

제조AI 도입환경이 기술신뢰와 활용의도에 미치는 영향에 관한 연구: TOE 프레임워크를 중심으로

임완수*, 박현숙**

서울벤처대학원대학교 융합산업학과 박사과정*, 서울벤처대학원대학교 융합산업학과 교수**

The Impact of the Manufacturing AI Introduction Environment on Technology Trust and Intention to Utilize: Focusing on the TOE Framework

Wan-Soo Lim*, Hyeon-Suk Park**

Doctoral Student*, Professor, Dept. of Convergence Industry, Seoul Venture University**

요 약

AI

TOE

본 연구는 제조업 중소기업의 제조AI 도입의도에 영향을 미치는 요인을 TOE 프레임워크를 적용하여 분석하였다. 독립변수로 기술신뢰, 기술준비도, 경쟁압박, 파트너 지원, 관리혁신, IT능력, 제조AI 도입환경(제조업 특성, 제조업 규모, 제조업 지역)을 적용하였고, 종속변수로 제조AI 도입의도를 측정하였다. 또한, 기술신뢰의 매개효과와 제조업 지역의 조절효과를 분석하였다. 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 독립변수와 종속변수 간의 직접효과를 검증한 결과, 기술신뢰, 기술준비도, 경쟁압박, 파트너 지원, 관리혁신, IT능력, 제조업 특성, 제조업 규모, 제조업 지역은 모두 통계적으로 유의미한 영향을 미쳤으나, 제조업 특성은 통계적으로 유의미하지 않았다. 둘째, 기술신뢰는 제조업 특성과 제조AI 도입의도 간의 완전매개효과를, 관리혁신은 제조업 규모와 제조AI 도입의도 간의 부분매개효과를 보였다. 셋째, 제조업 지역은 제조업 특성, 경쟁압박, 파트너 지원과 제조AI 도입의도 간의 조절효과를 보였다. 결론적으로, 제조업 중소기업의 제조AI 도입의도를 높이기 위해서는 다양한 제조업 특성과 제조업 규모, 제조업 지역을 고려한 연구가 필요하다.

주제어 : 제조업 특성, 제조업 규모, 제조업 지역, AI, 기술신뢰, 기술준비도, 경쟁압박, 파트너 지원, 관리혁신, IT능력, 제조AI 도입의도

Abstract This study empirically analyzed the factors affecting the intention to utilize manufacturing AI in SM-sized manufacturers by applying the TOE framework. Independent variables that are expected to influence were applied, focusing on TOE factors and managerial characteristics that reflect the characteristics of SME manufacturers. In addition, the mediating effect of technology trust and the moderating effect of factory location were analyzed. The results are as follows. First, the relationship between the independent variables and the dependent variable was tested, and the direct effects of the independent variables(complexity, organizational innovation, IT ability, competitive pressure, partner support, and managerial innovation) on the dependent variable were all statistically significant, except for compatibility. Second, the mediation effect of technology trustness was verified to have a full mediation effect between compatibility and utilization intention, and a partial mediation effect between managerial innovation and utilization intention. Third, among the seven independent variables, the moderating effect of factory location(metropolitan and non-metro) between the three independent variables of IT ability, competitive pressure, and partner support and the utilization intention was found to be significant. To increase the intention to utilize manufacturing AI for SM-sized manufacturers, it is recommended that more diverse and broader studies are needed, not only the factors identified in this study, but also the understanding and awareness of manufacturing AI.

Key Words : SME manufacturer, Manufacturing Data, Manufacturing AI, Technology Trustness, Utilization Intention

Received 13 Jun 2024, Revised 05 Jul 2024

Accepted 11 Jul 2024

Corresponding Author: Hyeon-Suk Park
(Seoul Venture University)

Email: hspark@svu.ac.kr

ISSN: 2466-1139(Print)

ISSN: 2714-013X(Online)

Industrial Promotion Institute. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

1.1 인공지능 기술 및 시장 동향

인공지능(AI) 기술은 눈부신 발전과 성장을 거듭해 오고 있으며, 오늘날 모든 산업분야에서 디지털 전환과 생산성 증대를 주도해 나갈 핵심 요소로 각광받고 있다. AI는 컴퓨팅의 발전 속도에 관한 대표적 이론인, 이른바 ‘무어의 법칙(Moore’s Law)’의 약 50배에 달하는 획기적인 속도로 발전하고 있다(Wang, 2020)[1].

글로벌 AI 시장규모는 다수의 유력 매체마다 약간의 차이는 있지만 전 세계 인공지능 산업·시장은 연평균 30% 이상의 가파른 성장세가 전망되고 있다. 먼저 글로벌 ICT 컨설팅기관인 프리시던스리서치(Precedence Reserch, 2022)에 따르면 ‘21년부터 ‘30년까지 AI 산업 시장 규모는 38.1%의 연평균성장률(CAGR)을 기록하여 ‘30년에는 1조 5,910억 달러(약 2,021조 3,655억 원)에 달할 것으로 전망하고 있으며, 마켓앤마켓(MarketandMarkets)은 ‘19년부터 ‘26년까지 연평균 39.7% 성장하여 ‘26년 그 규모가 3,095억 달러 규모에 달할 것으로 전망하고 있다. 특히, 금융, IT, 소매 및 전자상거래, 헬스케어, 운수 및 물류, 국방 및 공공, 제조, 에너지, 그 외 산업으로 분류했을 경우 헬스케어 분야의 42.1%에 이어 제조업 분야도 41.4%의 가파른 성장 전망을 보여주고 있다(Marketand -Markets, 2021). 국내 인공지능 시장의 경우 ‘27년까지 연평균 14.9% 성장하며 4조 4,636억원 규모를 달성할 것으로 전망(IDC Korea, 2023)되고 있으며, 이는 타 산업에 대한 성장 전망과 비교할 때 그 성장속도가 매우 빠르고 급격한 수준이라 할 수 있다(채명식·조유리, 2023)[2].

1.2 인공지능과 제조업의 융합 및 연구 필요성

최근 전통적 제조강국인 독일, 미국, 일본에서는 제조데이터와 인공지능(AI) 기술을 기반으로 한 제조업 혁신을 촉진하고 있으며, 중국, 인도 등 신흥국 역시 기술격차의 극복과 함께 자국의 경쟁력 확보를 위해 제조데이터 및 AI 기술을 적극 활용하고 있다.

제조산업 전 과정에 다양한 기술에 기반하여 제조데이터로 융합·연결되어 부가가치를 창출하는 4차 산업혁명의 핵심기술들로 인해 기존 제조방식이나 시스템의 혁신이

다양하게 일어나고 있으며, 산업 전반에 걸쳐 영향을 미치고 있다. 이러한 혁신을 전개하는데 있어 제조데이터 기반의 제조AI의 활용은 매우 중요하며, 제조AI의 도입 및 활용을 위해 체계적인 로드맵을 수립할 필요가 있다. 제조데이터 기반의 제조AI 활용은 제품 및 공정에서의 혁신 이외에도 연구개발, 제품기획 및 시제품 제작, 설비 예지보전과 같은 스마트팩토리 분야와 공급망 관리(SCM), 사후 서비스, 고객관리 등의 제조업의 서비스화 등 제조산업 전반의 가치사슬의 비용 절감과 고부가가치화에 활용될 수 있다, 이를 통해 제조산업과 다른 산업간의 상호연계와 융합이 급속하게 진행될 것으로 예측하고 있으며, 이는 기존의 방식으로는 처리할 수 없었던 다양한 형태의 제조데이터에서 의미 있는 정보를 만들어 내어 제조AI를 통한 의사결정 과정과 솔루션 제공, 그리고 다양한 업무에서 효율적으로 사용할 수 있다(Wu & Chen, 2014)[3].

따라서 제조경쟁력 강화와 제조산업 혁신으로 활용되고 있는 제조데이터와 인공지능을 융합한 제조AI 기술에 대해 중소 제조기업에 재직 중인 과장급 이상 관리자를 대상으로 활용의도에 대하여 실증 연구하고자 한다. 첫째, 혁신기술, 정보통신기술 수용이론 중 조직 차원의 설명력이 높고 많은 선행연구를 통해 다양한 분야와 기술에서 검증된 TOE(기술·조직·환경) 프레임워크로 중소기업, 제조현장에서 수용, 활용에 영향을 미칠 수 있는 요인들을 독립변수로 선정하여 그 영향력과 차이를 검증하고, 둘째, 제조업과 인공지능의 융합기술인 제조AI에 대한 기술신뢰의 매개효과를 실증분석해 보고자 한다. 셋째, 우리나라 중소 제조기업의 환경적 특성을 감안한 독립변수들의 공장소재지(수도권과 비수도권)에 따른 활용의도에 대한 조절효과를 분석하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 TOE(기술·조직·환경) 프레임워크 개념

Tornatzky & Fleischer(1990)[4]는 TOE 프레임워크를 통해 특정조직이 IT 기술을 도입하는 과정에서 영향을 받는 요인에 관하여 기술적(Technological), 조직적(Organizational), 외부 환경적(Environmental) 상황의 세가지 관점에서 설명하고 있다. 기업에서 기술이나 혁신을 도입하는 특성을 개인 측면의 기술 및 혁신수용의

관점과 달리 기업이 당면한 내/외부 환경요인을 고려한 모델이라는 점에서 기술수용모델과는 명확한 차이점이 있다(김남형, 2023)[5].

