

박사학위논문

스마트 물류센터 도입의도에
영향을 미치는 요인에 관한 연구

- TOE Framework와 지각된 위험을 중심으로 -

2023년

한 성 대 학 교 대 학 원

스마트융합컨설팅학과

스마트융합컨설팅전공

송 영 심

박사학위논문
지도교수 박현성

스마트 물류센터 도입의도에
영향을 미치는 요인에 관한 연구

- TOE Framework와 지각된 위험을 중심으로 -

A Study on Factors Affecting Intention of
Introducing Smart Logistics Center

2022년 12월 일

한 성 대 학 교 대 학 원

스마트융합컨설팅학과

스마트융합컨설팅전공

송 영 심

박사학위논문
지도교수 박현성

스마트 물류센터 도입의도에
영향을 미치는 요인에 관한 연구

- TOE Framework와 지각된 위험을 중심으로 -

A Study on Factors Affecting Intention of
Introducing Smart Logistics Center

위 논문을 컨설팅학 박사학위 논문으로 제출함

2022년 12월 일

한 성 대 학 교 대 학 원

스마트융합컨설팅학과

스마트융합컨설팅전공

송 영 심

송영심의 건설팅학 박사학위 논문을 인준함

2022년 12월 일

심사위원장 유 연 우 (인)

심 사 위 원 홍 정 완 (인)

심 사 위 원 이 상 준 (인)

심 사 위 원 최 승 욱 (인)

심 사 위 원 박 현 성 (인)

국 문 초 록

스마트 물류센터 도입의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구

한 성 대 학 교 대 학 원
스 마 트 용 합 컨 설 텅 학 과
스 마 트 용 합 컨 설 텅 전 공
송 영 심

코로나19 등의 영향으로 비대면 경제활동이 급성장함에 따라 생활물류 부문에서도 스마트 물류센터의 중요성이 더욱 크게 부각되고 있다. 이에 정부는 물류산업의 핵심 기반 인프라인 물류센터의 스마트화를 촉진하기 위해 스마트 물류센터로 인증받은 시설에 대한 설비 및 장비 투자비를 지원하는 제도를 발표하고, 2025년까지 전국 250개소 확대를 목표로하였다. 2021년 18개소, 2022년 12개소로 총 30개소(2022년 11월현재)가 인증되었으나, 기대와 달리 아직은 참여가 미진한 상황이다. 이러한 정책적, 사회적 관심과 사안에도 불구하고 어떻게 스마트 물류센터를 도입해야 하는지, 스마트 물류센터로 전환하기 위한 고려사항은 무엇인지 등 도입 요인에 관한 연구가 미흡한 실정이다. 따라서 국내 물류·유통기업의 스마트 물류 기술 도입을 위한 영향 요인이 무엇인지 파악하고 성공적인 스마트 물류센터 구축을 위한 방향을 제시하여 국내기업과 산업에 대내외 경쟁력을 높이고자 한다.

본 연구는 물류 산업에 스마트 물류센터라는 신기술 적용을 가정하고, 물

류센터를 운영하는 물류 및 유통기업을 대상으로 실증분석을 통해 스마트 물류 기술에 인지된 개인 속성(성과기대, 노력기대, 혁신저항) 및 도입의도에 영향을 주는 요인들을 밝히고자 하였다. 본 연구의 모형은 기술-조직-환경 프레임워크(TOE framework)과 혁신확산이론(DOI), 지각된 위험(TPR), 통합기술수용이론(UTAUT)의 선행연구를 바탕으로, 독립변수로는 상대적이점, 호환성, 복잡성, 경영층 지원, 재무 준비성, 조직역량, 경쟁압박, 정부지원, 경제적 위험, 성능 위험의 총 10개 변수를 채택하여 기술요인, 조직요인, 환경요인, 지각된 위험요인의 4개의 2차요인(second-order)을 계층화하였다. 또한 개인 속성(성과기대, 노력기대, 혁신저항)을 매개변수로 채택하여 도입의도 간의 인과관계를 확인하고, 다중집단분석(MGA), 중요도-성과 분석(IPMA)를 통해 보다 통찰력 있는 결과를 도출하고 전략적 방향성과 돌파구를 탐색함으로써 올바른 방향을 제시하였다.

첫째, 스마트 물류 기술에 대한 기대와 기업의 외부환경과 내부환경이 향상되면 도입의도가 높아지는 것을 확인할 수 있었다. 특히 기술 특성에서는 ‘상대적이점’이, 조직 특성에서는 ‘경영층지원’이, 환경 특성에서는 ‘경쟁압박’이 가장 영향력이 있는 것으로 확인되었다. 따라서 물류기업의 내부적 환경과 외부적 환경 개선을 통하여 신기술이 기존 시스템과 비교해서도 편리하고 성과가 높아지는 것을 확인을 시켜 준다면 기술 도입이 강화될 것임을 시사한다고 할 것이다.

둘째, 기술 특성이 노력기대에 영향을 미친다는 것은 기술을 사용함에 있어 쉽고 용이할 것이라고 기대하고 있음을 의미한다. 그러나 노력기대는 도입의도에는 유의미한 영향을 미치지 못하였다. 이는 새롭게 도입되는 외부 지식에 대한 이해도 부족과 획득한 지식을 업무에 적용하기 위한 능력이 충분하지 못하는 요인으로 볼 수 있으며, 새로운 지식이 현 업무와 결합하고 적용하는데에는 어려움이 있기 때문이라 해석할 수 있다. 따라서 빠르게 변화하는 기술과 경쟁 환경에서 경쟁력을 갖추기 위해서는 융합형 인력 양성에 노력하여야 하며, 도입 가능한 부분부터 충분한 검증을 거쳐 점진적으로 확대할 필요가 있다.

셋째, 다중집단분석(MGA)에서는 기업유형(물류기업, 유통기업), 센터소유

주체(자가, 임차), 센터규모(2천평이하, 2천평이상)에 따른 집단 간 차이를 규명하였다. 기업 유형, 물류센터 소유주체, 물류센터 규모에 따라 집단 간 차이가 존재하였으며, 3가지 유형의 집단 분석을 종합해보면 2천평이하 물류센터를 임차로 운영하는 영세한 물류기업이 요인들의 영향을 많이 받는 것으로 확인되었다. 또한 집단 간 경로계수 차이의 유의성은 부분 존재하였으며, 기업유형으로는 물류기업이 유통기업보다 「기술요인→성과기대」에 더 강하게 영향을, 물류센터 규모에서는 2천평이하 물류센터가 「기술요인→노력기대」에 더 강한 영향을 받는 것으로 확인되었다. 따라서 스마트 물류 기술 도입 시 물류센터 전체를 대상으로 획일적인 접근보다 물류센터 규모, 기업·조직·환경 여건에 따른 도입 단계를 설계하여 점진적인 확대 방안을 모색하여야 할 것이다.

넷째, 중요도-성과 분석(IPMA)에서는 ‘도입의도’에 중요한 잠재변수는 ‘성과기대, 경영충지원, 경쟁압박’ 순이며, 1사분면에 위치한 ‘성과기대, 상대적이점, 경영충지원, 경쟁압박’이 중요하면서 성과도 높은 것으로 확인되었으며, 4사분면에 위치한 ‘조직역량’을 집중적으로 개선해야 함을 알 수 있었다. 따라서 기술을 이해하고 실행하고 확산할 전담 조직의 구성이 중요하며, 단계별 교육 체계, 인프라 지원, 변화관리 등 조직 역량을 더욱 강화해야 할 것이다. 또한 집단에 따라 ‘정부지원’, ‘복잡성’이 추가 집중 개선 대상으로 확인되었다. ‘복잡성’은 규모가 큰 물류센터 일수록 보다 많은 장비와 시스템이 도입됨에 따라 복잡성이 예상된다. 따라서 도입 기업의 사전진단을 통해서 단계별 맞춤 컨설팅, 기술 지원, 교육 등을 제시할 필요가 있으며, ‘정부지원’은 스마트 물류센터 확산을 위해서 도입 비용, 세제 혜택, 기술 세미나, 창업 육성 등 제도적 지원을 보다 체계적으로 수립하고 확대할 필요가 있다.

【주요어】 스마트 물류, 스마트 물류센터, TOE Framework, 혁신확산이론(DOI), 지각된위험이론(TPR), 통합기술수용이론(UTAUT), Advanced Issues PLS, 다중집단분석(MGA), 중요도-성과 맵 분석(IPMA)

목 차

I. 서 론	1
1.1 연구 배경 및 목적	1
1.2 연구 방법 및 구성	5
II. 이론적 배경	7
2.1 4차 산업혁명과 물류 4.0	7
2.2 스마트 물류	10
2.2.1 스마트 물류 개요	10
2.2.2 스마트 물류 기술 및 동향	12
2.2.3 스마트 물류와 정부정책	29
2.2.4 스마트 물류센터 인증	32
2.2.5 스마트 물류에 관한 선행연구	40
2.3 기술-조직-환경(TOE) 프레임워크	45
2.3.1 기술-조직-환경(TOE) 프레임워크 개요	45
2.3.2 기술-조직-환경(TOE) 프레임워크 선행연구	49
2.4 지각된 위험	55
2.4.1 지각된 위험 개요	55
2.4.2 지각된 위험 선행연구	58
2.5 통합기술수용이론(UTAUT)	65
2.5.1 통합기술수용이론 개요	65
2.5.2 통합기술수용이론 선행연구	68
2.5.3 TOE 프레임워크 & 통합기술수용이론 통합연구	72
III. 연구 설계	78
3.1 연구 모형	78
3.2 연구 가설의 설정	79
3.2.1 기술요인과 매개변수(성과기대와 노력기대)와의 관계	79
3.2.2 지각된 위험과 매개변수(혁신저항)와의 관계	82
3.2.3 조직요인과 도입의도와와의 관계	84
3.2.4 환경요인과 도입의도	87
3.2.5 성과기대와 도입의도	88
3.2.6 노력기대와 도입의도	89
3.2.7 혁신저항과 도입의도	91
3.2.8 스마트 물류센터 도입의도에 있어 집단 간 차이	91
3.2.9 연구가설 요약	93

3.3 변수의 조작적 정의 및 설문지 구성	95
3.3.1 변수의 조작적 정의	95
3.3.2 설문지 구성	98
IV. 연구 결과	101
4.1 자료 수집 및 분석 방법	101
4.1.1 자료 수집	101
4.1.2 분석 방법	103
4.2 표본의 특성	112
4.2.1 인구통계학적 특성	112
4.2.2 일반 특성	113
4.2.3 측정변수들의 분포	115
4.3 측정모델의 평가	118
4.3.1 내적 일관성 신뢰도	121
4.3.2 집중타당도 평가	122
4.3.3 판별타당도 평가	124
4.3.4 고차 구조 타당성 검증	131
4.4 구조모형의 적합도	134
4.4.1 다중공선성 평가	135
4.4.2 결정계수 평가	136
4.4.3 효과크기(f^2)	136
4.4.4 예측적 적합성(Q^2)	137
4.5 가설검증 및 결과해석	138
4.5.1 연구가설의 검증	138
4.5.2 매개효과 검증결과	141
4.5.3 집단 간 차이 분석(MGA)	145
4.5.4 중요도-성과 분석(IPMA)	158
V. 결 론	169
5.1 연구결과 요약	169
5.1.1 가설검증 결과 및 의미	170
5.1.2 그룹 간 비교분석 결과 및 의미	172
5.1.3 중요도-성과 분석 결과 및 의미	173
5.2 이론적 및 실무적 시사점	175
5.2.1 학문적 시사점	175
5.2.2 실무적 시사점	176
5.3 연구의 한계 및 향후 연구방향	179
참 고 문 헌	180

부	록	201
ABSTRACT		210

표 목 차

[표 2-1] 4차 산업혁명 기술이 물류의 효율성과 효과성에 미치는 영향 ..	14
[표 2-2] 물류산업에서의 사물인터넷 활용	16
[표 2-3] 물류로봇 활용 및 사례	18
[표 2-4] SAE 규정 자율주행 단계별 정의	19
[표 2-5] 국내 드론 물류 활용	22
[표 2-6] 블록체인 물류분야 적용 사례	24
[표 2-7] 물류산업에서의 인공지능 역할	26
[표 2-8] 물류분야 인공지능 활용	26
[표 2-9] 물류분야 디지털 트윈 활용	29
[표 2-10] 고부가가치 융복합 물류배송 및 인프라 혁신 기술개발 사업 ..	31
[표 2-11] 기존 물류센터와 스마트 물류센터 비교	34
[표 2-12] 물류산업 업종별 스마트화 수준	35
[표 2-13] 스마트 물류센터 인증 기준(일반)	36
[표 2-14] 2021년 스마트 물류센터 인증현황	37
[표 2-15] 스마트 물류에 관련 선행연구	42
[표 2-16] 기술-조직-환경(TOE) 프레임워크에 관련 선행연구	49
[표 2-17] 지각된 위험의 다차원적 개념	57
[표 2-18] 지각된 위험에 관련 선행연구	58
[표 2-19] UTAUT의 8가지 선행이론	65
[표 2-20] UTAUT의 관련 이론	66
[표 2-21] 통합기술수용이론에 관련 선행연구	69
[표 2-22] TOE&UTAUT 통합 연구모형 선행연구	69
[표 3-1] 연구가설 요약	93
[표 3-2] 각 변수별 조작적 정의	95
[표 3-3] 변수의 측정 항목	98
[표 4-1] 샘플링 및 설문 조사	101
[표 4-2] 측정 모델 접근법	106
[표 4-3] 상위차원-하위차원 구분	110

[표 4-4] 고차 모형(Higher-Order Construct)의 구분 및 평가 방법	110
[표 4-5] 인구통계학적 특성	112
[표 4-6] 물류센터 위치 분포	114
[표 4-7] 스마트화 수준 자기평가	114
[표 4-8] 기술 통계	116
[표 4-9] 측정모델의 평가와 수용 기준	118
[표 4-10] 측정항목 선별	120
[표 4-11] 내적 일관성 신뢰도 평가 결과	122
[표 4-12] 집중타당도의 평가 결과	122
[표 4-13] Fornell-Lacker 의한 판별타당도의 평가 결과	126
[표 4-14] 교차적재치	127
[표 4-15] HTMT에 의한 판별타당도의 평가 결과	129
[표 4-16] 고차 모형 타당성	132
[표 4-17] 구조모델의 적합도 평가 기준	134
[표 4-18] 잠재변수들 간의 다중공선성 평가 결과	135
[표 4-19] 결정계수(R^2)의 평가 결과	136
[표 4-20] 효과크기(f^2)의 평가 결과	137
[표 4-21] 예측적 적합성(Q^2)의 평가 결과	137
[표 4-22] 경로 분석에 따른 검증결과(직접효과)	139
[표 4-23] 매개변수 관계 검증 결과(간접효과)	142
[표 4-24] 경로 분석에 따른 검증결과(총효과)	142
[표 4-25] 매개효과 분석	145
[표 4-26] 기업유형별 집단의 구성적 동일성 검증 결과	147
[표 4-27] 기업유형별 집단의 평균과 분산의 동일성 검증 결과	148
[표 4-28] 기업유형별 집단 차이 부트스트래핑 결과	149
[표 4-29] 기업유형별 집단의 경로계수 차이 검증 결과	149
[표 4-30] 센터소유주체 집단의 구성적 동일성 검증 결과	150
[표 4-31] 센터소유주체 집단의 평균과 분산의 동일성 검증 결과	151
[표 4-32] 센터소유주체 집단 차이 부트스트래핑 결과	152

[표 4-33] 센터소유주체 집단의 경로계수 차이 검증 결과	152
[표 4-34] 센터규모별 집단의 구성적 동일성 검증 결과	153
[표 4-35] 센터규모별 집단의 평균과 분산의 동일성 검증 결과	154
[표 4-36] 센터규모별 집단 차이 부트스트래핑 결과	154
[표 4-37] 센터규모별 집단의 경로계수 차이 검증 결과	155
[표 4-38] 연구가설 결과 요약	157
[표 4-39] IPMA 분석에 의한 사분면별 전략	160
[표 4-40] 도입의도에 대한 잠재변수 IPMA 결과	161
[표 4-41] IPMA 분석-기업유형 집단비교	165
[표 4-42] IPMA 분석-센터규모 집단비교	167

그림 목 차

[그림 1-1] 연도별 온라인쇼핑/택배물동량 변화	2
[그림 1-2] 연구 절차	6
[그림 2-1] 물류혁신의 변천	7
[그림 2-2] 스마트물류 요소	11
[그림 2-3] 송민근(2021) 스마트물류 연구동향	12
[그림 2-4] 스마트 물류 특성 및 기술	13
[그림 2-5] 사물인터넷 활용	17
[그림 2-6] 물류 운반로봇	18
[그림 2-7] 자율주행자동차 및 자율주행트럭	20
[그림 2-8] 배송드론 및 물류드론	22
[그림 2-9] 물류 블록체인	24
[그림 2-10] 인공지능 기술	25
[그림 2-11] 물류창고내 디지털트윈	28
[그림 2-12] 제5차 국가물류기본계획(2021-2030) 비전 및 목표	30
[그림 2-13] 스마트 물류센터 개요	32
[그림 2-14] 물류센터의 스마트화 5단계	34
[그림 2-15] 제1호 스마트 물류센터 인증 업체 및 주요기술	37
[그림 2-16] CJ대한통운 메가허브 곤지암-1호 1등급	39
[그림 2-17] 파세토 용인1·2센터-예비 1등급	40
[그림 2-18] Tornatzky & Fleischer(1990)의 연구모형	46
[그림 2-19] Rogers(1983)의 혁신확산이론 모형	47
[그림 2-20] Thong(1999)의 DTOE 연구모형	48
[그림 2-21] AlmuBarak(2017)의 DTOE 연구모형	49
[그림 2-22] Featherman & Pavlou(2003)의 연구모형	57
[그림 2-23] Venkatesh et al.(2003)의 UTAUT 연구모형	67
[그림 2-24] Venkatesh et al.(2012)의 UTAUT2 연구모형	68
[그림 2-25] Chan et al., (2012)의 연구모형	73
[그림 2-26] 윤경(2015)의 연구모형	74

[그림 2-27] 김광직(2019)의 연구모형	75
[그림 2-28] 정현석(2019)의 연구모형	75
[그림 2-29] 손경자(2021)의 연구모형	76
[그림 3-1] 개념적 연구모형	78
[그림 4-1] G*Power 최소표본크기 측정	103
[그림 4-2] PLS-SEM의 연구모형	104
[그림 4-3] 계층적 잠재 변수 모델(HCM)의 4가지 유형	107
[그림 4-4] Wenbo Guo et al.(2021)의 연구모형	108
[그림 4-5] 홍은표(2018)의 연구모형	109
[그림 4-6] 도입된 시스템 현황	115
[그림 4-7] 1단계 First-order PLS 알고리즘	121
[그림 4-8] 2단계 잠재변수점수(LVS) 추출 모형	130
[그림 4-9] 2단계 Second-order PLS 모형	131
[그림 4-10] 구조방정식(SEM) 모형의 분석 결과	138
[그림 4-11] 매개효과 설명	143
[그림 4-12] MICOM 절차	146
[그림 4-13] IPMA 사분면과 의사결정 전략	159
[그림 4-14] 2차요인에서의 도입의도에 대한 IPMA	162
[그림 4-15] 1차요인에서의 도입의도에 대한 IPMA	163
[그림 4-16] 기업유형에 따른 IPMA 비교	166
[그림 4-17] 물류센터 규모에 따른 IPMA 비교	168

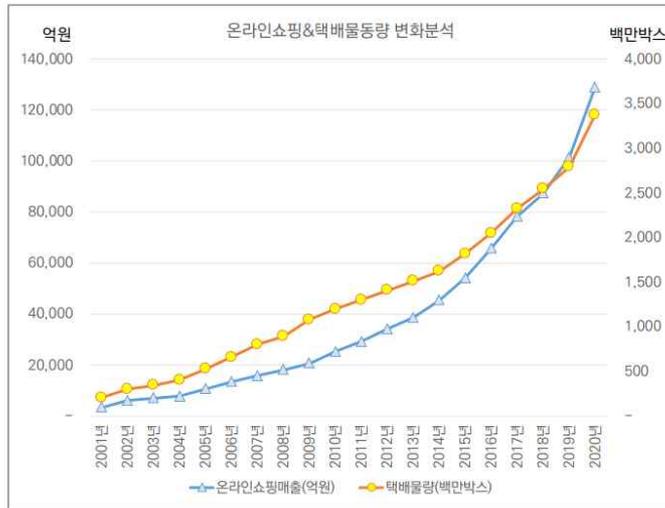
I. 서론

1.1 연구배경 및 목적

2016년 다보스 포럼에서 클라우스 슈밥(Klaus Schwab)은 4차 산업혁명을 “디지털 혁명인 3차 산업혁명에 기반을 두고 있으며, 디지털(digital), 물리적(physical), 생물학적인(biological) 기존 영역의 경계가 사라지면서, 융합되는(fusion) 기술적인 혁명”이라고 개념적으로 정의하였다. 4차 산업혁명의 특징은 초지능성(Hyper-Intelligent), 초연결성(Hyper-Connected), 예측 가능성(Predictability)이다. 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능, 자율주행, 로봇 등의 기술이 기술·산업·사람을 초월한 융복합 추세가 가속화되면서 물류산업도 큰 변혁이 시작되었고, 전통적 물류에서 첨단화, 지능화, 맞춤형된 스마트 물류로 진화하고 있다.

과거 물류의 역할은 산업을 지원하는 수준이었지만 정보화로 촉발된 제3차 산업혁명에서 물류는 제3의 이익원으로 각광 받기 시작했고, 이제는 물류 서비스 자체가 기업의 핵심 경쟁력으로 자리매김하게 된 시대라고 해도 과언이 아니다(신민성, 2020). 4차 산업혁명 기술은 물류산업을 노동집약에서 기술집약 산업으로 전환하여 수송, 보관·재고관리, 하역, 포장 등에서의 비용절감과 물류 표준화에 따른 서비스 정확성 확보로 고객서비스의 품질이 향상될 것으로 전망하고 있다(민연주 외, 2020).

한편, 2020년 코로나19의 등장으로 사회·산업 전반으로 디지털 전환을 촉진시켜 4차 산업혁명 시대를 앞당기는 주요한 기회가 되었다. [그림 1-1]은 온라인쇼핑과 택배물동량의 연도별 추이로, 2019년 이전까지는 매년 $10\% \pm 3\%$ 대에서 움직이던 증가율이 코로나19가 본격 확산된 2020년에는 택배물량이 총 33.8억개로 약 21%의 급등세로 나타났으며, 온라인 전자상거래의 확산에 따른 빠른 성장세와 코로나19로 인한 비대면 소비활동 증가가 결합하여 비대면 생활경제로의 급격한 전환이 이루어지고, 택배산업의 성장세 또한 가팔라지고 있음을 보여준다(박한영 외, 2021).



〈출처〉 박한영 외(2021) 인용

[그림 1-1] 연도별 온라인쇼핑/택배물동량 변화

물류업계 대표들로 구성된 대한상공 물류위원회에서는 2021년 5월 “코로나19 팬데믹과 4차 산업혁명으로 물류산업이 격변의 시대를 맞고 있다”며 “자율주행과 드론 택배, 창고 로봇 등 스마트 물류로의 전환은 기업 생존을 위한 필수 조건이며, 이 같은 변화에 기업들이 대응할 수 있도록 정부의 다양한 정책 지원이 필요하다”고 건의하였다(서울경제, 2021). 특히 국내의 물류창고시설 노후화가 심화된 상황에 스마트 물류센터로의 전환을 유도할 필요가 있다 하였다.

정부는 2020년 7월 코로나19 감염증 확산과 첨단기술경쟁에 대응하기 위하여 디지털혁신, 미래에너지 전환, 고용·사회안전망 구축 등 우리나라 경제와 사회를 새롭게 변화시키는 “한국판뉴딜정책”을 제시하고, 물류산업은 육상물류, 해운물류 등을 중심으로 한 물류거점과 인구밀집지역을 대상으로 “스마트물류체계” 구축을 발표되었다(기획재정부, 2020). 이어 2021년 12월 '제5차 국가물류기본계획(2021~2030년)'에서 '스마트 물류' 성장을 통한 '글로벌 물류 선도국가 도약'이라는 비전을 제시하고, 2030년까지 물류산업 매출액을 91조 9000억원→140조원으로 확대, IT 활용지수를 39.6→66.1까지 높이고, 물류

경쟁력지수는 25위→10위권으로 끌어올리며, 물류 분야 일자리를 64만5천명 →97만명으로 확대하겠다는 목표를 제시하였다(국토교통부, 2021).

코로나19 등의 영향으로 비대면 경제활동이 급성장함에 따라 생활물류 부문에서도 스마트 물류센터의 중요성이 더욱 크게 부각되고 있다. 고객 접점에서의 배송 신속성 등 다양한 물류적 니즈를 충족시키기 위해 스마트 물류로의 전환은 필수적이다. 또한 생활물류 수요가 전반적으로 증가하는 것과 함께 대도시 등 특정지역을 중심으로 한 물동량의 집중은 물류센터에 단시간내 더 많은 물동량을 처리해야 하는 압박으로 작용하고 있다. 물동량의 증가 및 집중화에 대응하면서 동시에 빠르고 다양해진 소비자의 요구에 대응하기 위해 물류센터의 대형화, 첨단화, 스마트화가 필요하다(서상범, 2020).

이런 급변하는 물류 환경 변화 속에서 변화에 수용하고 새로운 도약을 준비해야 함에, 대규모 구조조정과 새로운 불확실성 등장에 대한 인식 제고와 충격 완화 노력과 인력 개발 교육 확대를 통한 고용안정성 제고 노력을 기울여야 하고, 기업은 혁신 기술을 적극 수용하여 다양해지는 물류수요에 능동적으로 대응하는 한편 내부 자원을 효율화하여 기업 경쟁력 강화를 도모해야 한다(전해영, 2017).

더욱이 4차 산업혁명에서 제시된 새로운 스마트 기술들은 기업 내부 뿐만 아니라 기업 외부의 공급자 및 국내외 고객 관리 측면에까지 영향을 미치는 큰 변화로 볼 수 있다. 이러한 혁신적인 변화는 특히 중소기업에게 자본과 노력을 요구하는 부담으로 인지되고 있어 정부와 유관기관, 학계를 포함한 다각도의 관심과 지원의 필요성이 제기되고 있다.

따라서 본 연구의 목적은 물류센터 종사자가 느끼는 스마트 물류 기술에 대한 인식과 신기술 도입에 대한 개인 특성(기대심리와 저항심리)를 매개로 하여 스마트 물류 기술 도입의도와의 인과관계를 실증적으로 검증하는데 목적이 있다.

국내 물류·유통기업의 스마트 물류 기술 도입을 위한 영향 요인이 무엇인지 파악하고 성공적인 스마트 물류센터 구축을 위한 방향을 제시하여 국내기업과 산업에 대내외 경쟁력을 높이고자 한다. 이에 본 연구의 의의는 다음과 같다.

첫째, 4차 산업혁명의 융합기술을 기반으로의 전환은 단순히 더 나은 기술만을 적용하는 것이 아닌, 기업의 문화와 사람, 구조, 과업을 잘 조화시키는 것에 초점을 두어야 한다. 따라서 본 연구에서는 기업의 기술적 요인, 조직적 요인, 환경적 요인을 고려한 도입 영향을 알아보하고자 한다.

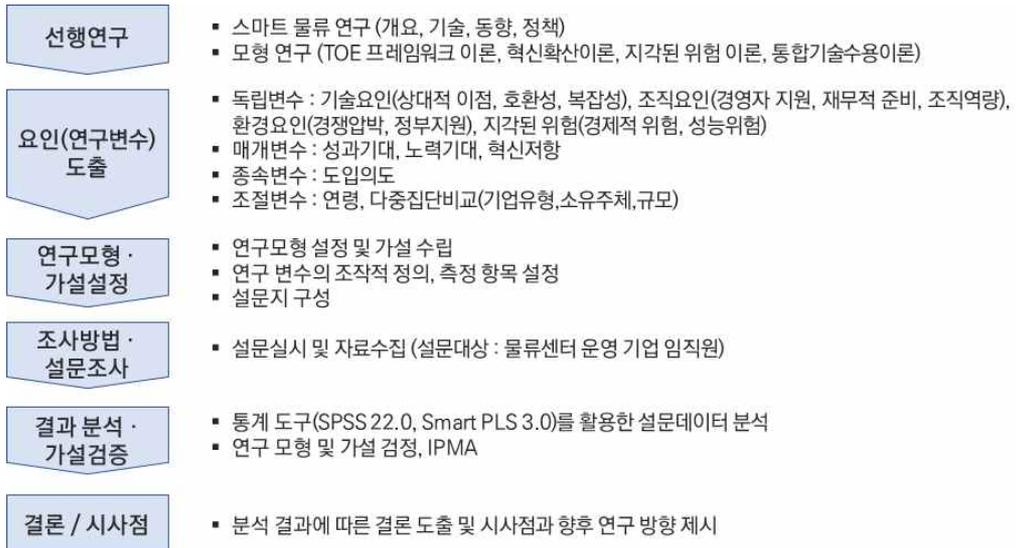
둘째, 영세한 물류 산업에 성장 패러다임에 미칠 것이라는 기대 심리와, 반면 예기치 못할 부작용이나 불확실성에 대한 저항 심리를 반영하는 현실적인 시각에서의 진단 및 점검이 필요하다.

셋째, 기업의 특성에 따른 이질성을 확인하고, 중요도-성과 분석을 통하여 보다 통찰력 있는 결과를 도출하고, 전략적 방향성과 돌파구를 탐색함으로써 올바른 방향을 제시하고자 한다.

