

# 컴퓨터과학 분야 국제 공동연구의 세계적 추세 및 한국의 협력 방안 연구

강혜진\* · 심 위 · 노경란 · 권오진\*\*

A Study on the global trend of international collaborations in the field of Computer Science and collaboration strategies for Korea

Hye-Jin Kang\* · We Shim · Kyung-Ran Noh · Oh-Jin Kwon\*\*

## 요 약

국제 공동연구의 중요성이 커짐에 따라 국제 공동연구 현황을 파악하고자 하는 요구가 증가하고 있다. 이에 따라 국제 협력 관련 연구가 다각적으로 진행되고 있으나, 대량 데이터를 이용한 정량적 분석으로 이를 살펴본 연구는 많지 않은 실정이다. 따라서 본 연구는 SCOPUS 데이터베이스에 수록된 컴퓨터과학 분야 논문을 이용해 협력국가와의 국제협력친화지수(Probabilistic Affinity Index)와 국제협력강도지수(Indicator of Collaboration Strength), 국제 공동연구의 효과를 측정하는 인용영향력 증분(Incremental Citation Impact)을 측정하였다. 본 연구는 이러한 정량적 분석을 통해 컴퓨터과학 분야의 국제 공동연구의 추이와 효과를 파악하고자 함에 그 목적이 있다.

## ABSTRACT

The more importance of international collaboration has increased, the more studies on statues of international collaboration are increasing. However, few studies have attempted to identify the international collaboration. This article aims at a multidirectional characterization of the international collaboration in the field of Computer Science by analysis of articles published in the SCOPUS database. We applied Probabilistic Affinity Index(PAI) and Indicator of Collaboration Strength(ICS) for measuring the intensity of scientific collaboration among countries, and index of Incremental Citation Impact(ICI) for measuring the quality of international collaboration. These analyses identify the trends of international collaboration in the field of Computer Science and it's effect by nation.

## 키워드

International Collaboration, Computer Science, Probabilistic Affinity, Collaboration Strength, Incremental Citation Impact  
국제 공동연구, 컴퓨터과학, 친화도, 협력 강도, 인용영향력 증분

## 1. 서 론

전 세계적으로 다양한 주체 간 공동연구의 중요성이 증대됨에 따라 과학기술 국제 공동연구의 중요성

이 한층 부각되고 있다. 국제 공동연구란 다수(2개 이상)의 국가에 소속된 주체가 동일한 연구과제를 수행함으로써 연구개발에 필요한 막대한 비용과 기술적 위험부담 등을 상호 분담하는 연구형태로서, 이를 통

\* 과학기술연합대학원대학교 지식정보과학(toonyi27@kisti.re.kr)

\*\* 교신저자(corresponding author) : 한국과학기술정보연구원 책임연구원(dbajin@kisti.re.kr)

접수일자 : 2014. 06. 09

심사(수정)일자 : 2014. 07. 21

게재확정일자 : 2014. 08. 11

해 연구자는 상대방의 강점을 결합하여 최대의 시너지 효과를 발휘함으로써 상호 Win-Win하는 전략을 추구하고, 국가적으로는 이 과정을 통해 국가연구역량을 제고할 수 있는 장점이 있다[1].

이러한 맥락에서 세계 각국에서는 자국의 경쟁우위 유지 및 강화를 위한 수단으로 국제 공동연구를 확대하기 위해 세계 각국의 국제 공동연구 활동 및 생산성 등 현황과 특성을 다면적으로 분석하는 것이 중요해졌다.

국제 공동연구 관련 문헌들은 주로 공저논문을 국제 공동연구를 측정하는 대리지표로 삼는다. 공저 논문은 국가간 국제 공동연구 과정을 통해 상호 습득한 기술 및 지식을 함축적으로 표현하는 지표로 여겨지기 때문이다[2].

국제 공동연구를 공저논문으로 분석한 대부분의 연구는 국가[2-3], 기관[4], 특정지역[5], 연구자[6] 등의 다양한 분석차원에서 공동연구 활동을 연구하는데, 공저논문의 출판 패턴, 공동연구 영향력 분석, 그리고 국제 공동연구 네트워크[7]에 대한 연구에 초점을 두고 있다.

반면 Zitt(2000)는 국제 공동연구 파트너십이 국가간 지리적, 문화적, 사회적 근접성(proximity)을 기반으로 형성된다는 것을 밝혀내기도 했다[8]. 또한 이러한 연구 활동이 협력국가 간 협력강도와 어떤 관계를 맺고 있는지를 Salton Index, Jaccard index, Probabilistic Affinity Index(이하 PAI)와 같은 다양한 공동연구지표를 활용하여 계량적으로 분석한 연구가 시도 되었다[8-10]. 이준영 외(2012)는 기초기술연구회 13개 출연연구기관을 대상으로 국제 공동연구의 영향력을 인용영향력 증분(Incremental Citation Impact, 이하 ICI)을 통해 측정하고, 국제 공동논문수와 국제 공동연구의 영향력 연계관계를 밝혔다[11].