TOE 프레임워크에서 기술적 요인은 기업과 관련된 내·외부 기술을 포함하며, 이는 기업내부에서 사용하는 기술 뿐 아니라 시장에서 사용 가능한 모든 기술을 포함한다. 따라서 기업 내·외부에 기술자원의 적용수준과 애플리케이션의 지각된 상대적 우위, 호환성, 복잡성, 시험가능성, 관측가능성 등이 여기에 해당된다. 조직적 요인은 기업의 규모 및 경영구조와 같은 기업의 특성과 자원을 의미하는 것으로 기업의 사업범위, 경영진의 지원, 조직문화, 집중화 측면에서 관측된 관리구조의 복잡성, 형식성, 수직적 분화, 인적자원의 품질, 규모, 조직내 여유자원이나 전문화와 같은 규모와 관련된 문제 등을 말한다(Tornatzky and Fleisher, 1990; Sabherwal et al., 2006; Jeyaraj et al., 2006)[4, 6, 7]. 환경적 요인은 조직운영과 관련된 촉진요인 및 저해요인이 관련되어 있으며, 산업구조 및 규모, 경쟁업체들, 미시경제 배경, 그리고 규제적 환경요소가 포함되어 있다. 중요한 요인으로는 경쟁압력, 거래파트너의 준비도, 사회문화적 이슈, 정부의 장려, 기술지원 인프라 등이 여기에 해당된다(Zhu et al., 2005; Al-Qirim, 2006; Jeyaraj et al., 2006; Scupola, 2009)[8, 9, 10, 11].

선행연구들을 통해 많은 변수가 IT 및 혁신기술 채택을 결정하는 데 중요한 요인으로 밝혀졌으나 연구자들은 경험적으로 지원되어 온 몇 가지 변수를 제외하고는 일관성이 없다고도 하였다(Wolfe, 1994)[12]. 혁신채택 이론의 통일이론이 부족함에 따라 많은 연구들이 Tornatzky & Fleischer(1990)의 조직차원의 IT채택이론에 가능한 한 많은 특성과 요인을 포함하려고 노력해 왔다(Cheon-Pyo Lee et al., 2007)[13].

종합하면 TOE 프레임워크의 구체적인 특징은 다음과 같다. 첫째, 기업 수준에서 기술혁신과 도입을 이해하는데 있어서 유용한 이론적 관점을 제시해 줄 수 있는 잘 짜여진 포괄적인 프레임워크이다(Pudjianto et al., 2011)[14]. 둘째, 기술, 환경 및 조직 특성요인은 대상 연구에 따라 각각 다른 요인들로 재구성 가능하다. 셋째, IT 수용 및 확산의 연구 프레임워크로 매우 유용하고, 일관된 설명을 지원해 일반화할 수 있는 가능성을 보여준다(한석희 & 이윤철, 2008)[15]. TOE 프레임워크는 다양

한 유형의 디지털 혁신 수용 및 활용에 관한 연구에서 유용하게 활용되어질 수 있는 분석적인 체계이론이다(Oliveira & Martins, 2011; 박현지 2019)[16, 17]. TOE 프레임워크는 조직 차원의 연구에 적합하며 정보기술의 수용 관점에서 기술적 상황과 조직적 상황을 기본적으로 고려하고 있으며 경쟁 압력과 같은 외부적인 환경 요인까지 모두 포함한다(박동휘, 2019)[18].

2.2 제조데이터와 제조AI

제조데이터(manufacturing data)란 제조현장인 공장에서 제품 생산과정에서 생성·수집된 디지털 데이터를 의미한다(Tao et al., 2018)[19]. 제조데이터는 제조장비에 내재된 임베디드 시스템과 필요시 추가적인 센서를 부착하여 수집하며 제조AI 분석을 수행하기 위해서는 수집된 센서별 속성이 명시되어 있는 제조AI 데이터셋으로 관리되어야 한다(Ghahramani et al., 2020)[20]. 제조데이터는 분석목적에 따라 숫자, 소리, 이미지, 동영상 등 다양한 형태들이 존재한다. 또한 제조데이터는 실시간성과 규모, 그리고 다양성 측면에서 처리량이 많은 빅데이터 특성(3V)을 내포하기 때문에 제조데이터 분석을 위해서는 그래픽 처리장치(GPU), 중앙 처리장치(CPU), 저장장치(storage), 메모리(memory) 등 고성능 인프라가 필수적이다(김일중, 2022)[21].

제조AI란 제조데이터를 기반으로 스스로 제조현장에서 의사결정을 할 수 있는 인공지능 소프트웨어를 의미한다(Arinez et al., 2020)[22]. 제조AI는 제조현장의 공정 관리, 생산관리, 품질관리, 설비보전, 재고관리, 수요예측, 공급망관리 등을 목적으로 활용되며 그 결과 생산성 및 품질 향상을 견인한다(Egger and Masood, 2020)[23]. 기존에 장인, 또는 고경력자의 감에 의한 분석이 아닌 제조현장인 공장에서 발생하는 현상과 문제를 기술통계, AI를 통해 도출된 정량적인 수치 기반으로 다양한 공정을 과학적으로 운영할 수 있게 한다는 장점이 있다(김일중, 2022). 제조산업 분야에서 제조데이터 기반의 제조AI 활용은 스마트제조에 많은 관심들이 집중되고 있고, 제조데이터를 활용한 디지털 방식의 제조 시스템으로 많이 응용되고 있다. 기업들은 공정설비, 소프트웨어, 센서를 활용한 네트워크(사물인터넷)를 활용한 인프라를 기반으로 물리적 실체가 생산, 운영자 및/또는 기타 연결된 장치와 데이터를 활용할 수 있고, 사물인터넷을 활용 최종

제품에 부착된 센서와 기계장비를 통해 다양한 데이터를 수집하고, 수집된 데이터를 바탕으로 즉각적으로 문제에 대한 해결책을 알 수 있다(정경진, 2021)[24]. 제조AI 활용의 대표적인 항목으로 첫 번째, 설비, 장비의 이상 검출과 불량품 선별과 같은 가시적인 문제 해결 방안이 있다. 두 번째로 기계 설비의 성능 저하, 부품 마모와 노후화, 그리고 에너지 부족 등의 불가시적 문제 해결 부문이다. 세 번째로는 생산 사이클 변경과 생산공정의 조정, 일일 운영 일정 등과 같은 제조공장 생산관리의 전반적 문제 해결 방안이 필요하다. 그리고 원재료와 소요부품의 예측 불가능한 소싱과 고객 수요의 변화, 고객들로 부터의 클레임 등이다. 이와 같은 제조 현장의 여러 가지 문제를 제조데이터를 활용한 인공지능 기술로 해결하는 데 사용할 수 있다(정경진, 2021).

2.3 경영자혁신성

경영진의 혁신에 대한 의지와 지원은 새로운 기술을 도입하고 성공적인 수행을 위한 가장 중요한 요소이다. 또한 경영자의 의지는 시장에서 경쟁우위 달성과 조직의 선택을 성공시키기 위한 중요한 요소 중 하나라고 할 수 있다(Malhotra et al., 2006; Zheng et al., 2013)[25, 26]. Agarwal & Prasad(1998)[27]는 Rogers(1983)[28]가 제시했던 혁신성에 대한 관점을 정보기술 적용 분야에 적용하면서, 기존 Rogers가 제시했던 개인의 혁신성 관점을 좀 더 확장하여 경영진의 혁신의지를 제시하였다.

기업가 정신은 규모가 작을수록 기술혁신 활동이 최고 경영자의 특성에 영향을 받으므로(Shane & Venkatraman, 2000)[29] 벤처기업에서 최고 경영자의 기업가 정신은 기업 내부의 혁신을 강화시키고 외부 협력을 확대하도록 하여 기술기반 기술혁신 성과를 강화(최종열, 2015)[30]시킨다. 기업가 정신의 구성요인은 연구자에 따라 차이는 있으나 일반적으로 혁신성, 위험 감수성, 진취성(Kreiser, P. M., & Davis, J., 2010)[31]으로 이 요인들을 통해 기업이 새로운 투자로 성장을 추구할 수 있으며, 기업의 경쟁력을 강화시키는 것으로 볼 수 있다(Dess & Lumpkin, 2005)[32].

제조데이터, 제조AI 등 정보시스템 관련 분야의 성공을 위해서는 최고경영층의 리더십이 필요하며, 불확실성이 크고 높은 리스크와 혁신적 기회가 맞물려 있어 수용 의사결정 시점부터 활용을 통한 성과 창출까지 과감한

최고경영층의 기업가 정신이 요구된다. 스마트 공장의 경우에도 투자 대비 효과에 대한 불확실성, 제품, 서비스의 무형성 등을 투자에 대한 어려움으로(김승택, 2016)[33] 인식하고 있어 이를 극복하기 위해서는 기업가 정신을 바탕으로 진취적인 혁신이 요구되는 대표적인 분야라고 할 수 있다(길형철, 2019)[34].

2.4 기술신뢰

일반적으로 신뢰는 상대방이 다른 상대방에 대한 최선의 이익에 입각하여 행동할 것이라는 믿음이며, 신뢰는 상대방이 의무에 충실할 것이라는 기대와 함께 자신에게 유리하도록 상대방을 이용할 수 있는 상황이라도 행동을 자제한다는 의지이다(Wilson, 1995)[35]. 어떤 신뢰대상이 도움이 될 것이라는 믿음을 가지고, 신뢰대상에 대한 정보가 부족하고 통제가 되지 않더라도, 기꺼이 신뢰대상으로부터 발생할 수도 있는 위험을 감수하는 것을 의미한다고 볼 때(김정래 · 이상직, 2020)[36], 이러한 신뢰의 개념은 협력관계를 맺고 있거나 협력관계를 맺고자 하는 사람과 사람 또는 조직과 조직 간의 신뢰를 바탕으로 한 파트너십을 강화하기 위한 속성으로서 설명되는 경우가 많다(길종구 외, 2021)[37]. 본 연구에서 다루는 신뢰는 기업이나 사용자 관점에서 첨단 기술이 접목된 새로운 시스템이나 혁신 기술을 수용할 때, 신기술이나 서비스에 대한 사용자(조직 구성원), 기업(조직) 차원에서 높은 이해도(이해도가 높다고 반드시 신뢰하는 것이 아니고, 본 연구에서는 대상에 대한 믿음이 강함을 의미) 또는 믿음으로써, 제조AI 기술이 안전한 서비스를 제공해 줄 것이라 생각하는지 여부, 제조AI 기술은 정확도가 높을 것이라 생각하는지 여부, 제조AI 기술은 오류가 없을 것이라 생각하는지 여부, 그리고 제조AI 기술은 믿을 수 있다고 생각하는지의 여부 등과 같은 의미를 담고 있다. 더구나 중소기업은 규모 차원에서 대기업 대비 자본, 기술, 인적자원 등 상대적으로 취약한 구조적 문제를 극복하기 위해서, 고도의 시스템과 신기술 도입을 위해 필요한 막대한 비용과 기술력을 보완하기 위하여 정부의 지원과 외부전문가 컨설팅 및 지원 등을 필요로 하기 때문에 신뢰를 기반으로 한 협력은 매우 중요하다.

