

국내 로봇산업이 지역경제에 미치는 영향에 관한 연구

이정수*, 박민정, 민정탁, 박명준, 손동섭
한국로봇융합연구원

The Impact of the Domestic Robot Industry on the Regional Economy in the cases of South Korea

Jungsoo Lee*, Minjeong Park, Jung Tak Min, Myeongjun Park, Dongseop Sohn
Korea Institute of Robotics & Technology Convergence

요약 로봇 기술의 발전이 타 산업으로 확산되고 향후 수십 년 동안 산업구조를 근본적으로 변화시킬 것으로 예상됨에 따라 우리나라의 로봇산업도 국가 신 성장 동력으로 주목받고 있다. 이러한 산업적 흐름에 따라 중앙정부뿐만 아니라 지방정부에서도 로봇산업을 통해 지역경제를 활성화하고 고부가가치를 창출하기 위하여, 로봇산업을 주요 전략산업으로 선정하고 산업육성을 위해 노력하고 있지만 로봇산업과 지역경제성과를 실증적으로 분석한 연구는 부족한 상황이다. 이에 본 연구에서는 광역시도 차원에서 로봇산업의 지역의 경제적 성과에 대하여 실증적으로 분석하고자 하였다. 이를 위해 로봇기업생산액, 로봇기업생산액비중, 로봇혁신기관유무를 독립변수를 설정하였으며, GRDP, 지역경제성장률, 청년취업률을 종속변수로 각각 선정하였다. 분석을 위하여 총 14개 광역자치단체별 로봇기업의 현황데이터와 각 부처가 발표하는 자료를 토대로 2015년 ~ 2017년도 패널데이터를 구축하였으며, 패널회귀분석을 통해 실증분석을 시도하였다. 분석결과 로봇기업생산액은 GRDP와 지역경제성장률에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났으며, 로봇기업생산액비중은 청년취업률에 영향을 주는 것으로 나타났고, 로봇혁신기관 유무는 GRDP에 영향을 주는 것으로 나타났다. 종합하여 보면, 로봇산업의 모든 요인이 지역경제 요소에 있어 동일한 효과를 나타내지 않는다는 것을 의미한다. 그렇기 때문에 지역에서는 로봇산업 정책 수립에 있어 기존 지역 내 로봇기업의 외연을 확대하는 동시에, 지역 내 로봇산업이 다양화되고 확대될 수 있는 진흥정책이 복합되었을 때 지역경제에 있어 로봇산업이 올바른 역할을 할 것으로 판단된다.

Abstract Regional governments have selected the robot industry as a major strategic industry and are making efforts to foster the industry to revitalize the regional economy and create high added value. Since there is a paucity of studies that empirically analyze the robot industry and its impact on the regional economy, this empirical study sought to analyze the regional economic performance of the robot industry at the metropolitan city level. For the study, the regional production output and the proportion of production output of the robot companies to the regional production output, and the presence or absence of robot innovation institutions were selected as independent variables. GRDP and the regional economic growth rate, and the youth employment rate were set as dependent variables. As a result of the analysis, it was found that the robot companies' production output had a positive effect on GRDP and the regional economic growth rate. Also, the proportion of the robot companies' production output affects youth employment rate and the presence or absence of a robot innovation institution affects GRDP. Taken together, it means that not all the facets of the robot industry have the same effect on the regional economy. Therefore, it is concluded that the robot industry will make a meaningful contribution to the regional economy when the policy encompasses the expansion plans of the existing robot companies and the promotion methods of the robot industry in the region.

Keywords : Robot Industry, Regional Economy, GRDP, Youth Employment, Panel Analysis

*Corresponding Author : Jungsoo Lee(Korea Institute of Robotics & Technology Convergence)
email: jungsoo_co@daum.net

Received June 21, 2021
Accepted October 1, 2021

Revised July 13, 2021
Published October 31, 2021

1. 서론

로봇은 융복합 산업으로 기계, 전자, 제어, 컴퓨터, 센서 및 인공지능과 같은 여러 분야의 첨단기술이 결합된 분야로서[1], 산업적 파급효과가 매우 크다. 로봇산업은 주요 선진국에서는 과학·기술분야에서 국가수준을 평가하는 중요한 기준이 되고 있으며, 이에 따라 미국, 일본, 영국, EU 등 주요 선진국에서는 각 특성에 맞는 로봇 R&D계획 등을 수립하여 추진 중에 있다[2]. 우리나라도 「지능형 로봇개발 및 보급 촉진법」을 제정하고 로봇산업 발전을 위한 지속적인 투자를 수행하고 있으며, 로봇활용의 확대를 위한 노력을 수행한 결과 대한민국은 세계에서 두 번째로 로봇밀도가 높은 국가로 기록되었다[3].

로봇산업은 로봇기술의 발전에 따라 타 산업으로 확산되어 향후 수십 년 동안 산업 구조를 근본적으로 변화시킬 것으로 예상되며[4,5], 특히 4차산업 기술의 확대와 더불어 팬데믹으로 인한 비대면 사회의 전환은 로봇사회의 전환을 촉진할 것으로 예상하고 있다. 이에 따라 로봇산업의 성장 또한 급격하게 진행되고 있는데, 2025년까지 연평균 32%의 성장세를 기록해 1772억 달러에 시장확대가 예상되며, 이러한 추세에 맞추어 우리나라도 로봇산업을 국가경쟁력 향상을 위한 신성장동력으로서 주목하고 있다.

이러한 산업적 흐름에 따라 중앙정부 뿐만 아니라 지방정부에서도 로봇산업을 통해 지역경제를 활성화시키고 고부가가치를 창출하기 위하여, 로봇산업을 주요 전략산업을 선정하고 산업육성을 위한 노력을 진행해나가고 있다. 특히 국가경제체제가 지방자치와 분권화가 강화 되면서 지역의 로봇산업 발전을 위한 노력들을 진행해나가고 있다. 예를 들면, 경기도·경남·부산 등에서는 로봇산업 육성을 위한 조례를 제정하였으며, 대전·대구·광주 등에서는 로봇산업의 지역주력산업으로 지정하여 산업육성을 위한 노력 등을 진행하고 있다.

이러한 노력에도 불구하고 로봇산업의 지역경제에 관한 연구는 매우 부족한 상황이다. 로봇산업과 관련된 연구를 살펴보면 대부분 국가별 로봇산업의 현황의 진단하는 연구[2,6-8]에 초점이 되어 있으며, 특정 지역에서의 로봇적용 사례·효과에 관한 연구[9,10]가 대부분이다. 국내에서도 로봇산업 관련 연구는 국가차원에서 로봇산업의 현황을 진단하여 정책적 시사점을 도출하거나[11-14], 로봇산업육성정책에 따른 효과측정[15,16]등의 연구가 제한적으로 이루어져왔다.

로봇산업과 관련된 지역정책들이 효과적으로 추진되

기 위해서는 지역차원에서 로봇산업의 효과에 관한 연구·논의가 필요하다고 볼 수 있다. 이를 통해 로봇산업이 중장기적으로 지역경제에 미치는 효과를 예측하고, 좀 더 의미 있는 정책방향이 마련되어야 할 것이다.

