

정보통신서비스산업에서 경쟁도입의 경제적 효과 분석

Economic Effect of Competition in the Korean IT Service Industry

조 상 섭* · 민 완 기** · 장 송 자***

〈 목 차 〉

I. 문제 제기

II. 분석 방법론

III. 분석자료 및 분석결과

IV. 요약 및 시사점

참고문헌

Abstract

This paper aims at examining the disembodied technological progress in the Korean IT service industry, on the assumption that competition leads to the disembodied technological progress. Hobijn model(2000) which abstracts the disembodied technological progress from the total technological progress and Bai et al. Model(1998, 2003) which identifies time of the technological structural change are used for empirical study.

The empirical analysis indicates the major structural change in the pattern of the disembodied technology progress occurred after 1995 in the Korean IT service industry. This means that policies for the introduction of competition system and the industry promotion around 1995 have a positive effect on the development of the Korean IT service industry.

Key words: 비 체화된 기술진보, 경쟁 도입, 정보통신서비스산업

* 한국전자통신연구원 기술혁신정책연구팀장, choss@etri.re.kr

** 한남대학교 경제학과 교수, wkmin@hannam.ac.kr

*** 한남대학교 경제학과 강사, jsj7606@hanmail.net

I. 문제 제기

최근 정보통신서비스산업에서 중요한 논의 가운데 하나는 유효경쟁 또는 보다 광범위한 경쟁도입의 경제효과에 대한 계량적 측정과 정책방향설정일 것이다. 한 예로 새로운 정보통신서비스산업발생에서 최적의 사업자 수는 어느 정도의 수준일까? 즉 경제논리에서 볼 때, 규모의 경제가 중요한 네트워크 산업에서 많은 사업자수는 규범적으로 어느 정도의 정당성을 갖는 것일까? 또한 유효경쟁제도의 도입은 실증적으로 우리나라 정보통신서비스산업발전 에 어느 정도 긍정적 역할을 하였을까? 본 연구는 이에 대한 계량적 분석을 목적으로 한다.

한 산업의 양적 또는 질적 성장은 일정한 투입물과 기술혁신 그리고 제도적 장치의 변화로부터 이루어진다(Aghion et al. 1998 참조). 즉 한 산업생산증대는 해당 산업에 속한 사업자가 제도/규제를 잘 이용해서 증대되는지? 아니면 외생적 시장구조의 향상이 선(善) 순환적으로 산업성장을 유도하는지? 또는 효율적이고 새로운 자본재 및 노동력을 이용함으로써 산업성장이 유인되는지에 대하여 여러 가지 설명요인으로 기술될 수 있다. 이를 보다 근본적이고 실증적 관점에서 정리하면, 경쟁의 산업성장기여도 문제는 한 나라의 경제 또는 산업 성장에서 체화된 기술진보(Embodied Technology)와 비 체화된 기술진보(Disembodied Technology)의 역할 중에서 어떤 요인이 더 중요한 지에 대한 해답으로 볼 수도 있다. 즉 <그림 1>에서 보듯이, 일반적으로 경쟁심화는 비 체화된 기술진보형태로 나타나기 때문이다.¹⁾ 만일 한 산업의 실제 자료를 이용하여 비 체화된 기술진보를 식별할 수 있다면, 이를 통하여 경쟁 또는 시장구조의 제도적 변동요인으로 인하여 발생한 산업성장을 추출할 수 있으며, 이 비 체화된 기술진보의 발전경로를 분석할 경우에 경쟁도입의 효과가 나타난 구조적 변동시점을 파악할 수 있기 때문이다.²⁾

경제학에서 체화된 기술진보와 비 체화된 기술진보의 경제발전에 대한 역할의 논의는 상당히 긴 역사를 가지고 있다. 기술체화에 대한 개념적 논의는 기술변화가 체화될 수 있는 것인지에 대한 근본문제에서부터 출발한다. Johansen(1959)과 Solow(1960)은 체화된 기술진

1) 모든 비 체화된 기술진보가 경쟁의 심화로부터 발생된다는 사고는 극단론에 근가할 수 있음. 그러나 기술진보 또는 효율성향상을 두 가지 기술진보로 나눈다는 가정에서 볼 때는 이 사고에 무리가 없을 듯함.

2) 전통적 산업과 다르게 자본회전과 기술변화속도가 빠른 정보통신산업분야에서 기술체화문제는 더욱 심각한 사안이 될 수 있음. 따라서 실증적으로 볼 때, 하나의 원천에서 두 가지 기술변화의 요인식별은 고도의 계량모형을 필요로 할 것임.

보와 비 체화된 기술진보는 근본적으로 식별(識別)이 불가능하다고 보았다. 그러나 Gordon(1999)은 정보통신산업을 중심으로 하는 신경제를 논의하면서 정보통신기술이 어느 정도나 국민경제에 기여하고 있는지에 대한 실증분석과정에서 새로운 기술진보가 어느 정도는 정보통신자본에 체화되어 있으며, 그 결과로 체화된 기술이 어느 정도 국민경제발전 및 산업발전에 영향을 미치는 지에 대한 연구결과를 제시하였다.

기술체화문제를 해결하기 위한 일반적 방법론으로 Greenwood et al.(1997)은 질적 보정을 통한 자본재의 측정방법론을 제시하고 있다. 즉 향상된 자본재총량을 측정한 후에 이 자본재의 질적 향상을 계산하는 방법이다. 이들이 제시한 방법론에 의하면 최근 미국 경제성장의 대부분은 투자 중심의 기술진보 때문에 발생했다.³⁾ Vintage자본모형을 이용하여 산업진입과 퇴출 그리고 체화된 기술진보관계를 연구한 Campbell(1998)은 체화된 기술진보는 경제변동의 중요한 요인이 되지만, 생산과 생산성에 지대한 영향을 미치는 것으로 보고하고 있다.

