

IT가 노동생산성과 고용에 미치는 효과분석

김 헌 구*

1997년 경제위기 이후 정부가 실시한 정보통신정책은 경제회복과 실업문제를 해결하기 위한 것이었다. 본 연구는 정보통신분야가 우리 경제구조에서 어떠한 위치에 있는가를 알아보기 위해 IT의 발달로 인한 노동생산성 그리고 고용창출의 관계를 분석하였다. 분석방법은 산업연관모형을 이용해서 우리 나라 산업구조의 반응을 1995년과 2000년 사이의 노동생산성의 변화를 통해 비교한다. 이 비교는 IT부문이 1997년 발생한 외환위기를 전후해서 이 기간 동안 어떻게 우리 경제에 효과를 발휘했는가를 알아보기 위한 것이다. 실증분석 결과로는 IT산업의 성장이 노동생산성을 향상시키지 못했으며, 규모의 효과를 통한 고용을 창출하지 못했다는 결론을 내릴 수 있다. 또한 산업의 개별적인 비교로서 서비스부문보다는 제조업부문에 있어서 상대적인 IT혁신의 효과가 있다는 것을 확인하였다.

핵심주제어: 노동생산성, 기술혁신, 고용창출, IT, 산업연관분석
경제학문헌목록 주제분류: L19, L63, J21

I. 서 론

우리 나라는 전략적 목적으로 정보통신기술산업(이하 IT산업)을 육성해 왔다. 특히, 1997년의 외환위기를 맞아 IT산업의 육성은 국가경쟁력을 향상시켜 경제회복을 위한 목적으로 진행되었다. 1995년과 2000년 사이에, IT산업은 우리 나라 총생산액의 7.6%에서 11.4%로 성장했다(<부표 1>).¹⁾ 이 산업의 괄목할 만한 성장은 정부의 정보화 정책에 의거한 경제발전을 도모하기 위한 지원과 투자가 있었기에 가능하였다. 이러한 정부주도의 정보화 정책은 하드웨어 인프라와 R&D에 투자를 집중하게 되었는데, 이는 개별 기업이나 산업에 비용절감을

* 국회도서관 입법정보연구원, 전화: +82-2-788-4390, 팩스: +82-788-4430, E-mail: hgkim@nanet.go.kr

논문투고일: 2006. 5. 18 수정일: 2006. 6. 13 게재확정일: 2006. 6. 13

1) 이 7.6%에서 11.4%의 차이인 3.8%의 산업비중의 성장은 우리 나라 경제에서 가장 높은 것으로 나타났으며, 다음으로 음식점 및 숙박산업으로 0.83%에서 2.95%(2.12%의 증가)로 산업비중이 높아졌다. 그 다음으로 석유·석탄산업이 2.21%에서 3.83%(1.61%의 증가)로 높아졌으며 이외의 산업들은 1% 미만의 증가나 감소를 보여 준다.

통한 효율증대와 고용증진에 도움이 될 것이라는 국가적인 기대가 있었기 때문이다.

우리 나라는 IT의 발달로 생산성 향상과 고용증진을 경험한 선진국 수준의 IT관련 하드웨어 인프라를 확보하게 되었다. 그러나 새로운 경제환경에 적응할 수 있는 노동인력과 관련된 소프트웨어 인프라에 대한 투자는 비교적 강조되지 않았다. 경제가 새로운 IT관련 기술을 이용함에 따라, 필요한 기술을 가진 노동력의 유효성과 IT관련 인적 자원양성이 강조되고 있다. 감소된 고용으로 새로운 생산구조에서 생산성을 향상시키려면 변화된 경제환경에 친화적인 인력으로 구성되어야 하기 때문이다. 따라서 이 논문은 우리 나라에서 IT관련 산업의 IT상품 생산기술 혁신으로 발생하는 전체 산업의 고용감소가 노동생산성에 미치는 영향과 이에 따른 긍정적인 규모효과를 통해 고용을 증진시키는가를 분석하는 데 목적을 둔다.

이 논문은 한국은행에서 2003년에 발행한 산업연관자료인 1995년과 2000년의 생산자가격배분표(경상산업연관표)를 사용한다. 또한 분석모형으로는 가변투입·산출(variable input-output: VIO)모형을 사용하여 IT산업의 상품생산비용 변화에 따른 제반 산업의 생산활동 및 노동생산성의 변화를 조사한다.

이 논문은 5개의 절로 구성되어 있다. 제Ⅱ절에서는 기술혁신과 고용변화의 이론상의 관계와 이와 관련된 연구의 특성에 관해 고찰한다. 제Ⅲ절에서는 기존 논문과 차별되는 연구방향을 언급하고, 연구에서 사용할 모형을 설명한다. 제Ⅳ절에서는 실증분석 결과와 이에 대한 해석을 하고, 제Ⅴ절은 결론으로서 정책방향을 제시하기로 한다.

Ⅱ. 기술혁신으로 인한 노동생산성 및 고용변화

기술혁신을 통해 기존의 생산방법이 대체되면 여기에 관련되었던 노동력은 감소하게 된다. 생산성 증가를 위한 생산공정 혁신(process innovation)은 노동력의 절약과 직접적인 관련을 갖게 된다. 새로운 기술혁신이 노동사용의 감소와 생산비용 및 상품가격을 감소시키고, 상품가격의 하락은 상품에 대한 수요를 증가시키며, 이 수요의 증가를 충족시키기 위해 부가적인 고용이 필요하게 된다. 따라서 생산공정의 혁신으로 인한 고용감소를 대체효과라고 하며, 증가된 수요를 충족시키기 위해 생산을 증가하기 위한 고용증가를 규모효과라고 한다.²⁾

대체효과와 규모효과라는 두 개의 상반된 효과를 놓고, 기술혁신이 고용을 증진시키는가에 대해 확실한 예측을 할 수는 없다. 그러나 앞에서 언급한 가격 변화로 인한 규모효과 외에 기술혁신으로 인해 고용을 증가시키는 부가적인 5개의 규모효과의 요인을 Spiezia and Vivarelli(2002)에서 찾을 수 있다.³⁾

기술혁신으로 발생하는 고용창출의 여러 가지 긍정적인 요인에도 불구하고 많은 연구는 생산성과 고용의 관계에 대해서 서로 다른 결과를 제시한다.

생산성역설과 관련된 대부분의 연구는 IT에 대한 투자의 긍정적인 효과를 제시한다. Jorgenson, Ho, and Stiroh(2003)는 IT산업의 생산과 IT에 대한 투자는 1990년대 후반에 미국의 생산과 노동생산성을 증진시키는 데 기여했다는 분석을 보여 준다. 미국의 노동생산성에 관한 분석으로 Klein(2003)은 자동차산업이 IT를 많이 사용한다고 간주하여 1972년부터 1998년 사이의 미국 산업연관데이터를 이용한 미국 자동차산업의 노동생산성 향상과 규모에 대한 수익체증현상을 설명한다.

Whitley and Wilson(1982)은 영국의 산업연관표를 이용해서 동태산업연관모형을 통해 기술혁신으로 1990년에 발생할 고용변화를 분석했다. 이들은 IT에 대한 투자를 통해 이루어지는 생산공정 혁신으로 발생하는 대체효과를 그 후에 발생하는 규모효과가 상회하여 고용을 증대시킨다는 예측을 했다. 그러나 이들의 그 후 연속된 연구(1987)에서 같은 시나리오로 1985년과 1995년 사이 기간 동안의 분석은 규모효과가 대체효과를 상회하기보다는 일부만을 상쇄한다는 결과를 보였다. 이 일부만 상쇄한다는 결과는 이들이 분석한 것과 같은 시나리오와 모형으로 서독의 산업연관데이터로 2000년을 예측한 Kalmbach and Kurz(1990)의 연구와 비슷하다. Kalmbach and Kurz는 규모의 효과가 그리 크지 못해 기술혁신으로 발생한 대체효과를 전부 상쇄하지는 못한다는 것이다.⁴⁾

다른 미래예측의 연구로서, 1978년의 미국 산업연관데이터를 사용해 1990년과 2000년을 예측한 Leontief and Duchin(1986)이 있다. 이 분석도 동태모형을

2) 대체효과는 substitution effect 또는 direct displacement effect로 표현되며, 규모효과는 scale effect 또는 compensatory(compensating) effect로 표현된다.

