

## 정보통신 기술지식의 파급효과에 대한 실증분석

조형곤\* · 박광만\*\* · 이영용\*\* · 박용태\*\*\* · 김문수\*\*\*\*

### 〈 목 차 〉

1. 서 론
2. 연구방법론
3. 정보통신 기술지식의 파급효과 분석
4. 결론 및 정책적 시사점

### 1. 서 론

본 연구에서의 목적은 한국 전체 산업의 정보통신산업으로부터의 기술지식 파급에 따른 기술지식 네트워크의 특성을 규명하고 정보기기 산업과 정보서비스 산업을 중심으로 ‘산업의 정보화’ 진전과정에 대하여 분석하고자 하는 것이다. 여기서 산업의 정보화란 정보통신기술이 각 산업으로 유입되어 각 산업의 신기술 창출에 기여하고 생산성 향상과 시스템 고도화를 이끌어내는 과정으로 정의할 수 있다.

기술지식은 상호연관관계가 있기 때문에 다른 산업의 기술지식이 자신의 기술혁신의 동력으로 사용되기도 하며 역으로 자신의 기술지식이 여타 산업의 기술혁신의 원천이 되기도 한다. 따라서 이러한 산업간 기술지식의 연계구조를 파악한다면 각 산업의 기술혁신을 위해 필요한 효과적인 정책을 구사하는 것이 가능할 것이다.

본 연구에서는 특히 정보통신기술의 후방 기술연계구조를 파악함으로써 정보통신기술의

\* 한국기업평가주식회사 컨설턴트

\*\* 서울대학교 산업공학과 박사과정

\*\*\* 서울대학교 산업공학과 교수

\*\*\*\* 한국전자통신연구원 선임연구원

확산과정과 이의 타 산업으로의 파급효과에 대해 분석하고자 하였다. 여기서, 정보통신기술의 확산과정은 정보통신기술이 각 산업으로 유입되어 생산성 향상과 시스템 고도화를 이끌어내는 과정이라고 할 수 있다.

한편, 정보통신산업은 크게 정보기기산업과 정보서비스(방송, 통신관련)산업으로 대별될 수 있다. 정보기기산업과 정보서비스산업은 비록 정보통신산업이라는 산업군을 구성하지만 여타 산업 기술지식과의 관계라는 측면에서는 서로 다른 양상을 가질 수 있다. 따라서 정보기기산업과 정보서비스산업으로 정보통신산업을 크게 구분하여 이들 산업분야로부터 타산업으로의 기술지식의 파급에 따른 효과를 분석하는 것이 좀 더 현실적이고 효과적일 것으로 판단된다.

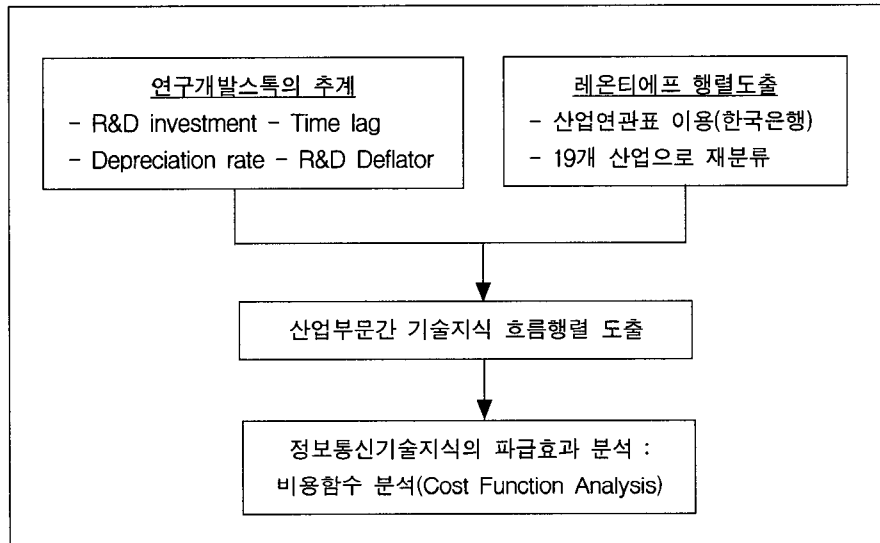
본 연구에서는 파급된 정보통신 기술지식이 각 산업의 생산비용과 노동수요에 미치는 효과를 살펴보고자 하였다. 이는 정보통신산업으로부터 타 산업으로의 기술방출 네트워크, 즉 산업의 정보화를 강화하는 네트워크가 노동수요와 비용 즉, 기술지식 흡수산업의 고용과 생산성에 미치는 영향을 규명하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다. 각 산업이 보유하고 있는 기술지식은 직·간접적으로 다른 산업의 비용구조에 영향을 주게 된다. 기술지식은 자본, 노동과 같은 요소수요에 영향을 주어 그 산업의 생산비를 낮추어주기도 하지만 여타 산업으로 파급되어 그 산업들의 요소수요에 영향을 주고 생산비를 하락시키는 효과를 가지기도 한다. 대표적인 생산요소인 노동의 경우, 기술지식 흡수가 고용대체 효과를 보이기도 하고 역으로 새로운 고용 창출을 유인하기도 한다. 파급된 기술지식이 각 산업의 비용구조에 영향을 미친다는 것은 각각의 기술지식 네트워크가 가지는 파급효과에 대한 분석에 기반하여 기술지식 네트워크 고도화를 위한 정책 수단을 마련할 때, 자원의 효율적 활용 측면에서 긍정적 결과를 얻을 수 있다는 점을 시사한다.

기존 연구들은 기술지식을 하나의 변수로서 파악하여 비용에 미치는 영향을 파악하고자 시도하였다. 예를 들어 Levin 과 Reiss(1984)은 실증분석을 통해 연구개발 파급변수가 1% 증가할 때, 생산비용은 평균적으로 0.05% 감소하게 된다는 점을 밝혀냈다. Jaffe(1986) 역시 파급변수 1% 증가가 일반적으로 평균생산비용 0.2%의 감소를 야기시킬 것으로 추정하고 있다. 장진규(1994)는 연구개발 네트워크 모형을 설정하여 Source 산업과 Receiving 산업을 구분하고 비용함수 분석을 통해 각 파급효과의 크기를 측정하기도 하였다.

본 연구에서는 정보통신 기술지식의 파급효과에 주된 관심을 가지고 있기 때문에 각 산업으로 파급된 정보기기 기술지식스톡과 정보서비스 기술지식스톡을 파급변수로 삼아 이들 파급변수가 각 산업의 비용구조, 즉 생산비용과 노동수요에 미치는 영향을 파악하고자 하였다. 이를 위해 본 연구에서는 각 산업이 보유하고 있는 지식의 양을 연구개발스톡으로 정의하였고, 산업연관관계(I/O)를 통해 산업간 기술지식의 흐름 관계를 측정하였다. 그리고 이를 통

해 정보통신 산업으로부터 타 산업으로의 기술방출 네트워크, 즉 산업의 정보화를 강화하는 네트워크가 기술지식 흡수산업의 고용과 생산성에 미치는 영향을 비용함수 분석을 통해 규명하고자 하였다.

본 연구에서의 전체적인 연구분석의 흐름을 도시하면 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 연구분석의 흐름도

## 2. 연구방법론

### 2.1 연구개발스톡

정보통신산업을 포함한 산업간 기술지식의 흐름을 파악하기 위해서는 먼저 각 산업의 기술지식의 크기를 산출해야 한다. 일반적으로 기술지식의 크기를 측정하는 지표로서는 연구개발인력(과학기술인력), 연구개발투자, 특허출원수, TBP(technology balance of payments ; licensing fees, direct purchases of knowledge, etc) 등을 들 수 있다(OECD, 1996a).