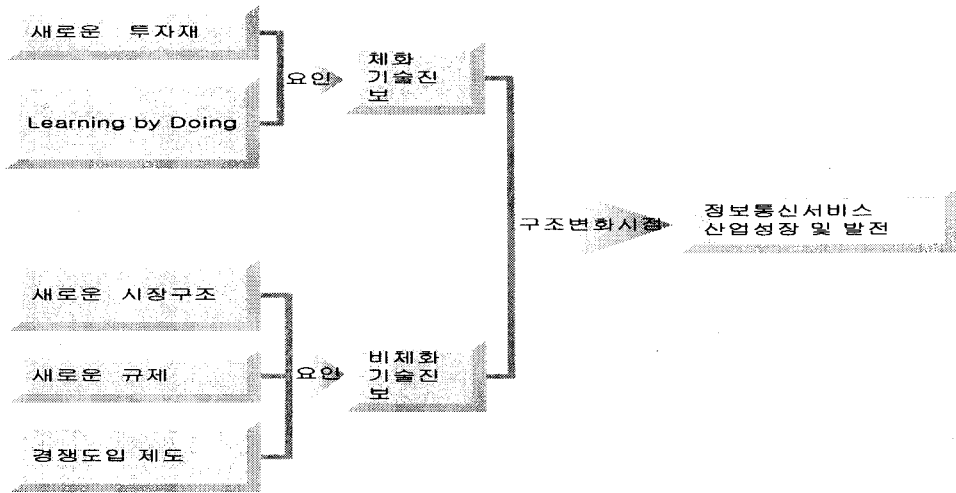
그러나 이와 같은 분석방법은 다음과 같은 두 가지 단점이 있다. 첫째, 질적 조정이 모든 자본재에서 가능한 것이 아니라는 단점이 존재한다(Gort et al. 1999 참조). 둘째, 보다 논리적 문제점으로 실제 자본재 총량을 측정하기 전에 체화된 기술진보를 측정해야 하는 문제점이 있다.

자본재를 질적으로 조정하는 방법 대신, 단순한 확률적 Vintage 자본재 모형(Stochastic Vintage Model, 이후 SVM)을 실제 역사적 자료에 적용해 봄으로써 체화된 기술진보를 측정할 수 있는 방법이 존재한다. 이렇게 측정함으로써, 사업자의 대표적 투자행위로부터 해당 산업의 총 자본량에 대한 향상정도를 추론할 수 있게 된다.

본 연구에서 사용하고자 하는 SVM은 Solow(1960)의 경제성장이론의 전개와 깊은 관계가 있다. 해당 산업의 몇 가지 자료를 통하여 성장모델의 모수에 대한 추정치를 사용하여 체화된 기술진보와 비 체화된 기술진보의 경로를 추출할 수 있다. 본 연구결과로 볼 때, 우리나라 정보통신서비스산업의 성장은 최소한 2/3이상의 체화된 기술진보에서 발생하였으며, 나머지 부분은 비 체화된 기술진보의 결과로 나타났다.

3) 이러한 기존 연구결과는 최근 미 법무부의 독점금지법 해석에 어느 정도 영향을 미쳤다고 볼 수 있는 중대한 대목이며, 우리분석에 주는 또 하나의 시사점임.

〈그림 1〉 본 연구 분석방법론 구성도



본 연구결과의 해석에 몇 가지 주의할 사항이 존재한다. 먼저 〈그림 1〉에서 보듯이, 어떤 산업에서 경쟁도입(규제완화)은 비 체화된 기술진보형태로 나타난다는 가정이다. 경쟁도입이 해당 산업의 혁신과 생산성에 미치는 효과에 대한 찬성과 반대견해는 다양하게 나타나고 있다. 대표적 예로 Martin(1993)은 산업에서 경쟁의 활성화는 사업자의 금전적 유인에 따라서 혁신에 대한 노력을 줄이는 결과를 가져온다는 실증적 분석결과를 제시하였다.⁴⁾ 반대로 Schmidt(1994)는 한 산업에서 경쟁의 활성화는 미래 사업실패에 대한 사업자의 우려가 작용하여 혁신에 대한 노력을 증대시키는 것으로 밝히고 있다.

본 연구의 분석전략은 다음과 같다. 우리나라 정보통신서비스산업에서 경쟁이 활성화된 시기에 과연 경쟁도입효과인 비 체화된 기술진보에 어떤 구조적 변동이 나타났는지에 대한 사후적 검증을 hobijn(2000)의 기술진보형태에 대한 추출방법을 이용하여 비 체화된 기술진보를 식별한 후에, Bai and Perron(2003)의 구조변화추정방법론에 의하여 비 체화된 기술진보의 변동시기를 식별하는 엄밀한 통계적 검증을 실시하고자 한다.⁵⁾

본 연구의 전개순서는 다음과 같다. 제 2장에서는 본 연구에서 사용한 분석방법론을 간단

4) 이러한 효과를 Appropriate Effect의 감소효과로 봄.

5) 따라서 본 연구방법론은 베이지안식 방법론의 일종으로 생각하기 바람.

하게 소개한다. 제 3장에서는 본 연구에서 사용한 자료 및 실증분석결과를 제시하였다. 마지막 장에서는 연구결과의 요약 및 간단한 시사점을 밝혔다.

II. 분석 방법론⁶⁾

1. 체화된 기술변화와 비 체화된 기술변화분리 방법론⁷⁾

본 연구는 두 가지 종류의 기술변화를 분리하기 위해 정보통신서비스의 생산량과 투자량을 SVM에 적용한다.⁸⁾ 이와 같은 총량적 구조방정식을 두 가지 기술변화추출에 적용하는 것은 다음과 같은 장점이 있다. 첫째, 어떤 가격변화의 측정을 사전적으로 수행하지 않고도 기술변화의 질적 향상을 나타내는 Q_t 를 측정할 수 있기 때문에 상당히 간단한 방법론이다. 둘째, 체화된 기술변화의 측정뿐만 아니라, 거시적 구조변동의 식별에도 사용될 수 있다. 셋째, 전통적인 성장회계방정식과 달리 체화된 기술변화에 의한 투자 및 노동의 변화를 분석할 수 있다. 마지막으로 구조방정식에 의한 접근은 계량방법을 사용함으로써 제기된 이론을 검증할 수 있을 뿐만 아니라 해당 산업성장에 대한 예측도 가능하게 한다.

