

# 계량과학적 방법을 이용한 효과적인 요약 정보 생성 방법에 관한 고찰 : e-Paper 기술분석을 중심으로

이방래1), 권오진2), 노경란3), 김경호4)

## 초 록

연구개발에 종사하는 연구자나 연구기획자들은 미래에 어떤 기술 또는 연구 분야가 각광을 받을 지 파악하기 위해 정보를 수집하거나 분석한다. 그러나 방대한 정보중에서도 정말 필요한 정보를 단시간내에 효과적으로 수집하기는 쉽지 않다. 기술기획이나 연구기획의 경우 현재의 연구동향이나 현황을 빠른 시간안에 정확히 파악하는 것이 주된 관심사이며, 이것을 지원해 줄 수 있는 연구방법론중 하나가 계량서지학이다. 본 연구는 계량서지적 분석결과를 효과적으로 이해할 수 있도록 시각화 기법을 이용한 정보분석 방법론을 다룬다. 발표동향 분석, 공동연구네트워크분석, 수준지수분석, 특허인용네트워크를 통한 인용트리분석 등을 이용하여 전자종이(e-Paper) 기술분야에 대해 분석하였다. 본 연구는 정보분석에 있어 비전문가라도 신속하게 정보분석 결과를 획득할 수 있도록 KISTI에서 개발한 정보분석시스템인 KnowledgeMatrix S/W와 이를 응용한 S/W를 활용한 방법론을 제시한다. 본 연구에서 사용한 방법론들은 실제로 연구사업에 활용하고 있거나 활용가능성이 매우 높은 방법론을 이용하였기 때문에 향후에도 널리 활용될 수 있을 것으로 판단한다.

주제어 : 정보분석, 기술개발전략, 계량서지학, 인용트리

- 
- 1) 한국과학기술정보연구원 정보분석본부 선임연구원 e-mail : brlee@kisti.re.kr
  - 2) 한국과학기술정보연구원 정보분석본부 선임연구원 e-mail : dbajin@kisti.re.kr
  - 3) 한국과학기술정보연구원 정보유통본부 선임연구원 e-mail : infor@kisti.re.kr
  - 4) 한국과학기술정보연구원 정보분석본부 책임연구원 e-mail : kimkho@kisti.re.kr

## I. 서론

지식은 정보를 매개로 진화하였다. 지금까지 인류문명 2000년 동안 과학기술의 중요한 발견과 성과는 지난 100년간에 이루어진 것이 전체의 60%에 이른다고 한다. 또한 20세기의 100년 중에 최근 20년간의 성과가 21세기 전체의 80%를 차지한다고 한다. 이처럼 과학기술의 진보는 기하급수적으로 발전하고 있다. 4년마다 2배씩 증가하는 지식자원과 연간 100만 건 이상의 논문이 발표되고 있다(Van Rann, 2005). 이런 상황에서 ‘기하급수적으로 생산되는 정보를 어떻게 효율적으로 연구활동에 이용할 수 있을까?’ 라는 문제는 연구자/연구기획자의 고민거리가 아닐 수 없었다. 이처럼 연구자/연구기획자의 연구활동을 지원하기 위해 생겨난 대표적인 연구방법 중 하나가 계량서지학이다. 계량서지학(Bibliometrics)은 1970년대부터 의미있는 연구 및 분석 방법으로 대두되었다. 1990년대 들어서 Thomson Reuters(구, ISI)의 인용색인정보를 포함한 데이터가 CD-ROM에 의해 그리고 인터넷에 의해 제공됨에 따라, 1970년대부터 연구되었던 분석기법들이 용이하게 적용가능해 졌으며 많은 발전을 이루었다(Cronin 2001; Verbeek, 2002).

본 연구에 사용된 정보분석 기법은 Poter and Cunnigham(2005)의 정보분석 유형 중 기본분석을, 고급분석기법중에서는 연구현황 부분을, 그리고 문헌인용트리를 이용한 핵심문헌 선정기법(Kwon et. al, 2008)을 사용하였으며, 전자종이(e-Paper)를 대상으로 정보분석을 실시하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 계량정보분석 기법의 연구동향에 대해 살펴보고, 3장에서는 정보분석방법론을 다루고, 4장은 전자종이(e-Paper)분야를 대상으로 정보분석을 수행하였다. 마지막 5장은 결론으로 구성된다.

## II. 계량정보 분석기법의 연구동향

계량정보분석은 1970년대 초부터 미국과 네덜란드, 영국, 스페인 등 북유럽 국가들에 의해 초기에 연구개발이 주도되었으며, 지금까지도 활발히 연구가 진행되고 있다(문영호 외, 2007). 1990년대 초부터 미국 Georgia Institute Technology의 TPAC(Technology Policy & Assessment Center)은 TOA(Technology Opportunity Analysis)에 대해 연구하였고 VantagePoint S/W를 개발하였다. IpIQ,

Inc.(구, CHI)는 특허 DB, 과학-특허연계 DB, 투자 DB 등과 같은 과학기술정보를 이용하여 기업정책투자 컨설팅을 수행하고 있다. 호주의 ARC (Australian Research Council, 호주연구협의회)는 BibTechMon S/W를 개발하였으며, 이 소프트웨어는 기술 평가, 기술예측, 전략기술도출 등의 기능을 갖추고 있고 다각적인 시각화 기능이 탁월하다. 네덜란드 라이덴 대학의 CWTS (Center for Science and Technology Studies)는 국가과학기술의 수준평가 및 성과관리를 목적으로 계량서지적 분석방법과 관련 평가 지표를 개발하였다. 스웨덴의 Inforsk(Information Research Group, Department of Sociology at Umeå university)에서는 Bibexcel S/W를 개발하였으며, 인용분석, 동시인용분석, 공유 참고정보 분석, 서지결합, 군집분석, 계량서지 분포와 매핑 등에 대한 연구를 수행하고 있다(문영호 외, 2007).