3) ① 생산공정 혁신을 이룬 산업이 새로운 자본재(기계)를 생산하기 위한 고용증가, ② 생산공정 혁신으로 비용절감을 통해 발생한 추가이윤을 투자하여 발생하는 생산증대를 위한 고용증가, ③ 노동절약효과로 노동시장에서 공급의 초과가 유발하는 임금하락으로 노동수요량의 증가, ④ 물가하락으로 실질임금의 상승이 소비를 촉진하여 이에 따른 수요증가로 인한 고용증가, ⑤ 새로운 제품의 창조와 상용화로 발생한 제품혁신으로 새로 확장된 경제분야에서 발생하는 고용증가(Spiezia and Vivarelli, 2002, pp. 102~105).

4) Whitley and Wilson과 Kalmbach and Kurz는 대체효과를 direct initial displacement effect로, 규모효과를 compensatory effect로 사용하고 있다.

사용했고 기술변화의 속도에 따른 네 가지 다른 시나리오로 구성되었다. 기술 혁신의 속도가 빠른 시나리오일수록 고용증가의 추세 속에서도 총생산량증가율은 커지며 고용증가율은 낮아지는 현상을 보인다. IT사용의 증가와 이에 따른 자본재의 증가는 제조업에서 서비스부문의로의 노동이전을 늦추는 것으로 분석되었다.

지금까지 산업연관모형을 이용해서 미래를 예측하는 분석과는 달리, Greenhalgh and Gregory(2000)는 1979, 1985, 1990년도의 산업연관표를 이용해 노동생산성을 분석했다. 이들은 각 연도의 실증분석 결과를 비교하여 노동절약기술 혁신으로 경제 전반에 노동생산성이 증가하며 서비스부문에서 가장 강하게 나타난 것을 보여 준다. 이들이 분석한 방법은 미래의 시뮬레이션이 아닌 과거의 데이터를 비교·분석하는 데 있어서 본 논문의 분석방법과 흡사하다.

국내산업연관 관련 논문으로는 김용규·김택식(2002)은 1995년과 1998년 사이에 정보통신산업의 취업계수가 설비의 자동화와 생산성 증가로 급속히 낮아진다는 분석과, 정보통신산업의 일부인 전자산업의 경우도 마찬가지로 급속히 낮아지면서 취업유발계수도 타산업에 비해 높지 않다는 분석을 했다. 홍동표 외(1999)에서도 정보통신부문의 고용유발계수가 생산성 증가와 노동대체투자 등을 통하여 낮아지는 추세를 보여 준다. 최계영 외(2001)에서도 정보통신 관련 산업에 고용계수의 하락현상을 생산액 증대에 비해 낮은 고용증가와 생산공정의 자동화에 따른 노동대체투자에서 그 원인을 찾는다. 이들의 분석에서 모두 정보통신산업의 생산성 향상이 공통적인 결과로 나타난다.

III. 연구방향 및 모형

1. 연구방향

위에 서술한 산업연관모형을 사용하는 해외논문은 IT⁵⁾의 보급 및 혁신속도의 시뮬레이션, 최종수요에서의 자본투자, 소비, 무역의 변화를 다룬다. 즉, 산출 측면의 모형에만 시나리오에 의거한 변화를 주는 것으로 이루어졌다. 국내

5) 본 연구의 분석에서, IT산업은 한국 정보통신부에 의한 산업분류에 의거하여 분류되었다. 정보통신부는 기간통신서비스, 방송서비스, 통신기기, 전기기기, 컴퓨터서비스, 소프트웨어 분야를 IT산업으로 분류했다. 이 분류는 해외 IT관련 연구서에서 볼 수 있는 IT산업의 범위보다 크다.

논문의 경우 유발계수를 사용한 설명으로 최종수요의 변화를 근거로 발생하는 생산 및 고용 등의 변화를 다룬다. 국내외 논문 모두 투입 측면에서의 본원적 생산요소의 비용변화가 산출 측면에서 중간투입재의 대체를 통한 생산에 미치는 효과가 다루어지지 않는다. 이 논문의 가변투입·산출(부록을 참조)모형은 본원적 생산요소의 변화(cost variation)로 노동투입의 변화에 따른 생산구조의 변화를 보여 준다.

IT혁신으로 발생하는 노동생산성의 변화와 고용효과 분석을 위해 사용하는 가변투입·산출모형은 어떤 특정의 산업에서 생산비용 변화가 발생하면 모든 산업의 생산이 변하는 파급효과를 알아볼 수 있는 특성을 갖는다. 산업연관표의 최종수요(f)를 고정시키면 중간재를 대체하면서 발생하는 제반 산업의 생산활동의 변화를 추론할 수 있다. 이는 종래의 레온티에프모형에서 찾을 수 없는 투입 측면의 가격모형과 산출 측면의 산출모형의 이분성을 연결하기 때문에 가능하다. 결과적으로 산업 간의 중간투입재가격의 변화로 중간투입재에 대한 수요의 변화는 중간투입재의 대체를 의미하며 산업 간의 판매 및 구매의 변화로 나타낸다.⁶⁾

이 논문에서 기술혁신으로 우리 나라 IT산업의 자본비용이 1%가 하락한다는 가정을 한다. 기술을 해외에 의존하면서 자본비용인 사용료(royalty)를 지불하는 우리 나라 IT산업의 현실에서, R&D를 통한 IT의 발달로 IT산업의 생산비용 감소를 분석의 시발점으로 삼는다. 정부의 정보화 정책하에 구성된 우리 나라의 생산구조가 과연 IT 친화적으로 변화하는가를 알기 위해 IT산업의 자본비용을 외생변수로 선택하였다.

IT산업의 생산과정에서 자본비용의 하락은 IT상품뿐 아니라 전 상품의 가격 변화와 노동투입의 변화를 유발한다. 노동투입의 변화는 Liew and Liew(1988)에서 소개된 고용탄력도를 통해서 구한다. 이 첫 단계에서 구한 탄력도로 IT발달에 의한 노동절약효과인 대체효과로 노동사용비용의 감소값을 구한다. 고용탄

6) 가변투입·산출모형의 생산방정식은 $x_i = \sum_j x_{ij} + f_i = \sum_j p_j a_{ij} x_j / p_i + f_i = \sum_j (p_j / p_i) a_{ij} x_j + f_i$ 로 표시된다. 여기에서 기술계수 $(p_j / p_i) a_{ij}$ 가 중간재상품의 상대가격인 (p_j / p_i) 의 변화에 영향을 받게 되어 중간재요소 사용에 변화를 준다. 만일 i 산업의 가격 p_i 가 많이 줄어서 p_j 보다 작아졌다면 i 산업의 가격경쟁력의 향상으로 가변투입·산출모형의 기술계수는 커지게 되고, j 산업의 i 산업상품의 사용량이 커지게 되어 j 산업의 생산기술방법의 변화를 의미하게 되고 이는 i 산업의 j 산업에 대한 매출의 증가가 된다. 이렇게 변한 각 산업의 생산기술방식의 변화로 생긴 산업 간 거래량의 변화를 합친 것이 새로운 생산액이 되는 것이다. 이를 $x_i = \sum_j x_{ij} + f_i = \sum_j p_j a_{ij} x_j / p_i + f_i$ 로 표시한다. 따라서 기술계수의 변화는 산업 간의 거래로 나타난다.

력도에서 구한 생산공정의 혁신으로 야기되는 노동투입의 변화를 가지고 제반 산업의 생산활동의 변화를 찾는 것이 두 번째 단계이다. 여기에서 직접적으로 발생한 노동사용량의 변화로 제반 산업의 생산활동의 변화율을 두 번째 단계에서 구해 이 두 요소를 합성하면 노동생산성의 변화율을 얻을 수 있다. 1995년과 2000년의 노동생산성의 변화율을 비교하면서 이 기간 동안 IT의 노동생산성과 고용창출에 대한 영향을 검증하기로 한다.

