

# Exploration of Technological Collaboration Trends in Ulsan through Patent Network Analysis

## 특허 네트워크 분석을 통한 울산지역 산학연 기술협력 탐색

Hye Kyeong Kim<sup>1</sup>, Il Young Choi<sup>2</sup>

김혜경<sup>1</sup>, 최일영<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Research Fellow, Ulsan Research Institute, Korea, [hkkim21c@gmail.com](mailto:hkkim21c@gmail.com)

<sup>2</sup> Lecturer, Graduate School of Business Administration, Kyunghee University, Korea, [choice102@khu.ac.kr](mailto:choice102@khu.ac.kr)

Corresponding author: Il Young Choi

**Abstract:** The purpose of this study is to explore the technological cooperation structure of Ulsan through the analysis of the technological cooperation network. This study analyzed the network of patent applicants filed in Ulsan for 10 years from 2012 to 2021. The study conducted frequency analysis of patent networks to identify major applicants and key technology in Ulsan. The result showed patent applications have been rapidly expanding to universities and individuals, which increases the diversity of industries and technologies in the region. Especially, the study investigated co-occurrence patterns of patent applicants over time to examine collaboration trends in Ulsan. The result showed Collaborative Activities of Industry-University-Research have not yet been extensively expanded. Moreover, there is a tendency to collaborate with applicants outside the region rather than within the region. However, the local environment for technical cooperation has improved, and small-scale cooperation has recently been on the rise. In particular, local universities are not only the core of knowledge production and distribution, but also central to cooperative activities for the effective production and distribution of knowledge.

**Keywords:** Patent Collaboration Network, Patent Technology, Centrality Analysis, Co-Applicants

**요약:** 본 연구의 목적은 기술 협력 네트워크 분석을 통해 울산지역의 기술 협력 구조를 탐색하는 것이다. 본 연구는 2012년부터 2021년까지 10년간 울산에 출원된 특허출원인 네트워크를 분석하였다. 또한 울산지역의 주요 출원인과 핵심기술을 파악하기 위해 특허네트워크 빈도분석을 실시하였다. 그 결과, 특허 출원이 대학과 개인으로 빠르게 확대되고 있으며, 이는 지역의 산업과 기술의 다양성을 증가시키고 있다. 특히, 울산 지역의 협업 경향을 살펴보기 위해 특허 출원인의 시간 경과에 따른 동시 발생 패턴을 조사하였다. 그 결과 아직까지 산학연 협력 활동이 광범위하게 확대되지 않은 것으로 나타났다. 더욱이 지역 내보다는 지역 밖의 지원자들과 협업하는 경향이 있다. 그러나 기술협력을 위한 현지 환경이 개선되어 최근 소규모 협력이 증가하고 있다. 특히 지방대학은 지식의 생산과 유통의 핵심일 뿐만 아니라 지식의 효과적인 생산과 유통을 위한 협력활동의 중심이기도 하다.

Received: December 21, 2022; 1<sup>st</sup> Review Result: February 03, 2023; 2<sup>nd</sup> Review Result: March 03, 2023  
Accepted: March 31, 2023

**핵심어:** 특허 협력 네트워크, 특허 기술, 중심성 분석, 공동 출원인

## 1. 서론

글로벌 경쟁이 심화됨에 따라 기업의 지속가능한 성장을 위해 기술혁신이 점점 더 중요해지고 있다[1]. 즉, 기술혁신은 기업경영성과 창출을 위한 핵심 원동력일 뿐만 아니라[2-5], 기업이 경쟁우위를 확보하여 부가가치 창출을 위한 중요한 원천이다[6]. 이에 따라 기업들은 많은 연구개발을 통해 기술을 혁신하고, 혁신 기술을 보호하기 위해 특허를 획득한다[7][8].

특허는 새로운 기술을 발명한 출원인에게 배타적 권리를 부여하는 행위로, 연구개발의 결과물이다[9]. 따라서 특허 데이터 분석하면 미래유망기술을 파악할 수 있다. 이에 따라 김갑조 등[10]은 특허 토픽 모델링과 Bass 확장 모형을 이용하여 유기태양전지, 집광형 태양전지 모듈, 태양광 센서 장치, 염료감응형 태양전지, 전지 패널 제조, 멀티미디어 제어 시스템 기술 등의 유망 기술을 발굴하였으며, 김혜경 등[11]은 특허 데이터를 이용한 성장률-점유율 매트릭스 분석을 통해 울산광역시의 유망, 발전, 안정, 취약 기술을 파악하였다. 또한 특허 데이터는 국가 또는 지방정부가 산업정책 결정을 위해 활용되고 있는 중요한 원천이다[12]. 이에 따라 김혜경 등[12]은 출원 및 등록특허 분석을 통해 울산광역시의 주력산업 비중 감소하고 있으며, 지역산업포트폴리오를 위한 R&D 기획이 필요하다고 주장하였다. 또한 장길수 등[13]은 충청권 기업의 특허등록 분석을 통해 산학연 협력 연구개발이 기업의 단독 연구개발보다 특허등록 확률이 높다는 것을 밝혔다.

