

# 정보통신기술 네트워크에서의 기술역할 분석

A study on the role of technology on  
ICT(information and communication technology) network

신 준석, 이 욱, 박 용태  
(서울대학교 산업공학과)

## Abstract

ICT(information and communication technology) has played a pivotal role in the world economy, and the outlook for ICT has improved markedly. One of the noticeable characteristics in the ICT sector is the global rationalization of its technology and service. Specialization on the specific ICT capability is a pressing problem for many countries. Along the line of classical innovation cluster and network studies, this paper suggests a way to find and analyze the role of core technologies on the ICT network. First, technology network is constructed by using patent citation data from USPTO. Then, a couple of cluster is generated by K-means clustering technique. Finally, brokerage analysis is applied to manifest the role of principal technologies. The network visualization and some stylized facts on dynamics are briefly given altogether. Based on the role and relationship of technologies across clusters, it is expected that this research could contribute to the ICT cluster formation and the vision-making for ICT specialization at the viewpoint of technology policy.

## I. 서론

닷컴(dotcom) 거품의 붕괴, ICT 제조업의 성장둔화와 세계경제의 전반적인 침체 속에서도 정보통신기술은 지난 10여 년간 세계 경제성장의 주요한 동력이었다(OECD, 2004). 2001년 기준으로 ICT 분야는 OECD 민간부문 GDP의 10%, 고용의 6%를 차지했으며 그 성장률은 연평균 4%에 이르렀다(OECD, 2001b). 특히 연구개발 부문에서는 민간 연구개발비용의 1/4, 특허출원의 1/5 가까이를 차지하면서 선도적 역할을 담당했다. 2001년과 2002년의 경기하강기 동안 ICT 기업들은 전반적인 수익성 악화의 문제에 부딪혔으나 미국의 주도하에 투자가 확대되면서 2003년부터는 빠른 회복세를 보이고 있다. 주목할 만한 것은 한국과 중국을 축으로 한 아시아 국가들이 차지하는 비중이 이 시기를 전후해서 크게 늘어났다는 것이다. 미국, 일본, 유럽연합의 ICT 제품 및 서비스 시장점유율은 1990년에 80%를 넘었으나 2002년에는 2/3이하로 떨어졌으며 그 감소폭의 대부분을 아시아 국가가 차지하고 있다. 한국, 중국, 인도는 ICT 산업에서 빠른 성장을 보이고 있는 대표적 아시아 국가들이다.

이러한 변화의 원인으로 지적되고 있는 것이 ICT 기술 및 서비스 생산의 국제적 분업이다. 각 국가들은 특정 제품과 서비스에 전문화하는 경향을 보이고 있으며 지속적으로 증가하는 ICT 제품 무역량과 해외이전 및 외주(offshoring & sourcing)의 증가는 이를 뒷받침한다. 전문화(specialization)가 기술적 관련성에 기반해 이루어진다고 할 때 국가 수준에서의 성공적인 전문화를 위해서는 ICT 기술들이 상호간에 어떤 관계를 맺고 있는지를 파악할 필요가 있다. 관련도가 낮은 기술에 대한 정책적 투자나 민간기업의 진출은 비효율적 투자로 인한 해당 국가 ICT 산업의 국가 경쟁력을 약화시킬뿐 아니라 세계적 분업 측면에서도 바람직하지 못하다.

기존의 혁신 클러스터(innovation cluster) 연구들은 이러한 국가별로 상이한 ICT 산업의 발전과정과 형태를 실증적으로 다루고 있다. Lukkainen(2001)을 비롯한 많은 학자들이 지리적으로 밀집한 ICT 클러스터의 특징과 기술혁신의 양상들을 다양한 국가에 걸쳐 연구했다. 그 결과 영국, 핀란드, 미국 등의 ICT 클러스터는 모두 상이한 기술구성과 지식기반(knowledge base)을 가지는 것으로 나타났다(OECD, 2001a). 기술적, 제도적, 문화적 결정요인들에 대한 연구도 이루어졌지만 그 인과관계의 양상과 정도는 국가별로 매우 다르게 나타났다. 한편 국가혁신체제(national innovation system)와 클러스터를 비롯한 시스템적 관점의 혁신이론들에서 네트워킹(networking)의 중요성이 점차 강조되면서 ICT 기술/ 지식 네트워크를 구축하고 네트워크 이론으로 이를 분석하려는 연구가 많아졌다(OECD, 2002). 그러나 대부분이 클러스터간, 개별 기술간 흐름의 강도(intensity)나 밀도에 주목했기 때문에 국가별로 네트워크 상에서 중요한 기술들을 파악하는 데 그치고 말았다. 즉, ICT 기술들의 네트워크는 구성되었지만 기술혁신에 있어서의 개별 기술의 역할과 상호관계에 대한 분석은 아직 낮은 수준에 머무르고 있으며 기존 클러스터 연구와의 연계도 충분치 못하다.

본 연구는 기존 연구의 이러한 단점들을 극복하기 위해 ICT 기술들의 네트워크 상에서의 관계와 역할, 동적 특성을 클러스터와 연계해 분석하는 방법을 제시하는

것을 목적으로 한다. 기술 네트워크 구성은 미국특허청(USPTO)의 특허인용자료를 이용했다. 규모 측면에서 가장 세계적 ICT 기술의 풀(pool)에 근접해 있다고 볼 수 있기 때문이다. 이 연구는 클러스터내, 클러스터간에서 주요한 역할을 하는 ICT 기술들을 파악해 각 국가의 ICT 클러스터 전문화 및 방향성 확립에 정책적 시사점을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

## II. 배경이론

### 2.1 기술혁신 클러스터(Innovation cluster)

클러스터란 어느 특정 부문에 있어서 지리적인 근접성을 지닌 부가가치를 창출하는 생산 사슬에 연계된 독립성이 강한 기업들과 지식 생산자(대학, 연구기관, 지식 제공기업 등), 서비스 중개자(지식 사업 서비스, 컨설턴트 등), 그리고 지식 사용자의 네트워크로 정의할 수 있다(OECD, 1999a). 일반적으로 클러스터는 집적 수준에 따라 국가차원(macro level), 산업 차원(meso level), 기업 차원(micro level)으로 분류되며, 지식 활동의 특성에 따라 자기 창출형(self creating), 지식 강화형(knowledge intensifying), 지식 흡수형(absorptive), 자족형(self-sufficient) 클러스터로 구분된다(Roelandt and Hertog, 1999). 또한 수행 기능 및 가치 창출 형태에 따라 연구개발 클러스터, 생산 클러스터, 판매 및 서비스 클러스터 그리고 혁신 클러스터로 분류될 수 있다.

클러스터에 관한 연구는 오랜 시간에 걸쳐 수행되어 왔으며 특히 1995년 이후 국가 경쟁력 강화와 지속적 성장의 측면에서 개별 국가 또는 지역의 클러스터의 개발, 육성 및 활용의 중요성에 대한 인식이 OECD 국가들 사이에서 점차 확산되어 감에 따라, 집합적 부(collective fortunes) 및 지식 창출의 메커니즘의 이해를 위한 클러스터 분석이 다양하게 추진되었다(OECD, 1999a; 2000b; 2001a). 이러한 클러스터 분석은 각 클러스터가 속한 경제 체제나 규모, 전문성 등의 특성에 따라, 정량적 방법, 정성적 방법, 혼합적 방법 그리고 유형화에 의한 분석이 이루어졌으며, 클러스터가 지닌 가치 및 역할 분석을 위해 다양한 분석 방법이 시도되고 있다.

