

논문제목	국문제목: 특허정보를 활용한 인천 전략산업 융합기술 분석		
	영문제목: Analyzing technological convergence through patent data in strategic industries in Incheon		
원고의 종류	이론연구()현장연구(○)	심사의 종류	일반(○)지급()

특허정보를 활용한 인천 전략산업 융합기술 분석

Analyzing technological convergence through patent data in strategic industries
in Incheon

목 차

- | | |
|-----------------|----------|
| I. 서 론 | IV. 연구결과 |
| II. 이론적 배경 | V. 결 론 |
| III. 분석자료 및 방법론 | |

국 문 요 약

본 연구의 목적은 인천의 전략산업을 중심으로 융합기술을 파악하며, 특히 특허 데이터를 활용하여 지역 전략산업 간의 연결성과 핵심 융합기술을 체계적으로 도출하는 것이다.

본 연구의 목적을 달성하기 위해 특허 데이터를 분석하여 인천 지역의 특허 출원 동향을 파악하였다. 또한, 지역의 핵심융합기술을 도출하기 위해 네트워크 중심성 분석, k-core 분석, 블록모델링 분석 등을 활용하여 인천 전략산업 간의 연계성과 협업 정도를 평가하였다. 분석 결과, 전략산업 분야에서의 특허 출원이 꾸준히 증가하고 있는 것으로 나타났으며 로봇 및 항공 분야에서의 특허 활동이 두드러지게 증가하였다. 디지털·데이터, 로봇, 바이오 산업이 전체 융합 네트워크에서 중요한 역할을 하고 있으며, 특히 데이터 처리 기술인 G06Q가 핵심적인 역할을 수행하고 있는 것으로 나타났다. 연구 결과를 토대로 인천 지역의 경제 발전과 기술 혁신을 지원하기 위한 시사점을 도출했다. 본 연구는 인천지역의 기술융합연구를 더욱 촉진시키고, 지역 경제의 경쟁력을 강화하는 데 기여할 것으로 기대된다.

핵심어 : 융합기술, 사회네트워크분석, 특허

ABSTRACT

The purpose of this study is to identify convergence technologies centering on Incheon's strategic industries, and to systematically derive connectivity and core convergence technologies between regional strategic industries, especially using patent data.

To achieve the purpose of this study, patent data were analyzed to identify patent application trends in the Incheon area. In addition, network centrality analysis, k-core analysis, and block modeling analysis were used to evaluate the connection and degree of collaboration between Incheon strategic industries to derive key convergence technologies in the region. As a result of the analysis, patent applications in the strategic industry are steadily increasing, and patent activities in the robot and aviation sectors have increased significantly. Digital, data, robots, and bio industries are playing an important role in the entire convergence network, and in particular, G06Q, a data processing technology, is playing a key role. Based on the research results, implications were drawn to support economic development and technological innovation in the Incheon area. This study is expected to further promote technology convergence research in Incheon and contribute to strengthening the competitiveness of the local economy.

Key Words : Convergence technology, Social network analysis, Patents

I. 서론

융합연구는 다양한 학문 분야와 전문 분야에서의 통찰력과 전문성을 결합하여 문제를 접근하는 연구 방식이다. 이러한 융합은 복잡하고 다양한 과학 및 기술 문제의 해결을 위한 통합적 접근법을 제공하며, 그 중요성은 꾸준히 강조되고 있다(MIT, 2016). 실제로 융합연구는 현대의 지역 산업 혁신과 경제적 가치 창출에 중요한 역할을 하는데, 연구개발특구 나 혁신클러스터 등과 같이 특정 지역에서는 그 중요성이 더욱 부각된다

정부도 융합기술의 중요성을 인지하고, 이를 적극적으로 지원하고자 다양한 정책 및 계획을 세우고 실행하고 있다. 그 중 가장 주목받는 것은 제3차 융합연구개발 활성화 기본계획(2018~2027)이다. 이 계획은 연구자, 국민, 그리고 기업 간의 협력을 강조하며, 이러한 협력을 통해 융합연구의 생태계를 보다 효율적으로 구축하려는 목표를 가지고 있다. 이를 통해 매년 융합 관련 R&D 투자실적과 계획을 중심으로 수립되며, 3차 계획에서 제시하고 있는 기본 방향과 중점 과제를 중심으로 모니터링 되고 있다.

융합연구의 중요성은 국가적 차원뿐만 아니라 지역적 차원에서도 높게 평가되고 있다. 융합연구는 지역 산학연 협력의 강화와 지역 산업 및 경제 발전에 기여하는 중추적인 역할을 하고 있으며 기술융합이 지역의 산업 구조 혁신과 발전에 결정적인 영향을 미치고 있다고 강조하였다(유광민·김용희, 2016)

한편, 우리나라의 지역산업정책은 중앙정부의 자원 배분에 크게 의존하는 특성을 보이고 있다(서정해, 2010). 대부분의 지방자치단체, 특히 수도권을 제외한 지역은 중앙정부와 함께 대응자금(matching fund) 형태로 정책을 추진해왔다. 이로 인해 국가의 핵심산업과 일치하는 형태로 전략산업이 선정되었다. 지역별로 특정 산업에 집중적인 지원을 하는 이런 접근법은 그 효율성으로 인해 긍정적인 평가를 받기도 했지만, 주로 첨단업종이나 첨단기술 위주의 지원으로 인한 편향성에 대한 비판도 존재한다(이철우·박경숙, 2014). 이러한 문제점을 인식하고, 각 지역의 특성과 산업 상황을 반영하여 더 적절한 전략산업을 찾아내려는 노력이 지속적으로 이루어졌다. 그러나 국가 차원의 정책이 주도하는 상황에서 지역 특성을 완전히 반영하여 전략산업을 선정하는 것은 쉽지 않다. 그럼에도, 지역에서의 융합기술 연구는 때로는 현실정책의 방향과는 약간 다른 경로로 진행되었는데 이를 대표하는 방식으로 지역 내에서 출원된 특허를 기반으로 지역에서 선정한 전략산업을 배제하고 핵심 산업이나 기술을 도출하는 접근법이다.

본 연구는 인천의 전략산업을 중심으로 융합기술에 대한 연구를 진행하며, 특히 특허 데이터를 활용하여 지역 전략산업 간의 연결성과 핵심 융합기술을 체계적으로 도출하는 것을 목표로 한다. 이전 연구들은 주로 정량적인 데이터 분석을 바탕으로 전략산업과 주요 기술을 도출하였지만, 이 연구는 이미 선정된 전략산업 위주로, 해

당 산업의 성공적 추진을 위한 정책적 권고와 방향성을 중점적으로 제시한다.

최근 인천시는 2015년에 수립된 '인천 미래 성장동력 8대 전략산업 육성방안'을 재검토하여, 4차 산업혁명 및 디지털, 탄소중립 사회의 변화를 반영하여 '전략산업 육성 종합계획'을 수정, 바이오, 반도체, 로봇, 디지털·데이터, 미래차, 항공을 주요 전략산업으로 재선정하였다.

이를 토대로 본 연구는 인천시의 전략산업과 특허 데이터를 활용, 지역산업의 정책 방향성, 연계성 및 핵심기술에 대한 체계적인 분석을 수행한다.

II. 이론적 배경

1. 융합기술과 특허 분석을 통한 접근

융합기술의 정의는 융합 대상, 목적, 학문, 산업 등 분석 대상의 분류에 따라 다르게 정의될 수 있다. 협의의 개념에서는 다양한 영역 간의 기술 결합으로 시장의 니즈를 충족하거나 새로운 요구를 창출하는 신기술로 볼 수 있다(강희중 외, 2006). 또한, 미래의 경제·사회적 이슈 해결을 위한 타학제 및 이종 기술간의 결합으로 혁신적 기술을 도출하고 있으며, 이를 통해 새로운 제품/서비스 창출이나 기존 제품 성능 개선에 기여하고 있다(한국산업기술평가관리원, 2012).

기술융합은 다양한 기술적 장애를 극복하며 산업 구조의 변화를 주도하는 주요한 기술혁신 현상이다(Rosenberg, 1963). 2000년대 들어, 이러한 융합현상은 특허 출원의 증가로도 나타났으며, 다양한 분야의 기술이 집약된 융합기술 기반의 특허가 주목받기 시작하였다(백현미·김명숙, 2013). 현대의 기술혁신은 주로 산업 간의 융합에서 찾아볼 수 있으며, 이는 신기술의 빠른 발전에 큰 영향을 받고 있다(Xing et al, 2011). 특히 최근의 시장에서는 신제품이 단순히 하나의 기술에 기반하지 않고 여러 기술군이 복합적으로 융합되어 나오는 것이 일반적이다(문진희 외, 2017). 이러한 융합기술은 R&D의 새로운 패러다임으로 간주되며, 국가의 경쟁력을 강화하는 핵심 기술로서의 위치를 확고히 하고 있다(한장협 외, 2015). 결국, 기술융합은 산업발전의 중심 트렌드로 자리잡아, 기존의 기술 경계를 넘어서는 새로운 패러다임을 제시하고 있다(김영수, 2012).

기술융합의 중요성이 높아짐에 따라, 다양한 방법론을 활용하여 기술 간 융합을 측정하고 분석하는 연구가 활발히 진행되었다. 기술융합 분석의 대표적인 방법론으로는 델파이 기법, 시나리오 기법, 계층화 분석 등이 있지만, 이러한 방법론들은 분석 과정이 직관적이지 않고, 결과의 신뢰성이 부족하였다(한장협 외, 2016). 그러나 특허는 R&D 활동의 대표적인 산출물로, 기술 혁신의 핵심 내용을 담고 있어, 기술 융합 분석에서 중요한 자료로 간주되고 있다(김준한·금영정, 2019). 특허 정보는 기술의 발전에 대한 주요 지표로 활용되었으며(Grilliches, 1990), R&D 자원의 배분에서 중요한 정보로 간주된다(황순욱·천동필, 2020).