2. 모 형⁷⁾

Liew and Liew(1988)는 부록의 가변투입·산출모형에서 구한 이윤극대를 위한 노동의 최적사용방정식 (3)을 이용해서 고용탄력도를 구한다.⁸⁾

$$L_{kj} = \beta_{kj} \left(\frac{p_j}{w_{kj}} \right) x_j.$$

이 최적의 본원적 요소(노동 또는 자본)의 고용수준을 아래와 같이 정리하여 노동요소비용식을 만든다.

$$w_{kj} L_{kj} = \beta_{kj} p_j x_j.$$

위의 요소비용식을 행렬식으로 표시하면

$$\hat{w}_k L_k = \hat{\beta}_k \hat{p} x,$$

여기서 ‘^’표시는 대각행렬로 노동요소임금률(\hat{w}_k), 노동사용비율($\hat{\beta}_k$), 가격(\hat{p})변수가 대각행렬로 처리된 것을 의미한다.

이 노동비용식의 x 에 부록의 식 (5)의 x 를 대입한 후에 전미분을 하면 아래와 같은 식이 성립된다.

$$\hat{L}_k d w_k + \hat{w}_k d L_k = [\hat{\beta}_k (I - A)^{-1} \hat{f}] d p,$$

여기서 $d w_k$ 는 w_{kj} (j 산업에서 사용되는 요소 k (노동)의 임금률)의 도함수가 n 개 산업으로 이루어진 열벡터이고, $d L_k$ 는 L_{kj} (j 산업에서 사용되는 요소 k 의 사용량)의 도함수가 n 개의 산업으로 이루어진 열벡터이다.

7) Liew and Liew(1988), p. 570.

8) 부록의 이윤극대화방정식 참조.

도함수 dw_k, dL_k, dp 의 앞에 $\hat{w}_k(\hat{w}_k)^{-1}, \hat{L}_k(\hat{L}_k)^{-1}, \hat{p}(\hat{p})^{-1}$ 을 각각 곱하면, 다음과 같이 부록의 가격방정식 (4)를 사용하여 탄력도식을 구한다.

$$\begin{aligned} d\ln L_k &= (\hat{w}_k \hat{L}_k)^{-1} [\hat{\beta}_k (I-A)^{-1} \hat{p} \hat{f}] d\ln p - d\ln w_k \\ &= (\hat{w}_k \hat{L}_k)^{-1} [\hat{\beta}_k (I-A)^{-1} \hat{p} \hat{f}] \left[(I-A')^{-1} \sum_{j=1} \hat{\beta}_j \right] d\ln w_j - d\ln w_k. \quad (a) \end{aligned}$$

가격방정식 (4)의 가격이 노동이 아닌 자본사용의 변화로 가격이 변했다면 w_k 와 구별되는 자본 w_j 로 표시한다. 기술혁신으로 IT산업의 자본사용률(w_j)인 자본비용 감소의 효과를 분석하려면, 위 식 (a)의 첫 번째 항만을 사용한다. 두 번째 항의 $d\ln w_k$ 의 w_k 는 노동의 임금을 의미하기 때문에 IT산업에 사용된 노동의 임금을 변화로 인한 고용탄력도를 구하려면 위 식의 첫 번째 항과 두 번째 항을 모두 사용해야 한다.⁹⁾

이 논문에서는 자본사용률(w_j)을 다루기 때문에, 양변을 $d\ln w_j$ 로 나누면 좌변에는 $(n \times n)$ 이 되는 행렬($d\ln L_k/d\ln w_j$)이 되고, 우변에는 $d\ln w_j$ 가 없는 $(n \times n)$ 이 되는 행렬 $(\hat{w}_k \hat{L}_k)^{-1} [\hat{\beta}_k (I-A)^{-1} \hat{p} \hat{f}] \left[(I-A')^{-1} \sum_{j=1} \hat{\beta}_j \right]$ 이 남는다. 이 우변의 24번째 열이 IT산업의 자본비용 변화로 인한 각 산업의 고용탄력도가 된다. 이 열벡터를 사용하여 노동의 고용감소값을 구할 수 있는데, 이것이 IT상품을 생산하는 데의 기술혁신으로 인한 노동절약의 결과인 대체효과로 본다. 이 노동사용의 감소는 제반 산업의 상품가격을 변화시킨다. 이를 다음의 식으로 표시할 수 있다.

$$p = (I-A')^{-1} v.$$

벡터 ‘ v ’는 생산을 위한 노동사용비율 x_k , 즉 $(w_k L_k/x_j)$ 을 나타내며, 이것은 평균노동생산성(x/L)의 역수가 된다. 따라서 위의 식은 다음과 같이 변형된다.

$$\begin{aligned} p &= (I-A')^{-1} v, \\ \ln p &= (I-A')^{-1} \ln v = (I-A')^{-1} \ln \left(\frac{w_k L_k}{x} \right) = (I-A')^{-1} \hat{w}_k \ln \left(\frac{L_k}{x} \right) \\ &= (I-A')^{-1} \hat{w}_k \ln(\beta_k), \\ d\ln p &= (I-A')^{-1} d\ln v = (I-A')^{-1} \hat{w}_k d\ln(\beta_k). \end{aligned}$$

9) 따라서 첫 번째 항의 요소사용률인 노동의 임금이 $d\ln w_k$ 로 된다.

$$\begin{aligned} d\ln L_k &= (\hat{w}_k \hat{L}_k)^{-1} [\hat{\beta}_k (I-A)^{-1} \hat{p} \hat{f}] \left[(I-A')^{-1} \sum_{k=1} \hat{\beta}_k d\ln w_k \right] - d\ln w_k \\ &= [(\hat{w}_k \hat{L}_k)^{-1} \{ \hat{\beta}_k (I-A)^{-1} \hat{p} \hat{f} \} \{ (I-A')^{-1} \sum_{k=1} \hat{\beta}_k \} - I] d\ln w_k. \end{aligned}$$

좌변의 가격변화는 중간요소의 대체를 구성하게 되며 제반 산업의 생산에 영향을 미치게 된다. 가변투입·산출모형은 1차동차의 콥-더글러스 생산함수를 이용해서 유도되었기 때문에, 이 모형은 요소의 대체를 가능하게 한다.¹⁰⁾ 각 중간재의 가격들이 상대가격을 형성하면서 기존의 생산기술계수(A)를 변화시킬 수 있는 제반 산업의 생산방정식을 구할 수 있다.

$$x = (I - \hat{p}^{-1}A\hat{p})^{-1}f = \hat{p}^{-1}(I - A)^{-1}\hat{p}f.$$

이 생산방정식의 양변의 앞에 $(I - A)\hat{p}$ 로 곱하면 $\hat{p}x - A\hat{p}x = \hat{p}f$ 이 된다. 이를 전미분하면, $d\hat{p}x + \hat{p}dx - \{A(d\hat{p}x + \hat{p}dx)\} = d\hat{p}f + \hat{p}df$ 이 된다. 여기서 생산변화의 식을 구한다.

$$\begin{aligned} dx &= \hat{p}^{-1}(I - A)^{-1}(d\hat{p}f + \hat{p}df) - \hat{p}^{-1}d\hat{p}x \\ &= \hat{p}^{-1}(I - A)^{-1}\hat{p}(\hat{p}^{-1}d\hat{p}f + df) - \hat{p}^{-1}d\hat{p}x \\ &= \hat{p}^{-1}(I - A)^{-1}\hat{p}(\hat{f}d\ln p + df) - \hat{x}d\ln p \\ &= \hat{p}^{-1}(I - A)^{-1}\hat{p}df + [\hat{p}^{-1}(I - A)^{-1}\hat{p}\hat{f} - \hat{x}]d\ln p \\ &= \hat{p}^{-1}(I - A)^{-1}\hat{p}df + [\hat{p}^{-1}(I - A)^{-1}\hat{p}\hat{f} - \hat{x}](I - A')^{-1}\hat{w}_k d\ln(\beta_k). \\ d\ln x &= \frac{dx}{x} = (\hat{x})^{-1}\hat{p}^{-1}(I - A)^{-1}\hat{p}df \\ &\quad + (\hat{x})^{-1}[\hat{p}^{-1}(I - A)^{-1}\hat{p}\hat{f} - \hat{x}][\hat{p}^{-1}(I - A)^{-1}\hat{p}\hat{f} - \hat{x}](I - A')^{-1}\hat{w}_k d\ln(\beta_k). \end{aligned} \quad (b)$$

위의 식 생산변화율 (b)는 두 개의 항으로 이루어져 있는데, 첫 번째 항에 최종수요의 변화인 df 가 외생변수로, 두 번째 항에 본원적 요소인 노동사용비율의 변화를 나타내는 $d\ln\beta_k$ 가 외생변수로 처리되었다.