이와 같은 문제인식을 통해 본 연구에서는 광역시도 차원에서 로봇산업의 지역의 경제적 성과에 대하여 실증적으로 분석하고자 하였다. 이러한 분석을 바탕으로 로봇산업과 관련된 지역경제 발전을 위한 정책방향 마련에 시사점을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

2. 이론적 배경

2.1 로봇산업의 개념과 범위

로봇산업은 다양한 기술과 융복합 되어 고부가가치를 창출하는 산업으로 제품설계, 응용소프트웨어, 콘텐츠제작, 서비스 등 연관 비즈니스와 부가가치를 창출한다. 로봇산업은 인공지능, 사물인터넷 기술의 확산과 함께 융복합되고 재확산되면서 신성장동력 산업으로서 각광받고 있는 산업이다[17,18].

로봇기술이 다양한 기술과 결합되어 있기 때문에 로봇산업의 범위를 명확하게 정의하기는 어렵지만, 국제로봇연맹에서는 매년 세계 로봇산업 현황조사를 수행하면서 로봇의 분류와 개념을 정의하였고, 이에 속한 로봇시장을 로봇산업으로 정의하였다. 국제로봇연맹은 로봇산업을 크게 산업용 로봇과 서비스용 로봇으로 구분하였으며, 서비스용 로봇은 다시 전문서비스용 로봇과 개인서비스용 로봇으로 구분하였다[3]. 산업용 로봇과 서비스용 로봇의 분류는 사용의도에 따라 분류를 하였다.

로봇개념과 범위는 ISO8372:2012에 정의를 활용하였는데, 산업용 로봇은 자동제어, 재프로그래밍(물리적인 변경없이 동작 또는 보조기능의 프로그램을 변경될 수 있도록 설계)이 가능하고, 3개 이상의 축(선형 또는 회전 동작 방향)으로 프로그램이 가능한 다목적 조작기로, 산업자동화를 위해 특정장소 또는 모바일 애플리케이션에 설치가능한 장치를 산업용 로봇으로 정의하였다. 포괄되는 로봇으로는 선형로봇(직교·갠트리 로봇 포함), 스퀘아로봇, 다관절로봇, 병렬/델타 로봇, 원통좌표 로봇 등이 포함된다[19].

서비스로봇은 산업자동화를 위한 작업을 제외한 인간이나 장비 등에서 유용한 작업을 수행한 로봇을 말한다. 먼저 개인용 서비스로봇은 일반적으로 개인에게 비상업적인 작업을 수행하는 서비스 로봇을 의미한다. 예를 들

어 자동 휠체어, 개인이동보조 로봇 등이 포함된다. 다음 전문서비스 로봇은 비즈니스 업무에 사용되는 로봇으로 일반적으로 적절한 사용 교육을 받은 사람이 운영한다. 예를 들어 공공장소 청소로봇, 사무실·병원 배달로봇, 소방로봇, 재활로봇, 수술로봇 등이 포함된다[19].

국내의 경우 제조업 중심으로 구성된 IFR 국제분류를 국내 실정에 맞게 수정 보완하여 로봇산업 특수분류표를 제정하였다[20]. 이에 로봇산업을 제조업용 로봇, 전문서비스용 로봇, 개인서비스용 로봇, 로봇부품 제조 및 소프트웨어 개발·공급, 로봇시스템 제조, 로봇 임베디드 제품제조, 로봇 관련 서비스 등 7개 분야로 구분하였다.

먼저 제조업용 로봇은 각 산업 제조현장에서 제품생산에서 출하까지 공정 내 작업을 수행하기 위한 로봇으로 자동 제어되고, 재프로그래밍이 가능하고 다목적인 3축 또는 그 이상의 축을 가진 자동조정장치를 말하며, 전문서비스용 로봇은 불특정 다수를 위한 서비스 제공 및 전문화된 작업을 수행하는 로봇으로 정의하였다. 개인서비스용 로봇은 인간의 생활범주에서 제반서비스를 제공하는 인간 공생형 대인 지원로봇을 의미하며, 로봇부품 제조 및 소프트웨어 개발·공급은 제조업용 로봇, 개인서비스용 로봇, 전문서비스용 로봇 등을 생산하기 위하여 사용되는 중간 생산물로 정의하였다. 로봇시스템 제조는 로봇을 포함하여 기계, 장치 등을 조합하여 필요한 기능을 실현한 집합체로 정의하였고, 로봇 임베디드 제품제조는 외형적으로 로봇의 형상이 아니지만 로봇의 기술이 적용되어 있는 부품 및 제품으로 정의하였다. 마지막으로 로봇 관련 서비스는 로봇을 활용하여 인간에게 필요로 하는 신체적, 정신적 서비스를 제공하는 행위로 정의하였다[20].

2.2 지역별 로봇산업 현황

우리나라의 지역별 로봇산업현황은 Table 1과 같다. 수도권을 중심으로 로봇기업은 수도권 1,525개사로 69.6%가 수도권에 집중되어 있는 형태를 보이고 있으며, 경기지방이 913개로 41.7%를 차지하여 가장 높은 비중을 보유하고 있다. 그 외 영남권은 424개사(19.4%), 충청권 181개사(8.3%), 호남권 61개사(2.8%)가 위치한 것으로 나타났다.

지역별 로봇생산액을 살펴보면 마찬가지로 수도권이 3.4조원으로 68.4%가 수도권에 집중되어 있고, 경기지역이 2.0조원으로 40.8%를 차지하여 지역 중 가장 많은 생산을 하는 것으로 나타났다. 그 외 영남권 1.3조원(26.5%), 충청권 2,464억원(4.9%), 호남권 112억원

(0.2%)의 생산이 이루어지는 것으로 나타났다.

Table 1. Number of businesses and production by region(2017)

Area		Number of businesses	Produce (KRW million)
Metropolitan area	Sub Total	1,525	3,415,781
	Seoul	504	1,071,971
	Incheon	107	288,946
	Gyeonggi	913	2,037,604
	Gangwon	2	17,260
Yeongnam area	Sub Total	424	1,321,473
	Busan	64	198,259
	Daegu	161	517,218
	Ulsan	18	45,522
	Gyeongbuk	59	79,928
Chungcheong area	Gyeongnam	123	480,546
	Sub Total	181	246,477
	Daejeon	132	43,621
	Chungbuk	16	37,025
Honam area	Chungnam	32	165,831
	Sub Total	61	11,273
	Gwangju	52	10,006
	Jeonbuk/Jeonnam	9	1,267
Sum		2,191	4,995,004

지역별 로봇정책을 살펴보면, 경기도·인천·부산이 로봇산업 육성을 위한 지원조례를 마련하여 산업육성정책을 마련하고 있으며, 그 외 지역의 경우도 각 지역의 여건과 국가인프라 및 R&D사업을 활용하여 로봇산업 육성을 위한 노력을 수행하고 있다.

경기도는 부천을 중심으로 한 부품분야 특화된 사업을 추진하고 있으며, 대전은 정출연을 중심으로 연구개발사업을 집중하고 있다. 또한 광주·마이크로·헬스케어 로봇 특화한 예타사업을 추진하고 있고, 경남은 로봇랜드를 중심으로 제조·문화 로봇 콘텐츠 개발에 힘쓰고 있다. 경북은 한국로봇융합연구원을 중심으로 한 전문서비스 로봇산업육성을 추진하고 있으며, 대구는 로봇클러스터 사업을 통한 기업유치를 지속하고 있고, 부산은 스마트시와 해양·의료분야에 특화된 로봇육성사업을 지속하고 있다.

전체적으로 로봇에 특화된 별도의 정책보다는 로봇을 활용한 기존의 산업을 강화하거나, 로봇분야를 공약 내 반영하여 로봇산업과 연관산업을 육성하고자 하는 전략을 추진하고 있는 상황이다.