계량정보 분석과 관련된 연구는 지식매핑, 지표개발, 분석시스템 측면에서 이루어지고 있다. 그중에서도 지식매핑 형태로 결과를 도출하는 연구가 활발히 수행되고 있다. 이것은 주로 동시단어분석, 문헌동시인용분석, 저자동시인용분석, 저널동시인용분석, 네트워크 분석, 요인분석과 주성분분석, 다차원축적법 등을 활용하고 있다. 국내에서 지식매핑과 관련된 연구로 동시단어 분석을 통한 도메인 맵(이우형, 2005)과 로봇기술분야의 전략맵(정용일 외, 2005; Lee et. al, 2008) 등이 수행되었다. 국내외적으로 피인용횟수를 이용한 지표개발에 관한 연구가 활발하며, 그 대표적인 예가 영향력지수(Impact factor)이다. 정보분석시스템도 국내외적으로 다수 존재하며, 시스템에 따라 그 기능과 분석 가능한 데이터가 각기 상이하다. 최근 한국과학기술정보연구원은 계량정보분석을 위한 정보분석시스템으로 KnowledgeMatrix S/W를 개발하였다.

이 논문의 목적은 정보분석에 있어 비전문가일지라도 신속하게 특정 기술분야의 기술 현황을 손쉽게 파악할 수 있는 정보분석방법을 제공하는 것이다. 이를 위해 e-Paper 분야를 선정하여 KnowledgeMatrix와 실제 연구사업 등에 활용한 계량분석지표를 적용하여 사례분석하였다.

### III. 정보분석 적용을 위한 방법론

계량서지학은 여러 가지 기준에 따라 그 분석방법 및 기법들을 구분한다. 그 중에서 Porter and Cunningham(2005)는 계량서지학 분석방법을 크게 기본분석법(Basic Analyses) 고급분석법(Advanced Analyses) 그리고 추이분석법(Trend Analyses)으

로 구분하였다. 계량서지학분야의 세계적 학자인 Van Raan(1988)은 기본분석법을 아래와 같이 두 단계로 세분하였다.

- 1단계 분석: 리스트 생성
- 2단계 분석: 행렬생성을 위한 리스트간 결합이용

1단계 분석은 단순 출현빈도를 분석하는 것이다. 1단계 분석은 더 깊이있는 고급 단계의 분석에 들어가기전에 전체적인 데이터의 구성 및 내용을 파악하고, 다음 단계의 분석을 하기 위한 출발점으로서 활용될 수 있다. 2단계 분석은 데이터 내에 포함된 두 가지 개체정보를 결합하여 분석하는 것이다. 이러한 고급분석법들은 1) 차원(공간)분석, 2) 클러스터링, 3) 트리기반 분석, 4) 인과관계 모델링이라는 네 가지로 세분될 수 있다:

이 논문에서는 논문/특허 데이터를 이용하여 특정 기술분야의 기술개발 현황을 신속하게 파악하고 비교분석할 수 있는 방법을 다룬다. 정보분석의 방법으로 여러 가지 지표나 지식매핑 기법들을 이용할 수 있지만, 이 논문에는 실제로 연구사업에 적용하였거나 활용 가능성이 높은 방법론을 적용하였다. 이 논문에 적용된 4가지 분석기법은 단순 분석 방법인 발표동향 분석, 고급분석 기법인 클러스터링기법이 결합된 공동연구 네트워크 분석, 수준지수분석, 특허인용네트워크의 인용트리분석이다. 이 분석기법은 정보분석결과를 차트나 그래프 등으로 시각화하여 보여줌으로써 정보분석 결과의 이해도를 높이는데 효과적이다.

### 3.1 발표동향 및 공동연구 네트워크 분석기법

발표동향분석은 논문 및 특허에 대한 기술분야별-연도별 발표건수 추이분석으로, 엑셀과 같은 툴을 이용하여 손쉽게 만들 수 있는 차트형태의 그림이다. 공동연구 네트워크 분석은 국가간, 기관간, 저자간 공동연구 건수를 시각화하여 보여준다. 공동연구 네트워크 분석을 위해 그래프 레이아웃 알고리즘의 일종인 FDP(Force Directed Placement)(Fruchterman et. al, 1991) 기법을 활용하여 시각화하였다. 이 기법은 그래프 상에서 발생패턴이 유사한 노드들은 서로 근거리에 위치하고, 발생패턴이 상이한 노드들은 서로 원거리에 위치시키는 시각화 알고리즘이다.