Gefen et al.(2003)[38]은 전자상거래 연구를 통해 신뢰가 수용의도에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 연구하였

고, Luarn & Juo(2010)[39], Leong et al.(2013)[40]은 신뢰가 NFC 기반의 모바일 결제 시스템 기술수용에 미치는 영향에 대해 검증하였다. 정희정 외(2017)[41]는 NFC 서비스 수용에 관한 연구에서 신뢰가 노력기대와 수용의도 사이에 매개 효과를 가진다는 연구결과를 제시하였다. 김정래(2019)[42]는 스마트 팩토리 도입 시 기술 복잡성과 외부 전문가와의 협업 문제, 그리고 도입 비용 문제로 인해 스마트 팩토리 도입에 있어 신뢰는 매우 중요할 것이라고 예상하고 신뢰 변수의 매개효과를 검증했으나 신뢰가 6개 독립변수 모두에서 스마트 팩토리 도입의도 사이에서 매개효과가 없는 것으로 확인하였다. 이러한 결과는 사용자가 신기술에 대한 강한 믿음이 없어도 신기술의 수용이 가능함을 보여주는 바, 스마트 팩토리 기술과 기술지원에 대한 신뢰 여부와 관계없이 스마트 팩토리에 대한 도입을 결정할 수 있고, 또한 도입하는 기술과 기술지원에 대하여 정확히 신뢰하지 못하거나 발생할 수 있는 효익과 위험에 대한 충분한 신뢰가 없어도 도입이 가능하다고 밝혔다.

2.5 공장소재지

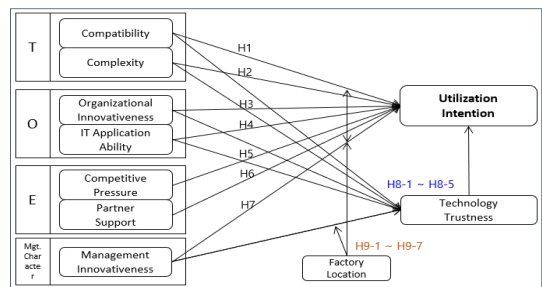
지역의 조절효과를 분석하는 것은 지역적 요인이 기술 채택과 혁신에 어떻게 작용하는가를 조사하는데 관련된다. 특히 우리나라와 같이 수도권과 비수도권의 경제 집중도가 상이한 경우에는 조절효과가 발생할 가능성이 있다. 선행연구들을 보면, Grillitsch & Nilsson(2019)[43]는 지역적 요인이 디지털 경제에서 기술업그레이드에 차이가 있음을 확인하였다. De Propriis & Driffield(2006)[44]는 지역클러스터가 외국 투자와 기술수용의 영향을 받고 있음을 지적하고 있다. Giannopoulou et al.(2019)[45]는 대학의 지역혁신 영향을 조사하여, 지식집약적 비즈니스 서비스 혁신의 공간분포와 인더스트리4.0 기술의 채택과의 관계에서 유의성을 밝혔다. Asheim et al.(2011)[46]은 다양성과 차별화된 지식기반에 기초한 플랫폼 정책을 통해 지역적 우위를 구축을 도모하는 방법을 통해 지역적 특성이 인더스트리 4.0 기술 채택에 영향을 미치고 있음을 인정했다. Mancinelli & Mazzanti(2009)[47]는 이탈리아 북동부 지역의 중소기업들의 성과에 관한 연구로, 혁신, 네트워킹, 그리고 상호보완적 요소가 인더스트리 4.0 기술 채택에 어떤 영향을 미치는지를 조사하여, 지역적 특성이 중소기업의 기술 채택과 성과

에 미치는 영향이 있음을 밝혔다. Tripl et al.(2018)[48]은 지역 산업 변화의 외생적 원인을 조사하며, 새로운 경로 발전을 위한 비지역 지식의 유인 및 흡수가 인더스트리4.0 기술 채택에 어떤 영향을 미치는지를 분석하고, 지역적 요인을 고려한 산업혁신 전략 개발이 중요함을 제시하였다. 또한 김환식(2023)[49]은 디지털 성숙역량이 인더스트리 4.0 채택 수준에 미치는 영향에 있어 지역의 조절효과가 있다는 가설로 실증분석을 진행했지만 수도권과 비수도권 간에 유의한 결과가 없음을 결과로 제시하였다.

3. 연구 설계

3.1 연구모형

본 연구는 TOE 프레임워크와 활용의도 간의 기술·조직·환경 요인들과 경영자특성 요인 관련 선행연구들을 바탕으로, 제조AI 활용의도에 영향을 미칠 것으로 예상되는 변수들을 적용하였다. 독립변수의 경우 기술요인으로는 호환성, 복잡성을, 조직요인은 조직혁신성과 IT 활용능력을, 그리고 환경요인으로 경쟁압력과 파트너지원을 선정하고, 경영자특성 요인으로 경영자혁신성을 적용하였다. 또한 종속변수로 제조AI 활용의도를, 매개변수로 기술신뢰, 그리고 조절변수로 제조기업의 공장소재지(수도권/비수도권)로 구성하여 다음과 같은 연구모형을 설정하였다.



[그림 1] 연구모형

3.2 연구가설

3.2.1 TOE 기술 요인들과 활용의도와와의 관계

Rogers(2003)의 혁신확산이론(DOI)의 변수인 ‘상대적

이점', '호환성', '복잡성'을 TOE 프레임워크와 결합하여 기술적 요인 변수로 채택해 오고 있으며, IT 혁신기술들의 도입 연구에 있어 많은 학자들이 한 가지 이상의 이론적 근거들을 결합하고자 시도하고(Oliveira et al., 2014)[50], 이는 TOE 측면에 혁신확산이론을 접목시킬 경우 기술적 맥락요인과 일치하여 설명력이 높기 때문이다(Hsu & Kraemer, 2006)[51]. Rogers(2003)는 상대적이점, 호환성, 복잡성, 시도가가능성, 관찰가능성의 5개 혁신 특성 변수 중에 위의 세 가지가 특히 중요하다고도 하였다. 또한 Sun et al.(2016)[52]은 TOE 프레임워크 기반의 빅데이터 채택요인 관련 연구 62편을 통해 기술·조직·환경 요인별 주요 변수의 연구 언급 빈도를 분석하였으며, 이들의 연구 결과에서도 기술적 요인은 '상대적이점', '복잡성', '호환성' 순으로 활용 빈도가 높게 나타났다. 본 연구에서는 제조AI 활용의도에 영향을 미치는 요인들 중 AI(인공지능) 기술의 제조업과의 융합에 있어 제조AI 기술의 호환성과 복잡성이 실제 중소기업에서의 활용의도에 주요한 영향요인으로 작용할 것으로 예상하였다. 호환성은 제조AI 활용이 우리회사의 기존 업무와 전반적인 업무 환경에 부합(적합)하는 정도로, 그리고 복잡성은 제조AI 기술을 활용함에 있어 기존 기술과 방식에 비교해 상대적으로 이해하거나 사용하기 어렵다고 인식하는 정도로 정의하고, 다음과 같이 가설을 설정하였다.

- H1. 제조AI 기술의 호환성은 제조AI 활용의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- H2. 제조AI 기술의 복잡성은 제조AI 활용의도에 부(-)의 영향을 미칠 것이다.

3.2.2 TOE 조직 요인들과 활용의도와의 관계

Sun et al.(2016)의 TOE 프레임워크 기반 빅데이터 채택요인 연구 62편에 대한 메타 분석 결과에 따르면 조직적 요인으로 '경영층지원', '비용', '기술적역량', '조직혁신성', '조직정보화', '조직규모' 순으로 언급 빈도가 높게 나타났다. 본 연구에서는 TOE 프레임워크를 통한 분석이 신기술, 혁신기술에 대한 수용이론들 중 개인, 소비자 대상 보다 상대적으로 설명력이 높다고 할 수 있는 조직차원, 조직구성원의 수용, 활용 관점으로 접근하여, 최고경영자, 경영진 보다는 조직구성원의 특성에 따른 활용의도와의 상관관계를 확인해 보고자 연구모형을 구성하였

다. 조직혁신성을 새로운 기술이나 제품을 시험해 보거나 응용, 활용하고자 하는 조직구성원들의 혁신 의지의 정도로, 그리고 IT활용능력을 회사내 IT 기반 자원을 다른 자원 및 기능과 결합하여 사용하는 정도로 정의하였다. 이를 통해 조직구성원의 조직혁신성과 IT활용능력이 중소 제조기업에서의 제조AI 활용의도에 어떠한 영향을 미치는지를 확인하고자 다음과 같은 가설을 설정하였다.