2.3 로봇산업의 경제적 효과

로봇기술의 발전은 급격하게 이루어지고 있으며, 이에 따라 거의 매일 새로운 형태/서비스의 로봇이 출시되고 있다. 특히 5G, 인공지능 등 다양한 기술과 결합되면서 로봇의 기능이 다양해지고 그 역할의 범위는 확대되고 있는 실정이다[21]. 향후에는 인간을 대신하여 노동을 제 공할 것이며, 경제부문의 대부분이 자동화됨으로써, 전체적인 산업의 흐름을 바꿀 것으로 예상된다.

먼저 거시적 차원에서 접근하면, 로봇이 기존산업의 대부분을 대용함으로써 새로운 형태의 경제활동의 창출 하고 현재의 사회·경제적 시나리오를 바꿀 가능성이 높다[4,22-26].

가장 큰 변화로써 일자리의 변화에 따른 경제적 변화가 예상된다. 기술에 따른 생산성의 증가로 인하여 일자리의 손실과 더불어 새로운 일자리의 창출이 이루어지게 되면서 노동의 구조형태가 바뀌기 때문이다. 로봇을 통해 저숙련 노동에서 창의적이고 사회지향적인 일자리의 변화가 이루어지고, 이에 따른 사회적 변화가 확산된다는 것이다[27-29].

다음으로 로봇활용이 확대되면서 높은 생산성으로 인한 경제적 변화가 이루어 질것으로 예상된다. McKinsey는 로봇활용을 통해 전 세계의 생산성을 매년 0.8~1.4% 까지 높일 수 있다고 추정하였으며[30], PwC는 로봇이 2030년의 세계 GDP에 주는 경제적 영향력이 2016년의 GDP보다 훨씬 높다고 추정하였다. 이는 로봇이 프로세스 및 산업의 자동화를 통한 생산성 향상뿐만 아니라, 로봇을 활용하여 더 높은 품질의 제품과 서비스를 제공할 함으로써 소비자의 수요가 증대되면서 이러한 효과가 일어난다고 주장하였다[31].

미시적으로는 로봇을 다양한 분야에 적용함으로써 기업의 생산성과 서비스의 품질에 영향을 주며, 이에 따라 산업과 경제에 영향을 미칠 것으로 예상된다. 비즈니스 차원에서 로봇을 활용함으로써 관련 산업의 변화를 야기 하는 것이다. 예를 들어接客로봇·안내로봇 등은 관광산업에 적용 되어, 여행·관광·접객 등에 대하여 로봇서비스를 제공함으로써 관광서비스 산업에 긍정적인 영향을 줄 것으로 판단되며[32], 의료·재활·보조로봇 등의 활용은 기존 의료산업과 의료기기산업을 재편하고, 새로운 형태의 서비스산업을 창출하는 효과를 가질 것으로 예상된다 [33].

이처럼 로봇은 로봇산업 성장이라는 그 자체적인 경제적 효과뿐만 아니라, 다양한 분야에 영향을 미치고 있으며 그 파급효과가 아주 높을 것으로 예상된다. 그럼에도

불구하고, 국내의 로봇산업의 지역경제 효과에 대한 실 증연구는 많지 않은 편이다. 일부 로봇산업과 경제적 효과를 측정한 연구가 시도되었는데, 박광순 외(2012)[34]는 산업연관분석을 통해 로봇산업의 경제적 효과를 측정 하였으며, 신용재(2019)[35]는 로봇산업을 세분화하여 우리나라의 경제와 타산업에 미치는 영향력에 관한 연구를 시도하였다.

이상 선행연구에서 살펴본 바와 같이, 로봇산업이 생산성 증대와 타 산업의 영향력으로 인하여 국가경제에 긍정적인 영향을 주는 것으로 밝혀져 있고[30,31], 국내에서도 로봇산업이 우리나라의 경제와 타산업에 미치는 효과가 크다는 것을 실증적으로 밝혀왔다[34,35].

이는 로봇이 로봇산업 자체가 커지는 효과도 있지만, 간접적으로는 타 산업에서 로봇을 활용함으로써 나타나 는 다양한 효과들이 국가경제에 긍정적인 영향을 준다는 것이다. 특히 Manyika et al.(2017)[30]의 연구에서는 로봇산업이 GDP에 직접적으로 긍정적인 영향을 미친다고 하였으며, Gillham et al.(2018)[31]도 로봇산업을 통해 2030년까지 GDP 14%를 향상시킬 수 있다고 하였다.

하지만 기존의 연구가 국가단위에서 연구를 진행하였고, 경제적 효과에 대해서는 실증하지 못하였다는 점에서 본 연구에서는 지역 수준에서 로봇산업이 지역경제에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보고자 하였다.

3. 연구방법

3.1 데이터 및 변수

GRDP나 지역경제성장률은 지역에서의 경제적 규모나 성장을 나타낼 수 있는 변수로 지역경제 성장과 쇠퇴를 설명하는데 유용하다. 국내외의 다양한 분야에서 지역 경제 측정을 위하여 GRDP와 지역경제성장률을 활용하여 지역경제 효과를 실증하고 있다[36-42]. GRDP는 물량수준 및 구조변동에 특화된 실질계열을 활용하였으며, 실질 기준연도는 통계청이 발표한 「지역소득」 통계기준인 2015년 기준연도를 활용하였다.

청년고용률은 기존의 고용률에 비해 신규 일자리 창출을 좀 더 잘 설명한다는 점에서 지역경제성장 효과를 설명하는데 유용하다. 특히 청년고용률은 기존의 고용률과 상호효과가 있으면서도 저임금 일자리와 대체적인 관계로 나타나 양질의 일자리를 설명하는데 유용하다[43]. 선행연구에서도 청년고용률은 일반고용률 보다 GDP와 같은 경제적 충격에 영향이 크고 탄력성을 가지며, 또한 청

년고용률의 부정적인 효과는 일반고용률에 비해 장기적인 효과를 갖기 때문에[44-46] 장기적 관점에서 지역경제력 측정에 있어 유용하다.

다음 독립변수로 로봇산업에 대한 영향력을 측정하기 위하여 로봇기업생산액, 로봇기업생산액 비중, 로봇혁신기관 유무를 활용하였다. 먼저 산업의 생산액 또는 생산액 비중 등은 산업의 활동을 측정하는데 유용하기 때문에 이를 활용하였다[47,48]. 또한 로봇혁신기관의 경우 혁신체계의 요소 중 혁신주체와 인프라 등이 결집된 장소로서, 실제 혁신기관이 지역 내에서 설립되게 되면 자원 활용이 클러스터를 중심으로 극대화 되게 되고 관련 산업이 성장할 수 있는 기반이 될 수 있다[49,50]. 그렇기 때문에 로봇혁신기관 유무를 독립변수로 활용하였으며, 본 연구에서는 한국로봇산업진흥원, 한국로봇산업협회, 한국로봇융합연구원의 설치 지역을 활용하였다.

각각의 개념을 설명하면 로봇기업생산액은 지역 내 로봇기업이 생산하는 금액을 의미하며, 로봇기업생산액 비중은 지역 내 생산되는 모든 재화 중 로봇기업이 생산하는 비중을 의미하고, 혁신기관은 지역 내에 로봇과 관련된 진흥·연구 기관으로 산업통상자원부의 인가·승인·지정을 받아 설립된 기관이 있는 지역을 의미한다.