최근 연구개발이 융합화 및 첨단화됨에 따라 공동연구가 중요해지고 있다. 공동연구는 신규 사업 진출, 연구개발의 리스크 분산, 연구개발 기간의 단축, 연구개발비용의 경감 등의 장점이 있을 뿐만 아니라 높은 수준의 목표를 달성할 가능성이 높다[14]. 따라서 기업간의 기술협력 구조를 이해하는 것이 중요하다.

울산광역시의 경우 혁신역량 기초자원인 인력, 조직, 지식 자원이 여전히 취약하고, 정부R&D 투자 또한 미흡할 뿐만 아니라, 혁신기술의 생산성이 낮은 상태이다[12]. 이에 따라 본 연구는 울산광역시의 혁신기술 개발 주체의 협력 진행 상황을 파악하고 혁신기술의 융·복합 협력에 대한 시사점을 제공하기 위하여 특허 데이터를 이용한 기술협력 네트워크를 분석하였다. 이를 위하여 2012년 1월 1일부터 2021년 12월 31일까지 10년 기간 동안 출원인의 주소가 울산광역시인 등록특허 데이터를 수집하였으며, 2012년~2016년과 2017년~2021년 기간의 기술협력 네트워크를 비교 분석하였다.

## 2. 기술협력 네트워크 분석

기술협력 네트워크 분석은 특허 출원인 간의 연결 관계를 계량적으로 분석하는 소셜 네트워크 분석 방법으로[15-17], 많은 연구들이 특허 출원인 간의 협력관계 파악을 위해 연결정도 중심성(Degree centrality) 및 매개 중심성(Betweenness centrality) 분석 등을 수행하였다[17][18].

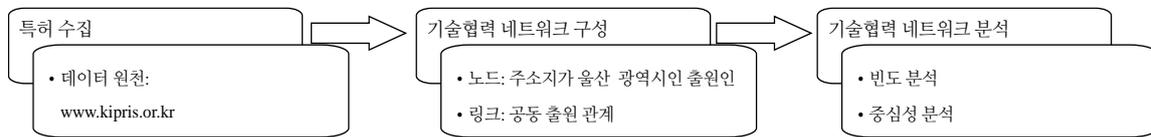
연결정도 중심성은 특정 출원인과 다른 출원인들과 연결된 정도를 측정하는 지표이며, 매개 중심성은 특정 출원인이 담당하는 중재자 역할의 정도를 측정하는 지표이다.

따라서 협력 네트워크에서 연결정도 중심성은 특정 출원인이 다른 출원인과 공동연구를 몇 번 수행하였는가를 나타내는 지표로, 연결정도 중심성이 높은 출원인 일수록 다른 출원인으로부터 지식을 흡수 또는 다른 출원인에게 지식의 전달이 많다는 것을 의미한다. 또한 매개 중심성은 특정 출원인이 다른 출원인 사이를 몇 번 매개하였는가를 나타내는 지표로, 매개 중심성이 높은 출원인 일수록 다른 출원인들을 연결하는 브로커 역할을 한다는 것을 의미한다.

따라서 본 연구에서는 연결정도 중심성과 매개 중심성을 이용한 산점도를 통해 출원인을 사사분면으로 분류하였다. 제1사분면은 연결정도 중심성과 매개중심성이 높은 출원인으로, 지식창출을 위해 브로커 기반 대규모 협력을 하는 출원인을 의미하며, 제2사분면은 연결정도 중심성은 낮으나 매개중심성이 높은 출원인으로, 타 출원인과의 공동연구를 많이 수행하지 않아도, 공동연구를 수행하는 소그룹을 매개하는 브로커 역할을 수행하는 출원인을 의미한다. 제3사분면은 연결정도 중심성 및 매개 중심성이 낮은 출원인으로, 타 출원인과의 교류가 거의 없이 단독연구를 수행하는 출원인 또는 소규모 협력을 하는 출원인을 의미한다. 마지막으로 제4사분면은 연결정도 중심성이 높으나 매개중심성이 낮은 출원인으로, 연구 대그룹을 형성하여 타 출원인과의 교류가 거의 없이 대그룹을 중심으로 공동연구를 수행하는 출원인을 나타낸다.

### 3. 연구방법

본 연구의 목적은 기술협력 네트워크 분석을 통해 울산광역시의 기술협력 구조를 탐색하는 것이다. 이러한 목적을 달성하기 위한 연구 프로세스는 [그림 1]과 같이 특허 수집, 기술협력 네트워크 구성 및 협력 네트워크 분석 등 3단계로 구성되어 있다.



[그림 1] 연구 프레임워크

[Fig. 1] Research Framework

첫 번째 단계에서는 [표 1]과 같이 특허정보넷 키프리스 (<http://www.kipris.or.kr/>)에서 2012년 1월 1일부터 2021년 12월 31일까지 10년 동안 특허 출원인의 주소가 울산광역시인 특허를 수집한다.