### 3.2 수준지수 분석기법

수준지수란 특정 기술분야 전체 논문의 평균 피인용횟수에 대한 특정 국가 발표 논문의 평균 피인용횟수의 비로서, 피인용횟수를 이용하여 특정 국가의 질적 수준을 측정하는 지표이다(이혁재, 2008). 지표값은 수준지수가 1인 경우, 특정 국가가 발표한 논문의 평균 피인용횟수가 해당분야 전체 논문의 평균 피인용횟수와 동일함을 의미한다. 수준지수가 1을 초과하는 경우, 해당분야 평균 피인용횟수에 비해 높음을 의미한다. 이 논문에서는 수준지수와 건수를 2차원 도면에 포지셔닝 하는 형태로 시각화하였다.

### 3.3 문헌인용 네트워크의 인용트리 분석기법

문헌의 인용트리를 이용한 분석기법은 최근에 개발된 기법으로, 문헌의 인용관계 네트워크에서 직접 인용이외에 간접인용까지 모두 고려하고, 각각의 인용에 가중치를 부여함으로써 특정 기술분야에서 가장 핵심이 되는 문헌들을 선별해내는 정보분석기법이다(Kwon et. al, 2008). 즉, 단순히 특정 문헌이 직접 인용된 횟수를 계산하는 피인용횟수를 이용하는 것뿐만 아니라 피인용된 문헌이 다시 피인용되는 인용트리를 모두 고려하는 방식이다. 인용관점에서 살펴볼 때 특정 기술분야에서 핵심이 되는 특허를 제대로 선별할 수 있는 정보분석기법이다.

이 분석기법을 적용하기 위한 데이터 처리절차는 다음과 같다.

- 1단계: 기술분야 선정 및 초기 데이터집합 구성
- 2단계: 최근 5년 동안의 문헌별 피인용횟수 계산을 통한 최상위 피인용문헌 선정
- 3단계: 최상위 피인용문헌으로부터 문헌 인용트리 도출(데이터 집합 구성)
- 4단계: 문헌 인용트리에서 각 문헌의 가중치(weighted reachability) 계산
- 5단계: 핵심문헌집단 선정 및 인용트리 시각화

1단계는 특정기술분야를 선정하고 초기의 데이터집합을 구성하는 단계이다. 2단계는 구성된 초기 데이터집합에서 최근 5년동안 인용관점에서 가장 영향을 많이 준 문헌을 찾아내는 단계이다. 단순히 피인용횟수가 가장 많은 문헌을 찾아낼 수도 있고 전문가 관점에서 선별할 수도 있다. 3단계는 최상위 피인용문헌으로부터 시작하여 문헌의 인용트리를 구성하여 데이터집합을 선정하는 단계이다. 4단계는 문헌의 인용트리에서 각 문헌의 가중치를 계산하는 단계인데 직접인용이 간접인용보다 더욱 중요하게 고려되어야

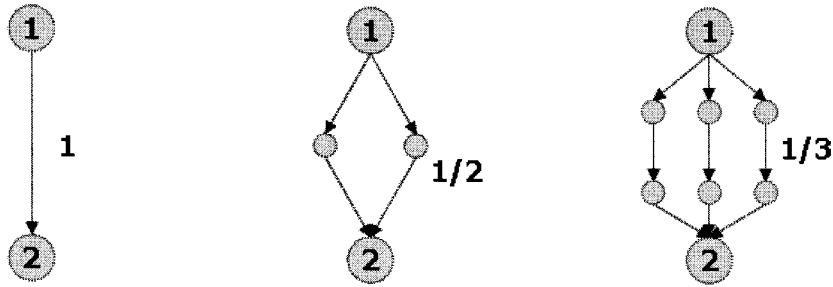
하고, 간접인용에서의 경로거리가 길수록 가중치를 낮게 적용해야 한다는 아이디어에 기반하고 있다. 4단계에 대해서는 다음 섹션에서 좀 더 상세히 기술하고자 한다. 5단계는 계산된 각 문헌의 중요도 값을 기준으로 내림차순으로 정렬하여 핵심 특허집단을 선정하고 Graphviz S/W를 이용하여 시각화한다. 이를 통해서 특정기술분야에서 핵심문헌 간 인용트리를 확인할 수 있다.

### 3.3.1 문헌 인용트리에서 각 문헌의 가중치 계산기법

계량정보분석의 지표연구에 주로 사용되는 피인용횟수는 단순히 특정 문헌이 다른 문헌에 몇 번 직접적으로 인용되었는가를 나타낸다. 그러나 실제로 문헌은 복잡한 인용네트워크를 가지면서 인용트리를 형성한다. 이 논문에 사용된 분석기법은 방향성을 갖는 인용 네트워크에서 직접인용과 간접인용을 동시에 고려하여 가장 영향력 있는 핵심문헌을 추출하는 새로운 방식이다. 이 분석기법에서 제안하는 지표의 속성은 다음과 같이 두 가지이다.

- 네트워크에서 특정 노드가 다른 노드로 연결되는 경로의 수가 많을수록 특정 노드의 지표 값은 높아진다.
- 직접인용(직접경로)이 간접인용(간접경로) 보다 지표 값이 높게 나온다.