국내에서 수행된 대부분의 연구는 특정 과학기술 분야의 국제 공동연구 정책이나 사례연구였다. 최근들어 공저논문을 활용한 국제 공동연구 관련 연구가 많이 이루어지고 있지만 국제 공동연구를 전체적으로 조망하기 위해 대량의 논문 데이터셋을 분석하거나 다양한 공동연구 지표를 활용하여 주요 과학기술분야에 대한 분석 결과를 제공한 사례는 찾아보기 힘든 실정이다. 이는 방대한 데이터를 수집하고 그 데이터를 처리하는데 있어 많은 시간과 어려움이 따르기 때

문이다.

따라서 본 연구는 공동연구지표를 통해 컴퓨터과학 분야의 국제 공동연구 활동 추이를 거시적으로 파악하고, 주요국과 한국의 추이를 비교하여 유의미한 차이가 있는지 살펴보고자 한다. 이를 위해 얼마나 많은 국제 공동연구가 국가별로 이루어지고 있는지 국제 공동연구와 연관된 거시지표(국제 공동논문 건수, 피인용횟수, 성장속도 등)를 산출하여 국제 공동논문의 생산패턴을 파악하고, 특정국가와 협력국가 간의 협력 정도를 보여주는 지표를 통해 국가별 파트너십을 파악하고자 한다. 또한, 국제 공동연구가 국가별로 얼마나 효과적이었는지 나타내는 지표를 통해 전략적으로 공동연구 파트너십이 수립되었는지를 살펴본다. 마지막으로 주요국의 분석결과를 살펴보고, 한국에 주는 시사점을 도출하고자 한다. 본 연구의 결과는 글로벌 추이를 고려한 자국의 현재 위치 파악 및 국제 공동연구의 효과를 극대화하기 위한 전략적 협력방안을 제시하는데 근거자료로 활용될 수 있다.

## II. 방법론

### 2.1. 데이터 수집

본 연구에서는 Elsevier사에서 제공하는 SCOPUS 데이터베이스를 이용하여 2001년 1월부터 2012년 12월까지 컴퓨터과학 분야에 수록된 논문 데이터를 수집하여 데이터셋을 구축하였다. SCOPUS논문 데이터는 학술 논문(articles), 리뷰논문(reviews), 학술대회 프로시딩논문(conference proceedings), 레포트(reports)등을 포함한다. 이 연구에서는 SCOPUS에서 제공하는 ASJC(All Science, Journal Classification)코드를 기준으로 컴퓨터과학 논문을 수집하였다<표 1>. 수집한 문헌 데이터에는 논문 명, 저자 정보, 인용 정보, 발행 연도, 발행 국가, ASJC 외 다수의 필드를 포함하고 있다. 이 중 해당 논문의 공저 여부를 판별하기 위하여 저자 정보를 활용하였다. 저자의 소속기관 정보로부터 국가를 추출하고, 두 개 이상의 상이한 국가를 갖는 논문을 국제 공동연구 논문으로 간주하였다.

표 1. 컴퓨터과학분야의 ASJC 코드  
Table 1. ASJC codes of the computer science field

Code	Description
1700	Computer Science(all)
1701	Computer Science (miscellaneous)
1702	Artificial Intelligence
1703	Computational Theory and Mathematics
1704	Computer Graphics and Computer-Aided Design
1705	Computer Networks and Communications
1706	Computer Science Applications
1707	Computer Vision and Pattern Recognition
1708	Hardware and Architecture
1709	Human-Computer Interaction
1710	Information Systems
1711	Signal Processing
1712	Software

2.2. 분석 방법

본 연구는 컴퓨터과학 분야에서 발생한 국제 공동 연구 활동을 거시적으로 파악하기 위하여 국제 공동 논문을 대상으로 다음과 같이 분석하였다.

첫째, 2001년부터 2012년 기준 국제 공동연구 건수를 통해 국가별 국제 공동연구 규모를 파악하고, 국제 공동연구를 가장 많이 수행하는 국가를 파악한다.

둘째, 2001년부터 2012년까지 SCOPUS에 수록된 국제 공동연구 논문이 1000편 이상인 국가를 분석대상으로 한정하고, 어떤 국가가 협력국과의 협력 강도(intensity of scientific collaboration)가 높은지 측정하기 위해 국제협력친화지수(Probabilistic Affinity Index, 이하 PAI)와[8] 국제협력강도지수(Indicator of Collaboration Strength, 이하 ICS)[8]를 적용한다. 그리고 두 지수의 분석결과를 비교함으로써 두 지수가 갖는 의미와 유용성을 확인한다. 한편, 국제 공동연구 건수와 PAI, ICS의 상관관계계수를 도출하여 공동연구 규모(size)와 선호도의 관계를 살펴본다.