- H3. 조직혁신성은 제조AI 활용의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- H4. IT활용능력은 제조AI 활용의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

3.2.3 TOE 환경 요인들과 활용의도와의 관계

TOE 프레임워크 기반 빅데이터 채택요인 연구 62편에 대한 Sun et al.(2016)의 메타 분석 연구 결과에 따르면 환경적 요인 변수 중에는 '데이터 수집 시의 개인정보 보호 등 윤리적 문제'가 가장 많이 언급된 것으로 나타났다. 이어서 '거래파트너의 준비정도', '법적·규정적 지원', '정책적 지원'이 비슷한 정도로 언급되고, '경쟁자 압력'도 언급빈도가 높은 편이다. 제조업과 인공지능 기술의 융합, 활용을 통한 국내 제조기업의 제반 효율성 증대의 관점으로 접근하며, AI(인공지능) 기술의 파급, 확산의 가속화를 위해 중소기업의 사업 여건상 어떠한 제약 요인이 있는지 확인하고 적절한 대응을 할 수 있도록 제시할 필요성이 있다. 본 연구에서는 경쟁압력을 제조AI 활용에 따른 동종 산업내 제조기업들 사이의 경쟁의 압박 정도, 그리고 파트너지원을 제조AI 활용에 필요한 교육 및 훈련, 유지보수, 업데이트 등의 지원을 파트너(공급기업, 컨설턴트)로부터 받을 수 있다고 느끼는 정도로 정의를 하였다. 이를 통해 경쟁압력과 파트너(공급기업, 컨설턴트)지원의 환경요인들이 제조AI 활용의도에 어떻게 영향을 미칠 것인지를 확인코자 다음과 같은 가설을 설정하였다.

- H5. 경쟁압력은 제조AI 활용의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- H6. 파트너지원은 제조AI 활용의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

3.2.4 경영자특성 요인과 활용의도와의 관계

기업가정신의 연구 방향의 초점은 비즈니스 성장에 두고 있으므로 기업이 정신은 경제를 성장시키고 새로운 사업기회를 창출하는 역할로서 기업의 성장의지로 표현되고 있다(Galloway, Kapasi & Sang, 2015)[53]. 본 연구에서는 경영진의 혁신의지를 기업가정신에 기반한 최고경영층의 새로운 기술 및 시스템 도입과 활용에 대한 적극성 및 위험감수, 관심 및 지원 정도라 정의하고, 변수를 측정하기 위하여 새로운 시스템 도입의 적극성, 위험 감수 정도, 새로운 시스템 도입의 관심 정도, 새로운 시스템의 중요성에 대한 인지도, 새로운 시스템 도입에 대한 지원의 적극성으로 설문 문항을 구성하였다.

H7. 경영자혁신성은 제조AI 활용의도에 정(+의) 영향을 미칠 것이다.

3.2.5 기술신뢰의 매개효과

새로운 기술을 수용할 때 가장 중요한 것은 그 기술 얼마나 믿고 사용할 수 있는가 하는 문제인데, 이러한 신뢰는 새로운 기술을 수용하는데 있어 매우 중요한 역할을 수행한다(Gefen et al., 2003). 특히 제조AI의 효율적 활용을 위해서는 클라우드컴퓨팅, 빅데이터, IoT, 5G, 스마트머신, 인공지능(AI), CPS, VR/AR 등 최신 4차산업 기술을 필요로 하여, 인공지능 기술의 충분한 이해와 더불어 신기술을 수용 및 활용하는데 있어 사용자의 신뢰는 중요한 요인으로 작용할 수 있기 때문이다. 본 연구에서는 기술신뢰를 제조AI 기술이 안전한 서비스를 제공할 것이라 믿음, 기술의 정확도가 높고 오류가 낮아 믿을 수 있다고 생각하는 정도라 정의하고, 선행연구를 기반으로 새로운 기술에 대한 기술신뢰가 TOE의 기술·조직·환경 및 경영자특성 요인과 활용의도 사이에 매개효과를 가질 것이라 하는 가설을 설정하였다.

H8. 기술신뢰는 TOE의 기술·조직 및 경영자특성 요인과 제조AI 활용의도 사이에 매개효과를 가질 것이다.

H8-1. 기술신뢰는 호환성과 활용의도와의 관계를 매개할 것이다.

H8-2. 기술신뢰는 복잡성과 활용의도와의 관계를 매개할 것이다.

H8-3. 기술신뢰는 조직혁신성과 활용의도와의 관계를 매개할 것이다.

H8-4. 기술신뢰는 IT활용능력과 활용의도와의 관계를 매개할 것이다.

H8-5. 기술신뢰는 경영자혁신성과 활용의도와의 관계를 매개할 것이다.

3.2.6 공장소재지의 조절효과

중소 제조기업의 제조AI 기술과 같이 신기술, 정보기술의 수용 및 활용함에 있어 공장소재지(수도권과 비수도권)에 따른 TOE의 기술·조직·환경 및 경영자특성 요인과 활용의도 사이에 조절효과가 있을 것으로 가설을 설정하고 실증분석을 진행하고자 한다. 2021년 중기부에서 발표한 중소기업 기본통계 기준, 수도권(서울, 인천, 경기) 소재 중소기업 수는 401만 8천개로 전년대비(377만개) 24만 8천개(6.6%) 증가하고, 비중은 52.1%(비수도권 47.9%)로 나타났다. 본 연구에서는 공장소재지에 따라 중소기업, 그리고 제조기업의 전반적 환경적 측면에서 제조 선진화, 효율화를 추구하고자 하는 기업들의 신기술에 대한 활용의도에 영향을 미칠 수 있다고 생각하고, 해당 요인들을 실증분석하고 이를 극복하기 위한 긍정적 방향의 시사점을 제시하고자 한다. 해당 요인들에 대한 조절효과를 검증하기 위해 다음과 같이 가설을 설정하였다.

H9. 중소기업의 공장소재지는 TOE의 기술·조직·환경 및 경영자특성 요인과 제조AI 활용의도 사이의 관계를 조절할 것이다.

H9-1. 공장소재지는 호환성과 활용의도 사이의 관계를 조절할 것이다.

H9-2. 공장소재지는 복잡성과 활용의도 사이의 관계를 조절할 것이다.

H9-3. 공장소재지는 조직혁신성과 활용의도 사이의 관계를 조절할 것이다.

H9-4. 공장소재지는 IT활용능력과 활용의도 사이의 관계를 조절할 것이다.

H9-5. 공장소재지는 경쟁압력과 활용의도 사이의 관계를 조절할 것이다.

H9-6. 공장소재지는 파트너지원과 활용의도 사이의 관계를 조절할 것이다.

H9-7. 공장소재지는 경영자혁신성과 활용의도 사이의

관계를 조절할 것이다.

3.3 변수의 조작적 정의

본 연구는 전국 중소 제조기업에 종사하는 직장인을 대상으로 2024년 4월 29일부터 5월 3일까지 통계 조사기관(M사)을 통하여 리커트 7점 척도로 설문을 진행하여 300부의 유효표본을 확보하고 분석에 활용하였다.

설문문항의 경우 독립변수인 기술·조직·환경 요인들에 대해서는 Robinson(2009), Depietro et al.(1990), Zhu et al.(2006)[54,55,56]과, Oliveira and Martins(2010), 전병륜(2023)[57, 58]을, 그리고 경영자특성 요인에 대해서는 오경상(2022), 이영호·채명신(2006)[59, 60]을 참고하였고, 기술신뢰는 허정미(2022), Gefen, D. et al.(2003)[61,62], 활용의도는 Venkatesh, V., et al.(2012)[63]을 참고하여, 각각 5문항씩의 45개 설문문항으로 구성하였다. 그리고 모집단 설문응답자와 각 제조기업의 특성 파악을 위해 인구통계학적 문항 등으로 구성하였으며, 각 변인들은 7점 리커트 척도로 측정하였다. 활용된 주요 잠재변수들의 조작적 정의와 측정항목을 다음과 같이 정리하였다.

〈표 1〉 잠재변수 및 조작적 정의

Variable	Operational definitions and metrics	Abbreviated word
Compatibility	The extent to which the use of manufacturing AI fits into my company's existing work and overall work environment	COM
Complexity	The extent to which manufacturing AI technologies are perceived as difficult to understand or use compared to traditional technologies and methods.	COX
Organizational Innovativeness	The willingness of organization members to innovate, to try out, apply, or utilize new technologies or products.	ORI
IT Application Ability	The extent to which organization members use IT-based resources in combination with other resources and functions.	ITA
Competitive Pressure	The degree of competitive pressure among manufacturing companies in the same industry due to the use of manufacturing AI	COP

Partner Support	The extent to which they feel they can get the support they need from their partners (vendors, consultants) to utilize manufacturing AI, including education and training, maintenance, and updates.	PTS
Management Innovativeness	Management's level of proactivity and risk-taking, interest, and support for the adoption and utilization of new technologies and systems	MAI
Technology Trustness	Belief that manufacturing AI technology will provide a secure service, and that the technology is reliable with high accuracy and low error.	TET
Utilization Intention	Intent to adopt and utilize Manufacturing AI and willingness to continue to use and recommend it to others in the future	UI

본 연구를 위해 조사된 설문자료는 통계 패키지 SPSS 23.0을 활용하여 인구통계학적 특성과 탐색적 요인분석, 그리고 신뢰도 분석을 확인하였으며, AMOS 23.0을 활용하여 확인적 요인분석, 측정모델 타당성, 모형 적합도, 그리고 가설검증을 진행하였다.

4. 실증 분석

4.1 표본의 특성 및 인구통계학적 특성

표본의 인구통계학적 특성을 보면 중소 제조기업(종업원 10인 이상) 재직자로 남성이 75%, 여성이 25%, 직급은 과장급 46%, 차부장급 47%, 그리고 임원이상 7%로 나타났다. 공장소재지는 수도권과 비수도권 각 50%로 할당하여 설문을 진행했으며, 근무기간은 15년 미만 51%, 15년 이상 49% 나타났으며, 근무부서는 생산 및 생산관리 25%, 품질관리 9%, 연구개발 20%, 구매조달 7% 경영관리 37%로 응답자가 조사되었다.

