

## 지식흐름의 계량분석 - 한국의 기술혁신연구를 중심으로

남수현\*, 박정민\*\*, 설성수\*\*\*

한남대학교

경영정보학과 교수, namn@hannam.ac.kr\*

하이테크비즈니스연구소 연구원, jmpark@hannam.ac.kr\*\*

경제학과 교수, s.s.seol@hannam.ac.kr\*\*\*

### I. 서론

최근의 연구 동향 중 두드러진 특성은 인접 학문 분야 간을 통합하는 학제간 연구, 주요 연구 주체인 대학과 연구기관의 R&D 활동을 산업체에 효과적으로 연계하는 방안, 그리고 저널이나 논문의 효과적이고도 실질적인 평가 등으로 압축될 수 있을 것이다.

본 연구는 이러한 논문과 논문의 관계를 추적하고자 한 것이다. 논문의 주요 속성 데이터인 키워드와 인용 데이터를 이용하여 해당기간 중 저널의 연구동향 파악 및 지식의 상호연관성을 군집분석과 링크분석 등의 데이터 마이닝 기법을 활용하여 분석하고자 한다.

분석대상은 국내의 기술혁신 관련 3개 학회지이다. 대상으로 선정한 학회지는 한국기술혁신학회의 기술혁신학회지, 기술경영경제학회의 기술혁신연구, 그리고 중소기업학회에서 발행하는 벤처경영연구이다. 구체적으로는 창간 이후 2004년까지 세 개의 저널에 발표된 505개의 논문을 대상으로 하여 지식의 흐름에 대한 분석을 시도하였다.

분석 결과는 대상 저널의 지식을 이해하고, 저널 지식간의 상호관련성을 파악하는데 도움이 될 것이다. 또한 한국과학재단 등 국가기관의 기술정책, 저널의 편집방향 설정에 대한 의사결정과 특정저널의 관련 분야에서 지식창출주체로서의 위치 파악은 물론, 연구 논문의 영향력을 새로운 관점에서 조명하는데 활용될 수 있을 것이다.

### II. 기준연구

논문의 연구 성격을 규명하는 정보로서는 논문의 본문 내용과 더불어 저자에 의해서 제공되는 키워드, 저자, 초록, 인용 등이 중요하게 간주되는 논문의 속성들이다. 이들은 본문에 비하여 정형화되어 있으며, 압축된 내용을 담고 있어 그 효용성이 높다 하겠다. 따라서 키워드와 인용정보를 이용하여 저널의 지식을 추출하는 방법론과 이를 기술혁신관련 저널에 적용하여 연구동향 및 지식의 상호관련성을 규명하는 것과 관련한 연구를 소개한다.

먼저 저자에 의하여 제공되는 키워드를 이용한 지식추출은 단순한 검색결과를 제시하는데 그치고 있다. 먼저 He (1999)는 논문본문에서 사용되는 단어 (주로 명사)들의 동시 출현

여부를 근거로 단어들 간의 상호관련성에 관한 다양한 기법을 소개하고 있다. 이 기법들은 주로 co-word 분석으로 지칭되고 단어들의 동시 출현 정보를 이용하여 지식 맵(map)으로 표현이 가능하고 지식 맵의 시간적 변화추세를 분석하여 지식의 동태적 분석이 가능하도록 하였다. 최근에는 컴퓨팅 기능의 향상에 따라 대량의 데이터분석이 요구되는 텍스트마이닝이 가능하게 되어 논문에 내재되어 있는 세부적 지식의 탐색과 식별을 위해 이의 활용이 점차 증가하리라 판단된다.

한편, 인용정보는 영향력지수 (impact factor)라는 이름으로 저널의 영향력을 측정하는 데 보편적으로 활용되어 오고 있다 (Amin and Mabe, 2000; Garfield, 1999). 특정저널에 대한 특정년도의 영향력지수는 다음과 같이 정의 된다. 해당년도에 특정저널에 속하는 논문의 인용 중에서 과거 2년 사이에 발표된 논문을 A라고 하고, 그 기간 중 특정저널에 발표된 총 논문의 수를 B라고 할 때, 영향력지수는  $B/A$ 로 정의된다. 여기서 2년은 임의적인 수치로 만약 특정저널이 의학 분야에 속하면 지식의 소멸속도(speed of decay)는 상대적으로 길어 2년보다 길어질 수 있다. 이 기간을 추정하기 위하여 인용 반감기(cited half life)가 사용되는데, 이는 특정저널에서 인용된 논문들의 50%에 해당하는 논문을 포함하는데 소요되는 년수를 지칭한다.

인용정보는 논문간의 링크관계를 파악하여 상호관련성을 파악하여 링크분석의 범주에 속한다. 최근 인터넷검색엔진의 주요 평가지표는 사용자의 검색 요청에 대하여 관련성이 높고 권위가 있는 웹페이지를 순서에 입각하여 제공하여 주는 기능이다. 이를 위하여 Kleinberg (1999)는 권위와 허브 개념을 도입하여 관련 웹페이지들의 영향력을 측정할 수 있는 이론을 제시하였고, 알고리즘을 제시하였다. HITS (Chakrabarti et al., 1999)는 Kleinberg의 이론을 알고리즘으로 적용하였는데 사회네트워크 분석 도구로서 채택되어 활용되고 있다 (예: NetMiner II, <http://www.cyram.com>).