최근에 Campbell(1997)과 Greenwood et al.(1997)은 SVM을 이용하여 새로운 투자재의 향상이 자본사용정도 또는 새로운 사업자의 진입 등과 같은 경기변동에 관련된 현상에 어느 정도 영향을 미치는지를 연구하였다. 본 연구에서는 연구목적상 경기변동에 대한 영향은 무시하고 장기적 비 체화된 기술진보의 추이에 대한 분석만을 실시하였다.

본 연구에서 사용하는 Vintage자본의 개념은 다음과 같다. 일반적 경제성장이론에서 보듯이, 만일 자본재 감가상각이 δ 인 경우, 총 자본재 K_t 는 다음과 같이 발전한다.

6) 본 연구결과와 그 시사점을 찾는데 직접적 목적이 있는 독자의 경우, 바로 3장을 참조하기 바람.

7) 본 절에서 설명한 내용은 hobijn(2000)의 방법론을 간단하고 쉽게 기술하는 데 있음.

8) 본 절에서 기술한 대부분의 이론적 내용은 Hobijn(2000)이 서술한 내용을 본 연구목적에 맞게 다시 쓴 것임을 알려둠. 본 절을 자세히 서술하는 이유는 비 체화된 기술진보부분의 추출이 상당히 복잡하고, 그 추정치가 사용방법론에 따라서 매우 민감하게 변하기 때문임.

$$\begin{aligned}
 K_{t+1} &= (1 - \delta)K_t + I_t \\
 &= \sum_{i=0}^{\infty} (1 - \delta)^i I_{t-i};
 \end{aligned}$$

여기서 I_t 는 소비재로 평가된 자본재 투자를 말한다. 현재 투자는 미래 투자의 Vintage가 되며, 현재 투자로 인하여 현재 자본재의 생산성을 Q_t 만큼 증가시키게 된다. Solow(1960)가 이미 언급했듯이 적지 않은 부분의 경제성장이 새로 투자된 자본재의 생산성에 기인하고 있다. 즉 현재 자본재는 오래된 자본재보다 생산성이 높다.

현재 투자는 다음 기간의 Vintage가 되며, 이 Vintage는 Q_{t+1} 의 생산성을 체화하게 된다. 따라서 유효한 총 자본량은 이러한 조정된 투자의 가중치 합으로 나타나야 한다. 이러한 가중치의 합을 Solow(1960)는 Jelly자본이라고 불렀다. 이러한 Jelly자본 J_{t+1} 은 다음과 같이 나타난다.

$$\begin{aligned}
 J_{t+1} &= (1 - \delta)J_t + Q_{t+1}I_t \\
 &= \sum_{i=0}^{\infty} (1 - \delta)^i Q_{t+1-i} I_{t-i}
 \end{aligned} \tag{1}$$

따라서 총 생산은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Y_t = Z_t J_t^\alpha L_t^{(1-\alpha)} \tag{2}$$

여기서 L_t 는 노동공급이며, Z_t 는 Hicks가 말하는 중립적인 비 체화된 기술진보를 말한다. 그리고 Z_t 와 Q_t 의 주요한 차이는 Q_t 가 Vintage화 된 기술진보라는 점이다.

다음으로 총생산함수인 (2)를 이용하여, 선형선호함수를 갖는 대표적 경제주체의 최적성장 문제에 관한 문제를 해결하는 분석단계이다. 최근 여러 나라의 경우를 보면, 일반적으로 총노동공급은 일정한 성장을 지속하기 때문에 성장률을 n 으로 고정한다. 이를 단위화하면, 총노동공급량은 $L_t = (1 + n)^t$ 로 기술할 수 있다. 대표적 경제주체는 기대현재가치의 소비수준을 최대화하는 순차적 투자수준 $\{I_t\}_{T=0}^{\infty}$ 을 결정하게 된다. 즉,

$$E_0 \left[\sum_{t=0}^{\infty} \left(\frac{\beta}{1+n} \right)^t \{ Y_t - I_t \} \right]$$

여기서 β 는 할인율을 의미한다. 이 최적 투자수준은 다음과 같은 제약조건에서 결정됨을 알 수 있다. (i) 초기 Z_0, Q_0, J_0 의 결정된 값, (ii) 최종 J_T 의 수준, (iii) 소비수준 및 투자수준이 정의 값을 갖는다는 조건, (iv) Z_t, Q_t 의 외생적으로 주어진 발전과정이다. 마지막 조건은 본 분석을 위하여 특정한 가정을 필요로 한다.

가정1: 외생적 기술진보에 대한 가정

Z_t 에 대한 특별한 가정은 필요하지 않지만, Q_t 는 다음과 같은 추세를 갖는 Random Walk진행으로 가정한다. 즉,

$$Q_{t+1} = (1 + \gamma_a) Q_t \exp(\epsilon_t)$$

여기서 γ_a 는 체화된 기술진보에 대한 변화율을 나타낸다. 또한 기술진보에 대한 설정함수의 잔차항은 $\epsilon_t \sim N(-1/2\sigma_w^2, \sigma_a^2)$ 분포로 가정한다.

다음으로 최적성장문제를 해결하기 위해서 본 모형은 연관변수들에 있어서 사건발생의 시점을 가정하는 것이 중요하다. 이 사건발생에 대한 가정은 다음과 같다.

가정2: 분석모형의 정보구조

각 변수사건발생의 시점 t 는 다음과 같다. 먼저 생산이 이루어지고, 다음으로 새로운 기술진보가 실현된다. 즉 Z_t, Q_t 가 실현된다. 다음으로 투자수준 I_t 가 결정된다. 이를 그림으로 나타내면 다음과 같다.⁹⁾

9) 만일 위 해당 변수들의 시점발생구조에 대한 변화를 줄 경우, 실질적으로 분석결과에 큰 영향을 미치지 않을 것이나 분석모형의 유도가 복잡하게 될 것임.