기업규모는 종업원수 50인 미만 28%, 50~100인 미만 23%, 100~300명 미만 19%, 300~500명 미만 6%, 500명 이상 24%이고, 기업규모로는 매출액 기준 20억 미만 6%, 20~50억 13%, 50~100억 14%, 100~500억 27%, 500억 이상 39%로 나타났다. 또한 기업 업력은 1년 미만 1%, 1~3년 미만 4%, 3~8년 미만 6%, 8~15년 미만 20%, 15년 이상 70%로 대부분 10년 이상의 업력을 가진 것으로 볼 수 있다. 2017년부터 본격적으로 시행되어 2022년까지 3만 개로 사업 확대한 스마트팩토리 사업의 도입기업은 32%,

미도입기업은 68%로 나타났다. 서술한 연구 표본에 대한 인구통계학적 특성은 다음과 같이 정리하였다.

〈표 2〉 표본의 인구통계학적 특성 (N=300)

Categories		N	%
Gender	Male	225	75%
	Female	75	25%
Position	Manager	138	46%
	Deputy of GM or General Manager	142	47%
	Director or Executive	20	7%
Factory Location	Metropolitan (Seoul/Incheon/Kyunggi)	150	50%
	Non_Metropolitan	150	50%
Working Period	< 05 years	14	5%
	05 ~ 10 years	56	19%
	10 ~ 15 years	84	28%
	15 ~ 20 years	72	24%
	>= 20 years	74	25%
Job Description	Production, Prod. Mgt.	74	25%
	Quality Management	26	9%
	R&D	60	20%
	Purchase, or Procurement	20	7%
	Management, or Administration	111	37%
	Others	9	3%
Company Size(Employee)	10 ~ 49 Employees	83	28%
	50 ~ 99 Employees	69	23%
	100 ~ 299 Employees	57	19%
	300 ~ 499 Employees	18	6%
	>= 500 Employees	73	24%
Company Size(Revenue)	< 2,000M Won	19	6%
	2,000M ~ 5,000M Won	40	13%
	5,000M ~ 10,000M Won	43	14%
	10,000M ~ 50,000M Won	82	27%
	>= 50,000M Won	116	39%
Company Years	< 1 year	3	1%
	1 ~ 3 years	12	4%
	3 ~ 8 years	17	6%
	8 ~ 15 years	59	20%
	>= 15 years	209	70%
Smart Factory Intro.	Yes	96	32%
	No	204	68%

4.2 탐색적 요인분석 및 신뢰도 분석

측정도구의 타당성 검증을 위해서 SPSS 23.0을 활용하여 탐색적 요인분석과 신뢰도분석을 실시하였다. 요인 추출을 위해 주성분 분석을 선택하고, 요인적재치의 단순화를 위하여 베리맥스(Varimax) 직교회전방식을, 그리고 연구문항의 선택 기준은 고유값(Eigen value) 1.0 이상, 요인적재치 .4 이상을 적용하였다. 또한 신뢰도 평가 기준으로 Cronbach's α 값을 구하고, 표본의 적합도를 나타내는 KMO, 그리고 측정항목 간의 상관행렬에 대한 단위행렬 여부를 검증하는 Bartlett의 구형성 검정을 실시하였으며, 잠재변수들의 변수요인을 설명하는 총분산 설명력을 확인하였다. 탐색적 요인분석을 통하여 이론구조에 맞지 않는 3문항을 제거하고 42문항을 추출하였다. 분석결과 개별요인들 간의 KMO 값은 .940으로 높은 수준임을 확인하였다. Cronbach's α 값은 .7 이상으로 신뢰도가 높은 것으로 나타났고, 모형 적합성 정도인 Bartlett의 구형성 검정결과는 $\chi^2 = 12,359.22$, $df=861$, 유의수준 .05에서 $p=0.000$, 총분산 설명력은 79.295%로 나타나 데이터와 측정항목들은 요인분석을 실시하는데 적합한 것으로 확인되었다. 그 결과는 <표 3>과 같다.

〈표 3〉 탐색적 요인분석 결과

Factor	Variable	Factor loading	Eigen value	Variance (%)	Cumulative variance (%)	Cronbach's Alpha
PTS	PTS4	0.846	16.670	39.691	39.691	0.966
	PTS2	0.828				
	PTS3	0.820				
	PTS1	0.800				
	PTS5	0.788				
ITA	ITA2	0.830	4.874	11.604	51.295	0.961
	ITA4	0.824				
	ITA3	0.821				
	ITA5	0.800				
	ITA1	0.782				
MAI	MAI3	0.761	2.88	6.857	58.152	0.949
	MAI2	0.756				
	MAI1	0.754				
	MAI4	0.736				
	MAI5	0.722				
COM	COM2	0.813	2.28	5.429	63.581	0.896
	COM1	0.790				
	COM5	0.782				
	COM4	0.759				
	COM3	0.750				
ORI	ORI2	0.785	1.774	4.224	67.805	0.900

	ORI4	0.782	1.482	3.529	71.334	0.966
	ORI5	0.741				
	ORI3	0.721				
	ORI1	0.642				
UI	UI4	0.741	1.096	2.608	76.787	0.843
	UI2	0.735				
	UI5	0.730				
	UI3	0.721				
	UI1	0.704				
COX	COX4	0.870	1.195	2.845	74.179	0.871
	COX5	0.825				
	COX2	0.811				
	COX1	0.767				
	COX3	0.732				
TET	TET2	0.765	1.053	2.508	79.295	0.750
	TET4	0.748				
	TET1	0.732				
	TET5	0.726				
COP	COP2	0.776	1.053	2.508	79.295	0.750
	COP1	0.709				
	COP3	0.427				
KMO(Kaiser-Meyer-Olkin)=.940, $\chi^2 = 12,359.22$, df=861, p-value=.000, Factor extraction method: Principal component analysis, Rotation:Varimax, Number of final questions: 42 items						

4.3 확인적 요인분석

탐색적 요인분석 후 최종 추출된 문항으로 AMOS 23.0을 이용하여 확인적 요인분석을 실시하였다. 잠재변수의 단일 차원성을 평가하여 측정모델 적합도 분석결과 $\chi^2 = 1,356.706$, $\chi^2 / df = 1.757$, RMR=.091, GFI=.809, AGFI=.776, NFI=.896, IFI=.952, TLI=.946, CFI=.952, RMSEA=.050으로 나타나 적합하거나 수용가능한 모델 적합도를 보였다.

또한 집중타당성 검증을 위하여 표준화 요인부하량, 개념신뢰도, 평균분산 추출값(AVE: Average Variance Extracted)의 분석결과 표준화 요인부하량이 .6 이상, AVE .5 이상, 개념신뢰도 .8 이상이 확인되어 집중타당성을 확보한 것으로 판단하였다(우종필, 2017)[64]. 검증 결과는 다음과 같다.

〈표 4〉 집중타당성 분석 결과

Path	Standardized factor load	Standard error	C.R	P	Conceptual reliability (CR)	AVE
COM	COM5	0.815	16.706	***	0.894	0.630
	COM4	0.846				

	COM3	0.803	0.059	15.585	***		
	COM2	0.829	0.061	16.225	***		
	COM1	0.663	0.072	12.028	***		
COX	COX5	0.832				0.866	0.568
	COX4	0.888	0.063	17.163	***		
	COX3	0.702	0.06	13.39	***		
	COX2	0.693	0.067	12.834	***		
	COX1	0.622	0.069	11.178			
ORI	ORI5	0.84				0.898	0.640
	ORI4	0.850	0.051	17.669	***		
	ORI3	0.773	0.057	15.382	***		
	ORI2	0.797	0.057	15.997	***		
ITA	ORI1	0.733	0.059	14.169	***	0.960	0.829
	ITA5	0.928					
	ITA4	0.945	0.032	31.354	***		
	ITA3	0.924	0.034	29.061	***		
	ITA2	0.912	0.036	27.807	***		
COP	ITA1	0.839	0.045	22.015	***	0.818	0.600
	COP3	0.825					
	COP2	0.720	0.073	10.65	***		
PTS	COP1	0.776	0.072	10.203	***	0.964	0.844
	PTS5	0.899					
	PTS4	0.938	0.032	31.883	***		
	PTS3	0.938	0.039	27.102	***		
MAI	PTS2	0.910	0.039	24.912	***	0.947	0.780
	PTS1	0.908	0.039	24.715	***		
	MAI5	0.925					
	MAI4	0.844	0.04	21.971	***		
	MAI3	0.903	0.037	26.177	***		
TET	MAI2	0.857	0.039	22.71	***	0.846	0.578
	MAI1	0.885	0.039	24.658	***		
	TET5	0.775					
	TET4	0.797	0.07	13.637	***		
UI	TET2	0.732	0.064	12.487	***	0.963	0.839
	TET1	0.736	0.062	12.555	***		
	UI5	0.934					
	UI4	0.930	0.024	40.529	***		
	UI3	0.939	0.031	30.826	***		
	UI2	0.901	0.033	26.894	***		
	UI1	0.873	0.035	24.538	***		

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

한편 판별타당성을 검증하는 방법은 두 구성개념 사이 각각의 AVE값과 상관계수 제곱 값을 비교하여 AVE 값이 상관계수의 제곱값 보다 클 경우 판별타당성을 확보하는 방법을 사용하였으며(우종필, 2017), 분석결과 <표 5>와 같이 판별타당성을 확보되었음을 알 수 있다. 판별타당성 검증의 경우, AMOS의 MasterValidity Plugin (Gaskin, J. & Lim, J., 2016)[65]을 활용하였고, AVE값 엑셀 계산식을 통해 결과를 검증하였다(우종필, 2017). 표에서 대각선의 굵은 글씨가 AVE값이다.