다양한 클러스터에 관한 연구 중 최근 기술혁신이 경제 성장의 핵심 요인으로 대두됨에 따라 가치 사슬에서 전반적인 기능을 혼합하여 수행하는 혁신 클러스터에 관한 연구가 주목 받고 있다. 혁신 클러스터는 Porter의 모형을 중심으로 경제 지리학적 논의를 포괄적으로 수용하면서 형성된 개념으로, 미래 경쟁력을 위한 혁신 수행과 지식 이전 메커니즘의 창출 그리고 기술 혁신 정책 수립에 있어서의 핵심 연구 분야이다(OECD, 1999b). 혁신 클러스터는 지속적인 경쟁, 지식의 공유 및 창출 및 체계적인 제도적 환경 구축을 통하여 역동적으로 발전, 진화하며, 개별 클러스터가 속한 경제적, 제도적 특성, 규모, 연계 수준, 연구 개발, 혁신 제품 비중 등의 관점에서 각 클러스터간의 이질적인 차이가 나타난다. 또한 혁신 클러스터는 모든 산업 수준을 토대로 형성될 수 있으며, 기술 지식 이외의 지식이 클러스터 형

성에 큰 영향을 끼친다. 그리고 지식 원천에 따라 혁신 클러스터의 지리적 범위를 다양하게 정의할 수 있다(OECD, 2001a). 혁신 클러스터의 분류 및 분석 방법에는 투입산출(input-output) 분석, 기술혁신 상호 작용 행렬(innovation interaction matrices), 그래프(graph) 분석, 상응(correspondence)분석, 사례(case study) 분석이 있으며 상호간의 한계를 보완하기 위하여 여러 가지 방법을 조합하여 사용한다(Roelandt and Hertog, 1999). 이러한 혁신 클러스터 및 그 분석 방법에 대한 연구는 OECD 국가들을 중심으로 국가 미래 경쟁력 강화와 고부가가치 산업 창출 및 핵심 역량 개발이라는 측면에서 다양하게 진행되고 있으며, 최근 혁신 클러스터로서 정보통신기술(ICT) 클러스터의 역할과 특성을 분석하고자 하는 다양한 연구가 주목 받고 있다(Paija, 2001; Peneder, 2001).

## 2.2 네트워크 분석기반 접근방법 (Network-based approach)

기술혁신 네트워크는 단순한 주체들간의 상호관계의 배열이 아닌 지식 혹은 기술의 창출 및 확산, 사용을 위한 혁신 주체들의 구체화된 상호작용 구조를 의미한다(Carlsson and Stankiewicz, 1991). 네트워크에 기반한 기술혁신 연구는 특정 네트워크 상에서 각 혁신 주체들간의 지식 흐름 및 협력관계를 정량적으로 정의(mapping)한 후 분석하는 것을 기본으로 한다. 혁신주체 관점에서 가장 자주 다루어지는 것은 대학 및 연구기관으로 대표되는 과학시스템과 산업간, 산업 상호간, 국내 혁신주체와 해외 혁신주체간의 네트워크다. 주체간의 흐름을 무엇으로 측정하느냐에 따라 다시 연구들을 분류할 수 있다. 일반적으로 인력의 이동(human resource mobility), 특허인용(patent citation), 무역(trade), 입출력관계(I/O table) 등이 가장 자주 이용된다. 산업분석이 주축을 이루는 이유는 두 가지이다. 첫째, 국제적인 표준 분류체계가 성립되어 있으며 둘째, 네트워크의 규모가 적정수준에서 통제될 수 있기 때문이다. 반면 기술의 경우에는 분류체계가 국가마다 상이하고 표준적 분류체계가 없기 때문에 국제비교가 상대적으로 어렵다. 측정방법 중 특허(patent)는 이러한 측면에서 기술 네트워크의 구성과 국제비교에 유리하다. 국제특허코드(international patent code)에 기반한 정보통신기술 분류가 최근 OECD에 의해 도입되었을 뿐 아니라 각국의 특허분류와 국제특허코드의 호환성이 상당히 높기 때문이다.

특허는 연구개발 활동의 대표적인 산출물로서 특허 자체가 가지는 가치 이외에도 산업 및 기술 분석에 있어 기술간 지식흐름의 대용 지표로서 자주 활용되어 왔다(Tijssen, 2001). 특히 특허 인용은 이미 출원된 특정 특허가 추후에 출원된 특허나 비특허 문헌들에 의해 참조된 횟수를 의미하는 것으로서, 특허 출원된 발명의 기술적인 영향력을 측정하는 지표로 사용될 수 있다(Karki, 1997). 즉, 피인용 횟수가 많은 특허일수록 그 특허가 지닌 기술적 가치가 높다고 평가할 수 있다. 따라서 인용한 특허(citing patents)와 인용된 특허(cited patents) 사이의 관계를 살펴봄으로써 다양한 정보를 도출하고 분석하는 서지적 방법(bibliometric)인 특허 인용 분석은 경쟁력 있는 기술 활동을 탐색하고, 기술 지식을 맵핑하는 데 유용하

게 사용될 수 있으며(Engelsman, 1994), 또한 기술 수명 주기(Technological Cycle Time; TCT)나 특허의 강도(patent strength) 등과 같은 지표를 산출하는데 폭 넓게 활용되고 있다. 이외에도 특허 인용 분석은 기술 지식의 확산에 따른 혁신의 유발 현상을 정량적으로 살펴보기 위한 비체화 지식 흐름의 패턴 분석에도 사용되고 있다. 특히 명백한 비체화 지식 흐름인 특허 인용관계를 이용하여 지식 흐름을 기술 흐름 행렬로 변환한 뒤(Scherer, 1981), 국가 혹은 산업간 R&D 파급효과를 분석하는 연구가 주목 받고 있다(Jaffe, 1998; Jaffe and Tranjtenberg, 1999; Hu and Jaffe, 2001, 2003).

### III. 연구방법론

#### 3.1 기술간 지식흐름과 가

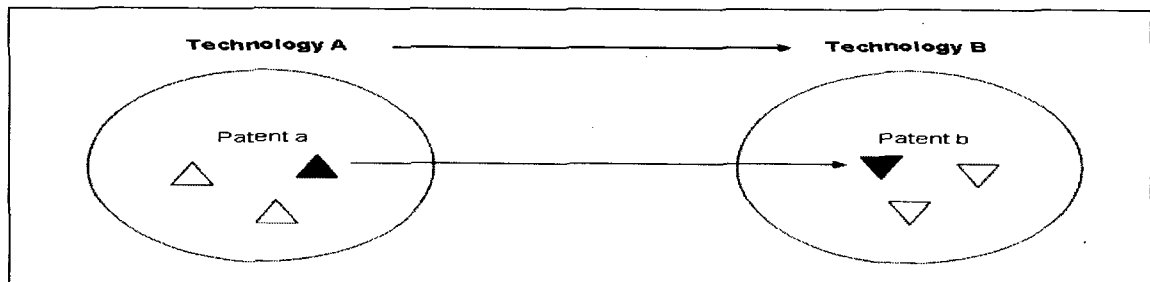
본 연구에서는 비체화 지식흐름인 특허 인용 정보를 활용하여 기술 네트워크를 구축하고, 클러스터를 구분함으로써 비체화 기술지식 흐름의 양상을 정량적으로 파악하는데 초점을 두고 있다. 이를 위하여 본 연구에서는 다음과 같은 세 가지 가정을 하였다.

첫째, 특허 인용 관계에서 나타난 기술 지식흐름은 각 특허가 속한 기술간의 지식 연계에 대응된다.

둘째, 특허 인용의 빈도수는 기술간 지식흐름의 양에 비례한다.

셋째, 기술간 지식흐름의 양이 일정 수준(cut-off value)을 넘으면 각 기술간에는 지식흐름의 밀접한 연계 구조가 존재한다.

위의 가정을 토대로, 본 연구에서는 특허 인용 관계를 토대로 기술간 지식 연계 구조를 도출하고, 기술간 특허 인용의 빈도수를 클러스터링에서 유사성(similarity)의 척도로 간주하였다. 즉, 기술간 특허 인용이 빈번한 기술들을 지식 연계가 높은 것으로 판단하여 같은 클러스터로 분류하였다. [그림 3-1]은 위에서 제시한 관계를 도시한 것으로써, 기술간 지식 흐름은 각 기술에 속한 특허 인용관계의 집합으로 나타난다.



[그림 3-1] 특허 인용관계를 토대로 한 기술간 지식 연계

### 3.2 중개 분석(Brokerage analysis)

본 연구에서는 각 기술 클러스터간 지식 연계에 있어 핵심 역할을 수행하는 주요 기술을 파악하기 위하여 네트워크 분석 방법의 일종인 중개 분석을 적용하였다. Gould와 Fernandez(1989)에 의해 제시된 중개 분석은 네트워크 상의 각 클러스터간의 지식 흐름에 있어서 개별 기술들의 중개 역할의 특성과 그 정도를 분석해 주는 기법으로 주로 사회과학 분야에서 자주 사용되고 있다.