Table 2. Definition of the Variables

Variable		Definition
DV	GRDP	Sum of market prices of all final goods and services in the region
	Regional economic growth rate	Year-on-year change in gross regional product
	Youth employment rate	Employment rate of young people(ages 15-29) in the region
IV	Robot company's production output	Total production output of robot company's in the region
	Proportion of robot company's production output	Proportion of robot company output in total regional production
	Presence or absence of robot innovation institutions	Whether or not there is a robot institution authorized, approved, or designated by the Ministry of Industry in the region
CV	National R&D investment	National R&D expenses used in the region
	R&D manpower ratio	Ratio of R&D personnel to local population
	Exports	Total Exports by Region
	Manufacturing production increase/decrease rate	Year-on-year change in manufacturing production index
	Service industry production increase/decrease rate	Year-on-year change in service industry production index

* Note : Dependent variable(DV), Independent variable(IV), Control variable(CV)

더불어 종속변수에 영향을 줄 수 있는 다양한 요소를 통제하기 위하여 국가연구개발투자, 연구개발인력비중, 수출액, 제조업생산증감률, 서비스업생산증감률을 통제변수로 활용하였다. 관련 변수의 설명은 Table 2와 같다.

실증분석에 활용된 데이터는 「로봇산업실태조사」[51] 데이터이다. 이 조사는 산업통상자원부·한국로봇산업진흥원이 매년 로봇기업을 대상으로 현황을 조사한 것으로 통계청 승인통계이다. 동 조사는 로봇산업에 대한 측정을 위한 유일한 조사로 알려져 있다. 실태조사는 각 연도의 현황을 조사하기 위하여 차년도 조사를 시행하여 차년도 말에 관련 결과를 발표한다.

조사대상은 로봇산업 특수분류에 포함되는 사업체로서, 본 연구에서는 분석을 위하여 2015~2017년간 3개년의 데이터를 활용하였다. 데이터는 광역자치단체별로 각각 수집하였으며, 자치단체는 로봇실태조사의 지역기준인 14개의 자치단체로 구분하였다. 기존 17개 지자체에서 제주지역에는 로봇기업이 부재하여 제외하였으며, 세종시는 충남지역에 포함하였으며, 전라남도와 전라북도는 병합하여 활용하였다. 데이터의 기초통계는 Table 3과 같다.

Table 3. Basic statistics

Variable	Definition	Avg	SD	Min.	Max.	
DV	GRDP (million won)	overall	1.24E+08	1.2E+08	3.5E+07	4.5E+08
		between		6.3E+06	1.2E+08	1.3E+08
		within		1.2E+08	3.1E+07	4.5E+08
	Regional economic growth rate(%)	overall	2.39	2.12	-2.60	7.00
		between		0.12	2.28	2.51
		within		2.12	-2.49	7.11
Youth employment rate(%)	overall	40.02	3.38	33.30	45.30	
	between		0.48	39.52	40.48	
	within		3.35	33.79	44.84	
IV	Robot company's production output(million won)	overall	4.1E+05	5.8E+05	1.7E+03	2.6E+06
		between		5.6E+04	3.5E+05	4.5E+05
		within		5.8E+05	-3.6E+04	2.6E+06
	Proportion of robot company's production output(%)	overall	0.01	0.019	0.000	0.077
		between		0.002	0.013	0.017
within			0.019	-0.001	0.076	
Presence or absence of robot innovation institutions (presence=1)	overall	2.10	0.932	1.000	3.000	
	between		0.109	2.000	2.214	
	within		0.928	0.881	3.095	

Variable	Definition	Avg	SD	Min.	Max.	
CV	National R&D investment (100 million won)	overall	13,192	15,064	2,654	56,115
		between		421	12,905	13,675
		within		15,060	2,298	56,311
	R&D manpower ratio(%)	overall	0.10	0.07	0.04	0.31
		between		0.00	0.10	0.11
		within		0.07	0.04	0.31
	Exports (million\$)	overall	37,987	30,683	1,660	124,129
		between		2,813	35,378	40,967
		within		30,595	-1,197	121,149
	Manufacturing production increase/decrease rate(%)	overall	1.38	5.02	-7.50	14.50
		between		1.12	0.32	2.55
		within		4.94	-8.67	14.62
Service industry production increase/decrease rate(%)	overall	2.55	0.99	-0.30	5.00	
	between		0.79	1.73	3.30	
	within		0.75	0.52	4.25	

3.2 분석모형

본 연구에서는 종속변수로 GRDP와 지역개발성장률을 활용하였으며, 이를 위하여 지역별 패널데이터를 구성하였다. 패널데이터는 횡단면 데이터와 시계열데이터를 합쳐놓은 데이터로, 여러 개체에 대하여 현상이나 특성을 일련의 관측시점별 기록해놓는 데이터를 의미한다. 본 연구에서는 광역도시별 패널데이터를 구축하였으며, 분석을 위하여 다음과 같은 모형을 활용하였다. 먼저 패널 선형회귀식을 가정하면 다음 (1)식과 같다.

$$y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + u_i + e_{it} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$\text{and } t = 1, 2, \dots, T$$

(1)

Where y_{it} is the dependent variable, x is independent variable, u_i is an individual-specific effect, e_{it} is an idiosyncratic error term.

회귀식을 살펴보면 시간에 관계없이 변하지 않는 개체의 특성을 나타내는 u_i 와 시간 및 개체에 따라 변화하는 오차항인 e_{it} 로 구성되어 있는데, 고정효과 모형의 경우 오차항은 확률변수가 아니라 추정해야 하는 모수로 간주한다. 이에 고정모형의 추정식은 다음 식(2)와 같다.

$$y_{it} = (\alpha + u_i) + \beta x_{it} + e_{it} \quad (2)$$

Where $(\alpha + u_i)$ is constant term.

고정효과 모형은 상수항이 고정되어 있고, 각 패널개체에 따라 다르다고 가정한다. 즉, 기술기의 변수 β 는 모든 패널개체에서 서로 동일하지만, 상수항 $(\alpha + u_i)$ 는 패널 개체마다 다르다. 이를 추정하기 위하여 각 변수에 대해 Within변환을 수행하는데, Within을 적용한 추정 모형은 다음 식(3)과 같다.

$$(y_{it} - \bar{y}_i) = \beta(x_{it} - \bar{x}_i) + (e_{it} - \bar{e}_i) \quad (3)$$

위의 방정식에서 오차항 u_i 가 사라졌는데, $cov(x_{it}, u_i) \neq 0$ 인 경우에도, 회귀 추정을 통해 β 에 대한 일치추정값을 구할 수 있으며, 그 결과를 활용하여 패널 개체별 특성을 사후계산할 수 있다.

확률모형은 식(3)에서 $(\alpha + u_i)$ 를 확률변수로 간주하는 것으로 고정효과에서 이를 고정한 것과 다르다. 그렇기 때문에 관련 기대식을 생각하면 다음 식(4)와 같다.

$$E(\alpha + u_i) = \alpha + E(u_i) = \alpha \quad (4)$$

$(\alpha + u_i)$ is Random Variable

식에서는 확률변수가 존재하고 있어, 확률모형을 OLS로 추정하게 되면 명확한 추정량을 얻을 수 없다. 그렇기 때문에 $cov(x_{it}, u_i) = 0$ 을 가정하여야 한다.

고정 효과 모형 또는 확률 효과 모형의 여부를 결정할 때 첫 번째 중요한 기준은 데이터에서 패널개체의 특성을 의미에 대한 추론이다. 패널대상이 모집단에서 무작위로 선택된 표본의 개념 인 경우 오차항이 확률 분포를 따를 수 있다고 가정 할 수 있다. 그러나 실제로 조사를 한다면 오차항의 변화의 경우가 많기 때문에 오차항 계산을 통해 모델 추정이 이루어져야한다.

