

특허 분석을 통한 탄소나노튜브(CNT)의 기술 분류 (Carbon Nanotube Technology Classification by Analyzing Patent Information)

류희장¹⁾, 박용태²⁾

Abstract

나노 기술은 국가와 기업 차원에서 전략적으로 활발하게 연구, 개발되고 있는 분야로 기술과 산업 전 분야에 걸쳐 있으며 계속 확대되고 있다. 이중 탄소나노튜브는 약 10년여 전부터 활발히 연구되고 있으며, 소재, 소자 등 나노 기술의 전 분야에 걸쳐서 적용될 수 있는 물질로 현재까지 실용화된 기술이나 제품이 많이 나오지는 않았으나 앞으로 다양한 적용분야가 창출될 전망이다. 그러나 전략적인 기술 개발을 위한 연구는 미비한 실정이다. 전략적이고 효과적인 기술 개발의 대안으로 특허 분석(patent analysis)이 제시되고 있으며 나노 기술에 대한 전반적인 특허 분석은 각 기업 연구소나 국가 연구소에서 진행되어 왔으나, 여기서 도출된 정보만으로는 전략적인 문제들을 분석하기에는 미흡하였다. 따라서 전략적인 기술 개발을 위한 특허 분석의 필요성이 제기되고 있다.

이에 본 연구에서는 특허의 인용(citation) 정보를 이용하여 특허와 특허 사이의 관계를 분석하고 이를 바탕으로 관련된 특허를 군집화(clustering) 하여 각 군집의 특성을 살펴 보았다. 먼저 탄소나노튜브에 관한 특허를 USPTO 자료를 통해 추출하고, 이 특허들이 인용한 특허들을 추출하여 각 특허들이 어느 정도로 관련이 되어 있는가를 상관 행렬(correlation matrix)을 이용하여 조사하였다. 인용 특허의 분석은 기초 기술 분야에 이르기까지 광범위하게 조사하여 기술별로 특허를 군집화 하였을 뿐만 아니라, 특허 출원인 정보도 활용하여 군집화 하였다. 이를 통하여 기술별, 특허 출원인 별로 특허의 군집을 만들어서 각 군집의 특성을 도출하였고, 마지막으로 각 군집의 특성에 맞게 기술 개발 측면에서 전략적인 시사점을 도출하였다. 각각의 군집들은 시간이 지날수록 확대, 통합되는 결과를 보이고 있으며, 융합기술화 되고 있다. 군집을 이루는 주요한 특성으로는 출원인 정보가 큰 비중을 차지하였으며, 이는 출원인의 기술 개발 전략과 이에 따른 기술개발경로나 특허 전략과 관련이 있는 것으로 나타났다. 다양한 기술에 관하여 군집의 크기가 계속 확대되고 있는 경향을 보이고 있기 때문에, 앞으로 지속적인 연구를 통하여 향후 특허 관리와 특허 전략에 적용할 수 있도록 하는 것이 중요하다.

Keywords : 탄소나노튜브, 특허 분석, 군집화, 기술 개발 전략

1) 서울대학교 공과대학 협동과정 기술경영대학원 석사과정, fiman@tam.snu.ac.kr

2) 서울대학교 공과대학 산업공학과 부교수, parkyt@cybernet.snu.ac.kr

I. 서론

나노 기술은 현재 국가적으로 주목을 받고 있으며 향후 핵심 성장 동력으로 선정된 기술이다. 그리고 기업에서도 전략 핵심 기술로 선정되어 여러 기업에서 활발한 연구 개발 활동을 통해 나노 기술을 개발하고 있으며, 핵심 역량으로 키워가고 있다.

나노 기술이라 할 수 있는 것은 많지만, 이 중에서 탄소나노튜브(Carbon Nanotube : CNT)는 소자, 재료 등 다양한 분야에 응용되며, 다양한 기술이 적용되는 분야이다. 중요한 기술로 인식되고 있기 때문에 기업, 국가적으로 전략적인 개발이 이루어지고 있다. 이미 일본과 미국 등 이미 나노 기술에 관하여 활발한 연구 활동을 벌이고 있는 국가에서도 활발한 연구 및 개발 활동이 이루어지고 있으며, 우리나라에서도 연구 및 개발 활동이 활발히 이루어지고 있다.

다양한 연구 및 개발 활동의 성과는 제품, 특허, 기업이나 연구소 내부의 know-how 등 여러 형태로 산출된다. 이 중에서 특허는 정보가 외부에 공개되면서 동시에 출원자에게 법적인 권리들을 부여하기 때문에 기업의 연구 성과나, 경쟁사의 연구 동향 분석, 국가의 경쟁력 파악 등의 목적으로 활용될 수 있다. 그리고 신기술 개발시 중요한 참고 자료로서 활용될 수 있을 뿐 아니라 특허자료 조사를 통하여 기술의 발전 방향 예측이나 산업 분류, 기술 분류 등의 작업도 할 수 있다.

나노 기술의 중요성에 기인하여 특허청, STEPI 등 연구 기관에서 나노 기술의 특허들을 분석한 보고서를 제시하고 있으며, 나노기술종합발전계획상의 나노 기술 분류 체계를 통하여 나노 기술을 4개의 대분류, 15개의 세부 분류화 하여 기술 분류를 실시하였다. 하지만 IT, BT 등 출현 단계에 있는 기술(Emerging Technology)은 기존 기술들이 융합되어서 나타나는 특성을 가지고 있으며, 탄소나노튜브 관련 기술은 분류된 나노 기술들이 융합되어 나타나는 특성을 가지고 있다. 이는 탄소나노튜브가 소재적인 특성과 소자적인 특성을 같이 가지고 있기 때문에 많이 나타나는 특성이라 할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 특허 정보 분석을 통하여 탄소나노튜브의 기술 분석을 실시하였다. 특허 정보 중에서 인용 정보를 이용하여 특허 사이의 인용 관계를 조사하여 특허들을 묶어서 기술 분류를 실시하였다. 이를 통해서 새로운 emerging technology나 converging technology의 분류를 할 수 있는 framework를 제시하여 향후 신제품 개발, 경쟁력 분석 등에 적용될 수 있는 토대를 제공하고자 하는 것이 목적이다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 먼저, 제 1장의 서론에 이어 제 2장에서는 나노 기술의 소개와 탄소나노튜브에 대한 간략한 설명과 함께, 기존 기술 분류체계와 특허 분석 방법에 대하여 고찰해 본다. 제 3장에서는 본 연구에서 제시한 기술 분류체계에 대한 소개를 하고, 제 4장에서는 본 연구에서 제시한 방법을 토대로 이를 탄소나노튜브에 적용하여 탄소나노튜브에 대한 기술분류를 실시하였다. 마지막으로 제 5장에서는 본 연구의 결론으로서 본 연구의 내용을 요약하고 시사점 및 한계를 제

시하기로 한다.

II. 나노 기술의 개념과 선행 연구 고찰

2.1 나노 기술

나노 기술의 정의는 나노기술촉진법 제 2조에 다음과 같이 정의되었다.

- 물질을 나노미터 크기의 범주에서 조작·분석하고 이를 제어함으로써 새롭거나 개선된 물리적·화학적·생물학적 특성을 나타내는 소재·소자 또는 시스템을 만들어 내는 과학기술

