

특허 분석을 활용한 ICT 산업혁신체제(SIS)의 역동성에 관한 연구

김진용, 정재용(한국정보통신대학원대학교)

- 목 차 -

1. 서론
2. 산업혁신체제(SIS)의 이론적 배경
3. 자료 / 방법론
 - 3.1 자료
 - 3.2 방법론
4. ICT 산업혁신체제의 역동성 규명
 - 4.1 기술적 체제
 - 4.2 핵심적 연결과 역동적 상보성
 - 4.3 이종촉진자의 역할 및 관계
5. 결론

요약

최근 ICT(Information Communication, Telecommunication)기술이 변화함에 따라 많은 산업에 있어 변화가 이루어지고 있으며 기술혁신이론에서는 이러한 변화의 추동요인에 주목하고 있는 실정이다. 이러한 배경하에서 본 연구는 ICT 산업혁신체제(Sectoral Innovation Systems)의 역동성을 규명하기 위하여 미국 특허 데이터(USPTO)를 중심으로 산업을 구성하고 정의하는 기초 구성체(Basic elements)를 정량적으로 측정하고자 대리변수를 개발하여 활용하였다. 본 연구의 결과로서 지난 30년 동안 ICT 산업 전반에 걸쳐 기술적 체제(Technological Regimes), 기술간 핵심적 연결(Key links)과 산업을 지탱하고 있는 이종 촉진자(Heterogeneous agents)의 혁신패턴에 있어서 변화가 발생하고 있으며 특히 ICT 전체 산업에 걸쳐 슈퍼 혁신패턴이 Mark 1에서 Mark 2로의 변화가 발생하고 있음을 보여주는 결과를 얻을 수 있었다. 본 연구의 방법 및 결과를 비추어 볼 때, 본 연구의 의의는 특허 데이터를 활용하여 기업과 기술적 관점에서 특정 시점이 아닌 1970년 이후 발생하는 ICT 산업혁신체제의 역동성에 대한 전체적인 그림을 제공하는데 있다.

* 핵심단어 : 산업혁신체제, 슈퍼 혁신 패턴, 산업적 역동성, 특허 데이터

1. 서론

기존의 전통 경제학 관점에서 산업체제(Sectoral systems)에 대한 연구는 그 동안 많이 진행되어왔다. 하지만, 이들의 접근은 산업체제를 주로 기업 차원에서 기업의 시장 진입 및 집중도, 전략적 행동 유형에 따라 산업을 분류하고자 하였다(Malerba, 2002). 최근 이러한 전통 경제학적 관점에서 탈피하여 산업이 가지고 있는 지식 및 기술의 특징과 산업 내에서 활동하는 이종 촉진자(Heterogeneous agents)- 기업과 비 기업 조직 -간 역할 및 관계 분석과 더불어 산업이 가지고 있는 고유의 특징인 역동성 또는 변이(Transformation)에 관한 실증적 분석 또는 연구가 활발하게 진행되고 있다. 일반적으로 이들의 연구는 산업의 기술혁신 패턴은 특정 산업에서 나타나는 기술혁신이 이루어지는 방식, 기술혁신의 원천 소재, 기술혁신 주체의 특성 등을 지칭하고 있다. 이렇게 산업별로 다른 기술혁신 패턴이 나타나는 이유는 각 산업별로 기술 혁신의 일반적인 결정 요인인 기술혁신의 기회, 기술의 전유 체제, 기술의 축적 정도와 수요에 따라 다양하게 나타난다는 것이다.

산업혁신체제(SIS)로 대표되는 이러한 연구는 산업의 구조 및 경계, 산업의 변이, 학습과정, 주체들간의 관계에 대한 폭 넓은 이해를 제공하고 있다는 것이며 특히 산업체제의 고유 특징인 산업의 역동성에 대한 연구는 슈퍼 Mark I, Mark II 및 새로운 집단(New cluster)의 출현으로 대표될 수 있다.

그러나 이러한 연구는 최근 많은 진척이 이루어져 왔음에도 불구하고 산업의 역동성에 관한 실증적 분석에 있어서 미진하다고 볼 수 있다. 더 나아가 최근의 전 세계적으로 기술적 패러다임을 주도하고 국가와 지역 경제 성장에 막대한 영향을 미치고 있는 ICT를 중심으로 산업 혁신체제의 변이에 관한 연구는 요소기술의 추동에 따른 국가의 기술정책전략 도출의 측면에서 주요한 의미를 부여하고 있다. 따라서 본 연구는 이러한 연장선상에서 ICT를 중심으로 한 산업혁신체제의 변화 및 변이에 초점을 두어 주로 산업혁신체제를 구성 및 규정짓고 있는 기술적 체제(Technological Regimes)와 이종 촉진자의 혁신활동 패턴의 변화를 측정하고자 한다.

본 연구의 주요 목적은 USPTO 데이터를 중심으로 Malerba에 의해 제안된 산업혁신체제 분석 구조를 기반으로 1970-2000년의 30년간 ICT산업의 산업혁신체제의 변이를 규명하는데 있다. 이를 위해서는 기초 분석 단위(Basic elements)로서 산업을 구성하는 기술적 체제(Technological Regimes)와 기술간 핵심적 연결(Key links)의 변화와 이종 촉진자의 혁신활동 패턴 분석과 그들간의 역할 및 관계 변화를 통한 슈퍼 혁신패턴의 변이를 분석하고자 한다.

본 글의 구조는 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 산업혁신시스템의 이론적 배경과 구조를 소개하고 특히 산업혁신시스템을 구성하고 산업적 특성과 슈퍼 혁신패턴을 설명하는 기초 분석 단위를 설명하고자 한다. 3장에서는 USPTO 특허 데이터를 이용한 산업혁신체제 구성요소의 적용방법론에 대하여 논하고 4장에서는 산업혁신체제의 역동성에 대한 실증적 분석을 제공하며, 마지막으로 본 연구의 결론을 기술하고자 한다.