### III. 기본분석

#### 1. 논문의 저자

세 개의 저널에 게재된 총 505편의 논문에 참여한 저자는 중복된 경우를 제외할 때 총 604명이며, 평균 저자수는 1.72명으로 파악된다. 저자들 중에서 설성수(한남대 경제학과 교수)가 20편의 논문을 게재해 가장 많았고, 다음으로 송위진(과학기술정책연구원 연구원) 13편 게재, 배종태(KAIST 테크노경영대학원 교수) 11편의 순이다. <표 1>은 3개의 저널 모두에서 10편 이상의 논문을 게재한 저자들의 활동현황이다. 이들 3개의 저널은 비슷한 주제들을 포함하는 경우가 많아 저자별로 많은 활동을 하는 저널이 있다는 특징이 있다. 유승훈(호서대 경제학과 교수)의 경우에는 세 개의 저널 모두에 논문을 게재하고 있으나, 다른 저자들은 집중된 저널이 있고 그 외 다른 저널에서의 활동은 상대적으로 약하다. 창간

## 62 • 한국기술혁신학회 춘계학술대회

된 지 가장 오래된 기술혁신연구에는 상대적으로 저자들의 활동이 더 많다는 특징이 있다.

저널별로는 기술혁신학회지는 247명의 저자가 논문을 게재하였으며, 총 394명으로 논문당 평균 1.75명이다. 설성수(한남대 경제학과 교수)가 19편의 논문을 게재하여 가장 많은 활동을 하였다. 다음으로 기술혁신연구에 277명의 저자가 참여하였고, 총 398명으로 논문당 평균 1.75명이다. 기술혁신연구에 가장 많은 수의 논문을 게재한 저자는 박용태(서울대 산업공학과 교수)로 10편의 논문을 게재하였다. 마지막으로 벤처경영연구는 150명의 저자가 활동하였고, 총 193명으로 논문당 평균 1.62명의 저자가 논문을 작성하여 다른 저널보다 비교적 적은 수의 저자가 한 편의 논문에 참여하였다. 배종태가 7회로 가장 많았다.

<표 1> 다수의 논문을 발표한 저자

	기술혁신학회지	기술혁신연구	벤처경영연구	합계
설성수	19	1		20
송위전	9	4		13
배종태		4	7	11
박용태		10		10
유승훈	7	2	1	10

한편 저자의 직업을 살펴보면, 교수가 396명, 강사 37명, 대학원생 97명으로 대학에 있는 저자가 53.8%를 차지해 가장 활발하게 연구활동을 하였음을 알 수 있다. 연구원은 3개 저널에서 모두 339명으로 34.4%의 점유율을 보인다. 이를 좀더 세부적으로 보면 연구원은 기술혁신학회지에 213명이 논문을 게재하여 가장 활발하게 활동하였고, 대학원생은 기술혁신연구에 가장 많이 게재하였다. 저자의 소속기관으로는 ETRI가 단일기관으로는 76명의 저자가 게재하여 가장 많았고, 다음으로 KAIST 64명, 서울대 54명, 한남대 47명, STEPI 29명, 표준연구원 28명, KISTI 27명의 순이다.

### 2. 논문 내용에 대한 분석

먼저 국내의 기술혁신 연구의 방향을 분석하기 위해 연구주제<sup>26)</sup>에 따른 구분을 시도하였다. 그 결과 <표 2>와 같이, 기술혁신이 76편(15.0%)의 논문에서 주제로 다루고 있으며, 다음이 벤처(59편, 11.7%), 기술정책(54편, 10.7%), 연구관리(53편, 10.5%)의 순이다.

저널별로는 기술혁신학회지와 기술혁신연구에서 기술혁신을 주제로 다룬 논문이 각각 32편(15.9%), 41편(20.5%)으로 가장 많이 다루어 졌는데 반해 벤처경영연구는 벤처를 주제로 다룬 논문이 46편(44.2%)으로 가장 많이 나타나 다른 저널과 차이를 보인다. 이처럼 벤처경영연구에서는 벤처관련 논문이 매우 큰 집중도를 보이고 있다. 다음으로 기술혁신학회지는 정보통신을 다룬 논문이 26편(12.9%)으로 두 번째로 많이 다루어진 주제였고, 다음

26) 세명의 저자가 기술혁신과 관련된 연구주제를 30개 정도로 분류하고, 이를 바탕으로 각 논문의 주제를 파악 하였음.

으로 기술정책(22편, 10.9%), 기술가치평가(21편, 10.4%)의 순으로 나타난다. 한편 기술혁신연구에서는 연구관리가 36편(18.0%)으로 두 번째 연구주제였으며, 기술정책(30편, 15.0%), 기술경제(25편, 12.5%)의 순이다. 벤처경영연구에서는 기술경영(9편, 8.7%)이 다음으로 많이 다루어지는 주제이고, 본 연구에서 분류한 주제에 맞지 않는 논문이 16편이 있다.

한편 정보통신관련 논문은 기술혁신학회지에서 26편이 게재된 데 반해 다른 저널에서는 거의 나타나지 않고 있다. 그 외에 기술혁신학회지에는 기술산업(10편), 기술분석(8편)으로 많이 게재되었고, 기술혁신연구에서는 혁신체제(16편), 기술이전(10편)의 논문이 게재되었다. 또한 <표 2>에서 나타나지는 않으나 벤처경영연구에서는 창업정책(5)과 창업교육(1)을 합하면 벤처와 관련된 논문이 거의 50%에 이르고 있어 저널이 집중하고 있는 분야가 매우 명확함을 알 수 있다. 이처럼 기술혁신이라는 분야를 다루고 있으나 각 저널별로 다루는 주제의 차이가 있다는 것을 알 수 있다.