문헌인용트리를 도식화하면 다음과 같다. [그림 1]은 문헌의 인용네트워크에서 각 경로의 가중치를 설명하고 있다. [그림 1]은 1번 노드에서 2번 노드로 가는 각 경로의 가중치를 설명하고 있다. [그림 1]의 왼쪽 그림처럼 1번 노드에서 2번 노드로 직접 연결된 경우에는 1번 노드의 중요도 지수에 1을 더한다. 1에서 직접 연결된 노드의 수가  $n$  개이면 1번 노드의 중요도 지수값에  $n$ 이 더해진다. [그림 1]의 중앙의 경우는 1번 노드에서 2번 노드로 가는 경로의 길이가 2이다. 이때는 서로 독립적인 경로에 대해서  $1/2$  값이 1번 노드의 중요도 지수에 더해진다. [그림 1]의 오른쪽은 1에서 2로 가는 경로의 길이가 3이므로 각 경로별로  $1/3$ 이 1번 노드의 중요도 지수에 더해진다.



[그림 1] 문헌의 가중치 계산

한편 그래프에서 연결관계는 인접행렬(adjacency matrix)로 표현되며 인접행렬의 셀 값이 1인 경우에 두 노드간 연결관계가 있음을 표시한다. 또한 A 를 인접행렬이라고 했을 때 A를 r 번 거듭제곱한  $A^r$  매트릭스의 각 셀 값은 특정 노드에서 다른 노드로 가는 경로길이가 r인 서로 다른 경로의 수이다(Stanley W, 1999). 다시 말하면, 노드  $V_i$ 에서 노드  $V_j$ 까지 경로길이 r 인 상이한 경로의 개수는 행렬 A의 거듭제곱행렬  $A^r$ 의  $(i, j)$  성분 값이다. 이를 공식화해서 표현하면 다음과 같다(O.J. Kwon et. al, 2008).

$$f_i = \sum_{r=1}^m \left\{ w(r) \sum_{j=1}^n a_{i,j}^{(r)} \right\}$$

여기서  $i$ 는 중요도 지수를 계산하려는 대상 노드(문헌)이고  $f_i$ 가 계산된 노드의 중요도 지수를 나타낸다.  $r$ 은 경로거리를 의미하면서 인접행렬의 거듭제곱 행렬에서 거듭제곱값을 의미한다. 경로거리값은 1이상 정수값을 취하며 최대  $m$  값을 갖는 것으로 가정한다.  $w(r)$ 은 경로의 가중치 함수로써 경로거리의 역수를 취할 수 있다. 즉  $w(r) = 1/r$ 이다. 가중치 함수는 하나의 사례를 들었을 뿐이고 단조감소형태를 취하는 어떠한 것도 적용가능 할 것이다.  $j$ 는 인용트리 네트워크에서 중요도 지수를 계산하려는 대상 노드(문헌)  $i$  이외의 다른 모든 노드에 관한 인덱스이며 인용트리 네트워크의 모든 노드의 수는  $n$  개로 가정한다. 인접행렬 A의 거듭제곱행렬  $A^r$  매트릭스의 각 셀 값은  $a_{i,j}^{(r)}$ 로 표시한다.

## IV. e-Paper 분야 정보분석

이 논문에서는 최근에 이슈가 되고 있는 전자종이(e-Paper)분야를 선정하여 상술한 정보분석방법론을 적용하여 KnowledgeMatrix S/W를 활용하여 정보분석을 수행하였다. 그리고 정보분석 결과의 이해도를 높이기 위해 가시화된 형태로 제시하였다.

### 4.1 데이터 수집

본 분석에서 사용된 데이터는 Web of Science 와 DWPI 로부터 추출한 데이터이다. Web of Science는 SCIE 급 논문의 서지정보를 얻을 수 있는 상용 데이터베이스이고 DWPI 는 전세계 특허의 서지정보를 얻을 수 있는 상용 데이터베이스이다. 논문과 특허에 대한 검색식은 다음의 표와 같다. 검색은 문헌의 제목, 초록, 키워드 부분에 한정해서 수행되었다.

<표 1> 논문 및 특허의 검색식

대상	검색식
논문 특허	((electronic adj paper) or e-paper or paper-like or (twist adj ball) or gyricon* or cholesteric* or bistable or electrowetting or electrophoretic* or electrochromic or nanochromic or (liquid adj powder) or interferometric* or microelectromechanical or mems or (polymer adj disperse*) or (optical adj shutter)) AND (display or lcd or (liquid adj crystal))

2008년 8월, <표 1>의 검색식을 사용하여, 검색기간에 제한을 두지않고 Web of Science와 DWPI를 검색하였다. 검색된 데이터 건수는 논문은 3,575건, 특허는 10,202건이다. 검색결과에 대해서 좀 더 의미 있는 분석을 하기 위하여 다음과 같이 기술분야를 세분하였다. 즉 <표 2>의 중분류에 포함되는 단어가 각 문헌의 제목, 초록 및 키워드에 출현하면 문헌들을 해당분야로 분류하였으며 복수분류를 허용하였다. 그 결과 논문 1,589건, 특허 6,262건에 대한 중분류가 이루어졌다.