2. 산업혁신체제(SIS)의 이론적 배경

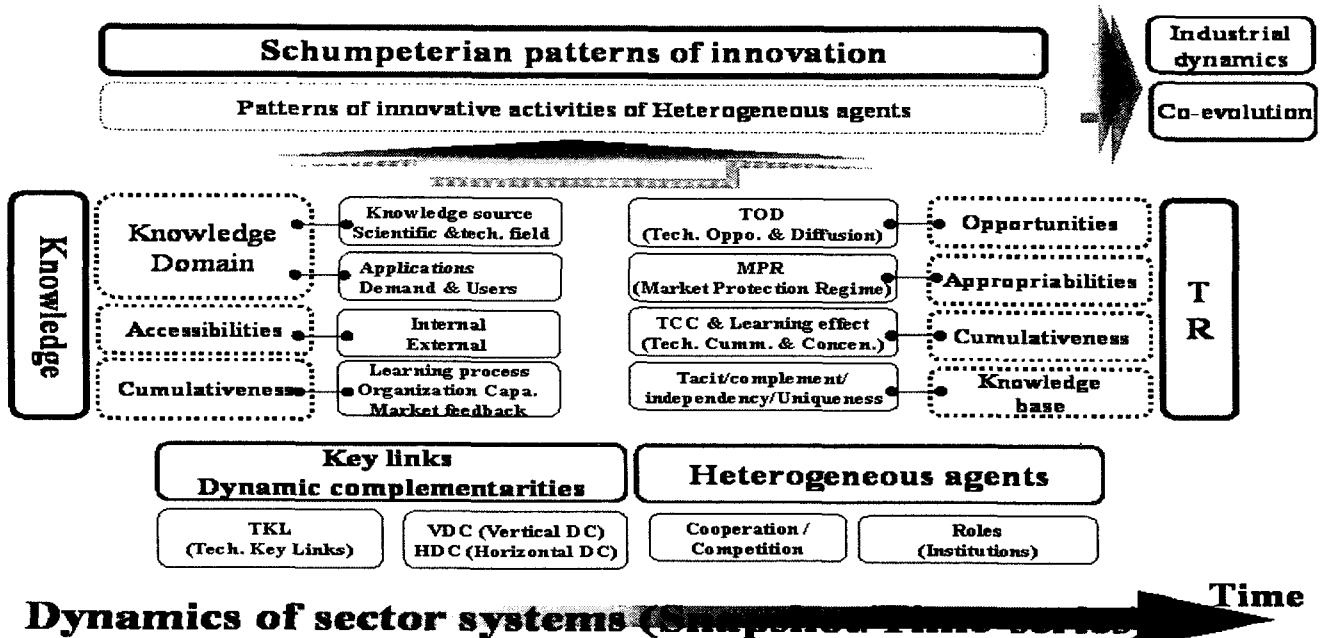
기존의 산업에 관한 연구는 크게 두 학문적 분야를 기반으로 발전을 이룩해 왔다. 먼저 산업 경제학적 관점으로, 산업의 다양성을 주로 산업의 집중도, 수직적 통합, 시장진입, 산업적 역동성과 기업간 전략적 행동에 있어서 차이점을 통해 분류하고자 하였으며 기술/수요/진입장벽과 같은 산업적 특성과 관련된 변수와 연결시키고자 하는 노력들이 있었다. 또 다른 분석 관점으로서 진화론적 접근은 산업 내 지식, 학습과 혁신의 차이점에 초점화

하였으며 산업간 차이점을 기술적 환경, 지식 베이스, 기업에 의한 역량 축적과 결부시키고자 하는 노력들이 있었다. 두 가지 관점에서의 산업 분석은 주로 경제적 역동성과 진화, 혁신 과정상의 상호작용의 역할 등에서만 차이점을 제시 - 매우 광범위한 개념적 경험적 분석 - 할 뿐 산업체제 분석을 위한 통합적이고 일관된 견지를 제시하는데 미흡하였다. 이러한 맥락에서, 산업간 이종성과 혁신주체의 행동적 다양성, 산업적 변화 또는 역동성을 유발시키는 주요 요인을 규명하고자 두 가지 학문 분야를 통합하는 노력들이 이루어지고 있다.

이러한 이슈에 대한 주목할 만한 노력으로서, Pavitt(1984)은 산업의 다양성을 크게 생산, 수요와 주요 기업 활동, 기술적 축적의 주요 원천과 방향의 차이에 따라 5가지 유형의 산업 - 공급자 주도, 규모 집약적, 정보 집약적, 과학 기반, 전문 공급자-으로 분류하였으며, Malerba(2002)는 산업혁신체제의 역동성을 주로 기술적 체제(Technological Regimes-이하 TR)의 변화를 통해 설명함으로써 산업마다 기술, 생산, 혁신 및 수요 등의 기준으로 서로 다른 산업적 특징들을 지니고 있고 변화의 형태와 정도에도 차이가 있음을 많은 산업 사례 분석을 통해 증명하고자 하였다. 또한 Malerba는 산업 체제 내에는 기업(사용자와 공급자) 그리고 비기업조직이라는 이종 촉진자(Heterogeneous agents)가 산업마다 다양한 형태로 존재하고 각각의 이종 촉진자는 서로 다른 역할을 수행하고 있다고 언급하였다.

Malerba가 제안하였듯이, 산업체제는 기존 그리고 새로운 제품의 집합체일 뿐만 아니라, 산업 내 제품의 개발, 생산 및 판매를 위한 시장적, 비 시장적 상호작용을 수행하는 이종촉진자의 집합체로 규정하고 있으며 산업체제의 역동성과 산업적 특성을 규정하기 위하여 기초 분석 단위(Basic elements)를 제안하였다(Malerba, 2002). 아래의 그림1은 본 연구에서 활용되는 산업 혁신 체제(SIS) 분석을 위한 구조이며 구성요소에 대한 설명은 아래와 같다.

< 그림 1 : 산업혁신체제(SIS) 분석 구조(Framework) >



지식은 혁신과 생산에 있어서 중추적 역할을 담당하는데, 산업은 특정 과학적/기술적 분야와 같이 산업체제를 생성, 발전 그리고 유지시키는 지식 영역(Domains) 차원에서 산업 고유의 지식베이스와 학습 프로세스를

가지고 있다. 지식은 크게 혁신적 활동을 설명하는 두 가지 차원인 접근성과 축적성으로 구성되어 있다. 지식의 주요 차원은 산업 혁신 시스템(SIS)의 역동성을 설명하는 기술적 학습적 체제(Regime)의 구성체인 기회성, 전유성, 축적성과 지식베이스와 밀접하게 관련되어 있다.