셋째, 미국, 일본을 포함한 주요 국가들은 어느 국가와의 공동연구를 통해 가장 높은 영향력을 거두었

는지 파악하기 위해 인용영향력 증분(Incremental Citation Impact)을 측정하고, 각 국가의 ICI값이 PAI와 ICS와 어떤 상관관계가 있는지 상관계수를 도출하여 협력 연구에서의 선호도와 영향력의 관계를 검토한다. 본 연구에서 분석 대상 국가는 2001년부터 2012년까지 SCOPUS에 수록된 국제 공동논문수를 기준으로 상위 15개국으로 한정하고 분석대상국과 함께 1000편 이상의 논문을 발표한 협력국가와의 ICI값을 측정한다. 끝으로 이전 단계의 연구 결과를 바탕으로 우리나라의 국제 공동연구의 시사점을 도출한다.

표 2. 국제 공동연구 지표 분석  
Table 2. Comparison of international collaboration indicators

Indicator	Description	data
The number of internationally co-authored articles	volume of international research collaboration	The number of internationally co-authored articles
PAI	affinity of a partner in collaboration	The number of internationally co-authored articles
ICS	affinity of a partner in collaboration	The number of internationally co-authored articles
ICI	impact of International collaboration	The number of internationally co-authored articles, citation

표 2는 본 연구에서 활용한 지표를 요약한 것이다. PAI는 두 국가간 공저논문의 관측치와 기대치를 비교하여 두 국가간 상대적 협력강도를 보여준다[8].

$$PAI = \frac{\frac{n(i,j)}{n(..)}}{\left\{ \frac{n(i)}{n(..)} \right\} \left\{ \frac{n(j)}{n(..)} \right\}} \tag{1}$$

$\frac{n(i)}{n(..)}$  = 전체 논문 수 대비 i국가가 발표한 공저논문 비율.

$\frac{n(j)}{n(..)}$  = 전체 논문 수 대비 j국가가 발표한 공저논문 비율.

$\frac{n(i,j)}{n(..)}$  = 전체 논문 수 대비 i국가와 j국가 간 공저 논문 비율.

PAI 값이 1보다 크면 두 국가 간 공동연구가 기대보다 많이 발생한 것을 의미하며, 1보다 작으면 기대했던 것보다 공동연구가 발생하지 않은 것을 의미한다.

ICS는 국제협력강도 측정에 많이 사용되고 있는 또 하나의 지표로서, Salton's Index와 동일한 의미라 할 수 있다[8].

$$ICS = \frac{n(i,j)}{\sqrt{n(i)n(j)}} \quad (2)$$

- $n(i)$  = i국가가 발표한 공저논문 수
- $n(j)$  = j국가가 발표한 공저논문 수
- $n(i,j)$  = i국가와 j국가 간 공저논문 수

ICS는 단순한 공저논문건수와 달리 특정 국가와의 협력강도에 대한 정보를 제공하는 반면, 공동 논문의 양적 측면은 보여주지 않는다. 대다수 국제협력은 0~0.1사이의 ICS값을 가지며, 두 국가의 국제 공동논문의 전체 총합이 이들이 함께 발표한 국제 공동논문의 수와 같을 경우 ICS값은 1이 된다.

ICI는 국제 공동연구를 통해 발표한 공저 논문의 피인용횟수를 이용해 국제 공동연구의 효과를 보여주는 지수이다. ICI 값이 양의 값이면 '공동연구의 성공', 음의 값이면 '실패'로 해석할 수 있다[11].

$$ICI = \frac{z_k - \sum n_{ki}(z_i/n_i)}{n_k} \quad (3)$$

$z_k$  = k협력국가와 함께 공저한 모든 논문의 총피인용 수

$n_{ki}$  = i연도에 k협력국가와 함께 공저한 모든 논문의 수

$z_i$  = i연도에 해당 국가에서 발표한 모든 논문의 피인용 수

$n_i$  = i연도에 해당 국가에서 발표한 모든 논문의 수

$n_k$  = k협력국가와 함께 출판한 모든 논문의 수

### III. 분석결과

#### 3.1. 기초 분석

표 3은 2001년부터 2012년까지 SCOPUS에 수록된 컴퓨터과학 분야 논문의 기초통계이다. 논문은 총 2,047,789편이며 연평균 성장률은 약 13.9%이다. 이 가운데 299,427(약 15%)편이 국제 공동논문이며, 동기 간동안 연평균 성장률은 약 20.8%이다. 컴퓨터과학 분야의 국제 공동논문은 컴퓨터과학 분야 전체 논문 수와 단일국가 논문수(국내연구논문)의 성장속도보다 빠르게 증가하는 것으로 나타나고 있다.