특허 데이터를 활용하여 기술융합을 분석한 기존 연구들은 대부분 특허의 IPC 코드를 중심으로 분석하였다. IPC 코드는 세계 지적재산권 기구(WIPO)에서 공표한 기술 분류 체계로, 특허에 기재된 기술의 적용 영역을 직접적으로 설명하는 지표로서 신뢰성이 높다(최재영 외., 2014). 특허 정보 내에 포함된 통계적 정보를 활용하여 특허의 기술적 분석이 가능하며, 이는 특허분석의 일반적인 방법 중 하나로 간주된다(Trajtenberg, Henderson & Jaffe, 1997). 특허 분석에서는 주로 출원 주체별 특허의 빈도를 집계·비교하는 방식이 활용되었는데(Wartburg, 2005), 최근에는 대량의 특허 정보를 활용하여 보다 정밀한 분석 방법론의 적용이 강조되고 있다(Lee, Kim, Cho & Park, 2009).

특허에서는 여러 IPC가 존재하는 경우, 해당 기술의 융합 가능성이 높다고 판단한다(Tijssen, 1992). 특허 분류 코드는 유사한 기술을 그룹화하고 기술 영역을 분류하는 체계로서, 서로 다른 분야의 IPC subclass를 갖는 특허를 융합기술로 정의할 수 있다(강희종 외, 2006). 일반적으로 특허는 여러 기술을 기반으로 구성되므로 여러 특허 코드가 병렬로 할당되는 경우가 있으며, 이는 기술융합 분석의 기반이 된다(허동숙 외, 2016).

2. 선행연구

융합기술의 분석은 미래의 유망 기술을 예측하는 데 있어 주요한 도구로 활용되고 있다. 특허 데이터를 활용하여 이러한 분석을 수행하는 여러 선행연구들이 있으며, 그 중 주요 연구들은 다음과 같다.

강희종 외(2006)는 IT 분야 유망 융합기술을 정량적으로 분석하기 위해 특허 데이터를 활용하였으며, 유망기술을 도출하고, 전문가 인터뷰 및 토론과 결과를 비교하였다. 국가과학기술지도 IT 분야와 매칭되는 IPC를 활용하였으며, US 등록 특허를 중심으로 분석 DB를 구축. 특허의 유망지수와 융합 지수를 산출하여 미래 유망 기술을 예측하였다. 백현미·김명숙(2013)은 한국, 미국, 유럽, 일본 등 주요국 특허 데이터를 대상으로 IPC 네트워크를 분석하여 국내 기술융합의 추세를 분석하고 향후 정책 지원 방향성을 제안하였다. KIPRIS DB를 활용하여 2000년 ~ 2009년 기간 내 출원 특허를 무선표집. KSIC 코드를 IPC 분류체제로 변환하고 IPC 간 네트워크 분석을 통해 기술융합을 측정하였다. 김경수(2020)는 해양수산 산업을 중심으로 국제특허분류를 활용하여 기술융합 연결망 구조와 동적 패턴을 분석하였다. NTIS에 등록된 해양수산 산업 특허 성과를 Wips의 WINTELIPS 서비스와 연계하여 특허 데이터를 수집하고 IPC 분류체제를 중심으로 동시 발생 네트워크를 구축하여 응집성과 연결성 지표를 토대로 기술융합 구조를 분석하였으며, 연관규칙 분석과 중심성 지표를 활용하여 융합 패턴을 분석하였다.

또한, 新기술 분야의 기술 분류체계를 수립하거나, 융합 패턴을 분석하여 국가별 기술융합의 특징을 비교하는 연구도 활발하게 추진되었다. 김지은·이성주(2013)는

특허 데이터를 활용하여 산업의 융합을 측정하기 위해 산업연관분석에 기반한 기술 연관분석을 수행하였다. 1976년 ~ 2012년 기간의 US특허청 IT, BT 분야 특허 데이터 중 USPC-IPC 변환을 통해 융합산업을 정의하였으며, 무작위 추출을 통해 데이터를 포집하고 기술연관분석을 통해 기술 간 관계를 정량적으로 예측하였으며, 융합유발계수를 도출하여 타 기술과 융합 가능성이 높은 기술을 도출하였다. 강지호 외(2015)는 Wearable IoT 영역 기술융합 동향을 분석하기 위해 특허 데이터의 특허 분류코드 기반 기술융합을 분석함. 주요 기술 키워드를 활용하여 특허 검색식을 조합하고, 1973년 ~ 2014년 간 미국과 유럽의 Wearable IoT 관련 특허를 WIPS DB를 통해 수집하였다. 기존 선행연구에서 활용된 IPC보다 더 세분화된 CPC 분류를 통해 기술융합을 세밀하게 측정하였다. 문진희 외(2017)는 IoT 영역 기술융합 동향을 분석하기 위해 국제 특허 데이터를 분석하였으며, 기술융합 활성화를 위한 정책 방향성을 제시하였다. US 특허청에서 IoT 키워드를 포함하는 특허를 수집하였으며, 1996년 ~ 2016년 기간의 923개 데이터가 활용됨. IPC보다 세분화된 CPC 분류를 활용하여 기술융합을 측정하였으며, 분야별 기술군 할당을 통해 세부적인 분석을 수행하였다.

지역산업의 전략적 방향 설정에 관한 융합기술 연구는 지역 특화 산업과 연계 가능한 신산업 분야 탐색 및 핵심 기술 분야의 기술융합도를 측정하는데 중점을 두고 있다. 한장협 외(2015)의 연구는 경북지역의 ICT 특허기술을 중심으로 융합기술을 분석하였다. 이들은 IPC 기반의 다양한 분야, 예를 들면 전자부품, 전자상거래, 광학 및 영상·음향기기, 통신·방송, 무선통신 등의 기술 영역과 한국표준산업분류 23개를 연계하여 데이터를 활용하였다. Wintelips DB를 통해 ICT 관련 특허를 추출하고, 그 결과를 바탕으로 패스파인더 네트워크 분석과 디스크립터 프로파일링을 통해 기술 간의 융합 정도와 기술 범주를 상세히 분석하였다.

허동숙 외(2016)의 연구에서는 순창군의 장류산업을 중심으로 특허 출원 데이터를 깊게 분석하였다. 국가 과학기술정보센터(NDL)에서 제공하는 특허 자료를 기반으로, 장류 산업과 관련된 다양한 키워드를 활용하여 특허 DB를 구축하였다. IPC 서브클래스를 이용하여 특허들 사이의 연결성을 분석하였고, 그 결과 순창군의 장류 산업은 지속적인 기술 다양화를 보이며, 특히 기계·기기 분야와 의약·화장품 관련 기술과의 융합이 활발하게 이루어지고 있음을 확인하였다. 김현우(2017)는 '5개년 지역산업발전 종합계획'의 데이터를 활용하여 지역별 주력 산업을 분석하였고, 특허 데이터를 통해 해당 산업의 과학기술 능력을 평가하였다. IPC를 활용하여 지식 저장량과 연구 활동 지표를 산출하였으며, 이를 통해 세부 산업의 잠재력을 확인하였다. 박장훈과 옥영석(2019)은 4차 산업 혁명의 기술 변화에 따른 공백 기술과 유망 기술을 특허 지표를 활용하여 분석하였다. 창원시의 수소 전기차 기술을 중심으로 특허 출원의 추세, 기술의 혁신성, 그리고 기술의 집중도를 조사하였다. 이를 통해 지역 산업의 경쟁력 강화 전략을 제안하였다. 한장협·김채복(2020)의 연구는 대구·

경북 지역의 특허 데이터를 활용하여 지역 제조업의 위기를 극복하기 위한 전략을 탐구하였다. 이들은 2014년부터 2017년 사이의 대구·경북 지역에서 출원된 특허를 IPC 네트워크를 통해 분석하였다. 그 결과를 바탕으로 지역의 핵심기술과 융합기술 간의 연결성을 도출하였으며, 이를 통해 지역 산업과의 연계를 강화하여 제조업 위기를 극복하고 미래 지향적인 R&D 방향성을 제안하였다. 박기웅과 김동현(2021)은 부산, 울산, 경남 지역의 산업 차별화 전략을 위해 특허 자료를 활용하여 지식 간 연관성과 기술의 복합성을 분석하였다. 이 연구에서는 특허 자료를 기반으로 지식 네트워크를 구축하였으며, 이를 통해 지역의 잠재된 지식과 기술의 발전 가능성을 파악하였다.

선행 연구들을 검토한 결과, 융합기술에 대한 분석을 위해 특허 데이터를 활용하는 연구는 다양하게 수행되었으나, 지역산업을 중심으로 한 연구는 상대적으로 제한적이었다. 특히, 특정 산업을 중심으로 한 특허 분석에서는 지역의 잠재력 있는 기술이나 산업을 도출하는 연구는 있지만, 전략산업을 중심으로 특허 데이터를 구체적으로 활용하는 사례는 흔치 않았다. 더욱이, 지역의 전략산업별로 핵심 융합기술을 도출하는 연구도 부족한 상태로 파악된다. 이러한 배경 속에서 본 연구는 지역의 전략산업을 중심으로 특허 데이터를 깊이 있게 활용하여, 산업 간 연계성과 핵심 융합기술을 체계적으로 제시하고자 한다.