기술적 체제(Technological Regimes)는 먼저 Nelson과 Winter(1982, 1984)에 의해 연구되었으며 기술적 환경은 기술의 접근성과 전유성 조건에 따라 혁신 강도, 산업적 집중도와 시장 진입에 영향을 미치는 주요 변수라 강조하였다. 그들 연구의 연장선상에서 Malerba와 Orsenigo(1990, 1993, 1994)는 4가지 기초 요인의 조합으로서 기술적 체제(TR) 즉, 기회성, 전유성, 축적성과 관련 지식베이스를 정의하였다. 기회성은 일정 자본 투입에 따른 혁신적 결과의 가능성을 반영하고 있으며, 전유성은 모방으로부터 혁신활동을 방어하여 수익을 창출하는 가능성으로서 요약될 수 있다. 축적성은 혁신과 혁신적 활동간의 연속된 상호관계의 정도로서 규정되며, 기술적 지식은 특이성, 암묵성, 복잡성과 독립성의 정도로 설명될 수 있다. 이들은 기업의 진입정도, 규모와 특허 수와 같은 기업과 관련된 정량적 변수를 활용해 기술적 체제를 설명하므로써 산업의 기술적 특징을 분석하는데 기여하였다.

이중 촉진자는 산업체제의 핵심적 관점 중 하나로서 크게 사용자와 공급자를 포함하는 기업과 대학, 지방정부, 정부기관과 같은 비 기업 조직 등의 2가지 유형으로 분류될 수 있다. 기업은 산업제품의 혁신, 생산과 판매를 창출, 채택하고 활용하는 주요 역할을 담당하고 있으며, 비 기업 조직은 기업에 의해 생성된 혁신, 기술과 생산을 확산시키는 역할을 수행하고 있다. 특히, 산업체제의 특성에 따라 비 기업 조직의 형태와 역할은 다양한 특징을 지니게 된다. 이중 촉진자는 쌍방간 시장과 비 시장적 상호작용을 통해 복잡하게 연결되어 있으며 상대방의 역량과 행동 유형에 영향을 미친다. 산업의 발달에 따라, 그들간의 역할과 관계는 변하는 특징을 지니고 있다.

산업에서의 기술과 혁신활동들간의 핵심연결과 생산, 수요 및 제품간 역동적 상보성은 산업체제의 경계를 구분하는 중요한 역할을 하는데, 특히 두 요소는 산업체제의 변이(Transformation)와 성장의 핵심 원천이다. 핵심연결은 기술 또는 혁신활동간 상호 의존성과 연관성을 측정하는 기준을 제공한다. 특히 핵심적 상보성은 산업의 가치사슬과 같은 수직적 관계, 하위 산업(Sub sector)과 부품과 같은 수평적 관계에 있어서의 상호 의존성으로 설명될 수가 있다.

산업 시스템의 역동성과 변이는 기술적 체제와 혁신패턴의 변화에 의해 규명이 가능하다. 산업 생성 초기에는 기술적 체제는 높은 기술적 기회성, 낮은 전유성과 축적성을 가지고 기술적 불확실성에 다수의 소규모의 혁신가 집단이 산업적 우세를 지니는 슈페터 Mark I의 성격을 띠게 된다. 지배적 기술이 출현하고 기술적 불확실성이 감소함에 따라 혁신적 활동의 패턴은 높은 기회성, 전유성과 축적성의 기술적 특성을 지니게 되며 소수의 안정된 혁신가 집단이 산업 발달을 주도하는 슈페터 Mark II성격을 지니게 된다.

본 연구는 ICT산업 혁신체제의 역동성을 규명하기 위하여 각 ICT산업에 속해있는 특허 기술분류를 통해 주로 기술적 체제, 정보기술간 핵심적 연결과 이중촉진자의 혁신활동의 변화를 측정하므로써 Malerba의 분석 방법과 차별화된 방법론을 제시하고자 한다.

3. 자료와 방법론

3.1 자료

본 연구에 활용된 데이터는 1969년부터 2000년까지 매 5년 주기(70, 75, 80, 85, 90, 95, 00)로 등록된

USPTO 데이터베이스로부터 수집되었으며 ICT산업 내 주요 4 개의 하위 산업 - 통신, 방송, 컴퓨터와 반도체 -에 분류된 기술 중 각 산업별 3개의 기술을 선별하여 총 55400개의 샘플 특허 데이터를 바탕으로 분석하였으며 산업별로 선별된 기술은 아래 표 1과 같다.

< 표 1 : 산업별 특허 기술과 명칭 >

산업	USPTO 대기기술 분류	세부기술 명칭
통신	375	Pulse and Digital communications
	379	Telephonic communications
	455	Telecommunications
방송	342	Communications : direct radio wave systems and devices(Radar, radio, navigation)
	343	Communications - Radio wave antennas
	386	Television signal processing for dynamic recording or reproducing
컴퓨터	369	Dynamic information storage or retrieval
	700	Data processing - Generic control systems or specific applications
	711	Electronic computers and digital processing : memory
반도체	257	Active solid state devices(Transistors, solid-state diodes)
	326	Electronic digital logic circuitry
	438	Semiconductor device manufacturing : process

비록 3개의 기술이 각 산업의 기술을 완전히 설명할 수 없지만, 각 산업의 기초 및 핵심기술을 선별하여 대표성을 확보하고자 하였다. 통신산업의 경우, 통신 기반 기술인 신호 전송 기술과 변조 반송파 통신 기술(modulated carrier wave communications), 통신 네트워크 및 장비 산업의 핵심 기술인 양방향 전송 시스템, 프로세스와 장비, 방송은 기초 기술인 텔레비전 신호 전송기술, 핵심기술인 전파시스템, 장비와 안테나 기술, 컴퓨터는 하드웨어 핵심 기술인 저장기술, 컴퓨터 장치 내 메모리 저장, 관리, 통제 기술과 칩셋(Chip set) 기술로 구성되어 있다. 마지막으로 반도체 기술은 기초 기술인 활성 고형 장치(active solid state devices-역주)기술, 비 메모리 산업의 핵심 기술인 디지털 로직 회로기술(Digital logic circuitry)과 메모리 산업의 핵심기술인 제조 공정기술로 구성되어 있다.¹

이미 특허데이터의 활용에 대하여 여러 근거에 기반하여 비판되어 왔는데, 모든 기업이 혁신적 활동의 보호와 성과 측정수단으로서 특허를 이용하지는 않으며, 등록된 특허는 그 경제적, 기술적 중요성 또는 가치가 모두 동일하다는 점으로 인하여 특허 분석 시 오차가 발생할 수 있다. 또한, 주로 제품에 관련한 특허에 치중되어 있으며 비록 프로세스 혁신은 리드타임과 학습곡선 효과와 같은 혁신을 보호하는 중요한 역할을 하고 있음에도 불구하고 프로세스관련 특허의 비중이 떨어지는 단점을 가지고 있다. 하지만, 일반적으로 특허는 오랫동안 거의 모든 나라에서 기술 혁신의 측정 수단으로서 특허를 광범위하게 활용하고 있으며 기술, 기업, 산업, 국가 차원에서 상

¹ 소프트웨어 기술은 본 연구에서 제외되었기에, 본 연구에 의해 도출된 컴퓨터 관련 결과를 전체 컴퓨터산업으로 확대 해석하는 것은 오류를 범할 수 있다.