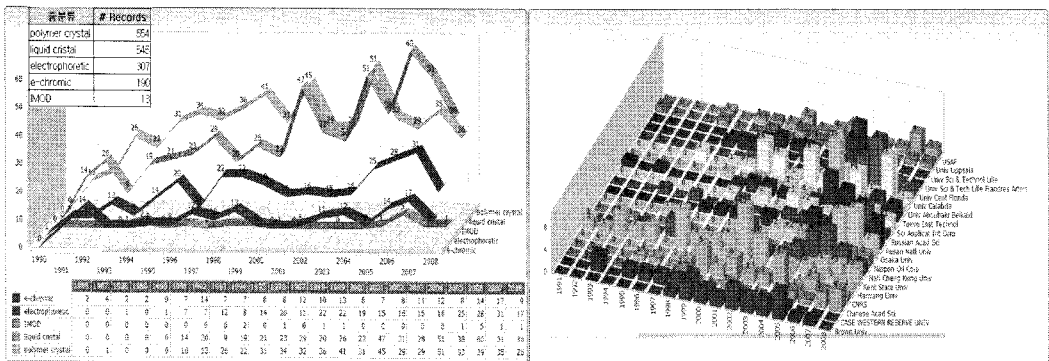
<표 2> e-Paper 기술 중분류

중분류	포함 단어
Electrophoretic	Electrophoretic, Electorwetting, Liquid powder
E-chromic	Electro chromic, e-chromic
imod	Interferometric, imod, optical shutter
Liquid crystal	Bistable liquid crystal, cholesteric liquid crystal
Polymer crystal	Polymer dispersed liquid crystal, PDLC, PNLC, PILC

## 4.2 전자종이분야 정보분석 결과

### 4.2.1 발표동향분석

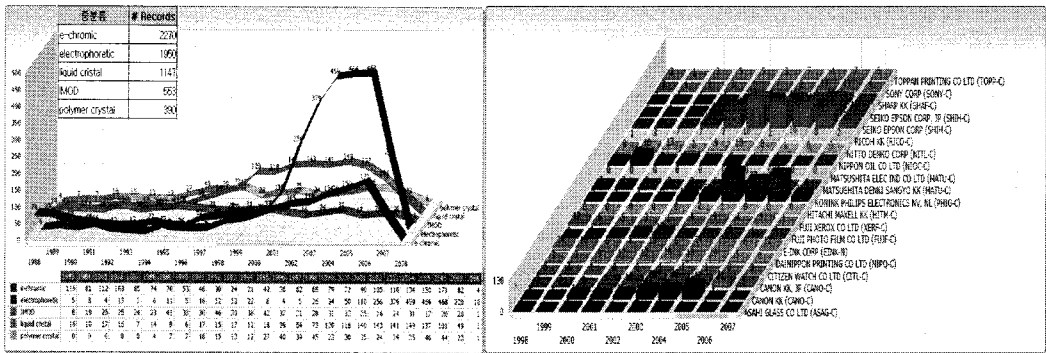
e-Paper 분야를 5개 중분류로 구분하여 살펴본 연도별 논문발표 동향은 [그림 2]와 같다. 전반적으로 1990년대 초반부터 논문발표 건수가 증가하고 있지만 IMOD 분야는 최근까지도 미미한 양상을 보이고 있다. e-Paper분야의 논문을 다량 발표한 상위 20개 기관을 살펴보았다. 가장 많은 논문을 발표한 기관은 Kent State Univ. 이며, 국내 대학으로 한양대학교와 부산대학교가 세계 20위안에 포함된다.



[그림 2] 논문발표 동향: 기술별(왼쪽) / 상위 20개 기관(오른쪽)

e-Paper 분야는 중분류 단위에서 특허와 논문간 다른 패턴을 보여주었다. polymer crystal 분야는 논문에서 가장 높은 발표수를 보여주었지만, 특허에서는 가장 적은 수치를 보였다. 반대로 논문 발표수에서 낮은 수치를 보인 e-chromic 분야는 특허에서 가장 높은 발표수를 보였다.

또 다른 패턴은 특허와 논문간 e-Paper의 출현시기가 서로 상이한 점이다. 1990년대 초반부터 e-Paper에 관한 논문이 출현하기 시작했던 반면에 특허는 1980년대 초반부터 이미 나오기 시작했다는 점이다. 상위 20개 출원인(기관)을 중심으로 특허발표 동향을 분석한 결과, 주로 일본계 기업들이 많은 특허를 보유하고 있었다. SEIKO EPSON CORP, CANON KK, MATSUSHITA ELEC IND CO LTD, SHARP KK 등의 회사들이 e-Paper 분야의 특허를 다수 보유하고 있었다. 이 분야에서 상위 20개 기관에 포함된 국내 기업은 없었다.