[표 1] 특허 검색식

[Table 1] Patent Search Formula

GD=[20120101~20211231]*AP=[울산]
--------------------------------

두 번째 단계에서는 노드를 출원인, 링크를 공동 출원 관계로 설정하여 출원인 간의 협력 네트워크를 구성하며, 마지막 단계에서는 빈도 분석, 중심성 분석 등을 통해 협력

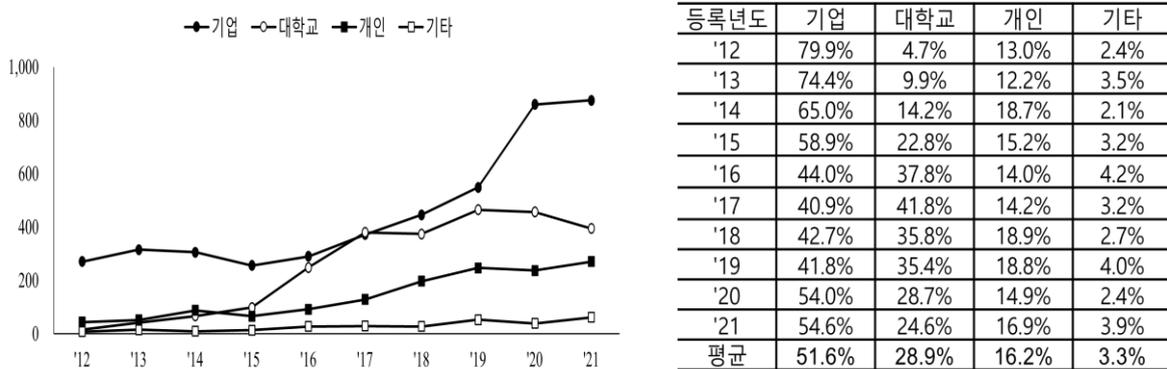
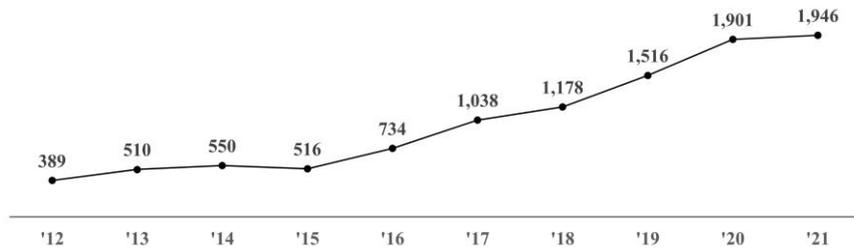
네트워크의 구조를 분석한다.

### 4. 분석결과

#### 4.1 년도별 등록특허 트렌드 분석

출원인의 소재지가 울산광역시인 등록특허의 연도별 추세를 살펴보면 [그림 2(a)]와 같다. 2012년 389건의 특허가 등록된 후 연평균 16.8% 성장하여 2021년에는 1,946건의 특허가 등록되었다. 2008년 이후 울산광역시의 지역혁신거점 육성사업을 스타기업육성사업(거점기능강화), 산학연 연계협의회 운영사업 및 울산컨택센터 운영사업(기술기업육성), 지역전략산업연계 지식서비스산업지원사업, 지역혁신거점육성 광역권동남해통합장비활용연계운영사업, 기술이전센터운영사업, 지역연고산업진흥사업 등이 큰 영향을 미친 것으로 파악된다.

주 출원인의 소재지가 울산광역시인 경우 연도별 주 출원인의 유형을 살펴보면 [그림 2(b)]와 같다. 주출원인이 기업인 경우가 51.6%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 대학교 (28.9%), 개인 (16.2%) 및 기타 (3.3%) 순으로 등록 비중이 높다. 그러나 기업의 등록 비중이 2012년 79.9%에서 2021년 54.6%로 급감하였지만 대학교의 경우, 등록 건수가 2012년 16건에서 2021년 395건으로 연평균 성장률이 37.8%로 증가함에 따라 등록 비중 또한 2012년 4.7%에서 2021년 24.6%로 급증하였다. 또한 개인의 경우 등록특허의 건수가 2012년 44건에서 2021년 271건으로 연평균 성장률이 22.7%에 달한다. 이를 통해 기업에 치우쳤던 특허기술 축적활동이 대학, 개인으로 빠르게 확대되고 있음을 알 수 있다.



(b) 연도별 주 출원인 유형(울산광역시)

[그림 2] 연도별 특허 등록 트렌드

[Fig. 2] Patent Registration Trend by Year

## 4.2 공동 출원인 구조

등록특허의 출원인 구조를 살펴보면 [표 2]와 같다. 시간이 지남에 따라 2명의 공동 출원인이 소폭 증가하고 있지만, 단일 출원인의 비중이 높은 상태이다. 이를 통해 울산광역시의 경우 타출원인과의 기술협력이 높지 않음을 추론할 수 있다.

[표 2] 공동 출원인 변화 (울산광역시)

[Table 2] Change in Co-Applicant Type (Ulsan Metropolitan City)

구분	2012~2016	2017~2021
1명의 출원인	75.0%	74.2%
2명의 출원인	17.7%	21.1%
3명의 출원인	4.7%	3.4%
4명의 출원인	1.1%	0.7%
5명 이상의 출원인	1.4%	0.7%
계	100.0%	100.0%

울산광역시 출원인의 기술협력 유형을 살펴보면 [표 3]과 같다. 울산광역시의 특허 출원인은 단독으로 지식재산을 창출하는 경향이 있다. 그러나 공동으로 지식재산을 창출할 경우, 울산광역시 내에 있는 다른 출원인만을 대상으로 협력하기보다는 울산광역시 이외의 지역에 있는 출원인과 협력하는 경향이 있는 것으로 나타났다.