<표 2> 연구주제에 따른 분류

구분	기술혁신학회지	기술혁신연구	벤처경영연구	합계
기술혁신	41	32	3	76
벤처	9	4	46	59
기술정책	22	30	2	54
연구관리	15	36	2	53
기술경제	15	25	4	44
기술가치평가	21	7	5	33
기술경영	4	19	9	32
정보통신	26	1		27
기타	48	43	17	108
미분류		3	16	19
총계	201	200	104	505

다음으로 세 개 저널에 게재된 논문들은 연구목적<sup>27)</sup>에 따라 분류하면 <표 3>과 같다. 세 개의 저널 모두에서 사실을 도출하기 위한 논문이 272편으로 53.4%를 차지하여 가장 많았다. 다음으로는 발전방안을 제시하기 위한 논문이 89편 17.6%로 한국의 기술혁신연구에 있어 정책적 제언을 하고자 하는 목적 역시 중요함을 보이고 있다. 다음으로는 모형 및 이론을 정립하거나 검증하는 논문이 많이 나타났다. 벤처경영연구에서는 모형제시 및 검증과 관련된 논문들이 6편 정도 게재되었으나 그에 반해 이론 정립 및 검증과 관련된 논문은 하나도 게재되지 않았다. 또한 기술혁신학회지에서는 동향분석이라는 다른 저널에서는 관찰되지 않는 연구목적이 나타나고 있다. 이처럼 연구목적에 있어서도 연구주제에서 파악된 것처럼 각 저널의 집중도가 다르게 나타나고 있는 것이다.

27) 연구목적 역시 세 명의 저자가 14개의 목적으로 구분하여 분류를 시도하였음.

## 64 • 한국기술혁신학회 춘계학술대회

<표 3> 연구목적에 따른 분류

	기술혁신학회지	기술혁신연구	벤처경영연구	합계
사실도출	78	131	63	272
발전방안	42	31	16	89
이론	이론정립	15	10	25
	이론적용	10	2	12
	이론검증	7		7
	이론정립/측정	1		1
	소계	33	12	45
모형	모형제시	8	11	23
	모형개발/측정	9	6	16
	모형/적용	6	1	7
	모형개발	4	2	7
	모형설정	2		2
	소계	29	20	55
동향분석	13			13
소개	2	4	2	8
리뷰	3			3
미분류	1	2	17	20
총계	201	200	104	505

마지막으로 연구방법<sup>28)</sup>에 따라 분류한 결과 통계분석을 사용한 논문이 전체의 35.0%로 가장 많았고, 서술이 172편으로 34.1%, 조사가 62편으로 12.3%의 순이다. 한국의 기술 혁신 관련 연구는 통계분석과 서술을 통해 연구를 진행하는 방법이 거의 비슷하게 판측되고 있는 것이다. 이를 저널별로 볼때는 약간의 차이가 있어, 기술혁신학회지는 서술식 연구방법이 전체의 42.8%에서 나타나 가장 많은 채택하는 연구방법이었고, 통계분석은 28.9%의 논문에서 사용되어 오히려 서술식 연구방법을 선호하고 있다. 기술혁신연구는 통계분석이 39.5%, 서술이 34.5%의 사용율을 보이고 있어 비슷한 빈도로 나타난다. 한편 벤처경영연구에서는 38.5%의 논문에서 통계분석을 활용하고 있으며, 서술 및 조사에 의한 연구방법은 상대적으로 적은 수의 논문에서 관찰된다.

<표 4> 연구방법에 따른 분류

	기술혁신학회지	기술혁신연구	벤처경영연구	합계
통계분석	58	79	40	177
서술	86	69	17	172
조사	30	16	16	62
사례연구	17	19	9	45
논리설증	4	11	2	17
수학적논증	4	4	2	10
기타	2			2
미분류		2	18	20
총계	201	200	104	505

28) 연구방법은 6개로 분류하였음.

### 3. 키워드 및 인용

논문의 키워드는 저자들이 정하는 것으로 논문의 내용을 압축적으로 나타내는 정보라 할 수 있다. 그러나 한국의 기술혁신 연구에서는 초기에는 키워드를 명시하지 않은 경우가 많았다. 1998년 들어 기술혁신학회지와 벤처경영연구가 창간되면서부터 이 두 개의 저널에 키워드가 나타나기 시작한다. 그러나 기술혁신연구는 2002년에 들어서며 키워드를 명시하기 시작한다. 지난 7년간 총 1,787개의 키워드가 추출되었으며, 중복되는 것을 제외하면 1,530개의 키워드가 최종적으로 추출된다. 그러나 키워드는 저자들의 표현방식이나 사고가 많이 지배하고 있어, 1회 출현하는 키워드들이 매우 많다. 많이 관측되는 키워드로는 벤처기업이 34개로 가장 많았고 다음이 기술가치평가 10개, 기술혁신 9개의 순이다. 키워드를 통한 분석은 다음 장에서 세부적으로 다루어질 것이다.

<표 5> 각 저널별 키워드 수

저널	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	합계
기술혁신학회지	154	147	113	95	111	111	139	871
기술혁신연구	-	-	-	-	46	115	169	330
벤처경영연구	65	33	31	33	78	136	210	586
총계	219	180	144	128	235	362	518	1787

주: 키워드 중복을 포함하였음.