[그림 3] 특허발표 동향: 기술별(왼쪽) / 상위 20개 출원인(오른쪽)

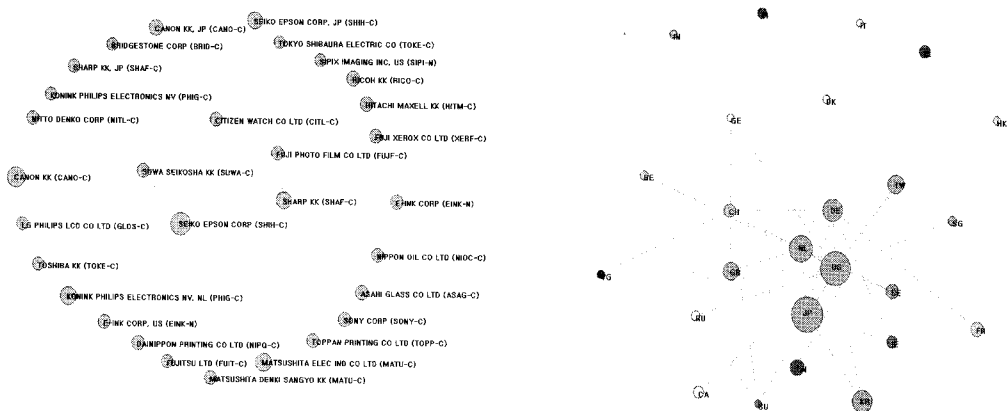
#### 4.2.2 공동연구 네트워크 분석

e-Paper 분야를 선도하는 상위 30개 기관을 대상으로 FDP 알고리즘을 적용하여 논문의 공동연구 네트워크를 살펴보았다. [그림 4]에서 연결선이 굵을수록 기관간 공동저작한 논문이 많다는 것을 보여준다. 상위 30개 국가간 논문의 공동연구 네트워크를 분석한 결과 미국, 일본, 그리고 프랑스 등이 협력네트워크의 중심에 위치하고 있었다.



[그림 4] 논문 공동연구네트워크: 상위30개 기관(왼쪽) / 상위 30개 국가(오른쪽)

특허의 경우 상위 30개 출원인(기관)간 공동연구 네트워크를 살펴본 결과 [그림 5]에서처럼 4가지 공동출원이 존재함을 확인하였다. 상위 30개 국가를 대상으로 특허의 공동연구 네트워크를 살펴본 결과, 미국과 일본이 협력네트워크의 중심에 위치하고 있음을 확인하였다.

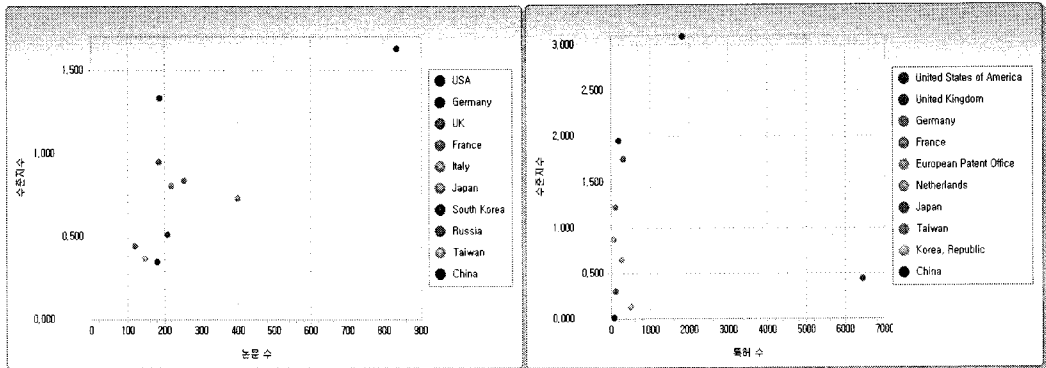


[그림 5] 특허 공동연구네트워크: 상위 30개 출원인(왼쪽) / 상위 30개 국가(오른쪽)

#### 4.2.3 수준지수 분석

특정 기술분야에서 국가별 수준지수를 피인용횟수의 관점에서 분석해 본 결과는 [그

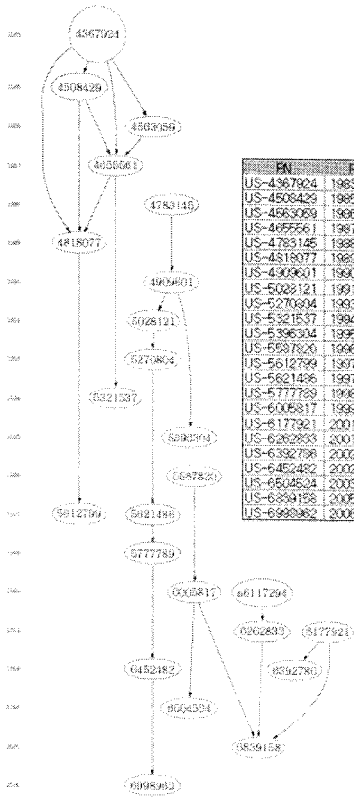
림 6과 같다. 상위 10개 국가에 대해 분석한 결과, 논문에서는 미국(1.629), 독일(1.330)이 상위권을 형성하고 있었고 한국(0.511)은 세계 평균에도 미치지 못하였다. 특허에서는 미국(3.091), 영국(1.949), 독일(1.748) 등이 상위권을 형성하고 있었고 한국(0.124)로 세계 평균 대비 질적 수준이 아주 낮은 것으로 나타났다.