이 논문은 우리 나라 생산구조의 변화, 즉 제반 산업의 생산요소 사용의 변화에 초점을 맞추기 때문에 최종수요의 변화가 없다고($df=0$) 가정한다. 최종수요(f)를 고정시키면 중간재를 대체하면서 발생하는 제반 산업의 생산활동 변화를 알 수 있다. 그러므로 두 번째 항인 노동사용비율의 변화로부터 발생하는 생산변화율만을 이 분석에서 사용한다. 달리 말해서, 국민소득의 증가로 발생하는 최종수요의 증가(가계, 기업, 정부의 소비수요)를 통해 유발되는 생산변화인 소득효과는 다루지 않고, 생산요소의 대체로부터 유발되는 제반 산업의 생산구조의 변화인 대체효과만을 다룬다.¹¹⁾ IT발달로 산업의 생산구조가 바뀌게 된

10) 레온티에프모형에 대한 요소의 대체가능성을 주장하는 새뮤얼슨의 논문을 참조할 것(Wiley, 1951), p. 142.

11) 이에 대한 설명은 김현구·오정훈(2001)의 pp. 117~118을 참조할 것. 또는 Heon-Goo Kim

것은 기술계수 또는 산업 간의 거래변화¹²⁾이기 때문에 그 순수한 변화를 분석하기 위해서는 중간요소의 대체효과만을 분석하는 것이 바람직하기 때문이다.

IV. 실증적 분석결과

1. 제반 산업에 대한 효과

위의 식 (a)에서 도출한 고용탄력도를 <부표 2>와 <부표 3>의 두 번째 열에 열거했다. 양의 값은 IT산업의 기술개발로 생산비용이 감소하게 되고, 이는 IT상품의 가격하락으로 이어져 각 산업의 노동사용이 감소하는 것을 의미한다. 이 교차탄력도로부터 노동비용의 감소액을 구한다. 예를 들어, <부표 2>에서 1번 산업인 농림수산물의 고용탄력도, 0.006032로부터 이 산업의 노동사용의 변화로 -168,929,600원이 노동비용의 감소액으로 계산된다.

$$\begin{aligned} \frac{dL_k/dw_j}{L_k/w_j} &= 0.006032, \\ dL_k &= 0.006032 \times dw_j \times \frac{L_k}{w_j} \\ &= 0.006032 \times (-0.01) \times \frac{2,800,445}{1} = -168.9296. \end{aligned}$$

이 수치는 화폐가치로서 노동에 사용된 비용의 감소로서 볼 수 있으며, 노동자수의 감소로도 볼 수 있다. 왜냐하면, 우리는 임금률(w_k)에는 변화가 없다고

and Jeong Hun Oh(2004), pp. 183~184.

12) 기술계수의 변화: $\left(\frac{p_j}{p_i}\right)\alpha_{ij}$.

생산등식: $x_i = \sum_j x_{ij} + f_i = \sum_j \left(\frac{p_j}{p_i}\right)\alpha_{ij}x_j + f_i$.

산업 간의 중간재 거래: $\sum_j x_{ij} = \sum_j \left(\frac{p_j}{p_i}\right)\alpha_{ij}x_j$.

위의 생산등식은 f (최종수요)의 변화는 없다고 가정하고, IT산업의 기술개발로 발생한 중간재수요의 변화만 다루기 때문에 x 의 변화는 기술계수의 변화로 인한 중간재수요의 변화를 나타낸다.

$$x_i = \sum_j x_{ij} = \sum_j \left(\frac{p_j}{p_i}\right)\alpha_{ij}x_j,$$

이를 이용하여 산업 간의 중간재거래 변화인 1995년의 (dx/x)와 2000년의 (dx/x)를 비교하여 그 값의 차이에 대한 통계적 검증을 한다.

가정했기 때문이다. 이러한 과정을 거쳐 1995년과 2000년의 전체 31개 산업의 노동력 해고(direct initial displacement)값을 계산하여 <부표 2>와 <부표 3>의 세 번째 열(dL)에 배열하였다. 이 고용감소의 값을 위의 식 (b)에 외생변수로 놓고 모든 상품의 가격변화를 구한다.

각 산업은 각자 고유의 노동사용비율을 가지고 있기 때문에 가격에 있어서 다양한 변화를 하게 된다. 노동비용에 적은 부담을 갖는 산업은 부담이 큰 산업에 비해 상대적으로 경쟁력이 강화되고, 이로 인해 상대적으로 가격이 낮아진다. 가격의 변화는 상대가격을 구성하게 되고 산업 간에 상품을 생산하기 위해 구매하는 중간투입재의 대체에 영향을 준다. 이 대체는 생산방식의 변화를 의미하며 제반 산업의 생산량을 변화시킨다. 가격경쟁력이 있는 산업은 생산을 증가시키게 되고, 가격경쟁력이 없는 산업은 그 반대가 될 것이다. <부표 2>와 <부표 3>의 다섯 번째 열은 제반 산업의 생산공정 변화로 변화된 생산량을 나타낸다.

노동생산성 분석을 위해 위의 식 (a)의 $d\ln L_k$ 와 식 (b)의 $d\ln x$ 로, 평균노동생산성의 변화율을 나타내는 식은 다음과 같다.

$$AP_L = \frac{x}{L_k}$$

이 평균생산성식의 양변에 자연로그(ln)를 취하면,

$$\ln(AP_L) = \ln x - \ln L_k,$$

이 식을 전미분하면,

$$\begin{aligned} d\ln(AP_L) &= d\ln x - d\ln L_k = \frac{dx}{x} - \frac{dL_k}{L_k} \\ &= (\hat{x})^{-1}[\hat{\beta}^{-1}(I-A)^{-1}\hat{\beta}\hat{f} - \hat{x}][\hat{w}_k d\ln\beta_k] \\ &\quad - (\hat{L}_k)^{-1}(\hat{w}_k)^{-1}[\hat{\beta}_k(I-A)^{-1}\hat{\beta}\hat{f}][\hat{w}_k d\ln w_j]. \end{aligned}$$

이 식은 평균생산성이 증가하기 위해서 식 (b)의 생산변화율($d\ln x$)의 증가와 식 (a)의 고용변화에서의 고용변화율($d\ln L_k$)의 증가, 즉 해고가 많아져야(-)만 한다(고용감소를 앞에 ‘-’ 부호가 있기 때문).

<부표 2>와 <부표 3>의 마지막 열은 평균노동생산성(AP_L)의 변화율값을 나타낸다. 이 두 개의 열을 가지고 5년간의 IT혁신의 노동생산성에 대한 기여도

〈표 1〉 노동생산성의 검증결과

산업수/ <i>t</i> 통계값	$d\ln(AP_L)$ 의 통계값		$d\ln x$ 의 통계값		$d\ln L_k$ 의 통계값	
	<i>t</i> 값	Pr > <i>t</i>	<i>t</i> 값	Pr > <i>t</i>	<i>t</i> 값	Pr > <i>t</i>
31	1.24	0.2262	1.07	0.2918	-1.81	0.0404

를 측정한다. 31개의 산업으로 분류된 우리 나라의 제반 산업이 생산공정 혁신 기술의 발달에 부응하여 노동생산성이 향상되었는가를 알아보기 위해 통계적 검증을 한다.¹³⁾

31개 산업의 AP_L , x , L 변화율의 5년 사이의 차이에 대한 검증결과는 〈표 1〉과 같다.¹⁴⁾

$d\ln(AP_L)$ 의 검증결과는 귀무가설(H_0)을 기각할 수 있는 오차의 확률이 11.3% (=0.2262/2)가 되어, 이를 $\alpha=10\%$ 의 유의수준에서도 기각할 수가 없다. 따라서 IT의 기술혁신은 5년 사이에 우리 나라 산업의 전반적인 노동생산성 향상에 기여하지 못했다는 것으로 해석할 수 있다.