다음으로 가장 많이 참고된 저널은 Journal of Business Venturing이 282회 인용되었는데, 대부분 벤처경영연구에서 인용하였고, 기술혁신연구와 기술혁신학회지는 상대적으로 적었다. 다음으로는 Research Policy가 276회 인용되었고, 세 번째는 Harvard Business Review인 것으로 파악된다.

본 분석의 대상인 3개 저널은 기술혁신학회지가 107회 인용되었으며 이 중 96회가 기술혁신학회지 자체 내에서 인용된 것으로 나타난다. 한편 벤처경영연구는 91회의 인용 중에서 80회가 자체 인용으로 매우 높은 집중도를 보인다.

단일도서 혹은 논문으로는 K. Kavitt의 “Sectoral Patterns of Technological Change: Toward a Taxonomy and Theory”가 10회 인용되어 가장 많이 인용되었던 것으로 파악된다. 또한 기술혁신연구와 관련있는 국외저널 중 Research Technology Management가 39회 인용되었고, Technovation은 46회 인용되었다. 인용에 대한 분석 역시 다음 장에서 세부적으로 고찰될 것이다.

## 66 • 한국기술혁신학회 춘계학술대회

<표 6> 피인용된 대표적 저널의 분포

피인용	인용	기술혁신 학회지	기술혁신 연구	벤처경영 연구	계
Journal of Business Venturing	9	20	253	282	
Research Policy	90	173	13	276	
Harvard Business Review	21	72	49	142	
기술혁신학회지	96	10	1	107	
기술혁신연구	32	53	6	91	
벤처경영연구	6	5	80	91	

한편 지식의 흐름을 파악하기 위해 각 논문의 인용에 대한 분석을 시도하였다. 그간 한국의 기술혁신 관련 연구에서 1만 4천여편(중복 포함)의 논문이 피인용되었다. 이 장에서는 피인용논문의 수와 인용시차만을 분석할 것이다. 인용은 지식의 흐름을 파악할 수 있는 지표라 할 수 있는데, 피인용논문의 수와 인용시차를 분석하여 각 저널별로 혹은 연구주제별로 지식의 확산정도 및 속도를 알 수 있을 것이다.

먼저 <표 7>은 각 저널의 피인용논문의 수와 인용시차를 보여준다. 3개 저널의 평균은 피인용논문수가 28.17편이고 인용시차가 7.12년인 것으로 분석된다. 피인용논문수를 비교하면 기술혁신학회지의 경우에는 23.03편의 논문이 평균적으로 인용되었고, 기술혁신연구는 31.42편, 벤처경영연구는 31.87편이 평균적으로 인용되고 있어 기술혁신학회지의 피인용논문수가 가장 적었다. 한편 인용시차 역시 기술혁신학회지가 5.51년이었고, 벤처경영연구는 7.83년, 기술혁신연구는 8.35년으로 기술혁신학회지가 가장 빨랐다. 이로부터 기술혁신학회지의 외부 지식에 대한 확산속도가 가장 빠르다고 할 수 있을 것이다.

<표 7> 3개 저널별 피인용논문수와 인용시차

	피인용논문수 (개)			인용시차 (년)		
	평균	최대	최소	평균	최대	최소
기술혁신학회지	23.03	64	3	5.51	22.79	0.56
기술혁신연구	31.42	116	5	8.35	29.73	0.89
벤처경영연구	31.87	95	11	7.83	29.81	0.76
전체	28.17	116	3	7.12	27.01	0.73

다음으로 연구주제에 따라 지식의 흐름이 어떻게 나타나는지를 파악하기 위해 앞서 많이 다루어지고 있는 연구주제에 대한 인용시차를 비교하였다. <표 8>에서 보는 바와 같이, 분야별 논문의 인용시차의 평균을 비교하면, 정보통신(4.11년), 기술정책(6.02년), 기술가치 평가(6.81년), 벤처(6.93년) 분야에서 전체 평균인 7.12년보다 인용시차가 짧아, 빠르게 지식이 확산되고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 최근들어 많은 연구활동이 이루어지고 있는 분야이기 때문인 것으로 파악된다.

&lt;표 8&gt; 대표적인 연구주제의 평균 시차 분석 (단위: 년)

	평균값	최대값	최소값
기술혁신	7.43	28.33	0.75
벤처	6.93	27.16	0.83
기술정책	6.02	23.80	0.71
연구관리	8.47	27.74	1.00
기술경제	8.16	30.50	0.61
기술가치평가	6.81	26.44	0.78
기술경영	7.25	23.63	1.19
정보통신	4.11	17.44	0.48
전체 평균	7.12	27.01	0.73

#### IV. 저널지식의 추출

본 장에서는 위에서 제기된 키워드와 인용정보를 이용하여 군집분석과 링크분석을 기술혁신관련 3개 저널과 Research Policy에 적용하여 지식추출 방법론을 제시하고자 한다.

##### 1. 키워드를 이용한 군집분석

키워드는 가장 핵심적인 소수의 단어를 이용하여 연구논문의 성격을 대변할 수 있다는 가정하에서 키워드를 이용한 군집분석으로 국내 3개 저널의 연구영역을 식별하고자 한다. 이를 위해서 먼저 데이터 생성 방법을 소개하고 이를 토대로 저널간의 키워드 사용에 대한 차별성 여부 검증, 그리고 저널별 키워드 군집분석을 SPSS 통계패키지를 이용하였다.