III. 분석자료 및 방법론

1. 분석대상 자료

본 연구는 인천지역의 6대 전략산업 분야(디지털·데이터, 로봇, 바이오, 반도체, 자동차, 항공)의 주요 핵심 기술과 기술융합을 분석하는 것이 목적으로 특허를 대상으로 최근 5년간(2018 ~ 2022년)을 분석기간으로 정하였다.

분석 데이터는 2018년 1월 1일부터 2022년 12월 31일까지 출원된 국내 특허 중 출원인의 주소가 인천광역시인 특허를 1차로 선별하였다. Raw Data는 총 27,918건으로 이 중 인천 6대 전략산업분야에 해당하는 특허만 추가로 선별하여 분석하였다. 분석 대상 데이터 선별은 1차로 한국표준산업분류표로부터 인천 6대 전략산업 분야 디지털·데이터, 로봇, 바이오, 반도체, 자동차, 항공에 해당하는 표준 산업명을 선별하고 2차로 Raw Data로부터 각 특허들의 메인 IPC 추출한 후 최종적으로 특허청에서 제공하는 산업(KSIC)-특허(IPC) 연계표에 근거하여 각 특허의 메인 IPC가 속하는 한국표준산업분류 상 산업명을 매칭하고 이를 대 전략산업 분야별로 그룹핑하는 방법으로 수행하였다.*

특허 추출시에는 메인 IPC를 중심으로 산업과 특허를 매칭하여 하되 하나의 특허

* 산업(KSIC)-특허(IPC) 연계는 부록 참조

가 복수의 기술코드를 나타내는 경우 모두 분석대상에 포함하여 진행하였고 기술의 연계구조는 IPC 서브클래스에 해당하는 IPC 코드 4자리만 사용하여 분석하였다.

본 연구의 데이터의 한계는 출원 후 1년 6개월 이상 공개되는 제도의 특성 상 2022년 특허에 미공개된 건이 다수 존재하고 있으며 인천에서 특허를 출원하였으나 본사가 타지역에 있는 경우 분석의 대상으로 포함할 수 없는 점이다. 또한 IPC-KSIC간 연계를 통해 산업과 특허를 연계하였으나 정확하게 일치하지 않는 연계구조로 인해 면밀한 분석이 어렵다는 한계가 있다. 그럼에도 불구하고 본 연구의 목적이 지역 산업과 연관된 융합기술을 도출한다는 점에는 큰 무리가 없어 보인다.

2. 분석방법

본 연구의 목적은 인천 지역의 전략산업 분야에서 특허 기반 기술융합의 형태와 구조를 살펴보고, 이를 기반으로 산업 간의 연계 가능성을 탐구하는 것이다. 기술융합의 중요성을 인식하고, 특허를 중심으로 한 기술융합의 특성, 구조 및 패턴을 파악하기 위해서는 사회 네트워크 분석이 유용하다. 사회과학 연구에서는 연구 동향을 분석하기 위해 사회 네트워크 분석법의 활용이 지속되고 있다. 사회 네트워크 분석은 분석 대상들 간의 관계를 기반으로 하며, 이를 통해 분석 대상의 구조적 정량 지표를 제공하고, 요소들 간의 관계를 맥락적으로 이해하는 접근 방식을 제공한다(손동원, 2002). 융합기술은 여러 분야의 지식과 기술을 결합하여 복잡한 문제를 해결하는 데 초점을 맞추고 있으며, 사회 네트워크 분석을 통해 기술융합의 구조와 특성을 분석하고, 이를 통해 협력적 융합연구 활동이 어떻게 이루어지는지 이해할 수 있다.

사회 네트워크 분석에서 노드(node)는 연결 구조의 요소를 나타내며, 이러한 연결은 링크(link)로 표현된다. 사회 네트워크 데이터는 주로 이 두 가지 요소를 통해 설명된다. 노드는 각기 다른 특징을 가진 행위자(actor, agent)를 나타내며, 링크는 노드 사이의 관계를 표현한다. 이러한 관계는 이메일 교환과 같이 방향성을 가질 수 있으며, 공동 작업과 같은 상호 동등한 관계에서는 방향성이 없을 수 있다. 또한, 관계는 연결의 빈도에 따라 강도를 다르게 측정할 수 있다(이수상 2012).

본 연구는 첫째, 인천 전략산업의 구조를 이해하기 위해 노드 수, 링크 수, 밀도, 평균 연결 수, 평균 거리, 네트워크 지름, 컴포넌트 등의 네트워크 분석 개념을 활용하여 구조적 특성을 분석한다. 이러한 분석은 인천 지역의 전략산업의 기술융합 형태를 파악하고 새로운 정책적 시사점을 제공할 수 있을 것이다.

둘째, 인천 지역의 전략산업별 핵심 융합기술을 파악하고자 한다. 융합기술 분석의 목적 중 하나는 융합의 핵심 기술을 파악하는 것이다. 각 산업별 핵심 기술을 파악하고 이러한 기술이 어떠한 기술과 연결되어 있는지 살펴본다. 이를 통해 융합의 형태가 바람직한지 판단할 수 있을 것이다. 본 분석에서는 연결중심성(degree centrality), 근접중심성(closeness centrality), 매개중심성(betweenness centrality)과

같은 사회 네트워크 분석의 주요 개념을 활용하였다. 연결 중심성은 각 주체가 얼마나 많은 관계를 맺고 있는지 판단하는 척도이며, 근접 중심성은 네트워크 내에서 다른 기술로부터 얼마나 짧은 거리에 위치하는지 판단하는 척도이다. 마지막으로 매개 중심성은 네트워크가 단절되지 않도록 연결하는 데 중요한 역할을 담당하는 기관을 판단하는 데 사용된다(이수상 2012). 이를 통해 인천 지역의 기술융합 네트워크에서 가장 많은 연결을 보유하고 있는 기술과 확장 가능성이 가장 큰 기술, 그리고 전체 네트워크에서 브릿지 역할을 수행하는 핵심 기술들을 파악할 수 있다.

마지막으로, 각 전략산업의 기술을 기반으로 한 산업 간 융합을 탐구하기 위해 산업별 연계 현황을 분석한다. 이 분석에서는 사회 네트워크에서 서브그룹을 추출하는 k-core 분석을 수행한다. k-core는 적절한 수의 연결 정도를 가진 노드의 집단을 나타내며, k-core는 하나의 노드가 k개 이상의 연결 정도를 가진 집단을 의미한다(이수상, 2012). 이전 연구에서는 k-core가 사회 연결망에서 개체 간의 가장 많은 연결선을 가진 상위 core의 발견에 초점을 맞추었으나, 기술융합 분석에서의 k-core 활용은 아직 미흡하다(박동수, 윤한성, 2022). 전략산업의 모든 융합기술을 기반으로 연결성을 분석하면, 너무 세분화된 기술 영역까지 포함되어 각 산업의 핵심 기술을 기반으로 한 분석이 어려워, k-core 분석을 통해 각 산업의 핵심 기술만을 도출한다. 그리고 이를 바탕으로 블록모델링을 실시한다. 블록모델링은 네트워크 내의 노드들을 큰 그룹으로 분류하고, 그룹 간의 연결 패턴을 분석하는 사회 네트워크 분석 기법으로 복잡한 네트워크를 단순화하여 구조를 파악하기 위해 사용된다. 블록모델링에서 밀도는 실제로 존재하는 연결의 수를 가능한 모든 연결의 수로 나눈 값으로 밀도가 1에 가깝다면, 두 그룹 간의 모든 가능한 연결이 존재하는 것을 의미하며, 0에 가깝다면 연결이 거의 없는 것을 의미하여 두 그룹 간의 연결 강도를, 연결 수는 실제 연결의 수를 나타낸다. 이러한 지표들을 통해 네트워크 내의 그룹 간의 상호작용과 협업 정도를 파악할 수 있다

본 연구에서는 서브 클래스 수준의 4자리 값을 기준으로 IPC 코드를 구분하였으며, 두 개 이상의 서로 다른 IPC 코드가 부여된 특허를 융합 특허로 정의하였다. 본 네트워크 분석의 노드는 IPC 서브 클래스를 나타내며, 링크는 동시에 발생한 IPC 코드를 나타낸다. 이 분석을 위한 프로그램으로는 Net Miner4를 사용하였다.

IV. 연구결과

1. 인천 특허 현황 분석 결과

데이터 정비 후 인천지역의 특허 출원 활동을 살펴보면 2018년부터 지속적인 상승 추세를 보이고 있다. 2018년에는 총 5,946건의 특허가 출원되었으며, 이는 2019년에 6,241건, 2020년에는 6,591건으로 증가하였다. 2021년에는 전년 대비 약 300건 가량

더 증가하여 6,894건의 특허가 출원되었다. 그러나 2022년 데이터는 현재까지 2,246건으로, 출원 건수가 감소한 것은 출원후 1년 6개월이 경과되거나 그 전에 등록된 특허만 공개되기 때문이다. 따라서 2022년 데이터는 출원동향 판단 시 배제하는 것이 바람직하며 CAGR도 2022년을 제외한 2018년에서 2021년까지 4년간의 연평균 성장률을 산출하였다.