[표 3] 협력 유형별 출원인 유형 (울산광역시)

[Table 3] Applicant Type by Cooperation Type (Ulsan Metropolitan City)

구분	2012~2016	2017~2021
울산광역시 단독 출원인	75.0%	74.2%
2명 이상의 울산광역시 공동 출원인	4.1%	3.9%
울산광역시 외 1개 타지역 공동 출원인	17.8%	19.5%
울산광역시 외 2개 이상의 타지역 공동 출원인	3.0%	2.5%
계	100.0%	100.0%

특허 생산성이 높은 상위 10개의 울산광역시 출원인을 살펴보면 [표 4]와 같다. 2012년~2016년에는 대학교 및 자동차 관련 기업, 전자부품 및 소재 관련 기업, 발전기업 등이 순위가 높은 반면에 2017~2021년에는 대학교, 조선 관련 기업, 의료재단, 국가기관, 화학 기업 등으로 변화하였다. 이를 통해 대학교가 지식재산 창출에 중요한 역할을 수행하고 있음을 알 수 있을 뿐만 아니라 울산광역시의 산업영역이 확장되고 있음을 알 수 있다.

[표 4] 상위 10개 특허 출원인

[Table 4] Top 10 Patent Applicants

No.	2011~2016		2017~2021	
	출원인	빈도	출원인	빈도
1	울산과학기술원	332	울산과학기술원	1566
2	울산대학교	189	울산대학교	816
3	현대하이스코주식회사	128	현대중공업주식회사	809
4	덕산하이메탈(주)	95	재단법인아산사회복지재단	352

5	현대자동차주식회사	80	한국조선해양주식회사	307
6	세종공업주식회사	72	대한민국-행정안전부 국립재난안전연구원	141
7	한국동서발전(주)	61	덕양산업주식회사	126
8	주식회사동희산업	58	주식회사동희산업	114
9	덕양산업주식회사	55	한국동서발전(주)	99
10	스마트전자주식회사	44	롯데정밀화학주식회사	89

### 4.3 기술협력 네트워크 분석

울산광역시의 기술협력 네트워크에 대한 구조를 분석하기 위하여 기간별 출원인, 기간별 단독 출원인, 기간별 총 협력관계, 기간별 밀도, 기간별 평균거리를 분석하였으며, 분석결과는 [표 5]와 같다. 2012년~2016년 기간에 비해 2017년~2021년 동안의 출원인은 111.2% 증가한 2,235개의 기관이며, 단독 출원인 또한 146.1% 증가한 1,019개 기관으로 46.5%를 차지하고 있다. 또한 협력 네트워크의 밀도는 2012년~2016년 및 2017년~2021년 모두 낮아, 네트워크 내 협력 교류가 많지 않음을 알 수 있다. 그러나 평균 거리는 2012년~2016년 5.075에서 2017년~2021년 3.237로 줄어들어, 추후 협력관계를 맺기에 수월한 환경을 갖추어 있다고 추론할 수 있다. 마지막으로 컴포넌트를 살펴보면 2012년~2016년 기간에 비해 2017년~2021년 동안 컴포넌트의 개수가 증가하였다. 이를 통해 2017~2021년 동안 기관간 소규모의 협력이 증가하였음을 알 수 있다.

[표 5] 기술 협력 네트워크 속성 변화

[Table 5] Changes in Technology Cooperation Network Properties

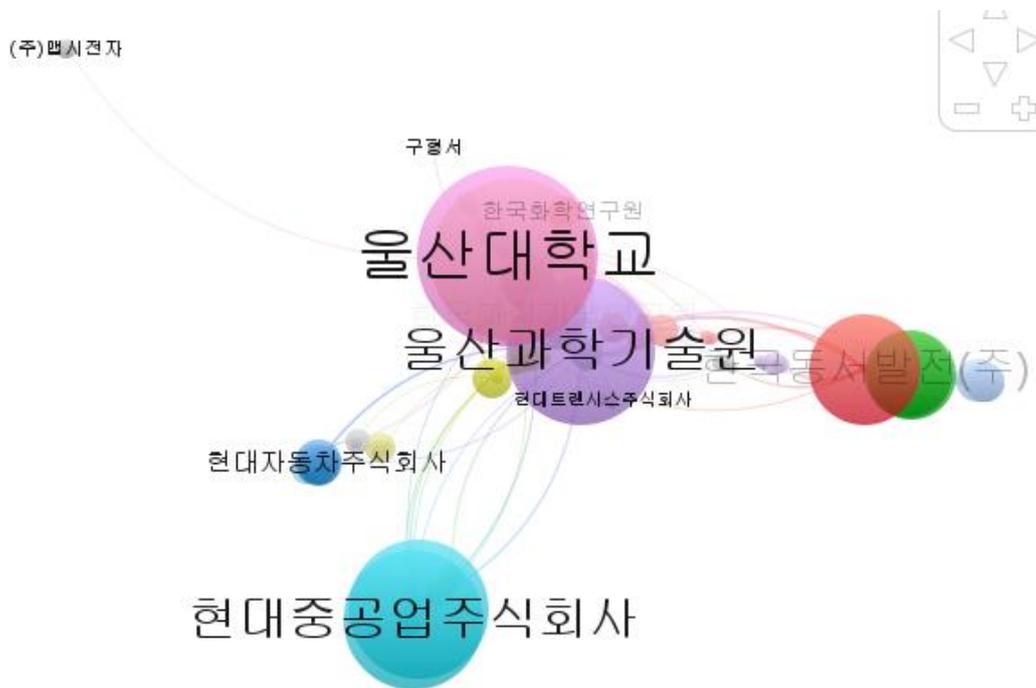
네트워크 속성	2012~2016	2017~2021
출원인 수	1,058	2,235
단독 출원인 수	414	1,019
총 협력관계 수	748	1,769
밀도	0.001	0.001
평균 거리	5.075	3.237
컴포넌트 개수	61	126