- 소재 등을 나노미터 크기의 범주에서 미세하게 가공하는 과학기술

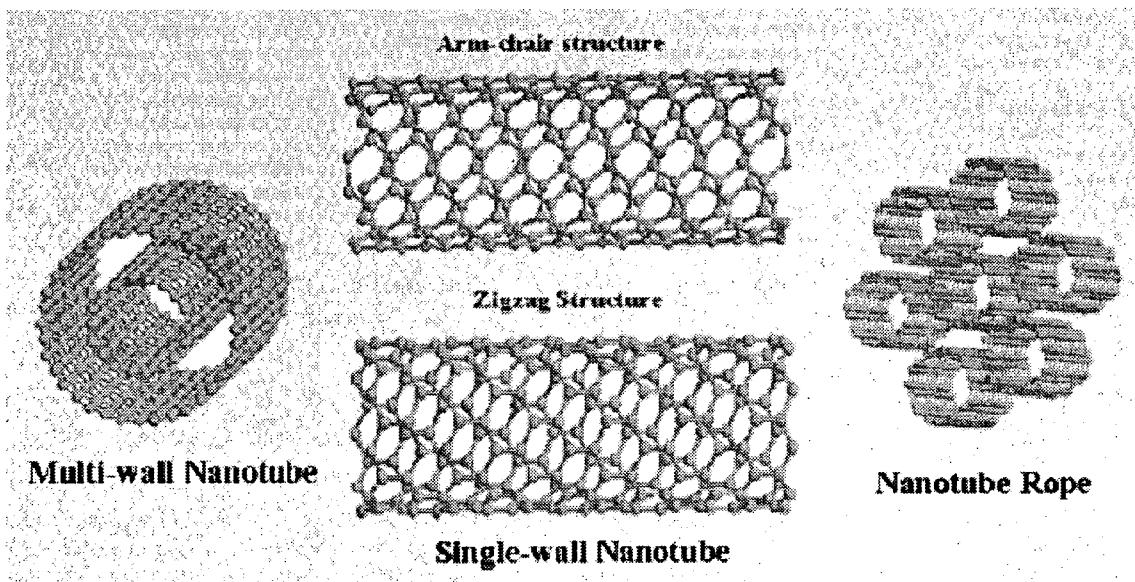
나노 기술은 주로 10-9m의 범위에서 생기는 현상들을 분석한 것이다. 나노는 물질의 분자, 그 이하인 원자 단위까지 다루는 기술로 흔히 관찰할 수 있는 거시적 과학과는 상당한 차이점을 보인다. 분자나 원자 단위가 가지고 있는 다양한 특성에 의해 이러한 현상이 발생하는데, 나노 단위의 미시 세계에서 일어나는 현상에 대해서는 아직 밝혀지지 않은 것들도 많이 존재한다. 하지만 나노 과학을 적용한 나노 기술은 반도체, 신소재 등 지금까지의 신물질들의 크기를 획기적으로 줄일 수 있고 다양한 응용분야가 존재하기 때문에 연구 및 개발에 충분한 의의가 있다고 보여진다. 응용 범위는 재료, 전기, 기계 등 다양한 범위에서 응용되고 있으며, 나노 기술의 분류는 뒤의 나노 기술 분류에서 다시 언급할 것이다.

<표 1> 나노 기술의 주요 발전사(Bastini, B. and Fernandez, D., 2002)

| | |
|------|---|
| 1959 | Feynman delivers 'Plenty of room at the bottom' talk |
| 1974 | First molecular electronic device 특허 filed |
| 1981 | Scanning tunneling microscope (STM) invented |
| 1985 | Buckyballs discovered |
| 1986 | Atomic force microscope (AFM) invented 'Engines of Creation' published |
| 1987 | Quantization of electrical conductance observed First single-electron transistor created |
| 1988 | First 'designer protein' created |
| 1991 | Carbon nanotubes discovered |
| 1993 | First nanotechnology lab in the US |
| 1997 | DNA-based nanomechanical device created |
| 1999 | Molecular-scale computer switch created |
| 2000 | US launches National Nanotechnology Initiative |
| 2001 | Logic gates made entirely from nanotubes |

2.2 탄소나노튜브

1991년 NEC의 Iijima 박사에 의해 처음 발견된 이후 지금은 세계 각지의 많은 기업과 연구소에서 활발하게 개발되고 있는 물질이다. 1991년 일본전기회사(NEC) 부설 연구소의 이지마 스미오[飯島澄男] 박사가 전기방전법을 사용하여 흑연의 음극 상에 형성시킨 탄소덩어리를 분석하는 과정에서 발견하였다. 형태는 탄소 6개로 이루어진 육각형 모양이 서로 연결되어 관 모양을 이루고 있다. 관의 지름이 수~수십 나노미터에 불과하여 탄소나노튜브라고 일컬어지게 되었다. 나노미터는 10억 분의 1m로 보통 머리카락의 10만 분의 1 굵기이다.



[그림 1] 탄소나노튜브의 종류와 모양

전기 전도도가 구리와 비슷하고, 열전도율은 자연계에서 가장 뛰어난 다이아몬드와 같으며, 강도는 철강보다 100배나 우수하다. 탄소섭유는 1%만 변형시켜도 끊어지는 반면 탄소나노튜브는 15%가 변형되어도 견딜 수 있다. 이 물질이 발견된 이후 과학자들은 합성과 응용에 심혈을 기울여왔는데, 반도체와 평판 디스플레이, 배터리, 초강력 섬유, 생체 센서, 텔레비전 브라운관 등 탄소나노튜브를 이용한 장치가 다양하게 개발되고 있으며, 나노 크기의 물질을 집어 옮길 수 있는 나노집게로도 활용되고 있다. 이의 응용 분야는 과학의 발전정도에 따라 항공우주, 생명공학, 환경에너지, 재료산업, 의약의료, 전자컴퓨터, 보안안전, 과학교육, 반도체 등 거의 모든 분야로 범위가 넓혀지고 있다.

2.3 나노 기술의 특허 동향 및 특징

전 세계 주요 특허인 미국특허, 일본특허, 유럽특허와 한국특허에서 연도별 특허출원건수는 지속적으로 증가추세를 보이고 있으며 특히 1990년대 후반부터 급격한 증가추세를 보이고 있다. 연구개발이 활발한 분야는 나노소자와 나노소재분야이며, 세부 기술로는 나노전자소자, 나노광소자, 고기능소재, 나노측정·조작기술이 있다. 이는 1998년을 기점으로 활성화되었으며, 특히 나노소자분야의 나노전자소자, 나노광소자기술이 두각을 나타내고 있다. 나노소재분야에서는 고기능성소재, 나노바이오·보건분야에서는 분석·진단·치료기술, 나노기반·공정 분야에는 나노측정·조작기술에 대한 연구개발이 활발하다. 이는 본 연구에서 조사할 탄소나노튜브와도 깊이 관련이 있다.

이 중 한국은 나노소자분야에 활발한 특허활동을 하고 있으나, 그 질적 수준은 다소 미흡한 실정이다. 그리고 한국은 특허출원 전 미국과 일본의 특허를 약 80% 이상 인용하고 있다. 우리나라의 특허 출원이 미국, 일본에 비해 상대적으로 질적, 양적으로 부족하지만 적극적인 기술 개발로 그 수준이 향상되었다.

한편 나노기술특허는 몇가지 특징을 가지고 있는데 이는 다음과 같다

- 일반적으로 신기술에 대한 연구개발은 무한한 가능성과 불확실성으로 구분되어 미래에 대한 분명한 가이드라인 제시가 어려운 실정으로, 가능성을 확인하고 이를 사업화(또는 상품화) 단계에 이르기까지의 과정에서 확실한 연계성이 정립되지 않기 때문에 어느 정도의 과도기가 존재한다

- 이러한 분야에서는 초기에 원천기술 내기 핵심기술을 확보하는 특허출원 전략이 중요하고 이를 바탕으로 향후 계획분야까지 광범위하게 권리화 하려는 경향이 강하다.

- 구체적으로 나노기술분야에서의 특허출원명세서를 살펴보면 먼저 다학제간의 학문이라는 특성 때문에 복합기술에 대한 청구범위 기재가 대부분이어서 기존기술과의 차별성을 쉽게 발견하기 어렵고, 나노 크기에 대한 용어의 사용과 그 수치한정으로 인한 특징만으로도 기존 선행기술과 차별화가 되고 있으며, 마지막으로 나아가서는 청구범위가 매우 광범위하고 포괄적으로 기재되어 있어 모든 산업분야를 선점할 수 있고, 이로 인해 후발주자는 원천특허를 회피할 수 있는 방법이나 대안이 현실적으로 어렵다.

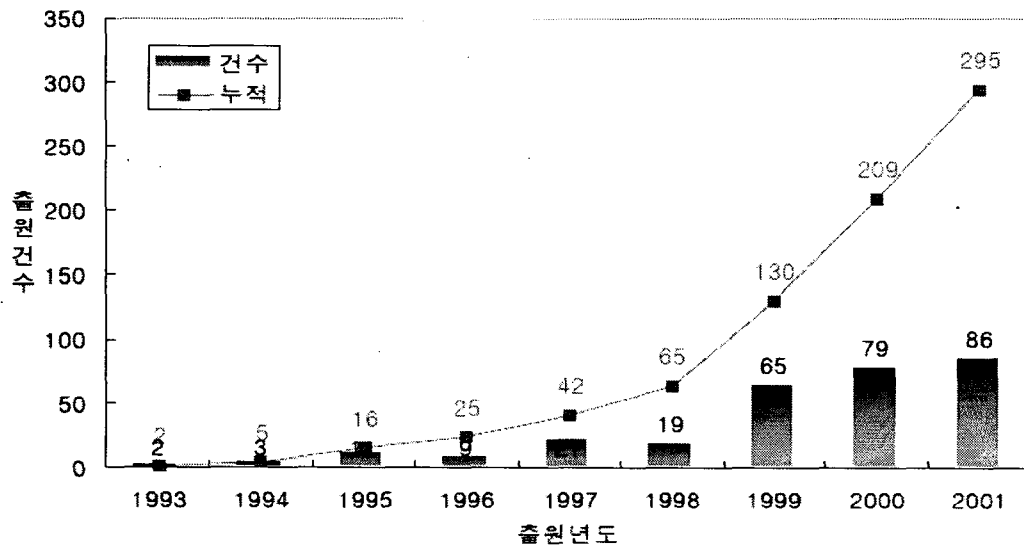
- 따라서 이러한 특징을 가진 신기술분야에서의 선진국 특허정보를 개발 초기단계부터 사전 분석한다면, 주도국의 핵심특허로부터 얻은 정보를 이용하여 연구개발 방향 설정을 명확하게 할 수 있고, 이로부터 보다 향상되고 응용될 수 있는 기술개발전략도 구체적으로 수립하게 되어 중복투자도 방지할 수 있게 되며, 후발주자의 특허분쟁을 예방할 수 있는 회피전략의 도구 또는 대응특허로도 활용할 수 있게 된다.