<표 1> 인천시 전략산업별 연도별 특허출원 동향

(단위 : 건, %)

전략산업	2018	2019	2020	2021	2022	CAGR(%) (2018-2021)
전략산업	2,903	3,063	3,444	3,614	1,141	7.58%
디지털·데이터	702	632	705	943	295	10.34%
로봇	1,190	1,276	1,395	1,328	484	3.73%
바이오	500	566	731	706	226	12.19%
반도체	205	247	221	195	53	-1.65%
자동차	297	320	359	413	72	11.62%
항공	9	22	33	29	11	47.70%
비전략산업	3,043	3,178	3,147	3,280	1,105	2.53%
전체	5,946	6,241	6,591	6,894	2,246	5.05%

전략산업과 비 전략산업 간의 특허 출원 동향을 살펴보면 2108년에는 비 전략산업에서의 출원이 전략산업보다 약간 더 많았다. 그러나 2020년부터는 전략산업에서의 특허 출원이 더욱 활발히 이루어졌으며, 이러한 추세는 2021년에도 지속되었다. 전략산업 중에서도 로봇 분야는 2018년부터 2022년까지 가장 많은 특허를 출원하고 있는 분야이다. 디지털·데이터와 바이오 분야 역시 상대적으로 높은 출원 수를 보였다. 반면에, 항공 분야는 다른 전략산업에 비해 상대적으로 출원 수가 적었으나, 그럼에도 불구하고 2018년 대비 2021년에 출원 수가 약 3배 가량 증가하였다.

성장률을 살펴보면 최근 4년간 전략산업은 7.58%으로 비전략산업의 2.53%보다 높은 성장률을 보이고 있다. 각 전략산업별 성장률을 보면 항공 분야의 성장률이 47.70%로 가장 높았으며 디지털·데이터, 바이오, 자동차 분야에서도 두 자릿수의 성장률을 기록하였다. 그러나 반도체 분야에서는 -1.65%의 성장률을 보여, 약간의 감소 추세를 보이고 있다.

2. 인천 전략산업 융합기술 분석

1) 인천 전략산업 융합기술 네트워크

추출한 데이터에서 전략산업과 연관되는 IPC만을 추출하여 분석한 네트워크 주요 지표는 <표 2>와 같다. 사회네트워크 분석은 노드 간의 연결 및 상호작용을 고려하는 것이 중요하며, 이를 통해 네트워크 전체의 동작 및 특성을 이해할 수 있다. 그러므로 대상 노드를 전략산업과 연계된 IPC으로 선정하여도, 분석 대상 노드에는 전략산업에 직접 속하지 않는 노드도 분석에 포함된다.

네트워크는 총 503개의 노드와 5,586개의 링크로 구성되어 있다. 이는 인천지역의 전략산업과 연관된 IPC 503개가 총 5,586번의 형태로 기술융합이 이루어지고 있는 것을 의미한다. 밀도는 네트워크 내에서 노드 간의 연결이 얼마나 강하게 발생하는지를 측정한다. 높은 밀도는 많은 노드가 서로 연결되어 있는 밀집한 네트워크를 나타내며, 낮은 밀도는 연결이 희소한 네트워크를 나타낸다. 주어진 네트워크의 밀도는 0.043로 나타나, 이는 네트워크 내에서 IPC간의 연결이 상대적으로 적은 것으로 해석할 수 있다. 평균 연결 수는 각 노드가 평균적으로 몇 개의 연결을 가지고 있는지를 나타낸다. 이 네트워크에서는 IPC 기술마다 평균적으로 22.21개의 연결을 가지고 있으며, 이것은 네트워크 내에서 IPC 간 다양한 상호작용이 발생하고 있다는 것을 의미한다. 밀도와 평균 연결 수를 함께 고려할 때, 밀도는 네트워크 전체 크기에 비해 낮게 나타나고 평균 연결 수가 상당히 높게 나타난다. 이러한 결과는 해당 네트워크가 가중치를 고려한 네트워크 형태로 구성되어 있으며, IPC 간의 연결이 비교적 드물게 발생하고 있음을 의미한다. 그러나 이미 연결된 IPC 간의 연결은 매우 강하여 연결되어 있으며, 이러한 강한 중첩 연결을 통해 IPC 간의 밀접한 상호작용이 이루어지고 있는 것을 추정할 수 있다. 평균 거리는 네트워크 내의 노드 쌍 간의 최단 경로 길이의 평균을 나타내며, 이 경우에는 2.53으로 나타났다. 이 값은 네트워크 내에서 노드 간의 평균적인 거리가 비교적 짧다는 것을 의미하며, 정보 또는 영향력의 전파가 빠르게 일어날 수 있음을 시사하며 기술간 융합이 순간적으로 이루어질 수 있음을 알 수 있다. 지름은 네트워크 내에서 가장 먼 두 노드 간의 최단 경로 길이를 나타내며, 먼 IPC 간의 거리가 6단계 내에 있다는 것을 의미한다. 컴포넌트 수는 네트워크 내의 연결된 서브 그래프의 수를 말하며 주어진 네트워크에는 1개의 컴포넌트가 있으므로 융합기술의 네트워크가 하나로 연결되어 있다는 것을 의미한다.

<표 2> 인천 전략산업 네트워크 주요지표

노드수	링크 수	밀도	평균연결 수	평균거리	지름	컴포넌트 수
503	5,586	0.043	22.21	2.53	6	1

다음은 인천 전략산업 네트워크에 포함되어 있는 IPC들의 중심성을 분석하였다. 네트워크 내에서 특정 노드의 중요성은 중심성의 측정 방법에 따라 달라진다. 즉 네트워크에서 핵심적인 역할을 수행하는 IPC를 정확히 판단하기 위해서는 단일 중

심성 지표만으로는 충분하지 않다. 그러므로 사회네트워크 분석에서 자주 사용하는 연결 중심성(degree centrality), 근접 중심성(closeness centrality), 매개 중심성(betweenness centrality)을 중심으로 분석결과를 살펴보았다.

연결중심성 분석을 통해 G06Q (데이터 처리 시스템 또는 방법, 특히 금융, 비즈니스 연습, 관리, 예측 모델 또는 상업 통계)가 12.282의 점수로 1위를 차지하였다. 이어 A61K (의학적 또는 수의학적 목적의 조성물)는 6.122의 점수로 2위를, G06F (전기 디지털 데이터 처리)는 5.280의 점수로 3위를 차지하였다. 연결중심성은 네트워크 내에서 특정 노드가 다른 노드들과 얼마나 연결이 많이 되어 있는지 살펴보는 지표로, G06Q의 높은 연결중심성 점수는 이 IPC가 다른 IPC들 사이에서 중요한 연결 역할을 하고 있음을 의미한다. 따라서 데이터 처리와 관련된 특허가 다양한 산업 분야와 교차적으로 연계되고 있음을 알 수 있다. 상위 20개 IPC 산업 분포를 살펴보면, 디지털·데이터가 6개로 주요하게 포함되어 있으며, 이어 바이오와 로봇이 각각 5개로 나타났다. 이러한 결과를 통해 인천 전략산업이 디지털화와 데이터 중심의 혁신을 중심으로 진행되고 있음을 추정할 수 있다.

근접중심성은 G06Q (데이터 처리 시스템 또는 방법)가 0.575의 점수로 1위에 위치하고, G01N (물리적 또는 화학적 현상의 조사 또는 분석 방법)이 0.560의 점수로 2위, B01D (물리적 또는 화학적 방법 또는 장치)가 0.536의 점수로 3위를 차지하고 있다. 상위 20개 IPC 산업 분포에서는 로봇 산업이 8개로 가장 많이 포함되어 있으며, 이어 디지털·데이터 5개, 반도체와 바이오 각 2개, 그리고 자동차 1개로 나타났다. 또한, 분류되지 않은 산업도 2개 포함되어 있다. 근접중심성은 각 IPC간 상대적인 격차가 높지 않는데 이는 해당 분야들이 네트워크 내에서 균등하게 분포하고 있으며, 다양한 분야와의 연계성을 지니고 있음을 의미한다. 로봇과 관련된 특허가 다양한 산업 분야와 밀접하게 연관되어 있음을 나타내며 이러한 결과는 로봇 기술의 다양한 산업 분야로의 확산 가능성을 의미한다.

매개중심성에서는 G06Q (데이터 처리 시스템 또는 방법)가 0.072의 점수로 1위, G01N (물리적 또는 화학적 현상의 조사 또는 분석 방법)이 0.069의 점수로 2위, 그리고 B01D (물리적 또는 화학적 방법 또는 장치)가 0.066의 점수로 3위를 차지하였다. 상위 20개 IPC 산업 분포에서는 로봇 산업이 6개, 디지털·데이터가 5개, 바이오가 4개로 포함되어 있으며, 반도체가 2개, 그리고 자동차 1개가 포함되어 있다. 여기에서도 분류되지 않은 산업이 2개 포함되어 있다. 매개중심성 점수는 이 IPC가 네트워크 내에서 높은 영향력을 가지고 있음을 의미한다. 이는 데이터 처리 기술이 인천산업의 기술융합에 있어 핵심적인 역할을 수행하고 있음을 나타낸다.

이러한 분석을 통해, 디지털·데이터, 로봇, 바이오 산업이 인천의 융합특허 네트워크에서 중심적인 역할을 하고 있음을 알 수 있다. 특히, 디지털·데이터 분야의 G06Q(데이터 처리 시스템 또는 방법) IPC는 모든 중심성 지표에서 최상위에 위치하며, 네트워크 내에서 핵심적인 역할을 수행하고 있다. 또한, 로봇 산업은 다양한

분야와 깊은 연계성을 지니고 있음이 나타났다. 반도체와 자동차 산업은 상대적으로 적게 등장하나, 그 중요성은 여전히 높은 것으로 보인다.

종합적으로, 인천 지역의 융합특허 활동은 디지털·데이터, 로봇, 바이오 산업을 중심으로 활발하게 이루어지고 있으며, 이 외에도 반도체 및 자동차 산업의 중요성이 강조된다 할 수 있으며 이는 인천의 기술 혁신 및 산업 발전 트렌드를 반영하는 중요한 지표로 볼 수 있다.