그러나 이러한 지표들은 시간의 경과에 따른 기술지식의 노후화, 지식의 확산과 신기술 등장에 따른 기존 지식의 수익력, 유용성의 감소라는 측면을 적절하게 반영하지 못하기 때문에 한계가 있다고 판단된다.

본 연구에서는 기술지식의 창출과 축적 그리고 활용이라는 측면에서 각 산업이 보유하고 있는 연구개발스톡(R&D stock)을 기술지식의 크기를 나타내는 지표로 사용하였다. 연구개발스톡은 “기업의 실제 생산활동에 직접 이용되면서 장래의 기술혁신을 촉진하는데 기술적으로 유용한 정보, 지식의 보유량”이라고 할 수 있다.

따라서 연구개발스톡의 개념은 경제학에서 사용하고 있는 자본스톡의 개념과 거의 흡사하다. 물론 연구개발스톡을 구성하는 지식과 경험은 그 형태와 수준이 상이할 뿐만 아니라 이들의 활용결과 또한 다양한 경로와 형태로 체화되기 때문에 이들은 스톡이라는 하나의 개념으로 통합하는 과정에는 현실적인 어려움이 있다. 또한 기술혁신 노력의 최종결과를 화폐가치로 표현할 수 없기 때문에 연구개발스톡을 추계하기 위해서는 기술혁신 노력의 성과가 아닌 투입자원을 기초로 할 수 밖에 없다는 문제점이 기본적인 한계로 부각된다.

그러나 연구개발스톡은 진부화율이라는 개념을 통해 기술지식의 노후화, 공공재화에 따른 수익력 및 유용성 감소를 적절하게 반영할 수 있다. 또한 유량(flow) 개념이 아닌 저장(stock)개념으로서 기업, 산업이 보유하고 있는 생산요소로서의 성격이 강조된다는 점에서 기술지식이 가지고 있는 속성을 적절하게 표현하고 있다고 판단된다.

본 연구에서는 각 산업의 연구개발스톡이 클수록 그 산업의 보유 지식량은 크다고 가정하였고, 따라서 기술지식량은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$H = [h_{ij}] \quad (1)$$

여기서  $h_{ii}$  는  $i$  산업의 총지식량(연구개발스톡),  $h_{ij}=0$  (if,  $i \neq j$ )으로 행렬의 대각원소만이 값을 갖는 대각행렬(diagonal matrix)을 의미한다.

### 2.1.1 연구개발스톡의 추계

연구개발스톡의 추계방법은 자본스톡의 추계방법과 유사하다. 즉, 한 기업 또는 산업의 기술혁신노력에 의해 새로운 기술지식이 형성되어 기존의 연구개발스톡에 누적적으로 더해진다고 본다. 또한 자본스톡이 감가상각되는 것과 같은 논리에 의해 진부화가 이루어진다. 즉, 보다 우수하고 진보된 형태의 지식과 경험이 형성되면 기존의 지식과 경험은 존재하지만 더 이상 실제 생산에는 사용되지 않게 되며 그 가치가 감소하고 진부화된다는 것이다. 이를 반영하기 위해 연구개발스톡은 진부화율(depreciation rate)이라는 개념을 적용한다.

연구개발스톡의 추계를 위해서는 시차(time-lag) 분포에 대한 가정이 필요하다. 연구개발과정은 그 자체가 시간이 소요되며, 현재 수행 중인 연구개발이 실제로 생산성 증가에 영향을 미치기까지도 일정한 시간이 필요하다는 것이다. 따라서 연구개발의 시작으로부터 실제

생산활동에 적용할 수 있는 지식과 경험을 확보할 때까지의 평균적인 시차분포에 대해 가정하는 것은 현실적으로 타당하다고 할 것이다.

이상의 논리를 바탕으로 자본스톡을 추계할 때 자주 사용하는 '기준년도 접속법'을 응용하여 연구개발스톡을 추계할 수 있으며, 연구개발스톡은 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$TS_t = TF_t + (1 - \delta) TS_{t-1} \quad (2)$$

$$TF_t = \sum_{i=1}^n \mu_i RD_{t-i} \quad (3)$$

여기서,  $TS_t$  :  $t$  년도의 연구개발스톡

$TF_t$  :  $t$  년도의 새로운 기술지식의 공급

$RD_t$  :  $t$  년도의 실질 연구개발투자액

$\mu_i$  : 시차분포

$\delta$  : 기술지식의 진부화율

상기의 (2), (3) 식을 이용하여 연구개발스톡을 추계하기 위해서는, 전제조건으로서 기준이 되는 첫해의 연구개발스톡을 알아야 한다. 이를 추계하기 위해서는 '영구재고법'을 응용할 수 있는데, 첫해의 연구개발스톡을 이미 오래전부터 매년 새롭게 형성된 기술지식이 누적되어 온 결과로 정의한다면 식 (2)는 다음과 같이 정의된다.

$$TS_{t_b} = \sum_{i=0}^{\infty} TS_{t_b-i} (1 - \delta)^i \quad (4)$$

여기서,  $t_b$  : 기준년도

그런데 식 (4)에서 문제가 되는 것은 기준이 되는 첫 해 이전의 기술지식 증가율에 관한 정보를 구하기 어렵다는 점이다. 따라서 이 증가율을 첫 해가 지난 이후에 실현된 평균적인 연구개발투자 증가율(=  $g$ )과 같다고 가정하면 식 (4)는 다음 식 (5)와 같이 변형될 수 있다.

$$TS_{t_b} = TF_{t_b} \cdot \frac{1+g}{g+\delta} \left( = \frac{TF_{t_b+1}}{g+\delta} \right) \quad (5)$$

이상의 (2), (3), (5)를 이용해서 연구개발스톡을 구할 수 있으며, 따라서 연구개발스톡의 추계를 위해서는

○ 각 년도의 연구개발투자액

- 분석대상 기간 중 발생한 가격변화의 효과를 제거하기 위한 연구개발 디플레이터
- 자체 연구개발로부터 새로운 기술지식이 창출될 때까지의 시차
- 연구개발스톡이 진부화되는 비율, 연구개발스톡의 평균증가율

와 같은 자료가 필요하게 된다.

### 2.1.2 연구개발 디플레이터의 결정

연구개발 지출액은 경상가격으로 표현되어 있다. 따라서 분석기간 중의 가격변동 효과를 제거하기 위해 연구개발 디플레이터(R&D deplator)를 구하여 적용함으로써 불변가격화하는 과정을 거쳐야 한다. OECD(1981)에서는 연구개발 투자액을 인건비, 기타 경상비, 기계 및 기구장치, 토지·건물의 네 가지 비목으로 분류한 후 각 비목별로 가격변화를 가장 잘 반영하는 대용지표(proxy index)를 선정하고 여기에 각 비목들에 대한 지출액이 전체 연구개발투자액에서 차지하는 비중을 가중치로 주어 이들 대용지표들의 가중평균을 구함으로써 연구개발 디플레이터를 구하는 방법을 제시하고 있다. 이 방법은 단순히 GNP 디플레이터를 연구개발 디플레이터의 대용지표로 이용하는 것보다 더욱 타당성이 있을 뿐 아니라 사용상이점이 있다고 지적되고 있다(Griliches, 1984).