Hausman 테스트는 이러한 추정 모형의 선택을 가설을 검정 할 수 있다. Hausman 테스트의 기본 아이디어는 값이 서로 유사 하다는 것이고, 만약 값이 비슷하다면 확률 효과 모델을 사용해야하고 그렇지 않으면 고정 효과 모델을 사용해야 한다.

4. 분석결과

4.1 GRDP에 미치는 영향요인

종속변수를 GRDP로 하여 패널회귀분석한 결과는 다

음의 Table 4과 같다. Table 4분석에 앞서 패널데이터의 고정효과모형과 확률효과모형 선택을 위해 Hausman 검정을 실시하였는데, Hausman의 통계량은 19.40이며 유의확률은 0.002로 유의한 것으로 나타나 유의수준 하에서 귀무가설(확률효과 모형)을 기각함으로써 고정효과를 활용하였다.

분석결과를 살펴보면, 로봇기업생산액(B=10626, p<0.01)과 로봇혁신기관 유무(B=1.60E+07, p<0.05)는 GRDP에 유의미한 긍정적인(+) 영향을 미치는 것으로 나타났다. 반면 로봇기업생산액의 비중은 GRDP와 관련성이 없는 것으로 나타났다.

모형검증을 위하여 F검정결과 F(13,20) = 65.43이고 유의확률은 0.000으로 나타나 고정효과 모형이 합동 OLS보다 적절하다는 것을 확인할 수 있었다. 다음으로 오차항에 따른 자기상관분석을 위하여 Bhargava et al.(1982)와 Baltagi & Wu(1999)가 제안한 검정통계를 활용하였다. 이들에 따르면, 검정통계량이 2에 가까우면 자기상관이 없는 것으로 판단할 수 있고, 2에서 어느정도 떨어져 있으면 자기상관이 있다고 볼 수 있다[52, 53]. 분석결과, Durbin-Watson = 1.989으로 2에서 상당히 가깝다고 볼 수 있어 자기상관이 없는 것으로 볼 수 있다.

Table 4. Result of Fixed effect model analysis on GRDP

Variable	B	SE	z
Robot company's production output	106.2**	17.7	6.010
Proportion of robot company's production output	4.57E+08	4.43E+08	1.030
Presence or absence of robot innovation institutions	1.60E+07**	5.97E+06	2.690
National R&D investment	5,386.3***	1,067.5	5.050
R&D manpower ratio	-1.09E+09***	2.17E+08	-5.040
Exports	1,562.9***	289.4	5.400
Manufacturing production increase/decrease rate	1.29E+06	1.28E+06	1.010
Service industry production increase/decrease rate	5.00E+06	8.44E+06	0.590
Constant	8.68E+06	2.67E+07	0.320

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

※ R-sq : within = 0.7636, between = 0.3275, overall = 0.3299

이와 같은 결과는 지역 내 로봇기업의 생산액의 증가가 지역의 총생산액을 증가시킨다는 것을 의미하기 때문에 로봇기업이 규모 확대의 중요성을 나타내고 있다. 더 불어 로봇혁신기관 유무가 GRDP에 긍정적인 영향을 주

고 있어 로봇혁신기관을 중심으로 한 네트워크 형성의 필요성을 강조하고 있다.

4.2 지역경제성장률에 미치는 영향요인

종속변수를 지역경제성장률로 하여 패널회귀분석한 결과는 다음의 Table 5와 같다. 분석에 앞서 패널데이터의 고정효과모형과 확률효과모형 선택을 위해 Hausman 검정을 실시하였는데, Hausman의 통계량은 6.80이며 유의확률은 0.146로 유의하지 않는 것으로 나타나 유의수준 하에서 대립가설(고정효과 모형)을 기각함으로써 확률효과 모형을 활용하였다.

분석결과를 살펴보면, 로봇기업생산액(B=2.18E-06, p<0.01)은 지역경제성장률에 유의미한 긍정적인(+) 영향을 미치는 것으로 나타났다. 반면 로봇기업생산액의 비중과 혁신기관 유무는 지역경제성장률과 관련성이 없는 것으로 나타났다.

이와 같은 결과는 실제 지역경제성장률에 있어서 로봇기업의 생산액이 중요하며, 이는 장기적 관점에서 지속되어야함을 강조하고 있다.

Table 5. Result of Random effect model analysis on regional economic growth rate

Variable	B	SE	z
Robot company's production output	2.18E-06***	7.82E-07	2.790
Proportion of robot company's production output	-3.253	22.676	-0.140
Presence or absence of robot innovation institutions	-0.668	0.769	-0.870
National R&D investment	-0.000	0.000	-1.080
R&D manpower ratio	8.801	9.776	0.900
Exports	-0.000*	0.000	-1.930
Manufacturing production increase/decrease rate	0.225***	0.055	4.090
Service industry production increase/decrease rate	0.057	0.257	0.220
Constant	1.932	0.882	2.190

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

※ R-sq : within = 0.5972, between = 0.9907, overall = 0.5894

분석모형 검증을 위하여 Breusch-Pagand의 LM (Lagrangian Multiplier)검정 결과 값이 4.26, 유의확률 0.0195로 p값이 0.1보다 작기 때문에 10% 유의수준에서 귀무가설이 기각됨에 따라 합동OLS보다는 패널개체를 특성을 고려한 확률효과 모형을 추정해야한다는 결론

을 내릴 수 있다. 다음으로 오차항에 따른 자기상관분석 결과, Durbin-Watson = 1.774로 일부 거리가 있어, 자기상관이 존재하는 것으로 나타났다.

이에 자기상관이 존재한다는 가정하에 확률효과를 추정 한 결과는 Table6과 같으며, 분석결과는 앞서 확률효과분석 결과와 동일한 독립변수들이 유의한 것으로 나타나 동일하게 해석할 수 있다.

Table 6. Result of Random effect model analysis on regional economic growth rate(AR(1) Consider)

Variable	B	SE	z
Robot company's production output	2.47E-06***	8.08E-07	3.050
Proportion of robot company's production output	-3.176	23.253	-0.140
Presence or absence of robot innovation institutions	-0.665	0.729	-0.910
National R&D investment	-5.2E-05	4.63E-05	-1.120
R&D manpower ratio	9.404	9.405	1.000
Exports	-3.1E-05**	1.33E-05	-2.290
Manufacturing production increase/decrease rate	0.205***	0.057	3.600
Service industry production increase/decrease rate	0.044	0.273	0.160
Constant	2.063	0.870	2.370

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01
 ※ R-sq : within = 0.5919, between = 0.9940, overall = 0.5839

4.3 청년취업률에 미치는 영향요인

종속변수를 청년취업률로 하여 패널회귀분석한 결과는 다음의 Table 7과 같다. 분석에 앞서 패널데이터의 고정효과모형과 확률효과모형 선택을 위해 Hausman 검정을 실시하였는데, Hausman의 통계량은 6.88이며 유의확률은 0.149로 유의하지 않는 것으로 나타나 유의수준 하에서 대립가설(고정효과 모형)을 기각함으로써 확률효과 모형을 활용하였다.

분석결과를 살펴보면, 로봇기업생산액 비중(B=95.383, p<0.05)은 청년취업률에 유의미한 긍정적인(+) 영향을 미치는 것으로 나타났다. 반면 로봇기업생산액과 혁신기관 유무는 청년취업률과 관련성이 없는 것으로 나타났다.