중개 분석에서 중개는 최소한 세 가지 노드가 연결되어있을 경우에만 성립하며 지식 흐름의 방향에 따라 각자 Source 노드, Broker 노드, Destination 노드로 분류된다. 예를 들어 A, B, C 노드 순서로 연결되어있을 경우(A→ B→ C), A는 Source 노드, C는 Destination 노드가 되며 B는 Broker로서 A 노드의 정보를 C 노드로 전달해 주는 역할을 한다. 이 때, Gould와 Fernandez는 A, B, C 노드가 네트워크 상에서 각각 어떠한 클러스터에 속해 있느냐에 따라 각 개별 노드의 중개 역할을 다음과 같은 5가지로 분류하였다(Borgatti et al, 2002).

- Coordinator - 모든 노드가 같은 클러스터에 소속되어 있음.
- Gatekeeper - Source 노드만 다른 클러스터에 속해 있음
- Representative - Destination 노드만 다른 클러스터에 속해 있음
- Consultant - Broker를 제외한 나머지 두 노드가 같은 클러스터에 속해 있음
- Liaison - 모든 노드가 각기 다른 클러스터에 속해 있음

중개 분석에서는 개별 노드마다 각 중개역할 별로 중개 점수를 계산하여 각 노드의 중개 특성을 제시해준다. 이 때 만약 노드 j가 노드 i와 k의 지식 흐름을 연결해주는 Broker일 경우  $b_j(ik)=1$ , 그렇지 않은 경우  $b_j(ik)=0$  을 갖는다면, 중개점수 ( $B_j$ )는

$$B_j = \sum_{\forall i \neq j} \sum_{\forall k \neq j} b_j(ik)$$

와 같이 계산된다. 이 중개 점수가 높으면 높을수록 그 역할에 대한 비중이 큰 것이며, 만약 Source노드와 Destination 노드 사이에 n개의 Broker가 존재하는 경우, 각 Broker는 1/n의 중개 점수를 얻게 된다.

## IV. 자료

본 연구에서는 분석자료로 미국 특허청에 출원된 특허자료를 바탕으로 미국의 국가 경제 연구소(National Bureau of Economic Research; NBER)가 가공한 특허 인용 자료를 사용하였다. 이 자료는 1975년부터 1999년까지 미국 특허청에 출원된 특허를 대상으로 한 것으로서, 특허의 일련번호와 출원연도, 출원인, 출원인의 유형,

특허분류 코드, 권리청구 항목의 수 등의 일반적 정보를 제공하는 파일과 피인용 특허(cited patent)와 인용 특허(citing patent)의 관계를 정리한 파일로 나누어져 있다. 본 연구에서는 분석을 위해 위의 두 파일을 하나의 파일로 재구성하였으며, 정보통신기술(ICT)이 크게 발달한 시기적 특성을 고려하여 자료의 인용범위를 1990년에서 1999년으로 한정하였다. 또한 정보통신기술의 발전 흐름과 특허 인용 횟수를 고려하여 분석자료를 1990-1995년, 1996-1996년의 두 기간으로 나누어 분석을 실시함으로써, 각 분석에 대한 변화의 추이를 살펴보았다

분석자료로 채택된 특허 인용 정보의 각 특허는 미국 특허 분류(USPC) 코드에 의해 분류되어 있다. 미국 특허 분류(USPC)는 소재, 제품, 기능 등의 기준에 의해 특허를 분류한 것으로서 3자리(3-digit)의 대분류, 6자리의 중분류 및 세부 분류코드로 구성되어 있다. 이 중 본 연구에서는 약 430여 가지의 3자리 대분류를 특허 기술 분류 수준으로 선정하고, 분석 대상인 정보통신기술을 도출하는 데 활용하였다. 그러나 특허 기술 분류 코드에 관한 설명만으로 정보통신기술을 정확하게 분리해내는 데에는 한계가 있기 때문에, 본 연구에서는 보다 정확한 분류를 위하여 OECD가 제시한 정보통신기술 특허 분류표를 활용하였다. OECD의 정보통신기술 특허 분류표는 정보통신기술을 크게 통신(Telecommunications)/ 소비자 전자기술(Consumer electronics)/ 컴퓨터, 사무 기기(Computers, office machinery)/ 기타(Other ICT)로 나누어 분류하고, 각 분야에 소속된 특허를 국제 특허 분류 코드(IPC code)를 사용하여 제시한 것으로서, 자세한 내용은 [부록 1]에서 확인할 수 있다.

OECD가 제시한 IPC 코드를 활용하여 총 430여 가지의 미국 특허 분류로부터 정보통신기술을 추출하였다. 이는 미국 특허 분류(USPC)가 각 코드 별로 상응하는 IPC 코드를 제공하고 있다는 점을 활용한 것으로, 해당 IPC 코드를 포함하는 USPC 코드를 정보통신기술로 간주하였다. 그리고 IPC 코드와 매칭이 안 되는 일부 USPC 코드의 경우에도 정성적인 판단에 의하여 일부 추가하였다. 그 결과, 68개의 정보통신기술 관련 USPC 코드를 도출할 수 있었으며, 이 중 특허 인용관계가 없는 USPC 코드를 제외하고 최종적으로 54개의 정보통신기술을 선정할 수 있었다. 최종적으로 선정된 54개 정보통신기술에 관한 자세한 내용은 [부록 2]에서 확인할 수 있다.

## V. 연구결과

### 5.1 정보통신기술 클러스터 구성

정보통신기술 지식 연계 구조를 명확성을 높이기 위해 군집 분석(cluster analysis)을 실시하였다. 이 때 특허 인용정보를 활용하여 도출된 기술간 지식 연계 구조를 클러스터링의 유사성 척도로 사용하였다. 분석은 크게 2단계로 나누어 계층적 군집 분석으로 적합한 군집의 수를 탐색한 뒤, K-means 알고리즘을 사용하여 클러스터링을 반복 수행하였다. 지식 흡수 측면에서 정보통신기술 클러스터를 도출한 결과는 다음 [표 5-1]과 같다.

[표 5-1] 지식 흡수 측면에서의 정보통신기술 클러스터 (1990~1995년)

클러스터	해당 정보통신기술의 USPC 코드
영상 및 디스플레이 (Image and Display)	178, 345, 346, 347, 348, 349, 352, 353, 358, 359, 360, 369, 382, 385, 386
컴퓨터-데이터 프로세싱 (Computer-Data processing)	341, 377, 380, 463, 700, 701, 702, 704, 705, 706, 708, 713
컴퓨터-하드웨어 (Computer-Hardware)	216, 257, 326, 361, 365, 438, 505, 707, 709, 710, 711, 712, 714
통신 (Telecommunications)	329, 330, 331, 332, 333, 340, 342, 343, 367, 370, 375, 379, 381, 455

클러스터 분석 결과, 지식 흡수 측면에서 정보통신기술은 크게 영상 및 디스플레이(Image and Display), 컴퓨터-데이터 프로세싱(Computer-Data processing), 컴퓨터-하드웨어(Computer-Hardware), 통신(Telecommunication)기술로 분류할 수 있었다. 이 결과는 정성적인 분류결과와 유사한 것으로, 분류된 정보통신기술들은 각 클러스터에 속한 기술들 중 가장 대표성을 지닌 기술 특성을 토대로 명명되었다. 세부적으로 영상 및 디스플레이 기술에 소속된 기술이 가장 많았으며 컴퓨터-데이터 프로세싱 클러스터에 속한 기술의 수가 가장 적었으나 전반적으로 균등한 기술 클러스터가 형성된 것을 확인할 수 있었다.

도출된 지식 흡수 측면에서의 정보통신기술 클러스터를 바탕으로 각 기술 클러스터의 지식 흐름의 특성을 분석하였다. 클러스터의 지식 흐름 특성은 전체 클러스터에 흡수된 지식 흐름의 양과 방출된 지식 흐름의 비율을 토대로 크게 지식 방출형, 지식 흡수형, 지식 매개형으로 구분할 수 있다. 즉, 기술 네트워크에서 특정 기술 클러스터의 방출 측면에서의 총 연계수가 흡수 측면에서의 총 연계 수보다 많은 경우 지식 방출형(지식흡수/지식방출 < 1)으로 간주하고, 그 반대의 경우를 지식 흡수형(지식흡수/지식방출 > 1)으로 판단하였다. 그리고 각 클러스터에 소속된 기술들의 정규화한 매개도(normalized Betweenness)의 총합이 클수록 기술간의 매개 역할이 높은 것으로 가정하고, 이를 지식 매개형 클러스터 분류 기준으로 사용하였다. 이러한 가정에 지식 흡수 측면에서의 정보통신기술 클러스터의 지식 흐름의 특성을 분석한 결과는 다음 [표 5-2]와 같다.