본 연구에서는 인건비는 소비자 물가지수(CPI), 기타 경상비는 도매 물가지수(PPI), 기계 및 기구 장치에 대해서는 국민계정의 총고정자본 형성에 있어서 기계류지수, 그리고 토지·건물의 경우 비거주용 건물 지수를 사용하여 불변가격화하였다. <표 1>은 본 연구에서 이용한 연구개발 디플레이터를 정리한 것이다.

### 2.1.3 연구개발 시차의 추정

본 연구에서는 연구개발 시차(time-lag)를 추정하기 위해 산업기술진흥협회에서 조사한 각 산업의 기술개발 단계별 소요기간 자료를 활용하였다. 구체적으로는 1985~1987년까지의 3년동안 아이디어의 제안으로부터 기업화에 이르기까지 소요된 기간을 평균하여 연구개발 시차로 사용하였다. 산업별 평균시차는 1~2년 정도로 비교적 짧게 나타났으며, 이는 아직까지 연구개발 투자가 개발연구, 현장중심 기술에 치중되어 있음을 시사하고 있다.

산업기술진흥협회의 실태조사가 1991년 이후 중단되었고, 1985~1987년 기간동안을 제외한 다른 기간의 실태조사에서는 해당 조사항목이 빠져있다. 따라서 부득이하게 3년간의 자료에 기반하여 시차를 추정하였다. 3년간의 추정자료를 이용해 평균 연구개발시차 추정치를

〈표 1〉 연구개발 디플레이터(1990년 기준)

연 도	비주거용 건물(경상)	비주거용 건물(불변)	기계류 (경상)	기계류 (불변)	도매물가지수 (PPI)	소비자물가지수 (CPI)
1977	710	2,615	1,650	3,859	39	31
1978	1,150	3,550	2,789	6,263	44	36
1979	1,590	3,887	3,921	7,749	52	42
1980	1,886	3,552	3,800	5,775	73	55
1981	1,843	3,110	4,100	5,584	87	66
1982	2,153	3,458	4,658	5,836	91	71
1983	2,940	4,478	5,267	6,372	92	73
1984	3,718	5,426	6,083	7,424	92	75
1985	3,613	5,128	6,914	7,793	93	77
1986	3,832	5,404	9,687	10,110	92	79
1987	5,067	6,899	12,075	12,447	92	81
1988	6,697	8,359	14,073	14,300	95	87
1989	8,888	10,271	15,669	16,435	96	92
1990	12,282	12,282	19,093	19,093	100	100
1991	14,289	12,316	22,015	21,479	105	109
1992	14,285	11,225	21,823	20,528	107	116
1993	17,012	12,975	22,008	20,178	109	122
1994	18,610	13,716	27,152	24,879	112	129
1995	22,867	15,532	33,419	30,496	117	135
1996	23,979	15,308	36,945	33,566	121	142
1997	24,957	15,118	35,207	30,835	125	148

산출하고 이 값을 연도 기준으로 반올림하여 변환하였다. 〈표 2〉는 각 산업별 연구개발 시차에 대한 자료를 정리한 것이다.

〈표 2〉 산업별 연구개발 시차

산 업	연구개발시차(년)	산 업	연구개발시차(년)
정보기기	2	금속제품	1
정보서비스	1	기계장비	2
광업	2	전기전자	2
음식료	1	운송장비	2
섬유·의복·가죽	2	정밀기기	1
목재·종이·출판	1	기타제조업	1
화학	1	전기가스	1
비금속	2	건설	1
1차금속	2	도소매	1
		운수창고	1

자료: 한국산업기술진흥협회, 산업기술개발 실태조사, 1986, 1987, 1988년도

#### 2.1.4 증가율과 진부화율의 추정

앞에서 언급한 바와 같이 영구재고법에 의해 기준년도의 연구개발스톡을 도출하기 위해서는 연구개발투자의 증가율에 대한 정보가 필요하다. 영구재고법에 의해 기준년도의 스톡을 추계할 때는 투자증가율이 안정적이라는 전제조건이 충족되어야 하기 때문에 1977년부터 1997년까지의 기간 중 비교적 안정적인 투자증가율을 보이고 있는 기간을 산업별로 선정하여 적용하였다.

연구개발스톡의 진부화란 결국 새로운 기술진보가 이루어짐에 따라 발생하는 현상으로써 기술진보의 속도를 반영하고 있다. 국내에서는 아직 진부화율을 측정하는 연구가 이루어지지 못한 상태이며, 따라서 본 연구에서는 일본 경제기획청 경제연구소(1986)의 산업별 측정 결과를 이용하였다. <표 3>은 본 연구에서 사용한 증가율과 진부화율을 보여주고 있다.

<표 3> 산업별 연구개발스톡 진부화율과 연구개발 투자 증가율

산 업	진부화율(%)	증가율(%)	산 업	진부화율(%)	증가율(%)
정보기기	13.7	37.91	금속제품	10.2	21.36
정보서비스	14.97	33.47	기계장비	7.2	26.92
광업	14.1	14.93	전기전자	13.7	24.10
음식료	6	13.45	운송장비	12.4	31.24
섬유·의복·가죽	11.6	21.56	정밀기기	24.6	34.34
목재·종이·출판	9.9	14.54	기타제조업	16.4	16.75
화학	11.4	24.83	전기가스	11.29	17.76
비금속	7.2	31.86	건설	11.29	12.56
1차금속	7.9	23.96	도소매	14.97	14.50
			운수창고	14.97	18.78

자료: 日本 經濟企劃廳 經濟研究所(1986)

#### 2.2 정보통신 기술지식의 타산업으로의 파급량 측정

산업간 기술지식의 흐름 관계를 계측하는 방법에는 특허흐름을 이용하는 방법, 기술혁신의 흐름을 이용하는 방법, 산업연관표를 이용하는 방법 등이 있다.

특허흐름을 이용하는 방법은 특허의 발명산업과 이용산업의 행렬표를 이용하여 기술지식의 흐름을 측정하는 방법이다. Schmookler(1966)는 레온티에프의 투입-산출분석 아이디어를 확장시키면서 행에는 발명산업, 열에는 발명의 이용산업을, 그리고 대각행렬에는 공정 기술에 대한 발명을 나타내는 일종의 투입-산출 행렬표를 제안하였다. Schmookler는 기술



의 발명-이용 관계를 파악하는데 있어 특허수를 강조하였는데, 산업에 따라 특허경향과 내용이 다양하기 때문에 산업별 기술개발 노력을 특허수에 의해 횡단적으로 측정하는 것은 한계가 존재한다. 그리고 특허흐름 접근방법을 통해 얻어진 기술흐름 행렬표가 산업연관분석 방법에서 얻어진 것보다 방법론적으로 유망할 수 있으나 자료의 제약으로 이의 작성이 어렵고, 특허가 불가능한 R&D 결과의 측정과 정부와 대학연구소 연구결과 측정의 어려움 등에 있어 분석의 한계가 존재한다.

기술혁신의 흐름을 이용하는 방법은 개별혁신에 대한 혁신의 창출부문, 이용부문, 혁신기업이 활동하는 주요부문을 이용하여 3차원 행렬표를 구성하고 이를 기술지식의 흐름관계로 이용하는 방법이다(Pavitt, 1984). 특허 흐름을 이용하는 방법과 기술혁신의 흐름을 이용하는 방법은 기술지식의 흐름관계를 잘 반영하지만 측정이 어렵다는 현실적인 제약이 있으며, 따라서 본 연구에서는 이를 배제하였다.