〈그림 2〉 경제활동 결정시점 및 기술진보의 실현시점에 대한 구조



다음 단계에서 고려해야 할 문제는 투자에 대한 행위방정식의 도출 및 설정이다. 이 문제를 해결하기 위해서는 소비지출의 감소로 발생하는 한계비용과 투자로부터 미래에 기대되는 한계생산을 매 기간마다 일치시키는 동태적 최적화 원리를 이용하는 것이다. 이 문제는 Benhabib and Rustichini(1993)에 따라서 다음과 같은 동태적 최적화 조건을 유도할 수 있다.

$$1 = E_t \left[\sum_{s=0}^{\infty} \left(\frac{\beta}{1+n} \right)^{1+s} Z_{t+s} (1-\delta)^s Q_t J_{t+s}^{1-\alpha} (1+n)^{(1-\alpha)(t+s)} \right] \quad (3)$$

다음 정리는 최적 투자결정을 유도하는 비 결정된 계수방법을 사용할 수 있도록 하는 정리이다.

정리1: 최적 투자결정은 Jelly자본량이 다음 등식을 만족하도록 결정된다.

$$J_t = C_t \times (1+n)^t Z_t^{\frac{1}{1-\alpha}} Q_t^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (4)$$

여기서 소비수준 C_t 은 다음과 같다.

$$C_t = \left[\frac{\beta}{1+n} \left(\frac{1}{1 - \frac{\beta}{1+n} \frac{1-\delta}{1+\gamma_a}} \right) \right]^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

실제 수식(4)의 투자수준은 수식(1)의 진행함수에 따라 다음과 같이 결정된다.

$$I_t = \frac{J_{t+1}}{Q_{t+1}} - (1 - \delta) \frac{Q_t}{Q_{t+1}} \left(\frac{J_t}{Z_t} \right)$$

위 수식에서 투자수준은 체화된 기술진보율인 Q_t/Q_{t+1} 에 정의 관계로 작용함을 알 수 있다. 이 결과는 증가된 체화기술진보는 투자의 수익률을 증대시킴으로써 투자수준의 증대를 유도한다는 시사점을 제공한다.

만일 효과적 자본량을 $\tilde{K}_t \equiv J_t/Q_t$ 로 정의하면, 상기에서 설명한 모델을 다음과 같이 정리할 수 있다.

$$Y_t = \alpha^{-1} C^{-(1-\alpha)} \tilde{K}_t$$

$$I_t = \tilde{K}_{t+1} - (1 - \alpha) \left(\frac{Q_t}{Q_{t+1}} \right) \tilde{K}_t$$

$$\tilde{K}_t = C_t Z_t^{\frac{1}{1-\alpha}} Q_t^{\frac{1}{1-\alpha}} (1+n)^t$$

마지막 단계로 위 연관관계를 이용하여 어떻게 체화된 기술진보를 식별할 수 있는지를 서술하면 다음과 같다. 체화된 기술진보는 새로운 투자에만 체화되기 때문에 생산에 대한 투자비중을 증대시키는 효과가 있다. 즉 체화된 기술진보는 투자비중을 증대시킨다. 특히 투자비중은 다음과 같이 결정된다.

$$\frac{I_t}{Y_t} = \alpha C_t^{(1-\alpha)} \left| \frac{Y_{t+1}}{Y_t} - (1-\delta) \left(\frac{Q_t}{Q_{t+1}} \right) \right|$$

본 모델설정의 경우에 Z_t, Q_t 는 서로 다르게 경제성장률과 투자율에 영향을 미치기 때문에 투자와 생산에 대한 시계열변수를 이용한다면, 결합적으로 두 기술진보를 식별할 수 있다.

해결되지 않은 가장 중요한 식별문제는 어떻게 Z_t, Q_t 그리고 $(1-\delta)$ 을 분리할 것인가이다. 주어진 시계열자료를 통하여 다음과 같이 간단하게 경제적 감가상각률을 계산할 수 있다. 즉, $D_t \equiv (1-\delta)(Q_{t-1}/Q_t)$ 이다. 이 감가상각등식에서 첫 번째 부분 $(1-\delta)$ 은 자본의

물리적 감가상각이며, 두 번째 부분은 기술진보의 경제적 감가상각부분이다. 그러나 실제로 두 감가상각은 식별이 불가능하기 때문에 체화된 기술진보는 조건적으로 사전적인 δ 값을 필요로 한다.¹⁰⁾

상기에서 기술한 내용의 이론적 시사점은, 만일 우리가 D_t 을 관측할 수 있다면, 측정할 수 있는 체화된 기술진보는 Q_t/Q_{t-1} 이라는 것이다. 이 값은 δ 에 대하여 부의 관계를 갖는다. 즉 큰 물리적 감가상각률을 갖는 경우에는 보다 작은 경제적 감가상각이 체화된 기술진보에 기여하게 된다. 다음으로 본 연구의 가장 중요한 분석단계인 비 체화된 기술진보를 추출하는 단계이다. 이를 위하여 앞에서 언급한 모수인 α, n, δ 그리고 \tilde{K}_0 의 정보를 이용하여 다음과 같은 감가상각률을 계산할 수 있다.

$$D_{t+1} = \frac{Y_{t+1}}{Y_t} - \frac{Y_0}{\tilde{K}_0} \frac{I_0}{Y_t} \quad (5)$$

위 수식을 이용하여 먼저 체화된 기술진보를 다음과 같이 추출할 수 있다.

$$\frac{Q_{t+1}}{Q_t} = (1 - \delta) \cdot \frac{1}{D_{t+1}} \quad (6)$$

수식(6)에서 계산된 체화된 기술진보를 이용하여 최종적으로 비 체화된 기술진보를 다음 수식(7)과 같이 계산할 수 있다.

$$\frac{Z_{t+1}}{Z_t} = \left(\frac{Y_{t+1}}{Y_t} \right)^{(1-\alpha)} \left(\frac{Q_{t+1}}{Q_t} \right)^\alpha \left(\frac{1}{g+1} \right)^{(1-\alpha)} \quad (7)$$

수식(7)에서 계산된 비 체화된 기술진보는 다음 절에서 설명하는 구조변동에 대한 식별모형을 통하여 정보통신서비스산업의 경쟁효과에 대한 중요한 정보를 제공하게 된다.