표 3. 연도별 기초분석, 2001-2012  
Table 3. Basic analysis by years, 2001-2012

Year	Total publication in Computer Science	Unknown authorship	Analysis object publication	International collaboration	Domestic collaboration
2001	54,907	10,797	44,110	4,657	39,453
2002	56,649	9,908	46,741	5,989	40,752
2003	78,528	9,939	68,589	10,923	57,666
2004	81,963	8,614	73,349	12,035	61,314
2005	107,221	9,379	97,842	15,592	82,250
2006	139,066	10,669	128,397	20,098	108,299
2007	174,644	18,878	155,766	24,749	131,017
2008	228,874	19,684	209,190	31,849	177,341
2009	278,708	10,367	268,341	39,990	228,351
2010	291,090	11,660	279,430	42,892	236,538
2011	294,503	10,925	283,578	45,711	237,867
2012	261,636	9,585	252,051	44,942	207,109
Total	2,047,789	140,405	1,907,384	299,427	1,607,957
CAGR	13.9%	-1.0%	15.6%	20.8%	14.8%

표 4. 국제 공동논문 수 상위 15개국 현황  
Table 4. Top 15 countries by international co-authored articles

Country	International collaboration	Share of countries in international collaboration(%)	Share of international collaboration (%)	Citation per paper
USA	113,572	17.33	27.01	9.25

CHN	54,011	8.24	12.90	2.10
GBR	45,947	7.01	42.28	7.04
DEU	40,243	6.14	35.29	5.42
FRA	36,953	5.64	40.34	5.50
CAN	30,946	4.72	39.52	6.80
ITA	24,379	3.72	35.68	5.69
ESP	21,992	3.36	35.28	4.94
JPN	21,858	3.34	19.39	3.11
AUS	19,505	2.98	39.01	5.44
NLD	15,456	2.36	44.66	7.17
HKG	15,388	2.35	60.60	8.80
KOR	14,465	2.21	20.92	3.78
CHE	13,191	2.01	54.16	9.30
SGP	11,180	1.71	44.33	6.97

\* The number of articles published in Hong Kong and Taiwan is not included in the number of Chinese articles

국가별 국제 공동논문수를 기준으로 상위 15개국을 조사 해 본 결과가 표 4이다. 대부분 ICT산업이 국가 핵심 산업인 국가들이 나타났으며 이들의 논문접유율을 살펴보면 미국이 17.33%로 가장 높고 그다음은 중국(8.24%), 영국(7.01%), 독일(6.14%), 프랑스(5.64%) 순서로 높게 나타났다. 반면, 평균피인용수를 기준으로 살펴보면 연구의 영향력이 높은 국가는 스위스로 9.3으로 가장 높게 나타났으며, 그 다음이 미국(9.25), 홍콩(8.8), 네덜란드(7.17), 영국(7.04) 순으로 나타났다. 우리나라의 국제 공동논문은 세계 국제공동논문 중 2.21%를 차지하고 있으며 평균 피인용수는 3.78인 것으로 나타났다. 일본과 중국에 비해 전세계에서 우리나라의 국제 공동논문 비율은 높지 않은 편이나, 평균 피인용수는 일본, 중국에 비해 우리나라가 더 높게 나타났다.

### 3.2. 국제 공동연구 현황 분석

본 장에서는 컴퓨터과학 분야 국제 협력 연구의 내용을 구체적으로 살펴보기 위해 1) 국제 공동연구의 규모, 2) 국제 공동연구에 참여한 국가 간 협력강도, 3) 국제 공동연구의 영향력 등 국가 간 협력과 관련된 구체적 사항을 살펴본다.

국제 공동연구의 규모는 두 국가의 협력 결과로 발표한 공저논문수로 파악할 수 있다. 표 5를 보면, 중국과 미국이 함께 발표한 논문의 수가 가장 많고 캐

나다-미국, 독일-미국, 영국-미국, 중국-홍콩 순으로 많음을 알 수 있다.

표 5에서 상위에 드는 국가쌍은 표 6, 7에서도 상위권에 포함되어있다(중국-미국, 캐나다-미국, 중국-홍콩, 한국-미국). 국제 공동논문수가 많을수록 협력강도가 높을 것이라고 가정할 수 있는데, 각 국가의 공동연구 빈도와 협력강도간의 관계를 조사해 보았다. 표 8에서 전체 국가쌍을 대상으로 공동논문수와 PAI, ICS 지표간 상관관계를 분석한 결과, 국제 공동논문수와 ICS는 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 그러나 국제 공동논문수-PAI, PAI-ICS는 상관관계가 높지 않은 것으로 나타났다.