산업연관표를 이용하는 방법은 산업연관표의 산업연관 관계를 통해 기술지식의 흐름관계를 결정하는 방법이다. 투입-산출을 이용한 지식의 흐름은 기본적으로 공급산업에서 수요산업으로의 중간재 혹은 자본재의 거래량에 근거하여 그 크기에 비례해서 기술지식의 흐름이 발생한다는 것이다(OECD, 1996a). 즉, 거래비율이 하나의 가중치로 적용된다.

한편, 투입-산출을 이용하여 가중치를 구하는 방법은 다음과 같이 세 가지로 구분될 수 있다. 첫째, 중간거래량의 합에 대한 각 산업간의 거래량, 즉  $X_{ij}/\sum_j X_{ij}$  (Terleckyi weight)를 이용하는 경우이다. 둘째, 투입산출표에서의 투입계수( $a_{ij} = X_{ij}/Q_j$ , 여기서  $Q_j$ 는 j산업의 생산액)를 이용하는 경우이다. 이 두가지 방법은 산업간의 직접적인, 1차적인 효과만을 고려한다는 점에서 유사성이 존재한다. 셋째, 산업간 직·간접효과를 고려하는 생산자 유발계수( $\gamma_{ij}$ ; 레온티에프 역행렬 즉,  $[I - A]^{-1}$ 의 원소)를 이용하는 경우이다. 생산자 유발계수는 산업간 일대일 흐름(직접 효과)이외에 여타 다른 산업에 의한 생산유발정도(간접 효과)가 포함되므로 앞의 두 경우보다 산업간 지식흐름을 보다 정확히 측정할 수 있다는 장점이 존재한다(Mohnen, 1996).

본 연구에서는 레온티에프 역행렬을 이용하여 다음과 같이 기술흐름관계를 도출하였다. 여기서,  $B$ 는 기술흐름관계를 표현하는 행렬로서 다음과 같이 정의된다(Leoncini et al., 1996).

$$B = X^{-1} \cdot [I - A^d]^{-1} \cdot D = [b_{ij}] \quad (6)$$

여기서,  $X$ 는 각 산업의 생산액을 나타내는 대각행렬,  $[I - A^d]^{-1}$ 는 국산거래 레온티에프 역행렬을,  $D$ 는 각 산업의 최종수요를 나타내는 대각행렬이다.

그러면 특정년도의 기술지식흐름은 각 산업이 보유하고 있는 기술지식의 양과 당해년도의 기술지식 흐름관계의 결합으로서 표현된다. 따라서 기술지식 흐름행렬  $T$ 는 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$T = H \cdot B = [ t_{ij} ] \quad (7)$$

여기서,  $H$ 는 각 산업의 연구개발스톡을 나타내는 대각행렬이고,  $B$ 는 기술지식 흐름관계를 나타내는 행렬이다.  $T$ 행렬의 원소  $t_{ii}$ 는  $i$ 산업의 기술지식을 통한 자체 지식의 총량을,  $t_{ij} (i \neq j)$ 는  $j$ 산업에서 요구하는  $i$ 산업의 기술지식량을 의미한다. 결국  $t_{ij}$ 는  $i$ 산업에서  $j$ 산업으로의 기술지식의 파급량을 의미한다. 본 연구에서는 정보기기 산업과 정보서비스 산업 그리고 기타 17개 산업들간의 기술지식 흐름행렬을 구성하여 정보통신 기술지식의 타 산업으로의 파급량을 산출하였다.

### 2.3 정보통신 기술지식의 파급효과 분석 : 비용함수 분석

앞에서 언급한 바와 같이 정보통신 기술지식의 파급효과 분석에서는 파급된 정보통신 기술지식이 각 산업의 생산비용과 노동수요에 미치는 효과를 살펴보고자 하였다. 이는 정보통신 산업으로부터 타 산업으로의 기술방출 네트워크, 즉 산업의 정보화를 강화하는 네트워크가 노동수요와 비용 즉, 기술지식 흡수산업의 고용과 생산성에 미치는 영향을 규명하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구에서는 정보통신 기술지식의 파급효과에 주된 관심을 가지고 있기 때문에 각 산업으로 파급된 정보기기 기술지식스톡과 정보서비스 기술지식스톡을 파급변수로 삼아 이들 파급변수가 각 산업의 비용구조, 즉 생산비용과 노동수요에 미치는 영향을 파악하고자 하였다. 각 산업의 비용함수식은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned} \ln C_v &= \beta_0 + \beta_w \cdot \ln w + \beta_c \cdot \ln c + \beta_y \cdot \ln y + \beta_r \cdot \ln R \\ &+ \beta_{wc} \cdot \ln w \cdot \ln c + \beta_{wy} \cdot \ln w \cdot \ln y + \beta_{cy} \cdot \ln c \cdot \ln y \\ &+ \beta_{wr} \cdot \ln w \cdot \ln R + \beta_{cr} \cdot \ln c \cdot \ln R + \beta_{yr} \cdot \ln y \cdot \ln R \\ &+ (\ln R + \beta_{ws} \cdot \ln w) \cdot (\beta_M \cdot \ln M + \beta_S \cdot \ln S) \\ &+ \beta_{cs} \cdot \ln c \cdot (\beta_M \cdot \ln M + \beta_S \cdot \ln S) + U_c \\ \beta_w + \beta_c &= 1, \quad \beta_{wc} = 0, \quad \beta_{wy} + \beta_{cy} = 0 \end{aligned}$$

$$\beta_{wr} + \beta_{cr} = 0, \beta_{cs} + \beta_{us} = 0 \quad (8)$$

여기서,  $C_v$  : 생산비용(각 산업의 가변생산비용, 임금과 자본비용의 합)  
 $w$  : 임금률(각 산업의 월 평균임금 이용)  
 $c$  : 자본가격(각 산업의 차입금 평균 이자율 이용)  
 $y$  : 산출량(각 산업의 부가가치액 이용)  
 $R$  : 자체 기술지식스톡(각 산업의 연구개발스톡 이용)  
 $M$  : 정보기기 산업으로부터 파급된 기술지식스톡  
 $S$  : 정보서비스 산업으로부터 파급된 기술지식스톡  
 $U_c$  : 오차항

상기의 비용함수식 (8)의 5개 제약식은 비용함수의 중요한 특성인 1차 동차성으로부터 파생되는 모수(parameter) 제약조건이다. 따라서 (8)은 5개의 모수제약식을 이용하여 다음과 같이 수정할 수 있다.

$$\begin{aligned} \ln(C_v/c) = & \beta_0 + \beta_w \cdot \ln(w/c) + \beta_y \cdot \ln y + \beta_r \cdot \ln R \\ & + \beta_{wy} \cdot \ln(w/c) \cdot \ln y + \beta_{wr} \cdot \ln(w/c) \cdot \ln R \\ & + [\ln R + \beta_{us} \cdot \ln(w/c)] \cdot (\beta_M \cdot \ln M + \beta_S \cdot \ln S) + U_c \quad (9) \end{aligned}$$

또한 비용함수는 Shephard Lemma를 충족시켜야 하고, 이에 따라 다음과 같은 노동비용 배분을 함수가 도출된다. 노동비용 배분을 함수는 노동수요에 대한 효과를 산출하는 데 유용하게 이용된다.

$$\begin{aligned} S_1 = & \beta_w + \beta_{wy} \cdot \ln y + \beta_{wr} \cdot \ln R \\ & + \beta_{us} \cdot (\beta_M \cdot \ln M + \beta_S \cdot \ln S) + U_1 \quad (10) \end{aligned}$$

여기서,  $S_1$  : 각 산업의 노동비용 배분율,  $U_1$  : 오차항

이상의 수정된 비용함수 식과 노동비용 배분율 함수를 이용해 각 산업의 계수값을 추정함으로써 파급된 기술지식에 의한 생산비 탄력도와 노동수요에 미치는 효과를 도출할 수 있다. 각 산업의 비용함수의 계수값은 (9)와 (10)을 SUR(Seemingly Unrelated Regression)를 이용해 동시에 추정함으로써 도출되며 이들 계수값을 이용하여 다음과 같은 파급효과를 도출할 수 있다.