위와 같은 특징으로 나노기술에 대한 특허 분석은 나노 기술의 동향에 대한 자세하면서도 전반적인 정보를 제공해주기 때문에 특허 분석이 의의를 가진다.

2.4 탄소나노튜브의 특허동향과 특징

미국의 탄소나노튜브 관련 특허는 1994년부터 시작된 것으로 나타나고 있다. 1994년 5건을 기점으로 1997년 21건, 1999년을 전후하여 최근 특허건수가 급격한 증가 추세를 보여주고 있다. [그림 2] 신기술 분야에 대해서 경쟁력 확보를 위한 방안으로 나노기술 연구개발이 활발하게 이루어지고 있는 현상을 반영한 것으로 보인다.

[그림 3]에서 볼 수 있는 것처럼 한국은 미국에 비해 다소 늦은 1997년부터 특허 출원이 이루어지고 있다. 1997년 이후 최근에는 급격한 양적 증가를 나타내고 있으며 이는 국내 연구자들의 연구 성과가 상당한 수준에 도달해 있는 것으로 판단되며 나노 기술개발이 본격적으로 추진된 2000년 이후에 보다 많은 가시적 성과가 있을 것으로 추정된다.

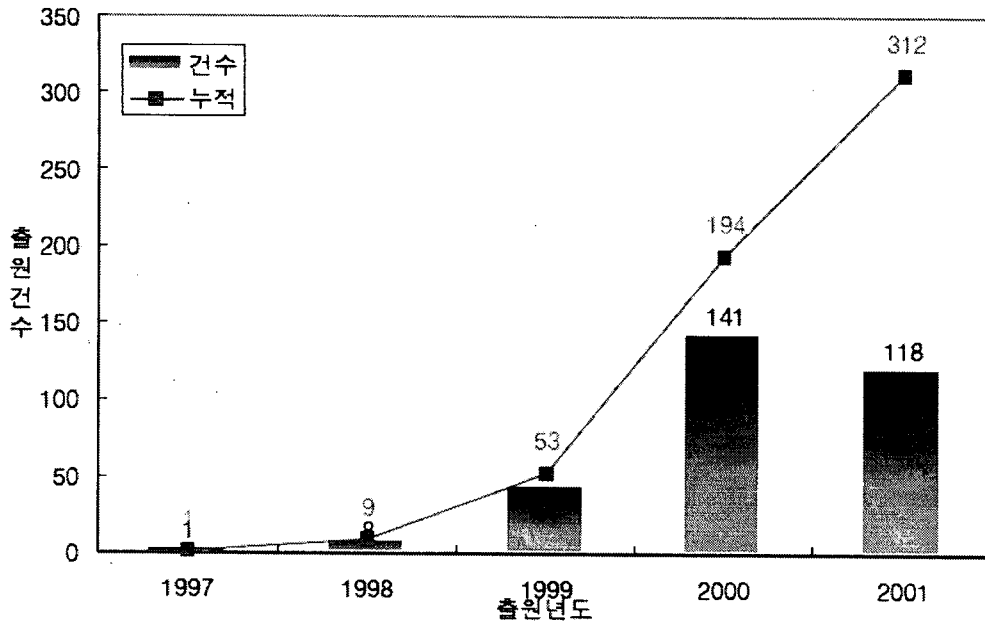


[그림 2] CNT 미국특허의 연도별 출원건수 및 누적건수 추이
(NT 특허분석보고서, 특허청, 2005)

2.5 기존 연구 분석

(1) 나노기술 및 탄소나노튜브 관련 기존 연구

V. K. Gupta와 N. B. Pangnannaya는 2000년에 탄소나노튜브를 주제로 한 특허 분석을 실시하였다. National Informatics Centre of India의 INPADOC와 EPIDOS database에 등재되어 있는 1992년부터 1999년까지의 자료를 사용하여 특허 분석을 실시하였다. 당시 인도에 등재된 탄소나노튜브의 특허량은 많지 않았기 때문에 많은 데이터를 가지고 분석을 실시한 것은 아니었다. 이 연구에서는 연도별로의 특허 증가 추세, 특허 출원 국가, 주체, 그리고 인용된 횟수를 조사한 bibliographic 분석



[그림 3] CNT 한국특허의 연도별 출원건수 및 누적추이
(NT특허분석보고서, 특허청, 2005)

을 하였다. 단순한 특허 건수 도출에서 그치고 있고, 여기서 도출된 결과로 분류나 예측을 하기에는 한계가 있다.

B. Bastani와 D. Fernandez의 연구에서는 나노 기술에서의 지적 자산(Intellectual Property : IP)의 중요성을 강조하였다. 이 연구에서는 지적 자산을 보호하기 위한 방법으로 patents, copyrights, trade secret, maskworks, trademarks를 제시하고 있으며 이들 각각이 기업의 전략상 중요한 위치를 차지하고 있음을 지적하였다. 다양한 나노기술중에서 특히 manufacturing method와 computational technique를 보호하여야 하는 기술로 선정하였는데 이는 나노 기술의 설계와 개발에 관련된 것으로써 나노 기술의 경쟁력을 확보하는수단으로 간주하여서 이들의 보호를 강조하였다.

H. Ernst는 특허 정보를 기업 경쟁력의 중요한 source로 판단하였다. 특허가 기업이 가지고 있는 기술력을 나타내주는 중요한 근거라 판단하여, 특허 출원명세서에 있는 인용/ 피인용 정보, 특정 분야의 전체 특허 건수와 기업의 출원 특허 건수의 상대적 비율 등의 지표를 이용하여 기업이 가지고 있는 기술적 경쟁력을 정량적으로 측정하였고, 이러한 지표들의 값이 기업의 지식 역량과 관계가 있다고 주장하였다. 기업이 기술적 경쟁력만 가지고는 경쟁 우위를 차지하기 어렵기 때문에 기술적 경쟁력과 기업의 시장성, 기술의 시장에서의 경쟁력을 측정하여 이 모든 지표들을 고려하여 기술 portfolio나 기업의 M&A 전략 수립이 중요함을 강조하였다.

이 밖에도 J. Wonglimriyanrat은 나노 기술의 등장과 발전이 기존의 기술혁신과 관련된 측면에서 기술 paradigm을 이동시키는 중요한 역할을 한다고 주장하였고, L. B. Kish는 소자와 회로 관련된 나노 기술에어 무어의 법칙이 적용되지 않음을 주장하며 나노기술의 등장이 기존 과학 기술에 혁신적인 변화를 일으킬 뿐 아니라

산업과 사회로 파급되어 사회 시스템의 변화를 가져온다고 주장하였다.

(2) 특허 분석과 관련된 기존 연구

① 특허 정보의 특징 및 활용

특허 정보는 장점과 단점을 모두 가지고 있다. 특허 정보가 가지고 있는 장점은 먼저 정보의 수집 및 입수가 용이하다는 것이다. 정보의 출처가 각국 특허청으로 일원화되어 있고, 공보류, 초록류 및 색인류 등의 발간자료는 물론 각국 특허 데이터베이스가 잘 구비되어 있어 손쉽게 인터넷으로 접근이 가능하기 때문이다. 미국은 USPTO를 통해서 미국내 특허 데이터베이스에 쉽게 접근할 수 있으며, 한국도 특허청에 등재되어 있는 다양한 특허 정보에 쉽게 접근할 수 있다. 또한 세계적으로 통일된 분류인 국제특허분류를 사용하고 있다. 또한 기재양식과 내용이 통일되어 있고, 광범위한 기술 분야 전체(전 산업분야)를 대상으로 하고 있다. 마지막으로 기술의 내용이 실시 가능할 정도로 매우 구체적으로 명시되어 있다.

이에 반해 특허정보는 객관화되고 표준화된 정보이지만, 시의성, 과학적 성과의 반영 부족, 특허 출원 성향의 차이, 특허 가치의 다양성 등이 주로 단점으로 제기되고 있다. 또한 기업의 기술 관리 전략에 의해 기업이나 연구소의 모든 신기술 개발이 특허로 출원되는 것은 아니다. 따라서 특허 정보만으로는 모든 기술에 대한 완전한 분석이나, 예측은 어려운 것이 사실이다.