10) 실제 비 체화된 기술진보계산에서 물리적 감가상각률은 비 체화된 기술진보추정치에 매우 민감하게 영향을 주었음.

2. 구조변동 구분 방법론

전통적으로 구조변화를 분석하는 방법론은 F-검정통계량을 바탕으로 한 Chow검정이다(자세한 내용은 Green(1997) 참조). 그러나 Chow검정통계량은 외생적으로 자료를 구분하여 구조변화를 경험했는지에 대한 방법론이다. 따라서 본 연구와 같이 어느 시점에 구조변화가 발생했는지에 대한 분석은 구조변화시점을 내생적으로 추정할 수 있는 방법론이 필요하다.

이런 관점에서 Bai and Perron(2003)이 제시한 구조변화분석방법론을 이용한다면, 앞 절에서 설명한 구조방정식을 통하여 추출된 비 체화된 기술변화에 대한 시계열자료를 사용해서 정보통신서비스산업의 구조변화시점을 계량적으로 파악할 수 있다. Bai et al.은 분석대상자료에 나타난 구조변화시점에 대한 추정방법과 여러 가지 분석자료성질에 따른 구조변화시점에 대한 신뢰구간설정방법 그리고 구조변화를 경험한 개수에 대한 추정방법 등을 상세히 설명하였다. 이해를 돕기 위하여 이 방법론을 간단히 설명하면 다음과 같다. 먼저 다음과 같은 m 번의 구조변동을 갖는 다중선형방정식을 가정하자. (즉, $m+1$ 구조변화영역)

$$y_t = x_t' \beta + z_t' \delta_j + u_t; \quad t = 1, 2, \dots, T; \quad j = 1, 2, \dots, m+1 \quad (8)$$

여기서 y_t 는 관측된 비 체화된 기술변화를 나타내는 종속변수이며, x_t 와 z_t 는 관측된 어떤 독립변수이다. 모수 β 와 δ_j 의 차이는 전자는 분석대상 기간 동안 구조변화가 없으나, 후자는 구조변화를 허용한다는 점이다. 따라서 수식(8)은 부분적 구조변화모형이라고 볼 수 있다. 만일 x_t 에 대한 해당 변수가 없는 경우(영인 경우), 상기 모형은 순수한 구조변화모형분석으로 전환된다. 한편 u_t 에 대한 분산을 분석대상 동안 일정하다고 가정할 필요가 없다. 즉, 이 설정모형은 실제자료의 시계열분포에서 이분산성을 허용하는 모형이다. 상기 (8)의 분석모형을 행렬형태로 간단하게 표현하면 다음과 같다.

$$Y = X\beta + \bar{Z}\delta + U \quad (9)$$

여기서 \bar{Z} 변수는 구조변화에 대응하는 변수를 대각행렬로 다시 정리한 행렬이다.¹¹⁾ 이

11) 만일 m 번의 구조변화가 예상되는 경우 $z = \{z^1, z^2, \dots, z^m\}$ 으로 대각행렬을 정리함. 따라서 이론적으로 m

수식(9)을 최소자승법으로 추정하면, $\hat{\beta}\{T_j\}$ 와 $\hat{\delta}\{T_j\}$ 을 구할 수 있게 된다.

상기에서 추정된 계수를 이용하여 잔차항자승의 합을 최소로 하는 방법을 통하여 구조변화 시점을 추정할 수 있다. 또한 구조변화 추정시점들은 일반적으로 이산형변수이기 때문에 그리드 탐색방법(Grid Search)을 통하여 계산된다.

$$(\hat{T}_1, \hat{T}_2, \dots, \hat{T}_m) = \operatorname{argmin}_{T_j} S_T(T_j), j = 1, \dots, m \quad (10)$$

수식(10)에서 S_T 는 추정된 $\hat{\beta}\{T_j\}$ 와 $\hat{\delta}\{T_j\}$ 의 값을 이용하여 계산된 잔차자승의 합을 의미한다. 따라서 구조변화경험이 $m > 2$ 이상인 경우에는 계산에 상당한 비용이 수반하게 된다. 즉 자료구성이 T 시계열인 경우, 가능한 자료구분 개수는 $T(T+1)/2$ 이 된다. 물론 여러 가지 방법에 의하여(한 예로 구분자료(Segments)사이의 최소구간을 설정하는 방법 등) 자료개수를 줄일 수 있지만, 그럼에도 불구하고 효과적 계산 알고리즘이 필요하게 된다.¹²⁾

상기에서 설명한 내용은 일반적인 구조변화시점을 추정하는 방법에 대한 서술이다. 이 밖에도 구조변화시점에 대한 신뢰구간설정방법과 구조변화개수에 대한 추정방법론 등이 서술되어야 하지만, 이에 관해서는 앞에서 언급한 기존문헌을 참조하기 바란다. 본 연구는 비체화된 기술진보의 구조변화시점 파악이 중요한 목적이기 때문에 다음 장에서 이를 중심으로 실증분석결과를 설명하는 데 중점을 두고자 한다.