정보기기 기술지식의 파급효과는 파급된 정보기기 기술지식의 비용 탄력도와 노동수요효과를 통해 파악할 수 있는데 각각은 다음과 같이 도출된다.

$$\frac{\partial \ln C}{\partial \ln M} = \beta_M \cdot [\ln R + \beta_{us} \cdot \ln(w/c)] \quad (11)$$

$$\frac{\partial \ln S_1}{\partial \ln M} = \beta_M \cdot \beta_{us} \quad (12)$$

마찬가지로 정보서비스 기술지식의 파급효과 역시 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$\frac{\partial \ln C}{\partial \ln S} = \beta_S \cdot [\ln R + \beta_{us} \cdot \ln(w/c)] \quad (13)$$

$$\frac{\partial \ln S_1}{\partial \ln S} = \beta_S \cdot \beta_{us} \quad (14)$$

파급된 정보통신 기술지식의 비용탄력도가 음(-)의 값을 가지면 비용절감효과를 가진다는 것을 의미하며 산업생산성에 긍정적 효과를 가진다고 결론지을 수 있다. 또한 파급된 기술지식의 노동수요효과가 양(+)의 값을 가지면 기술지식은 노동수요와 보완관계에 있고, 음(-)의 값을 가지면 노동수요와 대체관계에 있다고 할 수 있다. 이는 고용 창출 또는 대체 효과와 직접적으로 연관된다. 이러한 비용함수 분석은 파급된 정보통신 기술지식이 비용과 고용에 미치는 영향을 파악할 수 있게 하여, 산업간 연계구조 즉, 기술지식 네트워크를 강화함으로써 어떠한 정책적 효과를 기대할 수 있는지를 판단할 수 있게 한다.

## 2.4 산업분류

본 연구의 산업분류는 1990년 개정된 한국표준산업분류에 근거하였으나, 화학관련 산업, 즉 코크스·석유정제품 및 핵연료 제조업, 화합물 및 화학제품 제조업, 고무 및 플라스틱 제조업은 화학산업으로 단일하게 통합시켰다. 또한 1990년 이전의 산업분류는 1990년 개정된 산업분류체계와 다소 다르게 분류되어 있으므로, 1977년부터 1990년까지의 모든 자료는 90년 이후의 산업분류에 기반하여 재조정되었다.

한편, 정보통신산업은 산업분류상에 독자적인 코드로 존재하지 않으므로 영상·음향·통신장비 산업, 컴퓨터 및 사무·회계용 기계 산업, 반도체 산업을 정보기기 산업으로 방송·통신 산업을 정보서비스 산업으로 분류하였다. 이에 따라 본 연구에서는 정보기기 산업, 정보서비스 산업, 광업, 12개 제조업, 4개 서비스 산업 등 총 19개 산업을 분류하여 분석을 수행하였다. <표 4>는 본 연구의 대상 산업들을 나타낸 것이다.

〈표 4〉 분석대상 19개 산업부문

구분	산업부문	구분	산업부문	구분	산업부문
1	정보기기	7	화학	13	운송장비
2	정보서비스	8	비금속	14	정밀기기
3	광업	9	1차금속	15	기타제조업
4	음식료	10	금속제품	16	전기가스
5	섬유·의복·가죽	11	기계장비	17	건설
6	목재·종이·출판	12	전기전자	18	도소매
				19	운수창고

본 연구에서는 정보통신산업(정보기기 산업과 정보서비스 산업)과 각 산업의 연구개발지출액 및 이들 산업간의 중간재 흐름자료를 각각 “과학기술연구활동조사보고서(과학기술처, 1984, 1988, 1991, 1994, 1996 각 년도)”와 “산업연관표(한국은행, 1983, 1987, 1990, 1993, 1995)”에서 수집하였다. 그리고 산업별 연구개발지출액은 “과학기술연구개발활동 조사보고서(과학기술처, 1984~1998년 각 년도)”와 “과학기술연감(1977~1983년 각 년도)” 자료를 기준으로 하였다.

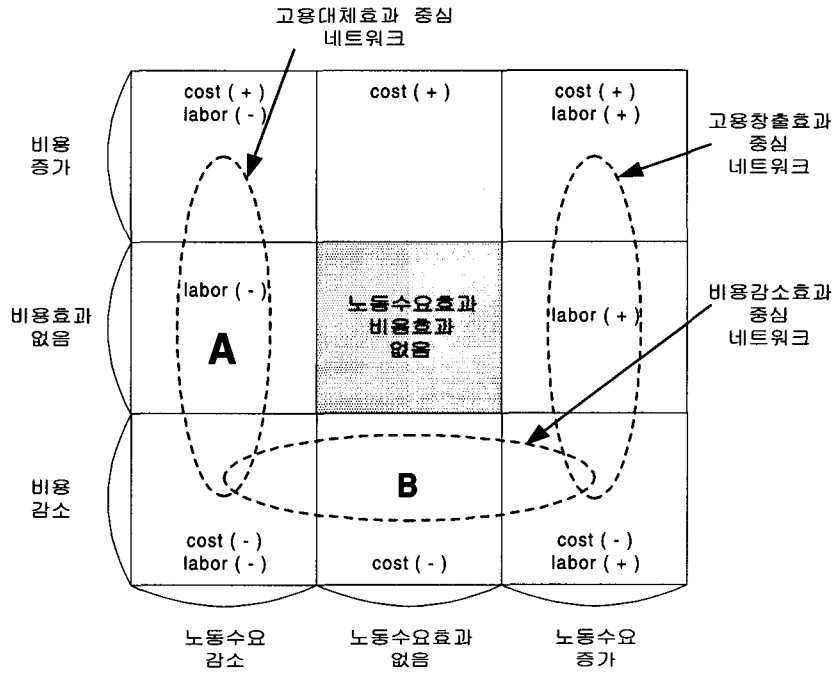
그러나 이미 언급했듯이 산업분류가 1990년을 전후로 하여 다소 다르게 분류되고 있으며, 여러 산업들의 연구개발 지출액이 총계적 수준에서 계측되어 있기 때문에 본 연구에서는 산업별 상장기업의 평균 매출액 또는 매출액 대비 연구개발 지출액의 상대비율의 평균을 기준으로 이용하여 각 산업에 배분하여, 산업별 연구개발투자액을 추정하였다. 산업연관표는 1993년을 제외하고는 기본분류(예를 들어 1995년 기준 402부문)를 참고하여 최종 19개 산업부문에 통합하였으며, 1993년에는 기본분류가 제공되지 않은 관계로 통합소분류로부터 19개 산업으로 산업을 재분류하였다. 또한 1997년 산업연관표가 현재 제공되지 않고 있기 때문에 1997년의 기술지식 흐름관계는 1995년의 지식 흐름관계와 동일하다고 가정하여 1995년 산업연관표를 이용하였다.