넷째, 기업 대내외 환경의 변화에 따라 조직의 새로운 체계 도입과 형성으로 혁신을 고려한 도입의도에 영향 요소를 검증하여 학문적 기여도를 높이고, 기업 현실을 확인하고 적절한 형태의 성공적인 스마트 물류 기술 도입이 이루어지도록 실무적인 시사점을 제시하고자 한다.

1.2 연구 방법 및 구성

본 논문은 [그림 1-2]에서와 같이 6단계로 연구계획을 수립하고 단계별로 진행하였다. 1단계, 물류혁신의 변천과 스마트 물류 등장 및 개념, 기술 동향과 정책 현황을 조사하였다. 또한 선행연구 고찰에서는 스마트 물류에 관한 선행연구와 기술-조직-환경-개인 여러 맥락에서의 환경분석을 수행하고 신기술 수용모형 대한 사례 고찰 등 다양한 선행연구를 분석하였다. 2단계, 요인변수 도출에서는 앞선 선행연구 고찰과 분석을 통해 도출된 요인들을 기반으로 연구모형에 부합하는 독립변수, 매개변수, 종속변수로 도출하였다. 3단계, 연구모형을 개발하고 각 경로별 가설을 수립하였다. 연구 변수의 조작적 정의와 측정항목을 설정하고 설문문을 구성하였다. 4단계, 설문조사에서는 물류센터를 운영하는 물류기업 및 유통기업의 종사자들을 대상으로 설문문을 실시하였다. 2022년 5월부터 2022년 6월까지 1,253부가 배포되어 142부가 회수되었고 그 중 132부가 유효 설문으로 확보하였다. 5단계, 결과분석 및 가설검증에서는 SPSS 22.0과 SmartPLS 3.0을 활용하여 타당성과 신뢰성을 검증하고, 구조모형에 대한 가설검증을 실시하여 각 가설에 대한 결과를 도출하였다. 6단계, 결론 및 시사점 도출에서는 도출된 결과를 바탕으로 이론적, 실무적, 정책적 고찰을 수행하였다. 이와 함께 시사점 및 본 연구의 한계점을 설명하고 향후 방향을 제시하고 연구를 마쳤다.



[그림 1-2] 연구 절차

본 논문의 구성은 총 5장으로 구성되어 있으며, 각 장의 내용은 다음과 같다.

제1장 서론에서는 연구배경 및 목적, 그리고 연구의 방법 및 구성을 기술하였다.

제2장 이론적 배경에서는 스마트 물류의 개념 및 기술 동향, 스마트 물류에 관한 선행연구, 연구모형에 바탕이 되는 TOE Framework, 혁신확산이론(DOI), 지각된위험이론(TPR), 통합기술수용이론(UTAUT)에 관한 선행 연구의 개념와 내용을 정리하였다.

제3장에서는 선행연구를 토대로 연구모형을 수립하고, 연구가설 설정, 변수의 조작적 정의, 설문지 구성과 자료 분석 방법을 제시하였다.

제4장에서는 실증분석 단계로서 연구가설에 대한 빈도분석 및 요인분석, 신뢰도 분석, 집중타당성 검증, 판별타당성 검증, 구조방정식 모형분석, 매개효과 분석, 다중집단분석(MGA), 중요도-성과 맵 분석(IPMA) 등 통계적 검증 결과를 제시하였다.

제5장에서는 결론 단계로서 연구결과에 대한 요약, 학문적 및 실무적 시사점 제시, 연구의 한계점 및 향후 연구 방향을 제안하였다.

II. 이론적 배경

2.1 4차 산업혁명과 물류 4.0

2011년 독일이 제창한 4차 산업혁명 ‘인더스트리 4.0’의 본질은 IoT를 활용한 산업 전반의 혁신이다. 3차 산업혁명까지는 기본적으로 혁신이 공장 내부에서 일어났지만, 4차 산업혁명은 사회 전체의 최적화를 꾀한다. 그러므로 조달부터 생산, 판매에 이르는 물품의 움직임을 지원하는 로지스틱스의 발전은 인더스트리 4.0을 달성하기 위해 꼭 필요하다. 인더스트리 4.0이 제조업뿐 아니라 판매와 소비까지 포함한 최적화로 개념을 확장하면서 로지스틱스의 역할이 점점 중요해지고 있다(오노즈카 마사시 외, 2019).

오노지카 마사시의 “로지스틱스 4.0: 물류의 미래와 창조적 혁신”에서는 물류산업의 혁신 변천을 소개하였다.



자료: Roland Berger, Logistics 4.0 - 物流ビジネスにおける新たなイノベーション, 2015.12

<출처> 신민성(2020) 인용

[그림 2-1] 물류혁신의 변천

로지스틱스 1.0 - 철도와 트럭의 시대 : 과거에는 말, 낙타, 마차, 선박

등이 주 운송수단이였으며, 먼 곳까지 대량의 화물을 운송하는 선박이 주도하였다. 19세기 영국의 기술자 리처드 트레비식이 발명한 증기 기관차로 내륙의 운송 기반이 운하에서 선로로 바뀌는 일대 변혁이 일어났으며, 선박 역시 증기선의 등장으로 해상 운송은 보다 정확하게 시간을 맞출 수 있게 되었다. 철도와 증기선을 이용해 대량의 물자를 먼 곳까지 정확하고 효율적으로 운반할 수 있게 된 것이다. 처음에는 증기식이었던 트럭도 20세기가 되자 내연식 엔진으로 바뀌었고 사용 주체도 군수에서 민수로 확대되는 등 ‘운송의 기계화’가 20세기 대량 운송의 막을 열었다 할 수 있다(오노즈카 마사시 외, 2019).

로지스틱스 2.0 - 지게차와 컨테이너의 시대 : 1950년대에 들어서 일어난 두 번째 혁신은 짐을 싣고 내리는 하역 자동화다. 제2차 세계대전 중 병참을 지원하는 데 사용된 지게차는 전쟁이 끝나자 물류현장에 보급되었다. 지게차로 짐을 옮길 때 필요한 나무 널판 하역 자재, 팻릿도 함께 보급됐다. 팻릿은 하역 작업의 효율성을 높이고 화물을 보관·운송할 때의 크기를 규격화하는데 일조했다. 1960년대에 해상 컨테이너는 국제표준화기구 150 규격에 따라 레고 블록처럼 차곡차곡 쌓아 올릴 수 있었으며, 거대한 갠트리 크레인이 가동되어 비가 내리든 한밤중이든 상관없이 작업할 수 있게 되었으며, 컨테이너 단위로 화물이 운송되므로 트레일러에서 컨테이너선으로 갈아타기도 간편하고 해륙 일관 운송을 할 수 있게 되었다. 1960년대 후반에는 자동 창고가 일반화가 되어 공장에 인접한 출고 센터를 중심으로 활용되었다(오노즈카 마사시 외, 2019).

로지스틱스 3.0 - 관리 시스템의 시대 : 1970년대에 들어서자 관리 시스템화되면서 큰 변화가 싹 틔웠다. 창고관리시스템(WMS; Warehouse Management System) 도입으로 재고 수량뿐 아니라 입고·격납·출고·검수·포장에 이르는 모든 작업 상황과 화물 위치를 통합적으로 관리하는 시스템으로 널리 활용되었으며, 운송관리시스템(TMS; Transportation Management System)은 트럭 차량 수나 배차 장소뿐 아니라 운송 정보를 기록하고 청구하는 시스템으로 배차 계획과 운행 상황관리, 차량에 실린 짐의 비율과 총 주행 거리에서 실제로 화물을 싣고 운행한 거리 비율의 산출에도 쓰였다. 1980년

대 이후 사무용 컴퓨터가 보급되면서 WMS와 TMS는 일반화 되었으며 국제 간 운송에 관한 각종 절차가 이 무렵 전산화되었다(오노즈카 마사시 외, 2019).

로지스틱스 4.0 : 물류의 첨단화 시대 - IoT, AI, 로봇틱스라는 차세대 테크놀로지가 발달하고 활용 범위가 확대되면서 소인화와 표준화를 통해 물류장비 산업화가 일어나고 있다. 소인화란 로지스틱스 각 영역에서 인간이 조작하고 판단해야 하는 과정이 대폭 줄어드는 것으로 물류의 운용 주체가 인간에서 기계시스템으로 전환되는 것이다. 운전자 없이 화물을 배달하는 자율 주행, 드론 배송, 물류 로봇 등을 들 수 있다. 표준화는 로지스틱스에 관한 다양한 기능과 정보가 연결되어 운송 경로나 수단을 유연하게 운용하는 것이다. 소인화와 표준화가 진행되면 물류 산업은 장비 산업화가 될 것이다. 새로운 서비스를 설계하거나 대면 소통이 필요하거나 예기치 못한 사태에 대처하는 인간의 지혜가 필요한 영역도 계속 남겠지만, 운반·하역·포장·수배송과 같은 기본 작업은 '인간이 거의 개입하지 않아도 되는 인프라적 기능'이 되기 때문이다(오노즈카 마사시 외, 2019).

4차 산업혁명과 함께 물류도 '스마트 물류'를 향한 다음 단계는 정보의 가용성 증가를 기반으로 급변하는 환경에 유연하고 빠르게 적응할 것이며 이는 물류 시스템과 데이터를 통해 결론을 도출할 수 있을 것이다. 생산의 분권화 및 개별화 시대에 물류 작업은 비용, 시간, 자원을 보다 최적화하기 위해 더 유연하고 지능적이어야 한다. 이것만이 물류는 올바른 제품을 올바른 시간에 올바른 장소에서 올바른 수량과 품질로 제공함으로써 미래에 고객을 위한 가치를 창출할 수 있다(K. Douaioui et al., 2018).

2.2 스마트 물류

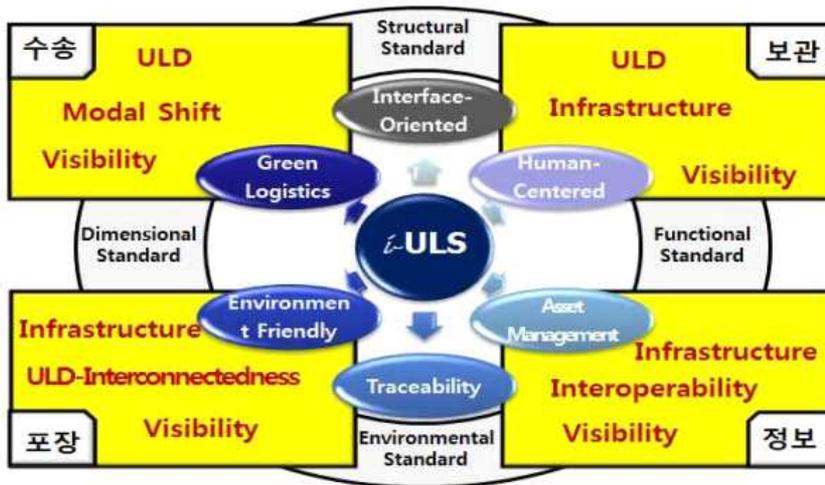
2.2.1 스마트 물류 개요

스마트 물류(Smart Logistics)에 대한 정의는 기관이나 학회의 논문 및 보고서 등에서 다양하게 정의하고 있다.

Uckelmann은 스마트 제품과 스마트 서비스의 개념에 기초하여 자재의 흐름에 대한 정보를 얻기 위한 모니터링, 제어 및 기타 목적으로 처리하는 기술의 사용을 기반으로 하는 스마트 물류의 정의를 제공했다(D. Uckelmann, 2008).

스마트 물류(Smart Logistics)는 “운송, 보관, 하역, 포장, 시설, 장비 및 물류시스템 등 물류의 전 분야에 걸쳐 IT 기술, 센서, 정보통신 및 제어기술을 접목함으로써 물류운영의 효율화와 물류비용의 절감을 목표로 하고 있는 물류로 정의하고자 한다. 즉, 기술의 결합으로 상호보완적인 통합시스템을 의미하는 것이다. 스마트 물류의 궁극적인 목표는 물류비용 절감 및 물류의 효율적 운영을 달성하기 위하여 인프라 중심 물류에서 나아가 첨단 물류 IT 기반의 종합적인 통합 물류 서비스를 제공하는 것이다.”(정성용 외, 2012).

스마트물류란 “RTI(Returnable Transport Item)가 가능한 ULD를 기본단위로 한 i-ULS(Intelligent-Unified Logistics System) 체계이며, i-ULS 는 IT와 물류기술을 복합적으로 융합한 형태로써 이는 수송, 보관, 포장, 상/하역 정보/보안의 물류활동 간 Traceability, Environment Friendly, Green Logistics, Interface Oriented, Human Centered, Asset Management 등 6가지의 요소의 특징을 가지며, 정보는 물류활동간의 Visibility 와 물류활동간 연계해주는 역할을 함”(한국표준협회, 2012).



〈출처〉 한국표준협회(2012)

[그림 2-2] 스마트물류 요소

스마트 물류(Smart Logistics)란, “ICT(Information and Communication Technology)를 이용하여, 화물의 출발지와 도착지 간에 존재하는 시간적, 공간적, 환경적 저항요인을 최소화하는 계획과 통제행위이다. 시간적 저항요인이란 통행시간, 상·하역 시간, 보관시간 기타이며, 공간적 저항요인이란 적재율, 공간회전을 기타이며, 환경적 저항요인이란 환경오염에 직간접으로 영향을 미치는 요인을 의미한다”(국가표준코디네이터, 2013).

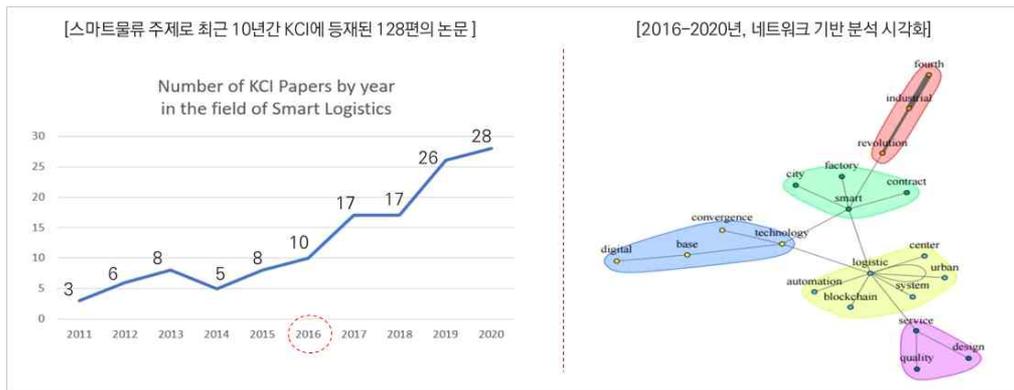
스마트 물류는 “ICT기술, 센서, 정보 및 제어 기술을 활용해 운송, 보관, 분류 및 반출과 같은 하역과 시설 및 장비 그리고 시스템 등 물류 전 분야에 효율성, 유연성, 지속가능성을 향상하고 이를 통해 물류비 절감을 목표로 하는 물류’로 정의하고 있다.”(박정현 외, 2019).

스마트 물류는 “IT 서비스와의 접목을 통해 물류의 모든 제반활동을 실시간으로 제어하고 관리·운영하기 위한 지능형 국제 통합물류체계를 말한다. 이를 가능하게 하는 지능형 물류 시스템(Intelligent Unified Logistics System: i-ULS)은, 단순히 제품만을 보관하던 기존의 물류창고에서 유연성을 갖춘 공급망사슬관리(SCM) 및 부가 서비스를 수행할 수 있도록 최신 기술(ICT, IoT)을 적용하여 자동화·지능화한 사내외 물류를 통합관리하는 시스템이다.”

(국토연구원, 2020).

중국의 첸찬산업연구원은 스마트 물류에 대해 “AI, IoT 등 ICT 기술을 활용한 물류시스템이라고 정의하면서 기존 물류 시스템에 비해 무인화, 자동화, 효율화가 핵심적인 요소로 부각되는 물류”라고 정의 하였으며, 글로벌 물류뉴스 전문 사이트인 테크크런치의 기사에서는 “상품의 재고관리와 피킹 및 포장까지의 과정에 자동화 기술을 적용하는 스마트 물류센터와 사람 대신 로봇이 상품을 배송하는 무인배송까지를 포함하는 개념”으로 스마트 물류를 보고 있다(물류신문, 2020).

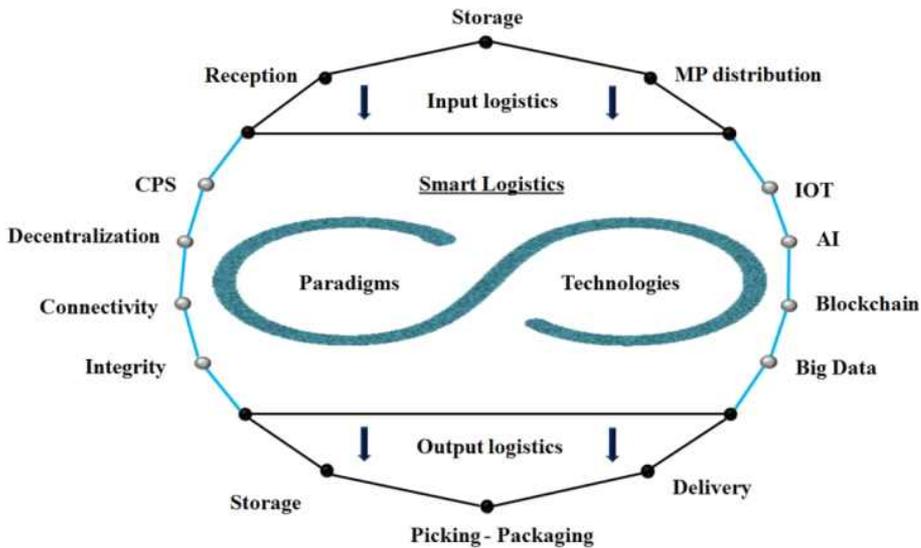
2011~2020년 지난 10년간의 스마트물류 주제의 학술지 논문 128편을 대상으로 R을 활용한 사회네트워크 분석(SNA)을 실시하여 국내 스마트물류에 관한 연구 동향을 분석한 결과, 5년 단위(2011~2015년, 2016~2020년)로 전·후기 동향을 비교했는데 분석의 대상이 된 스마트물류 초기 연구가 ‘물류’에 집중되었다면, 2016년 이후 ‘4차 산업혁명 및 기술’ 등으로 연구의 중심이 다양화 및 확대되고 있다고 해석할 수 있으며, 핵심 키워드로 Logistics, Authentication, Smart, Service, RFID, Technology, Revolution 등이라 제시하였다(송민근, 2021).



[그림 2-3] 송민근(2021) 스마트물류 연구동향

2.2.2 스마트 물류 기술 및 동향

스마트 물류로 마이그레이션하고 높은 수준의 자동화를 달성하려면 몇 가지 새로운 기술과 혁신적인 패러다임을 결합해야 한다. [그림 2-4]와 같이 관련 정보는 IoT 시스템을 통해 제공·공유되며 인공지능 및 기계 학습 알고리즘으로 관리되며 클라우드 컴퓨팅 및 블록체인 데이터베이스에 저장되어 데이터의 분산화를 개선한다. 또한 컴퓨터 구성 요소에 의한 물리적 요소의 관리, 제어 및 모니터링이 가능한 사이버 물리적 시스템과 같은 몇 가지 새로운 패러다임을 구현해야 한다. 따라서 스마트 물류는 모든 요소(제품, 인프라, 운송 수단 등)의 연결과 모든 관리 프로세스 및 계층적 수준의 통합이며, 공급망을 통해 분석 잠재력을 높이기 위해 모든 프로세스가 서로뿐만 아니라 인간과도 통신할 수 있는 네트워크라 할 수 있다(Barreto L et al., 2017).



〈출처〉 Barreto L et al.(2017) 인용

[그림 2-4] 스마트 물류 특성 및 기술

스마트 물류의 특징은 IT기술이 물류 주요 과정에 가져온 변화로, 운송은 재화의 장소적 이동기능을 갖으며, 운송수단으로는 저비용, 대량수송이 가능하여 이용비중이 높은 해상운송과 고가상품, 신선상품 등을 중심으로 이용비중이 증가중인 항공운송과 이들이 서로 결합해 고객과의 근거리까지 수송이

이뤄지는 내륙운송으로 철도화물과 택배 등을 꼽을 수 있으며, 드론 같은 무인 자동화 운송수단과 운송차량 위치추적 시스템, 운송 수단 간의 연계 강화 시스템, 친환경 운송수단 등의 개발로 운송수단과 IT기술의 결합에 따른 기존 운송 분야에서의 문제점을 해소하고 운송 환경 개선에도 긍정적으로 작용할 것으로 예상 된다(정성용 외, 2012).

4차 산업혁명의 물류에 적용되는 기술을 선정하여 화주와 물류업체를 대상으로 설문분석을 실시한 결과, 4차 산업혁명이 운송, 창고관리, 공급사슬관리, 정보 등에 많은 영향을 미칠 것으로 인식하고 있으며, 물류의 효율성보다는 효과성에 보다 높은 효과(영향)를 가져올 것으로 인식하고 있었고, 개별 기술적인 측면에서는 빅데이터, 인공지능, 사물인터넷, 로봇 등의 기술 순으로 물류에 영향을 미칠 것으로 인식하고 있는 것으로 나타났다(이충환 외, 2017).

[표 2-1] 4차 산업혁명 기술이 물류의 효율성과 효과성에 미치는 영향

기술 유형	효율성	물류기능	효과성	물류기능
AI	최적화	운송, 재고관리(최적경로)	정시성, 신속성	운송, 재고관리
IoT	최적화	운송(자율주행), 창고관리(운반차량)	신속성	창고관리
빅데이터	최적화	물류관리(최적경로)	정시성, 편의성	물류 전기능
클라우드	비용절감	정보	정보교환 및 공유	정보
로봇	비용절감	창고, 하역, 포장	신속성	창고, 하역, 포장
3D 프린팅	비용과 시간 절감	운송	신속성, 편의성	운송, 재고관리
드론	비용절감	운송	정시성, 오지운송	운송

<출처> 이충환 외(2017) 인용

곽나경(2021)은 해외 스마트 물류의 특징과 사례, 국내 물류기업의 스마트 물류 현황을 연구하였으며, 스마트 물류 기술로 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능

능, 블록체인, 로봇틱스, 자율주행, 드론 기술을 제시하였다.

최두원(2020)은 스마트 물류 구현을 위한 핵심 기술로 사물인터넷, 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, 인공지능, 블록체인, 지능 로봇 등이 제시하였다.

권요안(2021)은 스마트물류 시장 전망과 스마트물류 기술(IoT, 클라우드, 블록체인, 디지털트윈, 인공지능)과 스마트 물류 D.N.A 활용 동향을 서술하였다.

신민성 외(2022)은 물류산업의 디지털 기술수준 분석을 위해 디지털화에 기여하는 정보화 대표기술로 사물인터넷, 인공지능, 블록체인, 빅데이터, 클라우드 5가지 기술을 선정하여 국내외 특허데이터를 분석한 결과, 인공지능 > 클라우드 > 빅데이터 > 사물인터넷 > 블록체인 순으로, 특허영향지수는 빅데이터 > 인공지능 > 블록체인 > 사물인터넷 > 클라우드 순으로, 전체 디지털 기술의 영향력은 전세계 평균 80% 수준인 것으로 확인하였다.

위와 같이 다양한 기관이나 학회의 논문 및 보고서를 통하여 스마트 물류 기술 중 사물인터넷, 로봇틱스, 자율주행, 드론, 블록체인, 인공지능, 디지털 트윈 7개 기술을 중심으로 기술의 소개와 동향, 적용 사례를 정리하였다.

2.2.2.1 사물인터넷

사물인터넷(Internet of Things: IoT)은 “각종 사물에 센서와 통신 기능을 내장하여 인터넷에 연결하는 기술로, 무선 통신을 통해 각종 사물을 연결하는 기술을 의미하며, 여기서 사물이란 가전제품, 모바일 장비, 웨어러블 디바이스 등 다양한 임베디드 시스템이 된다. 사물인터넷에 연결되는 사물들은 자신을 구별할 수 있는 유일한 아이피를 가지고 인터넷으로 연결되어야 하며, 외부 환경으로부터의 데이터 취득을 위해 센서를 내장할 수 있다.”(wikipedia, 2022).

1999년 MIT의 케빈 에슈턴(Kevin Ashton)이 RFID 기술을 사용한 효율적 재고관리시스템을 설명하면서 사물인터넷(Internet of Things: IoT)이라는 용어를 처음 사용하여 단순 데이터 공유가 아니라, 지능적이고 효율적인 서비스를 제공함을 목표로 하여 센서를 포함한 장치의 고성능화, 소형화, 가격하

락이 진행되고, 유비쿼터스 컴퓨팅, 스마트폰 보급 확대, 클라우드 컴퓨팅 등 통신기술이 발전하면서 IoT에 대한 관심과 빅데이터와 인공지능 등의 기술개발과 활용이 급속도로 발전 되고 있다(곽나경, 2021).

IoT 기기는 사람이 물리적으로 있을 수 없는 곳에서 우리의 눈과 귀를 대신하여 수집하도록 프로그래밍된 모든 데이터를 수집한다. 그러한 데이터는 분석을 거쳐 후속 조치 또는 의사결정에 도움이 되는 정보를 제공하거나, 그러한 조치 및 결정을 자동화하는 데 사용된다. 물류산업에서의 사물인터넷 활용은 트럭이나 지게차 등 자산 관리는 물론 화물의 실시간 위치 추적에 쓰이고 있다. 물류산업에서의 사물인터넷 활용은 [표 2-2]와 같다.

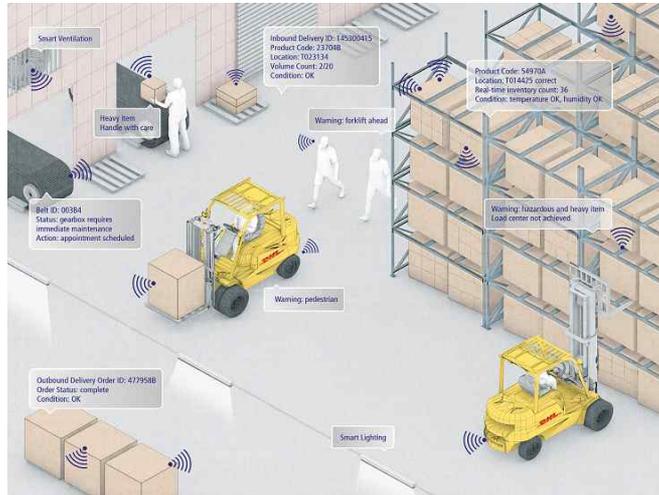
[표 2-2] 물류산업에서의 사물인터넷 활용

영역	활용
보관창고	RFID, 온습도센서, 실시간위치추적, 무인운반차 등을 활용해 창고내 화물의 입출고, 화물 재고, 화물 환경 등 관련 정보를 추출하고 공장관리시스템, 주문관리시스템 등에 활용
컨테이너	위치, 충격감지, 온습도, 문개폐 감지, 무게 등 일반 및 냉동/냉장 컨테이너 화물 정보 데이터 산출
트럭 및 철도	화물의 위치, 온습도, 차량의 상태, 운전자 정보, 출도착 정보 등에 대한 데이터를 수집
항만	컨테이너 양하 현황, 항만 인프라의 상태 및 위치 정보, 원격 제어 등으로 항만 자동화를 위한 데이터 산출
선박	선박의 위치, 선박의 상태, 선박 접안 및 하역 현황, 출도착 정보 등에 대한 데이터를 수집
유통매장	매장 내의 상품의 진열 상태, 판매 현황, 자동 결제 등 상품의 판매 및 재고 전반의 상태를 모니터링

<출처> 권요안(2021) 인용. 연구자 재구성

[그림 2-5] DHL·CISCO의 ‘INTERNET OF THINGS IN LOGISTICS’ 보고서에 의하면, IoT가 물류에 적용되면 창고내 화물, 선박, 이동장비, 사람 등 상호 정보 교환 및 상호 소통을 통하여 로봇 자동화, 자산 및 재고 관리, 작업자 모니터링, 운송 최적화, 운영관리 등에 혁신을 이룰 것이라 보고하였

다.



〈출처〉 DHL CISCO의 ‘INTERNET OF THINGS IN LOGISTICS’
[그림 2-5] 사물인터넷 활용

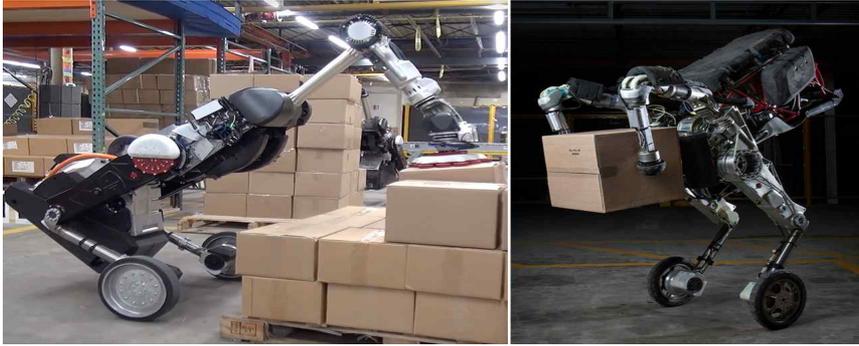
2.2.2.2 로봇틱스

국제로봇연맹(International Federation of Robotics: IFR)에서는 “물류로봇은 물품을 안전하고 효율적으로 전달하기 위한 이송, 핸들링, 포장 분류 등 물류 활동을 자동으로 수행할 수 있는 로봇시스템”이라 정의한다.

중소벤처기업부는 물품의 이송, 핸들링, 포장, 분류 작업을 자동으로 수행하거나 판매자와 소비자간 물품을 자동으로 배송하는 작업을 수행할 수 있는 로봇시스템이라 정의하였다(이장균, 2020).