Ⅲ. 분석자료 및 분석결과

1. 사용자료 설명

본 연구의 모든 분석자료는 ITU(2004)자료를 사용하였다. 실증분석에 사용한 변수는 정보통신서비스의 총생산량, 투자규모, 그리고 노동자수이다. 분석기간은 1975년부터 2002년까지로 한정하였다. <그림 3>은 사용한 자료의 일반적 추세를 나타낸 것이다.¹³⁾ <그림 3>에 나

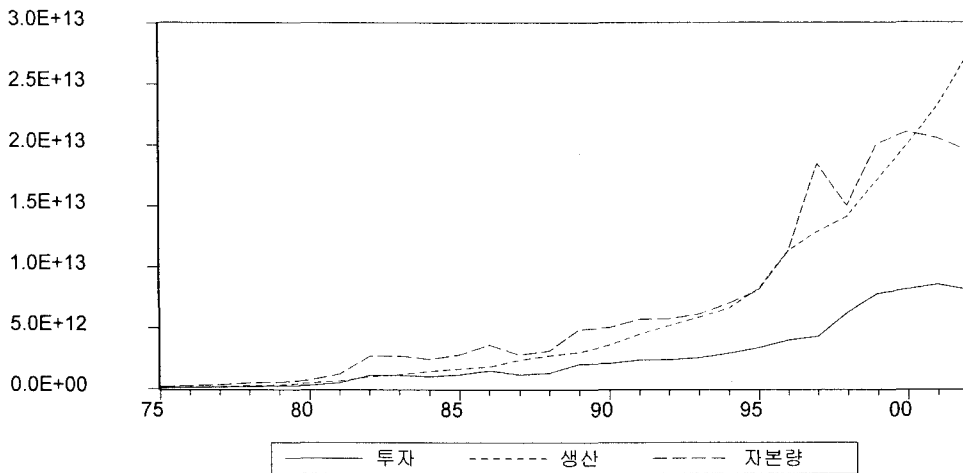
개의 Dummy변수를 사용하는 효과가 됨.

12) Bai et al.(2003)은 전범위에서 극소점을 찾는 유효한 알고리즘으로 동태적 프로그래밍방법(Dynamic Programming Method)을 제안하였음.

타난 정보통신서비스의 몇 가지 특징을 보면 다음과 같다. 먼저 정보통신서비스의 실질생산량은 지속적으로 증가하고 있다. 둘째, 정보통신서비스부문의 실질투자는 2000년을 기점으로 하락하고 있으며, 이를 반영하여 자본량이 감소하고 있다. 마지막으로 정보통신 투자는 그 변화정도가 상당히 심하게 나타나고 있다는 사실이다.

실증분석을 위한 <그림 3>의 시사점은 다음과 같이 요약될 수 있다. 시각적으로 볼 때, 정보통신서비스산업의 투자가 1996년 이후 급속히 증가하였으며 이 투자행위변화는 정보통신서비스산업의 경쟁도입의 결과인지, 아니면 정보통신서비스산업의 다른 환경변화의 결과인지에 대한 분석이 요구된다.¹³⁾ 또한 이러한 투자의 증가가 경쟁도입의 목표 중 하나인 정보통신서비스산업의 효율성증대에 영향을 미쳤는지에 대한 분석도 필요하다.

<그림 3> 사용자료 일반적 추세



2. 실증 분석결과

먼저 앞에서 설명한 Hobbijn의 방법론과 정보통신서비스산업의 생산량과 투자량 그리고 자

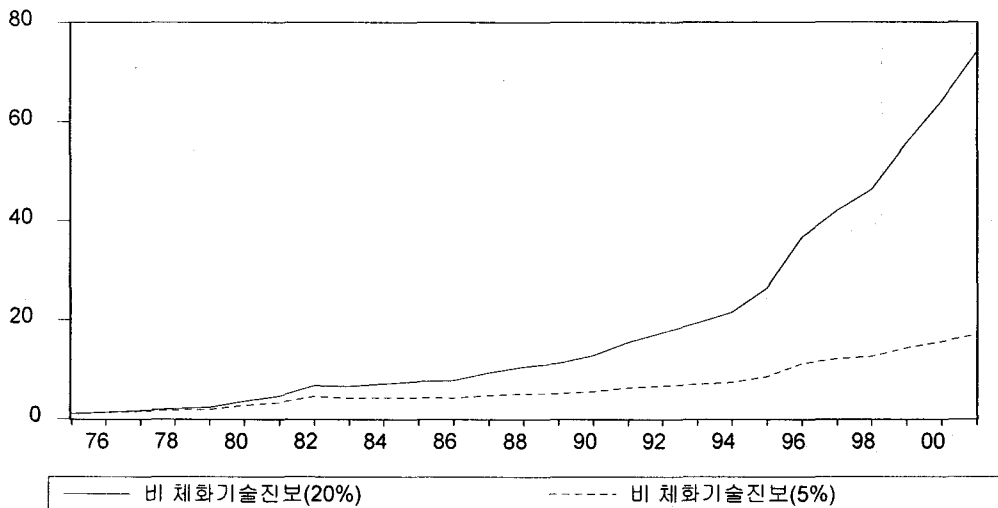
13) 여기서 자본량은 영구적 재고자산법(물리적 감가상각률 20%적용)에 의하여 계산하였음.

14) 다른 환경변화요인은 거시적 경제정책방향의 변화(IMF 이후 거시적 경제정책기조변화) 또는 새로운 통신 기술출현에 따른 통신서비스의 혁신이 될 수 있음.

본량을 사용하여 체화된 기술진보와 비 체화된 기술진보를 식별하였다. 식별을 위하여 구조 방정식의 모수인 인구증가율, 정보통신서비스업의 노동자보수율 그리고 물리적 감가상각률은 사전적으로 필요하다. 본 분석에서는 인구증가율을 1%, 노동자보수율을 33%, 그리고 물리적 감가상각률을 20%와 5%로 구분하여 사용하였다.¹⁵⁾

상기 정보와 자료를 이용하여 식별된 비 체화된 기술진보는 <그림 4>와 같다. 앞에서 설명한 바와 같이 물리적 감가상각률에 의해 비 체화된 기술진보의 측정치는 크게 달라짐을 알 수 있다. <그림 4>의 시각적 특징을 요약하면 다음과 같다. 첫째, 1975년도의 비 체화된 기술진보를 1로 보았을 때, 2001년도의 비 체화된 기술진보는 75정도로 나타났다. 반면 물리적 감가상각률을 5%로 보았을 때, 그 측정치는 상당히 낮게 나타났다. 둘째, 정보통신서비스산업에 경쟁이 도입된 1990년도 중반 이후에 비 체화된 기술진보의 구조적 변화를 시각적으로 구분하기 힘들다는 사실이다. 따라서 비 체화된 기술진보의 정확한 구조변화시점을 파악하기 위해서는 보다 엄밀한 계량적 분석을 필요로 한다.