<표 2> 특허 정보와 기술문헌정보와의 비교 (NT특허분석보고서, 특허청, 2005)

| 구분 | 특허정보 | 기술문헌정보 |
|----------|--|---|
| 신속성 | · 기술의 공개가 신속 (출원 후 18개월) | · 일반적으로 특허출원 후 원고제출 원고제출 후에는 신속하게 공개 |
| 내용 | · 실시 가능하도록 정확하고 상세히 기재 및 구체적 실시예를 설명 · 목적, 구성 및 효과를 설명 · 출원된 것은 모두 공개 · 권리화 되지 못하는 것도 포함 | · 충실적인 것도 존재 · 특정인의 개인적 견해인 경우도 존재 · 학술적 이론적인 내용 · 일정심사를 거친것에 한해 게재 · 선전 또는 과장될 가능성이 있음 |
| 형식 | · 정형화되어 있음 · 세계적으로 통일된 분류 | · 비교적 정형화 되어 있음 · 특정분야의 분류에 그침 |
| 주요 용도 | · 연구개발 과제 탐색 · 기술적인 문제해결 · 기술동향, 사업동향 · 연구조직과약 · 기업동향, R/D전략, 경영전략 · 저촉사건의 사전예방 · 기술평가 | · 연구개발 과제 탐색 · 기술적인 문제 해결 · 기술동향 · 연구조직과약 |

특허는 성격상 기술정보인 동시에 권리정보의 성격을 가지고 있어, 기업 경영전

략 수립 및 신제품, 신기술의 연구 및 개발의 각 단계에서 기업의 의사결정에 중요한 역할을 하는 전략적인 정보로서 다양한 활용이 가능하다.

<표 3> 연구 개발 단계별 특허정보 활용

| 연구개발단계 | 업무내용 | 특허정보활용 |
|--------|--|--|
| 과제설정 | · 선행기술, 시장 니즈정보를 분석하여 연구개발 테마로 선정 | · 관련 기술에 대한 특허맵 작성으로 과제 선정 |
| 계획 | · 과제의 내용을 구체화하고 목표수준 설정 | · 기술 방향, 목표 설정 · 문제 타사특허 확인 및 대책 수립 · 특허전략수립 |
| 연구개발 | · 제품실현에 필요한 기술적 과제의 해결(자체개발, 기술협력, 기술도입) · 생산수단을 결정 | · 특허전략에 따른 특허출원 · 문제 타사특허에 대한 대책의 실시(무효심판, 특허매입, 실시권허여, M&A, cross-licensing) · 작성한 특허맵의 실시간 보완으로 연구개발 방향 조정 및 연구개발 진행중단 |
| 시작 | · 생산수단 실제 적용하여 제작, 가능성검증 | · 관련기술 특허출원(제조, 실험, 용도, 응용) · 자체특허내용보완(권리범위 재검토 평가) |
| 평가 | · 상품성 검증 | · 자체특허 내용 보완(권리범위 재검토 평가)을 계속하고, 자체특허전략과 비교 평가함 |
| 생산· 판매 | · 생산· 판매 및 홍보 · 계량활동 계속 | · 자체특허 최종확인 및 정리(불필요한 특허 정리) · 타사특허의 지속적인 감시 · 자사특허 침해 감시 및 기술판매 |

<표 4> 특허 정보의 구성요소별 특허정보활용

| 구성요소 | 활용가능범위 |
|------------------------------|---|
| 출원인 | <ul style="list-style-type: none"> · 특정 기술 보유 기업 조사(순위별, 특허 비율) · 경쟁사 기술(특정 회사의 기술 종류 및 비중) 동향 조사 |
| 발명자 | <ul style="list-style-type: none"> · 특정 분야 전문가(순위별, 특허비율) 확인 · 연구 조직 운영(연구기간, 공동 발명자로 발명자군 확인) 확인 |
| 특허일자 | <ul style="list-style-type: none"> · 통계 수치 조사(출원인, 기술별, 국가별 시계열적인 조사) · 특허 기간의 확인 |
| 국가 | <ul style="list-style-type: none"> · 국가별 기술 종류 및 비중 조사] · 외국인의 특허 현황 · 해독이 용이한 언어의 대응특허 확인 · 특정 국가의 기술동향 파악 |
| 명칭 초록 발명의 상세한 설명 도면 | <ul style="list-style-type: none"> · 선행 기술 조사 · 제품 및 제법의 변천과정 · 신규 idea 발굴, 기술 문제점 해결 · 신규데마 선정 · 특허성(신규성, 진보성) 파악 · 특허 침해여부 확인 · 기술과 기술의 상관관계 확인 |
| 심사결과 등록원부 | <ul style="list-style-type: none"> · 특정 국가의 출원 처리 단계 파악 · 특허 권리 변화(양도, 이전) 확인 · 특허 청구 범위 확인(심사내용 확인) · 특허료 불납으로 인한 특허 기간 종료 확인 · 특허 기간 연장사항 파악 · 재심 결과 파악 · 특허의 유효성 파악 |
| 특허번호 | <ul style="list-style-type: none"> · 특정 특허 조사 · 유사한 특허군 조사 · 우선권 출원 관련 특허 조사 · 관련특허 조사(국내 우선권, 계속, 부분 계속, 재심사 특허조사) |

<표 5> 특허정보 정보 성격 명세서 본 특허정보활용

| 구분 | 파악 정보의 종류 | 활용 | 특허분석 항목 |
|------|---|--|--|
| 기술정보 | <ul style="list-style-type: none"> · 기술개발 동향 · 핵심 기술 · 기본 특허 · 특허망 · 융합기술(기술상관관계) · 틈새(niche) 기술 · 기술분포 현황 | <ul style="list-style-type: none"> · 연구 주제 선정 · 기술개발 방향 설정, 변경 · 향후 출현 상품 예측 · 사전매입 특허 확인 | <ul style="list-style-type: none"> · 특허 요지(분류)/ 기간/ 권리자 · 특허 요지(분류)/ 특허 요지(분류) |
| 권리정보 | <ul style="list-style-type: none"> · 특허권리 범위 · 특허 취득, 침해가능성 · 권리상태, 권리 기한 및 권리권자 확인 (이전, 양도, 소멸) | <ul style="list-style-type: none"> · 특허 출원여부 결정 · claim 처리 · 자사 특허권리 범위확정 · 매입 특허 확인 · 협력 기업 확인 · 로열티 산정 · 자사 생산개시일자 확정 | <ul style="list-style-type: none"> · 권리 범위 · 특허 요지/ 권리자 · 특허 심사의 내용 · 등록 원부 · 국가수/ 병합 출원수 · 출원 국가별 심사경과 |
| 경영정보 | <ul style="list-style-type: none"> · 기업기술 동향 · 상품개발 동향 · 기업 연구관리 동향 (과제 및 조직 운영) · 시장 참여 현황 · 기업 상관관계 · 국가별 시장 규모 예측 · 대리인 활용 현황 | <ul style="list-style-type: none"> · 연구개발관리 벤치마킹 · 연구개발 전략 수립 · 특허관리 방향 설정 · 기업 협력, 매수전략 수립 · 특허출원 국가 선정 · 우수 연구원 영입 · 기술 판매할 회사 파악 · 특허, 소송대리인 선정 | <ul style="list-style-type: none"> · 특허 요지(분류)/ 권리자/ 기간 · 발명자/ 권리자/ 기간 · 발명자/ 발명자/ 기간 · 권리자/ 권리자/ 특허 요지(분류)/ 기간 · 해외출원 특허 · 인용 특허 · 대리인/ 권리자/ 기간/ 특허 요지(분류) |

② patent 정보를 이용한 연구

위의 기존 연구에서 알 수 있었듯이 특허 정보는 기업의 기술력, 나아가서 경쟁력을 반영하는 중요한 요소임을 알 수 있었다. 따라서 특허 정보의 분석이 기업의 경쟁력 파악과, 신기술 개발 등 다양한 목적을 위해서 중요하게 간주되고 특허 분석의 방법이 많이 연구되었다.

K. Lai의 2005년 연구에서는 patent의 co-citation approach를 통해서 어떠한 특정 산업내의 유사한 특허들을 classification 하는 방법을 제시하였다. 산업내의 기술 현황이나, 기업의 기술 현황을 분석하는데 적용할 수 있다. 산업에 적용되거나,

기술 개발에 필요한 특허들(target patents)이 있을 때, 이 특허들이 인용한 특허들(basic patents)을 조사하여 어떠한 특허들이 공통적으로 인용되었는가를 파악하여 유사한 특허들을 묶는 방법이다. 특허가 출원된 시간에 따라서 시계열적으로 기술을 파악할 수 있으며, 기술 사이의 유사성을 파악할 수 있는 특징이 있다.