###### 1) 데이터 생성

국내 기술 혁신을 주제로 하는 대표적인 저널인 기술혁신학회지, 기술혁신연구, 벤처경영 연구 등 3개를 선택하여 키워드를 대상으로 하였다. 본 논문에서 분석의 대상으로 삼고 있는 국내 관련 저널의 경우 초기에는 다수 논문에서 키워드를 제공하지 않았는데 이들 논문은 분석대상에서 제외되었다. 저자가 제공한 명목상의 키워드 중에서 빈도수가 높은 상위 5 개의 키워드는 벤처기업, 기술가치평가, 기술혁신, 벤처캐피탈, 기업가정신 등이다.

그러나 대부분의 키워드 빈도수가 1인 점을 감안할 때, 모든 명목상의 키워드를 사용한다는 것은 의미가 없다. 따라서 원래 제공되었던 키워드를 다음과 같은 절차로 통합 및 삭제를 하였다. 본 논문 저자 3인은 키워드집합에서 유사하다고 판단되는 키워드를 그룹화하고 빈도수가 1개이고 희귀한 키워드는 삭제하는 과정을 거쳐 최종적으로 26개를 선정하였다. 선택된 키워드 중 빈도수가 높은 순으로 나열하면 <표 9>와 같다.

&lt;표 9&gt; 분석을 위해 선정한 키워드

선정된 키워드	빈도수
벤처	68
기술	66
연구개발	44
기술혁신	22
지식	21

키워드 관점에서 논문의 속성을 파악할 때, 이를 26개 키워드들이 3개 저널을 대표하는 그룹으로 간주할 수 있다. 선정된 26개의 키워드를 포함하는 논문편수는 총 233개로 분석대상 전체 논문 수가 493편임을 감안하면 47%가 키워드 분석 대상이 되었고 한 키워드는 약 9편의 논문에서 평균적으로 출현한다고 할 수 있다. 분석대상의 논문 233편의 저널별 구분은 기술혁신학회지 119, 기술혁신연구 72, 그리고 벤처연구가 42편이다.

군집분석을 위하여 선정된 26개의 키워드집합과 233편의 논문 집합을 대상으로  $233 \times 26$ 인 분석대상의 행렬을 다음과 같이 생성하였다. 도출된 키워드 26개의 집합을  $K$ 라 하고  $K$ 의 임의의 원소를  $K_i$ 라 하자 또한  $K$ 를 포함하는 모든 논문 (233개)의 집합을  $T$ , 그리고  $T$ 의 임의의 논문을  $T_j$  라 하자. 키워드와 논문집합을 이용하여 다음과 같이 행렬  $P_{26 \times 233}$ 의 원소  $P_{i,j}$ 를 정의한다.

$$P_{i,j} = 1, \text{ if } k_i \text{ appears in } T_j, \\ P_{i,j} = 0, \text{ if } k_i \text{ doesn't appear in } T_j,$$

행렬  $P$ 의 열벡터  $P_j$ 는 논문  $T_j$ 가 보유하고 있는 키워드 집합과 동일한 개념으로 논문  $P_i$ 와  $P_j$ 의 거리(차이점),  $D_{i,j}$ 는 다음과 같이 유클리디안 거리 (Euclidean Distance)로 계산이 가능하다.

$$D_{i,j} = \sqrt{\sum_{u=1}^n (P_{i,u} - P_{j,u})^2}.$$

여기서  $D_{i,j}$ 가 크면 클수록,  $T_i$ 와  $T_j$ 는 논문의 성격이 다른 것을 의미한다.

## 2) 군집분석 1

군집의 개수를 결정하는 방법은 상향식 및 하향식(Berry & Linoff, 2004)이 존재하는데, 첫 번째 군집분석은 군집의 개수를 사전에 정하는 하향식을 적용하였다. 그 이유는 첫

번째 분석이 국재 3개 관련저널의 주요 연구주제를 의미하는 키워드 빈도수에서 저널별로 차이점이 있는지의 여부를 검증하기 위한 것으로서 3개의 군집을 설정하였다. 분석은 SPSS를 이용하여 K-Means 방법을 적용하였다.

군집분석의 결과는 <표 10>에 나타냈는 데, 여기서 괄호안의 숫자는 각 군집에 속하는 논문수와 각 저널에 속하는 논문수를 기준으로 예상되는 기대치를 의미한다. 예를 들어 군집1과 벤처경영연구의 셀에 해당하는 기대치는  $149 \times 42 / 233 = 26.9$  와 같이 계산되어 얻어진다.

<표 10> 군집분석 결과

	군집1	군집2	군집3	합계
기술혁신학회지	73 (76.1)	42 (35.8)	4 (7.2)	119
기술혁신연구	21 (46.0)	21 (21.6)	0 (4.3)	72
벤처경영연구	55 (26.9)	7 (12.6)	10 (2.5)	42
합계	149	70	14	233

#### 가설검정

<표 10>를 이용하여 키워드와 관련한 귀무가설을 다음과 같이 설정하여 저널 간 키워드 사용에 대한 무차별성 여부를 검증하고자 한다.

H0: 저널 간에는 키워드 사용에 대한 차별성이 없다.

가설 검정: <표 2>의 군집과 각 저널의 빈도를 이용하여 Chi-Square 검정 결과,

$$\chi^2 = 31.06 \gg \chi^2_{0.005, 4} = 14.86$$

해석: 키워드 빈도수에 입각한 군집과 각 저널은 무차별적이지 않고 저널은 키워드 사용빈도 (논문의 연구 성격)에 고유의 특수성이 있다.