표 5. 국제 공동논문수 기준 상위 10개 국가쌍  
Table 5. Top 10 pairings as sorted by number of co-authored articles

partner		International collaboration	PAI	ICS
A	B			
CHN	USA	17,346	1.71	0.18
CAN	USA	10,650	1.63	0.14
DEU	USA	10,069	1.10	0.11
GBR	USA	9,712	0.96	0.10
CHN	HKG	9,149	6.46	0.26
KOR	USA	7,124	2.48	0.14
FRA	USA	6,870	0.85	0.08
ITA	USA	6,555	1.16	0.09
JPN	USA	6,126	1.35	0.10
CHN	GBR	5,768	1.26	0.09

표 6. PAI값 기준 상위 10개 국가쌍  
Table 6. Top 10 pairings as sorted by PAI values

partner		International collaboration	PAI	ICS
A	B			
TUN	FRA	1,651	10.81	0.14
DZA	FRA	1,244	10.22	0.12
CHN	HKG	9,149	6.46	0.26
MEX	ESP	1,003	5.76	0.08
CHN	SGP	3,541	3.36	0.12
PRT	ESP	1,044	3.27	0.06
NLD	BEL	1,209	3.20	0.07
DEU	AUT	2,327	3.00	0.09
ISR	USA	4,745	2.89	0.13
KOR	USA	7,124	2.48	0.14

표 7. ICS값 기준 상위 10개 국가쌍  
Table 7. Top 10 pairings as sorted by ICS values

partner		International collaboration	PAI	ICS
A	B			
CHN	HKG	9,149	6.46	0.26
CHN	USA	17,346	1.71	0.18
FRA	TUN	1,651	10.81	0.14
KOR	USA	7,124	2.48	0.14
CAN	USA	10,650	1.63	0.14
ISR	USA	4,745	2.89	0.13
DZA	FRA	1,244	10.22	0.12
CHN	SGP	3,541	3.36	0.12
DEU	USA	10,069	1.10	0.11
CHN	JPN	4,606	2.25	0.11

표 8. 국제 공동논문수, PAI, ICS 간 상관관계수  
Table 8. Coefficients of correlation among (a) number of collaboration articles, (b) PAI values, (c) ICS values

	International collaboration	PAI	ICS
International collaboration	1	-0.021	0.718
PAI		1	0.271
ICS			1

표 6, 7은 국가별 측정된 협력강도를 PAI와 ICS값이다. PAI를 기준으로 협력강도를 살펴볼 때 튀니지-프랑스 간 협력강도가 가장 높았고, 알제리-프랑스, 중국-홍콩, 멕시코-스페인, 중국-싱가폴 순으로 높았다. ICS를 기준으로 협력강도를 살펴볼 때 중국과 홍콩의 협력 강도가 가장 높았으며, 중국-미국, 프랑스-튀니지, 한국-미국, 캐나다-미국 순이었다. 눈여겨볼 현상은, 공저논문수는 적지만 협력강도가 높은 국가쌍이 상위에 나타나며(알제리-프랑스, 튀니지-프랑스, 멕시코-스페인), 중국-홍콩이 공동연구의 빈도나 협력강도에서 모두 상위권에 나타난 점이다. 따라서 협력강도에 영향을 미치는 요인은 국가 간 언어나 문화의 유사성, 지리적 근접성 등이라 판단할 수 있다.

PAI와 ICS는 둘 다 두 국가 간 공동연구의 기대치를 반영하여 협력강도를 측정하는 지수이다. 그러나 표 8에서 보듯이 PAI와 ICS는 같은 목적을 위하여 사용되는 지수임에도 불구하고 서로 상관관계가 높지 않게 나타났다. PAI의 기대값은 상대국가와의 규모

차이를 반영한 값을 기반으로 측정하고, ICS의 기대값은 상대국가의 논문수에 영향을 반영한 기하평균에 기반을 두는 점이 다르기 때문이다. 즉, PAI는 두 국가가 수행한 공동연구의 비율을 반영한 수치인 반면, ICS는 상대국의 공동연구 규모와 두 국가가 수행한 공동연구 규모를 부분적으로 반영한 수치이다. 두 지수를 통해 협력강도를 분석할 때는 다른 관점의 해석이 필요하다.

그림 1은 국제 공동논문 건수 기준 국제공동 연구를 활발하게 수행하고 있는 상위 15개국의 협력국가별 공동연구 영향력과 협력 강도의 분포이다. 협력 대상국은 이 15개국과 함께 발표한 국가로, 공동논문수가 1000편 이상인 국가로 제한하여 분석하였다. 협력 대상국가 수가 가장 많은 국가는 미국으로 총 27개 국가와 각각 1000편 이상의 공동연구를 수행하였다. 다음으로 영국(16개국), 프랑스(15개국), 독일(14개국), 중국(11개국) 등의 순으로 협력대상국이 많은 것으로 나타났다.