<그림 4> 물리적 감가상각률 차이에 따른 비 체화된 기술진보 추세



다음으로 Bai et al.(2003)이 제시한 구조변화추정방법론을 이용하여, 상기 비 체화된 기술

15) 인구증가율과 노동보수율의 변화에 대한 비 체화된 기술진보 추정치의 민감도는 매우 낮기 때문에 구조방정식 추정모수의 선택이 결과에 큰 영향을 미치지 않음.

진보 측정치에 대한 구조변화시점을 추정하였다. 분석에서 구조적 변화허용개수는 사용자료 성격상 최대 2개로 한정하였다.¹⁶⁾ 추정된 시점에 대한 실증분석결과는 <표 1>에 나타나 있다. <표 1>에서 보듯이, 비 체화된 기술진보의 구조적 변화시점은 21번째 자료년도인 1995년과 15번째 자료순서인 1989년도에 나타났다. 비 체화된 기술변화의 다른 자료에 의한 구조변화분석에서는 1995년도와 1981년으로 나타났다. 따라서 1995년 전후에 비 체화된 기술진보의 구조적 변화가 발생했다는 사실을 알 수 있다. 이러한 분석결과로 볼 때, 1995년 이후 정보통신서비스산업은 비 체화된 기술진보의 발전경로상에 커다란 변화를 경험하였음을 알 수 있다.

<표 1> 비 체화된 기술진보의 구조변화분석결과

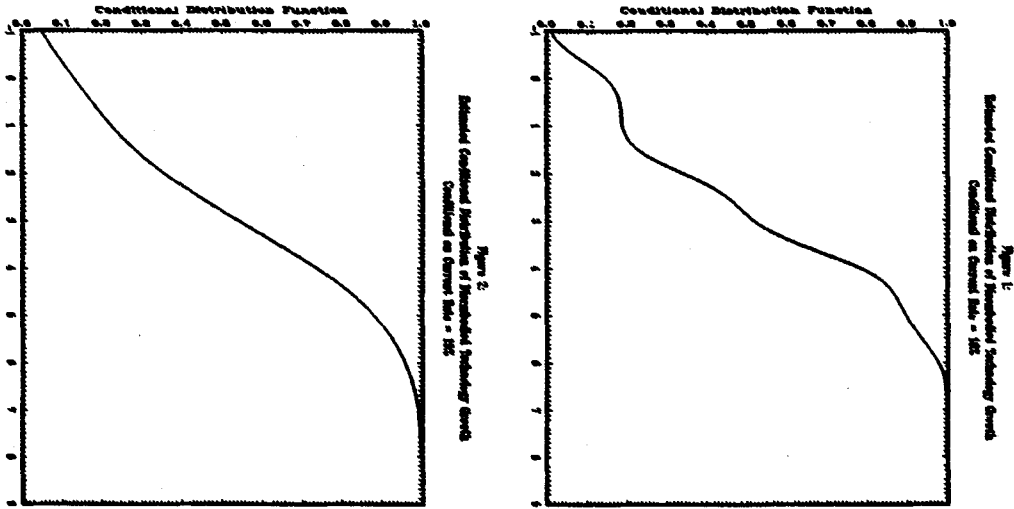
비 체화기술변화 자료	구조변화시점 추정	BIC에 의한 구조변화 개수
물리적 감가상각 20%	15(1989), 21(1995)	2 개
물리적 감가상각 5%	7(1981), 21(1995)	2 개

주의: 몇 개의 구조변화를 경험했는지에 대한 판단은 AIC, BIC 그리고 수정된 AIC 판단통계량을 사용할 수 있음.

다음 <그림 5>는 비 체화된 기술진보의 속도, 즉 1975년부터 2002년까지 연평균증가율이 실질적으로 변화했다면 시각적으로 그 분포가 다르게 나타날 것이라는 가정에서 비 체화된 기술진보율의 조건부 분포를 나타낸 그림이다. 즉 1990년 전반기에 비 체화된 기술진보성장률은 10%였으며 1995년도 이후는 15%였다. 만일 경쟁도입의 효과가 1995년 이후부터 지속적으로 나타난다면, 그 15%를 조건으로 한 비 체화된 기술진보성장률분포가 미래에도 체계적으로 반영되어야 한다.

16) 본 분석에서 사용자료 크기는 27개정도로 너무 많은 구조변화 개수설정은 통계적 결과의 유효성을 상실할 수 있음.

〈그림 5〉 조건부 비체화 기술진보발전분포함수의 비교(10% 및 15%에서)



위 〈그림 5〉의 왼쪽과 오른쪽의 분포를 비교하면, 왼쪽 조건부 분포(15%)가 비 체화 기술 진보성장률이 큰 부분에서 더 큰 확률밀도를 보이고 있음을 알 수 있다. 따라서 정보통신서비스산업에서 미래 비 체화된 기술진보성장분포는 15%를 조건으로 확률분포곡선으로 이동했음을 알 수 있다.

〈표 1〉과 〈그림 5〉에 나타난 분석적 시사점을 간단히 정리하면 다음과 같다. 먼저 1990년대 중반부터 정보통신서비스산업에서 중대한 구조변화가 발생했음을 알 수 있다. 본 연구의 분석결과로 볼 때, 경쟁도입이 정보통신서비스산업발전에 영향을 주었다는 사실은 통계적으로 유의하다고 볼 수 있다. 그러나 본 연구결과의 해석에 유의할 사항은 비 체화된 기술진보가 경쟁도입과 밀접한 관련이 있음에도 불구하고 다른 요인이 동시에 발생했을 경우에는 상기의 시사점에 대한 실증적 뒷받침의 강도는 낮아질 수 있다는 점이다. 둘째, 비 체화된 기술진보와 경쟁도입이라는 통신정책적 현상이 통계적 연관성이 있다는 가정 하에서 위 분석결과는 설득력이 있다. 그러나 아직 이 연구분야에 대한 이론적 설명은 명확하게 이루어지고 있지 않다. 따라서 명시적으로 볼 때, 정보통신서비스산업에서 경쟁제도도입과 활성화는 산업발전에 큰 영향을 미친다는 것을 알 수 있지만, 본 연구결과에 대한 추가적인 이론 뒷받침이 필요하다는 사실을 기억해야 한다.