물류로봇은 물류 활동을 자율적이고 효율적이면서 안전하게 수행하는 로봇으로 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷 등 디지털 신기술 발전과 함께 물동량 증가와 노동력 부족 등 당면한 경제사회적 과제 해결에 있어서의 핵심 기기이다. 앞으로도 로봇과 디지털 기술이 더욱 가속될 것으로 물류로봇의 장점인 적용 영역의 확장성(광역성)을 기반으로 한 다양한 사업 기회가 예상된다.

[그림 2-6]은 미국 로봇 전문 기업 '보스턴 다이내믹스'이 선보인 '핸들'이라는 이름의 로봇(무게 105kg, 높이 183cm)은 창고를 자유롭게 가로지르며 로봇팔로 화물을 흡착하여 운반한다.



[그림 2-6] 물류 운반로봇

IFR(국제로봇연맹)은 로봇을 크게 산업용과 서비스용으로 구분하였으며, 물류로봇을 서비스 로봇 중 업무용 서비스 로봇의 하나로 분류하였다. 이에 현대경제연구원에서는 다시 물류로봇을 물류센터 및 제조공정용 로봇과 물류이송 옥내용 로봇, 라스트마일 운송용 배달 로봇으로 분류하였다. [표 2-3]는 물류로봇 분류와 활용 및 사례를 다음과 정리하였다.

[표 2-3] 물류로봇 활용 및 사례

분류	활용	사례
물류센터용, 제조공정용 로봇	<ul style="list-style-type: none"> 물류로봇의 주력용도로 AGV(무인운반로봇), 무인지게차, 로봇팔, 컨베이어 시스템 등으로 창고관리시스템 등과 연동해 활용 선반이송로봇, 피커추정로봇, 피킹로봇, 상하역로봇, 운반로봇 등이 있다. 	Amazon Robotics의 물류이송로봇, OCADO의 물류센터 자율주행로봇 등
물품이송 옥내용 로봇	<ul style="list-style-type: none"> 중소형 물품 이송을 중심으로 호텔, 병원 등 도입 확대, 엘리베이터 연동 기능 필수 	Savioke의 자율주행형 운반로봇 Relay, KONE의 호텔용 로봇 등
ラスト마일	<ul style="list-style-type: none"> 온라인 택배시장의 급성장에 대응해 	Amazon의 Scout, 알리

운송용 배달로봇	개발이 집중, 주요국에서 규제 개편 진행	바바의 G Plus 등
-------------	------------------------	--------------

〈출처〉 이장균(2020) 인용, 연구자 재구성

2.2.2.3 자율주행

“무인자동차(無人自動車, 영어: self-driving car, autonomous vehicle, AV, driverless car, robo-car) 또는 자율주행차는 운전자의 조작 없이 스스로 주행할 수 있는 자동차이다. 무인자동차는 레이더, LIDAR (light detection and ranging), GPS, 카메라로 주위의 환경을 인식하여 목적지를 지정하는 것만으로 자율적으로 주행한다”(wikipedia, 2022).

자율주행 트럭을 도시에서 사용하려면 지리적·정적·동적 교통환경 정보의 정확한 인지와 분석이 필요하다. [표 2-4]는 국제자동차공학회(SAE) 기준 자율주행 단계별 정의이다. 현재 미국의 자율주행 트럭 기술은 레벨 4(Level 4)에 해당한다. 레벨 4는 완전한 자율주행이 가능한 단계이며, 시스템이 차량의 모든 기능을 온전히 제어한다. 단, 시스템이 작동하도록 설계되지 않은 환경에서는 작동할 수 없다. 현재는 고속도로, 산업도로, 교통량이 적은 지역 등 통제된 환경에서만 자율주행이 가능하다.

[표 2-4] SAE 규정 자율주행 단계별 정의

분류	자율화 구분	내용
레벨 0	비자동화	• 자율주행기능 없음.
레벨 1	운전자 지원기능	• 자동 브레이크 및 속도 조절 등 운전 보조기능 탑재
레벨 2	부분적 자율주행	• 인공지능에 의해 제한적 자율주행 가능. 특정 상황에 따라 운전자의 개입 반드시 필요
레벨 3	조건부 자율주행	• 운전자는 운전에 대한 전반적인 책임
레벨 4	고급 자율주행	• 시내 주행을 포함한 도로 환경 주행시 운전자 개입이나 모니터링 필요

레벨 5	완전 자동화(무인 주행)	• 모든 환경에서 운전자 개입 필요 없음.
------	---------------	-------------------------

〈출처〉 에드가 블로그(<https://blog.skcc.com/2730>) 인용

[그림 2-7] 왼쪽에는 일본 도요타는 도시형 다목적 자율주행차 ‘e-Palette’로, 도시 내에서 개인 이동, 자율주행 배송 서비스, 운송용 차량, 게임용 차량 등 다목적 기능의 서비스를 제공한다. 미국 볼보트럭는 자율주행 전기트럭 ‘베라(Vera)’를 개발하여 운전석이 없는 트랙터 헤드와 트레일러 형태로 분리와 연결이 되어 이동하는 구조다. 특징은 차량의 위치배터리 잔량, 정비 요구사항 등에 대한 피드백(feedback)을 실시간으로 확인할 수 있다. 또한 같은 경로를 운행하는 차량과 연계하여 교통 흐름을 최적화할 뿐만 아니라 배기가스가 없고 소음이 적어 친환경적이라는 장점도 갖췄다.



[그림 2-7] 자율주행자동차 및 자율주행트럭

한국교통연구원에서는 앞으로 물류시장이 직면할 화물자동차 운전자 고령화, 운전인력 부족, 안전성, 물류비 등의 다양한 문제점들을 해결할 수 있는 좋은 대안으로 여기고 있다(신민성, 2018).

2.2.2.4 드론

드론은 일반적으로 무인 항공기(UAV: Unmanned Aerial Vehicle)를 의미하며, 이것은 조종사(pilot)가 없는 항공기를 말한다(김정훈 외, 2018; 이승영

외, 2019). 미 국방부 드론의 정의는 "드론은 동력을 갖추고 있고 조종사가 탑승하지 않으며, 항공역학을 이용하여 기체의 양력을 얻고, 자율적인 비행과 원격조정이 가능하며, 폐기 혹은 회수가 쉽고 장비를 탑재할 수 있는 항공기를 지칭한다"고 정의한다(유현태, 2019).

우리나라 '드론 활용의 촉진 및 기반조성에 관한 법률(약칭:드론법)'에서는 드론이란 "조종자가 탑승하지 아니한 상태로 항행할 수 있는 비행체"로, 국토교통부령으로 정하는 기준인 「항공안전법」 제2조제3호에 따른 무인비행장치, 제2조제6호에 따른 무인항공기, 그 밖에 원격·자동·자율 등 국토교통부령으로 정하는 방식에 따라 항행하는 비행체로 정의한다(국토교통부령 법률 제 18556호, 2021. 12. 7., 일부개정). 항공안전법 시행규칙 제5조에서는 무인비행장치는 사람이 탑승하지 아니하는 것으로, "연료의 중량을 제외한 자체중량이 150킬로그램 이하인 무인비행기, 무인헬리콥터 또는 무인멀티콥터"를 무인동력비행장치로, "연료의 중량을 제외한 자체중량이 180킬로그램 이하이고 길이가 20미터 이하인 무인비행선"를 무인비행선으로 정의하였다(국토교통부령 제786호, 2020. 12. 10., 일부개정).

드론은 크게 사용 용도에 따라 군사용과 민간용으로 분류되며, 드론 사용의 초창기에는 군사 분야에서 감시 및 경찰 용도로 활용되었으나, 최근에는 다양한 민간 분야에서 활용되고 있으며, 민간용 드론은 통상적으로 각 산업계에서 배송, 방제, 방송/영화 촬영, 인프라 관리 등에 사용되는 사업용 드론과 오락 및 스포츠 분야에서 개인용 촬영, 레이싱 드론 등으로 사용되는 개인용 드론으로 분류된다(한경수 외, 2020).

[그림 2-8] 왼쪽은 아마존 프라임에어로 드론 배송시스템으로 배송는 물론, 도서지역의 응급물품, 구호품 배송 등의 활용되고 있으며, 월마트(Walmart)는 광학 스캐너가 장착된 드론을 활용해 높은 선반의 재고까지 파악한다. 동일 시간에 투입해 온 수십 명의 업무를 드론 한 대로 수행할 수 있다.



[그림 2-8] 배송드론 및 물류드론

2015년 아마존 드론 배송서비스 시범 시행한 이후, 많은 나라에서 수년간 드론을 이용한 많은 시험 배송이 이루어졌다. [표 2-5]는 국내에서는 물류에서의 드론 시범 및 활용 사례이다.

[표 2-5] 국내 드론 물류 활용

주관	시범 및 활용 사례
우정사업본부	<ul style="list-style-type: none"> • 2017년 11월 전남 고흥의 득량도(도서지역)와 2017년 12월 세종시, 2018년 8월 강원 영월 별마로 천문대(산간지역)에서 각 1회씩 드론 시험.
CJ대한통운	<ul style="list-style-type: none"> • 2015년 'CJ스카이도어(CJ SKY-DOOR)' 개발, 시범운영 • 대전 문평동 메인허브터미널에서 긴급 의약품 등을 운송하는 시험비행에 성공
롯데로지스틱스	<ul style="list-style-type: none"> • 2016년 4월에 시범 비행 • 'Go Drone' 박람회 참여 및 영월의 드론 비즈니스 모델 공개 시연회 개최
국토교통부	<ul style="list-style-type: none"> • 국토교통부는 (주)해양드론기술을 'K-드론시스템' 2022년 실증 지원 사업자로 선정 • (주)해양드론기술은 경량물품을 대상으로 부산 남외항~선박 구간 화물 드론 배송사업을 승인했으며, 8월에는 세종시 내 도미노피자에 피자 드론배달 서비스 '도미에어' 운영을 승인.

<출처> 연구자 재구성

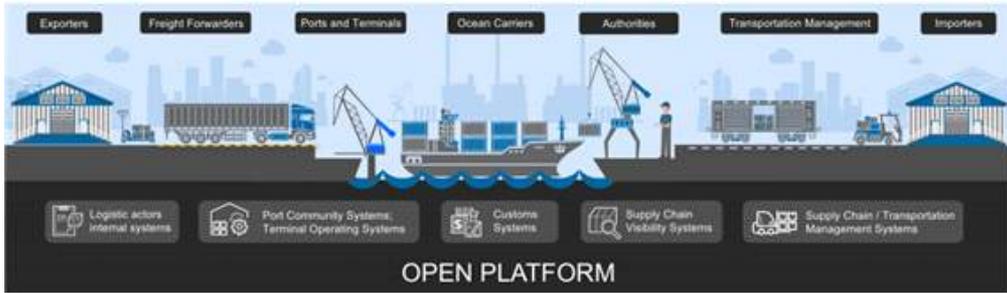
국내 화물의 80%가량은 육상 운송으로 이루어지고 있다. 도로 교통 혼잡

과 출퇴근 집중시간에 어려움이 많은 도심지나 응급 및 긴급배송이 필요한 도서 산간지역에 시공간에 제약이 덜한 드론의 활용이 큰 효과가 있을 것이다.

2.2.2.5 블록체인

블록체인은 2008년 Satoshi Nakamoto에 의해 발명된 비트코인(Bitcoin)으로 시작되었다. Nakamoto는 ‘Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system’이라는 논문을 통해 비트코인을 소개하고 이를 위한 블록체인 기술을 기재하였다. 금융보안원(2015)은 블록체인을 “네트워크 참여자가 데이터를 저장·검증하여 임의조작이 어렵도록 설계된 분산 데이터베이스와 유사한 형태로 데이터를 저장하는 구조체 리스트”라고 정의하였다. 또한 IBM(2017)은 블록체인을 “네트워크에서 거래를 기록하고 자산을 추적하는 분산원장”이라고 정의하였다(김성영, 2018).

블록체인은 보안성, 가시성, 무결성을 인정받아 물류 분야에도 적용되고 있다. 글로벌 공급사슬이 복잡해지고 범위가 확대되어 은행, 운송사, 포워드, 수출입업체 등 프로세스 상의 수많은 단계가 생기게 된다. 프로세스 상의 주체들은 수직적인 단계를 거쳐 주어진 업무를 처리하기 때문에 비효율적이다. 특히 물동량이 증가할수록 행정처리가 중복되는 경향을 보인다. 또한 단계가 늘어날수록 위·변조와 왜곡에 대한 리스크도 크게 올라간다. 뿐만 아니라 공급사슬이 점점 길어지면서 실시간 가시성이 낮아진다. 따라서 행정처리 효율화와 가시성 확보는 해운업계 등 국제물류업계 경쟁력 향상의 최대 과제로 부상했다(김은수 외, 2017; 김성영, 2018).



〈출처〉 IBM Blockchain Blog

[그림 2-9] 물류 블록체인

[그림 2-9]은 2017년 5월 IBM과 Maersk가 국제물류 분야에서의 블록체인 실증 프로젝트를 공개하였다. IBM은 Hyperledger Fabric과 IBM 기술을 결합하여 해상 운송 분야 최대 기업인 Maersk의 해상운송에 블록체인을 도입하여 서류 위변조, 데이터 오류, 운송에 소요되는 불필요한 시간 낭비, 재고 낭비 등을 해결할 수 있는 블록체인 기술을 통해 테스트하였다. [표 2-6]는 블록체인 물류분야 적용 사례이다.

[표 2-6] 블록체인 물류분야 적용 사례

주체	내용
안트워프 항만 블록체인 프로젝트	<ul style="list-style-type: none"> • T-mining을 통해 2017년 6월 블록체인 기술 개발 시작 • 스마트 계약 기능을 활용해 컨테이너 소유권 이전, 트럭과 항만간 정보 공유, 선사와 포워드, 화주간 정보 공유하여 신속한 배송 지원.
싱가포르 항만 블록체인 프로젝트	<ul style="list-style-type: none"> • 2017년 8월 실증 프로젝트로, 싱가포르 항만 관리 PSA사와 글로벌 해운선사 PIL, IBM사가 참여 • 철도 운송과 해상 운송, 항만 운영 등을 연계하여 거래 기록 추적 테스트
NTT Data 컨소시엄	<ul style="list-style-type: none"> • 2017년 하반기 실증 테스트, 2018년부터 본격 서비스 • 해운선사, 무역, 금융/보험, 물류 등 각 분야별 대표 기업이 참여하는 일본 대표 블록체인 컨소시엄
MTI의 블록체인 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 국제물류에 소규모 영세 기업들도 참여하여 EDI, API, email 등 다양한 메시지 서비스와의 연동, 국제해사기구 IMO 고려한 기업간 연계성 강화 등에 초점

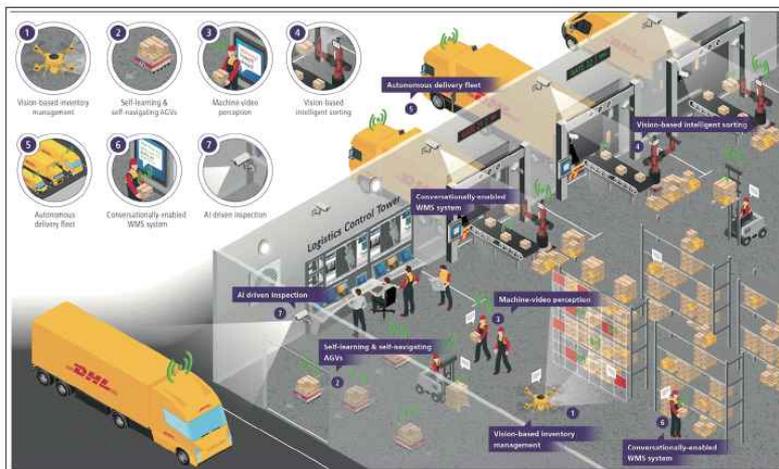
로테로담 항만 BlockLab	<ul style="list-style-type: none"> • 항만 뿐 아니라 에너지 관리 등 관련 분야에 모두 적용 가능한 블록체인 기술 및 서비스를 검토
국내 민관합동 해운물류 블록체인 컨소시엄	<ul style="list-style-type: none"> • 2017년 정부, 연구기관, 물류기업, IT기업 등이 참여하는 해운물류 블록체인 컨소시엄 결성 • 업체간 부킹, 문서 및 업무처리 간소화, 세관신고 간소화, 선적정보 공유 등 분석

〈출처〉 연구자 재구성

2.2.2.6 인공지능

금융보안원은 인간의 지능(인지, 추론, 학습 등)을 컴퓨터나 시스템 등으로 만든 것 또는 만들 수 있는 방법론이나 실현 가능성 등을 연구하는 기술 또는 과학을 인공지능이라고 한다(금융보안원, 2016; 곽나경, 2021). 인공지능을 물류 분야에 적용할 때 제공될 수 있는 대표적인 서비스에는 물류 서비스, 스마트 운송로봇, 택배기사의 비서, 데이터 변환, 가상증강현실 지원, 화물을 스스로 인식하여 들어올 리는 AI로봇, 알아서 이동하며 화물을 싣는 적재 자율운송 로봇, 무인지게차 드론을 활용한 물류 서비스 등이 있다(곽나경, 2021).

▼ AI가 도입된 DHL의 Logistics Control Tower 상상도



출처: www.ibm.com

[그림 2-10] 인공지능 기술

정보통신기획평가원에서는 스마트 물류에서의 인공지능의 역할은 예측, 자동화, 분석이며 활용내용은 [표 2-7]와 같다.

[표 2-7] 물류산업에서의 인공지능 역할

구분	항목	활용내용
예측	계획	수요 예측 및 공급량 계획
자동화	자동화 창고	창고 내 로봇, 결함 감지, 예지 보전
	자동화	화물 분류, 자율주행 및 드론
	분석	가격책정, 배달 경로 최적화
	사무지원	자동화 사무, 고객 응대를 위한 챗봇
분석	마케팅	영업, 자동 이메일, 영업 및 마케팅 분석

<출처> 권요안(2021) 인용

물류분야에의 인공지능 활용을 [표 2-8]와 같이 정리하였다.

[표 2-8] 물류분야 인공지능 활용

구분	기관	내용
해외	DHL	• 공급체인관리 플랫폼 ‘Resilience360’ 내에서 AI를 활용하여 30만개 이상의 온라인소스를 분석하여 위험 요소 사전 인지
	Fedex	• MS Azure AI를 활용, 택배 전달의 최적 경로 도출 • 릴라이어블 로보틱스와 협력하여 자율비행 추진
	Amazon	• AI를 활용하여 5년간 포장요구량 33% 감소, 배송 상자 16억개 감소
	Zalando	• 창고내 물품 픽업의 동선 최적화를 위해 자체 AI CCaPi 알고리즘을 개발하고 창고 운영 효율을 개선
국내	롯데정보통신	• 롯데글로벌로지스의 메가허브 터미널에 AI를 활용하여 택배 분류 자동화 추진
	CJ대한통운	• 네이버 AI 클로버 포캐스트를 적용 • 물류수요의 예측 및 주문 처리량 최적화

현대글로벌비스	• 라온피플과 협력하여 세계최초 자동차 외관 검사에 AI 활용
쿠팡	• 로켓배송에 AI를 활용하여 입고고 예측, 상품 배송을 위한 적재 순서 및 근로자 배치에 활용
LG CNS	• CJ 물류센터, 판토스 등에 화물이 물류센터에 입고 되는 단계에서 AI 이미지 인식 기술을 통해 화물을 분류하는 AI 화물분류 솔루션과 AI이미지 인식기술 적용

〈출처〉 권요안(2021) 인용, 연구자 재구성

2.2.2.7 디지털 트윈

디지털 트윈의 기본 개념은 2002년에 미국 마이클 그리브스 박사가 제품 생애주기 관리의 이상적 모델로 설명하면서 등장하였고, 2016년 GE가 자사의 디지털 트윈 기술을 공개하면서 디지털 트윈 개념이 주목받기 시작하였으며, 2017년부터 2019년까지 IT 리서치 기업인 가트너에서 디지털 트윈 기술을 미래 유망 10대 전략 기술 중 하나로 선정, 향후 5년에서 10년내 혁신 성장이 가능한 기술로 평가하였다(최훈도 외, 2020).

디지털 트윈의 일반적인 개념은 현실 공간에서 발생하는 데이터를 기반으로 가상공간에서 분석 및 시뮬레이션하고 도출된 최적 결과를 다시 현실에 적용하여 동기화하는 기술이며, 항공기 엔진, 발전소, 플랜트, 빌딩 등 폭넓은 분야의 시설 및 장치를 효과적으로 모니터링하거나 생산성을 향상하는 데 사용되고 있다(KICT, 2018).

스마트 물류의 디지털 트윈의 기반 기술은 물류 인프라에 장착된 IoT, 시뮬레이션, 빅데이터 분석, 인공지능, 블록체인 5가지 구성으로, 이중 모델링 및 시뮬레이션이 핵심이며 IoT를 통해 추출된 데이터를 토대로 인공지능을 통해 물류 전반의 물리적 환경을 가상의 공간에서 실시간 운영하는 것이 물류에서의 디지털트윈의 활용이다(권요안, 2021).

[그림 2-11]은 CJ대한통운 현실 물류센터를 가상세계에 재생하여 작업 동선과 재고 배치, 설비효율을 최적화하고 장비 고장이나 상품파손 등의 원인을

사전에 파악할 수 있는 '디지털 트윈 물류센터'를 선보이며, 택배 허브와 서브 터미널 작업 현황, 시간대별 택배 물량, 일일 집화량 등을 분석해 인력과 차량 등 터미널 운영을 최적화하고 운송장 정보, 고객 주문정보, 도로 교통정보, 차량 정보 등을 분석해 최적의 운행 경로와 권역을 산정할 수 있을 것으로 전망된다(스마트시티투데이, 2021).



〈출처〉 CJ대한통운

[그림 2-11] 물류창고내 디지털트윈

물류에서 디지털 트윈은 터미널 운영, 차량과 장비 모니터링, 냉장·냉동 창고 관제, 기술 시스템 설계 등 포함, 전체 가치사슬을 따라 다양한 작업에 적용 가능하다. 물류에서 디지털 트윈이 구현되기 위해서는 △물리적 사물과 환경에 대한 정확한 묘사 △물리적 사물 및 환경과의 1대1 매칭 △센서를 통한 데이터 수집 △문제 발생 시 실시간 파악 △물리적 사물과 환경 모니터링·예측·분석이 관건이다(한국교통연구원, 2020). 물류에서 궁극적인 디지털 트윈은 물류 자산뿐만 아니라 고속도로, 철도, 해상, 거리 및 고객, 가정과 직

장을 포함한 전체 네트워크를 대상으로 하는 것이다. [표 2-9]는 물류분야에서의 디지털트윈 활용 사례이다.

[표 2-9] 물류분야 디지털 트윈 활용

구분	기관	내용
해외	DHL	<ul style="list-style-type: none"> • 스웨덴 테트라팩사와 공동으로 디지털트윈 기술 적용, 테트라팩 물류창고를 싱가포르에 설립 • 사물인터넷(IoT) 등 첨단기술을 이용해 물류창고 정보를 실시간으로 모니터링하면서 최적의 의사결정을 지원
	로테르담 항만	<ul style="list-style-type: none"> • IBM의 인공지능, IoT 기술을 활용하여 디지털 트윈 기반의 항만 프로세스 가시화를 위해 입출항로, 부두, 차량, 건물, 하역장비 등 수천 개의 인프라 시설과 장비에 IoT 센서를 부착하여 정보 연계를 진행 중
	Math2Market	<ul style="list-style-type: none"> • 독일 스타트업 Metrilus가 개발한 3D 사진 기술을 이용하면, 컨테이너의 상세한 모델을 신속하게 생성함으로써 컨테이너의 찌그러짐이나 균열과 같은 잠재적 문제들을 자동으로 식별할 수 있음
국내	LG CNS	<ul style="list-style-type: none"> • 판토스 물류센터 모니터링에 디지털트윈 구축
	녹원정보기술	<ul style="list-style-type: none"> • 두바이 항만의 각종 장비와 차량위치, 상태정보 등을 3차원 GIS에 실시간 맵핑하는 항만 관제모니터링 시스템 개발 시범
	부산항	<ul style="list-style-type: none"> • 디지털트윈 기반 스마트 항만 물류 시스템 구축
	삼성 SDS	<ul style="list-style-type: none"> • Cello VWS는 물류 창고의 데이터를 3D로 시각화하여 제품 가용성과 상태 정보 액세스 기능을 높이고, 기업의 물류 창고 운영 역량을 최적화

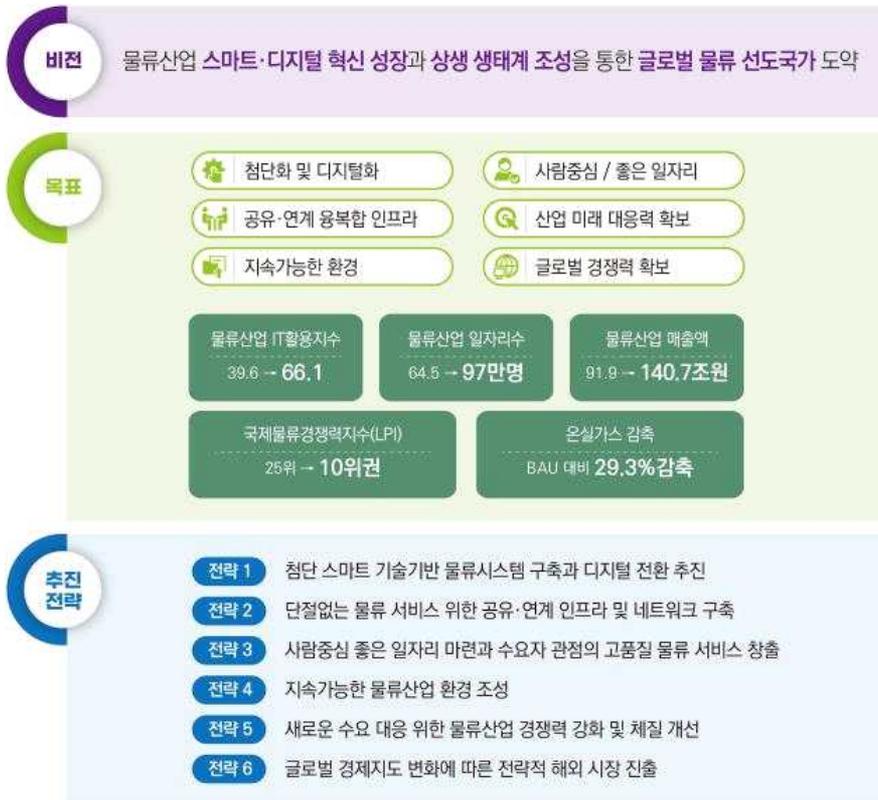
〈출처〉 권요안(2021) 인용, 연구자 재구성

2.2.3 스마트 물류와 정부정책

2019년 물류산업 혁신방안, 2020년 한국판 뉴딜 종합계획, 생활물류 발전 방안 등 최근 2년간 발표된 국토교통부 주요 물류정책은 기존의 국가 및 산업의 물류 인프라에 대한 혁신적 변화를 요구하고 있으며, 이에 따라 물류 인

프라에 대한 정책은 산업지원 중심에서 국민생활 지원으로, 정책대상은 거점 물류 인프라 중심에서 생활물류 인프라 중심으로 빠르게 전환되고 있다(이태형, 2022).

정부는 포스트 코로나 시대를 대비해 빠르고 급격하게 변화하는 물류 환경 속에서 향후 10년간 물류산업 발전을 위한 새로운 청사진을 제시했다. 최근 코로나19 확산으로 비대면이 일상화됨에 따라 물류 수요는 폭발적으로 증가하고 있으며, 동시에 4차 산업혁명 시대에 맞는 디지털 전환 수요가 크게 늘어나고 있다. 이에 정부는 '제5차 국가물류기본계획(2021~2030년)'을 확정하고 '스마트 물류' 성장을 통한 '글로벌 물류 선도국가 도약'이라는 비전을 제시했다. 2030년까지 물류산업 매출액을 91조9000억원에서 140조원으로 확대하고 IT 활용지수를 39.6에서 66.1까지 높이겠다는 계획이며, 물류 경쟁력지수는 25위에서 10위권으로 끌어올리고 물류 분야 일자리를 64만5000명에서 97만명으로 확대한다는 목표도 제시했다(국토교통부, 2021).



〈출처〉 국토교통부(2021. 7. 21) 고시

[그림 2-12] 제5차 국가물류기본계획(2021-2030) 비전 및 목표

또한 국토교통과학기술진흥원(2021)은 “고부가가치 융복합 물류배송 및 인프라 혁신 기술개발” 사업으로 2대 중점분야, 7개 핵심기술 그리고 12개 구성기술을 선정하여 2021.04~2027.12(6년 9개월)까지 총 정부지원연구개발비 21,864백만원 이내 지원하며 착수에 들어갔다.