〈표 5〉 판별 타당성 분석 결과

Latent variable	COM	COX	ORI	ITA	COP	PTS	MAI	TET	UI
COM	0.794								
COX	-0.231***	0.754							
ORI	0.443***	0.017	0.800						
ITA	0.229***	0.195**	0.657***	0.910					
COP	0.425***	0.086	0.381***	0.495***	0.775				
PTS	0.319***	0.112†	0.556***	0.576***	0.571***	0.919			
MAI	0.241***	0.109†	0.624***	0.678***	0.534***	0.731***	0.883		
TET	0.675***	-0.046	0.348***	0.256***	0.463***	0.350***	0.344***	0.760	
UI	0.428***	-0.016	0.620***	0.635***	0.631***	0.703***	0.727***	0.524***	0.916

4.4 가설검증

4.4.1 경로분석 및 가설검증

연구가설을 검증하기 전, 연구모형 적합도 확인을 위해 AMOS 23.0을 활용하여 구조방정식 모형의 공분산 구조분석을 실시하여 연구모형이 적합함을 확인하였다.

가설검증 결과 기술·조직·환경 및 경영자특성 요인의 7개 독립변수들 중, 호환성(H1)을 제외하고 나머지 6개 독립변수의 종속변수(활용의도)에 대한 직접효과(H2, H3, H4, H5, H6, H7)는 모두 통계적으로 유의한 결과로 나타나 가설이 채택되었다. 종합적인 경로분석과 가설검증 결과는 <표 6>과 같다.

〈표 6〉 경로분석 및 가설검증 결과

Hypothesis	Path	Standardized coefficient	Standard error	C.R.	P	Adoption status
H1	COM->UI	0.016	0.065	0.333	0.740	Reject
H2	COX->UI	-0.099	0.045	-2.796	0.005	Adopt
H3	ORI->UI	0.108	0.061	2.262	0.024	Adopt
H4	ITA->UI	0.157	0.045	3.175	0.001	Adopt
H5	COP->UI	0.171	0.057	4.048	***	Adopt
H6	PTS->UI	0.218	0.051	4.368	***	Adopt
H7	MAI->UI	0.245	0.054	4.575	***	Adopt
Model Fit	CMIN=1356.706, CMIN/df=1.757, RMR=.091, GFI=.809, AGFI=.776, NFI=.896, IFI=.952, TLI=.946, CFI=.952, RMSEA=.050					

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

4.4.2 매개효과

매개변수로 설정한 기술신뢰의 기술·조직 요인, 그리고 경영자특성 요인과 활용의도 사이에서의 매개효과 검

증을 위하여 구조방정식 경로분석에서 직접효과의 검증과 함께 간접효과의 통계적 유의성 검증을 위해 구조방정식 모델로 부트스트래핑(Bootstrapping) 방법을 사용하였다. 검증결과 호환성과 활용의도 사이의 직접효과(H1)는 기각되고, 호환성과 활용의도 사이의 매개변수인 기술신뢰를 통한 간접효과는 간접효과계수 0.105, p<0.01로 채택되어 호환성과 활용의도 사이의 기술신뢰는 완전매개효과(H8-1)를 가지는 것으로 검증되었고, 또한 경영자혁신성과 활용의도 사이의 기술신뢰의 매개효과(H8-5)는 직접효과(H7)와 함께 간접효과계수 0.039, p<0.01로 채택되어 부분매개효과를 나타내는 것으로 검증되었다. 나머지 복잡성과 조직혁신성, 그리고 IT활용능력과 활용의도 사이의 기술신뢰의 매개효과(H8-2, H8-3, H8-4)는 모두 기각되었다. 결과는 다음과 같다.

〈표 7〉 부트스트래핑 매개효과 검증 결과

Hypothesis	Independent variable	Intermediate variable	Dependent variable	Indirect effect		Adoption status
				Coefficient	P-value	
H8-1	COM	TET	UI	0.105	0.003	Adopt
H8-2	COX			0.009	0.280	Reject
H8-3	ORI			-0.008	0.492	Reject
H8-4	ITA			-0.002	0.807	Reject
H8-5	MAI			0.039	0.002	Adopt

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

4.4.3 조절효과

공장소재지의 조절효과를 분석하기 위해 공장소재지에 대한 설문응답을 기준으로 수도권 집단(N=150)과 비수도권 집단(N=150) 나누어 구조방정식을 활용한 다중집단분석(multi-group analysis)을 실시하였다. 조절효과 검증을 위해 제약모델과 비제약모델로 구분하고, 각 경로별 명칭을 부여하여 검증한 결과 CMIN(X²)=27.538, df=13, p=.010로 “공장소재지는 조절효과가 없다”는 귀무가설을 기각함으로써, 조절효과가 있다고 할 수 있으며(송지준 2019)[66], 연구모형에서 검증하고자 하는 공장소재지의 수도권, 비수도권에 따른 두 집단의 차이가 있는 것으로 나타났다. 각 경로별 조절효과 검증 결과는 <표 8>과 같다.

〈표 8〉 공장소재지(Loc)의 조절효과 분석 결과

Hypothesis	PATH	수도권		비수도권	
		Estimate	p-value	Estimate	p-value
H9-1	COM->UI	-0.149	0.082	0.021	0.844
H9-2	COX->UI	-0.179	***	-0.023	0.720
H9-3	ORI->UI	0.159	0.026	0.203	0.074
H9-4	ITA->UI	0.293	***	-0.080	0.428
H9-5	COP->UI	0.239	0.002	0.132	0.096
H9-6	PTS->UI	0.305	***	0.154	0.098
H9-7	MAI->UI	0.026	0.787	0.394	***

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

먼저 호환성과 활용의도 사이의 조절효과(H9-1)는 수도권과 비수도권 모두 통계적 유의성(p>.05)이 없어 조절효과는 기각되었으며, 복잡성과 조직혁신성, IT활용능력, 경쟁압력, 파트너지원과 활용의도 사이의 경로에서 수도권에서는 통계적 유의성을, 비수도권에서는 유의하지 않게 나타나, 결국 해당 요인들은 수도권 소재 기업에서 비수도권보다 더 큰 영향(활용의도가 높다)을 미치는 것으로 해석할 수 있다. 이를 반영하여 가설 H9-2, H9-3, H9-4, H9-5, H9-6은 채택되었다고 할 수 있으며, 요인들 중 파트너지원(H9-6, 0.305) > IT활용능력(H9-4, 0.293) > 경쟁압력(H9-5, 0.239) 순으로 활용의도에 영향을 많이 미친다는 것을 알 수 있다.

비수도권 소재 제조기업의 경우 경영자혁신성과 활용의도 사이에서 경로의 통계적 유의성을 확인할 수 있어 공장소재지의 조절효과(H9-7)는 채택되었다.

5. 결론 및 시사점

5.1 연구결과 요약 및 시사점

본 연구를 통해 분석한 결과를 각각 요약하고, 그에 따른 실무적 시사점을 다음과 같이 정리하였다.

먼저 직접효과 검증으로 TOE 기술·조직·환경 및 경영자특성 요인과 제조AI 활용의도 사이의 관계를 검증한 결과, 7개 독립변수들 중, 호환성(H1)을 제외하고 나머지 6개 독립변수(복잡성, 조직혁신성, IT활용능력, 경쟁압력, 파트너지원, 경영자혁신성)의 종속변수(활용의도)에 대한 직접효과(H2, H3, H4, H5, H6, H7)는 모두 통계적으로 유의한 결과로 나타나 가설이 채택되었다.

이러한 연구결과를 반영한 제조현장에서의 시사점을 정

리하면 다음과 같다. 첫째, 표준화계수의 비교를 통한 상대적 영향력은 경영자혁신성(0.245) > 파트너지원(0.218) > 경쟁압력(0.171) 순으로 나타나 중소 제조기업에서 경영자혁신성의 중요성을 시사하고 있으며, 둘째, 가용자원의 제약과 중소기업 경영의 현실적 특성으로도 해석이 가능할 수도 있는 경영자혁신성(0.245) > 조직혁신성(0.108)의 결과로 확인되었다. 이는 실제 중소 제조기업의 제조AI 도입 및 활용에 있어서 경영자의 혁신 마인드가 조직구성원 보다 더욱 중요하고 필요할 수 있다는 현실이 반영되었다고 볼 수 있을 것이다. 셋째, 인지된 RPA 사용의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구(박동휘, 2019)와 TOE 프레임워크를 활용한 다수의 기술수용 관련 선행연구의 결과와 달리 호환성의 활용의도로의 직접효과 가설이 기각되었는데, 이는 중소기업의 현실적 제약요인들이 다양하게 반영된 것으로 해석해 볼 수 있다. 즉 제조AI 기술은 신기술, 첨단 정보기술이라기 보다는 기존 자원과의 융합, 활용을 통한 효율성 제고와 Value Up 차원의 인식이 필요함에도 불구하고, 제조AI에 대한 이해가 부족하거나 중소 제조기업 현실상 인공지능 기술의 접목에 대한 복잡성과 믿음에 대한 부족, 그리고 일부 거부감이 가설의 기각 결과로 연결되었을 것으로 해석할 수 있다. 이는 매개효과 분석 결과에서 호환성과 활용의도 사이에 기술신뢰가 완전매개효과로 통계적 유의성을 나타낸 결과로도 추정해 볼 수 있다.