그림 1에 나타나 있는 바와 같이, 분석대상 15개국은 다른 국가들과 발표한 공동논문의 인용영향력이 긍정적인 것으로 나타났다. 중국, 영국, 프랑스, 호주 를 제외하고 대다수 국가에서 미국과의 공동연구가 가장 긍정적인 영향력을 갖는 것으로 나타났다. 한편, 표 9에서 보는 바와 같이 ICI와 ICS값은 유의한 관계가 존재하지 않는 것으로 분석되었다.

### 3.3. 한국의 국제공동연구

본 연구는 국제 공동논문수 기준으로 국제 공동연구를 활발히 하고 있는 상위 15개국과 우리나라의 현황을 비교했다.

우리나라는 국제 공동논문수의 세계점유율이나 영향력 지표에서 매우 저조한 수준으로 나타났다. 공동연구 규모측면에서 한국은 중국과 일본에 뒤지고 있으며, 영향력 측면에도 많은 문제점을 내포하고 있는 것으로 나타났다. 글로벌 연구경쟁력 강화를 위한 지속적인 국제협력 활동 추진을 위한 정부의 국제공동연구 예산이 무엇보다 필요한데, 2009년부터 2013년까지 우리나라의 연구개발예산을 살펴보면, 정부 R&D 예산의 지속적인 증가에도 불구하고 국제 공동연구분야의 예산 비중은 지속적으로 감소해왔음을 알 수 있다(09년 3.6% -> 13년 2.3%). 이에 우리나라는 세계

Top 수준을 위해 국제 공동연구 투자를 지속적으로 확대해야 할 것으로 사료된다.

우리나라의 국제 공동연구 대상국가가 미국 등 특정 국가에 한정되어 있다. 한국에서 2001년에서 2012

년까지 발생한 국제 공동연구의 약 50%는 미국과 함께 수행한 공동연구이다. 컴퓨터과학분야에서 기술선도 국가인 미국과의 심층 협력관계 자체는 바람직하나 국제협력 대상국의 범위를 다변화하는 것이 신기