#### 3) 군집분석 2

위의 가설에서 저널 간에 키워드의 빈도에 대한 차이점이 검증이 되었다. 이는 연구 분야의 클러스터를 이해하기 위해서는 저널별로 군집화를 하는 것에 대한 타당성을 제공하는 것으로 해석이 가능하다. 각 저널의 연구특성을 파악하기 위해서 세 개의 군집을 각각 실시하였다. 여기서 군집의 수를 세 개로 설정한 이유는 가장 대표성이 높은 집단을 식별하기 위하여 군집의 수를 제한한 것이다.

&lt;표 11&gt; 저널별 군집 분류

	기술혁신학회지	기술혁신연구	벤처경영
군집 1	기술	기술	벤처, 창업
군집 2	과학기술, 기술혁신	연구개발, 혁신	네트워크
군집 3	벤처	기술혁신	코스닥

<표 11>의 군집은 SPSS를 이용하여 Single Distance, K-means 알고리즘에 의해 제공된 각 군집의 논문집합을 기초로 다음과 같은 절차를 통한 선정과정으로 군집특성의 식별에 대한 신뢰도를 유지하고자 하였다.

- (1) 군집분석결과 및 논문의 제목, 초록을 본 논문 공저자 3인에게 제시함
- (2) 3인은 개별적으로 논문의 초록을 읽은 후에 각 군집의 공통점을 기술하도록 함
- (3) 각자 작성한 특성을 비교하여 차이가 인정되는 군집에 대하여 토의를 거쳐 합의를 도출하는 과정으로 진행됨. 1차의 개별적인 군집 판단과정에서의 결과는 다음과 같아 1차에서 55%정도의 의견일치로 군집 특성이 식별되었다.

견해 일치 정도	군집 개수
3인 견해 일치	5
2인 견해 일치	1
3인 견해 불일치	2
합 계	9

해석: 각 저널을 동일한 26개의 키워드집합으로 군집할 때, 기술혁신학회지와, 기술혁신연구는 상당히 유사한 군집형태를 보여주고 있다. 이는 두 저널의 정체성이 자칫하면 모호할 수 있음을 의미하여 향후 저널 편집방향에서 유의하여야 할 점으로 판단된다. 이에 비하여 벤처경영은 다른 두 저널과는 판이한 주제를 보여주고 있음을 쉽게 알 수 있다.

## 2. 인용 분석

인용 데이터를 이용한 분석은 영향력지수(impact factor)가 많이 활용되고 있으나 이 지수는 인용 논문의 영향력을 고려하지 않고 단지 횟수에 근거를 두고 있는 약점은 갖고 있다. 따라서 이를 보완하는 방안으로 Kleinberg (1999)가 제안한 방법론을 이용하여 3개 저널에서 영향력이 큰 논문들을 식별하는 것이 본 분석의 목적이다. 먼저 Kleinberg는 논문 인용 관계의 특성을 다음과 같은 3개로 구분하였다.

- 권위역 할 (authority-role): 특정 분야/주제에 대한 권위있는 연구내용을 담고 있는 논문의 집합으로 이 분야의 연구자들은 이 집합에 속하는 논문을 많이 참조할 것이고 결과적으로 많은 인용을 할 것이다.
- 허브역 할 (hub-role): 특정분야에서 권위있는 논문집합에 링크를 제공하여 그 분야의 연구 동향, 내용 등을 정확하게 알려줄 수 있는 논문의 집합체이다.
- 인기논문 (popularity): 웹 통행량을 측정하는 기본적 방법으로 주로 활용되었던 것으로서 특정논문에 대한 인바운드 (inbound)링크 수로 측정이 가능하다. 이 방법의 문제점은 링크를 제공하는 논문이 특정 주제와는 관계없이 다양한 주제의 논문일 수 있다는 것이다.

한 논문이 다른 논문을 인용한다는 것은 그 인용 논문을 암묵적으로 인정 (endorsement)한다는 것으로서 해당 부문의 연구 사회의 구성체를 규명하는데 매우 유용한 정보를 제공할 수 있다 (Chakrabarti et al, 1999; Kleinberg, 2000). 이곳에서는 허브와 권위 역할을 수행하고 있는 분석에 국한한다.

#### 1) 데이터 생성

링크분석은 국내의 3개 저널과 이들 저널이 가장 많이 인용하는 해외저널 Research Policy를 포함한 4개 저널로 확대하였다. 분석 대상 논문은 분석 대상 기간 중 적어도 1개 이상의 인용을 받은 논문으로 국한하였다. 이들 논문에서 발생한 인용 링크 수는 <표 12>과 같다.

<표 12> 인용 링크 수

	링크 수
기술혁신학회지	169
기술혁신연구	116
벤처경영연구	69
Research Policy	350
합계	704

인용분석을 위한 행렬은 정방행렬 ( $L$ )로서 행과 열은 동일한 논문의 벡터를 갖고, 각 셀의 값은 다음과 같이 결정된다. 임의의 논문  $T_i$ 가  $T_j$ 를 참고문헌에 포함하고 있으면  $L_{ij} = 1$ 이고, 포함하고 있지 않으면  $L_{ij} = 0$ 가 된다.

#### 2) 분석 결과

## 72 • 한국기술혁신학회 춘계학술대회

분석은 NetMinerII를 이용하여 4개 저널 통합 (Research Policy 포함) 및 각 저널별로 3개의 가장 대표될 만한 저널 상위 5위 논문과 해당 논문의 고유벡터 값은 다음과 같다.