생산변화율(dx/x)은 $d\ln(AP_L)$ 의 구성요소로 고용창출의 규모효과를 위한 검증자료이다. 고용방정식이 생산량(x)과 관련되어 있기 때문에 생산량의 변화량(dx)은 고용의 변화와 관련이 있게 된다. 다음 식에서 볼 수 있듯이 생산의 변화율(dx_j/x_j)은 고용의 변화(dL_{kj})에 영향을 준다.

$$L_{kj} = \beta_{kj} \left(\frac{p_j}{w_{kj}} \right) x_j$$

$$\rightarrow dL_{kj} = \beta_{kj} \left(\frac{p_j}{w_{kj}} \right) dx_j$$

$$\rightarrow \frac{dL_{kj}}{x_j} = \beta_{kj} \left(\frac{p_j}{w_{kj}} \right) \frac{dx_j}{x_j}$$

31개 전체 산업의 생산변화율 차이(0.000195814)가 양(+)의 수이기 때문에 t 값도 양(+)으로 나와 대립가설은 양(>0)의 부호를 갖게 되는데, 이것은 생산 변화율이 상승하는 데 따른 고용증진이 있다는 것을 의미한다. 그러나 귀무가설을 기각할 수 있는 오차의 확률이 14.59%(0.2918/2)이므로 이것도 $\alpha=10\%$ 의 유의수준에서 기각이 불가능하다. IT를 생산공정에 사용함에 따라 줄어든 노동

13) 통계적 검증으로 Paired Observations Test를 사용함.
 14) 평균생산성변화율($d\ln AP_L$)과 생산변화율($d\ln x$)의 가설은 $H_0: \mu_d=0$, $H_a: \mu_d>0$ 으로 세우고, 고용변화율($d\ln L_k$)의 가설은 $H_0: \mu_d=0$, $H_a: \mu_d<0$ 으로 세운다. μ_d 는 양 연도의 각 산업 간 변화율 차이의 평균값을 뜻함.

력의 사용으로 발생한 생산성의 향상과 이에 따른 고용의 증가가 없다고 설명할 수 있다.

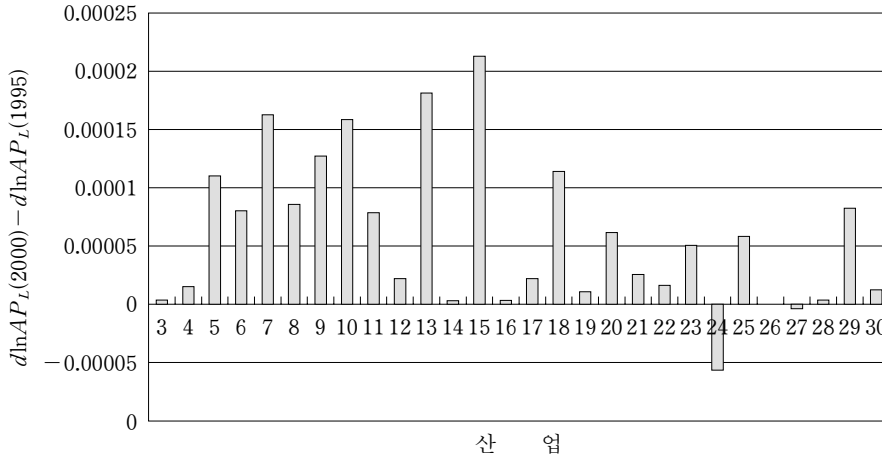
따라서 IT혁신으로 비용감소를 위해 줄어든 노동력이 규모의 경제를 이루어 생산성을 증가시키지 못했고, 생산성 증가가 있었다면 발생했을 부수적인 고용 증가를 실현시키지 못했다고 볼 수 있다. 달리 말해서, 새로운 고용구조의 기술 고도화 효과(upskilling effect)의 결여와 산업 간의 거래로서 중간투입재의 판매와 구입을 위한 효율적인 시장구조가 마련되어 있지 않은 것으로 해석된다.

끝으로 위의 $d\ln AP_L$ 과 $d\ln x$ 를 검증했던 똑같은 방법으로, 기술혁신으로 인한 첫 단계에 발생하는 고용감소($d\ln L_k$)에 대해 검증값이 $t(-1.81)$ 로 나왔는데 귀무가설(H_0)을 기각하는 데서 발생할 오차의 확률이 $2.02\%(=0.0404/2)$ 로 나왔다. 즉, $\alpha=5\%$ 의 유의수준에서 귀무가설을 기각할 수 있어, 5년 사이에 생산 공정 혁신으로 인한 고용감소가 있었다는 것으로 설명할 수 있다. 기술발전으로 인한 노동의 대체효과가 있어서 우리 나라의 노동생산성 향상에 일부나마 긍정적인 영향을 미쳤다고 볼 수 있다.

종합해 보면, 생산공정 관련 기술의 혁신으로 발생한 노동절약은 노동생산성 증가와 고용증진에 기여하지 못했다. IT혁신이 노동사용의 감소에는 기여했지만, 경제 전반의 생산증대와 부가적인 고용증대를 이끌지는 못했다. 5년 사이에 노동사용변화율의 감소가 있었음에도 불구하고, 제반 산업의 새로운 고용구조에서 기술고도화를 이끌어 내지 못해 생산증가가 미미하여 노동생산성 향상에 기여하지 못했다. 결론적으로 전반적인 산업구조의 통계학적인 검증에서 기술혁신에 따른 노동의 대체효과는 발생하였으나, 규모효과가 미미하여 우리 나라의 평균노동생산성은 향상되지 못했다.

2. 산업별 비교

비록 2개년의 차이에 대한 통계적인 검증은 우리 경제를 전반적으로 향상시키기에는 미약한 통계치가 나왔으나, 개별적인 산업별로의 변화를 설명할 여지는 있다. 통계치의 미약함이 모든 산업의 변화가 미약해서인지 또는 일부 산업이 미약해서 전반적인 변화를 가지지 못했는지에 대해서는 확신이 없기 때문이다. 따라서 산업별 변화를 통해 상대적인 비교를 해 볼 수 있다. 전체의 산업보다는 제1차산업(산업 1과 2)과 기타 분류불명(산업 31)을 제외하고 제조업, 서비스업과 IT산업만을 그래프로 비교해 본다.



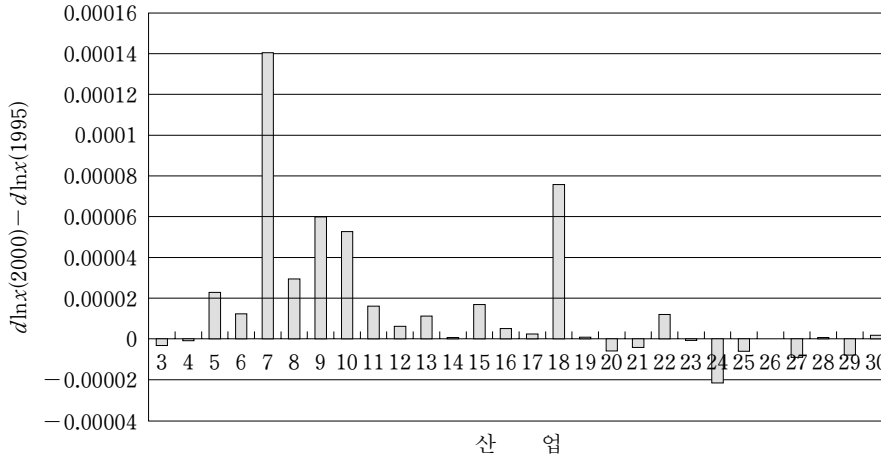
〈그림 1〉 노동의 평균생산성(AP_L) 변화율의 차이(2000~1995)

〈그림 1〉과 〈그림 2〉는 기술혁신으로 인한 1995년과 2000년 사이의 노동생산성 변화율의 차이 그리고 생산액의 차이를 보여 준다. 산업번호 3부터 17까지는 제조업부문이고, 산업번호 24를 제외한 산업번호 18부터 30까지를 서비스부문으로 구성한다. 산업번호 24는 IT(정보통신)산업으로 IT관련 제조업 및 서비스업을 합친 산업이다.

막대그래프인 〈그림 1〉은 5년 사이의 $d\ln(AP_L)$ 의 변화를 보여 준다. 변화의 차이가 0.0001의 수준을 넘는 산업이 제조업에서는 6개 산업(산업번호 5, 7, 9, 10, 13, 15)이며, 제조업에서는 산업번호 18만이 유일하게 이 수준을 넘는다. 따라서 육안으로 식별하기에도 $d\ln(AP_L)$ 의 변화에서 제조업의 변화가 서비스의 변화보다 크다는 것을 알 수 있다. IT발달로 인한 생산공정 혁신으로 노동생산성의 향상은 서비스업보다는 제조업에서 크게 나타난다.