제한 자료를 제공한다는 점에서 매우 가치가 있는 것이며, 기술적 복잡성을 측정 가능하게 한다는 점과 기술을 다양한 계층으로 분류할 수 있다는 점에서 혁신활동의 결과물로서 특허의 활용성은 매우 유의하다고 할 수 있다 (Pavitt, 1988).

3.2 방법론

3.2.1 산업혁신체제(Sectoral Innovation Systems)

SIS의 분석 구조를 기반으로 특허 데이터를 이용하여 산업혁신체제의 역동성을 규명하고자, 기술적 특성을 설명하는 기술적 체제(TR)과 핵심연결 및 역동적 상보성을 측정하기 위하여 대리 변수를 제시하고자 한다.

< 표 2 : 주요 측정 변수 >

분류	분석 단위	측정 변수	측정 변수 명칭
기술적 체제 (TR)	Opportunities	TOD	Technological Opportunities and Diffusion
	Appropriabilities	MPR	Market Protection Regime
	Cumulativeness	TCC	Technological Cumulativeness and Concentration
핵심적 연결 / 역동적 상보성	Key Links	TKL	Technological Key Links

- ✓ TOD : TOD는 각 산업(통신, 방송, 컴퓨터, 반도체)에서 선택된 3개의 기술과 전체 430개의 USPTO기술 중에서 일정 수준 이상의 기술적 유사성이 발생하는 기술과의 비율을 나타내며 주의해야 할 사항은 본 측정 변수는 각 산업의 고유 기술의 내적 기술적 기회성 만이 아닌, 타 산업의 기술에 대한 외적인 기술적 기회성을 포함함을 유의해야 한다. 따라서, Malerba가 제시하고 있는 기술적 기회조건과 상이한 결과를 얻을 수 있다. TOD의 수치는 다음의 수식에 의해 얻어 질 수 있으며, TOD가 높아지면 특정 산업의 기술적 기회성이 높아지게 된다.

$$TOD = (\text{각 산업 기술과 기술적 수렴이 발생하는 기술의 빈도 수} / \text{전체 USPTO 기술 수}) * 100$$

- ✓ MPR : 각 산업에서의 주도기업²과 타 산업 주도기업의 혁신활동(특허 수) 비율을 통해 특정 산업의 주도 기업이 타 산업의 주도기업으로부터 시장 방어 체제 정도를 보여주는 변수이다. MPR은 다음의 수식은 다음과 같으며 MPR이 높아지면 특정 산업의 기술적 전유성이 높아지게 된다.

$$MPR = (\text{각 산업 내 주도기업의 특허 등록 수} / \text{ICT 전체 주도기업의 특허 등록 수}) * 100$$

- ✓ TCC : TCC는 각 산업의 주요 3개 기술적 누적 정도를 측정하는 변수이다. 특허를 등록하게 되면 그 기술의 특성에 따라 다양한 기술로 분류되는데 특정 산업의 기술이 시간이 흐름에 따른 혁신적 활동(특허 빈도수)의 누적성을 통해 그 산업 내 기술의 축적도가 측정 가능해 진다. 기술의 축적도를

² 각 산업의 주도기업의 선별은 매년 Business Week에서 발행하는 Global 1000 (1999)으로부터 추출되었다.

나타내는 변수는 TCC로서 그 수식은 다음과 같으며 TCC가 높아지면 기술의 축적도가 높아지게 된다.

$$TCC = (\text{각 산업 내 선택된 기술의 특허의 수} / \text{모든 산업 내 기술의 특허 수}) * 100$$

ICT 산업 내 기술간 또는 제품간 핵심연결과 각 산업의 수직적, 수평적 산업구조 측면에서 그들 간의 상호의존성을 측정하여 전체 산업의 경계 및 산업 시스템의 성장과 변이를 측정하기 위한 원천을 제공할 수 있는 역동적 상보성 변수는 다음과 같다.

- ✓ TKL : TKL은 산업 내 3개의 기술과 수렴이 발생하는 동일한 산업 기술들간 기술적 연결성 및 연계성(응용성)을 측정하는 변수로서 다음과 같은 수식을 통해 산출되어 진다.

$$TKL = (\text{각 산업 내 동일 분류된 기술의 특허 수} / \text{모든 기술에서의 특허 수}) * 100$$

- ✓ VDC(Vertical Dynamic Complementarities) : VDC는 정성적 변수로서 각 산업의 가치사슬(Value Chain)상의 모든 산업활동 주체간 상호의존성과 피드백 정도를 측정하는 변수이다.
- ✓ HDC(Horizontal Dynamic Complementarities) : HDC는 각 산업 내 제품 또는 부품 간 또는 하위 산업간 호환성 및 상호의존성을 측정하는 정성적 변수로서, 컴퓨터 산업의 경우 마이크로프로세스, 칩셋, 메모리, 운영시스템, 주변장치 및 하드웨어와 소프트웨어, 반도체 산업의 경우 메모리(DRAM, EPROM), 비메모리(Micro-component, ASIC 등등), 통신산업은 통신장비, 네트워크, 통신서비스 산업간 관계의 정도와 호환성 또는 상호의존성을 정성적 분석에 의해 측정가능하다.

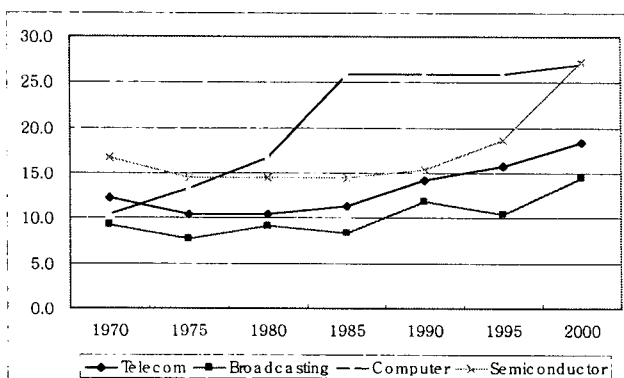
4. ICT 산업혁신체제(SIS)의 역동성(Dynamics) 규명

ICT산업의 역동성을 규명하기 위하여 산업혁신체제의 기초분석 단위인 ICT의 기술적 체제, 기술간 핵심적 연결과 이중축진자의 역할 및 관계 변이를 증명함으로써 전체 산업의 슈퍼 혁신패턴의 변화를 밝히고 한다.