### ① 3개 저널 종합

논문	권위지수	논문	허브지수
KTIS-3-1-2	0.424	KTIS-3-2-1	0.613
KTIS-3-1-4	0.419	KTIS-3-2-2	0.581
KTIS-3-1-10	0.332	JTI-10-2-9	0.338
KTIS-3-1-7	0.314	KTIS-4-2-2	0.213
KTIS-3-1-6	0.314	KTIS-5-3-2	0.138

### ② 저널별 권위/허브

#### - 기술혁신학회지

논문	권위지수	논문	허브지수
KTIS-3-1-2	0.425	KTIS-3-2-1	0.612
KTIS-3-1-4	0.42	KTIS-3-2-2	0.585
KTIS-3-1-10	0.332	JTI-10-2-9	0.339
KTIS-3-1-6	0.314	KTIS-4-2-2	0.213
KTIS-3-1-7	0.314	KTIS-5-3-2	0.138

#### - 기술혁신연구

논문	권위지수	논문	허브지수
RP-25-3-8	0.67	JTI-11-1-6	0.71
RP-27-3-5	0.35	JTI-6-1-5	0.41
JTI-4-1-5	0.30	JTI-9-2-2	0.37
JTI-9-2-2	0.23	JTI-6-2-2	0.35
RP-31-6-4	0.23	JTI-8-1-4	0.22

#### - 벤처경영연구

논문	권위지수	논문	허브지수
KVMR-1-1-2	0.46	KVMR-5-2-5	0.52
KVMR-1-1-4	0.37	KVMR-5-2-1	0.43
KVMR-1-1-1	0.34	KVMR-3-1-1	0.42
KVMR-2-1-2	0.29	JTI-8-1-6	0.27
KVMR-3-1-1	0.28	KVMR-5-3-6	0.27

### 3) 저널 내 및 저널 간 인용 집적도

저널 간 지식 상호 의존은 관련 저널 4개의 논문집합에서 논문의 중요도, 관련성 등은 저널내부와 저널 간 인용관계 구조를 살펴봄으로서 분석할 수 있다. 여기에서 각 저널에서 인용구조는 다음과 같은 요인으로 측정할 수 있다. 첫째는 저널의 응집력(cohesion)을 의미하는 것으로 동일 저널에 속하는 논문 간 (Inside)의 인용을 의미한다. 둘째는 다른 저널지 식과의 결합(coupling)관계를 설명하는 것으로서 다른 저널에서의 인용 (Inbound)과 다른 저널을 인용 (Outbound)하는 것이다. 이 중, 응집력은 저널커뮤니티에서 지식네트워크의 활성화를 나타내는 지표로, 다른 저널과의 관계 중, Inbound는 지식의 스펠오버와 지식의 상호의존성(interdisciplinary)을 의미하는 Outbound로 그 의미를 부여할 수 있다. 이들의 관계를 살펴보기 위하여 <표 13>은 저널내부와 저널간에 제공되는 링크수를 나타낸다.

<표 13> 저널의 링크 제공

인용구분	기술혁신 학회지	기술혁신 연구	벤처경영 연구	Research Policy
저널내부(Inside)	98 (55%)	42 (28%)	62 (78%)	351 (78%)
저널밖으로(Outbound)	71 (36) (40%)	73 (60) (48%)	7 (1) (9%)	0 <sup>1)</sup>
저널안으로(Inbound)	8 (5%)	37 (24%)	10 (13%)	96 (22%)
합 계	177 (100%)	152 (100%)	79 (100%)	448 (100%)

1) Research Policy 논문이 국내 3개 저널의 인용 수를 의미함

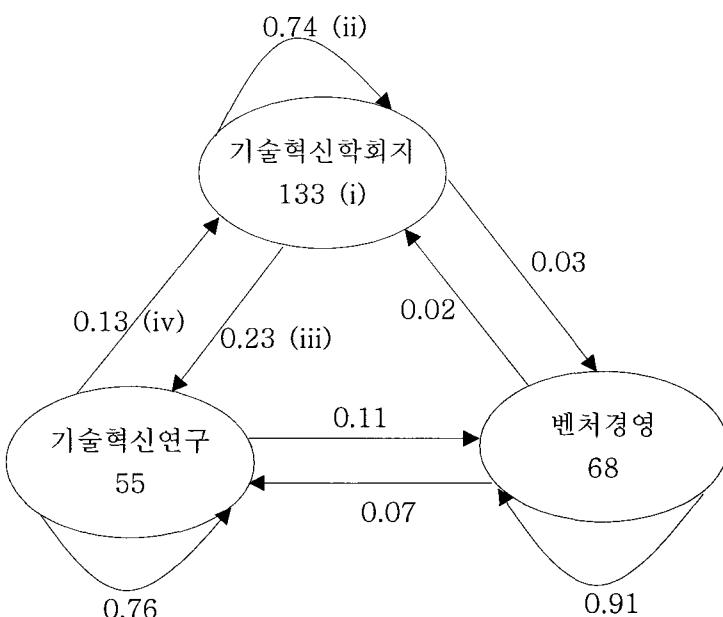
해석: 벤처경영은 내부흡인력이 높아 (Inside와 Inbound의 비율이 상대적으로 높음) 저널이 성숙 내지는 쇠퇴단계에 있음을 보이고 있다. 이는 벤처경영저널이 벤처기업, 벤처캐피탈 등의 키워드 빈도가 매우 빈번함을 볼 때, 주제가 다른 저널에 비하여 명확한 것으로 설명이 가능할 것이다. 이에 반하여 기술혁신학회지나 기술혁신연구는 외부의 지식을 왕성하게 도입하는 확장단계에 있다고 할 수 있다. 기술혁신학회지의 Inside 비율은 기술혁신연구의 Inside 비율에 비하여 거의 두 배에 달하는데 이는 기술혁신학회지를 구성하는 지식사회네트워크에서의 지식공유가 활발하게 이루어지고 있음을 의미한다. 두 저널 공통으로 Research Policy에 대한 지식의존도가 20%와 39%로 매우 높다. 그러나 지식공여를 의미하는 Inbound의 비율의 경우에는 기술혁신연구가 기술혁신학회지보다 거의 5배에 육박하는 비율을 보이고 있다. 이는 기술혁신학회지가 다른 저널에서 다루지 않은 주제, 즉, 기술가치평가나 기업가치평가에 대한 비중이 상대적으로 높아 다른 저널로의 스펠오버가 미약한 것으로 판단된다. 또한 기술혁신학회지와 기술혁신연구의 Outbound의 비율이 벤처경영에 비하여 4배 이상 높은 현상을 보이고 있는