[표 5-2] 정보통신기술 클러스터의 지식 흐름 특성 (지식 흡수 측면, 1990~1995년)

클러스터	지식흡수/지식방출	Σ 매개도	지식흐름 특성
영상 및 디스플레이	1.114	15.855	지식 흡수형
컴퓨터-데이터 프로세싱	0.640	6.126	지식 방출형
컴퓨터-하드웨어	1.000	27.007	지식 매개형
통신	1.108	19.877	지식 흡수형



분석 결과, 컴퓨터-데이터 프로세싱 클러스터가 지식 방출형 클러스터인 반면, 영상 및 디스플레이 클러스터와 통신 기술 클러스터가 지식 흡수형 클러스터로 드러났다. 또한 컴퓨터-하드웨어 클러스터가 정규화한 매개도의 총합이 가장 큰 것으로 볼 때, 이 클러스터는 다른 클러스터에 비해 지식을 매개하는 역할을 수행하는 것으로 보인다. 지식 방출 측면에서 도출된 기술 클러스터는 다음 [표 5-3]과 같다.

[표 5-3] 지식 방출 측면에서의 정보통신기술 클러스터 (1990~1995년)

클러스터	해당 정보통신기술의 USPC 코드
영상 및 디스플레이 (Image and Display)	345, 346, 347, 348, 349, 352, 353, 358, 359, 360, 369, 382, 385, 386, 463
컴퓨터-데이터 프로세싱 (Computer-Data processing)	380, 700, 702, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714
컴퓨터-하드웨어 (Computer-Hardware)	178, 216, 257, 326, 341, 361, 365, 377, 438, 505
통신 (Telecommunications)	329, 330, 331, 332, 333, 340, 342, 343, 367, 370, 375, 379, 381, 455, 701

클러스터 분석 결과, 지식 방출 측면에서의 정보통신기술 클러스터 역시 영상 및 디스플레이(Image and Display), 컴퓨터-데이터 프로세싱(Computer-Data processing), 컴퓨터-하드웨어(Computer-Hardware), 통신(Telecommunication)기술로 분류할 수 있었다. 세부적으로, 영상 및 디스플레이 기술과 통신기술 클러스터는 지식 흡수 측면과 비교하여 구성 기술들의 변화가 거의 없었던 반면, 컴퓨터 관련 기술의 경우, 지식 흡수측면에 비해 데이터 프로세싱 기술과 하드웨어 기술이 더욱 극명하게 구분되는 것을 확인할 수 있었다. 또한 지식 방출 측면에서의 정보통신기술 클러스터의 지식 흐름 특성을 분석한 결과, 영상 및 디스플레이 기술 클러스터가 높은 매개도 값을 바탕으로 한 지식 흡수형 특성을 보이고 있는 반면, 컴퓨터-하드웨어 기술 클러스터가 지식 방출형 특성을 보이고 있었다. 지식 방출 측면에서 각 클러스터별 지식 흐름의 특성은 다음 [표 5-4]와 같다.

[표 5-4] 정보통신기술 클러스터의 지식 흐름 특성 (지식 방출 측면, 1990~1995년)

클러스터	지식흡수/지식방출	$\Sigma$ 매개도	지식흐름 특성
영상 및 디스플레이	1.125	43.767	지식 흡수형, 지식 매개형
컴퓨터-데이터 프로세싱	0.923	20.379	지식 방출형
컴퓨터-하드웨어	0.777	11.762	지식 방출형
통신	1.051	26.633	지식 흡수형

## 5.2 중개 분석(Brokerage analysis)

본 연구에서는 특허 인용 정보를 활용한 기술간 지식 흐름을 토대로 정보통신기술 네트워크 및 클러스터를 도출하였다. 이를 통하여 정보통신기술간 지식 흐름을 시각화하고 각 기술 클러스터 별 특징을 종합적으로 살펴볼 수 있었다. 그러나, 위의 결과는 각 기술간의 지식 연계 구조를 보여줄 뿐, 각 기술이 기술간 혹은 기술 클러스터간 지식 연계에 있어 어떠한 역할을 수행하는 지 구체적으로 파악할 수 없기 때문이다. 이에 본 연구에서는 각 정보통신기술 클러스터 간 기술지식 연계에 있어서 핵심적인 역할을 수행하는 기술을 파악하기 위하여 새롭게 중개 분석(brokerage analysis)을 실시하였다.

중개 분석은 Gould & Fernandez(1989)에 의해 제시된 네트워크 분석 방법의 하나로써, 네트워크 상의 각 클러스터간 연계에 있어 특정 노드가 어떠한 중개 역할을 수행하는지를 정량적으로 분석하는데 사용된다. Gould와 Fernandez는 각 노드를 중개 특성에 따라 크게 Coordinator/ Gatekeeper/ Representative/ Consultant/ Liaison의 5가지로 분류하고, 각 클러스터별로 해당 중개역할을 수행하는 노드를 정량적으로 찾는 방법을 제시하였다. 본 연구에서는 이를 활용하여 정보통신기술 네트워크상에서 각 클러스터간 지식 연계에 핵심 역할을 수행하는 기술을 파악하였다. 다음 [표 5-5]은 정보통신기술 네트워크에서 각 중개특성에 따른 핵심 기술의 역할을 정리한 것이다.

[표 5-5] 정보통신기술 네트워크에서 핵심 기술의 역할

중개 역할	기호	내용
Coordinator	A→ [A]→ A	같은 클러스터 내부의 기술지식을 같은 클러스터 내부의 기술로 전달
Gatekeeper	B→ [A]→ A	다른 클러스터 기술지식을 흡수하여 같은 클러스터 내부의 기술로 전달
Representative	A→ [A]→ B	같은 클러스터 기술지식을 흡수하여 다른 클러스터로 전달
Consultant	B→ [A]→ B	다른 클러스터 내부의 기술지식확산에 중개역할을 수행
Liaison	B→ [A]→ C	다른 클러스터 기술지식을 흡수하여 또 다른 클러스터로 전달

(A, B, C- 클러스터, [ ] - 중개자(broker))

앞 절에서 제시된 지식 흡수 측면에서의 정보통신기술 네트워크와 클러스터 분석 결과를 토대로 지식 흡수 측면에서 정보통신기술 네트워크의 각 클러스터 별 핵심 기술을 중개분석을 활용하여 살펴보았다. 중개분석은 Ucinet 6.0에서 제공하는 brokerage 방법을 사용하였으며, 분석 결과 도출된 각 기술별 정규화되지 않은 중개 점수(un-normalized brokerage scores)와 상대적인 중개 점수(relative brokerage score)를 적절히 활용하여 각 기술 클러스터별 핵심 기술을 도출하였다. 이 때, 정규화되지 않은 중개점수는 각 노드 별 해당 중개 역할의 절대 수를 의미하고, 상대적인 중개점수는 이 절대 수를 주어진 클러스터 크기에 따른 기대값으로 나눈 점수를 나타낸다. 다음 [표 5-6]은 이러한 중개점수의 예시이다.

[표 5-6] 통신기술 클러스터의 중개 분석 결과 (지식 방출, 1990~1995년)