[그림 6] 국가별 수준지수: 논문분석(왼쪽)과 특허분석(오른쪽)

#### 4.2.4 문헌인용 네트워크에서 인용트리분석

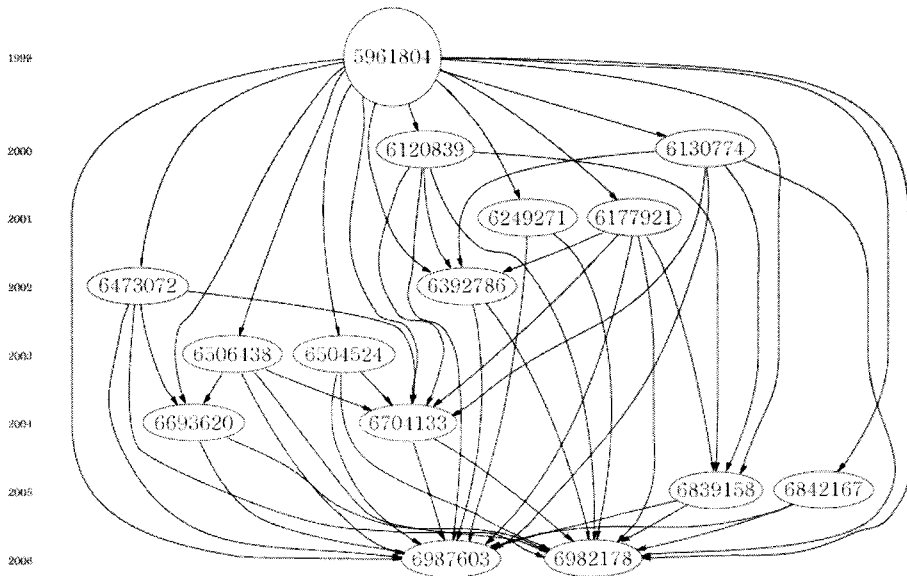
문헌인용네트워크 분석에서는 미국특허를 대상으로 분석을 수행하였다. e-Paper 분야에서 전체 피인용횟수가 가장 많은 특허는 US-4367924 이고, 최근 5년 동안 가장 많은 피인용횟수를 보이는 특허는 US-5961804 이다. 이 두 특허에 특허 인용트리를 적용하여 분석하였다. 분석결과 [그림 7]과 같은 결과를 얻었다. [그림 7]은 시작특허 US-4367924를 인용한 모든 특허들 중에서 연도별 피인용횟수가 가장 높은 특허를 1-3개 범위에서 선정해서 인용 경로를 연결한다. 이와 같은 과정을 통해 연도별 핵심 특허의 계보를 만들 수 있다.



FN	FD	TI	PA
US-4367924	19830111	Chiral smectic C or H liquid crystal electro-optical device	
US-4508428	19850402	Method for driving liquid crystal element employing ferroelectric	Hitachi, Ltd. (Tokyo JPX 03)
US-4863069	19600107	Surface stabilized ferroelectric liquid crystal devices	
US-4855556	19870407	Method of driving optical modulation device using ferroelectric	Canon Kabushiki Kaisha (Tokyo JPX 03)
US-4783145	19881108	Multiple gradation dot-matrix picture forming method	Fuji Photo Film Co., Ltd. (Kanagawa JPX 03)
US-4818077	19690404	Ferroelectric liquid crystal device and method of driving the same	Hitachi, Ltd. (Tokyo JPX 03)
US-4905601	19900320	Projection-type color display device with light valves positioned	Seiko Epson Corporation (Tokyo JPX 03)
US-5028121	19910702	Projection device	Fraunhofer-Gesellschaft Zur Forderung der Angew
US-5278904	19931214	Color display system utilizing optical valves	Serfaty Axiomque (Meudon la Foret FRX 03)
US-5321537	19940814	Method for producing chiral smectic liquid crystal device includi	Canon Kabushiki Kaisha
US-5396304	19960307	Slide projector mountable light valve display	Hyopin Corporation (Taunton MA 02)
US-5593820	19961224	Integrated electro-optical liquid crystal device and method of u	Sharp Kabushiki Kaisha (Osaka JPX 03)
US-5612799	19870318	Active matrix type electro-optical device	Semiconductor Energy Laboratory Co., Inc. (Kana
US-5621426	19970415	Efficient optical system for a high resolution projection display	International Business Machines Corporation (Arm
US-5777789	19980707	Efficient optical system for a high resolution projection display	International Business Machines Corporation
US-6005817	19991221	Method for parallel writing and reading of data in an optical me	Opticon ASA, NOK
US-6177921	20010123	Printable electrode structures for displays	E Ink Corporation
US-6262933	20010717	Capsules for electrophoretic displays and methods for making	E Ink Corporation
US-6392798	20020521	Electrophoretic medium provided with spacers	E Ink Corporation
US-6452482	20020917	Inductive coupling of a data signal to a power transmission cab	Ambient Corporation
US-6504524	20030107	Addressing methods for displays having zero time-average field	E INK Corporation
US-6592780	20050104	Encapsulated electrophoretic displays having a monolayer of c	E Ink Corporation
US-6998983	20060214	Power line communication apparatus and method of using the	Current Technologies, LLC

[그림 7] 피인용횟수 1위 특허(US-4367924)의 인용트리 네트워크

최근 5년동안 피인용횟수 1위를 보이는 미국특허(US-5961804)와 이를 인용한 특허 인용트리 네트워크에서 핵심특허의 계보를 살펴본 결과 다음 그림과 같은 결과를 얻었다[그림 8], <표 3>. 1999년 MIT에서 발명된 Microencapsulated electrophoretic display는 여러 다른 특허에서 인용되었으며, 2000년부터 최다 피인용횟수를 보인 E Ink Corporation에 의해 그 계보가 이어지고 있다.