기간별 메인 컴포넌트를 살펴보면 [그림 3]과 같다. 2012년~2016년의 경우 메인 컴포넌트는 206개의 기관으로 구성되어 있으며, 주요 기관으로는 한국동서발전, 한국서부발전, 울산과학기술원, 현대자동차 주식회사 등이다. 2017년~2021년의 경우 메인 컴포넌트는 318개 기관으로 구성되어 있으며, 주요 기관은 울산대학교, 울산과학기술원, 한국동서발전, 한국남동발전, 현대중공업주식회사, 한국조선해양주식회사 등이다. 이를 통해 기술협력 네트워크에서 대학교가 중요한 역할을 수행하고 있음을 알 수 있다.

메인 컴포넌트의 출원인 중 상위 10개의 연결정도 중심성과 매개중심성을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 2012년~2016년 동안 상위 10개의 중심성이 높은 출원인은 [표 6]과 같다. 연결정도 중심성이 높은 기관은 대학교 (2개), 발전소 (5개) 및 자동차 (3개) 관련 기업이며, 매개 중심성이 높은 기관은 대학교 (5개), 전자부품 (1개), 자동차 (2개), 발전소 (1개) 및 가스 배관 (1개) 관련 기업이다. 이를 통해 대학교는 타 출원인과 공동연구를 상대적으로 많이 수행할 뿐만 아니라, 브로커 역할 또한 많이 수행하고 있음을 알 수 있다.



a) 2012~2016



(b) 2017~2021

[그림 3] 기간별 메인 컴포넌트

[Fig. 3] Main Component by Period

[표 6] 2012~2016 상위 10개 중심성

[Table 6] 2012~2016 Top 10 Centrality

No.	출원인	연결정도 중심성	출원인	매개 중심성
1	울산과학기술원	43	울산과학기술원	12805.98
2	울산대학교	29	덕산하이메탈(주)	7553.861
3	한국동서발전(주)	28	서울시립대학교	7516
4	한국서부발전주식회사	22	한국동서발전(주)	7072.267
5	한국중부발전(주)	22	울산대학교	6551.305
6	한국남부발전주식회사	20	덕양산업주식회사	3451.21
7	한국남동발전주식회사	20	현대자동차주식회사	3316.462

8	현대자동차주식회사	18	한국과학기술연구원	2676.042
9	기아주식회사	14	코렐테크놀로지(주)	2674
10	덕양산업주식회사	13	부산대학교	2626.185

주: 5개 이상 특허 등록 대상

둘째, 2017년~2021년 동안 상위 10개의 중심성이 높은 출원인은 [표 7]과 같다. 연결정도 중심성이 높은 출원인은 대학교 (3개), 공익재단 (1개), 발전소 (5개), 조선(1개) 관련 기업이며, 매개 중심성이 높은 출원인은 대학교 (3개), 자동차 (4개), 발전소 (1개) 및 조선 (2개) 관련 기업이다. 이를 통해 대학교가 공동연구의 중심 역할을 수행하고 있음을 알 수 있다.