[표 2-10] 고부가가치 융복합 물류배송 및 인프라 혁신 기술개발 사업

구분	기관	내용
생활물류 배송·인프라 구축 기술	1. 공공인프라 기반도시 공동물류 기술	①도심 공동물류 택배터미널 구축·운영기술 개발 ②지하공간을 활용한 도시물류 기술 개발
	2. 생활물류 안전·환경 부하 저감 배송 및 포장기술	③온도민감성 화물의 안전과 생활폐기물 감축을 위한 신선물류 포장기술 및 시스템 개발 ④환경부하 저감을 위한 친환경 고효율 말단배송 기술 개발
	3. 배송기사 협업용 스마트 말단 배송 및 고밀도 보관 기술	⑤고밀도 스마트 택배 말단 보관 인프라 및 관리·운영 기술 개발 ⑥말단배송 로봇 및 운영기술 개발 ⑦배송기사 노동부하 저감 저장형 적재함 및 하역장비 개발
물류 디 지털 중 보 통합· 관리 플랫 폼 구축 및 실증기술	4. 공공물류 디지털정 보 통합·관리 플랫폼 구축기술	⑧물류정보 통합연계 플랫폼 및 융복합 물류시스템 실증·검증 인터페이스 기술 개발 ⑨육상화물 운송 디지털정보 표준 기반 거래 및 공유·관리 기술 개발
	5. 화물 상태 정보 관 제·관리 및 안전성 확보기술	⑩콜드체인 상태정보 관리 및 실시간 모니터링 체계 구축 기술 개발
	6. 물류 비즈니스 활 동지원 디지털 솔루션 및 자원 관리기술	⑪물류산업 자원관리 및 운영 기술 개발

〈출처〉 국토교통과학기술진흥원(2022) 사업 공고-국-제11호

2.2.4 스마트 물류센터 인증

한국교통연구원에 따르면 국내 영업용 물류창고(1,000m² 이상)의 36.3%는 2000년 이전에 준공돼 20년 이상 경과됐으며, 1990년 이전에 건설된 30년 이상 노후시설은 약 11.5%, 40년 이상된 초노후시설도 약 5%를 차지하는 것으로 나타났으며, 국내의 경우 7천여개 물류 창고시설 중 약 36.3%가 2000년 이전에 준공돼 노후화가 심화된 상황이다(조선일보, 2020).

국토교통부는 지난 2020년 8월 한국판 뉴딜정책에서 IoT, AI 등 활용하여 다품종 화물 신속 처리(보관 및 분류)를 위한 자동화 설비를 갖춘 스마트 물류센터 250개소를 전국에 확충하겠다는 목표와 함께, 민간에서 기존 노후 창고를 첨단화하거나 스마트 물류센터를 신축할 스마트 물류센터로 인증받은 시설에 대한 설비 및 장비 투자비를 지원하겠다고 발표하였다. 이를 통해 공공 마중물 투자(이차보전)를 통해 연 5천억원 규모의 스마트 물류센터 자동화 설비 등 신규 투자를 유도할 수 있을 것이라 기대한다.



〈출처〉 한국교통연구원(2021) 인용

[그림 2-13] 스마트 물류센터 개요

한국교통연구원은 스마트 물류센터의 발전과정을 5단계([그림 2-14])로

설정하였다. 기초적인 단계는 물류현장에서 발생하는 각종 데이터를 표준화하여 수집하고 관리하는 데이터 관리 기반구축 단계로, 이 단계에서는 화물의 움직임을 바코드나 RFID 등을 이용해 식별하는 수준이다. 두 번째는 모니터링 단계로, 물류현장에서 발생하는 작업자, 설비 및 장비, 화물의 움직임에 관한 정보를 실시간으로 모니터링하는 단계로 센서기술 기반으로 운영된다. 세 번째는 분석 단계로, 물류현장에서 수집된 각종 물류정보를 분석하여 다시 현장을 관리하고 통제하는데 활용하는 단계로 센서기술과 분석도구를 기반으로 운영된다. 네 번째는 각종 수집정보와 분석자료를 기반으로 시뮬레이션 및 최적화를 통해 예측 및 사전적 대응 역량을 갖춘 수준으로 자동화를 위한 WMS, WCS, 최적화도구를 기반으로 운영된다. 마지막은 자율운영 단계로 물류운영에 대한 모니터링부터 작업자, 설비 및 장비, 화물, 운영조건 및 환경에 대한 제어 및 최적화까지 자율적으로 진행되는 수준으로 로봇, AR/VR, Digital Twin 등 인공지능 기반의 스마트화 단계를 의미한다(서상범, 2020).



단계	대상	특성	조건(구축수준)	주요 도구
데이터 관리 기반 구축	화물	식별 (Identified)	물류현장의부분적 표준화 및 데이터 관리가 이루어 지는 수준	비코드 RFID
모니터링	작업자, 설비 및 장비, 화물	측정 (Measured)	물류현장에서 발생되는 물류정보의 실시간 모니터링이 가능한 수준	센서
관리 및 통제	작업자, 설비 및 장비, 화물	분석 (Analysed)	수집된 물류정보를 분석하여 현장에 대한 체계적인 관리 및 통제가 가능한 수준	센서+분석도구 WMS
최적화	작업자, 설비 및 장비, 화물, 운영조건	최적화 (Optimized)	물류운영에 대한 시뮬레이션을 통해 예측 및 사전적 대응이 가능한 수준	자동화 WMS+WCS 최적화 도구
자율운영	작업자, 설비 및 장비, 화물, 운영조건+환경	맞춤 및 자율 (Customiz-ed)	물류운영에 대한 모니터링부터 제어, 최적화까지 자율로 진행되는 수준	인공지능, 로봇, AR/VR, Digital Twin 등

자료: 한국교통연구원, 물류창고등급제 도입방안, 2019.9

〈출처〉 서성범(2020) 인용

[그림 2-14] 물류센터의 스마트화 5단계

박영태 외(2022)은 “4.0시대 스마트공동물류센터에 관한 연구”에서 국내외 스마트 물류센터의 기술 도입과 사례를 분석하고 문제점 및 개선방안을 검토하였다. [표 2-11]과 같이 기존 물류센터에서 스마트 물류센터로 전환되었을 때 기대효과를 제시하였다.

[표 2-11] 기존 물류센터와 스마트 물류센터 비교

구분	기존 물류센터	스마트 물류센터
주문/운송	노동, 지게차 사용 ⇒ 안전사고 우려 및 근로시간	로봇, AI IoT 등 활용 ⇒ 안전사고 예방, 근로시간 단축 등 * (Amazon) 물류 순환 속도 기존 60~75분 → 15분
적재	랙의 일반적인 사용 ⇒ 작업속도 저하, 재작업 발생 증가	IoT 센서 등 활용 ⇒ 작업 숙련도 및 로딩률 향상 * 작업자 생산성 10.3% 증가, 팔레트 사용 5.1% 증가
피킹	인력에 의한 피킹 ⇒ 작업시간 증가 및 오류 우려	로봇 및 자동화 장비 활용 ⇒ 피킹 작업 개선 및 작업 능률 향상 * 피킹 시간 15% 감소 작업자 피킹 오류율 10% 감소
재고관리 / 창고운영	사람과 WMS 활용 ⇒ 시간이 많이 걸리고	빅데이터, AI, 디지털트윈 기술 등 활용 ⇒ 실시간 재고 관리, 화물 수요 예측

	부정확한 데이터	* 재고 15~30% 절감 운영비 20% 이상 절감
--	----------	------------------------------

〈출처〉 박영태 외(2022) 인용

한편, “국내 물류산업 디지털 기술과 스마트화 수준 진단 연구”에서 물류 기업을 대상으로 업종별로 스마트화 수준을 비교·분석한 결과, 스마트화 수준은 산업 전반적으로 낮은(5점 만점 중 2.84)것으로 조사되었으며, 특히 기업 규모가 작을수록 스마트화 수준이 낮은 것으로 분석되어 인력중심의 산업구조와 영세성이 스마트화 기술개발 및 투자의 장애요인으로 작용하고 있는 것으로 판단된다(신민성 외, 2022).

[표 2-12] 물류산업 업종별 스마트화 수준

구분	전략	인적자원	디지털화	무인·자동	계
택배	3.29	2.83	2.48	2.78	2.85
종합물류	3.36	3.05	3.25	3.11	3.20
운송업	2.96	2.61	2.68	2.57	2.72
시설업	2.86	2.62	2.61	2.69	2.70
스타트업	3.12	2.56	2.71	2.52	2.75
전체	3.03	2.68	2.66	2.68	2.84

〈출처〉 신민성 외(2022) 인용

2.2.4.1 스마트 물류센터 인증제도

스마트 물류센터 인증제는 첨단·자동화된 시설·장비 및 시스템을 도입하여 효율성, 안전성, 친환경성 등이 우수한 물류시설을 「물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률」 제21조의 4에 의거하여 국가가 스마트 물류센터로 인증하고 행정적·재정적 혜택을 부여하는 제도이다(국토연구원, 2020).

스마트 물류센터 인증은 한국교통연구원에서 주관하며 전문가 서류심사 및 현장실사를 거쳐 국토부, 업계, 학계 등 물류 전문가가 참여하는 인증심의

위원회를 통해 최종 결정되며, 인증 기준은 기능영역(600점)에서 입고·보관·분류 등 물류과정별 성능평가, 기반영역(400점)에서는 시설의 구조적 성능, 창고관리 시스템 등 총괄 평가를 받는다. 인증 등급은 입고, 보관, 분류 등의 물류 과정별 성능 평가와 시설, 생산성, 창고 관리 시스템 등의 총괄 평가로 이루어진다. 이 밖에 시설의 첨단성, 자동화 정도에 따라 1~5등급을 부여하며 화재 및 안전사고 대응, 안전한 작업환경 등도 평가항목에 포함된다(한국교통연구원, 2021).

[표 2-13] 스마트 물류센터 인증 기준(일반)

	기능영역	하차·입고	운반·적치	보관	피킹·분류	검수·포장	상차·출고
합계	600점	100점	100점	100점	100점	100점	100점
1,000점	기반영역	시설의 구조적 성능		생산성 등 성과관리		정보시스템 적용	
	400점	100점		100점		200점	

〈출처〉 인증스마트물류센터 홈페이지

스마트 물류센터 인증을 받으면 스마트 물류센터 건축 또는 첨단·자동화 설비 구입에 필요한 비용을 저리로 융자받을 수 있으며, 정부가 최대 2%p의 이차비용을 지원한다.

국토교통부는 관련법을 근거로 2021년 스마트 물류센터 인증제 예산(4.9억 원/년)을 비롯해 약 102억원의 스마트 물류센터 인증센터에 대한 이차보전예산을 확보하였고, 2022년에는 2021년 집행률이 저조하게 나타나고 있는 점 등을 감안하여 161억원의 예산을 편성하였다(국토교통위원회, 2021).

2.2.4.2 스마트 물류센터 인증현황

2021년 8월, 제1호 스마트 물류센터 인증 파스토, 한진, CJ대한통운, 로지스벨리SLK, 로지스벨리천마, 하나로TNS 등 6개 기업의 물류시설이 국내 첫 번째 스마트물류센터로 인증되었다. [그림 2-15]은 제1호 스마트 물류센터 인증 업체와 핵심 기술을 보여준다(국토교통부 보도자료, 2021).



〈출처〉 국토교통부(2021.08.02.) 보도자료

[그림 2-15] 제1호 스마트 물류센터 인증 업체 및 주요기술

2021년 첫째 시행된 스마트 물류센터 인증은 14개 기업, 18개 물류센터가 인증을 취득했다. 물류기업 15개 센터, 유통기업 3개 센터로 물류기업이 83.3%를 차지하고 있다. 기업규모로 보면 대기업이 8개(45%), 중견기업이 4개(22%), 중소기업이 6개(33%)로 규모가 작은 중소기업의 참여가 저조한 실적이다. 2021년 인증현황은 [표 2-14] 와 같다.

[표 2-14] 2021년 스마트 물류센터 인증현황

구분	스마트물류센터명	등급	기업명	규모
----	----------	----	-----	----

1 호	파스토 용인1센터	1등급(예비)	파스토	중소
	한진 대전Mega-hub터미널	1등급(예비)	한진	대
	로지스밸리에스엘케이 안산센터	3등급(본)	로지스밸리 SLK	중소
	CJ대한통운 Megahub곤지암	1등급(본)	씨제이대한통운	대
	하나로TNS 동탄물류센터	5등급(본)	하나로티앤에스	중견
	로지스밸리천마 안산센터	3등급(본)	로지스밸리천마	중견
2 호	개미창고 파주센터	4등급(본)	개미창고	중소
	에스아이앤엘 인천신항물류센터	4등급(본)	에스아이앤엘	대
	롯데 중부권메가허브터미널	1등급(예비)	롯데글로벌로지스	대
3 호	CJ대한통운 인천공항GDC센터	1등급(본)	씨제이대한통운	대
	정일스톨트헤븐 탕크터미널	2등급(본)	정일스톨트헤븐울산	중견
4 호	하림산업 온라인물류센터	1등급(예비)	하림산업	대
	오투기물류서비스 평택2안전물류센터	3등급(본)	오투기물류서비스	대
5 호	군포 네이버풀필먼트센터	1등급(본)	씨제이대한통운	대
	Boo IoT물류센터	1등급(예비)	부림교역	중소
	덕평2센터	3등급(예비)	KCTC	중견
	성수센터	3등급(본)	오늘식탁	중소
	용인2센터	1등급(예비)	파스토	중소

〈출처〉 콜드체인뉴스(2022) 인용

다음은 국내 최대물류기업인 CJ대한통운과 스타트업 중소기업인 파스토를 대표로 하여 물류센터 신기술과 성능 및 성과를 소개한다.

CJ대한통운 ‘메가허브 곤지암’은 2018년 준공된 아시아 최대 규모 (296,098m) 택배터미널로 최첨단 자동분류기 등을 통해 하루 175만개 택배를 처리한다. 또한 국내 최초 택배·이커머스 융복합 시설로 43km 컨베이어 벨트를 갖춘 아시아 최대급 규모이며, 수 십대의 로봇이 분주하게 택배 상품이 담긴 선반을 가져와 상품이 담긴 박스는 로봇이 들고 이동해 이후 검수, 포장, 분류 과정까지 사람 손을 거치지 않고 자동으로 움직이는 AGV로봇을

통해 작업자들이 주문 상품을 찾기 위해 일일이 움직일 필요가 없어졌고, 물류센터 공간 활용도도 높아져 전체 공정 효율이 55% 정도 높아졌다. 상부의 풀필먼트센터에서 출고된 상품을 층간 설비를 통해 하부의 택배터미널에서 자동출고해 배송시간을 단축했다(중앙일보, 2022).



[그림 2-16] CJ대한통운 메가허브 곤지암 - 1호 1등급

파스토는 2021년 8월 용인1센터(연면적 약 4만5000㎡), 2022년 4월 용인 2센터(연면적 약4만2500㎡)가 스마트 물류센터 예비 1등급 인증을 받았다. 파스토 AI Lab을 주축으로 인공지능과 빅데이터를 활용해 최적화된 창고관리 및 주문관리시스템의 소프트웨어를 지속적으로 자체 개발해왔으며, 최첨단 자동화 설비도 적극 도입하고 있다. 또한 국내 풀필먼트 업계 첫 오토스토어 (Auto Store)를 용인1·2센터에 모두 도입해 동일한 공간에 적재율을 높이는 동시에 로봇을 통한 피킹을 구현한다. 주문별 분류와 합포장 작업을 고속으로 수행하는 최첨단 분류기인 슈어소트(Sure Sort)도 도입하고, 파스토 AI Lab을 중심으로 운반, 보관 등의 작업 전반에 자동주행로봇, 무인 지게차, 재고 관리 드론 등을 활용한다(매일경제, 2022).



[그림 2-17] 파세토 용인1·2센터 - 예비 1등급

2.2.5 스마트 물류에 관한 선행연구

우리나라의 물류기업의 스마트 기술 도입 활성화를 위해서는 첫째, 국가적인 스마트 물류 기술 개발 정책 추진이 필요하며 둘째, 정부의 적극적인 규제 개혁이 필수적이며, 세번째로 물류 스타트업 육성 지원이 요구되며 마지막으로, 구체적인 물류관리체계 구축이 필요하다는 국내 물류기업의 스마트 기술 도입방안을 제언하였다(김유나, 2018).

인천 내항의 스마트물류 추진방안의 방향을 최근 4차 산업혁명의 상황과 토론토 등 해외 사례를 고려하여 첫째, 화물차 집중, 주택 민원 갈등, 지역 발전 저해, 자동차 매연 등의 문제를 해결할 수 있는 지하로봇화 화물운송 시스템 구축, 둘째, 스마트 물류와 유통 시스템 결합을 통한 도시첨단 물류단지 개발, 셋째, 지상 유휴공간을 대중교통, 자전거, 놀이공간, 주거, 휴양공간이 결합된 도시재생 공간으로 탈바꿈할 수 있도록 활용하는 방안을 제시하였다(박문수 외, 2018).

4차 산업혁명 시대에 스마트 유통물류센터 구축 요인을 파악으로 CFPR(Consistent Fuzzy Preference Relations)법을 사용하여, 서비스 (0.271) > 인프라(0.254) > 정보시스템(0.247) > 장비(0.228) 순으로, 세부 요인별로는 신뢰성(0.091) > 정보시스템의 가시성(0.076) > 인프라의 공간고도화(0.075) > 입지(0.074) > 서비스의 만족도(0.073) 순으로 확인하였다(박정현 외, 2019).

국내 물류기업은 자동화하고 있는 초기 구축단계가 현실이다. 빅데이터,

인공지능 등의 기술을 활용하여 재고를 관리하고 화물의 수요를 예측할 수 있는 기술의 적용이 필요하며, 기업별로 상이한 데이터의 규격과 빅데이터, 로봇 등의 스마트 기술 인프라 차이로 인해 정보 연계를 통한 경쟁력의 확보가 어려운 상황이다. 이에 정부는 스마트 물류기술과 적용방안을 구체화하고 전폭적인 투자와 정부 지원책을 마련해야 할 것이며, 물류기업에서도 혁신적인 노력과 지속적인 기술개발을 통해 새로운 비즈니스 모델에 대한 개발이 진행되어야 할 것이라고 서술하였다(곽나경, 2021).

효과적인 스마트 물류의 구축을 위해서는 물류의 각 흐름에서 우선 실현 가능한 부문을 도출하고 단계적으로 실현하고 통합하는 것이 필요하며, 스마트 시설 및 장비 투자환경 조성, 스마트 물류 인력 양성, 정부차원의 물류 스마트화 로드맵 수립과 지속적인 추진 등 물류발전을 위한 지원정책을 수립할 필요하다고 주장하였다(최두원, 2020).

물류기술의 필요성에 대한 인식 조사에서 물류 4.0 기술 필요성에는 빅데이터(4.502), 물류로봇(4.300), 스마트 패키징(4.164), 인공지능(4.103) 등의 순서로 나타났다. 반면에 AR 및 VR(3.226), 3D 프린팅(3.362), 자율주행선박(3.800), 블록체인(3.842) 등으로 인식, 종사자가 많은 물류기업일수록 물류 기술의 필요성을 높게 인식, 매출액이 많은 물류기업 일수록 물류 4.0 기술의 필요성을 더 많이 인식, 중소기업은 새로운 물류기술에 대한 필요성을 충분히 인식하지 못하고 있으므로 이에 대한 개선과 물류 4.0 기술의 확산을 위하여 대형 물류기업의 선도적인 역할이 필요하다고 제안하였다(김영민, 2020).

물류산업은 지능형 고객중심의 서비스, 첨단기술, 친환경, 보안, 고효율을 실현하는 방향으로 변화할 것이며, 사회전체적으로 4차 산업혁명의 노동환경과 기회의 변화가 예상되며, 기술 환경, AI, 빅데이터, IoT, 클라우드 등의 변화와 확장하고 있으며, 우리나라는 IT분야에서 높은 수준의 인프라와 산업기반을 가지고 있으나 선진국에 비해 경쟁력이 낮으며, 물류기술 및 지능형물류의 발전을 바탕으로 경쟁력 강화를 위한 더 많은 노력이 필요하다고 주장하였다(이은정, 2021).

7,369개의 미국 기업 특히 데이터와 한국은 keyword 및 정량적 분석에서

언어 LDA 기반의 주제 모델링을 사용하여 기술 동향을 분석한 결과, 미국의 대표 스마트 물류 기업인 아마존의 경우 특허가 성숙기에 접어들어 M&A를 통해 관련 특허를 확보해 나가고 있는 반면, 국내는 쿠팡을 제외하고는 특허가 적고 IP-R&D 전략이 확보되지 않고 기술 개발이 미흡함을 지적하고 이를 개선하기 위해 IP-R&D 전략을 습득해야 하며 정부는 다른 선진국과 마찬가지로 국가 기반 시설로 장기 투자를 해야 한다고 제안하였다(고강욱 외, 2020).

스마트 물류센터 구축과 관련한 가장 큰 문제점으로는 스마트 물류센터의 경우 단일 업종에 국한되어 운영되고 있으며 국내 스마트물류 기술의 적용은 선진국의 기술을 충분히 반영하지 못하고 있고 중소기업이 스마트 물류센터를 건설하기에는 진입 장벽이 높다는 것을 알 수 있었다(박영태 외, 2022).

위와 같이 스마트물류에 관련 연구사례는 다양하다. [표 2-15]는 스마트물류에 관한 선행연구를 정리하였다.

[표 2-15] 스마트 물류에 관한 선행연구

연구자	주제	연구대상	사용변수	연구결과
이충배 외 (2017)	제4차 산업혁명의 기술이 물류 성과에 미치는 영향에 대한 인식 연구	물류업체와 화주업체를 대상 73부	<ul style="list-style-type: none"> • 독립:인공지능, 사물인터넷, 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, 로봇, 3D프린팅, 드론 • 종속:효율성, 효과성 	<ul style="list-style-type: none"> • 운송, 창고관리, 공급사슬관리, 정보 등에 많은 영향을 미칠 것으로 인식 • 영향력이 높은 기술은 AI, 빅데이터, IoT, 로봇 • 물류의 효율성보다는 효과성에 보다 높은 영향 인식

<p>박성민 (2020)</p>	<p>한국 수출입 기업의 스마트기술 수용에 따른 공급사슬 혁신과 수출성과에 관한 연구</p>	<p>국내의 수출입 기업 중 스마트 기술을 수용한 기업 수를 대상 150부</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 독립:조직역량,기업가정신,기술역량 • 매개:스마트 기술 수용 • 종속:공급사슬혁신,수출성과 	<ul style="list-style-type: none"> • 조직역량,기업가정신,기술역량이 스마트 기술 수용에 유의한 영향을 미치며, 스마트 기술 수용이 공급사슬 혁신에 유의한 영향을 미침. • 4차 산업혁명의 스마트기술은 공급사슬 혁신에 긍정적이고 유의한 영향을 미치는 것을 확인.
<p>박영태 외 (2021)</p>	<p>비즈니스 네트워크를 적용한 스마트 물류센터 활용이 수출 중소기업 성과에 미치는 영향</p>	<p>스마트물류센터를 활용할 의사 가 있는 수출 중소기업 대상 139개</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 독립:물류서비스경쟁력 • 매개:스마트 물류센터활용, 수출유통채널 다양성 • 종속:기업성과 	<ul style="list-style-type: none"> • 물류서비스경쟁력에는 스마트물류센터활용,수출유통채널다양성,기업성과에 유의한 영향을 미치며, 스마트 물류센터활용은 수출유통채널다양성에 유의한 영향을 확인 • 스마트물류센터 활용과 수출유통채널다양성에는 기업성과 사이에는 유의하지 않음 • 매개효과는 모두 유의한 결과를 보여주지 못함

<p>김천호 (2022)</p>	<p>4차 산업 혁명시대에 스마트물류 활성화가 물류성과에 미치는 영향</p>	<p>제조업 및 유통업의 기업들 중 제3자물류 서비스기업으로 부터 물류를 아웃소싱하는 화주 기업 대상 200부</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 독립:비용절감,서비스향상,정보시스템 • 매개:전통적기능,서비스기능,맞춤형기능 • 종속:효과성 	<ul style="list-style-type: none"> • 물류 아웃소싱 결정요인 중 비용절감은 전통적기능을 제외한 서비스 수준 향상과 정보시스템 활용 및 호환에 유의한 정(+)의 영향 • 서비스수준 향상은 전통적기능, 서비스기능, 맞춤형기능 모두에 유의한 정(+)의 영향 • 정보시스템 활용 및 호환은 전통적 기능, 서비스기능, 맞춤형기능 모두에 유의한 정(+)의 영향. • 아웃소싱 수준 중 전통적기능과 서비스기능은 물류성과인 효과성에 유의한 영향관계가 없는 것으로 확인하였다.
-----------------------	--	---	---	---

<출처> 연구자 정리

2.3 기술-조직-환경(TOE) 프레임워크

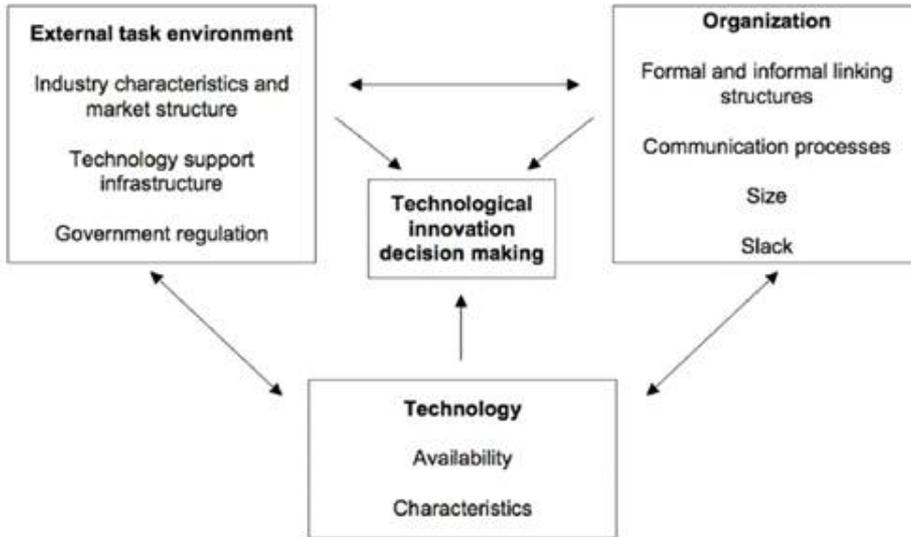
2.3.1 기술-조직-환경(TOE) 프레임워크 개요

기술-조직-환경(Technology-Organization-Environment: TOE) 프레임워크는 Tornatzky & Fleischer(1990)에 의해 개발되었다. TOE 프레임은 ‘기술혁신의 과정(The Process of Technological Innovation)’이라는 책에서 처음 제시가 되었다. TOE 프레임워크는 기업(조직)의 혁신채택에 영향을 미치는 상황요인들을 제시하고 있다. 그러한 상황요인은 TOE 프레임의 명칭에서도 알 수 있듯이 기술, 조직, 환경적 상황을 제시하고 있다. 기술적 상황은 기업에 혁신을 적용할 수 있도록 하는 내부와 외부 기술들을 의미하며, 조직적 상황은 인적자원의 질, 경영구조의 복잡성, 중앙화와 공식화, 기업의 규모와 범위와 같은 지표들을 의미하며, 환경적 상황은 기업의 산업, 경쟁자, 정부의 정책 또는 의도를 의미한다(김성호, 2020).

[그림 2-18]은 Tornatzky & Fleischer(1990)의 연구모형으로, 기업에서 새로운 혁신을 이루는 요소를 기술, 조직요인, 환경으로 분류하였다. 기술요인은 기업과 관련되는 내·외부 기술을 모두 포함하며, 기업 외부에 존재하는 가용기술뿐만 아니라 기업 내부의 관행 및 장비를 포함한다. 조직요인은 기업 규모, 관리구조의 복잡성, 인적자원의 질, 가용 자원량, 종업원과 비공식적인 연결 관계와 이를 통해 수행되는 의사결정과 내부 의사소통 등 몇 가지 척도로 정의했다. 환경요인은 기업이 사업을 수행하는 환경에 대응하는 과정에서 해당 산업, 경쟁자, 정부와의 거래 등을 말하고 있다(박현오, 2020).

Tornatzky & Fleischer(1990)는 이러한 연구들을 통해 기업들은 새로운 기술의 필요성을 인식하고 이해하며, 기술의 탐색 및 도입에 환경적 요인으로 많은 영향을 끼치며, 기업에 기회와 위협을 동시에 제공한다고 했다. 또한, TOE 프레임워크는 다양한 유형의 ICT 혁신에 채택하여 연구하는데 유용한 분석 프레임워크를 제공하였다. TOE 프레임워크는 견고한 이론적 근거, 일관된 경험적 사례가 있어 혁신 영역에 채택 가능성이 높은 편이지만, Oliveira et al.(2014)은 DOI에서 TOE 프레임워크의 상대적이점, 복잡성 및 관찰 가

능성과 호환성을 추가하였다. 이는 기술요인, 조직요인, 환경요인에서 특정 요인들이 발생될 수 있어 변수들이 연구마다 다를 수 있는 것이다.



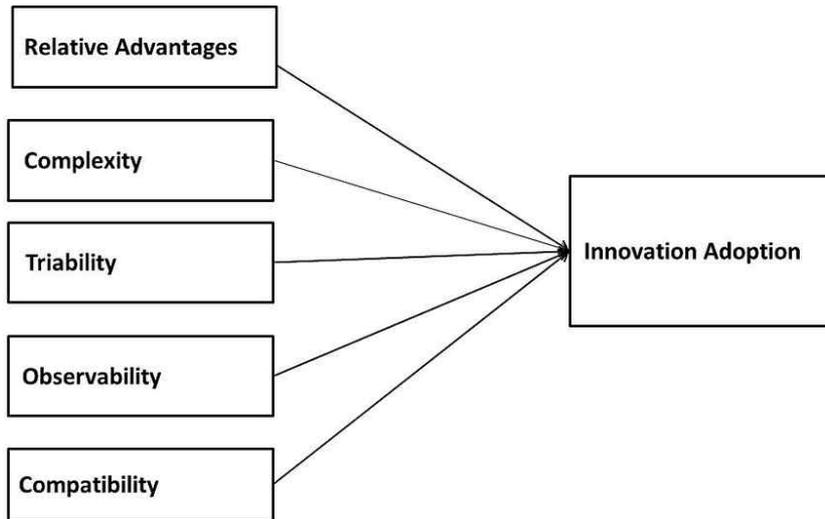
[그림 2-18] Tornatzky & Fleischer(1990)의 연구모형

한편, 혁신의 수용(Acceptance)은 개인 또는 의사결정 단위체가 처음 혁신에 대해 인지하고 태도를 형성하여 수용의 결정을 내리게 되는 일련의 정신적인 과정으로 정의되는 이론이다(Rogers. E. M and Shoemaker. F, 1971).