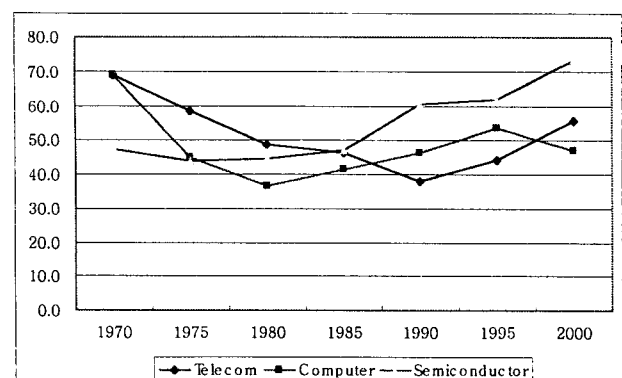
4.1 기술적 체제(Technological Regimes)

아래의 그래프는 1970년부터 2000년까지 각 산업의 기술적 체제의 변이를 보여준다.

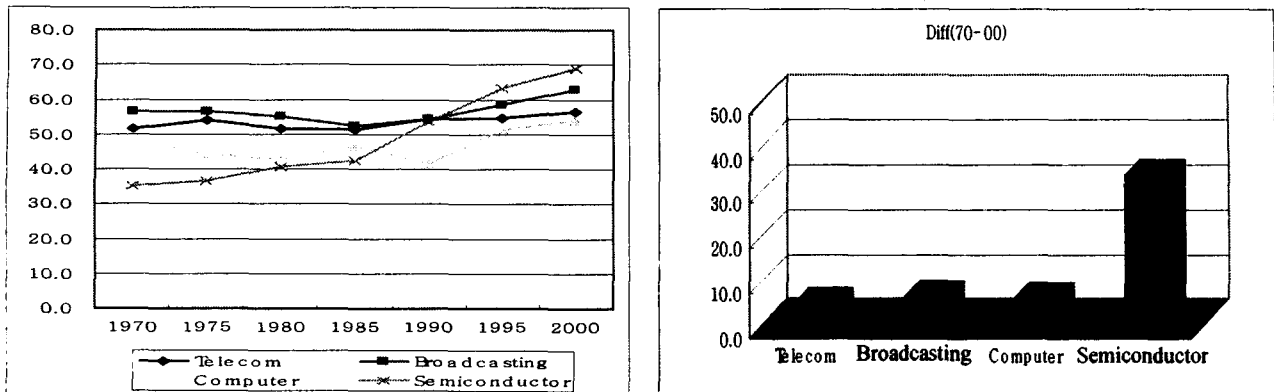
< TOD : Technological Opportunities and Diffusion >



< MPR : Market Protection Regime >



[TCC : Technological Cumulativeness and Concentration] [1970년과 2000년 사이의 TCC 수치 변화]



위에서 제시된 각 산업별 TR의 변화를 분석한 결과는 다음 표 4와 같다.(TR의 분석은 각 산업간 상대적인 분석에 기초한 비교 분석임)

< 표 3 : ICT 산업의 기술적 체제(TR) 변이 >

분석단위	산업	연도			
		1970	1980	1990	2000
기회성 (TOD)	통신	중간 (-)	중간 (+)	중간 (+)	중간
	방송	낮음 (·)	낮음 (+)	낮음 (+)	낮음
	컴퓨터	중간 (+)	높음 (+)	높음 (·)	높음
	반도체	높음 (-)	중간 (·)	중간 (+)	높음
기술적 체제 (MPR)	통신	높음 (-)	높음 (-)	낮음 (+)	중간
	컴퓨터	높음 (-)	낮음 (+)	중간 (·)	낮음
	반도체	낮음 (·)	중간 (+)	높음 (+)	높음
축적성 (TCC)	통신	높음 (·)	높음 (·)	높음 (·)	중간
	방송	높음 (·)	높음 (·)	높음 (·)	중간
	컴퓨터	중간 (-)	낮음 (·)	낮음 (+)	낮음
	반도체	낮음 (+)	낮음 (+)	높음 (+)	높음

통신 산업의 경우, 기술적 기회는 일정하게 증가하고 있는 추세를 보이고 있으며 기술의 축적성은 점차 상승을 하지만 그 비율이 매우 미약한 것으로 나타났다. 기술의 전유성은 1970년 70%에서 1990년 40%까지 감소하다가 90년 이후에는 급격히 증가하여 전체 ICT산업에서 중간 정도의 기술적 전유성을 보이고 있다. 컴퓨터 산업의 경우 시간의 흐름에 따라 기술적 기회성은 높아지고 있으나, 상대적으로 기술적 전유성과 축적성은 타 정보통신 산업에 비해 낮은 비율을 보이고 있는데 그 이유는 원료 또는 재료 관련 기술(Stock

material or miscellaneous article)과 화학관련 기술(radiation imagery chemistry)과 같은 타 산업 기술과의 기술적 유사성 등으로 컴퓨터 산업 내 기술 축적성의 증가 추세가 크지 않은 것으로 나타났다. 반면, 반도체 산업의 경우 TR의 기회성, 전유성, 축적성 모두 산업 초기에 비해 지속적으로 높은 상승세를 보이고 있다. 본 결과의 설명으로서 반도체 산업 초기 지배 제품인 진공관 기술은 초기 컴퓨터와 통신산업의 기초 기술 및 제품을 제공하였기 때문에 반도체 기업은 동 산업의 기술뿐만 아니라, 타 산업의 기술 습득의 기회가 높아져 타 산업 시장진입이 용이한것으로 분석이 되고 있다. 반도체기술의 두드러진 특징 중 하나는 1970년 이후 지속적으로 증가하는 반도체 기술의 축적성이다. 이를 통해 유추 할 수 있는 것은 높은 기술적 기회, 학습프로세스와 동적 수익 체증 효과에 의한 높은 기술적 축적성은 반도체 산업의 산업적 지배력과 전유성을 높이는 역할을 하였다.