### 3. 정보통신 기술지식의 파급효과 분석

앞에서 언급한 바와 같이 정보통신 기술지식의 파급효과 분석에서는 파급된 정보통신 기술지식이 각 산업의 생산비용과 노동수요에 미치는 효과를 살펴보고자 하였다. 이는 정보통신 산업으로부터 타 산업으로의 기술방출 네트워크, 즉 산업의 정보화를 강화하는 네트워크가 노동수요와 비용 즉, 기술지식 흡수산업의 고용과 생산성에 미치는 영향을 규명하는 과정

으로 이해할 수 있다.

한편, 파급효과에 대한 분석은 <그림 2>와 같은 9개 구역에 각 산업을 매핑함으로써 효과적으로 분석될 수 있을 것으로 생각된다.



<그림 2> 파급효과 매핑 방법

<그림 2>에서 음영처리 된 구역에 속하는 산업의 경우, 비용과 노동수요 두 측면 모두에 대해 계수값의 통계적 유의도가 낮은 산업이다. 즉, 파급된 정보통신 기술지식의 노동수요효과, 비용효과가 유의하지 않다고 결론지을 수 있는 산업들이다. 또한 A구역에 속하는 산업들은 파급된 기술지식이 비용에 대해서는 어떤 효과를 가진다고 말할 수 없지만 노동수요에 대해서는 절감효과를 가진다고 결론내릴 수 있다. 마찬가지로 B구역에 속하는 산업의 경우, 파급된 정보통신 기술지식이 지식흡수 산업에 비용절감효과를 가져온다고 할 수 있으나 노동수요 측면에서는 효과를 논하기 어렵다.

이상과 같은 매핑에 의한 분석은 정보통신 기술지식 방출 네트워크의 전반적인 특성을 표현해줄 수도 한다. 9개 구역 중 좌측의 3개 구역에 매핑된 산업들은 노동수요 감소효과를 나타내는 흡수산업들이다. 따라서 이 구역에 매핑된 산업들로 방출되는 정보통신 기술지식의 네트워크는 고용대체 효과를 중심으로 하는 네트워크로서 표현할 수 있다.

반대로 9개 구역 중 우측의 3개 구역에 매핑된 산업들은 노동수요 증가효과를 나타내는 흡수산업들로서 이 산업들로 파급되는 정보통신 기술지식의 네트워크는 고용창출 효과 중심의 네트워크로서 표현할 수 있다. 동일한 논리로 하단의 3개 구역에 매핑된 산업들로의 정보통신 기술지식의 방출네트워크는 비용감소효과 중심의 네트워크라고 표현할 수 있을 것이다. 이러한 매핑에 의한 분석을 정보기기와 정보서비스 기술지식의 파급효과라는 두가지 측면에서 각각 분석하여 비교해보는 것은 두 유형의 정보통신 기술지식이 타 산업에 미치는 영향의 유사성과 차이점을 규명하는 데 도움이 될 것이다.

### 3.1 정보기기 기술지식의 파급효과 분석

비용함수의 계수값<sup>1)</sup>을 이용하여 도출한 정보기기 기술지식의 파급효과는 <표 5>와 같이 정리될 수 있다.

<표 5> 정보기기 기술지식의 파급효과

산업(산업코드)	노동수요	비용탄력성	산업(산업코드)	노동수요	비용탄력성
광업(3)	-0.0373	(0.1195)	기계장비(11)	(-0.0048)	(0.0125)
음식료(4)	-0.0622	-0.0774	전기전자(12)	-0.1861	-0.0159
섬유·의복·가죽(5)	(0.0086)	(0.0247)	운송장비(13)	-0.0381	(0.1574)
목재·종이·출판(6)	-0.0492	(0.1007)	정밀기기(14)	(-0.0335)	(-0.0310)
화학(7)	0.0632	0.1586	기타제조업(15)	(-0.0076)	(0.0156)
비금속(8)	(-0.0033)	(-0.0362)	전기가스(16)	(-0.0227)	(-0.2176)
1차금속(9)	(-0.0032)	(0.0244)	건설(17)	-0.1753	0.0318
금속제품(10)	(0.0044)	(0.0272)	도소매(18)	-0.0167 *	0.1327 *
			운수창고(19)	(0.0573)	(-0.1690)

(주) 5% 유의수준에서 통계적으로 유의함.

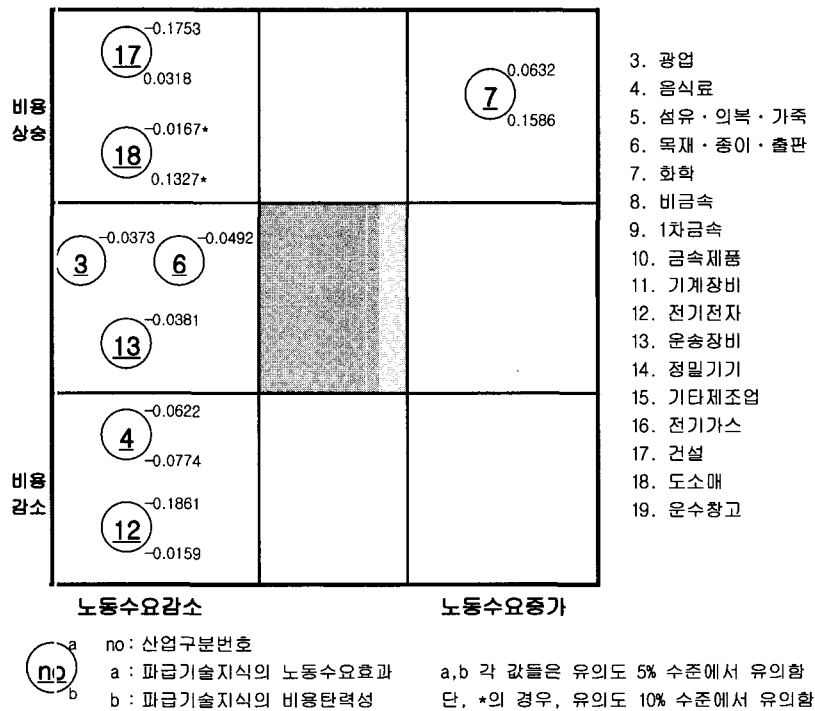
단, \* 는 10% 유의수준에서 유의미하고, ( )는 통계적으로 유의하지 않음.

<표 5>는 광업, 음식료, 목재·종이·출판, 전기전자, 운송장비, 전기가스, 건설, 도소매 등의 산업에 파급된 정보기기 기술지식이 노동수요 감소효과 즉, 고용대체효과를 보이고 있음을 확인시켜준다. 예를 들어, 전기전자 산업의 경우 노동수요효과가 -0.1861로 나타나는데 이는 파급된 정보기기 기술지식의 양이 1% 증가함에 따라 노동수요는 0.1861%씩 감소한다는 것을 의미한다. 반면, 화학 산업의 경우 앞의 산업들과는 반대로 고용창출효과를 보

1) 비용함수 분석의 모수추정 결과에 대한 자세한 내용은 <부록>에 나타나 있음.

이고 있다. 즉, 화학산업의 경우는 정보기기 기술지식이 1% 증가함에 따라 노동수요는 0.0632% 증가하게 된다.