〈그림 2〉는 같은 기간 동안의 생산변화율의 차이를 보여 준다. 여기에서도 제조업과 서비스업 부문 사이의 차이를 볼 수 있다. 차이의 수준을 0.00002로 정해 보면 이를 상회하는 산업이 제조업에서는 5개로(산업 5, 7, 8, 9, 10) 서비스업에서의 산업 18, 단 1개의 산업밖에 없다. 이 생산변화율의 차이는 평균노동생산성 차이의 경우와 마찬가지로 서비스업보다는 제조업에서 크게 나타나고 있다. 5년의 기간 사이에 서비스업부문에서 제조업부문보다는 생산활동의 변화가 비교적 적게 나타나며, 다수의 서비스부문의 산업이 음(-)의 변화를 하고 있음을 알 수 있다.

이 결과를 생산공정의 혁신으로 부가적인 고용기회가 서비스부문보다는 제조



〈그림 2〉 생산변화율의 차이(2000~1995)

업부문에서 높다는 것으로 나타났다. 특히, 첨단서비스부문인 산업 22(운수 및 보관), 산업 23(금융 및 보험), 산업 25(부동산 및 사업서비스)에서 각각 약간의 생산증가와 감소를 보일 뿐이다. 우리의 경제가 비즈니스서비스(사업서비스)에서 음(-)의 변화로 상대적으로 생산성이 감소한 반면, Greenhalgh and Gregory (2000)가 영국에서 생산성 증대에 가장 주요 역할을 했다는 산업이 비즈니스서비스부문이었다는 것과는 상반되는 결과이다. 이것은 우리 경제가 첨단서비스 부문에서보다는 제조업에서 보다 많은 생산활동과 고용증대가 이루어지는 경제 구조를 가지고 있기 때문이다. IT의 생산공정 혁신은 우리 경제의 서비스부문 보다는 제조업부문에 유리하게 나타나는데, 제조업은 성장하고 첨단서비스업은 쇠퇴하는 이러한 현상이 선진산업국가에서는 드문 경우라 하겠다. 선진지식기반 사회에서 제조부문에서 서비스부문으로 옮겨 가는 현상이 두드러지게 나타나고 있다. 이 생산활동의 변화표를 보면 우리 경제의 경우 최소한의 제조업과 서비스업부문 사이의 상생의 현상도 찾을 수가 없다.¹⁵⁾

〈그림 1〉과 〈그림 2〉 사이의 현격한 차이는 산업 13(전기기계 및 장치)과 산업 15(정밀기기)에 있다. 이 산업들은 모든 산업 중에서 AP_L (노동의 평균생산성)에서 가장 높은 향상을 보이는 반면, 다른 제조업과 비교해도 별로 높지 않은 생산활동의 증가를 보인다. 이는 IT혁신으로 노동절약을 하는 데는 최대의

15) 이것은 흥동표(2000)의 제조업의 중간재로 사용되는 서비스산업 투입비중의 상승, 제조업의 서비스비용 비중의 증가, 제조업의 생산활동에 있어 서비스산업의 역할증대 등의 경제의 서비스화가 진행되고 있다는 주장과 상이한 결과이다.

수혜자이지만 부가적인 고용증대에는 그리 큰 역할을 하지 못하는 것으로 설명할 수 있다.

끝으로, IT산업이 정부 차원에서 전략적 산업으로 투자가 활발하여 급속한 성장을 하였다. 이 산업은 대체효과로 1995년에 대체효과인 노동변화율(dL_k/L_k)이 -0.00174 인 반면, 2000년에는 -0.00171 로 나타났다. 규모효과인 생산변화율(dx/x)은 1995년에 0.0000906519 에서 2000년에는 0.0000684423 으로 나타났다. 이 기간 동안 두 요소 모두 감소로 인해 AP_L 과 x 의 차이가 5년 사이에 줄어서 <그림 1>에서 보는 바와 같이, 산업 24(IT산업)의 AP_L 변화의 감소가 가장 크게 나타났다. 정부주도의 지원에도 불구하고, 이 기간 동안 노동생산성과 규모효과가 낮아졌다. IT산업이 전략적인 지원으로 성장한다고 해도, 자체산업 내에서 노동생산성 향상에 기여하지 못하고 부가적인 고용을 창출하지 못한다는 것을 지적할 수 있다. 결과적으로 지원투자의 비효율성이 있었다는 것을 알 수 있다.

V. 결 론

이 분석에서 사용된 가변투입·산출모형은 노동절약으로 가격감소의 효과로 나타나는 규모효과를 설명한다. 가격감소효과 이외의 다른 다섯 가지의 요인은 이 연구에서 사용하는 모형의 한계가 있고 또한 논의를 간결히 하기 위해 간과되었다. 따라서 가격감소효과만을 고려하면, IT산업은 우리 경제에 대한 생산공정 혁신의 기여가 그다지 크지 못해 노동생산성을 향상시키지 못하고 노동절약에서 줄어든 고용을 통해 규모효과로 회복하지 못하는 것으로 분석되었다. 즉, 정부주도로 IT산업을 육성하는 전략에도 불구하고, IT산업은 우리 나라의 노동생산성과 부가적인 고용창출에 긍정적인 결과를 주지 못하는 것으로 나타났다.

경제 전반에 걸친 IT산업의 통계학적 검증이 의미가 없게 분석되었으나, 그 검증의 원인이 전체 산업이 미미한 변화를 보였는지 또는 일부 산업의 변화가 미미하였는지의 여부를 알 수가 없다. 따라서 산업별로 비교해 볼 여지가 있어 살펴본 결과, 지식기반 경제에서 바람직하지 못한 방향으로 첨단서비스부문보다는 제조업에서 IT혁신의 수혜를 하는 것으로 분석되었다. 따라서 본 연구분석은 Leontief and Duchin(1986)에서 볼 수 있듯이, IT가 제조업에서 서비스부문

으로 노동력이 이동되는 것을 지연시킨다는 주장과는 거리가 먼 결과였다. 미국의 경우 노동력 이동의 지연은 두 부문 간의 상생의 상태에서 발생하는 것으로, 우리의 경제구조가 제조업의 확장과 서비스업의 축소를 보이는 것과는 아주 다르기 때문이다.

이 연구는 산업의 중간투입재 변화로 생산과정에서의 변화를 찾는 것을 목적으로 하였으며, 그 결과는 생산적인 측면에서의 생산구조가 아직은 IT 친화적이 아닌 것으로 나타났다. 우리 나라의 정부주도의 정보화 정책은 하드웨어인 프라와 R&D에 대한 자본투자에 주로 집중되었다. 정부주도의 IT산업 육성정책은 1997년의 외환위기를 전후하여 새로운 경제환경에서의 노동력이 생산구조를 개선시키기에는 충분하지 못한 것으로 분석되었다.

경제회복의 기대 속에서 IT산업 육성은 산업 차원의 생산성 향상에 기여하지 못했을 뿐 아니라(Kim and Oh, 2004), 노동생산성 향상에도 효과적이지 못했다. 산업 간의 거래를 나타내는 생산변화가 크지 않은 원인으로 고용구조의 기술고도화 효과가 없었던 것으로, 이는 IT관련 인력육성이 아직 부족한 상태에 있음을 지적할 수 있을 것이다. 결과적으로 IT관련 교육이 정부의 현안이 되고, 그 결과로 기업의 주요 전략이 되어야 할 것이다. IT 친화적인 인력의 양성으로 기업 간의 거래에서 나아가 산업 간의 거래를 활성화하려는 정부의 지원정책이 필요하며, 이를 통해 제반 산업의 노동력이 IT 친화적인 생산구조로 변화를 이루어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 김용규·김택식, 「전파산업의 경제적 비중과 산업연관효과」, 『정보통신정책연구』 제9권 제2호, 2002, 197~218.
- 김현구·오정훈, 「가변투입산출 모형을 이용한 IT산업의 파급효과분석」, 『정보통신정책연구』 제8권 제2호, 2001, 113~127.
- 최계영·정시연·홍동표, 「정보통신산업의 산업연관분석, 1990~1998」, 『정보사회연구』 제13권 제2호, 2001, 59~88.
- 홍동표, 「디지털 경제와 통계」, 『통계분석연구』 제5권 제2호, 2000, 1~15.
- 홍동표·김용규·정시연, 「산업연관표를 이용한 정보통신산업의 경제효과 분석」, 『정보통신정책연구』 제6권 제1호, 1999, 1~16.