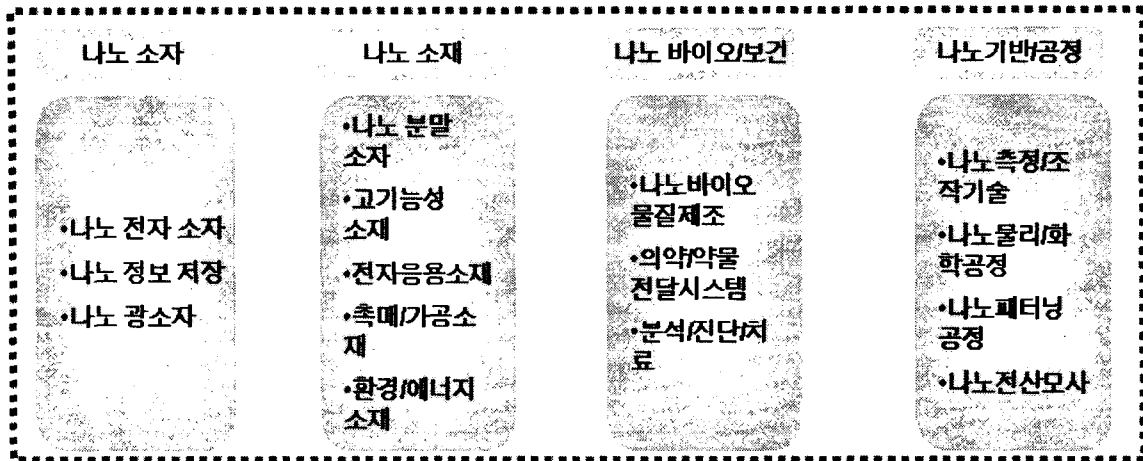
C. Camus의 2003년 연구에서는 data-clustering algorithm을 시행하여 기술 개발 예측 방법에 대해 제시하고 있다. 이는 특허 뿐 아니라 논문, 기술 명세서 등의 기술 문헌 정보를 토대로 기업별로 유사한 기술엔 대한 개발이나 특허 정보를 묶은 후 기술 개발 예측을 시도하는 방법이다.

H. Penan의 1996년 연구에서는 Alzheimer's disease에 대한 과학적/ 기술적 문헌들에서 공통된 언어나 문구(co-word)를 추출하거나, 같이 인용된 문헌/ 특허에 관한 분석(co-citation) 등을 통하여 유사한 증상들, 치료법, 주요 연구 주제에 대하여 tree와 clustering 등을 행한 연구이다.

기존의 기술들을 분석하고 기술의 발전 방향을 예측하기 위해서 특허지도(Patent Map)를 작성하여 사용한다. 국가적 기술 관리차원 뿐 아니라 기업의 기술 개발 등 다양한 목적을 위해서 작성된다. 특허지도는 특허 정보의 각종 서지사항의 분석항목을 정리하고, 특허정보의 기술적 사항의 분석항목을 가공하여, 특허정보만이 가지고 있는 권리정보로서의 특징을 이용한 정보 가공을 통해 이를 분석하고 해석함으로써 이들의 조합을 통해 분석한 결과를 한눈에 파악할 수 있는 도표로 표현한 것이다. 이는 특허정보 접근이 최근에 들어서 용이해짐에 따라 기술 정보를 정확히 파악할 수 있다는 장점이 있으나 특허정보가 가지고 있는 근본적인 단점에 따른 문제점도 있다. 그리고 최근에는 단순한 기술의 정보만이 아니라 기업의 경영 전략, 시장 정보 등을 반영한 형태로도 작성이 되는 등 목적에 맞는 형태로 다양하게 작성되고 있다.

(3) 나노 기술의 기술 분류

국내 나노 기술은 나노기술종합발전계획상의 나노기술 분류체계에 따라 크게 4개의 대분류와 15개의 세부 기술로 분류한다.



[그림 4] 나노 기술 분류 체계

이에 반해 KISTI의 기술동향분석 보고서에서는 나노 기술을 나노 기반 기술(Nano Fundamental Technology), 나노 정보저장장치 기술(Nano Information Storage Device), 나노 공정·측정 기술(Nanotechnology Process & Metrology), 나노 바이오 기술(Nano Bio Technology), 나노 고분자·복합재료 기술(Nano Polymer and Composite), 나노 소자기술(Nano-Device Technology), 나노 소재 기술(Nano Material Technology)의 7가지로 분류하여 기술 동향을 조사하였다.

(4) 기존 연구의 한계

지금까지의 연구는 특허 분석을 통한 기술 정보의 추출이나, 기술 동향 분석에 한정되어 있었고, 나노 기술의 기술 분류 또한 정성적이고, 최종 적용 분야 중심의 분류에 한정되어 있었다.

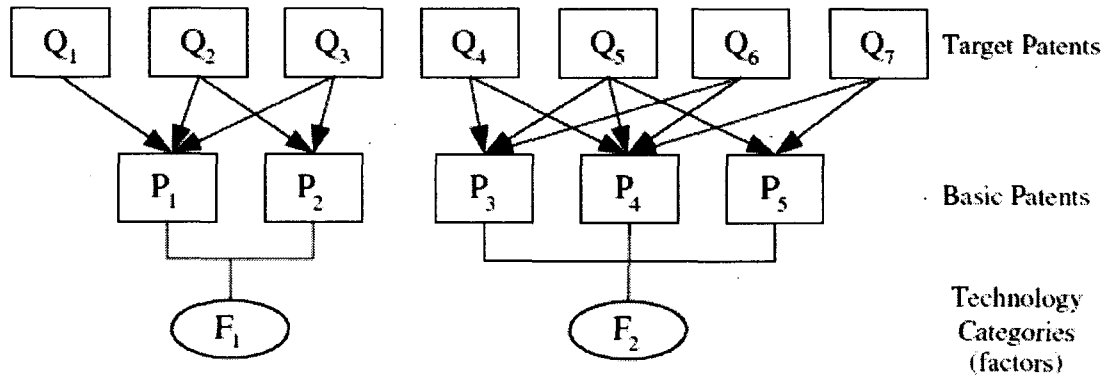
실제 기업에서 나노 관련 기술을 개발하려고 할 때 기술의 분류나, 기존 기술의 분석을 하게 되는데, 나노 기술 관련은 기술의 분류가 모호하고, 아직 기술의 역사가 오래되지 않았을 뿐 아니라, 실용화된 기술이나 제품이 많지 않기 때문에 체계적인 기술 분류가 이루어지지 않고 있는 실정이다.

나노 기술이 계속 성장하고 있는 기술이라는 점을 감안할 때 정확한 기술 분류가 이루어지기 어려운 것이 사실이나, 기술이 발전하는 경로를 파악하여 어떠한 기술들이 유사한 점을 가지고 체계를 이루는가에 대해 파악하고, 이를 토대로 기술을 분류하고자 하는 것이 본 연구의 주제이다.

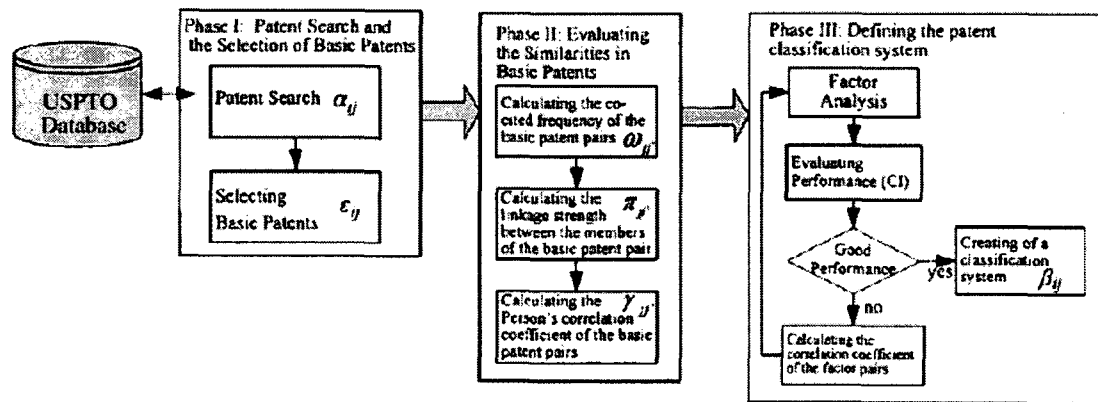
Ⅲ. 연구 설계와 방법론

본 연구는 기본적으로 patent의 co-citation 분석을 토대로 하여 실시하였다. 이는 앞에서 언급한 K. Lai의 연구 방법과도 관련이 있다. 이는 조사 하려고 하는 target

patents가 인용한 basic patent를 선정하고, target patent가 co-citation한 basic patent의 연관도를 조사하여 technology를 categorize 하는 것이 기본 개념이다.