<표 3> 인천 전략산업 네트워크 중심성 주요지표

순위	연결 중심성			근접 중심성			매개 중심성		
	IPC	지수	연관산업	IPC	지수	연관산업	IPC	지수	연관산업
1	G06Q	12.282	디지털·데이터	G06Q	0.575	디지털·데이터	G06Q	0.072	디지털·데이터
2	A61K	6.122	바이오	G01N	0.560	로봇	G01N	0.069	로봇
3	G06F	5.280	디지털·데이터	B01D	0.536	로봇	B01D	0.066	로봇
4	B60R	4.998	자동차	G08B	0.534	-	B65G	0.059	로봇
5	G06T	4.631	디지털·데이터	B05B	0.532	로봇	A61L	0.046	바이오
6	B60W	4.629	자동차	A61L	0.530	바이오	B05B	0.042	로봇
7	A23L	4.475	바이오	B65G	0.530	로봇	H01L	0.040	반도체
8	A61P	4.215	-	B60R	0.526	자동차	B08B	0.028	로봇
9	F24F	3.611	로봇	F24F	0.525	로봇	F24F	0.027	로봇
10	A61B	3.606	바이오	B08B	0.521	로봇	G06F	0.024	디지털·데이터
11	G06N	3.602	디지털·데이터	G06F	0.518	디지털·데이터	G08B	0.023	-
12	A61L	3.483	바이오	H01L	0.518	반도체	B60R	0.022	자동차
13	G01N	3.335	로봇	H04N	0.517	디지털·데이터	A23L	0.022	바이오
14	H04N	3.314	디지털·데이터	H05K	0.512	반도체	H04N	0.020	디지털·데이터
15	B01D	3.243	로봇	A61B	0.510	바이오	C09D	0.019	-
16	G01S	3.059	로봇	H02J	0.507	-	H05K	0.019	반도체
17	B05B	2.947	로봇	G06N	0.504	디지털·데이터	A61B	0.019	바이오
18	G08B	2.830	-	G06K	0.503	디지털·데이터	G06N	0.019	디지털·데이터
19	G06K	2.564	디지털·데이터	G01D	0.501	로봇	G06T	0.019	디지털·데이터
20	A62B	2.442	바이오	B25J	0.501	로봇	A62B	0.017	바이오

2) 전략산업별 융합기술 네트워크 분석

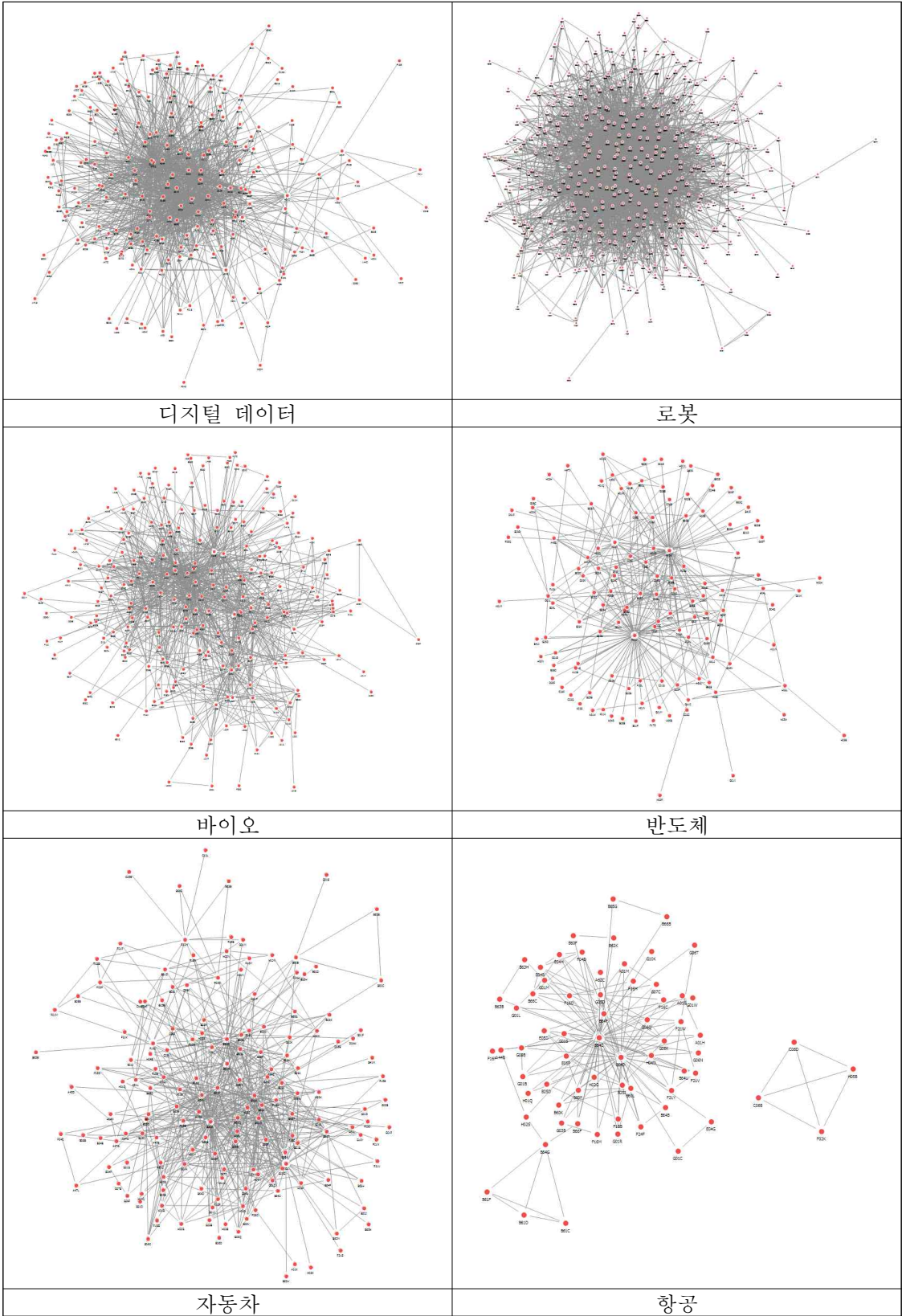
다음으로 인천의 6개의 주요 전략산업 영역(반도체, 항공, 자동차, 로봇, 바이오, 디지털데이터)의 특허 IPC 융합 정도를 네트워크 분석을 통해 분석하였다. 분석을

위해 앞의 데이터에서 메인 IPC를 기준으로 각 산업에 적합한 네트워크를 분리하여 분석하였다. 각 산업별 특징을 살펴보면 디지털·데이터 산업의 IPC 네트워크는 220개의 노드로 구성되어 있으며 연결 밀도는 0.050으로, 노드당 평균 연결 수는 10.96이다. 노드 간의 평균 거리는 2.320으로, 전체 네트워크는 하나의 컴포넌트로 연결되어 있다. 디지털·데이터 산업의 특징은 특정 핵심 기술이 다양한 기술 영역과 밀접하게 연결되어 있을 가능성이 높아 평균 연결 수는 높은 편에 속한다. 데이터 기술의 범용성이 높아 다양한 분야와의 융합이 활발하게 이루어지고 있음을 추정할 수 있다. 로봇 산업은 가장 많은 노드와 링크를 가지며 434개의 노드로 대규모의 IPC 네트워크를 형성하고 있다. 이는 로봇 산업이 매우 다양한 기술 영역과의 융합을 보이고 있는 것을 의미한다. 바이오 산업의 IPC 네트워크는 234개의 노드로 구성되어 있으며, 연결 밀도는 0.040이다. 노드당 평균 연결 수는 9.38로, 평균 거리는 2.585로 긴 편이다. 네트워크의 지름은 5이다. 반도체 산업은 총 125개의 노드로 구성되어 있다. 연결 밀도는 0.043으로 다른 산업에 비해 중간 수준의 밀도를 보인다. 그러나 노드당 평균 연결 수는 5.38로, 이는 분석된 산업 중에서 최소 값을 보이고 있다. 자동차 산업의 IPC 네트워크는 162개의 노드로 이루어져 있으며, 연결 밀도는 0.051로 나타났다. 노드당 평균 연결 수는 8.21이며, 평균 거리는 2.482로 짧은 편이다. 네트워크의 지름은 5이다. 항공 산업의 IPC 네트워크는 67개의 노드로 구성되어 있어, 중소규모로 평가될 수 있다. 연결 밀도는 0.083으로, 다른 산업에 비해 상당히 높은 밀도를 보인다. 각 노드는 평균 5.49개의 연결을 가지며, 노드 간의 평균 거리는 2.177로 짧다. 항공산업이 특정 기술 영역들이 밀접하게 연결되어 있음을 나타낸다. 즉, 특정 핵심 기술들이 여러 다른 기술 영역과 밀접하게 연관되어 있을 가능성으로 추정된다.

<그림 1>은 각 전략산업의 IPC융합기술을 시각화하여 나타낸 그림이다. 네트워크의 주요지표 결과와 비교하여 살펴보면 디지털데이터, 로봇과 같이 노드수와 링크수가 많은 네트워크는 각 연결이 중첩되어 조밀한 연결을 보이고 있으며 상대적으로 연결의 강도가 느슨한 반도체, 항공의 경우 느슨한 연결을 보이고 있다. 항공은 특히 컴포넌트 수가 2개로 각각의 개별의 기술들이 독립적인 형태로 그룹화하여 연관되어 있는 것으로 보인다.