[표 7] 2017~2021 상위 10개 중심성

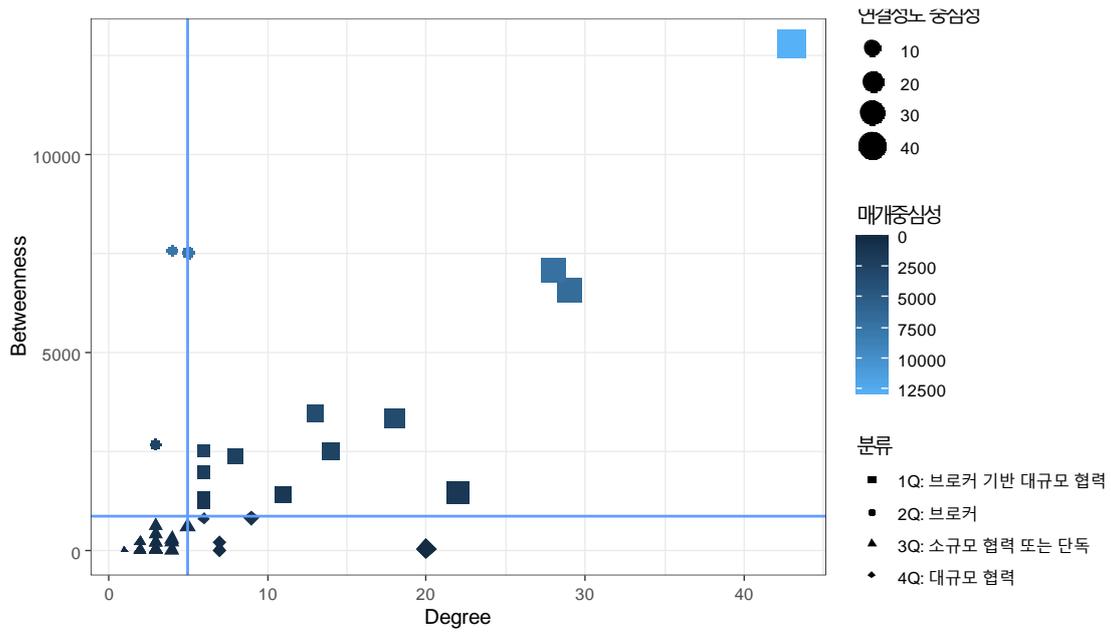
[Table 7] 2017~2021 Top 10 Centrality

No.	출원인	연결정도 중심성	출원인	매개 중심성
1	울산과학기술원	108	울산과학기술원	32902.28
2	울산대학교	99	울산대학교	20269.75
3	한국동서발전(주)	51	한국동서발전(주)	14323.54
4	재단법인아산사회복지재단	49	현대자동차주식회사	4194.549
5	한국남동발전주식회사	20	기아주식회사	2663.904
6	한국남부발전주식회사	19	현대중공업주식회사	2170.9
7	한국서부발전주식회사	18	한국조선해양주식회사	1887.152
8	한국중부발전(주)	17	울산과학대학교	1885.967
9	서울대학교	16	세종공업주식회사	1880.925
10	현대중공업주식회사	15	주식회사동희산업	1570

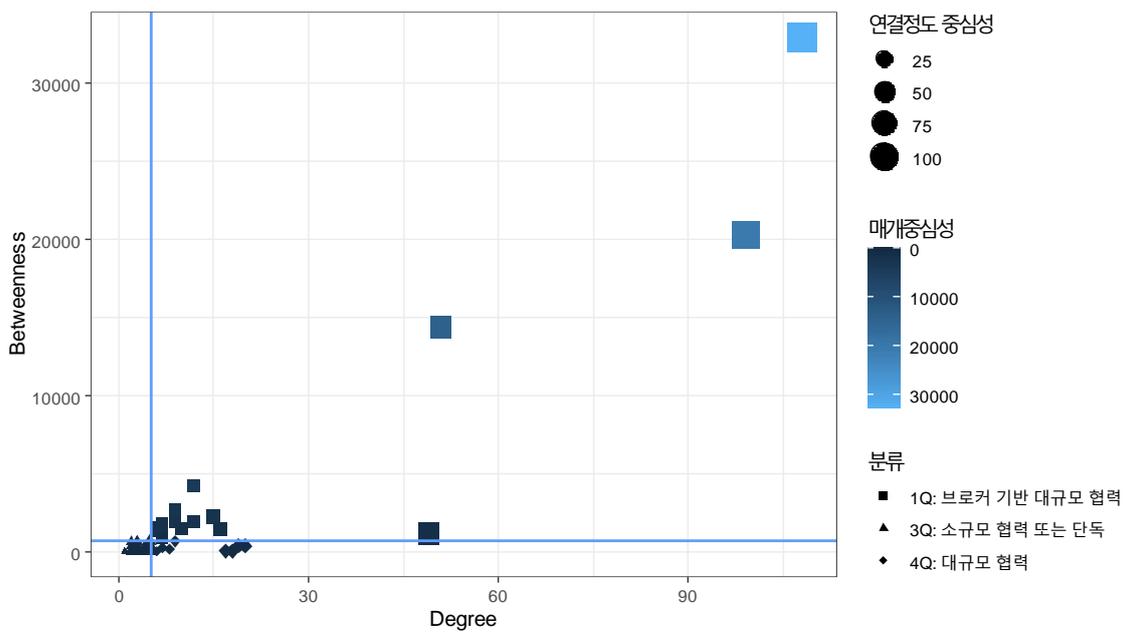
주: 5개 이상 특허 등록 대상

세부적으로 분석하기 위하여 연결정도 중심성과 매개 중심성을 이용한 산점도를 통해 출원인을 사사분면으로 분류하면 [그림 4]와 같다. 첫째, 2012년~2016년의 산점도는 [그림 4(a)]와 같다. 제1사분면에는 울산과학기술원, 울산대학교, 한국동서발전(주) 등 14개의 출원인이 있으며, 전체 90개의 출원인 중 15.6%를 차지하고 있다. 제2사분면에는 서울시립대학교, 덕산하이메탈(주), 한국과학기술연구원, 코렐테크놀로지(주) 등 4개의 출원인이 있으며, 4.4%를 차지하고 있다. 제3사분면에는 현대하이스코주식회사, (주)맵시전자, 현대제철주식회사, (주)에스지알테크 등 66개의 출원인이 있으며 79.3%를 차지하고 있다. 마지막으로 제4사분면에는 한국남부발전주식회사, 한국남동발전주식회사, 주식회사동희산업 등 6개의 출원인이 있으며, 6.7%를 차지하고 있다. 이를 통해 울산광역시의 기술협력 구조는 소규모 협력 또는 단독 출원인이 대부분을 차지하고 있음을 알 수 있다.