분석모형 검증을 위하여 Breusch-Pagand의 LM검정 결과 값이 3.84, 유의확률 0.025로 p값이 0.1보다 작기 때문에 10% 유의수준에서 귀무가설이 기각됨에 따라 합동OLS보다는 패널개체를 특성을 고려한 확률효과 모

형을 추정해야한다는 결론을 내릴 수 있다. 다음으로 오차항에 따른 자기상관분석 결과, Durbin-Watson = 2.000으로 2에서 상당히 가깝다고 볼 수 있어 자기상관이 없는 것으로 볼 수 있다.

이와 같은 결과는 청년취업률은 전 산업에서 로봇기업의 비중이 높아지게 되면 청년 취업률이 증가함을 의미하는데, 이는 로봇기업의 확대를 통해 양질의 일자리 증가로 인하여 청년 취업률이 확대되는 것으로 유추할 수 있다. 통제변수의 연구개발의 비중의 긍정적인 영향을 미치는 것도 이와 같은 해석을 보완하는데, 실제 연구개발인력은 기업이 기술경쟁력 향상을 위해 기술에 대한 지불능력을 바탕으로 양질의 일자리를 제공하기 때문에 청년취업률에 긍정적인 효과를 주고 있어[54,55], 마찬가지로 로봇기업의 비중 확대가 양질의 일자리를 창출시켜 청년취업률에 긍정적인 영향을 주는 것으로 판단된다.

Table 7. Result of Random effect model analysis on youth employment rate

Variable	B	SE	z
Robot company's production output	-2.71E-08	1.31E-06	-0.020
Proportion of robot company's production output	95.383**	37.975	2.510
Presence or absence of robot innovation institutions	0.443	1.288	0.340
National R&D investment	-1.93E-04**	8.04E-05	-2.400
R&D manpower ratio	47.097***	16.371	2.880
Exports	3.30E-05	2.16E-05	1.530
Manufacturing production increase/decrease rate	0.117	0.092	1.270
Service industry production increase/decrease rate	-0.072	0.431	-0.170
Constant	34.902***	1.478	23.620

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01
 ※ R-sq : within = 0.5437, between = 0.8217, overall = 0.5467

5. 결론

본 연구는 지역경제 활성화 관점에서 로봇산업이 지역경제에 미치는 영향을 실증분석하기 위하여 수행되었다. 이를 위해 로봇기업생산액, 로봇기업생산액비중, 로봇혁신기관유무를 독립변수를 설정하였으며, GRDP, 지역경제성장률, 청년취업률을 종속변수로 각각 선정하였다.

분석을 위하여 산업통상자원부가 발표하는 2015년 ~ 2017년도 총 14개 광역자치단체별 로봇기업의 현황데이터와 각 부처가 발표하는 통계청의「지역소득」[56], 「경제활동인구조사」[57], 「광업 제조업동향조사」[58], 「서비스업 동향조사」[59], 과학기술정보통신부·KISTEP「연구개발활동조사」[60], 중소벤처기업부「중소중견기업수출통계」[61]의 자료를 토대로 패널데이터를 구축하였으며, 패널회귀분석을 통해 실증분석을 시도하였다.

분석결과는 다음과 같다. 먼저 로봇기업생산액은 GRDP와 지역경제성장률에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났으며, 로봇기업생산액비중은 청년취업률에 영향을 주는 것으로 나타났고, 로봇혁신기관 유무는 GRDP에 영향을 주는 것으로 나타났다.

이러한 영향력을 바탕으로 종합하여 보면, 로봇산업의 모든 요인이 지역경제 요소에 있어 동일한 효과를 나타내지 않는다는 것을 의미한다. 즉, 로봇진흥정책에 있어 복합적인 방안을 고려해야지만 그 효과가 전체적인 효과로 나타난다는 것을 의미한다. 최근 각 지자체에서는 지역의 로봇산업 발전을 위한 로봇랜드 설치, 로봇산업 클러스터 구축, 국가로봇테스트필드 사업 유치 등 기반 확대를 위한 노력 등을 수행하고 있는데, 이와 같은 노력이 지역 내 총 생산액을 늘릴 수 있을지는 모르지만 지역 내 발생하는 청년취업 문제나 지역경제성장을 위한 전부가 아님을 의미한다. 그렇기 때문에 지역에서는 로봇산업 정책에 있어 기존 지역 내 로봇기업의 외형을 확대하는 동시에, 지역 내 로봇산업이 다양화되고 확대 될 수 있는 진흥정책이 복합되었을 때 지역경제에 있어 로봇산업이 올바른 역할을 할 것으로 판단된다.

본 연구를 통해 도출되는 정책적 시사점은 다음과 같다. 첫째, 로봇산업 육성을 위해서는 지역을 중·심으로 한 전후방산업의 생태계 구축이 우선시 되어야 한다. 현재 로봇업체가 수도권에 집중되어 있고 이에 다른 로봇업체와 수요업체간 괴리가 존재하고 있다. 이에 지역에서는 로봇제조업체와 로봇수요업체 간 선순환구조를 마련하고 로봇활용 확대를 통한 로봇산업 육성이 요구된다. 둘째, 로봇산업 육성을 위해서는 지역의 전문기관-로봇전문기관 간 협력체계 구축을 요구된다. 실증 분석결과에서도 로봇전문기관이 일부 성과에 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났는데, 이러한 로봇전문기관이 부재한 지역의 경우 지역이 보유하고 있는 혁신자원과 중앙부처 중심의 로봇전문기관 간 연계를 통해 산업 육성 방안이 마련되어야 할 것이다. 마지막으로 로봇산업 육성 극대화를 위해서는 지역로봇육성 정책의 마련 및 고도화가

이루어져야 한다. 대부분의 지역이 R&D 및 인프라 구축 중심의 로봇산업 육성에 초점되어 있어, 실제 장기적 관점에서 구체적인 로봇산업 육성방안이 마련되어 있지 않다. 그렇기 때문에 지자체별 특화된 산업을 고려하여 지역 투자정책(법규포함)과 장기적인 프로세스 로드맵이 요구된다.

본 연구 결과를 통해 나타난 기여는 무엇보다 로봇산업의 지역경제의 효과를 실증분석 하였다는 점에 있겠다. 기존의 연구가 로봇산업의 경제적 효과를 실증하지 못하였으며, 특히 지역경제를 실증하지 못하였다는 점에서 본 연구가 갖는 차별성이 크다고 볼 수 있다. 나아가 기존의 지역경제를 경제규모 뿐만 아니라 청년취업률이라는 관점을 확장하여 분석하였다는 점에서 현 시점에서 지역경제가 처한 상황을 고려하고, 정책방향에 부합한 연구라는 점에서 의의가 있다고 하겠다.

하지만 그럼에도 본 연구가 갖는 한계점은 다음과 같다. 지역경제성장에 있어 다양한 요소가 영향을 미칠 것으로 판단되는데, 본 연구에서 채택한 통제변수는 연구역량과 수출액, 제조·서비스 산업성장률 등에 한정하고 있어, 지역경제와 밀접하게 관련성이 높은 다양한 요소들의 통제가 필요할 것으로 판단된다. 더불어 시계열 연구임에도 불구하고, 3년의 짧은 관찰기간을 가진 패널데이터를 바탕으로 분석이 이루어졌기 때문이다. 그러므로 본 연구의 결과해석과 일반화에 있어서는 주의가 필요하다.