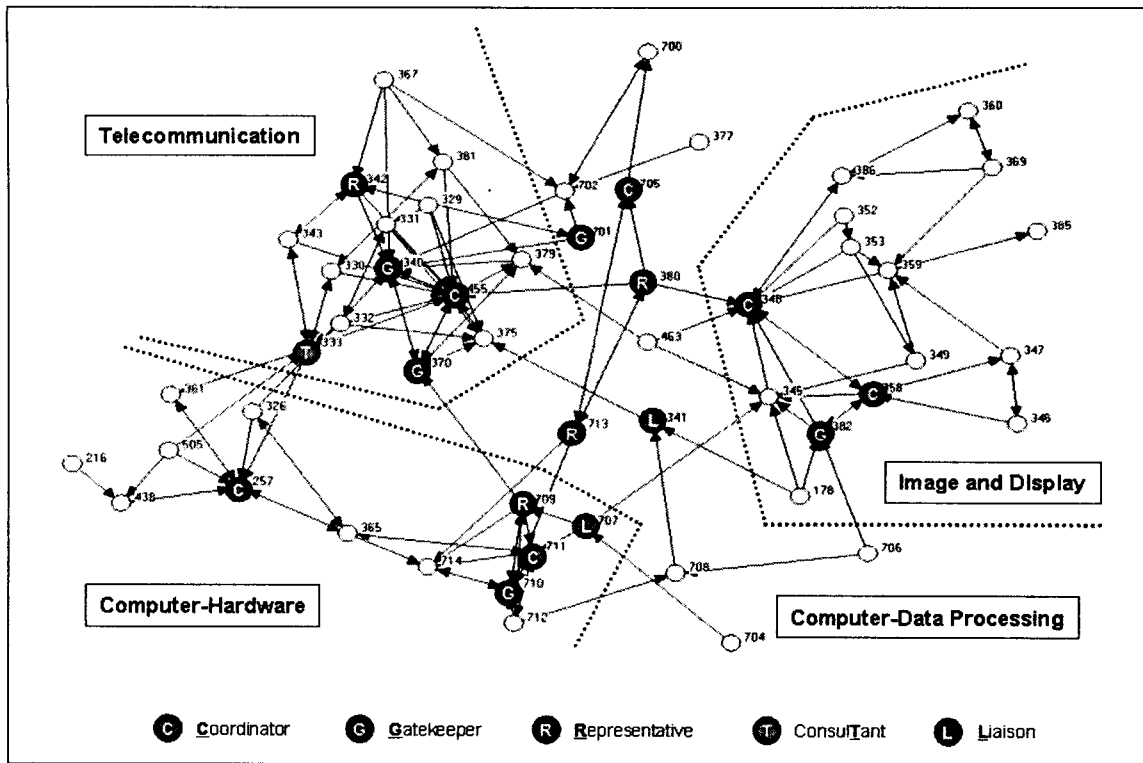
구성 기술	중개 역할					총합
	Coordinator	Gatekeeper	Representative	Consultant	Liaison	
331	1(18.720)	0	0	0	0	1
333	4(5.349)	3(1.163)	6(2.327)	1(0.388)	0	14
340	2(7.488)	3(3.258)	0	0	0	5
370	6(11.232)	4(2.712)	0	0	0	10
455	30(16.518)	4(0.639)	0	0	0	34

( ) - 상대적인 중개점수

[표 5-6]을 통해 통신기술 클러스터의 경우 455(Telecommunications) 기술이 Coordinator 역할을 수행하고, 333(Wave transmission lines and networks) 기술이 Representative와 Consultant 역할을 수행하는 반면 Liaison의 역할을 수행하는 세부 기술은 없는 것으로 드러났다. 그리고 Gatekeeper의 경우 다양한 기술들이 이 역할을 수행하는 것을 확인할 수 있었으나, 타 역할과는 달리 기술간의 두드러진 차이를 살펴볼 수 없었다. 이 경우, 상대적인 중개점수를 고려하여 기술을 선택하였다. 그 결과, 340(Communications: Electrical), 370(Multiplex communications) 기술이 통신기술 클러스터에서 Gatekeeper 역할을 수행하는 것으로 분석되었다. 이와 같은 방법을 활용하여 전체 네트워크에서 각 클러스터별로 핵심 기술을 선정할 결과는 다음 [표 5-7]과 같으며, 이를 도시한 결과는 [그림 5-1]과 같다.

[표 5-7] 정보통신기술 네트워크의 각 클러스터별 핵심기술(지식 흡수, 1990~1995년)

중개역할	정보통신기술 클러스터			
	영상 및 디스플레이	컴퓨터- 이터 프로세싱	컴퓨터- 하드웨어	통신
Coordinator	348, 358	705	711, 257	455
Gatekeeper	382	701	710, 707	340, 370
Representative	n/a	713, 380	709	333
Consultant	n/a	341	n/a	333
Liaison	n/a	n/a	707	n/a

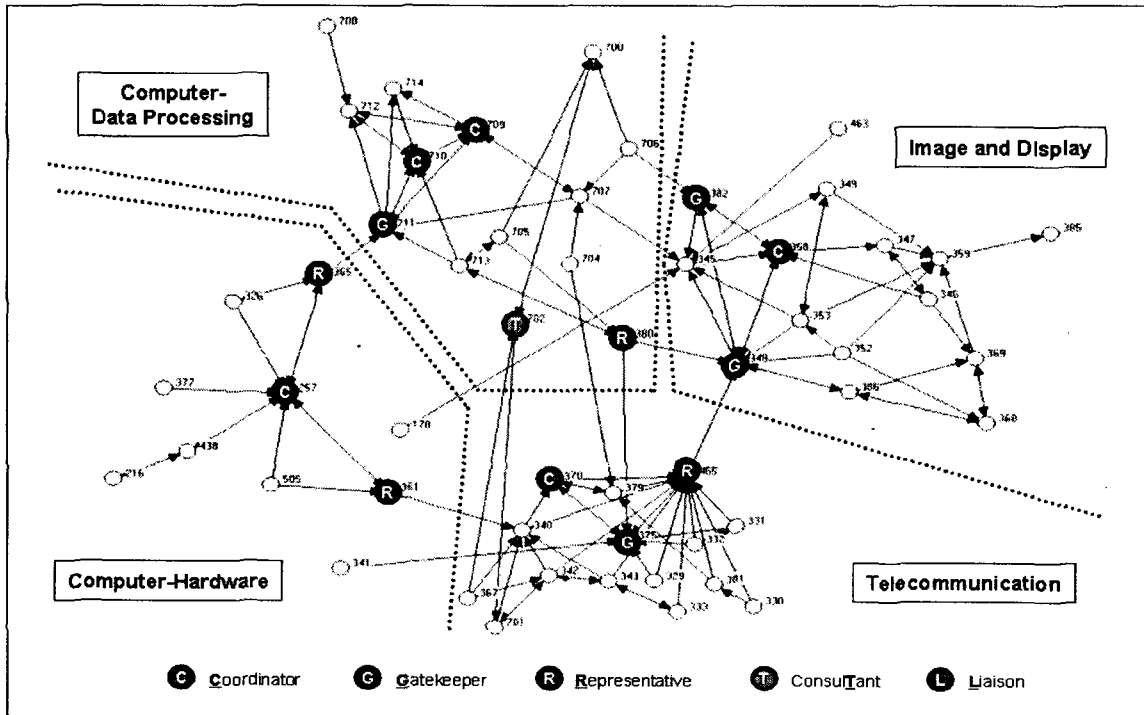


[그림 5-1] 정보통신기술 네트워크의 각 클러스터별 핵심기술(지식 흡수, 1990~1995년)

[표 5-7]에 정리된 결과를 [그림 5-1]을 통하여 살펴볼 경우, 각 기술 클러스터간 지식 연계에 있어서 특정 기술이 어떠한 중개 역할을 수행하는 지 시각적으로 파악할 수 있다. 예를 들어, 영상 및 디스플레이 기술 클러스터에서 348(Television), 358(Facsimile and static presentation processing) 기술은 Coordinator로서, 클러스터 내부에서 다른 기술에게 지식을 연계해주고 있으며, 382(Image analysis) 기술은 컴퓨터-데이터 프로세싱 기술 클러스터의 706(Data processing: artificial intelligence) 기술로부터 지식을 흡수하여 영상 및 디스플레이 기술 클러스터 내로 전파해주는 Gatekeeper 역할을 수행하는 것을 확인할 수 있다. 또한 통신기술 클러스터와 컴퓨터-하드웨어 기술 클러스터 간의 지식 흐름에 있어서 370(Multiplex communications) 기술과 709(Electrical computers and digital processing systems: multi-computer data transferring or plural processor synchronization) 기술이 중요한 가교 역할을 하는 것을 알 수 있다. 즉, 컴퓨터-하드웨어 기술 클러스터의 지식은 Representative인 709 기술을 향하여 통신기술 클러스터로 방출되고, 이를 370 기술이 Gatekeeper로서 흡수하는 역할을 하고 있다. 전체적으로 Coordinator가 가장 많았으며, Consultant와 Liaison의 역할을 수행하는 기술이 상대적으로 적게 나타났다. 지식 흡수 측면과 마찬가지로, 지식 방출 측면의 정보통신기술 네트워크에 대하여 중개분석을 실시하였다. 그 결과, 지식 흡수 측면과 유사하게 다음 [표 5-8], [그림 5-2]와 같은 결과를 얻을 수 있었다.