[그림 5] co-citation 분석의 기본 개념 (K. Lai, 2005)



[그림 6] patent co-citation approach의 process

co-citation approach의 process는 [그림 6]과 같다. 먼저 기술 분류의 대상이 되는 patent(target patent)를 선정한다. 다음에 이들 target patents 들이 인용한 basic patents를 선정한다. 기존 연구는 산업 분석이나 동 산업 내에서 어떠한 기술들이 사용되고 있는가를 조사하기 위한 분석 방법으로 제시하였기 때문에 basic patents를 선정하는데 있어서 특허를 분석하는 담당자의 주관적인 의견이 많이 반영되게 되어 있었다. 하지만 본 연구에서는 선정한 target patents들이 인용한 모든 basic patents 들을 고려하여 실제적이면서 객관적인 기술 분류를 할 수 있도록 하였다.

다음 인용된 basic patents들 사이의 유사성을 평가한다. 유사성 평가는 basic patent 사이의 인용 빈도를 구한 다음, 이를 토대로 하여 basic patent 사이의 linkage strength가 어떻게 되는지를 구한다. linkage strength가 도출되면 이를 토대로 하여 Pearson's correlation coefficient를 구하여 basic patents끼리의 어느 정도의 상관관계가 있는지를 도출한다.

마지막 단계로 factor analysis를 통하여 classification을 실시한다. factor analysis에는 위에서 도출한 correlation coefficient를 중심으로 실시한다.

이상에서 각 단계별 간략한 연구 방법을 알아보았다. 아래에서는 각 단계별로 자세한 방법을 설명하겠다.

[Phase 1]

조사 대상인 target patent와 basic patent를 선정한 다음 인용관계를 통해서 ϵ matrix를 만든다.

$$[\epsilon_{ij}]_{m \times n}, \text{ where } \epsilon_{ij} = \begin{cases} 1 & Q_i \text{ cites } P_j \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

(Q_i = target patent i , P_j = basic patent j)

[Phase 2]

두 번째 단계는 다시 세 가지 단계를 순차적으로 시행하게 된다.

- 1단계 : co-cited frequency를 구한다. j 와 j' 이라는 patent가 있을 때 co-cited frequency는 다음과 같이 구한다.

$$\omega_{jj'} = \begin{cases} \sum_{i=1}^m \epsilon_{ij} \epsilon_{ij'} & \text{if } j \neq j' \\ 0 & \text{if } j = j' \end{cases} \quad 1 \leq j \leq n, 1 \leq j' \leq n$$

ϵ_{ij} 와 $\epsilon_{ij'}$ 은 위의 phase 1에서 구한 행렬과 같고, 여기서 구해지는 $\omega_{jj'}$ 은 대칭행렬로서 이는 위의 phase 1을 구한 다음 도출할 수 있다.

- 2단계 : patent 사이의 linkage strength를 구한다.

$$\pi_{jj'} = \begin{cases} \frac{\omega_{jj'}}{S_j + S_{j'} - \omega_{jj'}} & \text{if } j \neq j' \\ 0 & \text{if } j = j' \end{cases} \quad 1 \leq j \leq n, 1 \leq j' \leq n$$

여기서 $S_j = \sum_{i=1}^m \epsilon_{ij}$ 로서 basic patent j 에 관한 cited frequency이다.

- 3단계 : 2단계 까지 구한 지수들을 이용하여 Pearson correlation coefficient를 구하는 단계이다. 먼저 basic patents를 두 그룹으로 나눈다. $\Pi_j = \{\pi_{kj}, k \neq j, j'\}$ 와 $\Pi_{j'} = \{\pi_{kj'}, k \neq j, j'\}$ 로 나눈다. 다음으로 Pearson correlation coefficient를 다음과 같은 식으로 구한다.

$$r_{jj'} = \begin{cases} \frac{(n-2) \sum_{k=1}^n \pi_{kj} \pi_{kj'} - \sum_{k=1}^n \pi_{kj} \sum_{k=1}^n \pi_{kj'}}{\sqrt{(n-2) \left(\sum_{k=1}^n \pi_{kj}^2 \right) - \left(\sum_{k=1}^n \pi_{kj} \right)^2} \sqrt{(n-2) \left(\sum_{k=1}^n \pi_{kj'}^2 \right) - \left(\sum_{k=1}^n \pi_{kj'} \right)^2}} & \text{if } j \neq j' \\ 1 & \text{if } j = j' \end{cases}$$

여기서 $\pi_{kj} \in \Pi_j$ 이면 patent j 와 k 사이에 linkage strength가 존재한다고 생각할 수 있다.

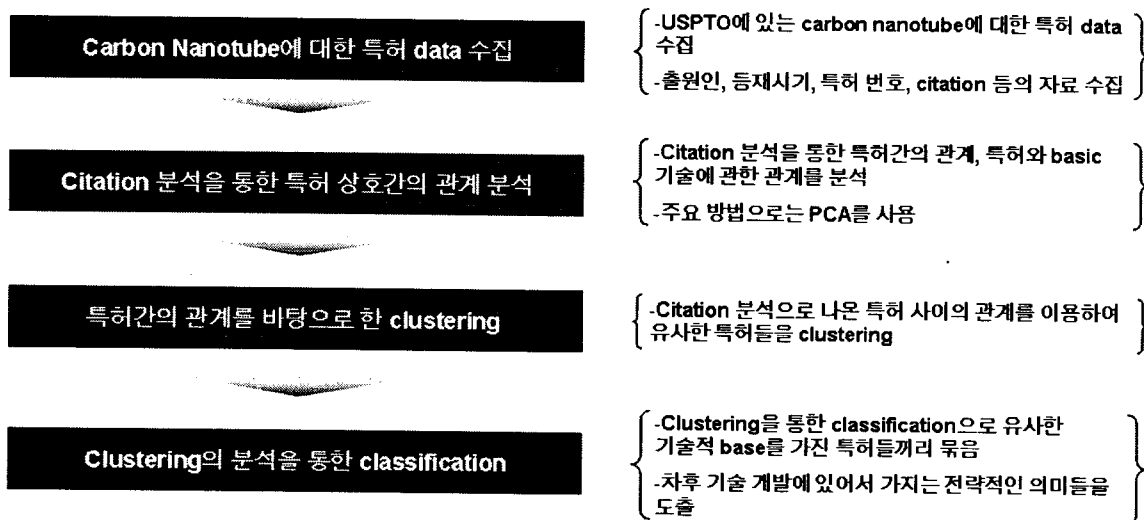
[Phase 3]

이 단계에서는 factor analysis를 사용하여 technology classification을 수행한다. 여기서 factor로는 출원인, IPC/ UPC 코드를 이용한 정보들을 가지고 분석을 실시하게 된다.

IV. 탄소나노튜브의 기술 분류

4.1 연구 설계

본 연구에서는 탄소나노튜브의 특허 정보를 이용하여 기술 분류를 시도하였다. 본 연구의 framework는 [그림 7]과 같다. 먼저 USPTO에 있는 자료를 이용하여 탄소나노튜브에 대한 특허 data를 수집한다. USPTO에는 특허의 인용정보, 출원인 정보, IPC/ UPC code 등 특허에 대한 전반적인 정보들이 기재되어 있고, 인터넷을 통해서 database에 쉽게 접근할 수 있으며, 우리나라를 비롯한 미국, 일본 및 세계 각국의 특허들이 많이 있기 때문에 USPTO를 택하여 특허 data를 수집하였다. data를 수집한 후 위에서 언급한 co-citation 방법을 사용하여 특허 상호간의 관계를 분석하였다. 그리고 연도, 출원인 정보를 바탕으로 하여 grouping을 하였고, 이 grouping을 평가하는 것으로 연구를 정리하였다.



[그림 7] 연구 framework

4.2 Data

2000년 1월 1일부터 2005년 3월 31일 까지의 USPTO에 등재된 57건의 Carbon nanotube를 title로 한 특허들을 조사하였다. 여기서 조사된 57개의 특허가 target patent로 간주가 되고, 이를 $k(1), \dots, k(57)$ 과 같이 notation 하였다. 그리고 위 57개의 특허가 인용한 180건의 특허가 basic patent로 간주되었으며 이를 $k(1), \dots, k(180)$ 으로 notation 하였다.

57개의 target patents 중 한국 국적의 특허가 14건, 미국 국적의 특허가 22건, 일본 국적의 특허가 15건, 중국 등 기타 국가의 특허가 6건이 있었으며, 한국의 특허는 모두 기업들이 출원하였다는 것이 특징이다.

4.3 분석

위에서 구한 data를 기준으로 ϵ matrix를 작성하였다.

<표 6> ϵ matrix 일부

| | t(1) | t(2) | t(3) | t(4) | t(5) | t(6) | t(7) | t(8) | t(9) | t(10) | t(11) |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| b(1) | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| b(2) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| b(3) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| b(4) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| b(5) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| b(6) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| b(7) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| b(8) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| b(9) | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| b(10) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| b(11) | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| b(12) | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| b(13) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

위에서 도출한 ϵ matrix를 통해서 Pearson correlation coefficient를 구하였다.