4.2 핵심적 연결과 역동적 상보성(Key links / Dynamic complementarities)

아래의 표 5는 각 산업의 기술적 핵심연결의 변화를 보여주는 표이다. (역동적 상보성은 본 연구에서 제외되었다.)

< 표 4 : ICT 산업의 TKL 변이 >

분류	분석 단위	산업	연도			
			1970	1980	1990	2000
핵심적 연결 / 역동적 상보성	기술적 핵심	통신	-	하락	하락	하락
	연결	컴퓨터	-	안정	상승	상승
	(TKL)	반도체	-	상승	안정	상승

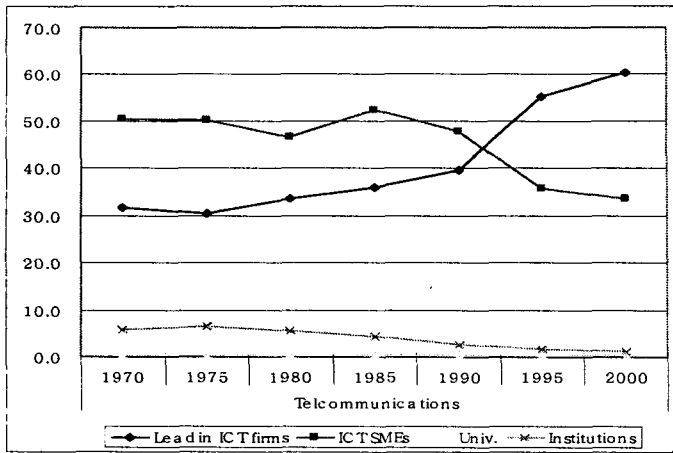
통신 산업을 제외한 컴퓨터와 반도체 산업 내 기술들간 핵심 연결 비율은 증가의 추세를 나타내고 있는데, 특히 컴퓨터 기술의 경우 매우 급격한 기울기를 보이고 있다. 컴퓨터 산업에 비추어 보면, 마이크로프로세스의 급격한 기술발달로 인하여 컴퓨터 성능은 향상되고 있으나 타 주변 기술(메모리 반도체, 칩셋, 비디오 카드와 주변 장치)과 호환성 및 기술적 상호 연관성 없이는 컴퓨터 장치의 성능을 충분히 발휘할 수 없게 된다. 따라서, 컴퓨터 관련 기술간 호환성과 연계성은 컴퓨터 성능을 발휘하기 위한 중요한 요소로서 작용하게 된다. 반도체 기술도 유사한 형태를 띠고 있다. 따라서, 컴퓨터와 반도체 두 산업의 기술간 상호 의존성 및 호환성이 높아지고 있으며, 이와 함께 산업 내 기술적 접근성이 증가할 수 있음을 보여주고 있다. 실제로 두 산업에서의 기술적 기회성을 나타내는 TOD는 매우 높은 것으로 나타나 위 사실을 뒷받침 해주고 있다.

4.3 이중축진자간 역할과 관계

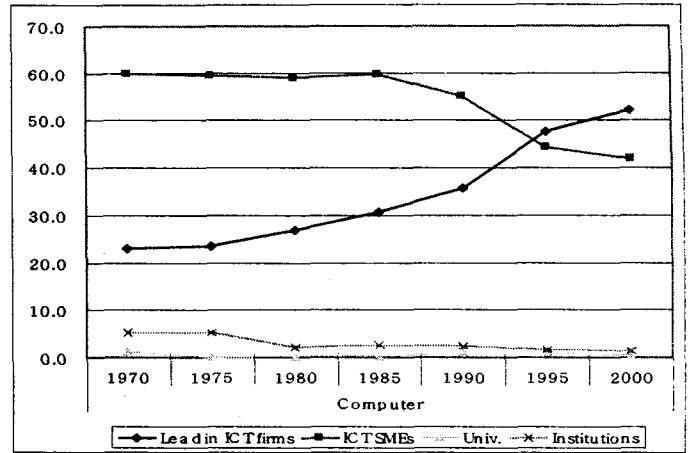
우리는 4.1과 4.2장에서 1970년 이후 ICT산업 내에서 발생하고 있는 기술적 체제 및 기술간 핵심적 연결의 변이를 살펴보았다. 본 장에서는 ICT 각 산업 내 핵심주체인 기업(대기업, 중소기업)을 중심으로 이중축진자의 혁신활동의 패턴과 그들의 역할 및 관계를 살펴봄으로써 ICT산업의 슈페터 혁신패턴의 변화를 살펴보고자 한다.

아래의 그래프는 각 산업에서 활동하는 이중 축진자인 기업(대기업과 중소기업), 대학과 정부기관의 시계열적 혁신 활동 패턴의 변화를 보여주고 있다.