또한 정보기기 기술지식의 비용효과를 살펴보면, 음식료와 전기전자 산업에서는 비용감소 효과를 보이지만 화학, 건설, 도소매에서는 오히려 비용증가 효과를 가진다. 즉, 파급되는 정보기기 기술지식의 양이 1% 증가함에 따라 음식료 산업은 0.0774%의 비용이 감소하고, 화학산업의 경우에는 0.1586%의 비용이 증가한다. 이것은 정보기기 기술지식의 확산이 음식료, 전기전자 산업의 비용절감을 통해 생산성 향상에 기여하고 있다고 결론지을 수 있다. 반면, 여타 산업의 경우 비용탄력성이 양(+)이거나 통계적으로 유의하지 않게 나타남으로써 정보기기 기술지식의 확산에 의한 생산성 향상효과는 나타나지 않고 있다는 결론이 가능하다. 이상의 정보기기 기술지식의 파급효과 도출결과를 앞서 언급한 방식대로 9개 구역에 매핑해보면, <그림 3>과 같은 결과를 얻을 수 있다.



<그림 3> 정보기기 기술지식의 파급효과 매핑

<그림 3>을 살펴보면 파급된 정보기기 기술지식의 각 산업에 대한 파급효과가 좌측 3개 구역에 집중된 구조를 보이고 있다. 이는 정보기기 기술지식의 방출 네트워크가 주로 고용대체 효과를 중심으로 하는 네트워크로서의 성격을 보이고 있음을 이야기한다.



### 3.2 정보서비스 기술지식의 파급효과 분석

비용함수의 계수값을 이용하여 도출한 정보서비스 기술지식의 파급효과는 <표 6>과 같이 정리될 수 있다.

<표 6> 정보서비스 기술지식의 파급효과

산업(산업코드)	노동수요	비용탄력성	산업(산업코드)	노동수요	비용탄력성
광업(3)	0.0484	(-0.1285)	기계장비(11)	0.0539	(-0.2572)
음식료(4)	0.0818	-0.0312	전기전자(12)	0.1362	0.0897
섬유·의복·가죽(5)	0.0420	-0.0302	운송장비(13)	0.0212	0.0305
목재·종이·출판(6)	(0.0262)	0.0156 *	정밀기기(14)	0.1041	(-0.1617)
화학(7)	(0.0214)	(-0.0741)	기타제조업(15)	-0.0127	0.1107
비금속(8)	0.0105	0.0124 *	전기가스(16)	0.0216 *	0.1838 *
1차금속(9)	0.0188	0.0240	건설(17)	0.1819	-0.1230
금속제품(10)	(0.0153)	(-0.0242)	도소매(18)	0.0037	(-0.1546)
			운수창고(19)	0.3592	(-0.8627)

(주) 5% 유의수준에서 통계적으로 유의함.

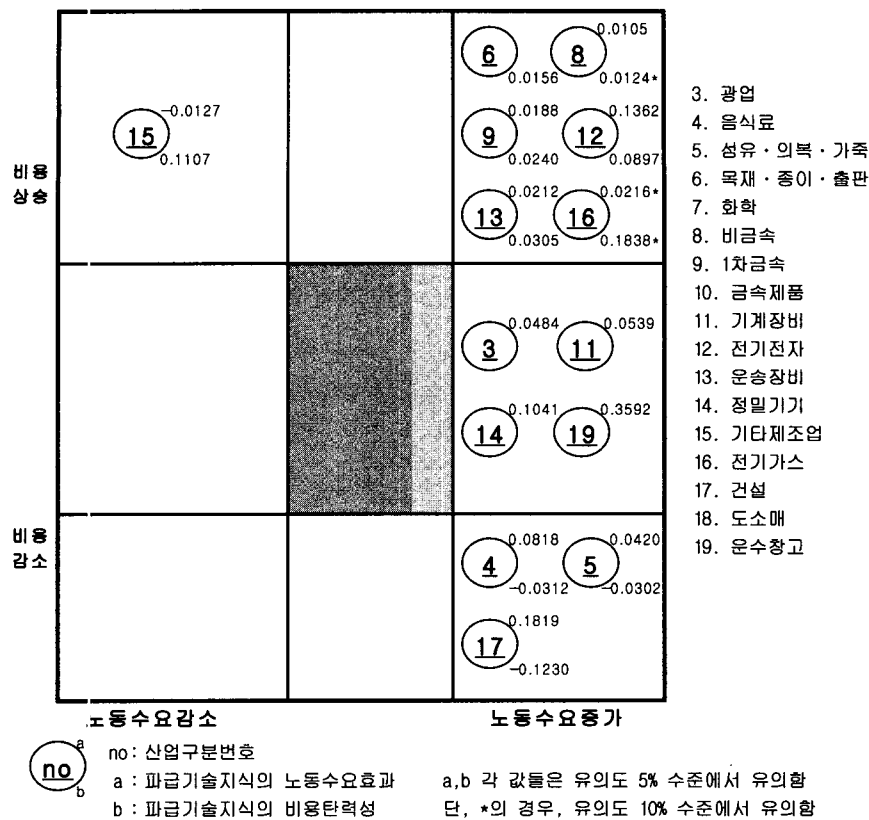
단, \* 는 10% 유의수준에서 유의미하고, ( )는 통계적으로 유의하지 않음.

<표 6>을 살펴보면 정보서비스 기술지식이 미치는 노동수요효과가 대부분 양(+)의 값을 가지고 있음을 확인할 수 있다. 유의수준을 10%까지 확장한다면 목재·종이·출판, 화학, 금속제품 산업을 제외한 모든 산업에서 파급된 정보서비스 기술지식은 노동수요와 정(正)의 관계를 가진다. 이는 노동수요에 대하여 보완관계가 있다는 것 즉, 고용창출효과를 가진다는 것을 의미한다. 단지 기타 제조업의 경우에만 노동수요 감소효과, 즉 고용과 대체관계를 가지고 있는 것으로 분석된다.

예를 들어 운수창고 산업의 경우, 노동수요효과가 0.3592로 나타나는데 이것은 파급된 정보서비스 기술지식의 양이 1% 증가함에 따라 노동수요는 0.3592%씩 증가한다는 것을 의미한다. 이는 정보기기 기술지식의 파급효과의 분석결과와 상반되는 것이다.

또한 정보서비스 기술지식의 비용효과를 살펴보면, 음식료, 섬유·의복·가죽, 건설업에서 비용절감효과가 나타나고 있다. 특히 건설업의 경우, 그 수치가 -0.1230으로 여타 산업에 비해 매우 크게 나타나고 있다. 이것은 정보서비스 기술지식의 생산성 향상에 대한 기여도가 제조업부문 보다도 서비스업부문에서 더 높다는 것을 의미한다. 반면 목재·종이·출판, 비금속, 1차금속, 전기전자, 운송장비, 전기가스 산업의 경우, 오히려 비용상승효과가 발생하고 있다.

이상의 정보서비스 기술지식의 파급효과 도출결과를 9개 구역에 매핑해보면, <그림 4>와 같은 결과를 얻을 수 있다.



<그림 4> 정보서비스 기술지식의 파급효과 매핑

<그림 4>를 살펴보면 파급된 정보서비스 기술지식의 각 산업에 대한 파급효과가 우측 3개 구역에 집중된 구조를 보이고 있다. 이는 정보서비스 기술지식의 방출 네트워크가 주로 고용창출 효과를 중심으로 하는 네트워크로서의 성격을 보이고 있음을 이야기한다고 할 수 있다.

### 3.3 정보기기와 정보서비스 기술지식 파급효과의 비교

정보기기 기술지식의 파급효과와 정보서비스 기술지식의 파급효과를 비교하면 다음과 같은 두 가지 결론에 도달할 수 있다.