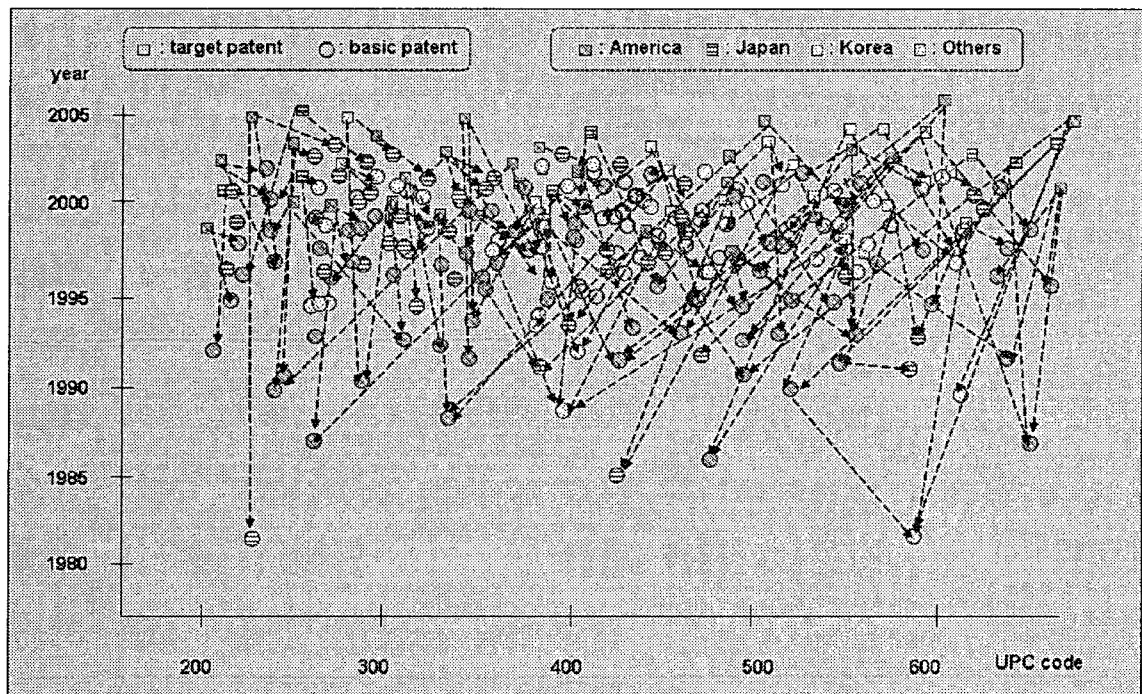
<표 7> Pearson correlation coefficient (일부)

| | b(1) | b(2) | b(3) | b(4) | b(5) | b(6) | b(6) |
|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| b(1) | 1 | | | | | | |
| b(2) | -0.65 | 1 | | | | | |
| b(3) | -0.05 | 0.07 | 1 | | | | |

| | | | | | | | |
|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| b(4) | -0.73 | -0.45 | 0.28 | 1 | | | |
| b(5) | -0.73 | -0.545 | 0.28 | 0.345 | 1 | | |
| b(6) | -0.06 | 0.787 | 0.456 | -0.867 | 1 | 1 | |
| b(7) | 0.645 | 0.346 | 0.004 | -0.45 | 0.457 | 0.88 | 1 |
| b(8) | 0.345 | 0.567 | 0.021 | 0.47 | 0.77 | -0.34 | -0.273 |
| b(9) | 0.034 | 0.003 | 0.234 | 0.003 | -0.4 | 0.34 | 0.45 |
| b(10) | 0.004 | -0.07 | -0.67 | 0.423 | -0.012 | 0.67 | 0.387 |
| b(11) | 0.34 | 0.004 | 0.77 | 0.023 | 0.04 | -0.121 | -0.021 |
| b(12) | -0.56 | 0.565 | -0.005 | 0.45 | 0.564 | 0.453 | 0.23 |

결과가 1에 가까울수록 연관관계가 크다고 볼 수 있으며, 그 숫자가 작을수록 상관관계가 없다고 볼 수 있다. 결과로 보면 basic patents 사이에 다양한 연관관계가 있음을 알 수 있다.

4.4 결과

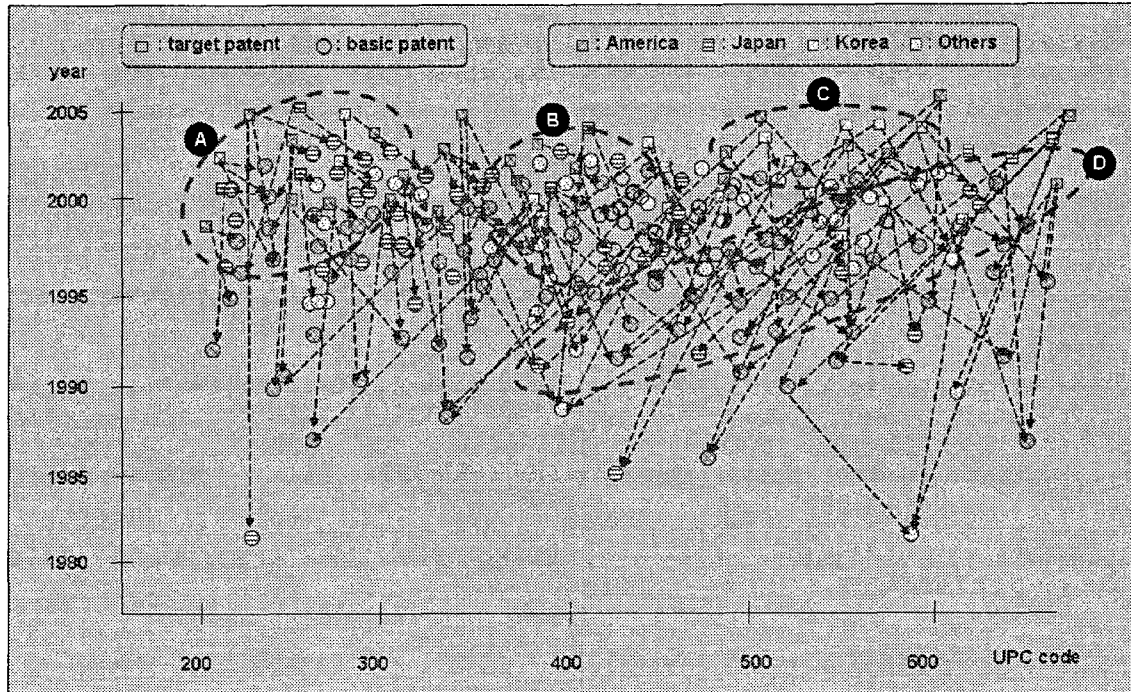


[그림 8] 대상 patent 정리

target patent와 basic patent를 연도별, UPC code별로 나타내면 다음의 [그림 8]과 같다. 여기서 UPC code를 사용한 것은, code가 숫자 형태로 나타내져 있기 때문에 편의상 이용하게 되었으며, 이를 실수와 같은 연속형 변수로는 처리하지 않았다.

여기에 patent 출원 국가 정보와 인용관계를 더하여 도식화 하였다.

그리고 위의 grouping 결과에 출원국 정보와 상관계수를 이용하여 grouping을 하면 다음 [그림 9]와 같다.



[그림 9] grouping 결과

group A와 group B는 출원인 정보 보다는 UPC code에 따르는 기술 분류로 구분이 되었다. 특이한 점은 group C와 group D에서 나타나는데, group C는 주로 우리나라 특허들이 분포한 group으로 주로 display와 관련된 기술이 포함되어 있다. display 회로와 소자와 관계된 기술들이 묶인 group이라 할 수 있으며, 국내 특허를 많이 인용하였다. group D는 인

용관계가 전 기술 분야에 걸쳐 있는 현상을 보였는데, 이는 어떠한 특정 기술로 분류하기는 힘들지만, 이 group은 나노 기술의 전반적인 특징을 잘 보여준다고 할 수 있다. 나노 기술은 size가 작아짐으로 인해서 분자 혹은 원자 단위의 현상이 그대로 기술의 성과로 반영되기 때문에 소재의 특징과, 전기적 특징을 아울러 가지고 있기 때문에, 가령 target patent가 전기적 현상을 다루는 patent라 하여도, 이를 구현하기 위해서는 재료의 특징, 화학적 특징들이 모두 구현되어 있는 patent를 인용하기 때문에 이러한 현상이 나타난다고 볼 수 있다.