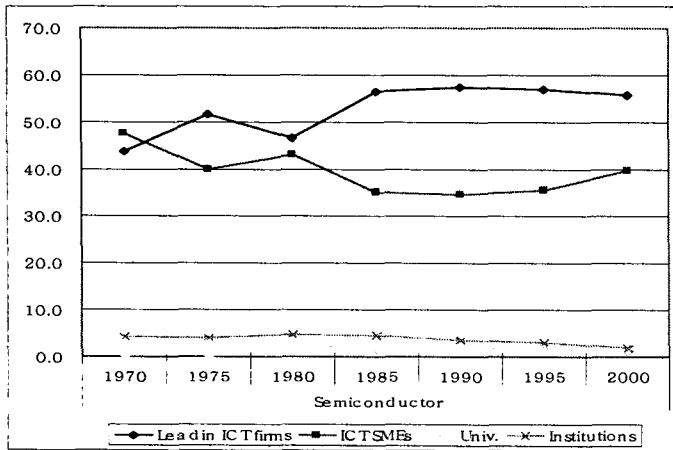
< 통신산업에서의 이중축진자 혁신패턴 >



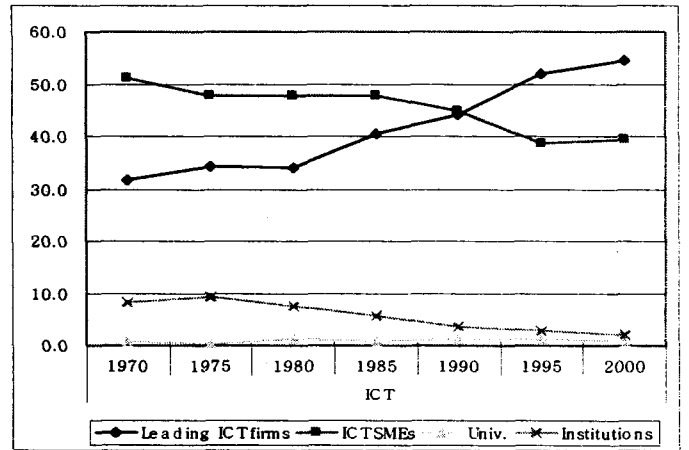
< 컴퓨터산업에서의 이중축진자 혁신패턴 >



< 반도체산업에서의 이중축진자 혁신패턴 >



< 전체 ICT산업에서의 이중축진자 혁신패턴 >



통신산업의 역사적 관점에서 볼 때 산업초기인 1860년대에는 대학 및 정부연구기관이 아닌 기업 주도의 혁신이 발생(전보기술)하였으며, 새로운 기술적 궤적을 형성한 전화기술의 소개로 패러다임의 변이가 발생했음에도 불구하고 기술기반 중소기업의 출현이 미약하였고 오히려 대기업간 경쟁 구도를 강화시켰다. 산업이 발달하면서 차츰 자연 독점 형태의 산업 구조로 인하여 정부의 규제 발생하였으며, 정부 기관과 대기업간 마찰 발생과 더불어 대기업과 중소기업간 경쟁이 심화 되었다. 1970년 이후 디지털 장치(Digital components)의 개발로 통신시장간 경계가 모호해 짐에 따라 정부 주도의 연속된 비 규제 정책이 실행되었다. 이러한 통신시장의 경쟁 환경 변화와 대기업 독점 방지 규제에 따라 대기업 주도의 규제 산업(Regulated market)과 중소기업의 출현이 가속화되었던 비 규제 산업(Non-regulated market)으로 통신 시장이 세분화되기 시작하였다. 특히, 비 규제 산업에서의 기술기반 중소기업과 대기업과의 경쟁이 점차 가시화되었다. 지속적인 비 규제 정책이 이행되었음에도 불구하고 통신 서비스와 운영 분야에서는 아직까지도 규제가 가장 심한 산업 중 하나로 인식되어왔다. 일반적인 관점에서 볼 때 규제가 심한 산업에서는 비 경쟁적 환경에 의해 급속한 기술적 진보를 예상할 수 없다. 그럼에도 불구하고 통신 산업은 통신 시스템, 서비스, 컴포넌트, 장비와

같은 기존 혁신이론으로 설명이 어려운 많은 혁신적 제품을 성공적으로 상업화하였다.

통신산업에서 발생하고 있는 일련의 혁신 창출의 주요 원동력과 이를 조정, 관리하는 역량을 제공하는 새로운 혁신체제³가 대두되고 있다. 통신 산업의 주요 연구 기관과 대기업 중심으로 ITU, NORDTEL과 CEPT와 같은 국제 표준화 기구를 구성함으로써 공동 R&D 활동, 공동 지식 창출과 공유를 통해 국제 표준화 활동을 주도하고 있다. 통신산업에서의 많은 혁신들은 이들간 유기적 네트워크와 국제기관의 활발한 상호작용의 결과물이다. 따라서, 통신 산업은 대기업중심의 국제적 협력 속에서 기업간 치열한 경쟁적 산업 구조를 형성하고 있다. 위 그림에서 알 수 있듯이, 1970에서 1990년 사이 연속된 비 규제 정책으로 인해 중소기업의 혁신활동이 활발하게 진행되었음을 발견 할 수 있으며, 그 이후 대기업 주도의 혁신체제 구축으로 인하여 이들의 역할의 중요성이 더욱 강조되고 있음을 알 수 있다. 이를 통해 발견할 수 있는 사실은 통신시장에서의 슈퍼 혁신패턴은 다수의 중소기업 주도의 Mark 1에서 안정된 소수 대기업 중심의 Mark 2로의 변이가 발생함을 유추할 수 있다.

컴퓨터 산업은 산업 초기(1940년대) 수요의 주체였던 군대를 중심으로 기술이 발달하였으며, 대학과 정부 연구 기관의 유기적 관계 속에서 기술 발달이 진행되었다. 기술적 불확실성에 의해 다수의 기술집약적 기업이 출현하게 되었는데, 차츰 정부의 기술개발 참여와 대학의 활발한 지식 창출로 인하여 기술적 불확실성 감소하였고 1960년 이후 새로운 기술적 궤적을 형성할 수 있었던 기초 설계 기술과 지배적 제품(Mainframe)의 출현으로 대기업 주도의 산업 발달 속에서 대기업의 적대적 M&A 전략으로 중소기업과의 경쟁이 심화되기 시작하였다. 대기업의 독점적 위치 속에서 기술기반 중소기업은 대기업 제품과 호환성을 갖춘 제품 출시로 대기업과의 협업이 증가하였으며 중소기업과의 경쟁이 심화되었다. 기존 메인프레임의 기술적 패라다임에서 새로운 틈새시장(Mini, Micro, Super)창출과 더불어 분산컴퓨팅의 출현으로 각 시스템간 호환성을 갖춘 오픈 플랫폼(Open platform)의 중요성이 증가하였고 기업간 서비스 표준을 위한 협업이 증가하게 되었다. 이러한 새로운 경쟁 환경은 수직적 통합 구조를 갖춘 기존 대기업의 붕괴(disintegration)를 촉발시켰으나 지속적인 기술혁신으로 인한 제품 성능향상에도 불구하고 규모의 경제, 학습효과와 효율적인 유통채널 확보에 의해 가격 경쟁 산업구조를 형성하기 시작하였다. 위에서 언급한 오픈 플랫폼이라는 새로운 패라다임의 출현은 기존 시장구조를 변화시킴으로서 기술중심의 중소기업에게 새로운 기술적 기회를 제공할 수 있을 거란 예측이 가능하지만, 본 연구 결과에서는 중소기업의 혁신활동 증가의 징후는 발견할 수 없었다. 하지만, 이러한 컴퓨터 산업의 기술적 환경의 변화는 분명 기존 대기업에게 위협적인 존재이며, 대기업의 환경 적응능력에 있어서 많은 변화를 요구할 것이다. 결론적으로 위 도표가 설명하듯이, 컴퓨터 주도기업의 혁신활동은 1970년 이후 발생한 지배적 제품(메인 프레임)과 그 기술적 궤적을 타고 급격히 상승하는 추세를 보여주고 있으며 새로운 대체 기술 및 제품개발에도 불구하고 컴퓨터 시장에서의 규모의 경제, 학습 효과와 효율적인 유통채널을 구축한 대기업의 혁신활동이 1995년을 기점으로 중소기업의 혁신활동을 능가하는 것으로 나타났다. 따라서, 컴퓨터 산업은 통신산업과 마찬가지로 슈퍼 혁신패턴이 Mark 1에서 Mark 2로 변이가 발생하고 있음을 보여주고 있다.