첫째, 정보기기 기술지식은 고용대체효과를 중심으로 하는 파급효과를 나타내는 데 반해 정보서비스 기술지식은 고용창출효과를 중심으로 하는 파급효과를 나타내고 있다. 이는 중요한 시사점을 남기고 있다. 일반적으로 정보통신기술의 확산은 단기적으로는 고용을 대체하지만 장기적 관점에서는 새로운 일자리를 창출하는 것으로 알려져 있다. 그러나 이상의 파

급효과에 대한 분석결과는 확산되는 정보통신기술의 성격에 따라서 단기적으로도 고용에 대해 긍정적 영향을 미칠 수 있음을 확인할 수 있다.

둘째, 정보기기 기술지식과 정보서비스 기술지식의 비용에 대한 파급효과는 산업에 따라 다양하게 나타난다. 일반적으로 알려진 정보통신기술의 확산에 의한 비용절감, 생산성 향상 효과는 모든 산업에 보편적인 현상으로 나타나는 것은 아니다. 정보기기 기술지식의 비용과 급효과가 유의미하게 나타나는 산업은 5개 산업에 불과하고 비용절감 효과를 가지는 산업은 2개 산업이다. 정보서비스 기술지식의 파급효과가 유의미하게 나타나는 산업은 10개 산업으로 정보기기 산업보다는 유의미한 산업의 수는 많지만 비용절감 효과가 나타나는 산업은 3개 산업에 불과하다. 이러한 결과는 정보통신 기술지식의 확산정책을 통해 얻을 수 있는 생산성 효과, 비용절감 효과는 아직까지는 한계적이라는 것을 의미한다. 즉 기술지식 연계구조가 각 산업의 비용구조에 미치는 영향은 상대적으로 미약하다는 것을 뜻하는 것으로서 산업 간 지식연계구조의 취약성을 보여주는 것으로 이해할 수 있다.

다음 <표 7>은 정보기기와 정보서비스 기술지식의 고용과 비용에 대한 파급효과를 간략하게 비교하여 보여주고 있다.

<표 7> 정보기기와 정보서비스 기술지식의 파급효과 비교

산업	노동수요		비용탄력성		산업	노동수요		비용탄력성	
	정보기기	정보서비스	정보기기	정보서비스		정보기기	정보서비스	정보기기	정보서비스
광업	-	+			기계장비		+		
음식료	-	+	-	-	전기전자	-	+	-	+
섬유·의복·가족		+		-	운송장비	-	+		+
목재·종이·출판	-			+	정밀기기		+		
화학	+		+		기타제조업		-		+
비금속		+		+	전기가스		+		+
1차금속		+		+	건설	-	+	+	-
금속제품					도소매	-	+	+	
					운수창고		+		

(주) + : 증가 효과 - : 감소 효과

#### 4. 결론 및 정책적 시사점

본 연구에서는 타 산업으로 파급된 정보통신 기술지식이 각 산업의 생산비용과 노동수요에 미치는 효과에 대하여 살펴보았다. 이를 위해 정보통신산업을 크게 정보기기산업과 정보서비스산업으로 구분하였고, 각 산업의 기술지식은 연구개발스톡을 대용지표로 하여 산출하였다. 또한 산업간 기술흐름은 중간재 흐름 즉, 산업연관관계에 근거하여 기술흐름행렬을 도출하였고, 이를 통해 정보기기 및 정보서비스산업으로부터 타 산업으로의 기술지식 파급량을 측정하였다. 그리고 파급된 정보통신 기술지식이 각 산업의 생산비용과 노동수요에 미치는 영향은 비용함수 분석을 통하여 살펴보았다.

본 연구의 주요 분석결과에 대하여 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 정보기기 기술지식은 고용대체효과를, 정보서비스 기술지식은 고용창출효과를 중심으로 파급효과를 나타내고 있다. 이는 ‘단기적 고용 감소, 장기적 고용 창출’이라는 일반적인 인식에서 벗어난 것으로서 확산되는 정보통신기술의 성격에 따라 단기적으로도 고용에 대해 긍정적 영향을 미칠 수 있다는 것을 의미한다. 따라서 고용 문제가 정책의 중요한 고려변수가 된다면, 정보서비스 기술의 확산을 위한 정책이 효과적일 것으로 판단된다.

둘째, 정보기기 기술지식과 정보서비스 기술지식의 비용에 대한 파급효과는 산업에 따라 다양하게 나타나지만 정보통신 기술지식의 확산정책을 통해 얻을 수 있는 생산성 효과, 비용절감 효과는 아직까지는 제한적으로 나타나고 있다. 이것은 한편으로는 기술지식 연계구조가 각 산업의 비용구조에 미치는 영향이 상대적으로 미약하다는 것을 뜻하며, 또 다른 한편으로는 산업간 기술지식의 연계구조가 취약함에 따른 결과로도 해석된다. 따라서 산업간 기술지식 연계구조를 고도화하기 위한 제반 정책수단이 필요할 것으로 판단된다.

## 참고문헌

1. 강광하, 「산업연관분석론」, 비봉출판사, 1994.
2. 과학기술처, 「과학기술연구활동조사보고서」, 1984~1998년 각 년도.
3. 김문수, 「한국 제조업의 지식연계구조 특성과 기술변화」, 서울대 박사학위 논문, 1999.
4. 박용태 외 4인, 「산업별 기술혁신패턴의 비교분석」, 과학기술정책관리연구소, 1994.
5. 산업기술진흥협회, 「산업기술개발실태조사」, 1984~1991 각 년도.
6. 장진규 외 2인, 「연구개발 투자의 파급효과 분석」, 과학기술정책관리연구소, 1994.
7. 한국은행, 「산업연관표」, 1980~1995 각 년도.
8. 홍순기 외 2인, 「연구개발 투자의 산업부문간 흐름과 직간접 생산성 증대효과 분석에 관한 연구」, 과학기술정책관리연구소, 1991.
9. 日本 經濟企劃廳 經濟研究所, 「研究開發と技術進歩の經濟分析」, 經濟分析 103號, 1986.
10. Griliches, Z., *R&D, Patents and Productivity*, Chicago, The University of Chicago Press, 1984.
11. Jaffe, A., “Technological opportunity and spillovers of R&D : evidence from firms’ patents, profits and market value”, *American Economic Review*, Vol. 76, No. 5, 1986, pp. 984-1001.
12. Leoncini, R., M. A. Maggioni, and S. Montessor, “Intersectorial Innovation Flows and National Technological System Network Analysis for Comparing Italy and Germany”, *Research Policy*, Vol. 25, 1996, pp. 415-430.
13. Levin, R. C. and P. C. Reiss, “Tests of a Schumpeterian model of R&D and market structure”, in Z. Griliches(ed.), 1984, pp. 175-208.
14. Mohnen, P., “New Technologies and Inter-Industry Spillovers”, *STI Review*, No. 7, OECD, Paris, 1989.
15. OECD, *The Measurement of Scientific and Technical Activity: Frascati Manual*, Paris, 1981.
16. OECD, *Science, Technology and Industry Outlook*, Paris, 1996a.
17. OECD, *Technology Diffusion: A Typology of Programs*, Paris, 1996b.
18. Pavitt, K., “Sectoral Patterns of Technical Change : Towards a Taxonomy and A Theory”, *Research Policy*, Vol. 13, 1984, pp. 343-373.
19. Schmookler, J., *Invention and Economic Growth*, Harvard University Press, 1966.
20. Wassersman, S. and K. Faust, *Social Network Analysis: Methods And Applications*, Cambridge Univ. Press, 1994.