References

- [1] M. Shi, "China's Robot Industry Faces Severe Challenge in Development", *Science & Technology Review*, Vol.32, pp.9, 2014.
- [2] Q. Wu, Y. Liu, C. Wu, "An overview of current situations of robot industry development", *ITM Web of Conferences*, Wuhan, China, Vol.17, pp.1-6, December 2017.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1051/itmconf/20181703019>
- [3] IFR, Investment in Robotics Research - Global Report 2020, Research Report, International Federation of Robotics, Germany, pp.5-14.
- [4] E. Brynjolfsson, A. McAfee, The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies, p.336, W.W.Norton & Company, 2014, p.336.
- [5] M. Ford, Rise of the Robots: Technology and the Threat of a Jobless Future, p.352, Basic Books, 2015, pp.1-352.

- [6] R. Bogue, "Europe continues to lead the way in the collaborative robot business", *Industrial Robot: An International Journal*, Vol.43, No.1, pp.6-11, 2016.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1108/IR-10-2015-0195>
- [7] R. Huang, "Characteristics of International Robot Industry Development and Its Enlightenment to China", *Canadian Social Science*, Vol.11, No.1, pp.110-113, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.3968/6040>
- [8] N. Xi, Y. Yang, "The rise of the robot industry in China", *HKIE Transactions*, Vol.22, No.2, pp.98-102, 2015.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1080/1023697X.2015.1043959>
- [9] J. A. Nielsen, K. N. Andersen, A. Sigh, "Robots conquering local government services: A case study of eldercare in Denmark", *Information Polity*, Vol.21, No.2, pp.139-151, 2016.
DOI: <https://dx.doi.org/10.3233/IP-160381>
- [10] A. Horne, A. Le Sueur, Parliament: Legislation and Accountability, p.344, Hart Publishing, 2016, pp.183-202.
- [11] E. Y. Kim, "A Study on Characteristics and Policy Support of Domestic Robot Industry: Focusing on the Transfer Characteristics and Innovation Performance of Middle and Small Sized Companies", *Korean Management Consulting Review*, Vol.18, No.4, pp.223-234, 2018.
- [12] S. M. Mun, J. W. Jeon, "A Study on the Present Status of Robot Industry and Policy", *Information & Communications Magazine*, Vol.36, No.1, pp.42-48, 2018.
- [13] B. G. Lee, "Competitiveness Evaluation and Policy Tasks on Robot Industry", *KERI Brief*, Vol.17, No.14, pp.1-24, 2017.
- [14] H. G. Lee, "Current Status of Intelligent Robot Industry Policy", *Journal of KSNVE*, Vol.14, No.3, pp.6-22, 2004.
- [15] H. S. Jo, C. G. Lee, "Study on the Effect of Government's R&D Funding in the Robot Industry: Focusing on Behavioural Additionality", *Daehan Journal of business*, Vol.25, No.7, pp.3019-3040, 2012.
- [16] S. Y. Sohn, M. J. Kim, "Strategies for revitalization for intelligent robot industry in Korea based on structural equation model", *Industrial Robot: An International Journal*, Vol.37, No.1, pp.97-105, 2010.
DOI: <https://doi.org/10.1108/01439911011010009>
- [17] J. S. Lee, J. T. Min, Y. S. Choi, M. J. Park, D. S. Sohn, "A Study on the Hardware Cost Estimation Equation of Professional Service Robot", *Journal of digital convergence*, Vol.16, No.7, pp.89-96, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.14400/JDC.2018.16.7.089>
- [18] J. S. Lee, D. S. Sohn, Y. S. Choi, M. J. Park, J. T. Min, "A Study on the Factors of the Hardware Cost Estimation for Service Robot Development", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.19, No.5, pp.35-44, 2018.
DOI: <https://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.5.35>
- [19] ISO, ISO 8376:2912 Robots and Robotic Devices—Vocabulary [Internet]. International Organization for Standardization(ISO), c2012, Available From: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8373:ed-2:v1:en> (accessed Jung. 20, 2021)
- [20] Statistics Korea, Results of the 3rd revision of special classification for robot industry, Policy Report, Korea, pp.1-10.
- [21] D. Acemoglu, P. Restrepo, "Automation and new tasks: The implications of the task content of production for labor demand", *Journal of Economic Perspectives*, Vol.33, No.2, pp.3-30, November 2018.
DOI: <https://doi.org/10.1257/jep.33.2.3>
- [22] M. Arduengo, L. Sentis, The Robot Economy: Here It Comes, *International Journal of Social Robotics*, pp.1-10, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s12369-020-00686-1>
- [23] M. Frank, P. Roehrig, B. Pring, What to do when machines do everything: How to get ahead in a world of AI, algorithms, bots, and Big Data, p.256, John Wiley & Son, 2017.
- [24] K. LaGrandeur, J. J. Hughes, Surviving the machine age: Intelligent technology and the transformation of human work, p.166, Springer, 2017, p.19-50.
DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-51165-8>
- [25] R. Talwar, S. Wells, A. Whittington, A. Koury, M. Romero, The Future Reinvented: Reimagining Life, Society, and Business, p.178, Fast Future Publishing Ltd, 2017, p.1-178.
- [26] D. M. West, The future of work: Robots, AI, and automation, p.219, Brookings Institution Press, 2018, p.1-219.
- [27] S. G. Benzell, L. J. Kotlikoff, G. LaGarda, J. D. Sachs, "Robots are us: Some economics of human replacement", *National Bureau of Economic Research*, pp.1-55, February 2015.
DOI: <https://dx.doi.org/10.3386/w20941>
- [28] A. Berg, E. F. Buffie, L. F. Zanna, "Should we fear the robot revolution?(The correct answer is yes)", *Journal of Monetary Economics*, Vol.97, pp.117-148, August 2018.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.jmoneco.2018.05.014>
- [29] A. Korinek, J. E. Stiglitz, Artificial Intelligence and Its Implications for Income Distribution and Unemployment, p.75, University of Chicago Press, 2019, pp.1-75.
DOI: <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226613475.001.0001>
- [30] J. Manyika, M. Chui, M. Miremadi, A future that works: AI, automation, employment, and productivity, Technical Report, McKinsey Global Institute Research, US, pp.1-137.
- [31] J. Gillham, L. Rimmington, H. Dance, G. Verweij, A.