둘째, 2017년~2021년 산점도는 [그림 4(b)]와 같다. 제1사분면에는 울산과학기술원, 울산대학교, 한국동서발전(주) 등 21개의 출원인이 있으며, 전체 158개의 출원인 중 13.3%를 차지하고 있다. 그러나 제2사분면에 해당하는 기업은 없다. 제3사분면에는 엔브이에이치코리아(주), 한국신발피혁연구원, 하나피앤티주식회사 등 127개의 출원인이 있으며 80.4%를 차지하고 있다. 마지막으로 제4사분면에는 한국남동발전주식회사, 한국남부발전주식회사, 한국서부발전주식회사 등 10개의 출원인이 있으며, 6.3%를 차지하고 있다. 이 기간 동안 울산광역시의 기술협력 구조는 소규모 협력 또는 단독 출원인 대부분을 차지하고 있으며, 2012년~2016년에 비해 더 심화되고 있다.



(a) 2012~2016



(b) 2017~2021

[그림 4] 기술협력 네트워크 산점도 (연결정도 중심성-매개 중심성)

[Fig. 4] Scatter Plot(Degree Centrality-Betweenness Centrality) of Technological Cooperation Networks

### 5. 결론

공동연구는 신규 사업 진출, 연구개발의 리스크 분산 등을 위해 중요하다. 따라서 기업간의 기술협력 구조를 파악하는 것이 필요하다. 이를 위하여 본 연구에서는

특허정보넷 키프리스로부터 특허 출원인의 소재지가 울산광역시인 2012년~2021년 사이의 등록특허를 수집한 다음 기술협력 네트워크를 구성하였다. 이를 통해 중심성 분석을 수행하여 기술협력 구조를 하였다.

본 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 울산광역시의 경우 기업 중심에서 대학교, 개인 등으로 지식활동 주체가 다양해지고 있으며, 특히 대학교가 지식생산에서 중요한 역할을 수행하고 있다. 둘째, 울산광역시 경우 다른 출원인과의 기술협력이 높지 않을 뿐만 아니라, 기술협력을 하더라도 울산광역시 외부 지역과의 협력 경향이 높다. 셋째, 대학교가 타 출원인과 공동연구를 상대적으로 많이 수행할 뿐만 아니라, 주요 브로커 역할 또한 수행하고 있다.

본 연구의 시사점은 다음과 같다. 첫째, 연구인력이 부족한 울산광역시는 고급인력 확보가 어려운 중소기업에 종합·전문적인 기술 컨설팅을 제공하고 있다. 따라서 이와 연계된 R&D지원 사업을 강화하는 것이 중요하다. 즉, 지역의 장기 경제성장을 이끌 기술 진보를 위해서는 중소기업의 기술 개발에 필요한 연구인력의 지속 공급이 뒷받침되어야 하며, 연구생산성을 높이는 것이 중요하다. 둘째, 대학 중심의 기술창업과 기업성장을 위한 지원사업에 정책적 관심을 높여가는 한편, 신산업 분야에서 견고한 기술지식을 축적한 외부 기업을 적극적으로 유치할 필요가 있다. 울산광역시와 지원기관은 R&D 기획 단계부터 기업 수요를 반영하고 사업화까지 이어질 수 있도록 전주기 R&D를 체계화하는 한편, 산학협력 지원 사업 강화가 필요하다.

그러나 본 연구는 다음과 같은 한계점이 있다. 첫째, 본 연구는 국내 등록특허를 중심으로 울산광역시의 기술협력 구조를 분석하였기에, 최신의 기술협력 동향을 파악하지 못한 한계가 있다. 따라서 향후 연구는 출원특허를 포함하여 기술협력 구조를 파악할 필요가 있다. 둘째, 본 연구는 네트워크 분석을 위한 다양한 지표가 있음에도 불구하고 중심성 분석을 통해 기술협력 구조를 분석한 한계가 있다. 향후 연구는 좀 더 세밀하게 분석하기 위해 구조적 등위성, k-코어 분석 등을 수행할 필요가 있다. 이러한 한계점을 고려한 후속 연구를 진행한다면 의미있는 연구가 될 것이라고 판단된다.