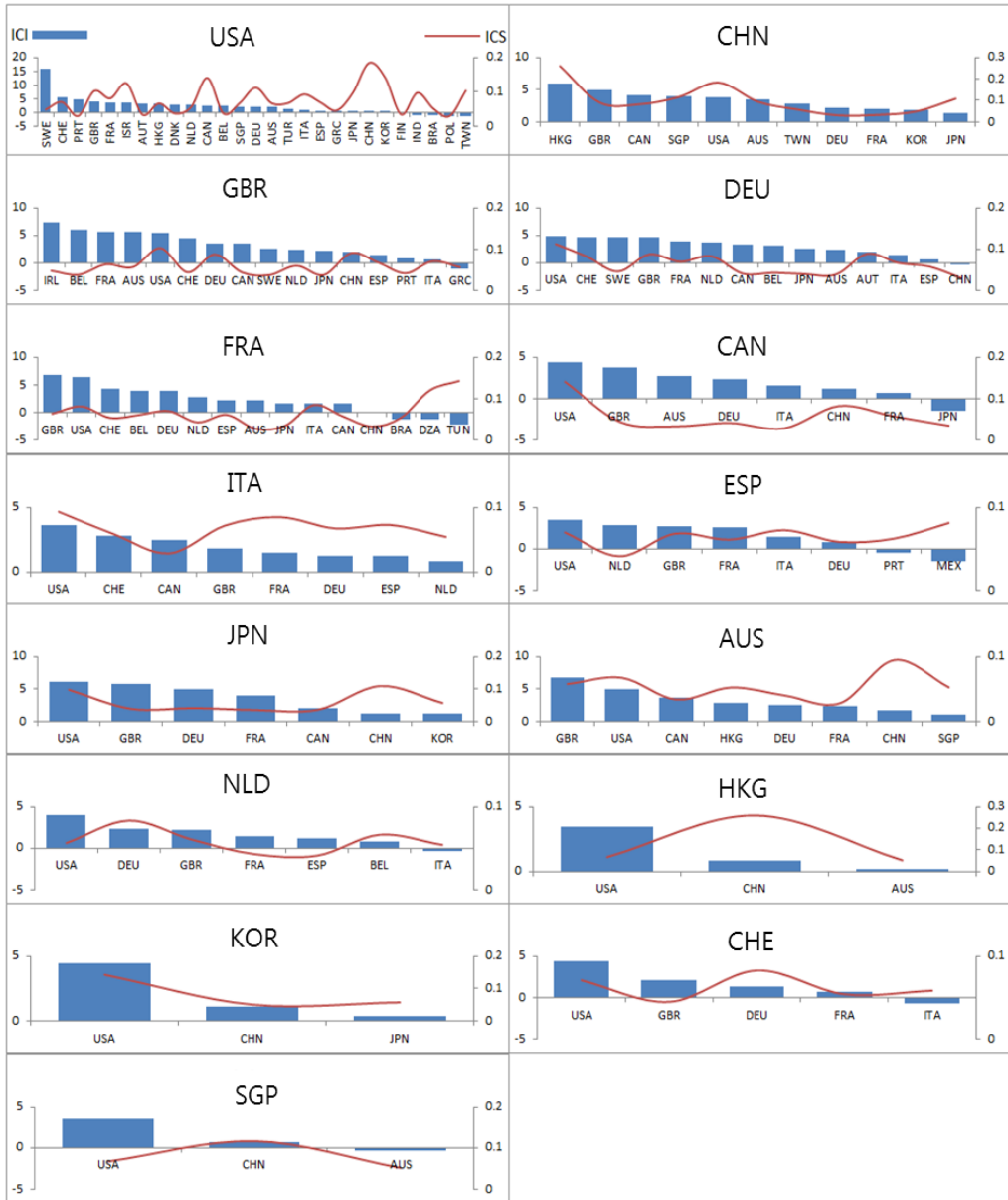


그림 1. 국제 공동논문 수 위 15개 국가 ICI와 ICS 값의 비교  
 Fig. 1 ICI and ICS values between top 15 countries by co-authored articles

술, 신사업, 신시장을 개척하는데 유리하다.

컴퓨터과학분야에서 우리나라와 함께 1000편 이상의 국제 공동논문을 발표한 국가는 미국, 중국, 일본 세 나라뿐인 것으로 나타났다. 우리나라보다 국제 공동논문수는 적지만 영향력이 월등히 높은 스위스의 경우 1000편 이상의 국제 공동논문을 발표한 대상국이 5개국으로 우리나라보다 다양하다. 중국과 일본도 각각 11개국, 7개국으로 우리나라보다 협력대상국이 다양하다. 따라서 우리나라는 협력대상국의 다변화와 함께 국제 공동연구의 규모도 확대해야 할 것이다.

종합해 보면 국제 공동연구를 수행하는 국가와의 국제 공동연구 규모와 협력강도는 의심할 여지가 없는 정의 상관관계가 있는 만큼 우리나라는 앞으로 국제 공동연구투자를 지속적으로 확대하여 국제 공동연구 참여를 활성화시키고, 다양한 국가와의 협력 강화로 이어지도록 노력해야 할 것으로 사료된다.

표 9. ICI값과 ICS값, PAI값, 국제 공동논문수 간의 상관계수

Table 9. Coefficients of correlation among ICI values versus ICS values, PAI values, the number of international co-authored articles

Partnership	ICI-ICS	ICI-PAI	ICI-International collaboration
Partnerships between the top 15 countries and countries published over 1000 co-authored articles	-0.032	-0.276	0.124
All partnerships	0.014	0.018	0.018

#### IV. 결 론

본 연구에서는 컴퓨터과학 분야에서 국제 공동연구를 파악하기 위해 논문의 공저관계를 이용해 다양한 계량서지적 지표분석을 하였다. 먼저 국제 공동논문수를 이용해 국가별 공동연구의 규모를 살펴보고, PAI, ICS를 통해 국가 간 협력강도를 파악하였다. 또한 ICI를 통해 협력국가와의 공동연구 영향력을 분석하였으며, 협력의 강도와 국제 공동연구 빈도, 그리고 영향

력 간 상관관계의 유무에 대해서도 살펴보았다.

분석 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 2001년부터 2012년까지 컴퓨터과학 분야 내 국가 간 공동연구의 결과로 산출되는 공동논문의 수를 기준으로, 미국, 중국, 영국, 독일, 프랑스 등 연구중심국가들과 다른 국가 사이에서 활발한 공동연구가 이루어지고 있는 것으로 나타났다.

둘째, PAI와 ICI를 적용하여 국제 공동연구에서 국가별로 최상위 협력관계를 맺고 있는 국가들을 살펴보면, 국제 공동연구 활동량은 상대적으로 적지만 협력의 강도가 큰 국가들을 파악할 수 있었다. 반면, 논문의 수도 많으면서 협력의 강도가 큰 국가쌍도 파악했다. 두 국가 간에 발생한 국제 공동연구 규모와 선호도의 상관관계를 파악하기 위해 공저논문수와 PAI, ICS의 상관관계를 각각 분석한 결과, 공저논문수와 ICS값 사이에는 유의미한 상관관계가 존재하는 것으로 나타났다.

셋째, 국제 공동연구를 활발히 수행하는 주요 15개국은 대다수 협력대상국과 양의 ICI값을 가지는 것으로 나타났다. 그러나 이들의 ICI값과 협력의 강도는 유의미한 상관관계가 존재하지 않는 것으로 분석되었다.

본 연구는 방대한 논문 데이터를 이용해 다양한 지수를 통해 공동연구를 분석한 점에서 연구의 의의를 찾을 수 있다. 또한 컴퓨터과학 분야에서 국제 공동연구 현상에 대해 계량서지적 지표를 도입하여 분석한 최초의 시도라는 점에서 연구자들에게 새로운 시사점을 제공하였다.