- Rao, K. B. Roberts, M. Paich, The macroeconomic impact of artificial intelligence, Technical Report, PwC, United Kingdom, pp.1-71.
DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21506.38083>
- [32] C. Webster, S. Ivanov, "Future tourism in a robot-based economy: a perspective article", *Tourism Review*, Vol.75, No.1, pp.329-332, 2019.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1108/TR-05-2019-0172>
- [33] D. N. Le, C. V. Le, J. G. Tromp, G. N. Nguyen, Emerging technologies for health and medicine: virtual reality, augmented reality, artificial intelligence, internet of things, robotics, industry 4.0, p.318, John Wiley & Sons, 2018, p.1-318.
- [34] K. S. Park, Y. S. Shin, E. J. Cho, J. H. Lee, H. B. Lee, Structural Change of Robot Industry and Input-Output Analysis, Research Report, Korea Institute for Industrial Economics and Trade, Korea, pp.1-132.
- [35] Y. J. Shin, "The Economic Effects of the Robot Industry on Other Industries", *Korea Internet Electronic Commerce Association*, Vol.20, No.5, pp.201-224, 2020.
DOI: <https://dx.doi.org/10.37272/IIECR.2020.10.20.5.201>
- [36] D. Kartikasari, "The Effect of Export, Import and Investment to Economic Growth of Riau Island Indonesia", *International Journal of Economics and Financial Issues*, Vol.7, No.4, pp.663-667, 2017.
- [37] D. Taujiharrahman, R. El-Junusi, Z. A. Fataron, "Financing Relations Of MSME And Non-MSMEs, Number Of Syariah Bank Offices To Gross Regional Domestic Product", *Journal of Islamic Finance and Banking*, Vol.3, No.1, pp.1-20, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.21580/al-arbah.2021.3.1.7424>
- [38] T. C. Wijayanti, D. C. Darma, "The role of investment and government expenditure on grdp and human development in East Kalimantan", *International Journal of Scientific & Technology Research*, Vol.8, No.9, pp.1232-1237, 2019.
- [39] K. H. Kim, G. S. Min, H. J. Kim, "A study on the effect of industrial complex area and housing area ratio on gross regional domestic production(GRDP)", *Korea Real Estate Society*, Vol.37, No.2, pp.125-142, 2019.
- [40] B. W. Kim, "Regional Growth and Time-Series and Panel Analysis", *Korea Industrial Economics Association*, Vol.32, No.2, pp.797-827, 2019.
DOI: <https://dx.doi.org/10.22558/ieeb.2019.04.32.2.797>
- [41] H. J. Yun, K. W. Chung, "The Effect of GRDP on the Financial Ratios of Credit Union Located in Daegu and Gyeongbuk region", *Journal of SME Finance*, Vol.40, No.2, pp.29-50, 2020.
DOI: <https://dx.doi.org/10.33219/jsmf.2020.40.2.002>
- [42] K. H. Hwang, "A Study on the Effect of the Culture, Sports, and Tourism Industry in the Regional Economy", *Journal of Cultural Industry Studies*, Vol.21, No.1, pp.23-30, 2021.
- [43] D. G. Kim, "A study on substitutive employment relationship between the Older and young labors", *Journal of Welfare for the Aged Institute*, Vol.70, No.70, pp.293-318, 2015.
DOI: <https://dx.doi.org/10.21194/kjgs.70.201512.293>
- [44] M. T. Choudhry, E. Marelli, M. Signorelli, "Youth unemployment rate and impact of financial crises", *International journal of manpower*, Vol.33, No.1, pp.76-95, 2012.
DOI: <https://doi.org/10.1108/01437721211212538>
- [45] N. O'higgins, "This time it's different? Youth labour markets during 'the Great Recession'", *Comparative Economic Studies*, Vol.54, No.2, pp.395-412, 2012.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1057/ces.2012.15>
- [46] N. O'higgins, Rising to the youth employment challenge: New evidence on key policy issues, p.234, International Labour Office, 2017, pp.1-234.
- [47] J. H. Yoon, "An Inter-industry Analysis of the Korean Rolling Stock Exports with the 2014 Input-Output Statistics", *Korea Logistics Review*, Vol.29, No.2, pp.47-56, 2019.
DOI: <https://dx.doi.org/10.17825/klr.2019.29.2.47>
- [48] B. H. Choi, "A Study on the Economic Effects of Wide-Regional Zones Port Logistic Industry", *Journal of Korea Port Economic Association*, Vol.25, No.3, pp.21-42, 2009.
- [49] W. S. Seo, S. C. Ko, K. S. Yang, "Economic Impacts of Technoparks on Regional Economy and the Policy Implications", *Journal of The Korean Regional Development Association*, Vol.22, No.2, pp.79-98, 2010.
- [50] J. S. Jung, E. Y. Kim, "The Effects of the National Innovation System's Factors on the Performance of Innovative Clusters: The Moderating Effects of Social Capital", *International Area Studies Review*, Vol.21, No.2, pp.31-67, 2012.
- [51] Ministry of Trade, Industry and Energy, Korea Institute for Robot Industry Advancement, Korea Association of Robot Industry, Robot Industry Survey, Research Report, Ministry of Trade, Industry and Energy.
- [52] A. Bhargava, L. Franzini, W. Narendranathan, "Serial correlation and the fixed effects model", *The Review of Economic Studies*, Vol.49, No.4, pp.533-549, 1982.
DOI : <https://doi.org/10.2307/2297285>
- [53] B. H. Baltagi, P. X. Wu, "Unequally spaced panel data regressions with AR (1) disturbances", *Econometric theory*, Vol.15 No.6, pp/814-823, 1999.
DOI : <https://doi.org/10.1017/S0266466699156020>
- [54] Y. G. Yoon, M. S. No, S. H. Jo, R&D and Technological Innovation Support Policies and Youth Job Creation, Research Report, Korea Labor Institute, Korea, pp.1-134.
- [55] Y. G. Yoon, S. H. Jo, A Study of the Effect of Government R&D Support on Firm's Employment and

Business Performance, *Labor Revive*, 6 Korea, pp.23-42, 2020.

- [56] Statistics Korea. Regional Income[Internet]. Statistics Korea, 2020[cited 2020 December 23], Available From: https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1C86&conn_path=12 (accessed June. 14, 2021)
- [57] Statistics Korea. Economically Active Population Survey[Internet]. Statistics Korea, 2017[cited 2017 August 29], Available From: https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1ES3A01 (accessed June. 14, 2021)
- [58] Statistics Korea. Mining and Manufacturing Trend Survey[Internet]. Statistics Korea, 2020[cited 2020 October 29], Available From: https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1KB6003&conn_path=12 (accessed June. 14, 2021)
- [59] Statistics Korea. Service Industry Trend Survey[Internet]. Statistics Korea, 2020[cited 2020 February 8], Available From: https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1KC2014 (accessed June. 14, 2021)
- [60] Ministry of Science and Technology Information and Communication, Korea Institute of Science and Technology Planning and Evaluation, statistical report, Korea, p.32.
- [61] Ministry of SMEs and Startups. Small and Medium Business Export Statistics[Internet]. Statistics Korea, 2021[cited 2021 April 23], Available From: https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=142&tblId=DT_B10062 (accessed June. 14, 2021)

이 정 수(Jungsoo Lee)

[정회원]



- 2011년 2월 : 건국대학교 기술경영학과(경영학석사)
- 2018년 8월 : 건국대학교 기술경영학과(경영학박사)
- 2016년 2월 ~ 현재 : 한국로봇융합연구원 선임연구원

<관심분야>

기술경영, NIS, 로봇

박 민 정(Minjeong Park)

[정회원]



- 2017년 2월 : 충남대학교 선박해양공학부(공학사)
- 2017년 12월 ~ 현재 : 한국로봇융합연구원 주임연구원

<관심분야>

로봇, 기술경영, 기술정책

민 정 탁(JungTak, Min)

[정회원]



- 2004년 2월 : 동아대학교 전기공학과(공학석사)
- 2016년 8월 : 부산대학교 기술정책학과(기술정책학박사)
- 2008년 11월 ~ 현재 : 한국로봇융합연구원 전략사업본부장

<관심분야>

로봇, 기술정책, 사업화

박 명 준(MyeongJun, Park)

[정회원]



- 2011년 8월 : 서울대학교 기술경영(경영학석사)
- 2008년 ~ 2009년 : POSCO 사원
- 2011년 ~ 2016년 : 한국해양과학기술진흥원 연구원
- 2016년 10월 ~ 현재 : 한국로봇융합연구원 기획조정실장

<관심분야>

HRI, 경제성공학, 투자전략

손 동 섭(Dong Seop, Sohn)

[정회원]



- 2004년 2월 : 동아대학교 전기공학(공학석사)
- 2017년 8월 : 성균관대학교 기술경영학과(공학박사)
- 2010년 ~ 2015년 : 한국로봇산업진흥원 정책예산팀장
- 2015년 5월 ~ 현재 : 한국로봇융합연구원 책임연구원

〈관심분야〉

Robotics, 제어시스템, 기술 정책/혁신/사업화