenson, D.W., M.S. Ho and K. Stiroh, "Lessons from the U.S. Growth Resurgence," *Journal of Policy Modeling*, Vol. 25, No. 5, 2003, pp.453-470.
 13. Jeong K-H., J.H. Oh, and I. Shin, "The Economic Impact of Information and Communication Technology in Korea," *Information Technology, Productivity and Economic Growth*, Oxford University Press, 2001, pp.196-220.
 14. Kim, S., and K. Han, "A Decomposition of Total Factor Productivity Growth in Korean Manufacturing Industries: A Stochastic Frontier Approach," *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 16, No. 3, 2001, pp.269-281.
 15. Kim, Sangho and Y.H. Lee, "The Productivity Debate of East Asia Revisited: A Stochastic Frontier Approach," *Applied Economics*, Vol. 38, 2006, pp.1697-1706
 16. Kraemer, K.L. and J. Dedrick, "Information Technology and Productivity: Results and Policy Implication of Cross-Country Studies," *Information Technology, Productivity and Economic Growth*, Oxford University Press, 2001, pp.257-280.
 17. _____, "Payoffs from Investment in Information Technology: Lesson from The Asia-Pacific Region," mimeo 1994.
 18. Kumbhakar, S.C., "Production Frontiers, Panel Data, and Time-Varying Technical Inefficiency," *Journal of Econometrics*, Vol. 46, No. 1-2, 1990, pp.201-211.
 19. _____, "Estimation and Decomposition of Productivity Change When Production Is Not Efficient: A Panel Data Approach," *Econometric Reviews*, Vol. 19 2000, pp.312-320.
 20. Kumbhakar, S.C. and Lovell, C.A. Knox, *Stochastic Frontier Analysis*, Cambridge University Press, 2000.
 21. Lee, Y.H., "Group-specific Stochastic Production Frontier Models with Parametric Specifications," *European Journal of Operational Research*, Vol. 200, No. 2, 2010, pp. 508-517.
 22. Morrison, J.C. and E.R. Berndt, "Assessing the Productivity of Information Technology Equipment in U.S. Manufacturing Industries," *NBER Working Paper* No. 3582, 1991.
 23. OECD, *Science, Technology and Industry -Scoreboard 1999 - Benchmarking Knowledge-based Economies*, 1999.
 24. _____, *Guide to Measuring the Information Society*, 2009.
 25. Oliner, S. and D. Sichel, "Computers and Output Growth Revisited: How Big Is the Puzzle?," *Brookings Papers on Economic Activity*, Vol. 2, 1994, pp.273-334.

<부 록>

〈부록표 1〉 산업부문 분류표

정보통신 제조업	사무계산 및 회계용 기계	통신장비
	절연선	라디오 및 텔레비전 수신기
	다른 기타전기기계 및 전기변환장치	과학 기기
	전자관 및 기타전자부품	기타 기기
정보통신 서비스업	통신업	

〈부록표 2〉 주요변수의 각국 기초통계량

(단위: 백만 \$ (1995년 기준 불변가격), 백만시간)

국가명	총산출	ICT 자본스톡	비ICT 자본스톡	고학력 노동자 근로시간	중학력 노동자 근로시간	저학력 노동자 근로시간	중간재
오스트리아	305,769 (43,672)	28,315 (13,216)	299,501 (16,933)	381 (71)	3,605 (74)	1,284 (67)	158,461 (27,471)
덴마크	175,647 (15,721)	23,049 (12,293)	155,986 (8,923)	164 (31)	1,763 (100)	997 (37)	95,983 (10,064)
핀란드	172,587 (26,005)	13,316 (5,374)	135,876 (6,266)	782 (49)	1,325 (98)	774 (53)	97,578 (14,511)
독일	2,888,871 (310,671)	231,384 (87,198)	2,207,361 (199,819)	3,033 (165)	27,705 (994)	13,067 (456)	1,563,136 (199,117)
이탈리아	1,975,112 (107,512)	134,708 (35,518)	2,410,739 (100,493)	2,308 (626)	32,947 (852)	761 (182)	1,182,727 (88,862)
네덜란드	632,038 (44,351)	57,506 (21,510)	442,572 (11,693)	715 (139)	7,369 (238)	733 (118)	361,171 (25,518)
호주	764,662 (72,311)	79,943 (47,524)	669,595 (41,551)	1,608 (317)	4,745 (398)	6,675 (85)	442,000 (41,012)
영국	2,014,789 (177,673)	236,633 (116,082)	1,229,969 (77,983)	4,870 (815)	26,465 (722)	5,911 (677)	1,130,778 (97,043)
미국	11,800,000 (1,219,824)	1,669,038 (744,007)	7,185,453 (453,049)	47,288 (3,450)	116,914 (3,980)	23,345 (945)	5,798,333 (517,981)
일본	5,090,411 (601,308)	439,941 (153,297)	5,705,359 (887,129)	21,304 (1,297)	66,277 (3,600)	12,351 (3,882)	2,566,426 (279,182)
우리나라	1,247,323 (223,737)	157,009 (25,166)	1,079,388 (185,546)	16,074 (2,843)	21,585 (749)	7,205 (2,054)	775,729 (153,224)

주: 각국 통계의 첫 번째 행은 평균, () 내는 표준 편차임.

International Comparison of Total Factor Productivity in ICT Industries: A Stochastic Frontier Approach

Sunyoung Jung*

Abstract

This paper attempts to analyze total factor productivity(TFP) growth for Korea's information and communication technology(ICT) industries using a stochastic frontier production approach and to compare these results with the major industrialized countries. In the manufacturing sector of ICT, TFP growth rate in the 2000s has been significantly lower than the U.S. and Japan, due mainly to a continuous decrease in technical efficiency. Gross output and TFP growth for the ICT service sector both are found to be above average level of developed countries, but technical progress is lower than those of developed countries. Based on the results of this paper, in order to improve the productivity of ICT industry of Korea, policies to improve technical efficiency for the ICT manufacturing industry and to accelerate technical progress for the ICT service industry should be considered.

Key Words: total factor productivity, ICT, stochastic frontier approach

Received: Nov. 2, 2010. Revised: Dec. 10, 2010. Accepted: Feb. 25, 2011.

* Economist, Social and Institutional Studies Team, Economic Research Institute, The Bank of Korea, 110, 3-ga, Namdaemun-ro, Jung-gu, Seoul 100-794, Korea, Phone: +82-2-759-5431, e-mail: sjung@bok.or.kr