IV. 요약 및 시사점

최근 우리나라 정보통신산업의 비약적 성장이 적절한 경쟁도입에 의하여 달성되었는지 또는 다른 요인에 의하여 달성되었는지에 대한 실증적인 검증작업이 요망되고 있다.¹⁷⁾ 본 연구는 정보통신산업 특히 정보통신서비스산업부문에서 경쟁도입의 효과를 실증적으로 분석하는 데 주요 목적이 있었다.

본 연구는 먼저 경쟁적 요인에 영향을 받는 비 체화적인 생산성효과를 추출하고, 이를 근거로 비 체화된 생산성 변동시점을 실증적으로 분석함으로써, 경쟁도입의 효과를 명확히 하였다. 본 연구결과를 간단히 요약하면 다음과 같다. 먼저 비 체화된 기술진보의 구조적 변화는 두 번 경험한 것으로 나타났다. 비 체화된 기술진보의 첫 번째 구조변화는 실증자료의 21번째 자료년도인 1995년에 나타났으며, 두 번째 구조변화는 15번째 자료순서인 1989년도에 나타났다. 다른 물리적 감가상각률(5%)을 이용한 비 체화된 기술진보에 대한 구조변화분석을 실시할 경우에도 1995년도와 1981년으로 나타났다. 따라서 1995년 전후에 비 체화된 기술진보의 구조적 변화가 발생했다는 사실을 알 수 있었다. 이러한 실증분석결과는 다른 계량적 검증을 통하여 뒷받침되었다. 따라서 본 연구의 실증분석결과로 볼 때, 1995년 이후에 정보통신서비스산업은 비 체화된 기술진보성장의 발전경로상에 커다란 구조변화를 경험하였으며, 이 시기의 새로운 경쟁도입이나 해당산업 활성화정책은 정보통신서비스산업발전에 긍정적 역할을 수행했음을 알 수 있었다.

본 연구의 한계는 다음과 같다. 모든 비 체화된 기술진보를 경쟁도입이라는 제도적 요인으로 볼 수 있는가의 문제이며, 이를 추후의 연구과제로 설정하고자 한다.¹⁸⁾ 이는 비 체화된 기술진보를 정량화하는 작업은 체화된 기술진보의 경우보다 더 많은 문제점을 가져오며, 비 체화된 기술진보는 실질적으로 산업발전 또는 경제발전에서 설명할 수 없는 부분의 기여도를 부여할 때 많이 사용되는 개념이라는 것과 밀접하게 연관되어 있다. 이 부분에 대한 정확한 개념정의 및 측정방법론에 대한 지속적인 연구가 진행되어야 할 것으로 본다.

17) 새로운 정보통신서비스사업에 있어 사업자 선정과정에서 동태적인 유인책으로 일정 수익을 담보할 것인지 또는 효과적인 경쟁체제를 담보한 국민후생극대화를 유도할 것인지에 대한 논란이 진행되고 있음.

18) 본 연구에 대한 익명 심사자의 지적대로 비 체화된 기술진보를 시장 또는 산업경쟁의 결과로만 보기는 힘들며, 이는 비 체화된 기술진보의 원인과 결과에 대한 식별문제와도 관련이 깊음. 이를 추후의 연구과제로 삼기로 함. 아울러 추후 연구에서는 국내 정보통신서비스산업에서의 경쟁도입과 비체화 기술진보의 상관관계를 더욱 구체적으로 해명하고자 함.

참고문헌

- 김홍기·민완기·이장우·장송자, (2004), "IT 신산업의 선정 결정요인 및 SWOT 분석", 기술혁신학회지, 제7권 제 1호, 한국기술혁신학회, pp.64-86.
- 조상섭·정동진·장송자, (2002), "R&D기반 성장모형의 실증분석", 「기술혁신연구」, 제10권 제2호, 기술경영경제학회, pp.91-105.
- Aghion, P. and Howitt, P., (1998), *Endogenous Growth Theory*, MIT Press.
- Bai, J. and Perron, P., (2003), "Computation and Analysis of Multiple Structural Change Model", *Journal of Applied Economics*, 18, pp.1-22.
- Benhabib, J. and Rustichini, R., (1993), "A Vintage Capital Model of Investment and Growth: Theory and Evidence," *Growth, General Equilibrium and International Trade II*, Academic Press.
- Campbell, J., (1998), "Entry, Exit, Embodied Technological Change, and Business Cycles", *Review of Economic Dynamics*, 1, pp.371-408.
- Greenwood, J., Hercowitz Z., and Krusell, P., (1997), "Long-Run Implications of Investment-Specific Technological Change", *American Economic Review*, 87, pp.342-362.
- Gordon, R., (1999), Has the New Economy Rendered the Productivity Slowdown Obsolete, Northwestern University Working Paper.
- Gort, M. and Greenwood, J. and Rupert, P., (1999), "How Much of Economic Growth is Fueled by Investment-Specific Technological Progress?" *Economic Commentary*. March, pp.1-4.
- Green, W., (1997), *Econometric Analysis*, Prentice Hall.
- hobijn, B., (2000), *Identifying Sources of Growth*, Federal Reserve Bank of New York, Working Paper.
- Johansen, L., (1959), "Substitution Versus Fixed Production Coefficients in the Theory of Economic Growth: A Synthesis," *Econometrica*, 27, pp.157-176.
- Solow, R., (1960), "Investment and Technical Progress", *Mathematical Methods In Social Sciences*, Stanford University Press.