둘째, 기술신뢰의 매개효과 검증 결과, 호환성과 활용의도 사이의 직접효과(H1)는 기각되고, 호환성과 활용의도 사이의 기술신뢰를 통한 간접효과는 간접효과계수 0.105, p<0.01로 채택되어 기술신뢰는 호환성과 활용의도 사이에 완전매개효과(H8-1)를 가지는 것으로 검증되었고, 경영자혁신성과 활용의도 사이의 기술신뢰의 매개효과(H8-5)는 직접효과(표준화계수 0.245, p<0.001)와 간접효과계수 0.039, p<0.01 모두 통계적 유의성이 확보되어 부분매개효과를 나타내었다. 나머지 복잡성과 조직혁신성, 그리고 IT활용능력과 활용의도 사이에서의 기술신뢰의 매개효과(H8-2, H8-3, H8-4)는 모두 기각되었다.

이에 대한 시사점으로는 경영자혁신성에 더하여 기술신뢰가 더해지면 제조AI 활용의도를 더 끌어 올릴 수 있을 것으로 해석할 수 있으며, 매개효과가 기각된 독립변수(복잡성, 조직혁신성, IT활용능력)들의 경우, 설문 응답자들이 PQCD 관점의 제조 현장에서 인공지능 기술의 결합과 융합을 통한 활용의도 사이에 기술신뢰의 직접적인 상관성이 부

족하다고 판단한 결과가 반영된 것이라 유추해 볼 수 있다.

셋째, 조절효과의 경우, 공장소재지 기준 수도권과 비수도권에 대한 다중집단분석을 실시한 결과, 공장소재지의 조절효과가 없다는 귀무가설을 기각하고 조절효과가 있다는 연구가설을 채택하였다. 7개 독립변수들의 경로분석을 확인한 결과 호환성을 제외한 나머지 독립변수들과 활용의도 사이의 공장소재지의 조절효과를 검증할 수 있었다. 먼저 수도권 소재 기업의 경우 복잡성과 조직혁신성, IT활용능력, 경쟁압력, 파트너지원과 활용의도 사이의 경로에서 유의미한 결과로 비수도권 보다 각각 더 큰 영향을 미치고 있음을 알 수 있고, 비수도권 소재 기업은 경영자혁신성과 활용의도 사이에서 경로의 통계적 유의성을 확인할 수 있어 공장소재지의 조절효과를 확인할 수 있었다. 비수도권 기업에서는 경영자혁신성이 높을수록 활용의도가 더 높게 나타나는데 이는 비수도권 소재 기업일수록 제조AI 확산을 위해서 경영자의 혁신마인드가 중요하고 더욱 필요하다고 볼 수 있다.

이러한 분석 결과에 대한 시사점으로는 IT 정보기술 및 4차산업 분야, 그리고 지역별 중소기업 통계의 요인에 있어 수도권의 비수도권에 대한 기술의 상대적 확산 속도와 공유 환경, 지리적 집적도의 차이, 기술지원 인프라, 그리고 경쟁 정도 등에 대한 상대적 수용감(체감)이 높게 반영되고, 이 결과가 설문으로 연결되었을 것이라 추정해 볼 수 있다. 또한 수도권과 비수도권의 제조AI 생태계 활성화의 차이가 반영된 것으로도 볼 수 있으며, 선행연구에서 검증한 생태계의 세부요인으로는 모범사례와 제조AI·Value Network, 공급사슬 최적화, 제조AI 데이터·기술 거래, 정부주도 산학연 협의체로 구분한 바 있다(김일중, 2022)

5.2 연구의 한계점 및 제언

연구의 실증분석 결과와 이에 따른 시사점에도 불구하고 연구의 한계점 및 제언은 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 모집단의 특성을 좀 더 정확하게 반영해 보고자 전국에 있는 중소 제조기업(종업원 규모 10인 이상)에 종사하는 과장급 이상 관리자들을 대상으로 공장소재지 기준의 지역 할당 표본을 수집하였으나 제한된 표본 규모와 수집 방법으로 인하여 연구결과를 일반화하기에는 한계가 있다고 판단된다. 따라서 향후에는 기업규모와 업종, 그리고 실제 제조현장 직무를 고려하여 표본선정과 유효표본 수를 좀 더 확대하고 보다 풍부한 데이터를 가지고 통계적 가설 검증을 할 필요가 있다.

둘째, 실제 우리나라의 중소 제조기업 환경에서 제조AI 기술의 활용의도에 직·간접적 영향을 줄 수 있는 요인이 다양하게 존재할 것이다. 기업의 조직 차원과 조직구성원 차원의 다양한 영향 요인을 반영할 수 있는 기술수용이론의 연구모형(TAM, UTAUT 등)과 함께 좀 더 실질적 영향요인들이 변수로 추가되어 연구될 필요성이 있다.

셋째, 국가 제조경쟁력 제고를 위한 중소 제조기업의 제조AI 활용의도를 높이기 위해서는 제조AI 생태계 활성화가 필요하고, 이는 국가 차원의 정책지원이 시급한 과제라고 할 수 있다. 중소 제조기업의 경쟁력 강화를 위한 제조AI 핵심 정책과제 도출에 관한 연구(김일중, 2022)에서는 제조현장에 AI 적용 경험을 보유한 혁신 제조기업의 모범, 성공사례를 활용하여, 제조현장에 대한 다양한 기회와 솔루션을 제공하고, 양질의 제조데이터 분석을 위한 인프라 구축, 그리고 제조AI 솔루션 공급기업 인력육성을 위한 맞춤형 정책이 수립되어야 함을 제시한 바 있다.

참고문헌

- [1] Wang, J., "The Cost of AI Training is Improving at 50x the Speed of Moore's Law: Why It's Still Early Days for AI", May 6., ARK Investment, Retrieved URL: ark-invest.com/articles/analyst-research/ai-training, 2022.
- [2] Myung-Sik Chae, Yu-Ri Cho, "2023 Artificial Intelligence", KISTEP Brief, Vol. 110, pp.23-24, 2023.
- [3] Wu, I.L. & Chen, J.L., "A stage-based diffusion of IT innovation and the BSC performance impact: A moderator of technology-organization-environment, Technological Forecasting and Social Change", 88(1), 76-90. 2014.
- [4] Tornatzky, L. G. & Fleischer, M., "The Processes of Technological Innovation", Lexington Books, MA: Lexington. 1990.
- [5] Nam-Hyung Kim, "A Study on the Conflict Effect of Digital Transformation Capabilities of SMEs on Corporate Performance", Graduate School of Kyung Hee University, Doctoral Thesis, 2023.
- [6] Sabherwal, R., Jeyaraj, A. and Chowa C., "Information System Success: Individual and

- organizational determinants”, *Management Science*, Vol. 52, No. 12, pp.1849-1864. 2006.
- [7] Jeyaraj, A., Rottman, J. and Lacity, M., “A Review of the Predictors, Linkages, and Biases in IT Innovation Adoption Research”, *Journal of Information Technology*, Vol.21, No.1, pp.1-23. 2006.
- [8] Zhu, K. and Kraemer, K. L., “Post-Adoption Variations in Usage and Value of E-business by Organization: Cross-country evidence from the retail industry”, *Information System Research*, Vol.16, No1, pp.61-64. 2005.
- [9] Al-Qirim, N., “The Role of Government and E-commerce Adoption in Small Business in New Zealand”, *International Journal of Internet and Enterprise Management*, Vol 4, No 4, pp.293-313. 2006.
- [10] Jeyaraj, A., Rottman, J. and Lacity, M., “A Review of the Predictors, Linkages, and Biases in IT Innovation Adoption Research”, *Journal of Information Technology*, Vol.21, No.1, pp.1-23. 2006.
- [11] Scupola, A., “SMEs’ E-commerce Adoption: Perspectives from Denmark and Australia”, *Journal of Enterprise Information Management*, Vol. 22, pp.152-166. 2009.
- [12] Wolfe R. A., “Organizational innovation: review, critique and suggested research directions”, *The Journal of Management Studies* 31(3), pp.405-431. 1994.
- [13] Cheon-Pyo L., Jung P. S., “An exploratory study of radio frequency identification (RFID) adoption in the healthcare industry”, *European Journal of Information Systems*, Vol.16, No.6, pp.712-724, 2007.
- [14] Pudjianto, B., H. Zo, A. P. Ciganek & J. J. Rho, “Determinants of e-Government Assimilation in Indonesia: An Empirical Investigation Using a TOE Framework”, *Asia Pacific Journal of Information Systems*, Vol. 21(1), 49-80. 2011.
- [15] Seok-Hee Han, Yun-Cheol Lee, “An Empirical Study on TOE Framework based factors for Motivation and Diffusion of PLM”, *The e-business studies*, 9(4), 363-391. 2008.
- [16] Oliveira, T., & Martins, M. F., “Literature review of information technology adoption models at firm level. *Electronic Journal of Information Systems Evaluation*”, 14(1), 110-121. 2011.
- [17] Hyun-Jee Park, “Digitization and National innovation growth: A focus on path analysis”, Graduate School of Korea University, Doctoral Thesis, 2019.
- [18] Dong-Hwi Park, “A Study on the Factors that Affect the Perceived Intention to the Use of Robotic Process Automation”, Graduate School of Dankook University, Doctoral Thesis, 2020.
- [19] Tao, et al., “Data-driven smart manufacturing. *Journal of Manufacturing Systems*”, 48:157-169. 2018.
- [20] Ghahramani, et al., “AI-based modeling and data-driven evaluation for smart manufacturing processes”, *IEEE*. 2020.
- [21] Il-Jung Kim, “Discovering Essential AI-based Manufacturing Policy Issues for Competitive Reinforcement of Small and Medium Manufacturing Enterprises”, *Journal of the Korean society for Quality Management*, Vol. 50, No. 4; 647-664, Dec. 2022.
- [22] Arinez, J. F., Chang, Q., Gao, R. X., Xu, C., and Zhang, J., “Artificial intelligence in advanced manufacturing: Current status and future outlook. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*”, 142(11):110804. 2020.
- [23] Egger and Masood, “Augmented Reality in Support of Intelligent Manufacturing-A Systematic Literature Review”, 2019.
- [24] Kyung-Jin, Jung, “A Study on the Big Data Utilization Intention of Small and Medium-sized Manufacturing Companies-Focused on Smart Industrial Complex”, Graduate School of Soongsil University, Doctoral Thesis, 2021.
- [25] Malhotra, N. K., Kim, S. S. & Patil, A., “Common method variance in IS research: A comparison of