- Greenhalgh, Christine and Mary Gregory, "Labor Productivity and Product Quality: Their Growth and Inter-industry Transmission in the UK 1979-1990," in R. Barrell, G. Mason, and M. O'Mahoney, eds., *Productivity, Innovation and Economic Performance*, Cambridge University Press, 2000.
- Griliches, Z. and F. Lichtenberg, "Interindustry Technology Flows and Productivity Growth: A Reexamination," *Review of Economics and Statistics*, 66(2), 1984, 324~329
- Jorgenson, Dale W., Mun S. Ho, and Kevin J. Stiroh, "Lessons from the US Growth Resurgence," *Journal of Policy Modeling*, 25(5), 2003, 453~470.
- Jorgenson, Dale W. and Kevin J. Stiroh, "Information Technology and Growth," *American Economic Review*, 89(2), 1999, 109~115.
- Kalmbach, P. and H.D. Kurz, "Micro-electronics and employment: A dynamic input-output study of the West-German economy," *Structural Change and Economic Dynamics*, 1(2), 1990, 371~386.
- Kim, Heon-Goo and Jeong Hun Oh, "The Role of IT on the Korean Economy under IMF Control," *Journal of Policy Modeling*, 26(2), 2004, 181~190.
- Klein, Lawrence R., "The Use of Input-Output Tables to Estimate the Productivity of IT," *Journal of Policy Modeling*, 25(5), 2003, 471~475.
- Leontief, W. and F. Duchin, *The Future Impact of Automation on Workers*, Oxford: Oxford University Press, 1986.
- Liew, C.K. and Chung J. Liew, "Energy Simulation with a Variable Input-Output Model," American Statistical Association, 1979, 236~240.
- Liew, Chong K. and Chung J. Liew, "Measuring the Effect of Cost Variation on Industrial Outputs," *Journal of Regional Science*, 28(4), 1988, 563~578.
- Samuelson, P. A., "Abstract of a Theorem Concerning Substitutability in Open Leontief Models," in T.C. Koopmans, eds., *Activity Analysis of Production and Allocation*, Wiley, 1951.
- Spiezia, Vincenzo and Marco Vivarelli, "Innovation and Employment: A Critical Survey," in N. Greenan, Y. L'Horty, and J. Mairesse, eds., *Productivity, Inequality and the Digital Economy*, MIT Press, 2002.
- Stiroh, Kevin J., "Information Technology and the U.S. Productivity Revival: What Do the Industry Data Say?" *American Economic Review*, 92(5), 2002,

1559~1576.

Whitley, J. D. and R. A. Wilson, "Quantifying the Employment Effects of Micro-Electronics," *Futures*, 14(6), 1982, 486~495.

_____, "Quantifying the Impact of Information Technology on Employment Using a Macroeconomic Model of the United Kingdom Economy," in OECD, *Information Technology and Economic Prospects*, Paris: OECD, 1987.

부록: 가변투입·산출모형

가변투입·산출모형은 콥-더글러스 생산모형을 log-linear 형태로 변형하였고, 생산요소로 중간재, 노동에 속하는 피용자보수, 자본에 속하는 영업잉여와 고정 자본소모를 본원적 생산요소로 다룬다.

$$\text{생산모형: } \ln x_j = \alpha_{0j} + \sum_i \alpha_{ij} \ln x_{ij} + \sum_k \beta_{kj} \ln L_{kj}. \quad (1)$$

$$\text{이윤방정식: } p_j x_j - \sum_i p_i x_{ij} - \sum_k w_{kj} L_{kj} = 0. \quad (2)$$

식 (1)을 제약조건으로 하여 이윤극대화 모형의 라그랑지함수는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{Max } \Pi = & \sum_j (p_j x_j - \sum_i p_i x_{ij} - \sum_k w_{kj} L_{kj}) \\ & + \sum_j \lambda (\ln x_j - \alpha_{0j} - \sum_i \alpha_{ij} \ln x_{ij} - \sum_k \beta_{kj} \ln L_{kj}). \end{aligned}$$

여기서, x_j : j 산업의 생산량

x_{ij} : j 산업이 i 산업으로부터 중간재로서 구매한 i 산업의 상품

L_{kj} : j 산업에 본원적 생산요소 k (노동과 자본 등)가 고용된 양

p_j : j 산업 생산품의 가격

p_i : i 산업 생산품의 가격

w_j : j 산업에 의해 구매된 본원적 생산요소 k 의 단위가격

$\sum_i \alpha_{ij} + \sum_k \beta_{kj} = 1$: 1차 동차함수조건

위와 같이 생산함수를 제약조건으로 이윤방정식에 연결하여 다음과 같은 이윤극대요소 고용수준을 구한다.

$$x_{ij} = \frac{p_j \alpha_{ij} x_j}{p_i}, \quad L_{kj} = \frac{p_j \beta_{kj} x_j}{w_{kj}}. \quad (3)$$

이 식 (3)의 중간재와 노동 및 자본의 최적값을 식 (1)에 대입하여 행렬식으로 나타내면 다음과 같은 가격방정식이 나오게 된다.

$$\ln p = (I - A')^{-1} [\sum_k \beta_k \ln w_k]. \quad (4)$$

식 (4)의 본원적 요소(노동 또는 자본)의 가격(w_k)이 상품가격(p)에 영향을 미치는 변수다. 특정 산업 본원적 요소의 비용변화는 제반 산업의 상품가격을 변화시키고, 상대가격의 변화로 중간투입재의 사용변화를 통해 산업의 생산활동에 영향을 준다. 이 관계는 다음의 생산등식에 반영된다.

$$\begin{aligned}
 x_i &= \sum_j x_{ij} + f_i \\
 &= \sum_j \frac{p_j \alpha_{ij} x_j}{p_i} + f_i \\
 &= \sum_j \left(\frac{p_j}{p_i} \right) \alpha_{ij} x_j + f_i.
 \end{aligned}$$

이 생산등식을 다음과 같은 행렬식으로 나타낸다.

$$x = \hat{p}^{-1} (I - A)^{-1} \hat{p} f. \tag{5}$$

여기서, ‘ \wedge ’: 대각행렬

〈부표 1〉 1995~2000년까지의 산업비중 변화

(단위: %)

산 업	산업비중		산업비중의 변화
	yr1995	Yr2000	yr2000-yr1995
1. 농림수산물	3.80	2.75	-1.05
2. 광산품	0.39	0.19	-0.20
3. 음식료품	4.98	4.24	-0.74
4. 섬유·가죽제품	4.13	3.36	-0.77
5. 목재·종이제품	1.55	1.21	-0.34
6. 인쇄·출판 및 복제	0.91	0.71	-0.20
7. 석유·석탄제품	2.21	3.82	1.61
8. 화학제품	6.39	6.36	-0.03
9. 비금속광물제품	1.89	1.23	-0.66
10. 제1차금속	4.97	4.14	-0.83
11. 금속제품	1.95	1.51	-0.44
12. 일반기계	3.55	3.10	-0.45
13. 전기기계 및 장치	1.43	1.57	0.14
14. 가정용 전기기기	0.63	0.54	-0.09
15. 정밀기기	0.53	0.49	-0.04
16. 수송장비	5.79	5.36	-0.43
17. 가구 및 기타 제조업제품	0.95	0.72	-0.23
18. 전력·가스 및 수도	1.79	2.09	0.30
19. 건설	9.80	7.29	-2.51
20. 도소매	5.89	5.01	-0.88
21. 음식점 및 숙박	0.83	2.95	2.12
22. 운수 및 보관	3.96	3.67	-0.29
23. 금융 및 보험	3.84	4.55	0.71
24. 정보통신	7.60	11.41	3.81
25. 부동산 및 사업서비스	8.23	9.00	0.77
26. 공공행정 및 국방	3.05	3.13	0.08
27. 교육 및 연구	3.14	3.00	-0.14
28. 의료, 보건 및 사회보장	1.62	2.23	0.61
29. 문화오락서비스	0.70	0.86	0.16
30. 기타 서비스	1.02	1.34	0.32
31. 기타 분류불명	2.51	2.15	-0.36
합 계	100	100	

주: 마지막 열의 단위는 %포인트임.