혁신확산(Diffusion of Innovation: DOI)은 새로운 아이디어와 기술이 개인과 회사에서의 확산 현상에 대한 개념이다. 즉, 사회시스템의 구성원에게 시간이 지남에 따라 소통되는 과정이며, 소통은 참여자들이 상호 이해에 도달하기 위해 정보가 생산되고 공유되는 과정이라고 할 수 있다.

Rogers(1983)은 상대적이점, 적합성, 복잡성, 시험성, 관찰가능성 등 지각된 혁신성을 통해 설득의 과정을 거쳐야 하며, 수용을 해야 할지 거절을 해야 할지 의사결정의 과정을 거쳐 수용이 결정되면 반드시 이행하고 혁신의 내용을 확정해야 한다(곽창원, 2021). 개인별 혁신 성향의 차이를 고찰한 연구는 많이 있었던 반면에 혁신의 특성들이 수용자에 의한 도입에 어떤 영향을 미쳤는지의 조사는 거의 없었음을 이야기 하였다. 따라서 혁신 특성들은 혁신확

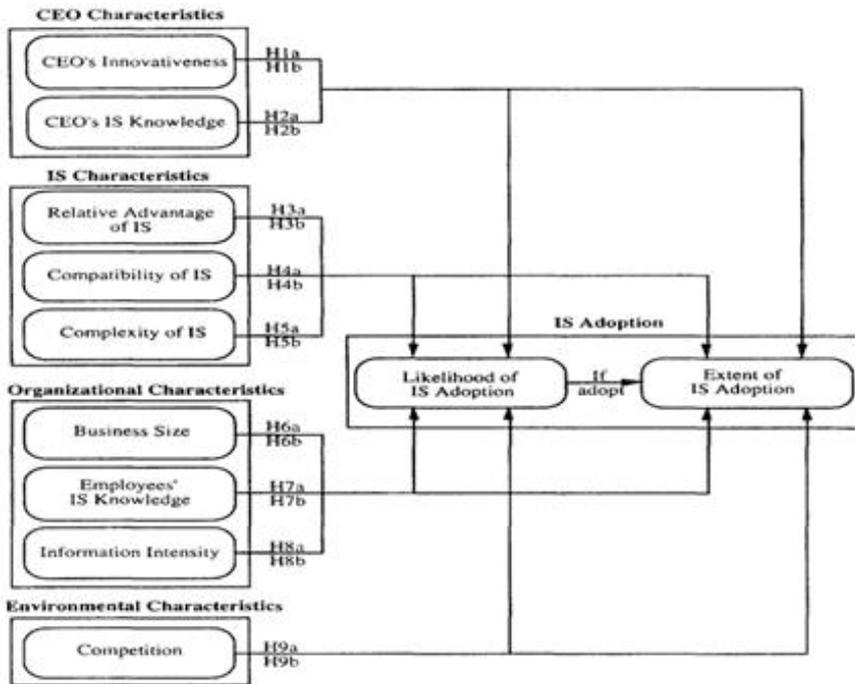
산 및 수용에 있어서 상당히 중요한 것이라 할 수 있겠다(김성일, 2020). 그는 또한 과거 혁신에 대한 연구들을 분석하여 혁신에 대한 특성요인 5가지를 제시하였다. 그가 말한 다섯 가지를 살펴보면 상대적이점(Relative advantage), 복잡성(Complexity), 시도가능성(Trialability), 관찰가능성(Observability), 적합성(Compatibility) 이다([그림 2-19]).



[그림 2-19] Rogers(1983)의 혁신확산이론 모형

Thong(1999)은 혁신확산(DOI) 이론 및 TOE 프레임워크 통합형 이론 연구하였다. 조직의 IS 수용에 영향을 미치는 요인은 CEO 특성(혁신성, IS 지식의 수준), 혁신적인 특성(상대적이점, 호환성, 적합성), 조직적인 특성(사업 규모, 종업원의 IS 수준), 환경특성(경쟁) 등의 4가지 유형을 가지고 있다. CEO의 특성과 혁신적 특성은 IS 수용의 중요한 결정요인이지만, IS 수용의 범위에는 영향을 미치지 못하며 IS 수용은 주로 조직적인 특성에 의해 결정된다. 즉, 네 가지 유형의 특성 중 조직적 특성만 IS 채택 범위에 큰 영향을 미친다는 것이다. 그리고 IS 채택 범위를 결정하는 가장 중요한 조직적 특성은 비즈니스 규모이다. 대기업은 필요로 인해 소기업보다 IS를 더 많이 채택하는 경향이 있고 더 많은 자원을 사용할 수 있다. 그 다음 영향을 미치는 조직적 특성은 직원의 IS 지식이며, IS 지식이 더 큰 직원을 보유한 소규모 기

업은 IS를 보다 광범위하게 사용할 가능성이 크다. IS 채택의 정도에 영향을 미치는 세번째 조직적 특성은 정보 강도이며, 소규모 비즈니스가 관여하는 제품이나 서비스의 정보 강도가 클수록 IS 채택의 정도가 커진다. CEO 특성과 IS 특성은 IS 채택의 초기 결정에 영향을 미칠 수 있지만, 이후 IS 채택 범위에는 영향을 미치지 않는다. 경쟁은 소규모 기업이 IS 채택을 증가시키기 위한 직접적인 관련은 없는 것처럼 보이지만 경쟁은 정보 강도를 통한 IS 채택 정도에 간접적인 영향을 미칠 수 있다(곽창원, 2021).

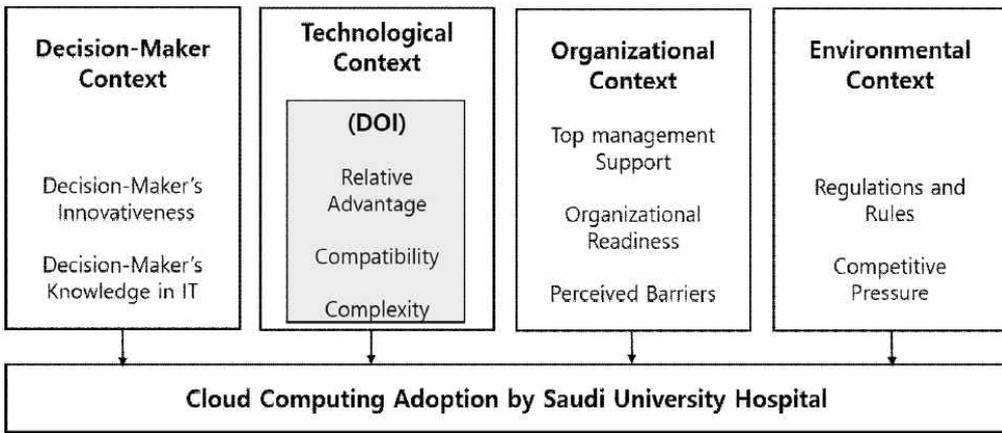


[그림 2-20] Thong(1999)의 DTOE 연구모형

Oliveira et al.(2014)은 클라우드 컴퓨팅의 혁신특성과 조직의 기술과 조직 및 환경요인을 결합한 통합모형을 사용하여 클라우드 컴퓨팅 도입의 결정요인을 평가하였고, 클라우드 컴퓨팅 도입에 여러 요인이 있으며 도입을 결정하기 전에 이러한 요소를 체계적으로 평가해야 한다고 주장 하였다(박현오, 2020).

Almubarak(2017)은 DTOE 연구모형에서도 기술적 요소를 DOI에서 채택

한 세 가지 기술적 변수를 적용하여 사우디 대학병원의 10가지 변수 중 클라우드 컴퓨팅 채택에 영향을 미치는 첫 번째 중요한 요소는 상대적이점 (Relative Advantage)이 긍정적인 효과를 보인다고 했다. 이는 클라우드 컴퓨팅이 동적이고 높은 서비스 가용성을 제공하는데 매우 유익하다고 판단한 것이다. 따라서 클라우드 컴퓨팅이 병원에서 의료서비스의 품질향상에 도움이 된다는 것을 의미하며, 사우디 대학병원이 클라우드로 이동하도록 장려하는 주요 상대 이점은 데이터 중앙 집중화, 빠른 응답, 운영 및 유지보수의 용이성, 비용 절감 및 위험 감소라 하였다(박현오, 2020). 이를 설명하는 Almubarak(2017)의 DTOE 연구모형은 [그림 2-21]와 같다.



[그림 2-21] Almubarak(2017)의 DTOE 연구모형

2.3.2 기술-조직-환경(TOE) 프레임워크 선행연구

위와 같이 확산이론 및 TOE 프레임워크 통합모형 이론을 반영하여 혁신 관련 연구사례는 다양하다. [표 2-16]는 TOE 프레임워크에 관한 선행연구를 정리하였다.

[표 2-16] 기술-조직-환경(TOE) 프레임워크에 관한 선행연구

연구자	주제	연구대상	사용변수	연구결과
-----	----	------	------	------

Zhu et al.(2006)	e-비즈니스 도입	2002년 10 개국 1857 개 기업	<ul style="list-style-type: none"> • 독립:기술(기술 역량), 조직(비즈니스범위, 규모), 환경(소비자 준비, 경쟁압력, 거래파트너의준비 부족) • 종속:사용의도 	<ul style="list-style-type: none"> • 소비자의 준비와 거래파트너 준비부족 변수만 비유의적
Tai & Ku (2013)	모바일 주식거래시스템	모바일사용대만투자자 329명 대상	<ul style="list-style-type: none"> • 독립:위험인지(보안위험,경제적위험,기능적위험) • 종속:사용의도 	<ul style="list-style-type: none"> • 성과기대,노력기대, 사회적영향은 사용의도에 유의미한 영향 • 보안위험,경제적위험,기능적위험은 사용의도에 부의영향을 미침
Abualrob & Kang (2016)	팔레스타인에서 전자상거래(EC) 채택에 대한 주요 장벽을 연구	161개 전자상거래기업 설문조사	<ul style="list-style-type: none"> • 독립:외부장벽(정부불안정,직업제한,물류장애물), 내부장벽(지각된손실,각된불확실성,지각된복잡성) • 매개:지각된위험,지각된행동통제 • 종속:EC채택에 대한 저항 	<ul style="list-style-type: none"> • 지각된 손실은 지각된 행동통제에 부정적인 영향을 미친다는 기각, 나머지 모두 채택
Ilin et al.(2017)	e-비즈니스의 채택에 영향을 미치는 결정요인	267개 설문조사	<ul style="list-style-type: none"> • 독립:혁신특성(상대적이점,비용,지식,보안) 조직특성(회사규모,최고경영진지원) 환경특성(경쟁압력,정부지원,정부규제) • 종속:E-비즈니스 도입 	<ul style="list-style-type: none"> • ERP 지원기업과 ERP 비지원기업간 차이비교 • 특정혁신특성(상대적이점),조직특성(최고경영진지원,환경특성(정부지원 및 정부규제)는 e-비즈니스를 채택할 가능성이 높다.

이준필 (2018)	해운항만기업의 빅데이터 사용의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구	해운항만기업 155개업체	<ul style="list-style-type: none"> • 독립:상대적이점,복잡성,호환성,조직의규모,최고경영자의지원,정부정책,경쟁자압력 • 매개:기대성과 • 종속:사용의도 	<ul style="list-style-type: none"> • 상대적이점,복잡성,호환성,조직의규모,최고경영자의지원,경쟁자압력 채택 • 정부정책 기각
김산희 (2019)	데이터 협업기업기반 스마트 시티 플랫폼 도입에 영향을 미치는 요인에 관한 연구	도시데이터의 서비스수혜자인 지자체 공무원, 기업, 시민 등을 대상으로 328부	<ul style="list-style-type: none"> • 독립:상대적이점,사용편의성,조직특성,조직혁신성,경쟁심화,정책적지원 • 매개:인지된사용용이성,인지된유용성 • 종속:도입의도 • 조절:성별,회사규모,업무유형 	<ul style="list-style-type: none"> • 조직혁신성,경쟁심화 제외한 모두 변수 영향을 미침 • 조절효과로는 성별:유용성-사용편의성, 규모:유용성-상대적이점,업무유형:유용성-조직특성, 경쟁심화에 차이 있음
길현철 (2019)	스마트 공장 수용요인과 성과분석을 위한 실증적 연구	국내 제조업체 종사자 364부	<ul style="list-style-type: none"> • 독립:불확실성,상대적이점,무형성,적합성,기업가정신,흡수역량,회사규모,재무준비성,경쟁환경,정부지원,컨설팅지원 • 매개:만족도,도입의도 • 종속:손편익 • 조절:수준별차이 	<ul style="list-style-type: none"> • 상대적이점,재무준비성,정부지원이 수용의도에 유의한 영향 • 수용의도가 손편익에 영향을 미침 • 스마트공장수준별 차이 확인

정재은 (2019)	한국 중소기업의 스마트 기술 수용과 글로벌공급사슬혁신 및 성과에 관한 연구	스마트 기술을 수용한 한국의 중소기업 291개업체	<ul style="list-style-type: none"> • 독립: 경영진 지원, 직원특성, 산업특성, 경쟁환경, 기술안정성, 기술혁신성 • 매개: 스마트기술수용 • 종속: 글로벌혁신성과, 수출성과 • 조절: 업종, 정부지원 	<ul style="list-style-type: none"> • 기술안정성→스마트기술수용, 스마트기술수용→글로벌공급사슬혁신성과 • 매개: 스마트기술수용→수출성과, 글로벌공급사슬혁신성과→수출성과로 영향을 미침
박상길 외 (2020)	스마트시터 환경에서 네트워크 스트리밍 연계시스템 특성이 도입의도에 미치는 요인에 관한 연구	IT업계 종사자를 대상으로 215개업체	<ul style="list-style-type: none"> • 독립: 적합성, 보안성, 조직혁신성, 제도적지원, 비용 • 매개: 지각된용이성, 지각된유용성 • 종속: 도입의도 	<ul style="list-style-type: none"> • 적합성, 조직혁신성, 비용, 지각된용이성, 지각된유용성은 영향을 미치나, 보안성, 제도적지원은 영향을 미치지 못함.
김성일 (2020)	4차 산업혁명에 대한 의료기관 종사자의 인식과 성과기대가 IT기술도입 및 사용의도에 미치는 영향	수도권 의료기관 종사자 700명	<ul style="list-style-type: none"> • 독립: 복잡성, 적합성, 기술준비성, 보안우려, 최고경영자 지원, 비용, 경쟁압력, 제도적지원 • 매개: 의료기관종사자 인식과 성과기대 • 종속: IT기술도입, 사용의도 	<ul style="list-style-type: none"> • 환경적상황→도입의도 / 기술적상황, 조직적상황, 환경적상황→성과기대, • 매개효과로 기술적상황, 조직적상황→도입의도 유의미 확인

박현오 (2020)	중소기업의 스마트 팩토리 도입에 영향을 미치는 요인에 관한 실증연구	국내 중소기업 239개 업체	<ul style="list-style-type: none"> • 독립: 기술준비성, 전문인력, 경영층의 지원, 재정적 확보, 흡수역량, 정부지원, 기술지원구조 • 종속: 도입의도 	<ul style="list-style-type: none"> • 기술준비성, 전문인력, 경영층의 지원, 재정적 확보, 정부지원 영향을 미침
김성호 (2020)	국내 물류기업의 TOE와 블록체인 기술, 물류성과의 관계에 관한 연구	국내 물류기업 117개 업체	<ul style="list-style-type: none"> • 독립: 기대이익, 조직준비성, 기술호환성, 경쟁압력 • 매개: 스마트 계약, 정보투명성 • 종속: 신속성, 적응력 	<ul style="list-style-type: none"> • 기대이익, 기술호환성은 블록체인 기술(스마트 계약, 정보 투명성)에 정의 영향을 미침 • 조직준비성은 정보투명성에 정의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 블록체인 기술은 물류성과에 정의 영향을 미침
정현석 (2019)	멀티클라우드 컴퓨팅 사용의도에 영향을 미치는 요인에 대한 연구	IT 종사자 289부	<ul style="list-style-type: none"> • 독립: 상대적 이점, 적합성, 가용성, 다양성, 최고경영자 지원, 경제성, 시도가 능성, 경쟁압력, 제도적 지원 • 매개: 성과기대, 노력기대 • 종속: 사용의도 • 조절: 연령, 부서별, 매출별, 업종별 	<ul style="list-style-type: none"> • 기술적 특성 중 적합성, 가용성은 성과/노력기대에 유의하지 않았으며, 경영자 지원, 제도적 지원은 노력기대에 영향을 미치지 못함 • 조절 효과: 연령 (가용성, 경쟁압박), 부서별 (가용성, 성과/노력기대), 매출별 (제도적 지원, 성과/노력기대), 업종별 (경제성, 제도적 지원)

권영식 (2021)	블록체인 기반 공급사슬 관리 서비스 도입의 결정요인 연구	국내 제조, 유통 기업 126곳을 대상으로	<ul style="list-style-type: none"> • 독립:비즈니스혁신, 경로추적, 보안강화, 비용, 복잡성, 조직의준비, 규제환경 • 매개:인지된가치 • 종속:도입의도 	<ul style="list-style-type: none"> • 비즈니스혁신, 경로추적, 보안강화, 비용, 조직의준비 영향을 미치며, 복잡성, 규제환경은 유의미하지 않음
손경자 (2021)	농업 빅데이터 플랫폼상의 농업경영데이터 활용의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구	농업 빅데이터 플랫폼을 사용하는 사용자 대상으로 261부	<ul style="list-style-type: none"> • 독립:시스템특성, 조직특성, 환경특성 • 매개:사용자만족, 성과기대, 노력기대 • 종속:활용의도 • 조절:직업유형, 사용경험, 연령 	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템특성 요인인 정보품질, 시스템품질은 노력기대, 성과기대에 정(+의 영향을 미침 • 조절효과:연령에서는 큰 차이없음
곽창원 (2021)	중소기업 경영자의 스마트공장 도입의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구	중소기업의 대표자, CEO, 이사진 등 경영진을 대상으로 75부	<ul style="list-style-type: none"> • 독립:상대적이점, 복잡성, 적합성, 혁신성, IT지식, 위험감수성향, 재정적비용, 기술적능력, 인적자원, 경쟁압력, 거래자압력, 디지털환경변화, 정부지원 • 매개:지각된유용성, 지각된위험, 지각된중요성, 주관적규범 • 종속:수용의도 	<ul style="list-style-type: none"> • 기술혁신(상대적이점, 적합성), 조직준비성(재정적비용), 외부환경(경쟁, 거래자압력, 디지털환경변화, 정부지원) 유의미 영향. • 매개변수 지각된유용성은 수용의도에 유의미하지 않음

〈출처〉 연구자 정리

2.4 지각된 위험

2.4.1 지각된 위험 개요

소비자 행동 분야에서 Bauer(1960)에 의하면 지각된 위험(Perceived Risk)은 개인이 특정 제품을 구매하기 위하여 상표 선택, 점포 선택, 구매방식의 선택 등을 행하고자 할 때 그 선택 상황에 대하여 지각하는 심리적 위험이라고 정의된다(손조기, 2021). Bauer의 개념을 구체적으로 발전시켜 지각된 위험은 소비자의 구매목적과 관계가 있다고 밝히며, 구매하기 전에 소비자는 자신이 계획한 구매가 사전에 계획하고 예상한 구매목적을 달성할 수 있는지에 대해서 확신할 수 없기 때문에 위험을 느끼게 된다고 하였다(Cox, 1964). 또한, 제품에 대한 정보가 부족하거나, 신제품이거나, 상표들 간의 품질 차이가 있는 경우, 가격이 비싼 경우, 구매가 소비자에게 중요한 경우 소비자의 지각된 위험은 증가된다고 하였다(Bettman et al., 1979). 한편 Mick & Fournier(1998)는 기술의 모순성 때문에 소비자는 걱정을 하게 되는데 이와 같은 감정을 지각된 위험이라고 밝혔다. 이후로 지각된 위험에 관련된 연구는 첨단기술 제품이나 서비스에서는 주로 혁신저항이라는 개념으로 연구가 진행되었는데, 앞서 말했듯 지각된 위험은 서비스에 대한 정보가 부족하고, 구매하는 제품이 신상품일 때, 제품이 고가일 때, 기술적으로 복잡할 때, 제품에 대한 체험이나 확신이 부족할 때 높아지는 경향이 있다(Bettman et al., 1979). 혁신제품은 이러한 특성에 대체적으로 부합하기 때문에 혁신제품에 대한 태도를 형성하는 요인 중 하나로 지각된 위험을 포함할 수 있겠다.

지각된 위험이론(Theory of Perceived Risk: TPR)은 소비자들의 변화에 대해 지각된 위험이 혁신에 대한 저항으로 나타날 수 있음을 증명한 이론이다. 지각된 위험이라는 개념을 처음 제시한 Bauer(1960)에 의하면 지각된 위험이란 구매 결정에 관한 결과를 예측할 수 없을 때 소비자가 느끼는 불확실성을 의미한다. 사람들은 이전에 경험해보지 못한 제품에 대해서 불신, 불안감등의 위험성을 지각하게 된다. 또한 제품의 사용이 쉽다고 여겨지면 이는 제품에 대한 친숙성이 발생하여 지각된 위험을 줄여 주게 되고, 사용하기 쉬

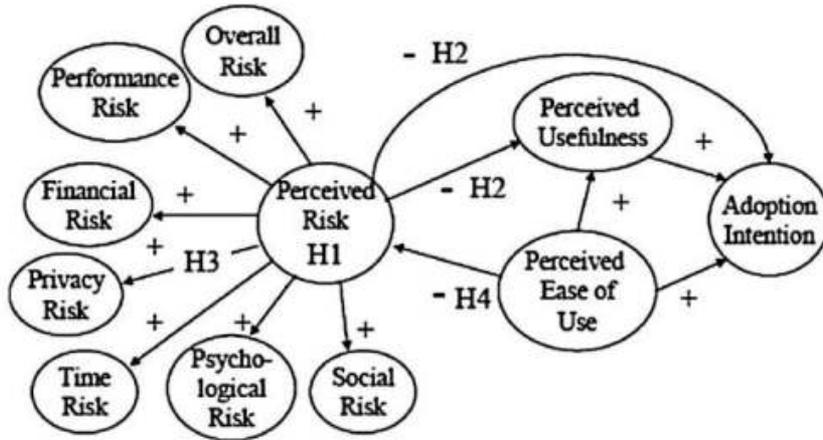
은 기술은 두려움을 줄여준다(Moon et al., 2001).

Roselius(1971)은 인지된 위험을 시간손실(time loss), 위해손실(hazard loss), 자아손실(ego loss), 금전손실(money loss)의 네 가지로 분류하였다. Jacoby & Kaplan(1972)은 인지된 위험을 재무 위험, 성능 위험, 심리적 위험, 사회적 위험, 물리적 위험으로 구분하였다.

Cunningham, L. F., Gerlach J., & Harper M. D.(2005)은 인지된 위험은 재무 위험(financial risk), 성과 위험(performance risk), 신체적 위험(physical risk), 심리적 위험(psychological risk), 사회적 위험(socialrisk), 시간 위험(time risk)으로 분류하여 전자은행 서비스에 대해 기존의 전통적 은행 서비스보다 더 위험을 느끼는지에 대한 연구를 하였다(Cunningham et al., 2005). 분석결과는 위험요인 중 재무위험이 제일 큰 비중을 차지하였고, 심리적 위험, 신체적 위험, 시간 위험이 위험을 느끼게 하는 보조적 역할을 하는 것으로 확인되었다(손조기, 2021).

Jacoby & Kaplan(1972)은 지각된 위험은 정보 추구 및 충성도를 설명하기 위한 심리적·주관적 구성으로 제시하였고, 재무, 성과, 물리적, 심리적, 사회적, 전반적 위험이라는 6가지 차원으로 지각된 위험을 분류하였다(Jacoby et al., 1972).

Featherman & Pavlou(2003)은 인지된 위험을 사용자가 요구하는 결과를 추구하는데 수반되는 손실의 가능성으로 정의하고, 성능 미달, 개인정보 유출, 재무적 손실, 시간 손실, 심리적 손실을 위험의 차원으로 구분하였으며, 이러한 여러 가지 차원의 위험은 기술수용모델(TAM)의 인지된 유용성과 사용의도를 저하시킨다는 결과를 제시하였다(Featherman et al., 2003). 이를 설명하는 Featherman & Pavlou(2003)의 연구모형은 [그림 2-22]와 같다.



[그림 2-22] Featherman & Pavlou(2003)의 연구모형

지각된 위험에 관한 다양한 연구와 개념을 [표 2-17]와 같이 정리할 수 있다.

[표 2-17] 지각된 위험의 다차원적 개념

연구자	다차원 개념
Cunningham (1967)	① 경제적 손실 ② 신체적 손실 ③ 시간적 손실 ④ 사회 심리적 손실
Cox (1967)	① 성과적 위험 ② 경제적 위험 ③ 시간적 위험 ④ 사회적 위험 ⑤ 프라이버시 위험 ⑥ 전반적 위험

Jacoby and Kaplan (1972)	<ul style="list-style-type: none"> ① 경제적 위험 ② 기능적 위험 ③ 프라이버시 위험 ④ 신체적 위험 ⑤ 사회적 위험
Zikmund and Scoot (1974)	<ul style="list-style-type: none"> ① 경제적 위험 ② 신체적 위험 ③ 기능적 위험 ④ 시간적 위험 ⑤ 사회적 위험
Peter and Tarpey (1975)	<ul style="list-style-type: none"> ① 개인적 위험 ② 비개인적 위험
Featherman and Pavlou (2003)	<ul style="list-style-type: none"> ① 성과적 위험 ② 경제적 위험 ③ 시간적 위험 ④ 사회적 위험 ⑤ 프라이버시 위험 ⑥ 전반적 위험 ⑦ 심리적 위험

<출처> 진석(2020) 재인용

2.4.2 지각된 위험 선행연구

[표 2-18]는 지각된 위험에 관한 선행연구를 정리하였다.