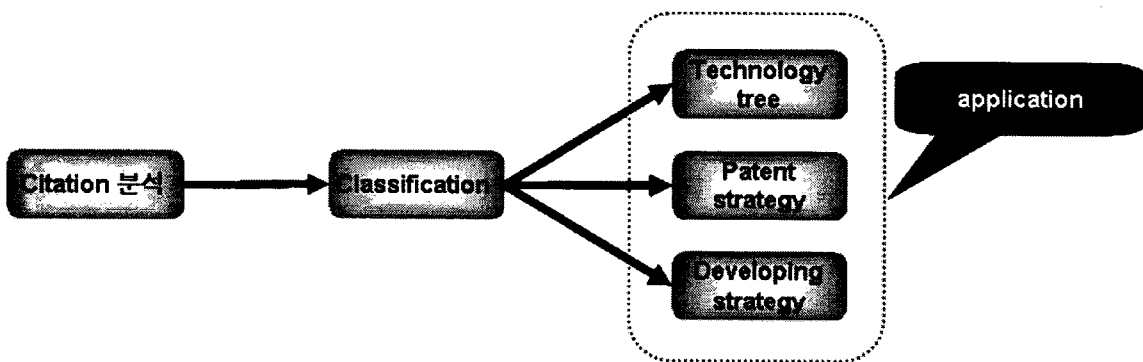
V. 결론

5.1 요약 및 제언

본 연구는 patent 정보의 co-citation 분석을 이용한 기술 분류의 framework를 제시하고자 하였다. 최근 들어 특허 정보가 기업과 국가의 중요한 경쟁 요소로 지적되고 있고(M. Stolpe, 2002), 특허 정보의 database화로 인하여 접근하기가 용이해짐에 따라 특허 분석이 기업 경쟁력 분석, 산업 분석, 기술 분석 등에 중요한 요소가 되었다.

기존의 정성적이고 주관적인 방법에서 벗어나, 정량적이며 객관적인 분류 framework를 제시하고자 하여 연구를 시행하였고, 특히 nano-technology가 대표적인 emerging technology의 하나로서 기술의 발전 속도도 가속화되고 적용 범위도 넓어지고 있는 기술임에 불구하고 기업의 기술분석이나 산업의 경쟁력 분석, 기술 분석시에 참조할 수 있는 뚜렷한 기준이 없기 때문에 본 연구를 통해 기준을 제시하고자 하였다.

본 연구에서 사례로 조사한 탄소나노튜브의 경우도 기존에 분류되어 있는 나노 기술 분류체계에서도 융합 기술로 나타나 있고, 실제로 그 종류와 적용범위가 매우 다양하기 때문에 탄소나노튜브 관련 기술 개발시 많은 애로 사항이 있다. 이는 관련 기술의 연구나 개발시에 어떠한 기술을 참조하여야 하고, 어떻게 분류가 되는가 하는 점에서 명시되어 있는 기준이 모호하기 때문이다. 본 연구에서 제시한 framework로 특허 관리 측면에서 세부 기술 사항들에 대한 세분화 된 특허전략을 수립할 수 있고, 기술 개발/ 제품 개발 측면에서 기존에 존재하는 특허에 대한 분석을 바탕으로 틈새(niche)를 찾거나 기존 특허를 이용할 수 있는 기술 개발 전략 수립에 이용할 수 있을 것이라 생각된다.



[그림 10] 본 연구에서 제시한 framework의 적용 방안

5.2 한계 및 future work

나노 기술은 계속 발전하고 있는 기술이며 적용 범위도 확장되고 있다. 탄소나노

튜브 기술도 앞으로 개발될 기술이 지금 현재 개발되어 있는 기술보다 더 많을 것이다. 또한 본 연구에서 다루었던 기술이 참조하고 있는 기술들은 기초과학에서부터 최근에 나온 나노 기술까지 다양하게 분포하고 있었다. 여기서는 단순히 1차 인용 정보만을 가지고 분석을 하였으나, 보다 자세한 분석을 위해서는 1차 인용 특허들이 인용한 특허(2차 인용 특허)들, 그리고 3차, 4차 인용특허까지 조사하는 것도 필요하다고 생각된다.

또한 앞으로 어떠한 분야의 기술이 개발되는가에 대한 예측은 불확실한 점이 많기 때문에 지금의 기술 분류 결과와 미래의 기술 분류 결과는 다를 가능성이 많다. 따라서 제시한 framework를 적용할 때는 지속적인 특허 정보에 대한 update가 반드시 따라야 한다. 기술은 계속 발전하고 있고, 나노 기술의 경우는 아직 개발되지 못한 영역이 많을 뿐 아니라, 실제 상용화된 제품으로 발전하여 사용하게 되기까지는 시간의 간격이 존재하기 때문에 지속적인 update를 통해서 data를 추가하고, 지속적인 분류 작업을 시행하면, 시간 상황에 활용이 가능한 분류가 될 수 있을 것이다.

방법론적인 관점에서는 Pearson correlation coefficient 이외의 특허의 상관관계를 명확히 보여줄 수 있는 지수의 개발이 필요하다고 생각된다. Pearson correlation coefficient는 co-word 분석 등 text를 기반으로 분석하는데 많이 사용되고 있는 방법이지만, 결과값이 0이하로 도출될 경우 의미를 분석하기 어렵다는 단점이 있다. 이러한 단점을 극복할 수 있는 지수의 개발이 필요하다고 여겨진다.

< 참 고 문 헌 >

- Wonlimpiyarat, J., "The nano-revolution of Schumpeter's Kondratieff cycle", *Technovation*, vol. xx, pp. 1-6, 2004
- Kish, L. B., "End of Moore's law : thermal(noise) death of integration in micro and nano elctronics", *Physics Letters A*, vol.305, pp. 144-147, 2002
- Presting, H. and Konig, U., "Future nanotechnology development for automotive applications", *Materials Science & Engineering C*, vol. 23, pp. 737-741, 2000
- Gupta, V. K. and Pangannaya, N. B., "Carbon nanotubes : bibliometric analysis of patents", *World patent Information*, vol. 22, pp. 185-189, 2000
- Hochella Jr. M. F., "Nanoscience and technology : the next revolution in the Earth sciences", *Earth and Planetary Science Letters*, vol. 203, pp. 593-598, 2002
- Bastani, B and Fernandezet, D., "Intellectual property rights in nanotechnology", *Thin Solid Films*, vol. 420, pp. 472-477, 2002
- Guston, D. H. and Sarewitz, D., "Real-time technology assessment", *Technology in Society*, vol. 24, pp. 93-109, 2002
- Lai, K. and Wu, S., "Using the patent co-citation approach to establish a new patent classification system", *Information Processing & Management*, vol. 41, pp. 313-330, 2005
- Ernst, H., "Patent Information for strategic Technology Management", *World Patent Information*, vol.25, pp. 175-186, 2003
- Camus, C. and Brancaleon, R., "Intellectual assets management : from patents to knowledge", *World Patent Information*, vol.25, pp. 157-158, 2003
- Penan, H., "R&D strategy in a techno-economic network : Alzheimer's disease therapeutic strategies", *Research Policy*, vol. 25, pp. 338-341, 1996
- Karki, M. M. S., "Patent citation analysis : a policy analysis tool", *World Patent Information*, vol. 19, pp. 269-272, 1997
- Stolpe, M., "Determinants of knowledge diffusion as evidenced in patent data: the case of liquid crystal display technology", *Research Policy*, vol. 31, pp. 1181-1196, 2002
- Harhoff, D., Scherer, F. M. and Vopel, K., "Citation, family size,

- opposition and the value of patent rights", *Research Policy*, vol. 32, pp. 1343-1363, 2003
- Ko, Y. and Seo, J., " Using the feature projection technique based on a normalized voting method for text classification", *Information Processing & Management*, vol. 40, pp. 191-200, 2004
 - Magan, M., "The determinants of international knowledge diffusion as measured by patent citation", *Economic Letters*, vol. xx, pp. 6-9, 2004
 - Duda, R. O., Hart, P. E. and Stock, D. G., ' Pattern Classification', Wiley-interscience, pp. 495-498, 537-538, 2001
 - Han, J. and Kamber, M., ' Data mining : Concepts and Techniques', Morgan Kauffman Publishers, pp. 335-354, 2000
 - 특허청, 'NT 특허분석 보고서', 2005
 - 윤문섭 이광호, '나노기술 정책 동향', 연구보고 2002-15, STEPI, 2002
 - 특허청, Patent Map 길라잡이, 1999
 - KISTI, '나노 기반 기술', 기술 동향 분석 보고서 BB018, 2002
 - KISTI, '나노 바이오 기술', 기술 동향 분석 보고서 BB019, 2002
 - KISTI, '나노 공정· 측정 기술', 기술 동향 분석 보고서 BB020, 2002
 - KISTI, '나노 소재 기술', 기술 동향 분석 보고서 BB021, 2002
 - KISTI, '나노 고분자· 복합재료 기술', 기술 동향 분석 보고서 BB022, 2002
 - KISTI, '나노 소자 기술', 기술 동향 분석 보고서 BB023, 2002
 - KISTI, '나노 정보저장장치 기술', 기술 동향 분석 보고서 BB024, 2002
 - KISTI, '나노 의공학 기술', 2003 기술 산업 정보 분석 보고서 BA120, 2003
 - 삼성 경제 연구소, '기술 Tree 성공적 계획의 길', 2001