한편 본 연구의 한계점은 지표분석에 있어서 자기인용(self-citation)을 고려하지 않았고, 보다 연결의 의미가 명확한 개별 기관, 혹은 저자 차원의 공동연구가 아닌 국가 간 협력 차원에서 분석하여 다소 분석 결과에 대한 해석이 용이치 않았던 점이 있다. 향후 기관 차원의 공동연구를 지표별로 분석하고 학문 분야 별 국제 공동연구의 협력강도, 영향력 등의 특징에 대한 실증분석을 병행하여 연구의 신뢰성을 증가시킬 수 있을 것이다.

#### 감사의 글

본 논문은 2014년도 한국과학기술정보연구원에서 주요사업 “글로벌 미래기술 탐색 지원체제 구축 (K-14-L03-C01-S02)”의 지원으로 수행되었습니다.



## References

- [1] S. W. Yang, "Collaborative research agreements between industry and university and legal issues related to IPRs practice," *J. Intellectual Property*, vol. 6, no. 2, 2011, pp. 1-36.
- [2] Y. Okubo, J. F. Miquel, L. Frigoletto, and J. C. Dore, "Structure of international collaboration in science : typology of countries through multivariate techniques using a link indicator," *Scientometrics*, vol. 25, no. 2, 1992, pp. 321-351.
- [3] J. M. Russell, "Publishing patterns of Mexican scientists : differences between national and *Int.* papers," *Scientometrics*, vol. 41, no. 1-2, 1998, pp. 113-124.
- [4] A. Inzelt, A. Schubert, and M. Schubert, "Incremental citation impact due to international co-authorship in Hungarian higher education institutions," *Scientometrics*, vol. 78, no. 1, 2009, pp. 37-43.
- [5] G. Melin, "Impact of national size on research collaboration- a comparison between Northern European and American universities," *Scientometrics*, vol. 46, no. 1, 1999, pp. 161-170.
- [6] G. Abramo and C. A. D'Angelo, "National-scale research performance assessment at the individual level," *Scientometrics*, vol. 86, no. 2, 2011, pp. 347-364.
- [7] R. C. Leung "Networks as sponges : international collaboration for developing nanomedicine in China," *Research Policy*, vol. 41, no. 1, 2013, pp. 211-219.
- [8] M. Zitt, E. Bassecoulard, and Y. Okubo, "Shadows of the past in *Int.* cooperation : collaboration profiles of the top five producers of science," *Scientometrics*, vol. 47, no. 3, 2000, pp. 627-657.
- [9] P. Jaccard, "Nouvelles recherches sur la distribution florale," *Bulletin de la Societe Vaudoise des Sciences Naturelles*, vol. 44, 1908, pp. 223-270.
- [10] Y. Yamashita and Y. Okubo, "Patterns of scientific collaboration between Japan and France : Inter-sectoral analysis using Probabilistic Partnership Index (PPI)," *Scientometrics*, vol. 68, no. 2, 2006, pp. 303-324.
- [11] J. Lee, W. Shim, S. Ahn, O. Kwon, and K. No, "A Study on the citation impact of international collaboration research for 13 government-supported research institutes of Korea Research Council of Fundamental Science and Technology(KRCF)," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 7, no. 6, 2012, pp. 1353-1362.

## 저자 소개



### 강혜진(Hye-Jin Kang)

2012년 명지대학교 문헌정보학과 졸업(문학사)

2013년~현재 과학기술연합대학교 대학원 지식정보과학 석사과정

2013년~현재 한국과학기술정보연구원 학생연구원

※ 관심분야 : 과학계량학, ICT



### 심 위(We Shim)

2007년 성균관대학교 경제학과 졸업(경제학사)

2011년~현재 과학기술연합대학교 대학원 지식정보과학 통합과정

2011년~현재 한국과학기술정보연구원 학생연구원

※ 관심분야 : 과학계량학



**노경란(Kyung-Ran Noh)**

1990년 전남대학교 문헌정보학과  
졸업(도서관학사)

1994년 연세대학교 대학원 문헌정  
보학과 졸업(도서관학석사)

2006년 연세대학교 대학원 문헌정보학과 졸업(도서  
관학박사)

2001년~현재 한국과학기술정보연구원 책임연구원

※ 관심분야 : 과학계량학, 특허정보분석, 인용분석



**권오진(Oh-Jin Kwon)**

1990년 광운대학교 전자계산학과  
졸업(이학사)

1994년 광운대학교 대학원 전자계  
산학과 졸업(이학석사)

2009년 서울시립대학교 대학원 컴퓨터학통계학과 졸  
업(이학박사)

1994년~2000년 산업기술정보원 책임연구원

2001년~현재 한국과학기술정보연구원 책임연구원

※ 관심분야 : 과학계량학, 정보분석시스템, 지식과  
학, 정보 구조화