것은 이들 저널이 기술혁신, 기술 등과 같은 키워드의 비율이 높아 이들 연구영역에 속하는 새로운 외부 지식을 많이 인용하는 데에 기인하는 것으로 판단된다.

특기할 점은 Research Policy에서 국내 3개 저널으로의 인용은 전무한 것으로 나타나 이에 대한 문제점을 심각하게 받아들여야 할 것이다.

Research Policy를 제외한 국내 저널 간 지식 상호의존성은 <그림 1>에 제시되어 있으며, 각 수치가 의미하는 바는 기술혁신학회지를 기준으로 살펴볼 경우,

- i ) 기술혁신학회지가 해당년도 기간 동안 3개 저널에 발간된 논문을 인용한 수치
- ii) i )의 인용 수에서 Inside의 비율
- iii) i ) 중에서 기술혁신연구로 Outbound의 비율
- iv) 기술혁신연구에서 i )에 해당하는 인용 중에서 기술혁신학회지로 Outbound 비율



[그림 1] 국내 3개 저널의 인용 교환 다이어그램

## V. 결론

학술지식 탐색에 대한 기존의 연구가 단일 저널에 국한되었던 점을 본 논문에서는 관련성이 높다고 판단되는 국내외 4개 저널로 확대하여 적용을 시도하였다.

먼저 논문 저자에 의해 제공되는 논문의 주요 속성 중 하나인 키워드 분석을 통하여 저널 간 키워드 사용에 대한 차별성이 있음을 확인하였고, 저널 별로 주요 군집을 도출하는 방법론을 제시하였다. 키워드를 이용한 군집분석에서 추가적으로 연구가 필요한 부분은 세부적인 키워드로부터 보다 일반적인 키워드로의 종합화를 체계화하는 점이다.

학술지 차원에서 키워드와 관련한 제언으로서는 키워드가 논문의 속성을 규정하는 주요 요소 중의 하나임에도 불구하고 많은 논문의 경우 키워드 선정이 부적절함을 보이고 있다. 즉, 논리적 전개 등 논문 자체의 내용에 대한 평가와 더불어 독자들 혹은 정보서비스업자 (information broker)들에게 논문에 대한 정확한 정보제공의 의무를 부과하여야 한다. 따라서 다음과 같은 평가요인을 논문 심사과정에 추가하는 것이 바람직 할 것이다. 논문의 제목, 요약, 키워드, 인용 등 논문의 속성을 통하여 논문을 정확하게 묘사할 수 있도록 하여야 한다. 이는 논문 리뷰과정에서 논문의 내용 뿐만 아니라 제목선정, 키워드, 인용 등의 중요성을 학회차원에서 적극 홍보하여야 할 사항이다.

인용과 관련하여서는 <그림 1>에서 볼 수 있는 바와 같이 기본적으로 3개 저널사이에서 발생하는 인용 링크 수가 참고문헌 수에 비해 절대적으로 미약함을 알 수 있다. 고려 대상의 국내저널 역사가 아직 깊지 않다는 이유로 해석할 수 있으나, 저널의 중요성, 파급효과 면에서 영향력이 상대적으로 높지 않음을 반증하는 것이다. 이러한 점을 고려할 때, 논문의 권위와 허브 역할을 향상시켜야 함은 물론, 논문을 인용할 때, 적극 소속 저널을 활용함으로서 저널에 실린 논문을 보다 깊게 이해하게 되고 저널의 지식파급효과를 확대할 수 있는 계기를 마련해야 할 것으로 판단된다.

### [ 참고문헌 ]

- 설성수, 박정민 (2003), “기술혁신연구의 동향-기술혁신학회지 개재논문을 중심으로”, 「한국기술혁신학회 2003 춘계학술대회 발표논문집」, 한밭대, 5.17.
- Amin, M. and M. Mabe, "Impact Factors: Use and Abuse", *Perspective in Publishing*, October, 2000.
- Garfield, E., "Journal Impact Factor: A Brief Review", *Canadian Medical Association Journal*, Vol 161, No 8, pp 979-980, 1999.
- Chakrabarti, S., B. Dom, S. Kumar, P. Raghavan, S. Rajagopalan, A. Tomkins, D. Gibson, J. Kleinberg, "Mining Web's Link Structure", *Computer*, August, 1999, pp 60, 67.
- Kleinberg, J., "Authoritative Sources in a Hyperlinked Environment", *Journal of the ACM*, Vol 46, No 5, 1999, pp 604-632.