- alternative approaches and a reanalysis of past research”, *Management Science*, 52(12). pp. 1865-1883. 2006.
- [26] Zheng, D., Chen, J., Huang, L. & Zhang, C, “E-government adoption in public Integrating administration organizations: institutional theory perspective and resource based view”, *European Journal of Information Systems*, 22(2). pp.221-234. 2013.
- [27] Agarwal R. & Prasad, J., “A conceptual and operational definition of personal innovativeness in the domain of information technology”, *Information System Research*. 9(2). pp.15-204. 1998.
- [28] Rogers, E. M. “Diffusion of Innovations. 5th ed.”, The Free Press, New York. 2003.
- [29] Shane S, Venkataraman S., “The promise of entrepreneurship as a field of research”, *Academy of management review*. Jan 1;25(1): 217-26. 2000.
- [30] Jong-Yeol Choi, “Relationship Analysis among Entrepreneurship, Innovation Capability, External Cooperation, and Technological Innovation Performance for Venture Companies,” *Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship*, vol. 10, no. 5, pp. 219-231, 2015.
- [31] Kreiser, P. M., & Davis, J., “Entrepreneurial Orientation and Firm Performance: The Unique Impact of Innovativeness, Proactiveness, and Risk-Taking”, *Journal of Small Business & Entrepreneurship*, 23, 39-51. 2010.
- [32] Dess GG, Lumpkin GT., “The role of entrepreneurial orientation in stimulating effective corporate entrepreneurship”, *Academy of Management Perspectives*, Feb 1;19(1):147-56. 2005.
- [33] Seung-Taek Kim, “Considerations for Successful Introduction of Smart Factory”, *Deloitte Consulting Report*. 2015.
- [34] Hyeong-Cheol Kil, “An Empirical Study on Adoption Factor and Performance Analysis of Smart Factory through Technical Acceptance Model-Focusing on TOE and IS Success Model”, The Graduate School of HanSung University, Doctoral Thesis, 2019.
- [35] Wilson, D. T., “An integrated model of buyer-seller relationships”, *Journal of the Academy of Marketing Science*, 23(4), 335-345. 1995.
- [36] Joung-Rae Kim & Sang-Jik Lee, “Factors Affecting Technology Acceptance of Smart Factory”, *Journal of Information Technology Applications & Management*, 27(1), 75-95. 2020.
- [37] Jong-gu Kil, Sung-Won Moon, Han-Soo Bae, “A Study on the Influence of Partnership Factors between Large and Small Business on SCM Performance”, *Korean Management Consulting Review*, 21(1), 61-76. 2021.
- [38] Gefen, D., Karahanna, E., & Straub, D. W., “Trust and TAM in online shopping: An integrated model”, *MIS quarterly*, 51-90. 2003.
- [39] Luarn, P., & Juo, W. J., “The role of trust in technology within the TAM in the context of NFC mobile payment”, *Journal of Information and Optimization Sciences*, 31(4), 875-896. 2010.
- [40] Leong, L. Y., Hew, T. S., Tan, G. W. H., & Ooi, K. B., “Predicting the determinants of the NFC-enabled mobile credit card acceptance: A neural networks approach”, *Expert Systems with Applications*, 40(14), 5604-5620. 2013.
- [41] Hee-Chung Chung, Chul-mo Koo, Chung, Nam-ho Chung, “Examining the Adoption of Exhibition NFC Service Using UTAUT & Trust”, *International Journal of Tourism Management and Sciences*, 32(2), 1-22. 2017.
- [42] Joung-Rae Kim, “Factors Affecting Intention to Introduce Smart Factory in SMEs-Including Government Assistance Expectancy and Task Technology Fit”, The Graduate School of Venture, Hoseo University, Doctoral Thesis, 2019.
- [43] Grillitsch, M., and M. Nilsson, “Innovation in the digital economy: the role of regions in innovation and technology upgrading”, *Papers in Innovation Studies*, 2019.

- [44] De Propriis, L., and N. Driffield, "The importance of clusters for spillovers from foreign direct investment and technology sourcing", *Cambridge Journal of Economics*, 30(2): 277-291. 2006.
- [45] Giannopoulou, K., C. Mothe, and T.U. Nguyen-Thi, "Regional innovation impact of universities: spatial distribution of knowledge-intensive business services innovation", *European Planning Studies*, 27(9): 1739-1763. 2019.
- [46] Asheim, B.T., R. Boschma, and P. Cooke, "Constructing regional advantage: Platform policies based on related variety and differentiated knowledge bases", *Regional Studies*, 45(7): 893-904. 2011.
- [47] Mancinelli, S., and M. Mazzanti, "Innovation, networking and complementarity: Evidence on SME performances for a local economic system in North-Eastern Italy", *The Annals of Regional Science*, 43(3), 567-597. 2009.
- [48] Trippel, M., M. Grillitsch, and A. Isaksen, "Exogenous sources of regional industrial change: attraction and absorption of non-local knowledge for new path development", *Progress in Human Geography*, 42(5): 687-705. 2018.
- [49] Hwan-Sik Kim, "The Effects of Digital Management Practices and Digital Maturity Capabilities on the Level of Industry 4.0 Adoption in SMEs in Korea", Graduate School of Kyungil University, Doctoral Thesis, 2023.
- [50] Oliveira, T., Thomas, M., & Espadanal, M., "Assessing the determinants of cloud computing adoption: An analysis of the manufacturing and services sectors", *Information & Management*, 51(5), 497-510. 2014.
- [51] Hsu, P. F., K. L. Kraemer & D. Dunkle. "Determinants of e-Business Use in Us Firms. *International Journal of Electronic Commerce*", Vol. 10(4), 9-45. 2006.
- [52] Sun, S., Cegielski, C. G., Jia. L. and Hall, D. J., "Understanding the Factors Affecting the Organizational Adoption of Big Data", *Journal of Computer Information Systems*, Oct., pp. 1-11. 2016.
- [53] Galloway L, Kapasi I, Sang K., "Entrepreneurship, leadership, and the value of feminist approaches to understanding them", *Journal of Small Business Management*, Jul 1;53(3):683-92. 2015.
- [54] Robinson, L., "A Summary of Diffusion of Innovations", http://www.enablingchange.com.au/Summary_Diffusion_Theory.pdf. 2009.
- [55] Depietro, R., Wiarda, E. & Fleischer, M., "The context for change: Organization, technology and environment", *The Processes of Technological Innovation*, 199(0), pp. 151-175. 1990.
- [56] Zhu, K., Dong, S., Xu, S. X. and Kraemer, K. L., "Innovation diffusion in global contexts: Determinants of post-adoption digital transformation of European companies", *European Journal of Information Systems*, 15(6), pp. 601-616. 2006.
- [57] Oliveira, T., and M. F., Martins, "Understanding e-Business Adoption across Industries in European Countries", *Industrial Management & Data Systems* Vol. 110, No 9, 1337-1354. 2010.
- [58] Byeong-Ryun Jeon, "A Study on Factors Affecting Intention to Use Robotic Process Automation (RPA) based Chatbots", Graduate School of Soongsil University, Doctoral Thesis, 2023.
- [59] Kyoung-Sang Oh, "The factors affecting the intention to switch to a blockchain-based supply chain management information system-Application of TOE framework and PPM model", Graduate School of Konkuk University, Doctoral Thesis, 2022.
- [60] Lee, Young-Ho, Myung-Sin Chae. "An Empirical Study on the Factors Affecting the Adoption of Enterprise Architecture based on the TOE Framework." *Korean Management Science Review* 23, no. 2: 17-39. 2006.
- [61] Jeong-Mi Heo, "A Study on the Impact of the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) and Organization's Environ-

ment Factors on Smart Factory Acceptance Intent-Mediating Effect of Trust and Moderating Effect of Resistance to Innovation”, Graduate School of Dongguk University, Doctoral Thesis, 2022.

- [62] Gefen, D., Karahanna, E., & Straub, D. W., “Trust and TAM in online shopping: An integrated model”, MIS quarterly, 51-90. 2003.
- [63] Venkatesh, V., Thong, J. Y., & Xu, X., “Consumer acceptance and use of information technology: extending the unified theory of acceptance and use of technology”, 2012.
- [64] Jong-Pil Woo, “Concept and understanding of structural equation models”, Hannarae, 2017.
- [65] Gaskin, J. & Lim, J., “Master Validity Tool”, AMOS Plugin. Gaskination’s StatWiki. 2016.
- [66] Ji-Jun Song, “SPSS/AMOS Statistical analysis”, Seoul: 21Cbook. 2019.
- [67] Jin-ho Jung, Hyeon-suk Park, “A Study on the Effect of Corporate ESG Activities on Business Performance: Focusing on the Moderating Effect of Corporate Values Perception”, Industry Promotion Research, Vol.7 No.2, pp.15-29, 2022.

임 완 수 (Lim, Wan-Soo)



.2022년 3월~ 현재 :서울벤처대학원
대학교 박사과정
.1992년 3월~1994년 2월 : 울산대학교
대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
.관심분야 : 스마트팩토리, 인공지능,
제조데이터, 수출마케팅
.E-Mail : wslim007@naver.com

박 현 숙 (Park, Hyeon-Suk)



.2003년 2월 ~현재 : 서울벤처대학원
대학교 융합산업학과 교수
.1998년 2월 : 성균관대학교
경영학과(경영학박사)
.관심분야 : 마케팅, 리더십, 기업윤리,
조직혁신, 디지털경영
.E-Mail : hspark@svu.ac.kr