본 연구 결과로 비추어 볼 때, ICT 전체 산업에서 슈퍼 혁신 패턴은 중소기업 중심의 Mark 1에서 대기업 주도의 Mark 2 변화를 명확하게 보여주고 있다.

³ Krasner(1985)는 기술의 미래 발전에 영향을 미치는 이중 촉진자의 기대와 행동을 형성하는 원칙, 규범, 이념, 규칙과 의사결정 절차라 규정하고 있다.

5. 결론

본 연구는 특허 분석을 이용하여 주로 기술적 체제(TR), 핵심연결과 슈퍼 혁신패턴의 변화를 통해 ICT산업의 역동성을 증명하고자 하였다. 본 연구의 결과를 통해 알 수 있었던 사실은 지난 30년간 모든 산업의 기술 체제와 기술간 핵심연결성에 있어서 변화가 있으며, 특히 반도체 산업의 기술적 기회성, 축적성, 전유성이 타 산업에 비교하여 월등히 높아지고 있음을 발견하였고 이러한 반도체 산업 내 기술적 변화는 반도체 기업이 높은 기술적 기회를 가지고 타 산업으로 시장진입을 용이하게 해 줄 수 있음을 보여줄 뿐만 아니라, 높은 전유성과 축적성으로 자기 시장을 효과적으로 방어하고 있음을 알 수 있었다. 또한, 컴퓨터와 반도체 산업 기술간 핵심연결이 시계열적으로 강해짐에 따라 두 산업 내 기술간 상호 의존성 및 연결성이 증가하여 두 산업의 기술적 특징을 설명하는데 기술간 호환성과 의존성이 중요한 변수가 되었음을 알 수 있었다.

통신산업에서 기업을 위주로 기관, 대학이 공동 참여하는 국제적 공동 연구개발, 지식창출 및 공유, 국제 표준화 활동을 위한 국제적 기구 구성과 같은 새로운 혁신 패러다임이 급속한 기술개발과 혁신 확산을 설명하는 주요 변수로 떠오르면서 각 산업의 이종 촉진자간 역할과 관계는 더욱 복잡해지고 있으며, 컴퓨터 산업의 경우 분산 컴퓨터와 호환성을 갖춘 이종 시스템에서 운영이 가능한 공개 플랫폼(open platform)의 새로운 패러다임의 출현으로 인하여 협업 속에서의 기업간 경쟁이라는 게임의 법칙을 발견 할 수 있었다.

결론적으로 본 연구의 결과는 ICT 산업 전반에 걸쳐 슈퍼 혁신패턴의 변이를 규명할 수 있었으며, 각 산업에서의 지배적 제품이 출현함에 따라, 학습프로세스 효과 및 시장 진입장벽은 기존 대기업의 역량을 강화시켜 전체 산업적 진화를 주도하고 있음을 발견할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] Pavitt, K.(1984), 'Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory', *Research Policy*, v.13, pp.343-373.
- [2] Edquist, C.(1997), Sectoral innovation system : Systems of Innovation Approaches, Chapter 1, in *Systems of Innovation*
- [3] Malerba, F(1998), 'Sectoral system in Europe – Innovation, competitiveness and Growth', ESSY working Paper No. 1, University of Bocconi, Italy
- [4] Breschi, S and F. Malerba,(1997), 'Sectoral Innovation Systems : Technological regimes, Schumpeterian dynamics, and spatial boundaries', Chapter 6, in *Systems of Innovation*
- [5] Duysters,G and J. Hagedoorn (1997), 'Technological convergence in the IT industry : the role of strategic technology alliance and technological competencies', MERIT working paper, Maastricht, Netherlands
- [6] Malerba, F, and L. Orsenigo (1996), 'Schumpeterian patterns of innovation are technology-specific', *Research Policy*, Volume 25, Issue 2, PP451-478
- [7] Breschi, S. F. Malerba and L. Orsenigo(2000), 'Technological Regimes and Schumpeterian patterns of innovation', *Economic Journal* Vol. 110, pp.388-410
- [8] Patel, P and K Pavitt (1995), 'Patterns of technological activity: their measurement and interpretation.' In: P. Stoneman (ed), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*; Oxford: Blackwell, pp. 14-51.

- [9] Yoffie, D.(1997), 'Introduction : CHES and competing in the age of digital convergence', Chapter 1, in *Competing in the age of Digital Convergence*, HBS Press .”
- [10] Duysters,G (1995), 'Technological convergence : An empirical analysis', Chapter, 6, in *The evolution of Complex Industrial Systems.*”
- [11] Malerba, F(2002), 'Sectoral systems of innovation and production.’, *Research Policy*, Volume 31, Issue 2, February, Pages 247-264
- [12] Tarmo Kalvet, Tarmo Pihl, Maret Tiits,(2002), “Analysis of the Estonian ICT Sector Innovation Systems : Executive Summary” *Estonian eVikings*
- [13] Abernathy, W. and Utterback, J (1978), 'Patterns of industrial innovation,' *Technology Review*
- [14] Giovanni Dosi,(1982), 'Technological paradigms and technological trajectories,' *Research Policy*, 11, Pages 147-162
- [15] Pavitt, K.(1988), 'Uses and Abuses of Patent Statistics', in A.F.J. van Raan, *Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology*, Elsevier, Amsterdam.

<Abstract>

The transformation of sector systems in ICT, a prominent character in sector systems, has been paid much attention in innovation theory since Information technologies and technological environment have rapidly changed. In this context, we employ US patent data and proxy variables, measuring the basic elements for analyzing SIS and its technological characteristics in order to explore how SIS is transformed. By utilizing patent analysis, it is demonstrated that technological regimes, key links and Schumpeterian patterns of innovation have transformed drastically over last 3 decades in overall ICT sector. Consequently, our research shows clear evidence that Schumpeterian patterns of innovation have shifted from Mark I to Mark II in ICT. Our study provides a glimpse picture of dynamics of SIS since 1970 in the technological level by utilizing patent analysis.