[표 5-8] 정보통신기술 네트워크의 각 클러스터별 핵심기술(지식 방출, 1990-1995년)

중개역할	정보통신기술 클러스터			
	영상 및 디스플레이	컴퓨터-데이터 프로세싱	컴퓨터-하드웨어	통신
Coordinator	358	709	257	455, 370
Gatekeeper	n/a	380	361	455
Representative	382, 348	711	n/a	375
Consultant	n/a	702	n/a	n/a
Liaison	n/a	n/a	n/a	n/a



[그림 5-2] 정보통신기술 네트워크의 각 클러스터별 핵심기술(지식 방출, 1990-1995년)

[그림 5-2]를 토대로 지식 방출 측면에서 각 클러스터별 핵심 기술을 좀 더 명확하게 살펴볼 수 있다. 먼저, 통신기술 클러스터의 455(Telecommunications) 기술과 컴퓨터-데이터 프로세싱 클러스터의 380(Cryptography) 기술은 각 클러스터의 내부 지식을 영상 및 디스플레이 기술 클러스터로 방출하는 Representative역할을 수행하고 있다. 이 때, 영상 및 디스플레이 기술 클러스터의 348(Television) 기술은 Gatekeeper로서 이들 지식을 흡수하는 관문역할을 수행한다. 그리고 컴퓨터-데이터 프로세싱 클러스터의 702(Data processing: measuring, calibrating, or testing) 기술은 통신기술 클러스터의 367(Communications, electrical: Acoustic wave systems and devices) 기술과 701(Data processing: vehicles, navigation, and relative location) 기술 사이의 지식 전달을 중개하는 Consultant역할을 수행한다. 그러나 지식 흡수 측면과는 달리 Liaison역할을 수행하는 기술은 어떤 클러스터에서도 나타나지 않았다. 전체적으로 각 클러스터 내에서 핵심 기술의 역할은 지식 흡수 측면과 비교할 때 별다른 차이를 보이지 않았으나, 지식 흡수 측면과 방출 측

면에서 연계의 방향성이 정반대인 특성으로 인하여 지식 흡수 측면에서 Gatekeeper 역할을 수행하는 기술이 지식 방출 측면에서는 Representative의 역할을 수행하는 것을 확인할 수 있었다.

### 5.3 동적 분석

앞 절에서 제시된 방법론을 토대로, 정보통신기술 네트워크와 클러스터의 구조 및 특성 변화, 그리고 각 기술 클러스터 내의 핵심 기술의 변화 추이를 살펴보기 위하여 동적 분석을 실시하였다. 동적 분석은 특허 인용의 절대 수와 정보통신기술 발전 양상을 고려하여 기간을 1990~1995년(기간 1)과 1996~1999년(기간 2)으로 나누어 실시했으며, 지식 흐름의 방향성을 고려하여 지식 흡수 측면과 방출 측면으로 구분하여 분석하였다.

정보통신기술 클러스터의 기간별 구성 기술의 변화를 살펴보기 위하여 동적 분석을 실시하였다. 이 때 비교의 용이성을 위하여 기간 2에 대해서도 4개의 군집으로 분류하였으며, 각 군집에 대하여 기간 1과 같은 명칭을 부여하였다. 클러스터에 대한 동적 분석은 지식 흡수 측면과 방출 측면으로 나누어 실시하였으며 기간 2에 대한 클러스터링 결과는 다음 [표 5-9]와 같다.

[표 5-9] 정보통신기술 클러스터 (1996~1999년)

지식 흐름	클러스터별 구성 기술의 USPC 코드			
	영상 및 디스플레이	컴퓨터-데이터 프로세싱	컴퓨터-하드웨어	통신
지식 흡수	178, 341, 345, 348, 358, 382, 386, 463, 700, 702, 704, 706, 707	326, 365, 377, 380, 705, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714	216, 257, 346, 347, 349, 352, 353, 359, 360, 361, 369, 385, 438, 505	329, 330, 331, 332, 333, 340, 342, 343, 367, 370, 375, 379, 381, 455, 701
지식 방출	178, 341, 345, 346, 347, 348, 349, 352, 353, 358, 359, 382, 385, 463	380, 700, 702, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714	216, 257, 326, 360, 361, 365, 369, 377, 386, 438, 505	329, 330, 331, 332, 333, 340, 342, 343, 367, 370, 375, 379, 381, 455, 701

기간 2에 대하여 정보통신기술 클러스터를 도출한 결과, 기간 1과 마찬가지로 지식 방출 측면이 흡수 측면보다 비교적 명확하게 정보통신기술이 분류되는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 [표 5-10]의 결과를 이전과 비교한 결과, 지식흐름의 두 측면 모두에서 통신 기술 클러스터에 소속된 기술들의 변화가 거의 없는 반면, 시간이 지날수록 컴퓨터 관련기술(하드웨어, 데이터 프로세싱)과 영상 및 디스플레이 기술과의 혼재가 두드러지게 나타나고 있었다. 전반적으로 통신 기술을 제외한 나

머지 기술 클러스터 간의 구분이 불분명해지고 있었으며, 지식 방출 측면이 흡수 측면보다 클러스터간 소속 기술 변화가 적게 나타났다. 이러한 결과는 정보통신기술간 지식 연계 양상의 다양성과 복합성을 나타내는 것으로, 최근 기술 융합의 흐름을 반영한 것이라 할 수 있다.

다음으로, 동적 분석을 통하여 각 클러스터의 기간별 지식 흐름의 특성 변화를 살펴보았다. 그 결과, 지식 흡수 측면에서는 기간 1과 마찬가지로 기간 2에서도 영상 및 디스플레이 클러스터가 지식 흡수형, 컴퓨터-데이터 프로세싱 클러스터가 지식 방출형으로 분석되었다. 또한 클러스터간 기술 지식 매개의 역할이 컴퓨터-하드웨어에서 컴퓨터-데이터 프로세싱 클러스터로 옮겨 간 것을 확인할 수 있었다. 반면 지식 방출 측면에 있어서는 기간 1에서 지식 흡수형 특성을 보이던 영상 및 디스플레이 클러스터가 기간 2에서는 지식 방출형 특성으로 변화했으며, 지식 방출형이었던 컴퓨터-하드웨어가 지식 흡수형 클러스터로 변화하였다. 또한 지식 흡수 측면과 마찬가지로 지식 방출 측면에서도 컴퓨터-데이터 프로세싱 클러스터가 클러스터간 지식 매개에 가장 큰 역할을 하는 것으로 분석되었다. 다음 [표 5-10]은 기간별 각 클러스터의 지식 흐름 특성을 정리한 것이다.