## References

- [1] S. Y. Park, H. W. Park, M. Cho, The Relationship between Technology Innovation and Firm Performance of Korean Companies Based on Patent Analysis, *Journal of Korea Technology Innovation Society*, (2006), Vol.9, No.1, pp.1-25.  
Available from: <https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artiId=ART001069930>
- [2] H. Yoon, A. Hong, S. D. Jung, The Effects of R&Ds, Technology Innovation Capability and the Innovation Support System of Small- and Medium-Sized Businesses on the Company Performance, *Innovation Studies*, (2018), Vol.13, No.2, pp.209-238.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.04.024>
- [3] P. Koellinger, The Relationship between Technology, Innovation, and Firm Performance - Empirical Evidence from e-Business in Europe, *Research Policy*, (2008), Vol.37, No.8, pp.1317-1328.  
DOI: <https://doi.org/10.46251/INNOS.2018.05.13.2.209>
- [4] L. E. Valdez-Juárez, M. Castillo-Vergara, Technological Capabilities, Open Innovation, and Eco-Innovation: Dynamic Capabilities to Increase Corporate Performance of SMEs, *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, (2021), Vol.7, No.1, 8.  
DOI: <https://doi.org/10.3390/joitmc7010008>
- [5] R. C. Yam, W. Lo, E. P. Tang, A. K. Lau, Technological Innovation Capabilities and Firm Performance, *World Academy*

- of Science, Engineering and Technology, (2010), Vol.66, pp.1023-1031.  
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1077239>
- [6] S. Y. Park, Development of a Categorized Checklist for Valuation of Patent Technology, Journal of Korea Technology Innovation Society, (2016), Vol.19, No.2, pp.254-279.  
DOI: <https://doi.org/10.34122/jip.2007.06.2.1.30>
- [7] D. Kim, D. Shin, Environment Dynamism and Strategic Technology Resource Protection: Claims of Priority of Korean High-Tech Electronics Firms, Knowledge Management Research, (2021), Vol.22, No.1, pp. 57-84.  
DOI: <https://doi.org/10.15813/kmr.2021.22.1.004>
- [8] J. Lee, The Impact of Technological Innovation on Corporate Value : Focused on the Effects of Corporate Characteristics and Market Concentration on R&D Investment, Journal of The Korean Data Analysis Society, (2019), Vol.21, No.5, pp.2497-2509.  
DOI: <https://doi.org/10.37727/jkdas.2019.21.5.2497>
- [9] J. H. Han, C. B. Kim, A Study on the Extracting ICT Development Trend and Promising Technologies by Utilizing Patent Information in Gyeongbuk Province, Journal of Korea Technology Innovation Society, (2018), Vol.21, No.1, pp.236-264.  
Available from: <https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artiId=ART002336421>
- [10] G. Kim, D. H. Yoon, J. H. Hwang, D. J. Sun, Discovering the Emerging Technologies through Patent Topic Modeling and Growth Curve Model, Journal of Korean Institute of Intelligent Systems, (2017), Vol.27, No.4, pp.357-363.  
DOI: <https://doi.org/10.5391/JKIIS.2017.27.4.357>
- [11] H. K. Kim, H. Y. Oh, I. Y. Choi, A Study on the Industrial Technology Analysis and Strategy of Local Government Using Patent Data - Focused on Industrial City, Ulsan, Technology Management, (2021), Vol.6, No.1, pp.195-211.  
DOI: <https://doi.org/10.33443/tm.2021.6.1.195>
- [12] H. K. Kim, 'Time to Accumulate Knowledge' for Sustainable Growth, Ulsan Economic and Social Brief, (2021), Vol.114.  
Available from: [https://www.uri.re.kr/bbs/board.php?bo\\_table=periodical&wr\\_id=477&page=5](https://www.uri.re.kr/bbs/board.php?bo_table=periodical&wr_id=477&page=5)
- [13] G. Chang, G. An, M. Kim, The Effect Analysis of Industry-University-Institute Collaboration on Patent Registration of Companies in Chungcheong Region - Focusing on Chungcheong Regional Specialized Industry Development Program, The Studies in Regional Development, (2022), Vol.54, No.2, pp.59-78.  
DOI: <https://doi.org/10.35526/srd.2022.54.2.003>
- [14] K. Lee, S. Kim, Demand-Oriented Company-Research Institute Cooperation Activation Plan, Issue Paper, KISTEP, (2015)  
Available from: [https://www.kistep.re.kr/board.es?mid=a10306020000&bid=0031&b\\_list=10&act=view&list\\_no=35283&nPage=37&keyField=&orderBy=](https://www.kistep.re.kr/board.es?mid=a10306020000&bid=0031&b_list=10&act=view&list_no=35283&nPage=37&keyField=&orderBy=)
- [15] J. Guan, N. Liu, Exploitative and Exploratory Innovations in Knowledge Network and Collaboration Network: A Patent Analysis in the Technological Field of Nano-Energy, Research Policy, (2016), Vol.45, No.1, pp.97-112.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2015.08.002>
- [16] H. M. Kang, I. Y. Choi, J. K. Kim, H. J. Shin, A Comparison of Structural Position and Exploitative Innovation Based on a Patent Citation Network of the Top 100 Digital Companies, Asia Pacific Journal of Information Systems, (2021), Vol.31, No.3, pp.358-377.  
DOI: <https://doi.org/10.14329/APJIS.2021.31.3.358>
- [17] W. Liu, Y. Song, K. Bi, Exploring the Patent Collaboration Network of China's Wind Energy Industry: A Study Based on Patent Data from CNIPA, Renewable and Sustainable Energy Reviews, (2021), Vol.144, No.4, 110989.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110989>
- [18] W. Liu, Y. Tao, Z. Yang, K. Bi, Exploring and Visualizing the Patent Collaboration Network: A Case Study of Smart Grid Field in China, Sustainability, (2019), Vol.11, No.2, 465.  
DOI: <https://doi.org/10.3390/su11020465>