<표 4> 인천 전략산업별 네트워크 주요지표

산업	노드수	링크 수	밀도	평균연결수	평균거리	지름	컴포넌트수
디지털 데이터	220	1205	0.050	10.955	2.32	5	1
로봇	434	3176	0.034	14.636	2.671	6	1
바이오	234	1097	0.040	9.376	2.585	5	1
반도체	125	336	0.043	5.376	2.382	5	1
자동차	162	665	0.051	8.209	2.482	5	1
항공	67	184	0.083	5.493	2.177	5	2



<그림 1> 인천 전략산업별 네트워크

각 산업별 주요 IPC의 중심성을 분석한 결과를 살펴보면 디지털·데이터 산업에서는 G06Q (데이터 처리 시스템 또는 방법)가 모든 중심성 분석에서 상위에 위치했다. 연결중심성에서의 지수는 25.283, 근접중심성에서의 지수는 0.760, 매개중심성에서의 지수는 0.419로 나타났다. 이러한 결과는 디지털·데이터 산업에서 데이터 처리 기술이 핵심적인 역할을 하고 있음을 보여준다. 또한 G06Q의 연결중심성 지수가 매우 높게 나타난 것은 해당 산업의 기술적 성숙도를 반영하여 성숙한 산업에서는 특정 기술이 독보적인 중심성을 지니게 된 것을 추정할 수 있다.

로봇 산업에서는 F24F (방의 공기 조절)와 G01N (물리적 또는 화학적 현상의 조사)가 주요한 IPC로 나타났다. F24F는 연결중심성에서 지수 3.529으로 1순위를 차지했으며, G01N는 근접중심성과 매개중심성에서 각각 지수 0.554와 0.121로 상위에 위치하였다. 로봇산업에서 여러 다른 IPC 코드가 상위에 위치하는 것은 해당 산업의 기술 다양성을 나타낸다고 볼 수 있다.

바이오 산업에서는 A61K (의료용, 치과 또는 화장품 조성물)와 A61L (살균, 멸균 또는 멸균화)가 주요한 IPC로 나타났다. A61K는 연결중심성에서 지수 12.910으로 중심적인 역할을 하며, A61L은 근접중심성과 매개중심성에서 각각 지수 0.613과 0.241로 상위에 위치했다.

반도체 산업에서는 H01L (반도체 소자)가 모든 중심성 분석에서 상위에 위치했다. 연결중심성에서의 지수는 5.452, 근접중심성에서의 지수는 0.717, 매개중심성에서의 지수는 0.536로 나타났다.

자동차 산업에서 B60R (차량의 부품 및 장치)가 주요한 IPC로 나타났다. 연결중심성에서 지수 13.447, 근접중심성에서 지수 0.679, 매개중심성에서 지수 0.359로 이 산업의 차량 부품 및 장치 기술이 중요하다는 것을 알 수 있다. 또한 자동차 산업의 B60R (차량의 부품 및 장치)과 B60W (차량 제어; 차량 구동 제어)은 연결중심성에서 다른 IPC와 큰 격차가 나타나 관련 기술이 해당 산업에서 성숙한 기술이라는 것을 추정할 수 있다.

항공 산업에서는 B64C (항공기)가 모든 중심성 분석에서 상위에 위치하여 항공기의 설계, 제조 및 운용과 관련된 기술의 중심성을 나타낸다. 연결중심성에서의 지수는 5.712, 근접중심성에서의 지수는 0.777, 매개중심성에서의 지수는 0.520로 나타났다. 그러나 이 산업에서는 자동차 관련 IPC인 B60L (차량의 전동기 동력 공급)과 로봇 관련 IPC인 G05D (시스템 제어)도 상위에 위치해 있어, 항공 산업이 다른 산업과의 기술융합을 추구하고 있음을 알 수 있다.

<표 5> 인천 전략산업별 네트워크 중심성 주요지표

산업	연결중심성			근접중심성			매개중심성		
	IPC	지수	연관산업	IPC	지수	연관산업	IPC	지수	연관산업
디지털데이터	G06Q	25.283	디지털·데이터	G06Q	0.760	디지털·데이터	G06Q	0.419	디지털·데이터
	G06F	10.306	디지털·데이터	G06F	0.612	디지털·데이터	G06F	0.108	디지털·데이터
	G06T	6.562	디지털·데이터	G06K	0.584	디지털·데이터	G06K	0.091	디지털·데이터
	G06N	5.790	디지털·데이터	H04N	0.582	디지털·데이터	G06N	0.068	디지털·데이터
	H04N	5.685	디지털·데이터	H04M	0.570	디지털·데이터	H04N	0.063	디지털·데이터
로봇	F24F	3.529	로봇	G01N	0.554	로봇	G01N	0.121	로봇
	B01D	3.457	로봇	B01D	0.536	로봇	B01D	0.106	로봇
	G01N	2.871	로봇	B65G	0.533	로봇	B65G	0.099	로봇
	B05B	2.739	로봇	B05B	0.529	로봇	B05B	0.068	로봇
	B65G	2.023	로봇	F24F	0.525	로봇	F24F	0.056	로봇
바이오	A61K	12.910	바이오	A61L	0.613	바이오	A61L	0.241	바이오
	A61P	8.983	-	A61B	0.561	바이오	A61B	0.149	바이오
	A23L	8.532	바이오	A62B	0.543	바이오	A62B	0.149	바이오
	A61B	6.408	바이오	A61F	0.543	바이오	A23L	0.092	바이오
	A61L	5.382	바이오	A61K	0.533	바이오	A61F	0.091	바이오
반도체	H01L	5.452	반도체	H01L	0.717	반도체	H01L	0.536	반도체
	H05K	3.282	반도체	H05K	0.649	반도체	H05K	0.360	반도체
	B05D	2.395	반도체	H01F	0.549	반도체	H01F	0.127	반도체
	C09D	2.040	-	C09D	0.528	-	B05D	0.059	반도체
	C23C	1.210	-	B05B	0.504	로봇	C09D	0.032	-
자동차	B60R	13.447	자동차	B60R	0.679	자동차	B60R	0.359	자동차
	B60W	12.261	자동차	B62D	0.577	자동차	B62D	0.178	자동차
	B60K	3.720	자동차	B60K	0.563	자동차	B60K	0.117	자동차
	G01S	2.472	로봇	B60W	0.542	자동차	B60L	0.098	자동차
	B60L	2.193	자동차	B60N	0.538	자동차	B60N	0.089	자동차
항공	B64C	5.712	항공	B64C	0.777	항공	B64C	0.520	항공
	B64D	5.121	항공	B64D	0.633	항공	B64F	0.122	항공
	B64F	1.485	항공	B64F	0.565	항공	B64G	0.083	항공
	G05D	0.682	로봇	G05D	0.498	로봇	B64D	0.204	항공
	B60L	0.606	자동차	B60P	0.489	자동차	F02K	0.000	항공

3) 인천 전략산업별 융합기술의 연계분석

다음은 각 산업별 중심기술을 바탕으로 각 산업별 연계현황을 살펴보고자 한다. 본 연구의 주된 목표는 각 산업에서의 주요 기술과 이들 간의 연계성을 깊게 파악하는 것이나 모든 IPC를 포함하여 분석을 진행하게 되면, 그 결과는 주요 기술뿐만 아니라 핵심기술 및 주변기술 간의 관계까지 포괄하게 되어, 핵심적인 연계성을 명확하게 이해하는 데에 장애가 될 수 있다. 이를 해결하기 위해 k-core 분석 기법을 수행한다. k-core 분석은 네트워크 내에서 k 수준 이상의 연결을 보유한 핵심 부분 집합을 찾아내는 방법이다. 이 방식을 통해, 각 산업별로 주요 기술의 네트워크 구조를 파악할 수 있다. 그럼에도 불구하고 각 산업마다 k-core의 값이 다를 수 있으므로, 분석의 통일성을 위해 가장 작은 k-core 값을 가진 항공산업(6-core)을 기준으로, 각 산업의 주요 기술 IPC 집합을 추출하였다. 그리고 추출된 IPC를 바탕으로 블록모델링을 실시하여 각 산업 간의 관계를 분석하였다.

<표 6> k-core 분석결과

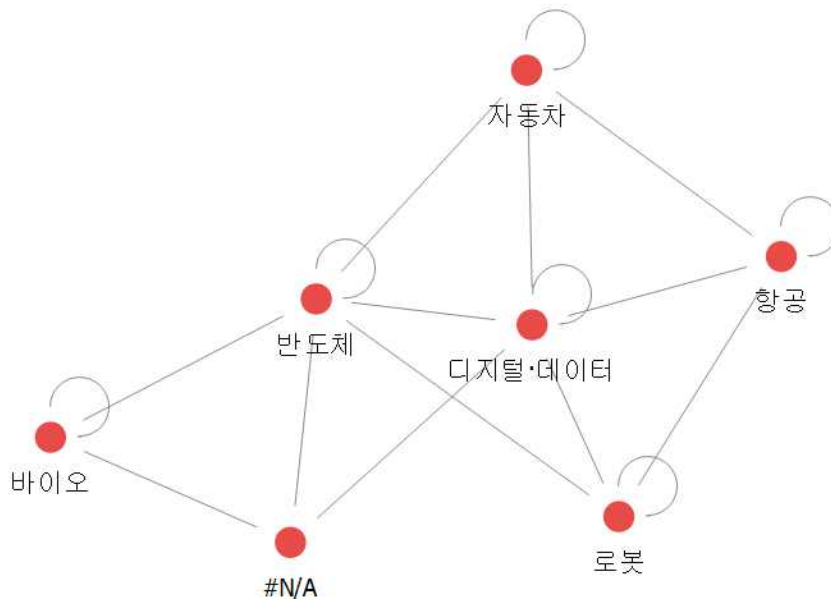
전략산업	도출된 핵심 IPC	IPC 수(6-core 기준)
디지털 데이터	H04N, G02B, H04R, H04L 등.	95
로봇	G07C, B60K, B60R, B60Q 등.	251
반도체	H01L, B24B, H01F, C09D 등.	16
자동차	E05F, B62D, E02F, B60J 등.	57
항공	B64C, B64F, B64D, B60L 등.	12
바이오	H01L, C11D, A61K, A61Q 등	102