[표 2-18] 지각된 위험에 관련 선행연구

연구자	주제	연구대상	사용변수	연구결과
노미진 (2011)	스마트폰 뱅킹의 지 각된 위험 과 가치가 신뢰 및 의 도에 미치 는 영향	모바일뱅킹 사용자 253 부	<ul style="list-style-type: none"> • 독립:지각된위험 (경제적,기능적,심 리적,보안적), 지각 된가치(경제적,기능 적,심리적) • 매개:신뢰 • 종속:이용의도 	<ul style="list-style-type: none"> • 모두 유의미 확 인
주선희 (2013)	제품의 무 형성이 소 비자의 위 험 지각 및 위험감소행 동에 미치 는 영향과 자기조절초 점의 조절 적 영향	로봇청소기 개인소비자 320부	<ul style="list-style-type: none"> • 독립:정신적무형 성,일반적무형성,물 리적무형성 • 매개:금전적위 험,성능적위험,시간 적위험,심리적위험 • 종속:정보탐색활 용,브랜드충성도활 용,브랜드이미지활 용,상점이미지활용 • 조절:자기조절초 점 	<ul style="list-style-type: none"> • 정신적무형성은 성능적,심리적위험 에 유의, 일반적무 형성은 성능적,심 리적위험에 유의, 물리적무형성은 금 전적,성능적위험에 유리한 영향 • 금전적위험은 종 속변수 모두 기각, 성능적위험은 종속 변수 모두 유의, 시간적위험은 정보 탐색활용에 유의, 성리적위험은 브랜 드이미지, 상점이미 지활용 유의한 영 향 • 물리적 무형성과 지각된 위험간의 관계에서 자기조절 초점이 미치는 부 분적 조절 영향

<p>천덕희 (2014)</p>	<p>온라인 여행업의 웹사이트 명성, 지각된 위험, 신뢰, 구매의도간의 관계 연구</p>	<p>온라인 여행사의 웹사이트로 구매 경험 있는 소비자 196부</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 독립: 명성, 성과 위험, 재정 위험, 보안 위험 • 매개: 성과 위험, 재정 위험, 보안 위험, 신뢰 • 종속: 구매의도 	<ul style="list-style-type: none"> • 성과 위험, 재정 위험, 보안 위험과 신뢰에 유의한 영향을 미침 • 보안 위험, 재정 위험이 신뢰와 구매의도에 유의하지 않는 것 • 신뢰는 구매의도에 유의한 영향을 미침
<p>김용희 (2016)</p>	<p>IoT 기반 스마트 홈 서비스 수용에 관한 연구</p>	<p>스마트 홈 서비스의 사용 일반인 269부</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 독립: 지각된 희생 (프라이버시 위험, 혁신 저항), 지각된 편익 (지각된 비용, 촉진 조건, 유용성, 즐거움) • 매개: 지각된 가치 • 종속: 사용의도 • 조절: 다양성 추구 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 차 요인 (High-Order) 분석을 통해 지각된 희생, 지각된 편익, 지각된 가치 모두 사용의도에 영향을 미침 • 다양성 추구 조절 효과는 차이 없음
<p>박경자 (2016)</p>	<p>기술 변화 속도가 혁신 제품 채택에 대한 위험과 저항에 미치는 영향 연구</p>	<p>스마트워치의 주된 수요층 187부</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 독립: 기술 변화 • 매개: 기능적, 사회적, 재정적, 물리적 위험 • 종속: 채택 거부, 채택 보류 	<ul style="list-style-type: none"> • 기술 변화는 물리적 위험에 영향을 미치지 않음 • 기능적 위험은 채택 거부 영향 • 사회적, 재정적 위험은 채택 보류에 영향

<p>박정근 (2017)</p>	<p>유 지 보 수 계약 지속 의도수준에 영향을 미 치는 주요 요인분석</p>	<p>외산 ERP 소프트웨어 를 사용하 고 있는 기 업 210부</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 독립: 성능위험, 시간지연위험, 심리적불안, 신뢰성, 대응성, 확산성, 가격수준 • 매개: 지각된 유용성 • 종속: 지속유지의도 • 조절: 저항감정, 매출, 가격, 이해관계자 	<ul style="list-style-type: none"> • 심리적불안은 지각된 유용성에 유의미. 신뢰성, 확산성은 지각된 유용성 유의미한 영향 • 가격수준, 지각된 유용성은 의도수준에 유의미한 영향 • 저항감정이 조절효과
<p>한충근 (2018)</p>	<p>각된 위험 특성과 사 용자 특성 이 비대면 금융거래시 스템 사용 의도에 미 치는 영향</p>	<p>일반인 대 상 396부</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 독립: 자기 효능감, 재미지각, 사용자 혁신성, 관행추구성향, 시스템보안위험, 프라이버시염려, 부정적인대중매체, 사회적영향, 촉진조건 • 매개: 성과기대, 노력기대, 사용갈등 • 종속: 사용의도 • 조절: 사용경험 	<ul style="list-style-type: none"> • 촉진조건→사용의도, 사용자혁신성→노력기대를 제외한 모두 유의미한 영향 • 일반 바이오인증 경험여부가 재미지각과 사회적 영향에 부분조절효과 확인
<p>진 석 (2019)</p>	<p>웨 어 러 블 헬스케어 기기의 수 용에 관한 연구</p>	<p>개 인 대 상 301부</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 독립: 성과기대, 노력기대, 쾌락적동기, 가격효율성, 경제위험, 프라이버시위험 • 매개: 태도, 혁신저항 • 종속: 수용의도 	<ul style="list-style-type: none"> • 수용변수와 지각된 위험을 통해 저항 간의 관계를 살펴봄 • 모든 변수 유의미한 영향

<p>원종혁 (2019)</p>	<p>지각된 가치 및 지각된 위험이 공공 IoT서비스 이용 인식과 이용 의도에 미치는 영향</p>	<p>서울시 공공 IoT서비스를 한번 이상 사용해 본 경험이 있는 사용자 510부</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 독립: 정보성가치, 혁신성가치, 경제성가치, 시스템보안 위험, 불확실성위험 • 매개: 성과기대, 노력기대, 혁신저항 • 종속: 사용의도 • 조절: 성별, 주이용장소 	<ul style="list-style-type: none"> • 모든 변수 유의미한 영향 • 매개효과는 시스템보안위험→사용의도 제외하고 모두 유의미한 영향 • 다중집단분석으로 성별, 주이용장소에 따른 집단 차이 확인
<p>박재룡 (2019)</p>	<p>자율주행자동차의 지각된 위험이 이용의도에 미치는 영향에 관한 연구</p>	<p>만 20세 이상의 운전자 대상 254부</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 독립: 경제적 위험, 보안위험, 안전위험 • 매개: 가치, 신뢰 • 종속: 이용의도 	<ul style="list-style-type: none"> • 지각된위험에서 경제적, 안전→가치, 보안→신뢰), 가치, 신뢰→이용의도에 유의미한 영향
<p>노민정 (2019)</p>	<p>지각된 위험 및 리뷰진단성이 배달앱 수용에 미치는 영향</p>	<p>주요 광역 도시에 거주하는 스마트폰 사용자 500부</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 독립: 지각된위험 (성능, 재무, 사회, 심리, 시간), 리뷰진단성(유용성, 신뢰성), 기술적규범 • 매개: 태도 • 종속: 사용의도 • 조절: 지각된위험 	<ul style="list-style-type: none"> • 지각된위험, 리뷰진단성, 기술적규범이 태도에 유의한 영향 • 기술적규범, 태도는 사용의도에 유의한 영향 • 태도가 사용의사에 미치는 정(+의 영향은 지각된 위험 수준이 높아짐에 따라 낮아지는 것

백한중 외 (2019)	지각된 위험이 마이데이터 서비스 수용의도에 미치는 영향에 관한 연구	금융소비자 164부	<ul style="list-style-type: none"> • 독립:보안위험, 성능위험,재무위험, 시간위험,개인보호 위험 • 매개:수용의도 • 종속:사용의도 	<ul style="list-style-type: none"> • 마이데이터 서비스에 대한 금융소비자의 지각된 위험 중 재무위험,개인보호위험이 직접적인 영향을 미침
이인태 (2020)	지각된 위험과 가치에 따른 친환경 자동차 수용의도에 대한 실증 분석 연구	일반 소비자 144부	<ul style="list-style-type: none"> • 독립:성능위험, 충전위험,환경가치, 승차가치,하차가치 • 매개:만족 • 종속:수용의도 	<ul style="list-style-type: none"> • 지각된위험(성능위험,충전위험),지각된가치(환경가치, 승차가치,하차가치)는 만족에 유의한 영향을 미치며, 만족는 수용의도에 유의한 영향을 미침
김태경 (2021)	외식 배달 앱 서비스의 지각된 가치와 지각된 위험이 재이용의도에 미치는 영향	배달앱 서비스 사용자 500명	<ul style="list-style-type: none"> • 독립:지각된가치(기능적,사회적,감정적, 탐험적,상황적), 지각된위험(심리적,기능적),지각된통제감,주관적규범 • 매개:이용태도, 만족도 • 종속:재이용의도 • 조절:성별,연령별,COVID-19심각성인식 	<ul style="list-style-type: none"> • 탐험적가치,기능적위험을 제외하고 모두 영향을 미침 • 다중그룹분석을 통해 연령,성별, COVID-19심각성인식 차이 확인

<p>쉬양 (2021)</p>	<p>옴니채널을 통한 중국 신선 농산물 구매시 지각된 위험이 구매의도에 미치는 영향</p>	<p>신선 농산물 구매경험이 있는 각 지역 중국인 645부</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 독립: 지각된 위험 (경제적, 프라이버시, 서비스, 채널통합 부족, 신체적), 지각된 유용성, 지각된 용이성, 사회적 영향 • 매개: 태도 • 종속: 구매의도 • 조절: 소비자 혁신성, 자기효능감 	<ul style="list-style-type: none"> • 경제적, 프라이버시, 채널통합 부족, 사회적 영향이 유의미한 영향 • 소비자 혁신성은 프라이버시 위험 및 채널통합 정도 부족과 태도 간에 조절효과. 자기효능감은 채널통합 정도 부족과 태도 간에 조절효과
<p>주재승 (2022)</p>	<p>모바일 간편결제 인증 생체정보 사용의도에 관한 연구</p>	<p>간편결제 서비스를 이용한 경험에 있는 만 20세 이상의 성인 504부</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 독립: 성과기대, 노력기대, 사회적 영향, 인지된 위험(프라이버시, 성능, 시간적) • 종속: 사용의도 • 조절: 성별, 연령, 학력, 소득수준, 경험 	<ul style="list-style-type: none"> • 성과기대, 노력기대, 프라이버시 위험은 사용의도에 유의미 영향 • 노력기대와 생체인증 사용의도 간의 관계에서 학력, 소득수준이 조절효과

〈출처〉 연구자 정리

2.5 통합기술수용이론(UTAUT)

2.5.1 통합기술수용이론 개요

Venkatesh et al.(2003)이 제시한 통합기술수용모델(Unified Theory of Acceptance and Use of Technology: UTAUT)은 그동안 다양한 형태로 기술수용 요인과 수용의도를 측정해 왔던 8개의 선행이론을 통합하여 기존 기술수용이론들이 다양한 외부변수들이 갖는 영향을 반영하지 못한 문제를 극복하고 보다 높은 설명력을 갖추도록 연구되어 제시되었다(김정래, 2020). UTAUT모형에 반영되고 통합된 8개의 선행이론의 내용은 [표 2-19]과 같다.

[표 2-19] UTAUT의 8가지 선행이론

이론	개념	연구자
합리적 행동이론 (TRA)	• 인간의 행동 의도는 특정행동의 결과에 대한 개인적 신념 (beliefs)을 바탕으로 결정되는 개인의 태도(attitude)와 개인이 속한 사회의 규범에 대한 개인적인 지각에 근거한 주관적규범 (subjective norm) 에 의해서 결정된다는 이론	Fishbein and Ajzen(1975)
계획행동이론 (TPB)	• 합리적 행동이론의 태도(attitude)와 주관적 규범(subjective norm)에 추가로 지각된 행동 통제(perceived behavioral control)라는 개념을 추가하여 이론 제시	Ajzen(1991)
기술수용모델 (TAM)	• 정보기술 수용 시 인지된 유용성(perceived usefulness)과 인지된 용이성(perceived ease of use)이 태도에 영향을 주고 사용 의도를 매개하여 실제 사용에 영향을 준다는 모형	Davis(1989)
동기모형 (MM)	• 정보기술 수용행위에 있어서 인지된 즐거움을 의미하는 내적인 동기 요인과 인지된 유용성을 의미하는 외적인 동기 요인에 의해서 유발된다고 설명한 이론	Davis et al. (1992)
혁신확산이론 (IDT)	• 새로운 기술의 수용과 확산에 영향을 미치는 요인으로 상대적 이익, 상대적이점, 적합성, 복잡성, 시도가능성, 관찰가능성 등 요인을 제시	Moore and Benbasat(1991) Rogers(1983)
통합된 TAM-TPB 모형 (C-TAM-TPB)	• TAM과 TPB를 결합한 모형으로 적합성, 인지된 유용성, 인지된 편의성이 태도에 영향을 주고, 태도와 주관적 규범, 그리고 인지된 행위통제가 행위의도에 영향을 미치고, 행위의도와 인지된 행위통제가 실제 사용 행동에 영향을 미치는 것으로 주장한 모형	Taylor and Todd(1995)

PC활용모델 (MPCU)	• PC활용에 영향을 미치는 요인 예측 모형으로 PC사용의 적합성 및 복잡성, PC사용에 대한 감정, 사회적 요인 등이 PC사용에 영향	Thompson et al.(1991)
사회인지이론 (SCT)	• 정보기술의 수용의 요인으로 성과에 대한 기대, 감정, 불안감, 자기 효능감 등으로 설명하는 이론	Compeau and Higgins(1995)

<출처> 김정래(2020) 재인용

Venkatesh et al.(2003)는 위 8개의 이론에서 언급된 32개의 개념들을 통합하여 사용의도에 영향을 미치는 요인으로 성과기대(Performance Expectancy), 노력기대(Effort Expectancy), 사회적영향(Social Influence)과, 사용행동에 영향을 주는 요인으로 촉진조건(Facilitating Conditions) 등 총 4개를 제시하였는데, 각각의 요인별로 관련이론과 세부 요인들은 [표 2-20]와 같다.

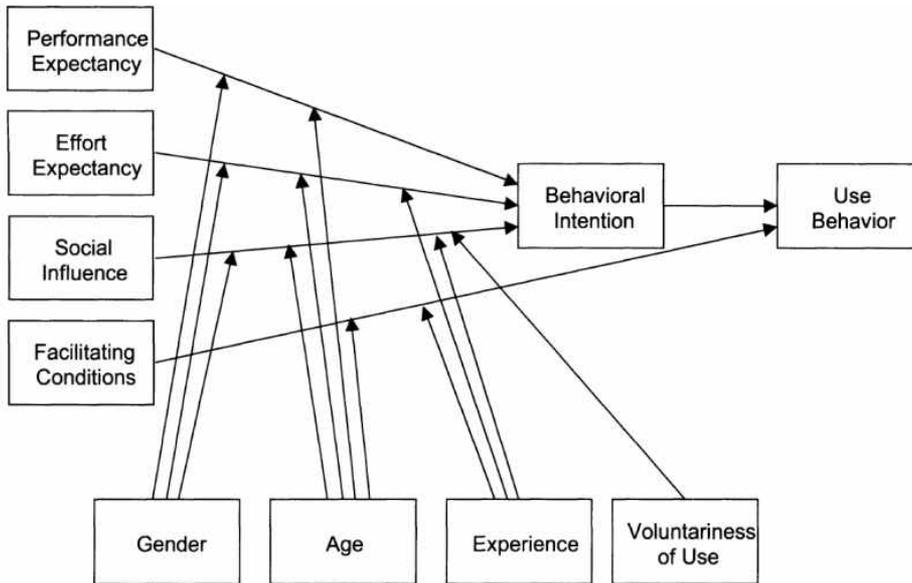
[표 2-20] UTAUT의 관련 이론

구성	정의	기본 구성	관련이론
성과기대	개인이 시스템을 사용하는 것이 직장에서 이득을 얻는 데 도움이 될 것이라고 믿는 정도	인지된 유용성	TAM, TAM2, C-TAM-TPB
		외적 동기	MM
		작업 적합	MPCU
		상대적이점	IDT
		결과 기대	SC
노력기대	시스템 사용과 관련된 용이성 정도	인지된 용이성	TAM, TAM2,
		복잡성	MPCU
		사용 용이성	IDT
사회적 영향	중요한 다른 사람들이 자신이 새로운 시스템을 사용해야 한다고 믿는 개인이 지각하는 정도	주관적 규범	TRA, TAM2, TPB, C-TAM-TPB
		사회적 요인	MPCU
		이미지	IDT

촉진조건	개인이 시스템 사용을 지원하기 위해 조직 및 기술 인프라가 존재한다고 믿는 정도	인지된 행동 통제	TPB, C-TAM-TPB
		촉진 조건	MPCU
		호환성	IDT

<출처> Venkatesh et al.(2003)

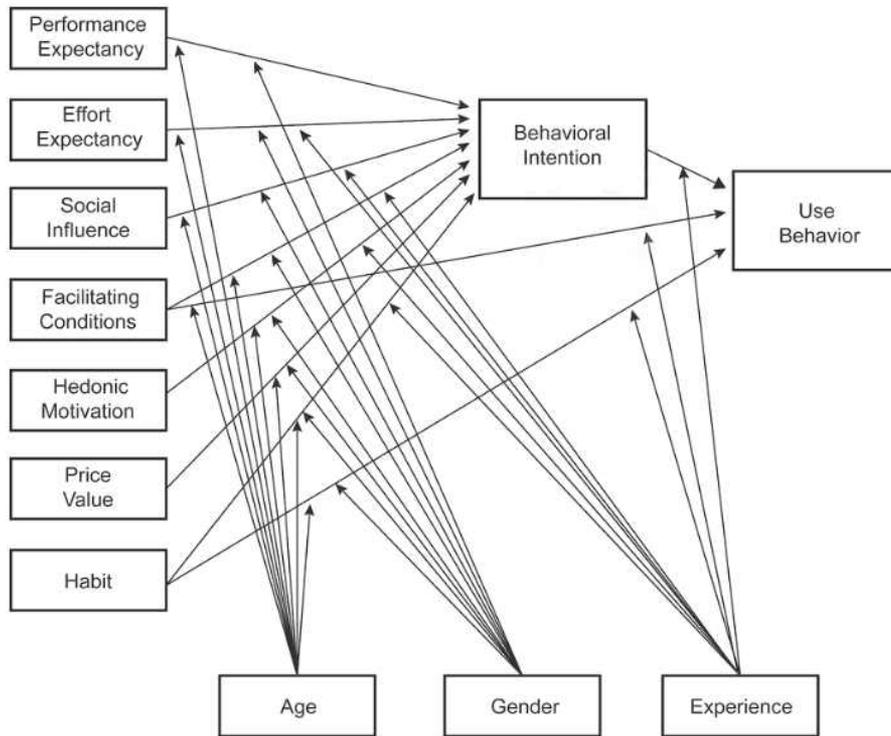
UTAUT 모형은 이상과 같은 4가지 핵심 독립변수 이외에 성별(Gender), 나이(Age), 경험(Experience), 사용의 자발성(Voluntariness of Use) 등 4가지 조절효과를 갖는 통제변수가 포함되어 있으며, 종속변수로 사용의도(Behavioral Intention)과 사용행동(Use Behavior)등이 제시되어 있으며 모형은 [그림 2-23]과 같다.



[그림 2-23] Venkatesh et al.(2003)의 UTAUT 연구모형

한편 Venkatesh et al.(2012)은 기존의 UTAUT모형에 3가지 새로운 요인을 추가하여 확장된 통합기술수용이론(Extended Unified Theory of Acceptance and Use of Technology: UTAUT2)을 제시하였다. 추가된 3가지

요인은 오락적동기(Hedonic Motivation), 가격가치(Price Value), 습관(Habit) 등이다.



[그림 2-24] Venkatesh et al.(2012)의 UTAUT2 연구모형

2.5.2 통합기술수용이론 선행연구

[표 2-21]는 TOE 프레임워크에 관한 선행연구를 정리하였다.

[표 2-21] 통합기술수용이론에 관련 선행연구

연구자	주제	연구대상	사용변수	연구결과
박일순 (2013)	통합기술수용이론(UTAUT) 기반 모바일 신용카드 서비스의 사용자 수용 모형에 관한 연구	대학생 및 직장인 192부	<ul style="list-style-type: none"> • 독립:인지된신뢰성,인지된호환성,인지된이동성,개인혁신성 • 매개:성과기대,노력기대,사회적영향,촉진조건 • 종속:사용의도 • 조절:결제규모 	<ul style="list-style-type: none"> • 성과기대,사회적영향,촉진조건은사용의도에 유의한영향 • 인지된이동성은노력기대에 유의하지 않음 • 결제규모에 따른조절효과는고액결제 보다는소액결제의 수단으로 사용할 의사가 훨씬 높으며, 고액 결제시 사용의도에는사회적영향이 압도적으로 큰영향을 미치고 있음
송선옥 (2017)	통합기술수용이론(UTAUT) 기반 uTradeHub 서비스의 사용자 수용 모형에 관한 연구	uTradeHub 등록업체 대상 101부	<ul style="list-style-type: none"> • 독립:성과기대,노력기대,사회적영향,촉진조건 • 매개:사용자만족 • 종속:지속적사용 • 조절:CEO지원 	<ul style="list-style-type: none"> • 성과기대,노력기대,사회적영향이사용자만족에 유의미한영향 • 사용자만족과지속적사용과는유의미한영향 • CEO의지원의조절효과가성과기대와사용자만족간의관계에서유의미한영향

<p>김기웅 (2017)</p>	<p>중소기업의 사물인터넷 수용에 영향을 미치는 요인에 관한 연구</p>	<p>제조업과 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업의 종사자 309부</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 독립: 성과기대, 노력기대, 사회적영향, 촉진조건, 정부규제, 동반성장 • 매개: 행위의도 • 종속: 사용행동 • 조절: 경험 	<ul style="list-style-type: none"> • 성과기대, 사회적영향, 정부규제, 동반성장이 행동의도에 유의한 영향 • 촉진조건, 행위의도는 사용행동에 유의한 영향 • 경험의 조절효과는 미칠 정도 아닌 상황
<p>송병철 (2018)</p>	<p>통합기술수용이론을 이용한 수용의도와 행동의도에 관한 연구</p>	<p>의료기관 종사자 423명</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 독립: 성과기대, 노력기대, 사회적영향, 촉진조건, 인지된 위험 • 매개: 수용의도 • 종속: 행동의도 • 조절: 의료기기 제품군의 관여도 (저, 중, 고) 	<ul style="list-style-type: none"> • 성과기대, 노력기대, 사회적영향, 촉진조건, 인지된 위험이 수용의도에 유의한 영향 • 수용의도는 행동의도로 유의한 영향 • 의료기기 제품군의 관여도는 노력기대, 촉진조건, 사회적영향에 조절효과가 있음을 확인
<p>최성수 (2019)</p>	<p>드론 배송 서비스 사용의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구</p>	<p>IT 종사자, 배송 서비스 경험자인 컴퓨터 전공 대학생 336부</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 독립: 유형성, 신뢰성, 반응성, 확산성, 공감성 • 매개: 성과기대, 노력기대, 사회적영향, 촉진조건 • 종속: 사용의도 • 조절: 성별, 나이, 통제욕구, 혁신성 	<ul style="list-style-type: none"> • 신뢰성, 확산성, 공감성은 성과기대에 유의한 영향 • 유형성, 반응성, 공감성은 노력기대에 유의한 영향 • 성과기대, 사회적영향은 사용의도에 유의한 영향 • 개인 특성(연령), 통제 욕구, 혁신성에 따라 조절효과 확인

정기석 (2020)	확장된 기술수용모델을 적용한 스마트 팜 수용을 위한 선행요인 분석	한국농어촌공사 임직원 204부	<ul style="list-style-type: none"> • 독립:성과기대, 노력기대,사회적영향,촉진조건,주관적규범,지각된행동통제,태도,지각된유용성,적합성 • 종속:수용의도 • 조절:스마트 팜에 대한 이해도 	<ul style="list-style-type: none"> • 사회적영향,지각된행동통제,지각된유의성,적합성이수용의도에 유의한영향 • 스마트 팜에 대한 이해가 높을수록 수용의도가 높음을 확인
신종국 (2020)	통합기술수용이론(UTAUT)을 활용한 웨어러블 디바이스 사용의도에 관한 연구	웨어러블 디바이스의 주요 시장으로 판단되는 20~30대 소비자 158명	<ul style="list-style-type: none"> • 독립:성과기대, 노력기대,사회적영향,촉진조건 • 종속:사용의도 • 조절:소비자혁신성 	<ul style="list-style-type: none"> • 성과기대,사회적영향,촉진조건이사용의도에 유의미한영향 • 소비자 혁신성의 조절효과가 노력기대와 사용의도 간의 관계에서 유의미한영향
이용규 (2021)	확장된 통합기술모형을 활용한 Smart Factory 수용 결정요인에 대한 연구	국내 다양한 기업체 167부	<ul style="list-style-type: none"> • 독립:성과기대, 노력기대,사회적영향,촉진조건,네트워크효과,인지된위험,혁신성,혁신저항,조직특성 • 매개:수용의도 • 종속:수용행동 • 조절:기업규모, 혁신성수준 	<ul style="list-style-type: none"> • 성과기대,사회적영향,촉진조건,네트워크효과,혁신성이수용의도에 유의한영향 • 수용의도가 수용행동에 유의한영향 • 혁신성 수준과 기업규모에 따라 대부분 조절효과

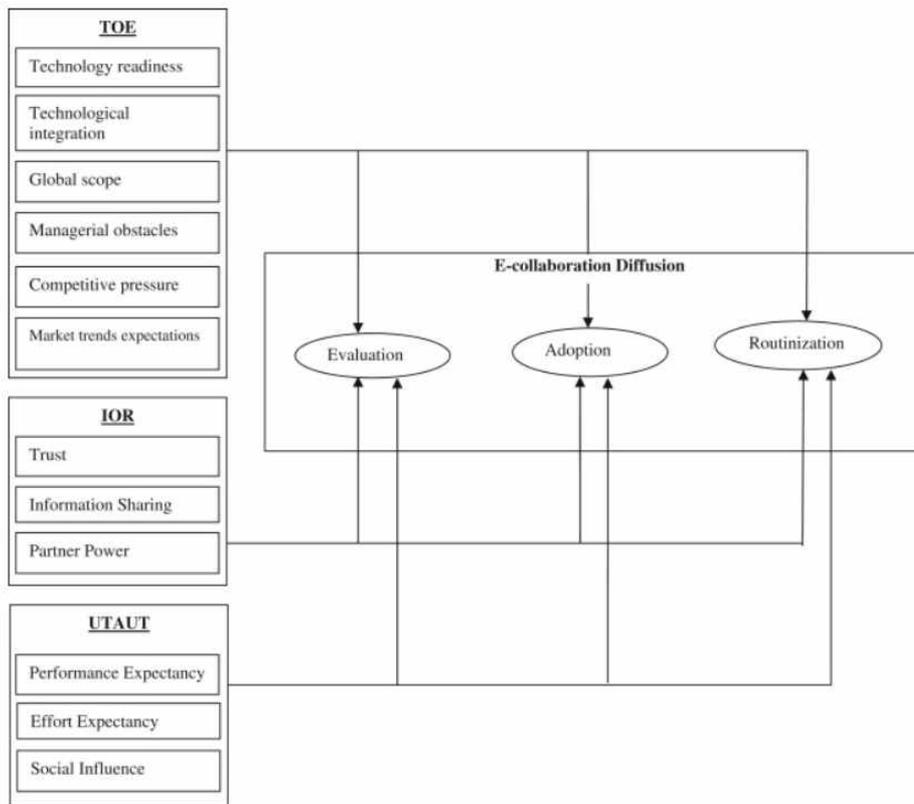
김성태 (2021)	스마트 팩토리 도입 의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구	국내 중소기업 및 임직원 320부	<ul style="list-style-type: none"> • 독립:성과기대, 노력기대,사회적영향,촉진조건,재무적요인,CEO의지,ICT활용역량,정부지원기대 • 종속:도입의도 • 조절:혁신저항 	<ul style="list-style-type: none"> • 성과기대,촉진조건,재무적요인,CEO의지,ICT활용역량,정부지원기대는 도입의도에 유의한 영향 • 혁신저항은 성과기대,노력기대,사회적영향,촉진조건에 조절효과
이종근 외 (2021)	통합기술수용이론(UTAUT)이 스마트팩토리 도입의도와 경영성과에 미치는 영향에 관한 실증연구	스마트팩토리 도입 경험 있거나 도입 중인 기업이나 임직원을 대상 250부	<ul style="list-style-type: none"> • 독립:성과기대, 노력기대,사회적영향,촉진조건 • 매개:도입의도 • 종속:경영성과 • 조절:조직특성요인 	<ul style="list-style-type: none"> • 성과기대,노력기대,사회적영향이 도입의도에 유의미한 영향 • 성과기대,사회적영향,도입의도가 경영성과에 유의미한 영향 • 최고경영자의 관심과 지원에 따라 사회적영향이 경영성과로 이어지는 조절효과가 가장 큼

〈출처〉 연구자 정리

2.5.3 TOE 프레임워크 & 통합기술수용이론 통합연구

앞에서 살펴본 바와 같이 새로운 정보기술의 수용에 대한 연구는 신념(Beliefs), 태도(Attitudes), 행동의도(Behavioral intention), 행동(Behavior)등을 다루는 사회 심리학적 이론을 근간으로 확대되어 적용되기 시작하여 기술수용이론(TAM) 및 통합기술수용이론(UTAUT)과 같은 대표적인 정보기술의 수용이론으로 이어졌다(곽기호, 2020).

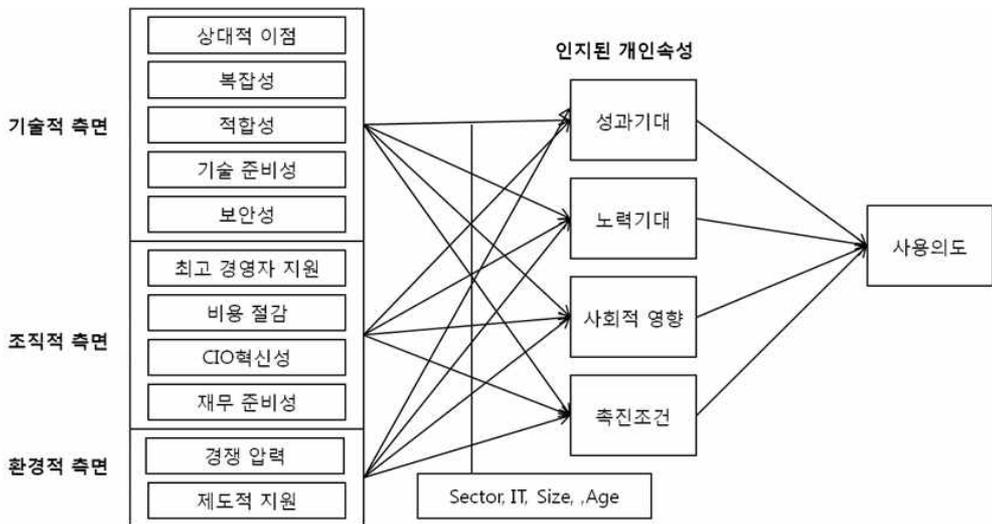
Chan 외(2012)은 중소기업의 전자 협업 확산에 영향을 미치는 요인에 대한 연구에서 전자 협업 구현은 공급망의 성공을 촉진하는 핵심기술 중 하나이며, 이는 비즈니스 프로세스의 통합과 공급망 구성원 간의 정보공유를 가능하게 하여, Infineon 및 Wal-Mart와 같은 대기업은 중소기업에 비해 더 많은 재정 및 기술 리소스로 공급망에서 상당한 성공을 거두고 전자 협업을 구현하였으나, 이 연구의 주요목표는 중소기업들 사이에서 공급망의 전자 협업 확산에 영향을 미치는 요소들을 이해하는 것으로, 중소기업의 단계별 전자 협업 확산 프로세스를 조사하기 위하여 TOE, IOR(Inter Organizational Relationships) 및 UTAUT를 기반으로 공급망에서 전자 협업 도구의 확산에 영향을 미치는 요소를 이해하기 위해 [그림 2-25]과 같은 통합 모델을 개발하였다(Chan et al., 2012).