[그림 8] 최근 5년간 피인용횟수 1위 특허(US-5961804)의 인용트리네트워크

<표 3> 최근 5년간 피인용횟수 1위 특허(US-5961804)의 핵심인용특허 목록

등록번호	등록일자	제목	출원인
US-5961804	19991005	Microencapsulated electrophoretic display	Massachusetts Institute of Technology
US-6120839	20000919	Electro-osmotic displays and materials for making the same	E Ink Corporation
US-6130774	20001010	Shutter mode microencapsulated electrophoretic display	E Ink Corporation
US-6177921	20010123	Printable electrode structures for displays	E Ink Corporation
US-6249271	20010619	Retroreflective electrophoretic displays and materials for making the same	E Ink Corporation
US-6392786	20020521	Electrophoretic medium provided with spacers	E Ink Corporation
US-6473072	20021029	Microencapsulated electrophoretic electrostatically-addressed media for drawing device applications	E Ink Corporation
US-6504524	20030107	Addressing methods for displays having zero time-average field	E Ink Corporation
US-6506438	20030114	Method for printing of transistor arrays on plastic substrates	E Ink Corporation
US-6693620	20040217	Threshold addressing of electrophoretic displays	E Ink Corporation

US-6704133	20040309	Electro-optic display overlays and systems for addressing such displays	E-Ink Corporation
US-6839158	20050104	Encapsulated electrophoretic displays having a monolayer of capsules and materials and methods for making the same	E Ink Corporation
US-6842167	20050111	Rear electrode structures for displays	E Ink Corporation
US-6982178	20060103	Components and methods for use in electro-optic displays	E Ink Corporation
US-6987603	20060117	Construction of electrophoretic displays	E Ink Corporation

## V. 결론

본 연구의 목적은 정보분석의 초보자라 하더라도 빠른 시간안에 분석결과를 얻을 수 있는 방법과 결과물을 제시하는 것이다. 이 논문은 기존에 존재하는 정보분석방법들 중에서 연구사업 등에 바로 활용할 수 있는 지표들을 중심으로 분석결과에 대한 이해도를 높이기 위해 시각화 기법을 활용하였다. 이 논문에 사용된 분석결과들은 KISTI의 KnowledgeMatrix S/W와 이의 응용버전을 활용함으로써 빠른 시간 안에 획득할 수 있는 정보분석 결과물이며, 또한 각종 연구사업에 활용되고 있는 결과물들이다. 본 논문에서 제시한 발표동향분석, 공동연구 네트워크분석, 수준지수분석, 인용트리분석은 차트나 그래프를 이용하여 결과물을 제시하고 있으므로 기술의 발전현황을 한눈에 파악할 수 있는 정보분석기법으로 앞으로도 기술컨설팅, 기술개발전략 수립 등의 분야에서 널리 활용될 수 있을 것으로 판단한다.

## 참고문헌

### [국내문헌]

- 문영호 외, “차세대 R&D 정보분석·평가·예측시스템 개발”, 한국과학기술정보연구원, 2007.
- 이우형, “과학기술정보분석을 통한 신기술도출방법론 및 지표개발”, STEPI, 2005.
- 이혁재 외, “중점과학기술별 수준평가를 위한 논문특허분석”, 한국과학기술정보연구원, 2008
- 정용일 외, “계량정보분석을 통한 지식의 Mapping과 활용”, 한국과학기술정보연구원, 2005.

### [국외문헌]

- Cronin, B., "Bibliometrics and beyond: Some thoughts on web-based citation analysis." *Journal of Information Science* 27(1): 1-7, 2001.
- Fruchterman. T.M.J & Reingold E.M., "Graph drawing by force-directed placement", *Software Practice and Experience*, 21, pp.1129-1192.
- Kwon, O.J. et. at., "A New Approach to Extraction and Visualization of Core Patents using Citation Network", CTIC, 2008.
- Lee, B.R. & Y.I. Jeong, "Mapping Korea's national R&D domain of robot technology by using the co-word analysis", *Scientometrics*, pp.3-19, 2008.
- Porter, A.L., and S.W. Cunningham, "Tech Mining: Exploiting New Technologies for Copetitive Advantage", Hoboken, NJ, John Wiley & Sons., 2005
- Stanley W. and Katherine F., "Social network analysis: methods and applications", Cambridge Universities, 1999
- Van Raan, A.F.J., "Handbook of Quantitative Studies of Science & Technology", Dordrecht, North Holland, 1988.
- Verbeek, A. K. Debackere, et al., "Measuring progress and evolution in science and technology - I: The multiple uses of bibliometric indicators." *International Journal of Management Review* 4(2): 179-211, 2002.