k-core 분석을 통해 도출된 핵심 IPC를 블록모델링을 통한 시각화 결과(<그림 2 디지털·데이터 산업은 바이오를 제외한 모든 산업과 높은 연계성을 보이며, 그 중심에서 기술융합의 핵심 역할을 하고 있다. 반도체 산업도 다양한 산업과 연계되어 있으며, 특히 항공 산업 내부에서는 매우 높은 협업 및 연계 밀도를 나타냈다. 그러나, 바이오와 항공 산업 간에는 연계성이 상대적으로 낮았다. 디지털·데이터와 로봇 사이는 많은 수의 특허 활동을 포함하나, 전체 연결 밀도는 중간 수준을 보였다. 디지털·데이터와 항공 사이의 연계는 특정 분야에 집중되어 있음을 나타냈다.> 참조)에 따르면, 디지털·데이터 산업이 바이오를 제외한 모든 산업과 연계되어 있음을 확인할 수 있다. 이러한 연계성은 디지털·데이터 산업이 기술융합의 핵심 역할을 수행하고 있음을 시사한다. 한편, 반도체 산업은 항공을 제외한 모든 산업과 연계되어 있어, 디지털·데이터 산업 다음으로 다양한 산업과의 연계성을 보이고 있다. 주목해야 할 점은, #N/A는 기술융합 분석에 포함되어 있지만, IPC로서 특별한 산업적 특

정을 갖지 않는다는 것이다. 이러한 점은 융합기술의 확장을 위해서는 핵심적인 전략산업 뿐 아니라 다양한 산업을 활용해함을 시사한다.

전반적으로 대부분의 산업 간 연계의 밀도는 상대적으로 낮게 나타났으며, 몇몇 산업 내에서만 높은 연계 밀도를 보이는 경향이 있다. 항공 산업 내부의 연계 밀도가 가장 높게 나타났으며 이 연계의 밀도는 111.0으로, 항공 산업 내에서 많은 협업과 연계가 있음을 의미한다. 반면, 바이오와 항공 산업 간의 연계는 밀도가 0.083으로 매우 낮아, 두 산업 간의 협업이나 연계가 미약하다고 볼 수 있다. 디지털·데이터와 항공 산업 간의 연계는 밀도가 3.961로 나타났는데, 이는 두 산업 간에 높은 연계 및 협업이 있음을 보여준다.

밀도와 별개로 연결 수를 연계하여 분석하면 디지털·데이터와 로봇 사이의 연결은 연결의 수가 3,675로 가장 높지만, 연결 밀도는 2.0으로 상대적으로 중간 수준이다. 이는 해당 연결이 많은 수의 특허 활동을 포함하고 있지만, 전체적인 연결 밀도는 중간 수준으로 다양한 특허활동이 있지만 이러한 활동이 전체적으로 분산되어 있는 경우에 발생한다. 반면에 디지털·데이터와 항공 사이의 연결은 연결의 수는 202로 상대적으로 낮지만, 연결 밀도가 4.0으로 높다. 이는 관련 산업이 다양한 방식으로 융합하지는 않지만 특정분야에 집중적으로 이루어지고 있음을 유추할 수 있다.



<그림 2> 전략산업별 블록모델링

<표 7> 전략산업별 블록모델링(밀도)

	#N/A	디지털·데이터	로봇	바이오	반도체	자동차	항공
#N/A	0.229						
디지털·데이터	1.349	42.051					
로봇	0.434	2.002	1.206				
바이오	1.320	0.952	0.785	8.946			
반도체	1.252	1.388	1.437	2.200	11.900		
자동차	0.824	2.900	1.028	0.228	1.259	13.125	
항공	0.323	3.961	1.173	0.083		1.588	111.000

<표 8> 전략산업별 블록모델링(연결수)

	#N/A	디지털·데이터	로봇	바이오	반도체	자동차	항공
#N/A	3,486						
디지털·데이터	2,843	11,438					
로봇	5,810	3,675	13,936				
바이오	5,237	518	2,714	8,874			
반도체	776	118	776	352	238		
자동차	1,738	838	1,887	124	107	3,570	
항공	120	202	380	8		81	666

V. 결 론

본 연구는 인천시 바이오, 반도체, 로봇, 디지털·데이터, 자동차, 항공 등의 전략산업을 중심으로 특허 데이터를 활용하여 융합기술연구를 진행하였다. 특히, 지역 전략산업 간의 연결성과 핵심 융합기술을 체계적으로 도출하는 것을 목표로 하였으며, 네트워크 중심성 분석, k-core, 블록모델링 분석 기법을 활용하여 각 산업 간의 연계성과 협업 정도를 파악하였다.

연구결과, 인천지역의 특허 출원은 2018년부터 지속적으로 증가하였다. 2018-2021년 동안 전략산업의 연평균 성장률은 7.58%로, 비전략산업의 2.53%보다 높았다. 전략산업 중 로봇 분야가 가장 많은 특허를 출원했고, 항공 분야는 2018년 대비 2021년에 약 3배 증가하였다. 그러나 반도체 분야는 약간 감소하는 추세를 보였다. 인천 전략산업과 관련된 특허의 네트워크를 살펴보면 인천 전략산업의 융합특허 활동은 디지털·데이터, 로봇, 바이오 산업을 중심으로 이루어지며, 특히 데이터 처리 기술인 G06Q가 네트워크 내에서 핵심적인 역할을 수행하고 있는 것으로 나타났다. 인천의 6개 주요 전략산업 영역에서 특허 IPC의 융합 정도를 분석한 결과, 디지털·데이터 산업에서는 데이터 처리 관련 IPC G06Q (데이터 처리 시스템 또는 방법)가 핵심적

인 역할을 하고 있고 로봇산업은 F24F (방의 공기 조절)와 G01N (물리적 또는 화학적 현상의 조사)가 주요하게 나타났다, 바이오산업에서는 A61K (의료용, 치과 또는 화장품 조성물)와 A61L (살균, 멸균 또는 멸균화)가 중심으로 나타났고 반도체 산업은 반도체 소자와 관련된 H01L (반도체 소자)가 핵심적인 역할을 했으며, 자동차 산업에서는 B60R (차량의 부품 및 장치)가 중요한 기술로 나타났다. 마지막으로 항공 산업에서는 B64C (항공기)가 중심적인 역할을 수행하고 있음을 확인하였다.

마지막으로, k-core 분석을 활용하여 지역 전략산업 간의 연결성을 체계적으로 분석하였다. 디지털·데이터 산업은 바이오를 제외한 모든 산업과 높은 연계성을 보이며, 그 중심에서 기술융합의 핵심 역할을 하고 있다. 반도체 산업도 다양한 산업과 연계되어 있다. 항공산업 내부에서는 매우 높은 협업 및 연계 밀도를 나타냈으나 바이오와 항공 산업 간에는 연계성이 상대적으로 낮았다. 디지털·데이터와 로봇 사이는 많은 수의 특허 활동을 포함하나, 전체 연결 밀도는 중간 수준을 보였다.

본 연구는 인천지역의 기술융합연구 활동의 현황과 특징을 파악함으로써, 특히 특허 데이터를 활용하여 지역 전략산업 간의 연결성과 핵심 융합기술을 체계적으로 도출하였다. 융합기술을 바탕으로 산업간 연계의 가능성을 살펴보았으며 각 전략산업별 핵심기술을 살펴보았다. 본 연구결과를 통하여 전략산업 육성을 위한 다양한 정책이 도출 될 수 있다. 예를 들어 네트워크 분석을 통해 도출된 IPC 간의 연결성과 중심성은 지역 산업의 혁신 전략을 수립하는 데 중요한 힌트를 제공한다. 특히, 강력한 융합이 이루어지는 기술 영역을 중심으로 특허 전략을 세우고, 이를 바탕으로 산업의 경쟁력을 강화할 수 있다. 또한 산업 간 융합결과를 중심으로 가장 많은 산업이 연결되어 있는 결과를 토대로 해당 기술을 중심으로 투자의 방향성을 제시할 수 있을 것이다.

본 연구는 인천 지역의 6대 전략산업을 중심으로 특허 데이터를 분석하였으나 사용된 특허 데이터의 분류 체계인 IPC와 산업 분류 체계인 KSIC 간의 일치하지 않는 부분으로 인해, 특정 기술이나 특허의 정확한 분류에 어려움이 발생하였다. 이는 일부 특허나 기술이 잘못 분류되거나 누락될 가능성을 초래하거나 산업과 특허의 정확한 일치가 되지 않는다는 한계가 있다. 향후 이러한 문제점을 극복하기 위해 산업과 특허가 정확하게 일치된 연구 등을 진행하여 본 연구의 한계점을 보완할 필요가 있다.

참고 문헌

강지호, 김종찬, 이준혁, 박상성, & 장동식. (2015). "IoT 와 Wearables 기술융합을 위한 특허동향분석". 「한국지능시스템학회 논문지」, 25(3), 306-311.