[그림 2-25] Chan et al.(2012)의 연구모형

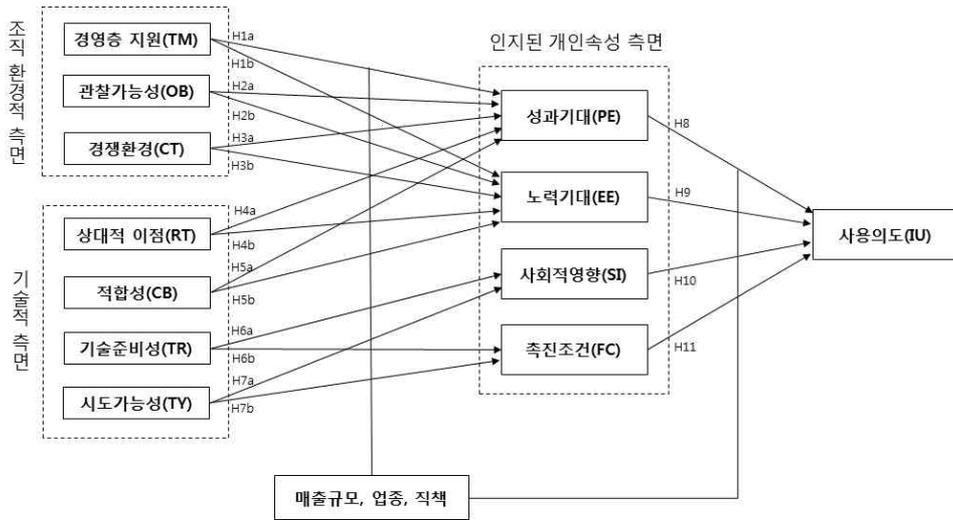
Lim & Oh(2012)는 기업에서의 클라우드 컴퓨팅 환경 도입을 위한 연구에서 TOE에 UTAUT 변수의 일부를 수용한 모형을 제시하여 사용의도에 미치는 영향을 연구하였다(이선우 외, 2014; 윤오준, 2017).

[그림 2-26] 연구 모형은 기존 전통적인 방식의 컴퓨팅 서비스를 사용 중인 금융권의 중요 비즈니스 업무에 클라우드 컴퓨팅 서비스라는 새로운 정보 기술 적용을 가정하고, 금융업계 구성원들을 대상으로 실증 분석을 통해 클라우드 컴퓨팅 서비스가 인지된 개인 속성(성과기대, 노력기대, 사회적 영향, 촉진조건) 및 사용의도에 영향을 주는 요인들을 확인하였다(윤경, 2015).



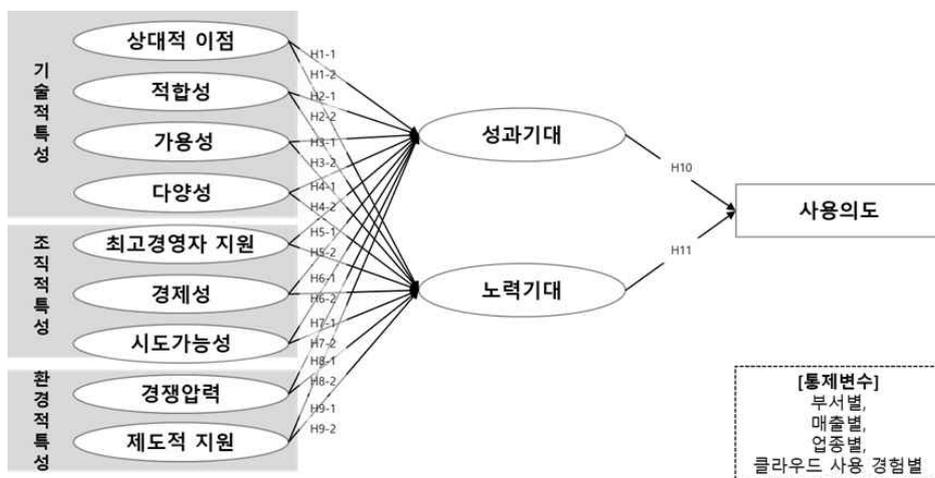
[그림 2-26] 윤경(2015)의 연구모형

[그림 2-27] 연구 모형은 기업/기관의 조직 차원에서 지원해 주어야 해서 TOE 모델을 적용하였으며, 혁신확산이론인 DOI를 기반으로 기술적인 측면의 독립변수를 설정하였고, 네트워크 운영자들의 신기술 도입에 대한 인지된 개인 속성을 파악하고자 UTAUT 모형을 적용하여 SDN의 사용의도에 영향을 미치는 요인을 밝히고자 하였다(김광직, 2019).



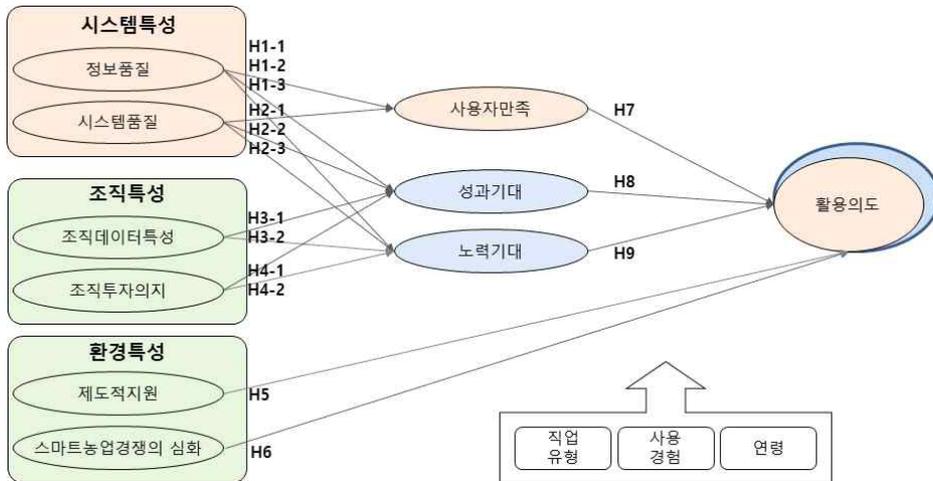
[그림 2-27] 김광직(2019)의 연구모형

[그림 2-28] 연구 모형은 멀티클라우드 컴퓨팅은 싱글 클라우드 컴퓨팅을 사용하는 목적과 사용 방식이 다를 것을 규명하고, 클라우드 컴퓨팅과 기술수용 관련 선행연구와 멀티클라우드 컴퓨팅의 특징을 결합하여 연구 모델을 구성하여 영향을 주는 요인들을 규명하였다. 이 모형에서는 UTAUT의 사회적 영향과 촉진 조건은 TOE Framework의 조직적, 환경적 요인과 유사하기 때문에 매개변수에서 제외한다는 이유를 설명하였다(정현석, 2019).



[그림 2-28] 정현석(2019)의 연구모형

[그림 2-29] 연구 모형은 농업경영데이터 활용의도 연구에서는, 정보시스템 성공모델, TOE 프레임워크, UTAUT 이론을 활용하여 시스템 특성, 조직 특성, 환경특성 요인을 독립변수로 구성하고, 사용자 만족, 성과기대, 노력기대를 매개변수로 하여 활용의도에 영향을 미치는지 연구하였다(손경자, 2021).



[그림 2-29] 손경자(2021) 연구모형

이렇게 TOE 프레임워크와 다른 이론들과의 통합 모델이 다양하게 연구되고 확장되고 있다.

[표 2-22] TOE&UTAUT 통합 연구모형 선행연구

연구자	분야	독립/매개변수	이론
Chan et al. (2012)	중소기업 전자협업 확산	중소기업의 전자 협업 확산에 영향을 미치는 요인에 대한 실증적 조사 연구에서 TOE 독립변수로 기술 준비도, 기술적 통합도, 글로벌 범위, 관리 장애요소, 경쟁자 압력, 시장 트렌드 기대를 채택	TOE, IOR, UTAUT

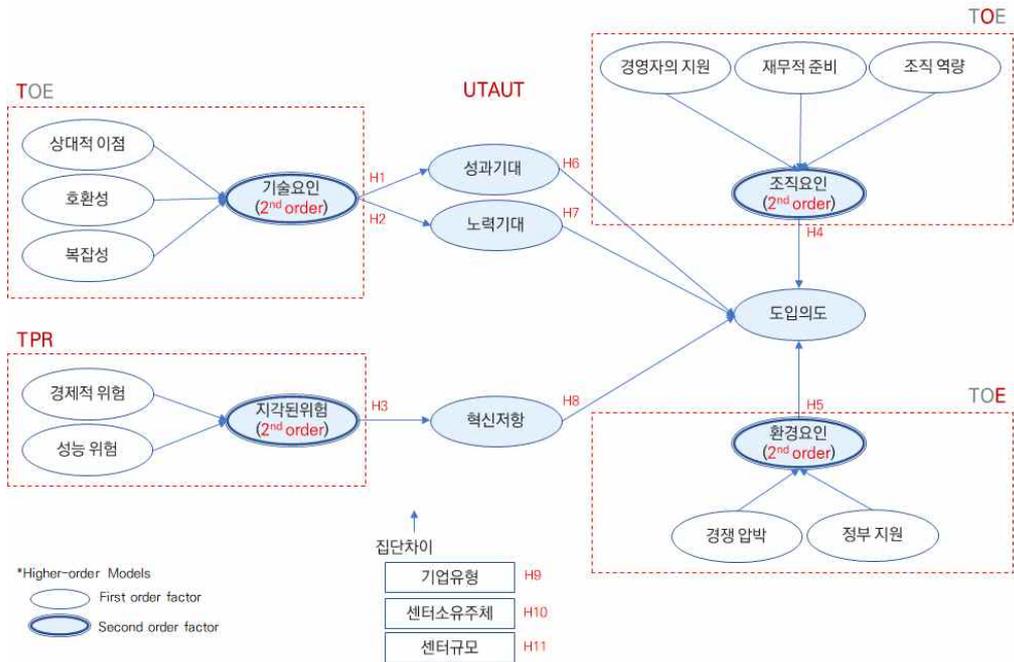
윤경 (2015)	클라우드 컴퓨팅 서비스	기술측면으로 상대적이점, 복잡성, 적합성, 기술준비성, 보안성을, 조직적측면으로 경영자지원, 비용절감, CIO혁신성, 재무준비성을, 환경적측면으로 경쟁압력, 제도적지원을 독립변수로 채택하고, UTAUT 변수로는 성과기대, 노력기대, 사회적 영향 및 촉진조건을 채택	TOE, DOI, UTAUT
김수엽 (2017)	결제 서비스 (생체인증)	사용자 특성으로 지각된 적합성, 개인혁신성을, 시스템 특성으로 편의 편의성, 거래 편의성, 지각된 이동성, 지각된 보안성을 독립변수로 채택하고, UTAUT의 성과기대, 노력기대를 매개변수로 채택	TOE, UTAUT
윤오준 (2017)	사이버 위협공유 시스템	TOE 변수로 비용, 보안, 경영충지원, 경쟁자압력, 규정을 채택하고, UTAUT 변수로는 성과기대, 노력기대, 사회적 영향 및 촉진조건을 채택	TOE, UTAUT
김광직 (2019)	Software Defined Networking	TOE 변수로 경영충지원, 관찰가능성, 경쟁환경, 상대적이점, 적합성, 기술준비성, 시도가능성을 채택하고, UTAUT 변수로는 성과기대, 노력기대, 사회적 영향 및 촉진조건을 채택	TOE, UTAUT
정현석 (2019)	멀티 클라우드 컴퓨팅	TOE 변수로 상대적이점, 적합성, 가용성, 다양성, 경영자지원, 경제성, 시도가능성, 경쟁압력, 제도적지원을 채택하고, UTAUT의 성과기대, 노력기대를 매개변수로 채택	TOE, UTAUT
곽기호 (2020)	블록체인 기반 P2P대출 금융플랫폼	사용자요인, 서비스요인, 기술적요인, 환경적요인을 독립변수로 채택하고, UTAUT의 성과기대, 노력기대를 매개변수로 채택	TOE, UTAUT
손경자 (2021)	농업 빅데이터 플랫폼	TOE 변수로 정보품질, 시스템품질 독립변수에 사용자만족을 매개로 채택하고, 조직데이터특성, 조직투자의지, 제도적지원, 스마트농업경쟁심화를 독립변수로 채택하고, UTAUT의 성과기대, 노력기대를 매개변수로 채택	TOE, UTAUT

〈출처〉 연구자 정리

Ⅲ. 연구 설계

3.1 연구 모형

본 연구는 TOE framework과 혁신확산이론(DOI), 지각된 위험 이론(TPR), 통합기술수용이론(UTAUT)을 바탕으로 물류센터를 운영하는 기업에 있어 스마트 물류 기술이 도입의도에 어떠한 영향을 미치는지 실증하기 위해 [그림 3-1]와 같은 연구 모델을 설정하였다.



[그림 3-1] 개념적 연구모형

3.2 연구 가설의 설정

본 연구에서는 스마트 물류센터 도입의도에 영향을 미치는 요인에 독립변수(기술적 요인, 조직적 요인, 환경적 요인, 지각된 위험)와 매개변수(성과기대, 노력기대, 혁신저항), 그리고 종속변수(도입의도) 간의 인과관계를 통계적으로 검증하기 위해 선행연구에 의거하여 연구가설을 설정하였으며, 이 연구는 직접효과 8개(매개효과 3개 포함), 다중집단차이 3개로 총 11개의 가설을 설정하고 이에 따른 가설검증 및 효과 분석을 수행하였다.

본 연구는 물류센터를 운영하는 물류 및 유통기업에서의 스마트 물류센터 도입의도에 영향을 미치는 요인을 검증하고자 설정된 가설은 다음과 같다.

3.2.1 기술요인과 매개변수(성과기대와 노력기대)와의 관계

혁신확산(Diffusion of Innovation: DOI) 이론에서 혁신(Innovation)은 새로운 무엇인가 인지되는 기술, 아이디어, 개념을 말하고 있고, 이러한 기술을 조직에서 확산되어야 하며, 확산(Diffusion)이란 이러한 혁신이 사회 시스템의 구성원에게 시간이 지남에 따라 특정 채널을 통하여 전파되는 프로세스라고 하였다(Rogers, 2003; 윤경, 2015). Rogers(1983)이 제시한 혁신확산 및 수용에 있어서의 5가지 특성(상대적이점, 호환성, 복잡성, 시험 가능성, 관찰 가능성) 중 스마트 물류센터 도입의도에 영향을 미치는 3가지인 상대적이점, 호환성, 복잡성이 매개변수 성과기대와 노력기대와 도입의도에 영향 여부를 검증하고자 가설을 설정하였다.

(1) 상대적이점

상대적이점(Relative Advantage)은 기술의 우위가 더 큰 이익을 기업에게 가져다준다고 인식되는 정도로 정의된다(Rogers, 1983). 상대적이점은 잠재적 수용자가 혁신이 같거나 유사한 기능을 수행하는 기존의 수단보다 훨씬 나은 것으로 지각하는 인식 정도로 정의하기도 한다(Ram, 1987). IT 수용관련 연

구에서 상대적이점은 기술 혁신과 관련된 긍정적이고 중요한 변수로 여겨졌다(Kuan and Chau, 2001; Grandon and Pearson, 2004; 윤경, 2015; 정현석, 2019).

김광직의 “Software Defined Networking 사용의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”에 따르면, 상대적이점은 성과기대에 정(+의 영향을 주는데 신기술의 도입으로 업무처리의 향상, 소요시간 단축, 운영 효율성 증가와 자신의 가치가 향상되리라는 것을 뒷받침해 주고 있다고 하였다(김광직, 2019).

김산회의 “데이터 협업기반 스마트시티 플랫폼도입에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”에 따르면, 다양한 도시 데이터를 활용할 수 있는 데이터 협업기반의 스마트시티 플랫폼을 통해서 새로운 사업기회를 얻을 수 있고, 도시데이터의 공동 활용을 통해 거래처와의 협조를 증진시킬 수 있으며, 스마트시티 플랫폼의 주기능인 데이터 마이닝 기술을 통해 지자체나 기업이 의사결정을 하는 필요한 정보를 적시에 제공 받을 수 있을 것이라 주장하였다(김산회, 2019).

곽창원의 “중소기업 경영자의 스마트공장 도입의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”에 따르면, 스마트공장을 도입하기 이전의 상태보다 개선되거나, 편리해지거나, 새로워지거나, 만족도가 높아지거나 하는 등 기업에 얼마나 유익(또는 유용)한 것인지를 지각하거나 인지하는 것이 중요함을 확인하였다(곽창원, 2021).

(2) 호환성

비즈니스 적합성은 혁신이 혁신의 잠재적 수용자의 필요와 과거의 경험, 기존의 가치와 일관성이 있다고 인지하는 정도로 정의하였다(Rogers, 2003).

적합성은 새로운 정보 기술의 도입이 기계적인 수준을 넘어 작업체계의 큰 변화를 가져와 정상적인 조직의 반작용 속에서 변화에 대한 저항을 초래(Premkumar and Roberts, 1999)하므로 조직의 요구와 절차에 부응하는지를 고려해야 한다고 했다.

윤경의 “클라우드 컴퓨팅서비스 사용의도에 영향을 미치는 요인” 연구에

따르면, 클라우드 컴퓨팅 서비스의 도입은 기존 운영 체계 등 여러 측면에서 변화를 수반하기 때문에 사용의도에 중대한 영향을 미치는 요인으로 확인하였다(윤경, 2015).

이준필의 “해운항만기업의 빅데이터 사용의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”에 따르면, 기술적 요인에서는 상대적이점, 복잡성, 호환성은 기대성과에 모두 유의한 결과가 나타났으며, 이는 기술적인 편리함과 이점이 있으면 도입에 긍정적인 영향을 줄 것이며, 기존 정보 기술과 유사하여 빅데이터를 통한 업무처리가 기존 업무처리 방식보다 어렵거나 불편하지 않고, 현재 업무와 연계하는 것 또한 기술적인 부담이 없다면 도입하는데 긍정적인 영향을 미칠 것이다(이준필, 2018).

곽창원의 “중소기업 경영자의 스마트공장 도입의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”에 따르면, 적합성은 스마트공장을 도입하는 데 있어 기존에 가지고 있던 생활방식, 가치관, 업무 수행 방식 등과 얼마나 잘 어울리는가의 문제이다. 스마트공장을 도입하려는 경우 적합성이 떨어지면 도입을 밀쳐내려고 하여 도입에 부정적으로 될 수 있다. 적합성이 높을수록, 상대적이점이 높을수록 스마트공장을 도입하는 데 큰 도움이 된다는 것이다(곽창원, 2021).

(3) 복잡성

김성일의 “4차 산업혁명의 IT기술에 대한 의료기관 종사자의 인식과 성과 기대가 IT기술도입 및 사용의도에 미치는 영향” 연구에 따르면, 기술적 상황은 복잡성과 적합성, 기술준비성, 보안우려가 IT기술도입 및 사용의도에 유의미한 영향을 미치고 있는 것으로 나타났고, 특히 복잡성은 사용자가 느끼는 제품 사용의 어려움 정도가 그 제품의 수용 결정에 높은 상관관계가 있음을 확인하였다(김성일, 2020).

곽창원의 “중소기업 경영자의 스마트공장 도입의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”에 따르면, 새로운 기술이 복잡하거나 어려워 이해하지 못하거나 사용하기 어렵다고 지각하는 정도로 정의되는 복잡성은 복잡한 기술로 인해 중소기업 종사자들이 기술 도입을 주저하게 만들어 중소기업의 IT 성장

을 방해하는 중요한 요인이기도 하다(곽창원, 2021).

권영식의 "블록체인 기반 공급사슬관리 서비스 도입의 결정요인 연구"에 따르면, 기술적 관점의 복잡성은 유의미한 부정적 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었으며, 새로운 IT 기술이 사회 전반적으로 IT 인프라의 인식전환이 세계 어느나라보다 발달되어 있고 또 인프라 시스템의 향상에 따른 기술의 복잡성에 대한 접근은 조직의 준비 영향도에 따라 복잡성에 대한 해결이 확보되었다고 판단된다(권영식, 2021).

따라서 스마트 물류센터 도입에 기술요인(상대적이점, 호환성, 복잡성)의 영향은 클 것으로 예상되어 다음과 같이 가설을 설정하여 검증하고자 한다.

H1 : 기술요인(상대적이점, 호환성, 복잡성)은 성과기대에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

H1-1 : 기술요인(상대적이점, 호환성, 복잡성)은 도입의도에 미치는 영향관계에 있어서 성과기대는 매개역할을 할 것이다.

H2 : 기술요인(상대적이점, 호환성, 복잡성)은 노력기대에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

H2-1 : 기술요인(상대적이점, 호환성, 복잡성)은 도입의도에 미치는 영향관계에 있어서 노력기대는 매개역할을 할 것이다.

3.2.2 지각된 위험과 매개변수(혁신저항)와의 관계

(1) 경제적 위험

박경자의 “기술변화속도가 혁신제품채택에 대한 위험과 저항에 미치는 영향 연구”에 따르면, 스마트워치와 관련된 기술변화속도가 빠르다고 느낄수록 스마트워치 채택에 대한 기능적, 사회적, 재정적 위험을 크게 지각하는 것으로 나타났다. 이는 수용자에게 지각된 기술변화속도가 빠를수록 기능적인 면이나 사회적인 평가, 재정적인 측면에서 위험이 강화된다는 것이다. 즉, 기술변화속도가 불확실성을 초래하는 상황적 요인으로 작용할 수 있음을 내포하

고 있으며, 재무적 손실을 피하고자 채택을 보류하고 가격이 떨어질 때까지 기다리는 등 사용자가 채택 시기를 결정하는 중요한 기준이 될 수 있음을 보여준다(박경자, 2016).

진석의 “웨어러블 헬스케어 기기의 수용에 관한 연구”에 따르면, 웨어러블 헬스케어 기기에 대한 저항은 해당 기기의 수용의도에 유의한 부의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 잠재적 사용자들의 저항이 높은 경우에는 혁신의 수용 시기가 늦어지거나 확산되지 못하고 소멸된다는 결과이다(Ram, 1987; 진석, 2020).

쉬양의 “옴니채널을 통한 중국 신선 농산물 구매 시 지각된 위험이 구매 의도에 미치는 영향” 연구에 따르면, 경제적 위험 및 프라이버시 위험, 그리고 채널통합정도 부족이 소비자들이 옴니채널을 통한 신선 농산물 구매 의사 결정에 부정적 영향을 미치는 것으로 확인되었으며, 상품 가격은 소비자의 구매의지와 수요에 직접적인 영향을 미침을 확인하였다(쉬양, 2021).

(2) 성능 위험

주선희의 “제품의 무형성이 소비자의 위험 지각 및 위험감소행동에 미치는 영향과 자기조절초점의 조절적 영향” 연구에 따르면, 물리적 무형성은 금전적 위험과 성능적 위험에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타나 제품의 물리적 형체에 대해 알 수 없다고 지각하면 비용으로나 성능 및 품질에 대해 위험을 지각함을 알 수 있으며, 소비자가 성능적 위험을 지각할 때는 정보탐색 활용, 브랜드충성도 활용, 브랜드이미지 활용, 상점이미지 활용 등 위험감소행동에 모두 유의한 영향을 미치는 것으로 확인되었다(주선희, 2013).

박경자의 “기술변화속도가 혁신제품채택에 대한 위험과 저항에 미치는 영향 연구”에 따르면, 스마트워치에 대해 지각된 기능적 위험은 채택거부의 결정요인으로 나타났다. 성능이 향상된 제품출현에 대한 기대가 거부감으로 이어질 수 있으며, 또한 혁신저항을 거부, 보류, 반대로 세분화하여 기능적 위험과의 관계를 확인하였으며 스마트워치 및 스마트TV의 기능적 특성이 채택의도의 결정요인임을 확인하였다(박경자, 2016).

이인태의 “지각된 위험과 가치에 따른 친환경 자동차 수용 의도에 대한 실증” 연구에 따르면, 지각된 위험으로 성능 위험 및 충전 위험과 만족 사이의 관계에서 유의함을 확인하였으며, 친환경 자동차를 구매하고자 하는 소비자의 입장에서 친환경 자동차의 성능에 대한 의구심과 위험뿐만 아니라 향후 친환경 자동차를 보유하게 되었을 때 충전에 대한 어려움이 발생할 것이라는 점에 대한 위험이 만족에 부(-)의 영향을 미치고 있는 것으로 파악할 수 있다(이인태, 2020).

따라서 스마트 물류센터 도입에 지각된 위험 요인(경제적 위험, 성능 위험)의 영향은 클 것으로 예상되어 다음과 같이 가설을 설정하여 검증하고자 한다.

H3 : 지각된 위험(경제적 위험, 성능 위험)은 혁신저항에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

H3-1 : 지각된 위험(경제적 위험, 성능 위험)은 도입의도에 미치는 영향관계에 있어서 혁신저항은 매개역할을 할 것이다.

3.2.3 조직요인과 도입의도와의 관계

(1) 경영층의 지원

윤오준의 “사이버위협 정보공유 시스템 확산에 영향을 미치는 핵심요인에 관한 연구”에 따르면, TOE 변수인 비용, 보안, 경영층 지원, 경쟁자 압력, 규정 등 5개 요인 모두가 행위의도에 영향을 미치고, 경영층 지원과 경쟁자 압력은 사용행동에도 영향을 미치나, 비용, 보안, 규정요인은 사용행동에 영향을 미치지 못하는 것으로 확인하였다(윤오준, 2017).

김성일의 “4차 산업혁명의 IT기술에 대한 의료기관 종사자의 인식과 성과 기대가 IT기술도입 및 사용의도에 미치는 영향” 연구에 따르면, 새로운 기술을 도입하는 과정은 조직의 특성에 많은 영향을 받으며 특히 조직적 상황의 하위요인 중 최고경영자 지원의 영향 요인이 가장 크게 나타났다(김성일,

2020).

정경진의 “중소 제조기업의 빅데이터 활용의도에 관한 연구”에서 최고 경영층 지원 모두 유의한 영향을 주지만, 혁신성은 노력 기대에만 유의미한 영향주는 것으로 나타났는데, 이것은 제조산업의 특성을 반영한 내용으로 기업의 빅데이터 활용의 도입에 있어 최고경영자의 의사결정 및 지원이 매우 중요함을 의미한다(정경진, 2021).

(2) 재무적 준비

길현철의 “스마트 공장 수용 요인과 성과 분석을 위한 실증적 연구”에 따르면, 재무 준비성은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 비표준화 계수가 가장 큰 요인으로 기업에서는 아무리 효과가 큰 투자라 할지라도 직접적으로 자금이 바로 회수가 되지 않는 한 투자자원을 따져보고 투자 여력이 있을 때 또는 자금을 융통할 수 있을 때 투자를 하는 것으로 재무적 준비성은 기업사황에도 중요한 영향을 미칠 수 있으므로 스마트 공장 수용/수용의도 관련 변수 중에 가장 큰 표준화 계수를 가지고 있는 것으로 나타났다(길현철, 2019).

박현오의 “중소기업의 스마트 팩토리 도입에 영향을 미치는 요인에 관한 실증연구”에 따르면, 기술요인인 전문 기술인력과 IT 인프라 상태와 조직요인인 경영층의 적극적인 지원과 재정적 지원이 증가할수록 혁신요인에 의한 스마트 팩토리 도입에 대해 긍정적인 것을 확인하였다(박현오, 2020).

곽창원의 “중소기업 경영자의 스마트공장 도입의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”에 따르면, 기술의 도입을 억제하는 자원은 기술능력 부족, 기술 도입에 필요한 재정적 비용으로 재무 상태가 좋지 않은 중소기업에는 이러한 요인이 기술 도입의 장벽으로 작용하고 있다(곽창원, 2021).

(3) 조직 역량

김산희의 “데이터 협업기반 스마트시티 플랫폼도입에 영향을 미치는 요인

에 관한 연구”에 따르면, 조직 특성의 경우 인지된 사용용이성 및 유용성 모두에 긍정적 영향을 주고 있다. 이것은 향후 스마트시티 플랫폼 도입 시 대규모의 인적, 물적 자원 등이 투입될 가능성이 있지만 조직 내부에 지원할 수 있는 인적, 물적 자원을 보유하고 있다면 스마트시티 플랫폼 도입에 긍정적인 영향을 미치며, 또한 조직의 기술 역량이 스마트시티 플랫폼 도입에 유관한 영향을 미칠 수 있다는 가능성을 보여준다고 할 수 있다(김산희, 2019)

길현철의 ”스마트 공장 수용 요인과 성과 분석을 위한 실증적 연구“에 따르면, 기업의 조직흡수역량은 스마트 공장 만족도에 정(+의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 외부의 정보나 기술을 습득하고 체화하고 이를 활용하는 능력인 흡수 역량은 스마트 공장 분야에서 이 신기술을 수용하여 스스로 습득하고 활용하는 능력이 있는 기업들은 스마트 공장을 제대로 활용을 하여 상대적으로 높은 성과를 달성하고 있기 때문에 만족도가 높을 수밖에 없으며, 이런 특성에 의해서 대기업들이 중소기업보다는 스마트 공장 만족도가 높은 주요한 이유 중의 하나가 된다(길현철, 2019).

권영식의 "블록체인 기반 공급사슬관리 서비스 도입의 결정요인 연구"에 따르면, 블록체인 기반 SCM 서비스 도입의 결정에 조직 준비도가 긍정적 영향을 주는 것이 확인되었다. 새로운 기술을 도입하고 운영하기 위해 조직은 인적, 재정적 지원은 물론 새로운 기술의 수용을 위한 인프라와 기술지원 체계를 확보함으로써 충분한 역량 확보가 중요함을 인식하고 조직적 관점에서 경영자를 포함하여 조직 내 준비를 철저히 갖추어야 블록체인 기반 SCM의 활용의도가 높아짐을 알 수 있었다(권영식, 2021).

따라서 스마트 물류센터 도입에 조직요인(경영층의 지원, 재무적 준비, 조직 역량)의 영향은 클 것으로 예상되어 다음과 같이 가설을 설정하여 검증하고자 한다.

H4 : 조직요인(경영층 지원, 재무적 준비, 조직 역량)은 도입의도에 정(+의 영향을 미칠 것이다.