<부표 2> 1995년의 고용탄력도, 고용비용(L), 생산액(X), 평균노동생산성 변화율($d\ln(AP_L)$)

산업	고용탄력도	dL	L	dx	x	$d\ln(AP_L)$
1	0.0060322	-168.9296	2,800,445	-579.2842	31,941,591	4.21867E-05
2	0.061099	-500.3935	818,988	1,534.9458	3,255,599	0.001082469
3	0.0064011	-248.2529	3,878,279	-453.4598	41,910,021	5.31913E-05
4	0.0025601	-160.8986	6,284,875	-108.3368	34,736,235	2.24821E-05
5	0.0175218	-321.2295	1,833,314	-10.91278	13,042,744	0.000174381
6	0.0165681	-350.1308	2,113,284	25.721007	7,638,559	0.000169048
7	0.0142801	-102.9809	721,148	496.67782	18,610,952	0.000169489
8	0.0213012	-1,385.238	6,503,099	63.917047	53,766,171	0.000214201
9	0.0241486	-695.435	2,879,809	381.78055	15,880,630	0.000265527
10	0.0165065	-533.7866	3,233,789	-100.4899	41,795,790	0.000162661
11	0.0082723	-279.2325	3,375,508	-11.06751	16,394,772	8.2048E-05
12	0.0076718	-411.6358	5,365,540	26.656792	29,885,443	7.76104E-05
13	0.039589	-876.8084	2,214,779	354.95479	12,046,677	0.000425355
14	0.0004254	-2.408305	566,179	1.242136	5,275,146	4.48908E-06
15	0.0181758	-143.1588	787,633	121.24925	4,424,530	0.000209162
16	0.0020568	-143.1792	6,961,229	59.965255	48,718,011	2.1799E-05
17	0.0039615	-66.35132	1,674,907	-35.62849	7,953,638	3.51354E-05
18	0.0171407	-279.6663	1,631,592	-113.9069	15,070,349	0.000163849
19	0.0028554	-581.2122	20,354,621	-75.75604	82,508,217	2.76361E-05
20	0.0123715	-1,656.652	13,390,903	-260.9787	49,598,665	0.000118453
21	0.0127923	-261.3537	2,043,051	-36.1832	7,008,297	0.00012276
22	0.0110026	-1,069.472	9,720,144	-149.1526	33,320,065	0.00010555
23	0.0156053	-2,506.682	16,063,008	528.93854	32,282,831	0.000172438
24	0.1741674	-16,683.74	9,579,144	5796.6755	63,944,358	0.001832325
25	0.0186893	-1,849.613	9,896,652	-1163.774	69,216,877	0.000170079
26	0	0	14,797,057	0	25,702,390	0
27	0.0198603	-3,909.317	19,684,098	140.06212	26,420,651	0.000203904
28	0.0017074	-105.6183	6,186,093	-45.95552	13,601,056	1.36947E-05
29	0.0048776	-86.3255	1,769,842	-44.13515	5,870,856	4.12582E-05
30	0.0020801	-57.5539	2,766,878	-42.07711	8,603,753	1.59105E-05
31	0	0	0	-307.4558	21,093,689	-1.45757E-05

열 1: 산업번호. 열 2: IT발달로 인한 고용탄력도. 열 3: 고용탄력도로부터 구한 노동
 절약비용. 열 4: IO표의 노동비용데이터. 열 5: 노동절약으로 발생한 생산변화액. 열 6:
 IO표의 생산액데이터. 열 7: 평균노동생산성 변화율, $d(AP_L)/AP_L = (dx/x) - (dL/L)$
 * 열 3, 4, 5, 6의 단위는 100만 원.

<부표 3> 2000년의 고용탄력도, 고용비용, 생산액, 평균노동생산성 변화율($d\ln(AP_L)$)

산업	고용탄력도	dL	L	dx	x	$d\ln(AP_L)$
1	0.0073823	-242.49	3,284,756	-915.5857	38,286,604	4.99088E-05
2	0.2192408	-1,270.003	579,273	16,257.027	2,648,206	0.008331291
3	0.0071671	-327.8365	4,574,206	-840.7244	59,086,107	5.74419E-05
4	0.004072	-318.5446	7,822,855	-189.1807	46,871,861	3.66836E-05
5	0.0263347	-509.2633	1,933,810	371.71049	16,863,033	0.00028539
6	0.0234475	-485.2573	2,069,544	156.98393	9,897,778	0.000250336
7	0.0165977	-217.5123	1,310,500	8,882.5749	53,147,849	0.000333106
8	0.0270316	-2,324.822	8,600,389	2,732.7993	88,626,862	0.000301151
9	0.0308705	-836.5801	2,709,964	1,437.7052	17,173,290	0.000392423
10	0.0272425	-1,100.133	4,038,296	2,902.9281	57,688,957	0.000322745
11	0.0145258	-601.4851	4,140,801	317.22286	21,007,052	0.000160359
12	0.0089577	-600.3516	6,702,088	333.01113	43,132,012	9.72975E-05
13	0.0566208	-2,012.168	3,553,760	896.04694	21,917,620	0.000607091
14	0.0006037	-5.059867	838,117	9.1201035	7,506,444	7.25215E-06
15	0.0379604	-367.902	969,174	300.54196	6,804,980	0.000423769
16	0.0019072	-172.3984	9,039,149	510.57816	74,613,704	2.59154E-05
17	0.0060224	-111.4136	1,849,999	-20.34042	10,004,276	5.81904E-05
18	0.0208048	-433.4355	2,083,347	2,000.0409	29,160,431	0.000276635
19	0.0037154	-1,003.575	27,011,500	-65.20747	101,596,525	3.65118E-05
20	0.019114	-3,504.101	18,332,641	-783.1747	69,844,226	0.000179927
21	0.0158671	-1,550.313	9,770,590	-404.3721	41,143,520	0.000148843
22	0.0113356	-1,417.951	12,508,848	414.05054	51,160,891	0.000121449
23	0.0209123	-5,214.863	24,936,773	949.92747	63,435,436	0.000224098
24	0.1707041	-35,326.31	20,694,465	10,878.994	158,951,238	0.001775484
25	0.0252133	-4,380.329	17,373,120	-3,043.305	125,375,453	0.000227859
26	0	0	21,157,304	0.00E+00	43,601,282	0
27	0.0203471	-5,887.97	28,937,627	-150.7574	41,762,394	0.000199861
28	0.0020133	-238.5401	11,848,449	-85.15915	31,045,248	1.73895E-05
29	0.0138917	-469.3575	3,378,686	-191.3555	11,917,074	0.00012286
30	0.0031177	-158.5141	5,084,331	-54.33572	18,675,118	2.82675E-05
31	0	0	0	-376.8776	29,982,300	-1.257E-05

열 1: 산업번호. 열 2: IT발달로 인한 고용탄력도. 열 3: 고용탄력도로부터 구한 노동
 절약비용. 열 4: IO표의 노동비용데이터. 열 5: 노동절약으로 발생한 생산변화액. 열 6:
 IO표의 생산액데이터. 열 7: 평균노동생산성 변화값, $d(AP_L)/AP_L=(dx/x)-(dL/L)$
 * 열 3, 4, 5, 6의 단위는 100만 원.

[Abstract]

The Impact of IT Innovation on Industrial Labor Productivity and Employment

Heon-Goo Kim

This paper analyzes the impact of IT innovation on the labor productivity and its impact on employment in Korea. After the economic crisis in 1997, the information policies by the Korean government were intended to facilitate economic recovery. The industrial responses to the structures for the years 1995 and 2000 through model used in this paper will be compared by way of labor productivity changes. This comparison is for the determination of whether IT related process innovation was effective during the periods before and after the 1997 economic crisis and IMF controls. Based on statistical tests, this paper concludes that IT development does not improve labor productivity nor does it create overall employment. By doing the comparison study of industry level, the paper also concludes that the principal benefits of IT innovation accrue to the manufacturing sector rather than to the service sector.

Keywords: labor productivity, IT innovation, employment, displacement and compensatory effect

JEL Classification: L19, L63, J21