[표 5-10] 기간별 각 정보통신기술 클러스터의 지식 흐름 특성

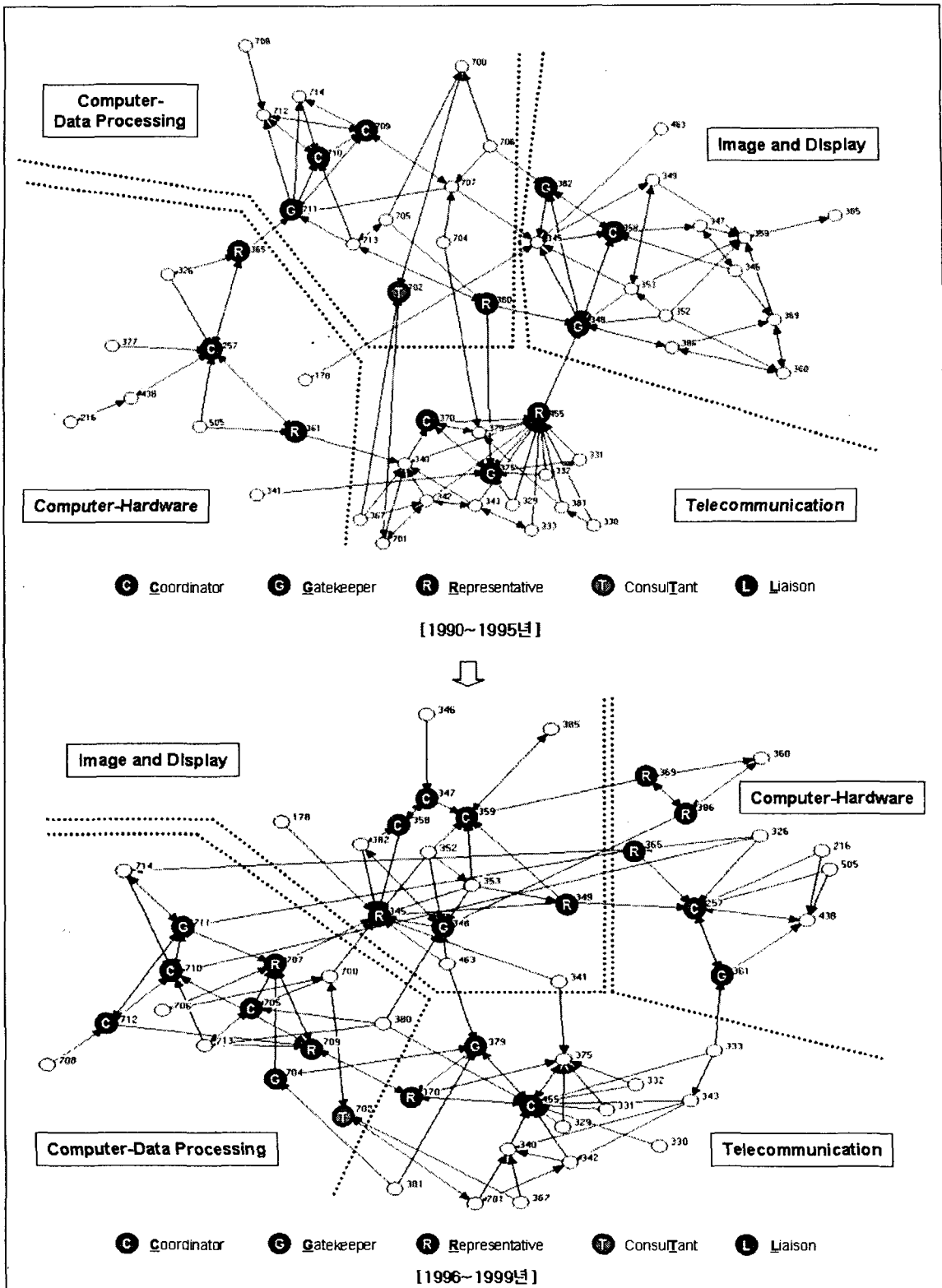
지식 흐름	기간	지식 흐름 특성		
		지식 흡수형	지식 방출형	지식 매개형
흡수 측면	1990-1995	영상 및 디스플레이, 통신	컴퓨터-데이터 프로세싱	컴퓨터-하드웨어
	1996-1999	영상 및 디스플레이, 통신	컴퓨터-데이터 프로세싱, 컴퓨터-하드웨어	컴퓨터-데이터 프로세싱
방출 측면	1990-1995	영상 및 디스플레이, 통신	컴퓨터-데이터 프로세싱, 컴퓨터-하드웨어	영상 및 디스플레이
	1996-1999	컴퓨터-하드웨어, 통신	영상 및 디스플레이, 컴퓨터-데이터 프로세싱,	컴퓨터-데이터 프로세싱

기간에 따른 각 클러스터별 핵심 기술의 변화 양상을 살펴보기 위하여 기간 2에 대한 중개 분석(brokerage analysis)을 실시하였다. 단, 지식 흡수 측면에서는 통신 기술 클러스터를 제외한 나머지 기술 클러스터간의 경계가 모호해지고 있기 때문에 분석은 지식 방출 측면에 한정하여 실시하였다. 이는 각 클러스터 구성 기술의 변화가 심할 경우, 특정 기술 클러스터 내에서의 핵심 기술 변화 양상을 살펴보는 것은 별다른 의미가 없다고 판단했기 때문이다. 다음 [표 5-11]은 동적 분석에 따른 지식 방출 측면에서의 각 클러스터별 핵심 기술 변화를 정리한 것이며, 비교의 용이성을 위하여 이를 도시한 결과는 [그림 5-3]과 같다.

[표 5-11] 각 클러스터별 핵심 기술의 변화 (지식 방출 측면)

클러스터	기간	중개역할			
		Coordinator	Gatekeeper	Representative	Consultant
영상 및 디스플레이	1	358	n/a	348, 382	n/a
	2	347, 358, 359	348	345, 349	n/a
컴퓨터-데이터 프로세싱	1	709	380	711	702
	2	705, 710, 712	704, 711	707, 709	702
컴퓨터- 하드웨어	1	257	361	n/a	n/a
	2	257	361	365, 369, 386	n/a
통신	1	370, 455	455	375	n/a
	2	455	379	370	n/a





[그림 5-3] 지식 방출 측면에서 시간에 따른 각 클러스터별 핵심 기술 변화

동적 분석 결과, 시간에 따라 각 클러스터의 핵심 기술 변화를 정량적으로 확인할 수 있었다. 단, 기간 2에서도 기간 1과 같이 각 클러스터에서 Liaison 역할을 수행하는 기술이 나타나지 않아 분석에서 제외하였다. [그림 4-6]을 바탕으로 각 클러스터별 핵심 기술의 변화 양상을 살펴보면 다음과 같다.

- ▶ 영상 및 디스플레이(Image and Display) 기술 클러스터 - 기간 1에서는 모든 구성 기술이 Coordinator와 Gatekeeper 역할에 한정되었던 반면, 기간 2의 경우 345(Computer graphics processing and selective visual display systems) 기술이 새롭게 Representative와 Consultant 역할을 수행하고 있다. 이로부터 영상 및 디스플레이 기술 클러스터에서 컴퓨터 관련 기술의 활용이 증대되고 있는 것으로 파악된다. 또한 348(Television) 기술의 경우, 기간 1에서는 Coordinator 역할이 Gatekeeper 역할보다 두드러졌으나, 기간 2에서는 그 양상이 역전되었다. 즉, 348 기술은 초기 클러스터 내부 기술간 연계의 매개역할에서 타 클러스터의 기술을 흡수하여 영상 및 디스플레이 클러스터 내부로 전달하는 관문역할로 변화하고 있는 것으로 분석되었다. 전체적으로 영상 및 디스플레이 클러스터는 구성 기술의 중개 할의 정도(절대 수)가 기간 1에서 2로 변화할 때 줄어들었다. 이로부터 정보통신기술간 연계에 있어 영상 및 디스플레이 클러스터의 역할이 점차 감소하는 것을 확인할 수 있었다.
- ▶ 컴퓨터-데이터 프로세싱(Computer-Data processing) 클러스터 - 기간 1에서 Coordinator 역할을 수행하던 709(Electrical computers and digital processing systems: multi-computer data transferring or plural processor synchronization) 기술이 기간 2에 들어서 707(Data processing: database and file management or data structures) 기술과 함께 Representative 역할을 수행하고 있다. 또한 기간 1에서 두드러진 역할이 없었던 705(Data processing: financial, business practice, management, or cost/price determination) 기술은 기간 2에서는 새롭게 Coordinator로서 중개역할을 하고 있었다. 705 기술이 정보기술(Information Technology, IT)을 활용한 비즈니스 모델 개발 및 설계 관련 기술인 점을 감안할 때, 이 결과는 컴퓨터-데이터 프로세싱 기술을 활용한 비즈니스 영역이 확장되고 있음을 나타내는 것으로 판단된다. 전반적으로 두 기간의 핵심 기술에는 별다른 차이가 없었으나 영상 및 디스플레이 기술 클러스터와는 달리 이 클러스터에 소속된 구성기술의 중개 정도가 기간 1에서 2로 변화할 때 크게 증가하였다. 이로부터 컴퓨터 관련 기술의 영향력과 활용도가 시간에 따라 점차 증가하는 것을 확인할 수 있었다.
- ▶ 컴퓨터-하드웨어(Computer-Hardware) 클러스터 - 기간 1에서 Representative 역할을 수행하던 361(Electricity: electrical systems and devices) 기술이 기간 2에서는 순수 Gatekeeper 역할로 전환되었다. 전반적으로 각 기술의 중개 역할 변화는 물론 이 클러스터의 전체적인 중개 역할의 크기에서도 별다른 변화를 보이지 않았다.
- ▶ 통신(Telecommunication) 기술 클러스터 - 370(Multiplex communications) 기술의 경우 기간 1에서 Coordinator의 역할만을 수행했으나, 기간 2에 들

어 Representative의 역할이 크게 증가하였다. 또한 379(Telephonic communications) 기술이 Gatekeeper로서 두각을 나타냈으며, 455(Telecommunications) 기술은 통신 기술 클러스터의 핵심 기술로서 강한 Coordinator 역할을 수행하고 있었다. 전반적으로 통신 기술 클러스터 역시 다른 클러스터에 비해 변화의 폭이 적게 나타났다.