- 강희중, 엄미정, & 김동명. (2006). “특허분석을 통한 유망융합기술의 예측”, 「기술혁신연구」, 14(3), 93-116.
- 김영수. (2012). 「우리나라 클러스터정책의 특징과 지역산업생태계론으로의 진화 필요성」, 서울: &&&.
- 김준한 & 금영정. (2019). “네트워크 분석 및 특허지표를 활용한 유망 제조-서비스 융합기술 탐색: 자율주행차를 중심으로”, 「한국경영공학회지」, 24(4), 15-37.
- 김현우, 심위, 권오진, & 노경란 (2017), “특허 분석을 통한 지역맞춤형 미래유망산업 발굴 및 도출에 관한 연구: 부산 지역 사례를 중심으로”, “한국전자통신학회 논문지”, 12(1), 129-138.
- 문진희, 권의준, & 금영정. (2017). “특허 동시분류분석과 텍스트마이닝을 활용한 사물인터넷 기술융합 분석”, 「기술혁신연구」, 25(3), 1-24.
- 박기웅, & 김동현 (2021), “동남권 지역의 지식 간 연관성 밀도와 기술 복합성 측정에 관한 연구”, “지역연구”, 37(3), 3-18.
- 박동수 & 윤한성. (2022). “기업의 기술유사도 사회연결망을 통한 기술확산 분석-방위산업 기업의 보유기술 데이터를 중심으로”, 「산업혁신연구」, 38(2), 1-10.
- 박장훈, & 옥영석 (2019), “방사선 융합기술과 특허 동향 분석”, “한국방사선학회 논문지”, 13(5), 785-790.
- 백현미 & 김명숙. (2013). “특허 네트워크 분석을 통한 융합기술 트렌드 분석: 한국, 미국, 유럽, 일본의 특허데이터를 중심으로”, 「벤처창업연구」, 8(2), 11-19.
- 서정해 (2010), 「지역산업정책과 대구지역산업발전」, 대구경북연구원.
- 손동원. (2002). 「사회 네트워크 분석」, 서울: 경문사.
- 유광민 & 김용희. (2016). “인천 기술융합 네트워크의 구조 및 변화 분석: 국가연구개발사업을 중심으로”, 「도시연구」, (10), 201-230.
- 이수상. 「네트워크 분석 방법론」, 서울 2012.
- 이철우 & 박경숙. (2014). “지역산업정책의 패러다임에 대한 재검토와 대안적 정책 방안 모색: 대구광역시 지역산업정책을 사례로”, 「한국경제지리학회지」, 17(2), 264-279.
- 최재영, 문혜선, 조운애, 정성균. (2014). 「한국의 기술융합 발전 트렌드 및 융합기술개발 결정요인 분석」, 산업연구원, 연구보고서 2014-709.
- 학위 논문 및 학술 논문(단행본 내 개인 저술 포함):
- 한국산업기술평가관리원. (2012). 「융합기술 R&BD 활성화 추진전략」.
- 한장협, & 김채복 (2020), “특허 네트워크 분석을 활용한 지역산업 관점에서의 기술 융합 전략 개발 - 대구·경북 지역을 중심으로 -”, “경영연구”, 35(5), 157-171.
- 한장협, 나중규, & 김채복. (2015). “특허정보를 활용한 ICT 기술융합 분석과 발전

- 방향에 관한 연구: 경북지역을 중심으로”, 「지식재산연구」, 10(3), 203-238.
- 한장협, 나중규, & 김채복. (2016). “특허정보를 활용한 분산형 에너지 기술융합 네트워크 분석:대구지역을 중심으로”, 「한국산업경영시스템 학회지」, 39(3), 156-169.
- 허동숙, 박소현, & 구양미. (2016). “농촌지역 산업 기술지식의 융합과 지식 네트워크: 순창군 장류산업을 중심으로”, 「한국경제지리학회지」, 19(3), 566-582.
- 황순욱 & 천동필. (2020). “특허 PC 공통분류와 연관규칙 마이닝을 통한 수산분야 기술 동향과 융합특성 분석”, 「기술혁신학회지」, 23(2), 208-233.
- Grilliches Z. (1990), “Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey”, *Journal of Economic Literature*, 28(4), 1661-1707.
- Lee, H., Kim, C., Cho, H., & Park, Y. (2009). “An ANP-based technology network for identification of core technologies: A case of telecommunication technologies”, *Expert Systems with Applications*, 36, 894-908.
- MIT. (2016). *Convergence: The future of health*.
- Rosenberg, N. (1963). “Technological change in the machine tool industry, 1840 - 1910”, *The journal of economic history*, 23(4), 414-443.
- Tijssen, R. J. (1992). “A quantitative assessment of interdisciplinary structures in science and technology: co-classification analysis of energy research”, *Research policy*, 21(1), 27-44.
- Trajtenberg, M., Henderson, R., & Jaffe, A. B. (1997). “University versus corporate patents: A window on the basicness of invention”, *Economics of Innovation and New Technology*, 5(1), 19-50.
- Wartburg, I. V., T. Teichert, and K. Rost(2005), “Inventive progress measured by multi-stage patent citation analysis”, *Research Policy*, 34(10), 1591-1607.
- Xing, W., Ye, X., & Kui, L. (2011). “Measuring convergence of China’s ICT industry: An input - output analysis”, *Telecommunications Policy*, 35(4), 301-313.

부록# KSCI-IPC 연계표

NO	전략산업군	산업명(KSIC)	국제특허분류(IPC)
1	디지털·데이터	컴퓨터 및 주변장치 제조업	B41J2, B41J27, B41J29, B41J31, B41J32, B41J33, B41J35, G06J, G06F1, G06F3, G06K
		통신 및 방송 장비 제조업	G03H, H01P, H01Q, H01S, H03B, H03C, H03D, H03F, H03G, H03H, H03M, H04B, H04J, H04K, H04L, H04M, H04Q, H04S, H04W, H99Z
		영상 및 음향기기 제조업	G03B31, G10L, H03J, H04H, H04N, H04R
		컴퓨터 프로그래밍, 정보서비스업	G06D, G06E, G06F(G06F1, G06F3 제외), G06G, G06N, G06Q, G06T, G09C
		측정, 시험, 항해, 제어 및 기타 정밀기기 제조업	G01B, G01C, G01D, G01F, G01H, G01J, G01K, G01L, G01M, G01N, G01P, G01Q(G01Q70/12 제외), G01R, G01S, G01V, G01W, G05B, G05D, G05F, G08C
2	로봇	사무용 기계 및 장비 제조업	B41L, B41J1, G03G, G06C, G06M, G07B, G07C, G07D, G07G
		사무용이외의 특수기계제조업	B01B, B01D, B04C, B05B, B23F, B25D, B41K, B60S3, B65B, B65C, B65G, B66B, B66C, B66D, B66F, B67C, C10F, C12L, E01H, E02C, E21F, F01B, F01C, F01D, F01K, F01M, F01N, F01P, F02G, F03B, F03C, F03G, F04B, F04C, F04D, F04F, F15B, F15C, F15D, F16C, F16D, F16F, F16G, F16H, F16K, F16M, F17D, F22D, F23B, F23C, F23D, F23G, F23H, F23J, F23K, F23L, F23M, F23N, F23R, F24F, F24J, F25B, F25C, F25D, F25J, F27B, F27D, F28B, F28C, F28D, F28F, F28G, G01G, G07F, G09D, G09G
		특수기계제조업	A01B(A01B27/02제외), A01F, A01J, A01M, A21B, A21C, A22B, A22C, A23N, A24C, A41H, A42C(A42C5제외), A43D, A62C, B01F, B02B, B02C, B03B, B03C, B03D, B05C, B06B, B07B, B07C, B08B, B21B, B22C, B23K, B23P, B23Q, B24B, B24C, B25J, B26D(D03D15/33 제외), B27C, B27F, B27J, B27L, B30B, B31B, B31C, B31D, B31F, B41B, B41C, B41D, B41F, B41G, B41J(B41J1,2,27,29,31,32,33,35제외), B41N, B42B, B42C, B44B, B44C, B65H, B67B, B68F, C14B, D01B, D01G, D01H, D02G, D02H, D02J, D03C, D03D, D03J, D04B, D04C, D05B, D05C, D06B, D06G, D06H, D21B, D21D, D21F, D21G, D99Z, E02F, E21B, F01L, F02B, F02D, F02F, F16N, F16P, F26B, H05H
3	바이오	식료품 제조업	A21D, A23B, A23C, A23D, A23F, A23G, A23J, A23K, A23L, A23P, C12J, C13B, C13K
		음료 제조업	C12C, C12F, C12G, C12H
		세제, 화장품 및 광택제 제조업	A61Q, C09F, C09G, C11D, D06L, A61K8
		의료용 물질 및 의약품 제조업	A61P, C07D, C07J, C07K, C12N, C12P, C12Q, C12R, A61K(A61K8 제외)
		의료용 기기 제조업	A61B, A61C, A61D, A61F, A61G, A61H, A61J, A61L, A61M, A61N, A62B, B01L, B04B, C12M, G01T, G03B42, H05G
4	반도체	반도체 제조업	G11C, H01L
		전자부품 제조업	B05D, B81B, B81C, B82B, B82Y, C30B, G02F1, G12B, H01C, H01F, H01G, H01J, H05K, H03K, H03L
5	자동차	자동차 제조업	B60B, B60D, B60F, B60G, B60H, B60J, B60K, B60L(B60L13 제외), B60N, B60P, B60R, B60S(B60S3 제외), B60T, B60W, B62D, E05F, F02M, F02N, F02P, F16J, G05G
6	항공	항공기 제조업	B64B, B64C, B64D, B64F, B64G, F02K, F03H