## VI. 결론

ICT 산업은 최근 10여 년간 세계 경제의 주요한 성장동력이었다. ICT 산업 발전 양상의 주요한 특징 중의 하나는 세계적 분업화로 각국마다 기술 네트워크의 구성과 발전양상이 상이한 것이다. 따라서 ICT 기술간의 상호관계, 네트워크 상에서의 역할, 동적 특성을 이해하는 것은 국가별로 최적화된 ICT 클러스터의 구성과 발전 방향 수립의 기초가 된다. 본 연구는 특허 인용자료를 통해 기술 네트워크와 클러스터를 구성한 후 중개 분석(brokerage analysis) 기법을 이용해 ICT 기술의 클러스터 내, 클러스터 간에서 핵심적 역할을 하는 기술들을 찾아내고 그 역할을 정의한다. 또한 네트워크와 기술역할의 동적 변화를 통해 기술 클러스터/ 네트워크 변화의 방향성에 대한 시사점을 얻고자 했다. Coordinator, Gatekeeper, Representative, Consultant, Liaison의 다섯 가지 역할을 하는 기술들이 네트워크 상에서 정량적으로 파악되었으며 그 동적 변화양상 또한 시각적으로 제시되었다.

본 연구의 첫번째 한계는 기술간 흐름을 비체화 지식의 한 대용지표(proxy measure)인 특허에 의존하고 있다는 것이다. 기술 네트워크에서의 기술간 흐름은 사실상 복수경로(multi channel)이기 때문에 기술역할의 의미가 제한적이 될 수밖에 없다. 또한 미국특허가 지니는 ICT 기술분포의 편향(bias) 정도를 세계적 ICT 기술 풀(pool)과 비교해서 정확하게 측정할 수 없기 때문에 네트워크의 대표성에도 문제의 소지가 있다. 마지막으로 본 연구는 네트워크 상에서의 역할을 현장에서의 기술의 실질적 의미와 연결하는데 한계가 있으며 전문가 지식(expert knowledge)에 의한 기술역할의 심도있는 해석이 실질적인 응용을 위해서는 반드시 필요하다.

## 참고 문헌

### - 해외 문헌

Borgatti, S.P., Everett, M.G. and Freeman, L.C., *Ucinet 6 for Windows*, Harvard: Analytic Technologies, 2002.

Carlsson, B. and Stankiewicz, R., "On the Nature, Function, and Composition of Technological Systems", *Journal of Evolutionary Economics*, No.1, pp. 93-118, 1991.

Engelsman, E. C. and Van Rann, A.F.F., "A patent-based cartography of technology", *Research Policy*, Vol. 23(1), pp.1-26, 1994.

Gould, J. and Fernandez, J., "Structures of mediation: A formal approach to brokerage in transaction networks", *Sociological Methodology*, pp. 89-126, 1989.

Hu, A.G.Z. and Jaffe, A.B., "Patent citations and international knowledge flow: the cases of Korea and Taiwan", NBER Working paper No. 8528, *National Bureau of Economic Research*, Cambridge, 2001

Jaffe, A.B., "Demand and supply influences in R&D intensity and productivity growth", *The review of Economics and Statistics*, Vol. 70(3), pp.431-437, 1998.

Jaffe, A.B. and Tranjtenberg, M., "International knowledge flows: evidence from patent citations", *Economics of Innovation and New Technology*, Vol.8, pp.105-136, 1999.

Karki, M.M.S., "Patent citation analysis: A policy analysis tool", *World Patent Information*, Vol. 19(4), pp.269-272, 1997.

OECD, *Boosting Innovation: The Cluster Approach*, OECD: Paris, 1999a.

OECD, *Managing National Innovation Systems*, OECD: Paris, 1999b.

OECD, *Innovative Clusters: Drivers of National Innovation Systems*, OECD: Paris, 2001a.

OECD, *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard: Towards a Knowledge-Based Economy*, OECD: Paris, 2001b.

OECD, *Dynamising National Innovation Systems*, OECD: Paris, 2002.

Paija, L., "The ICT Cluster: The Engine of Knowledge-driven Growth in Finland", in *Innovative Clusters: Drivers of National Innovation Systems*, OECD Proceedings, OECD, Paris, 2001.

Peneder, M., "Dynamics of Initial Cluster Formation: The Case of Multimedia and Cultural Content", in *Innovative Clusters: Drivers of National Innovation Systems*, OECD Proceedings, OECD, Paris, 2001.

Roelandt, T.J.A. and P. den Hertog, "Cluster Analysis and Cluster-based Policy Making in OECD Countries: An Introduction to the Theme", In OECD (eds.), *Boosting Innovation: The Cluster Approach*, OECD, Paris, 1999.

Scherer, F.M., "Using linked patent and R&D data to measure inter-industry technology flows". In Grilliches, Z. (eds.), *R&D Patents and Productivity*, University of Chicago Press for NBER, Chicago, 1981.

Tijssen, R.J.W., "Global and domestic utilization of industrial relevant science: patent citation analysis of science-technology interactions and knowledge flows", *Research Policy*, Vol. 30(1), pp.35-54. 2001.

[부록 1] OECD가 제시한 정보통신기술 IPC 코드

정보통신기술	해당 IPC 코드
통신 (Telecommunication)	G01S, G08C, G09C, H01P, H01Q, H01S3/(025, 243, 063, 067, 085, 0933, 0941, 103, 133, 18, 19, 25), H1S5, H03B, H03C, H03D, H03H, H03M, H04B, H04J, H04K, H04L, H04M, H04Q
소비 전자 기술 (Consumer electronics)	G11B, H03F, H03G, H03J, H04H, H04N, H04R, H04S
컴퓨터 및 사무기기 (Computers, office machinery)	B07C, B41J, B41K, G02F, G03G, G05F, G06, G07, G09G, G10L, G11C, H03K, H03L
기타 정보통신기술 (Other ICT)	G01B, G01C, G01D, G01F, G01G, G01H, G01J, G01K, G01L, G01M, G01N, G01P, G01R, G01V, G01W, G02B6, G05B, G08G, G09B, H01B11, H01J(11/, 13/, 15/, 17/, 19/, 21/, 23/, 25/, 27/, 29/, 31/, 33/, 40/, 41/, 43/, 45/), H01L

[부록 2] 선정된 54개 정보통신기술(Information Communication Technology)

USPC 코드	설명
178	Telegraphy
216	Etching a substrate: Processes
257	Active solid-state devices
326	Electronic digital logic circuitry
329	Demodulators
330	Amplifiers
331	Oscillators
332	Modulators
333	Wave transmission lines and networks
340	Communications: Electrical
341	Coded data generation or conversion
342	Communications: directive radio wave systems and devices
343	Communications: radio wave antennas
345	Computer graphics processing and selective visual display systems
346	Recorders
347	Incremental printing of symbolic information
348	Television
349	Liquid crystal cells, elements and systems
352	Optics: motion pictures
353	Optics: image projectors
358	Facsimile and static presentation processing
359	Optical: systems and elements
360	Dynamic magnetic information storage or retrieval
361	Electricity: electrical systems and devices
365	Static information storage and retrieval
367	Communications, electrical: Acoustic wave systems and devices
369	Dynamic information storage or retrieval
370	Multiplex communications
375	Pulse or digital communications
377	Electrical pulse counters, pulse dividers, or shift registers: circuits and systems
379	Telephonic communications
380	Cryptography
381	Electrical audio signal processing systems and devices
382	Image analysis
385	Optical waveguides

386	Television signal processing for dynamic recording or reproducing
438	Semiconductor device manufacturing: Process
455	Telecommunications
463	Amusement devices: games
505	Superconductor technology: apparatus, material, process
700	Data processing: generic control systems or specific applications
701	Data processing: vehicles, navigation, and relative location
702	Data processing: measuring, calibrating, or testing
704	Data processing: Speech signal processing, linguistics, language translation and audio compression/ decompression
705	Data processing: financial, business practice, management, or cost/price determination
706	Data processing: artificial intelligence
707	Data processing: database and file management or data structures
708	Electrical computers: arithmetic processing and calculating
709	Electrical computers and digital processing systems: multi-computer data transferring or plural processor synchronization
710	Electrical computers and digital data processing systems: input/output
711	Electrical computers and digital processing systems: memory
712	Electrical computers and digital processing systems: processing architectures and instruction processing
713	Electrical computers and digital processing systems: support
714	Error detection/ correction and fault detection/recovery