3.2.4 환경요인과 도입의도

(1) 경쟁 압박

정현석의 “멀티 클라우드 컴퓨팅 사용의도에 영향을 미치는 요인에 대한 연구”에 따르면, 환경요인 중 경쟁압력은 비즈니스 활동에서 멀티클라우드 컴퓨팅의 수용으로 기업들 간의 경쟁 관계의 변화 정도를 의미하는데, 경쟁압력은 성과기대와 노력기대 모두에 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 멀티클라우드 컴퓨팅은 기업에게 다양한 IT기술을 제공하여 비즈니스 혁신의 기회를 제공할 수 있다는 믿음 때문에 성과기대와 노력기대에 긍정적인 영향을 주는 것으로 판단된다(정현석, 2019).

김성일의 “4차 산업혁명의 IT기술에 대한 의료기관 종사자의 인식과 성과기대가 IT기술도입 및 사용의도에 미치는 영향” 연구에 따르면, 환경적 상황요인 중 경쟁압력이 영향을 미친다는 것은 동일 산업 내에서 경쟁우위를 확보하는 것이 생존의 길이라는 기존의 인식이 반영된 결과로서, 경쟁병원의 행보에 따라 상대적일 가능성이 있다. 경쟁병원이 도입하거나 도입을 시도할 경우, 병원의 고민은 더욱 심해질 가능성이 크다. 이는 경쟁압력과 제도적 지원 환경 속에서 공격적 투자와 방어적 투자에 대한 전략적 의사결정을 하여야 함을 시사한다(김성일, 2020).

곽창원의 “중소기업 경영자의 스마트공장 도입의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”에 따르면, 경쟁압력, 거래자의 압력, 디지털 환경변화, 정부 지원 등 외부 환경적 요인은 수용의도에 영향을 미치는 것을 나타냈다. 중소기업의 경영자들은 스마트공장이라는 디지털 환경의 변화를 지각하고 있고, 디지털 환경변화의 흐름 속에서 스마트공장을 도입해야 한다는 필요성에는 공감하고 있다고 볼 수 있다(곽창원, 2021).

(2) 정부 지원

김산희의 “데이터 협업기반 스마트시티 플랫폼도입에 영향을 미치는 요인

에 관한 연구”에 따르면, 법.정책적 지원은 인지된 사용 용이성 및 인지된 유용성에 모두 긍정적 영향을 미쳤다. 이는 정부나 지자체에서 스마트시티 도입과 관련된 법.정책적 지원이 적절하고 신뢰할 수 있다는 것을 의미한다(김산희, 2019).

박현오의 “중소기업의 스마트 팩토리 도입에 영향을 미치는 요인에 관한 실증연구”에 따르면, 정부지원은 스마트 팩토리 도입의도에 유의미한 정(+)의 영향을 미치며, 이는 정부지원 정책이 양호할수록 스마트 팩토리 도입에 영향을 미치는 것으로 확인하였다(박현오, 2020).

김성태의 “스마트 팩토리 도입의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”에 따르면, 스마트 팩토리 도입의도에 영향을 미치는 요인에 대한 영향력의 크기에서는 정부지원기대 > 재무적 요인 > CEO의 의지 > 촉진조건 > 성과기대 > ICT 활용역량 순으로 나타났다. 정부지원 기대는 스마트 팩토리 도입의도에 가장 설명력이 큰 변수로 확인되었다(김성태, 2021).

따라서 스마트 물류센터 도입에 환경요인(경쟁 압박, 정부 지원)의 영향은 클 것으로 예상되어 다음과 같이 가설을 설정하여 검증하고자 한다.

H5 : 환경요인(경쟁 압박, 정부 지원)은 도입의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

3.2.5 성과기대와 도입의도

김기웅의 “중소기업의 사물인터넷 수용에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”에서 중소기업이 사물인터넷 기술을 제품 및 서비스에 적용하거나 또는 스마트팩토리와 같이 공정의 개선에 있어 사물인터넷을 적용하고자 하는 것이 기업의 성과에 도움을 줄 것이라는 개인적인 믿음의 정도가 사물인터넷을 적용하려는 의도에 긍정적인 영향을 미칠 것이라는 것을 의미한다(김기웅, 2017).

정현석의 “멀티 클라우드 컴퓨팅 사용의도에 영향을 미치는 요인에 대한 연구”에 따르면, 매개변수인 성과기대와 노력기대 모두 종속변수인 사용의도

에 대한 결과는 통계적으로 유의미한 영향을 주는 것으로 나타나 두 가설이 모두 채택되었으며, 이는 멀티클라우드 컴퓨팅이 조직과 개인의 성과를 향상시키는데 도움이 준다고 믿는다면, 또한 사용이 용이나, 능숙하게 사용하는 것이 쉽다면 멀티클라우드 컴퓨팅 사용을 결정하게 된다는 의미이다(정현석, 2019).

김성일의 “4차 산업혁명의 IT기술에 대한 의료기관 종사자의 인식과 성과기대가 IT기술도입 및 사용의도에 미치는 영향”연구에 따르면, 기술적 상황과 IT기술도입 및 사용의도 간에 IT기술에 대한 의료기관 종사자의 인식과 성과기대는 IT기술도입 및 사용의도에 유의한 영향을 주어 부분매개효과가 있는 것으로 나타났다. 즉, 기술적 상황이 있으면 의료기관 종사자 인식 및 성과기대를 높이며, 의료기관 종사자 인식 및 성과기대가 높아지는 경우 IT기술도입 및 사용의도를 증가시키는 것을 알 수 있다(김성일, 2020).

정경진의 “중소 제조기업의 빅데이터 활용의도에 관한 연구”에 따르면, 성과기대를 제조 빅데이터를 활용함으로써 경제이나 안정적인 측면에서 도움이 될 것이라고 믿는 우리 회사의 믿음 정도로 정의하고, 제조 빅데이터의 활용의도에 유의미한 영향이 있음을 실증하였다(정경진, 2021).

따라서 스마트 물류센터 도입에 미치는 영향요인에 대해 조직차원 특성뿐만 아니라 UTAUT의 개인 차원의 속성을 가진 성과기대, 노력기대를 매개변수로 선정하여 다음과 같이 가설을 설정하여 검증하고자 한다.

H6 : 성과기대는 도입의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

3.2.6 노력기대와 도입의도

윤경의 “클라우드 컴퓨팅서비스 사용의도에 영향을 미치는 요인”에 따르면, 노력기대는 보안성, 제도적 지원과 클라우드 컴퓨팅 서비스 사용의도 간에 매개효과가 있는 것으로 나타났다(윤경, 2015).

송병철의 “통합기술수용이론을 이용한 수용의도와 행동의도에 관한 연구-의료기기 제품을 중심으로”에 따르면, 노력기대와 수용의도 관계에서는 저관

여 제품과 고관여 제품에서 집단간 차이가 있으며, 이는 저관여 제품군은 별도의 장비가 필요하지 않고 간단하게 사용 가능 하지만 고관여 분자집단 POC 제품군의 경우에는 고가의 장비 및 시약이 필요하며, 장비 사용방법 및 다양한 사전 준비 과정에서의 노력이 필요하기 때문에 제품간의 차이에서 유의미한 영향을 나타내는 것으로 판단된다. 제품별로는 고관여 제품군, 저관여 제품군, 중관여 제품군 순으로 노력기대와 수용의도의 영향관계가 모두 유의미한 영향을 나타낸다(송병철, 2018).

정현석의 “멀티 클라우드 컴퓨팅 사용의도에 영향을 미치는 요인에 대한 연구”에 따르면, 기술의 특성의 독립변수(상대적이점, 적합성, 가용성, 다양성)의 경우 상대적이점, 다양성이 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 상대적이점은 두 매개변수(성과기대, 노력기대) 중 성과기대만 통계적으로 유의미한 영향을 주었다. 상대적이점이 성과기대에 영향 미친다는 것은 멀티클라우드 컴퓨팅이 조직의 비즈니스 혁신, 업무의 신속성, 종속성 축소 등에서 싱글 클라우드 컴퓨팅보다 더 낫다고 인지한다는 것을 의미한다(정현석, 2019).

정경진의 “중소 제조기업의 빅데이터 활용의도에 관한 연구”에 따르면, 기술 요인중 상대적이점 측면에서는 4가지 가설(성과기대, 노력기대, 사회적 영향, 촉진조건) 모두 채택되었다. 이는 혁신이 기업의 입장에서 현재 상황과 체계와 비교하면 상대적인 이점을 제공한다고 인지된다면 더 많이 혁신기술이 도입될 것이다(Lee et al., 2004). 제조기업에서 빅데이터를 활용으로 경쟁력 확보와 효율성을 확인 할 수 있다는 것으로 판단할 수 있으며, 긍정적인 영향을 주는 것으로 분석된다(정경진, 2021).

따라서 스마트 물류센터 도입에 미치는 영향요인에 대해 조직차원 특성뿐만 아니라 UTAUT의 개인 차원의 속성을 가진 성과기대, 노력기대를 매개변수로 선정하여 다음과 같이 가설을 설정하여 검증하고자 한다.

H7 : 노력기대는 도입의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

3.2.7 혁신저항과 도입의도

진석의 “웨어러블 헬스케어 기기의 수용에 관한 연구”에 따르면, 웨어러블 헬스케어 기기에 대한 저항은 해당 기기 수용의도에 유의한 부의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 잠재적 사용자들의 저항이 높은 경우에는 혁신의 수용 시기가 늦어지거나 확산되지 못하고 소멸되는 Ram(1987)의 연구와 상통하는 결과라고 실증하였다(진석, 2019).

원종혁의 “지각된 가치 및 지각된 위험이 공공 IoT서비스 이용인식과 이용의도에 미치는 영향” 연구에 따르면, 지각된 위험인 보안위험 및 불확실성 위험 변인은 혁신저항을 매개로 하여 사용의도에 부정적 영향을 미치는 것으로 분석되어 공공 IoT서비스 이용자들은 불확실성 위험으로 하여금 새로운 기술에 대한 거부감이나 부정적 심리를 크게 느끼고 있음을 확인하였다(원종혁, 2019).

김성태의 “스마트 팩토리 도입의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”에 따르면, 혁신저항은 성과기대, 노력기대, 사회적 영향, 촉진조건이 스마트 팩토리 도입의도 간 조절효과가 있음이 확인되어 혁신저항이 높은 조직 구성원들에게 어떤 도입의도 요인을 중요하게 생각하는지에 대한 통찰력을 제공한다고 실증하였다(김성태, 2021).

따라서 스마트 물류센터 도입에 미치는 영향요인에 대해 조직차원 긍정적 특성뿐만 아니라 개인 차원의 속성을 가진 부정 특성인 혁신저항을 매개변수로 선정하여 다음과 같이 가설을 설정하여 검증하고자 한다.

H8 : 혁신저항은 도입의도에 부(-)의 영향을 미칠 것이다.

3.2.8 스마트 물류센터 도입의도에 있어 집단 간 차이

Venkatesh et al.(2003)이 통합기술수용이론(UTAUT)을 통해 제시한 행동의도를 매개로 사용 행동에 영향을 주는 독립 변수들은 성과기대(Performance Expectancy), 노력기대(Effort Expectancy), 사회적 영향(Social

Influence), 촉진조건(Facilitating Condition) 등 4개의 변수로 구성되어 있으며, 성별, 나이, 경험, 자발적 사용의 조절 변수를 각 독립 변수와 행위 의도 사이에 정의하였다.

김산회의 “데이터 협업기반 스마트시티 플랫폼도입에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”에 따르면, 회사규모에 대한 조절효과를 분석한 결과에서는 중견기업 이상의 기업에서 근무하는 인원에서, 상대적이점이 지각된 유용성에 더 민감하게 나타나는 것으로 나타났다. 이는 데이터기반 스마트시티 플랫폼을 사용하는 것이 기존 시스템보다 업무 활용이 용이 하다고 인식하고 있으며, 기존 시스템보다 스마트시티 플랫폼을 통해서 대규모 데이터들을 더 쉽고 빠르게 사용할 수 있음을 알 수 있었다(김산희, 2019).

정현석의 “멀티 클라우드 컴퓨팅 사용의도에 영향을 미치는 요인에 대한 연구”에 따르면, 연령별 그룹은 40대 미만을 1그룹으로, 40대 이상을 2그룹으로 설정하여 비교를 진행하였는데 3가지 가설에서 그룹 간 차이가 나타났다. 가용성과 성과기대와 노력기대 사이에서 긍정적 영향을 주지 못한다는 40대 미만의 1그룹과 달리 40대 이상의 그룹에서 긍정적 영향을 준다고 나타났다. 이것은 안정성을 선호하는 40대 이상의 2그룹에서는 멀티클라우드 컴퓨팅 사용의 요인으로 가용성을 매우 중요하게 생각한다고 해석할 수 있는데, 멀티클라우드 컴퓨팅 제공업체는 40대 이상을 대상으로 마케팅을 진행 시에는 가용성에 대한 요인을 강조하여 멀티클라우드 컴퓨팅을 제시할 필요가 있다. 또한 경쟁 압력과 성과기대 사이에서도 40대 이상의 2그룹은 긍정적 영향이 매우 높게 나타났다. 이는 비즈니스 성과에 대한 압박을 많이 받는 40대 이상의 2그룹이 멀티클라우드 컴퓨팅을 도입하여 조직과 개인의 성과를 높여 기업 간 비즈니스 경쟁에서 우위를 점하고자 하는 기대가 크다는 것으로 해석할 수 있다. 이에 40대 이상의 2그룹이 멀티클라우드 컴퓨팅 사용을 높이기 위해서는 멀티클라우드 컴퓨팅을 통한 비즈니스 혁신에 대한 전략을 많이 제시해야 할 필요가 있다(정현석, 2019).

조용원은 제품 설계에서 디지털 트윈 기술의 사용 의도에 미치는 영향 요인을 확인하기 위한 연구에서 산업군, 제품 개발 및 제품 설계 경력, 회사 규모의 차이에 따라 유의미한 조절 효과가 있는지를 확인하는 것은 대상으로

하는 영역에 대한 특성을 확인할 수 있을 뿐만 아니라 연구를 제조업을 대상으로 일반화 하는데 의미가 있다고 할 수 있다(조용원, 2019).

따라서 기업유형, 물류센터 소유주체, 물류센터 규모에 따라 두부류 집단으로 구분하여 스마트 물류센터 도입의도를 비교함으로써 집단 간 인식 차이와 도입 요인을 밝혀내고자 다음과 같이 연구가설을 설정하였다.

H9 : 스마트 물류센터 도입의도에 있어 기업유형(물류기업vs유통기업)에 따라 차이가 있을 것이다.

H10 : 스마트 물류센터 도입의도에 있어 물류센터 소유(자가vs임차)에 따라 차이가 있을 것이다.

H11 : 스마트 물류센터 도입의도에 있어 물류센터 규모(2천평이하vs2천평이상)에 따라 차이가 있을 것이다.

3.2.9 연구가설 요약

총 11개 가설로 직접효과 8개(and 매개효과 3개), 다중집단차이 3개이며, 상기의 연구가설을 요약하면 [표 3-1]과 같다.

[표 3-1] 연구가설 요약

가설	연구가설 내용
H1	기술요인은 성과기대에 정(+)의 영향을 미칠 것이다. H1-1 : 기술요인은 도입의도에 미치는 영향관계에 있어서 성과기대는 매개역할을 할 것이다.
H2	기술요인은 노력기대에 정(+)의 영향을 미칠 것이다. H2-1 : 기술요인은 도입의도에 미치는 영향관계에 있어서 노력기대는 매개역할을 할 것이다.
H3	지각된 위험은 혁신저항에 정(+)의 영향을 미칠 것이다. H3-1 : 지각된 위험은 도입의도에 미치는 영향관계에 있어서 혁신저항은 매개역할을 할 것이다.
H4	조직요인은 도입의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

H5	환경요인은 도입의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
H6	성과기대는 도입의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
H7	노력기대는 도입의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
H8	혁신저항은 도입의도에 부(-)의 영향을 미칠 것이다.
H9	스마트 물류센터 도입의도에 있어 기업유형(물류기업vs유통기업)에 따라 차이가 있을 것이다.
H10	스마트 물류센터 도입의도에 있어 물류센터 소유(자가vs임차)에 따라 차이가 있을 것이다.
H11	스마트 물류센터 도입의도에 있어 물류센터 규모(2천평이하vs2천평이상)에 따라 차이가 있을 것이다.

3.3 변수의 조작적 정의 및 설문지 구성

3.3.1 변수의 조작적 정의

본 연구에서의 모형과 가설에 대한 변수의 조작적 정의는 다음과 같다.

[표 3-2] 각 변수별 조작적 정의

변수구분	연구변수	조작적 정의	참고문헌
독립 (기술요인)	상대적이점	기술 도입과 혁신활동으로 인해 이전보다 새로운 것이 낫다고 인식	Rogers(2003), Almubarak(2017) 김광직(2019), 김산희(2019), 곽창원(2021)
	호환성	기존이 가치나 과거경험, 사용자의 요구와 일치성이 있다고 지각하는 정도	Almubarak(2017) 윤경(2015), 이준필(2018), 곽창원(2021)
	복잡성	기술 도입 관련하여 업무 수행 시 이해하기 어렵다고 여겨지는 정도	Almubarak(2017) 김성일(2020), 곽창원(2021), 권영식(2021)

독립 (조직요인)	경영층지원	기술 도입에 따른 경영층의 적극적인 지원과 참여도	Thong(1999), Almubarak(2017) 윤오준(2017), 김성일(2020), 정경진(2021)
	재무적준비	기술 도입에 필요한 예산 등 재무적인 자원의 준비 정도	Abualrob & Kang(2016), 길현철(2019), 박현오(2020), 곽창원(2021)
	조직역량	기술 도입에 따른 관련 전문 인력 및 역량의 확보 수준	Almubarak(2017) 김산희(2019), 길현철(2019), 권영식(2021)
독립 (환경요인)	경쟁압박	동종산업계에서 신기술 채택이 당면한 과제라고 강력한 동기로 나타나, 신기술 도입에 대한 필요성 자각 및 업계의 압력 등의 정도	Abualrob & Kang(2016), 정현석(2019), 김성일(2020), 곽창원(2021)
	정부지원	스마트 물류센터에 대한 정부의 행정적, 재정적 지원에 대한 인식 정도	Abualrob & Kang(2016), 김산희(2019), 박현오(2020), 김성태(2021)

독립 (지각된 위험)	경제적 위험	도입한 기술이 작동하지 않아 수리 또는 대체를 위한 추가 비용을 들여야 하거나, 투자한 금전의 손실이 발생할 가능성에 대한 사용자가 지각하는 위험	Featherman & Pavlou(2003), 박경자(2016), 진석(2019), 쉬양(2021)
	성능 위험	제품이나 서비스가 기대한 성능보다 부족한 성능을 가지는 경우 발생할 수 있는 잠재적 손실	Featherman & Pavlou(2003), 주선희(2013), 박경자(2016), 이인태(2020)
매개	성과기대	기술을 사용함으로써 물류운영 성과를 향상시키는데 도움이 될 수 있을 것이라는 신념의 정도	Venkatesh et al.(2003), 김기웅(2017), 정현석(2019), 김성일(2020), 정경진(2021)
매개	노력기대	기술을 사용하는 것과 관련된 용이성의 정도	Venkatesh et al(2003), 윤경(2015), 송병철(2018), 정현석(2019), 정경진(2021)
매개	혁신저항	새로움에 대한 불확실성과 의구심에 의해 나타나는 부정적 심리	Ram(1987), 진석(2019), 원종혁(2019), 김성태(2021)
종속	도입의도	신기술을 도입하려는 의도와 가능성 정도	Venkatesh(2003, 2012), 김산희(2019), 정현석(2019)

조절변수	기업유형	물류센터를 운영하는 물류기업과 유통기업	Venkatesh et al.(2003)
	센터소유주체	물류센터 소유가 자가 및 임대 여부	Venkatesh et al.(2003)
	센터규모	물류센터의 규모(평)	Venkatesh et al.(2003)

3.3.2 설문지 구성

변수는 잠재변수 10개, 매개변수 3개, 종속변수 1개로 총 14개 변수이며, 측정 항목 수는 각 변수별 4개씩으로 하여 56개의 측정 문항을 구성하였으며, 측정 방법은 리커트 7점 척도를 사용하였다. 기타 일반 문항은 11개 문항에 명목 및 비율척도이며 이를 포함하면 총 67개 문항이다. 측정 항목은 다음과 같다.

[표 3-3] 변수의 측정 항목

변수		문항
기술 요인	상대적이점 (4문항)	1. 업무 효율성을 증진시킬 것이다. 2. 업무 시간을 단축시킬 것이다. 3. 서비스품질 및 운영효율성을 향상될 것이다. 4. 새로운 사업기회를 제공할 것이다.
	호환성 (4문항)	1. 기존시스템과 잘 호환될 것이다. 2. 업무처리에 적합할 것이다. 3. 업무 활용에 부합할 것이다. 4. 사용 목적에 부합할 것이다.
	복잡성 (4문항)	1. 업무처리는 복잡할 것이다. 2. 사용하기 어려울 것이다. 3. 기능 파악에 어려움이 있을 것이다. 4. 도입하는 과정에서 기술적 어려움이 있을 것이다.

조직 요인	경영층지원 (4문항)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 경영층은 스마트물류 기술에 관심이 많다. 2. 필요성을 인지하고 있다. 3. 도입 의지를 가지고 있다. 4. 기술에 대한 필요 자원을 제공할 것이라고 생각한다.
	재무적준비 (4문항)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 투자 예산을 확보하고 있다. 2. 필요 예산을 확보할 예정이다. 3. 타 예산을 스마트물류 사업에 활용할 수 있다. 4. 예산을 외부에서 조달할 수 있다.
	조직역량 (4문항)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 도입할 수 있는 기술을 보유하고 있다. 2. 인력을 가지고 있다. 3. 학습 역량을 가지고 있다. 4. 조직 유연성이 뛰어나다.
환경 요인	경쟁압박 (4문항)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 파트너 또는 고객들과의 비즈니스를 위해 필요로 한다. 2. 경쟁우위를 얻을 수 있을 것이다. 3. 일부 경쟁사에서는 이미도입하여 운영하고 있다. 4. 도입한 경쟁사를 보면 압박이 된다.
	정부지원 (4문항)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 정부의 지원사업에 대해 잘 알고 있다. 2. 우리회사 도입에 도움이 될 것이다, 3. 정부의 법/정책적 지원이 현재 적절하다. 4. 정부의 정책은 구체적이고 효과적이다.

지각된 위험	경제적위험 (4문항)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 예상 보다 과도한 비용이 발생될까봐 걱정된다. 2. 성능 및 서비스가 제구실을 하지 못해 금전적 손해가 생길까봐 걱정된다. 3. 제 값어치를 하지 못할까봐 걱정된다. 4. 수리 또는 대체를 위한 추가 비용이 발생될까봐 걱정된다.
	성능위험 (4문항)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 원하는 기능 및 서비스 수준을 충족시키지 못할까봐 걱정된다. 2. 기존의 다른 시스템과 유연하게 연동되지 않을까봐 걱정된다. 3. 예기치 않은 오류로 인해, 기존보다 업무가 많아지거나 처리시간이 향상되지 않을까봐 우려된다. 4. 기대만큼의 혜택을 제공할지 못할까봐 걱정된다.
성과기대 (4문항)		<ol style="list-style-type: none"> 1. 기업 활동에 유용한 도움을 줄 것이다. 2. 기업 활동에 소요되는 시간을 단축시킬 것이다. 3. 기업의 생산성을 향상시킬 것이다. 4. 기업 성과를 높일 것이다.
노력기대 (4문항)		<ol style="list-style-type: none"> 1. 스마트물류 기술을 배우고 익히는 것은 쉬울 것이다. 2. 이해하기 쉽고 명확할 것이다. 3. 사용방법에 금방 익숙해질 것이다. 4. 도입 후 업무처리에 한결 수월해 질 것이다.
혁신저항 (4문항)		<ol style="list-style-type: none"> 1. 나는 새로운 기술을 배우는데 부담을 느끼는 편이다. 2. 나는 새로운 기술을 도입하는 것을 꺼리는 편이다. 3. 나는 스마트물류가 도입된다면 마지못해 사용할 것이다. 4. 스마트물류가 도입되면 현재 나의 직무가 위협을 받을 것이라 생각한다.
도입의도 (4문항)		<ol style="list-style-type: none"> 1. 스마트물류 기술을 도입할 의도가 있다. 2. 스마트물류 기술을 향후 도입할 계획이다. 3. 스마트물류 기술을 지속적으로 사용할 의향이 있다. 4. 스마트물류 기술 도입을 다른 회사에 권장할 것이다.
인구 및 기업 통계학적 특성 (11문항)		성별, 연령, 직급, 근속, 소유, 규모, 매출, 기업유형, 보유시스템, 스마트화수준, 위치 등

IV. 연구 결과

4.1 자료 수집 및 분석 방법

4.1.1 자료 수집

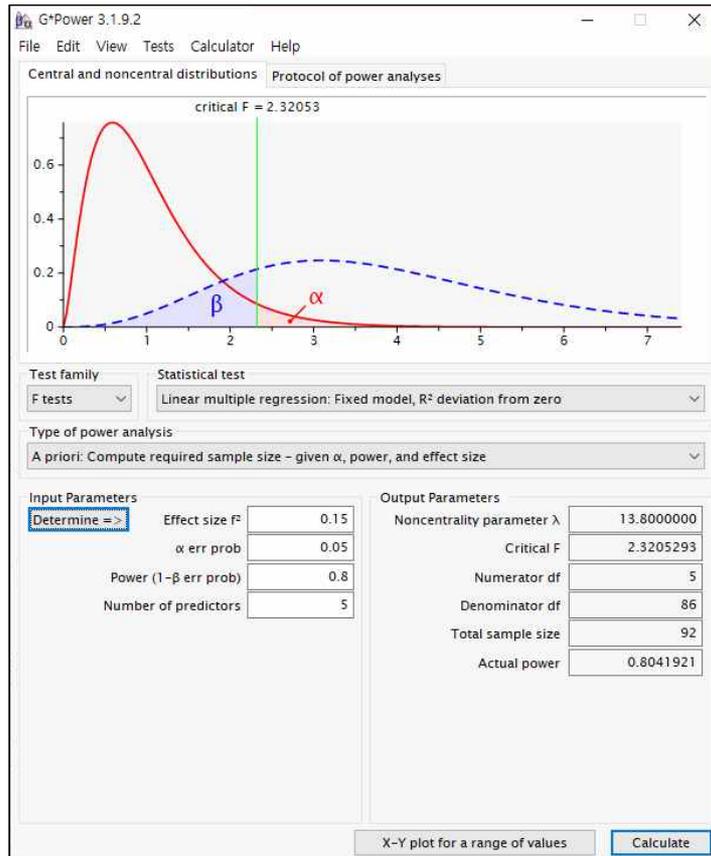
본 연구에서는 물류 및 유통기업이 스마트 물류센터 도입의도에 영향을 미치는 요인을 연구하기 위해 선행연구를 바탕으로 연구의 모형과 11개의 가설을 설정하였으며, 각 변수들을 측정할 수 있는 설문을 작성하여 가설 검증을 위한 실증 분석을 하였다. 설문 문항들은 선행연구를 참조하여 작성하였으며, 예비설문 45부를 온라인 조사를 통해 타당성과 신뢰성 검증을 완료한 후 본 설문을 실시하였다. 본 설문은 구글 온라인 설문을 통하여 수집하였다. 연구의 표본 집단은 물류센터를 운영하는 물류기업 및 유통기업에 종사하는 임직원을 대상으로 조사하였다. 설문은 2022년 5월 23일부터 6월 10일까지 21일간 총 1,253부를 배포하여 142부를 회수하였으며, 불성실 응답을 한 10부의 결측치를 제외하고 132부를 이용하여 분석을 실시하였다.

[표 4-1] 샘플링 및 설문 조사

구분	설명
모수	물류센터를 운영하는 물류 및 유통기업
샘플링방법	무작위추출
유효 샘플 크기	132부
설문기간	2022. 05. 23 ~ 2022. 06. 10
설문방법	온라인 조사

PLS-SEM을 수행하는 데 필요한 최소표본크기는 Chin(1998)과 Barclay, Higgins & Thompson(1995)에 따르면 10배수 규칙(10times rule)을 제안하였는데 이는 특정 잠재변수(구성개념)로 향하는 경로 최대수의 10배보다 커야

한다는 것이다. 본 연구모형에서의 종속변수에 향하는 화살표의 최대 수가 5개이므로 50개(5개*10배)의 표본을 가지고 연구를 진행하기를 권장하였다(Chin, 1998). 그러나 이런 10배수 규칙은 작은 표본크기 요구조건에 대한 개략적인 지침을 제공하고 있기는 하지만 보다 나은 최소표본 크기를 결정하기 위해서는 Cohen(1992)이 제시한 방법을 선택하였다. PLS-SEM을 적용하는 데 있어서 필요한 최소표본크기 결정기준으로 제시한 것이다. G*Power 프로그램을 사용하여 검정력 분석을 실행하는 경우 유의수준 5%, 통계적 검증력을 80%라고 가정할 때 약 0.25수준의 R^2 (설명력)을 탐지할 수 있다. 본 연구에서는 연구모델(측정모델과 구조모델에서 특정 잠재변수로 향하는 화살표의 독립변수의 수)가 5개이고, 유의수준 5%, 통계적 검증력 80%, 중간효과 크기 0.15에서 최소표본크기를 분석하면 [그림 4-1]와 같이 92개가 필요한 것으로 나타났다. 따라서 본 연구의 유효표본이 132개이고 최소표본크기는 92개라는 점을 감안할 때 SmartPLS 통계분석에 무리가 없을 것으로 판단된다.



[그림 4-1] G*Power 최소표본크기 측정

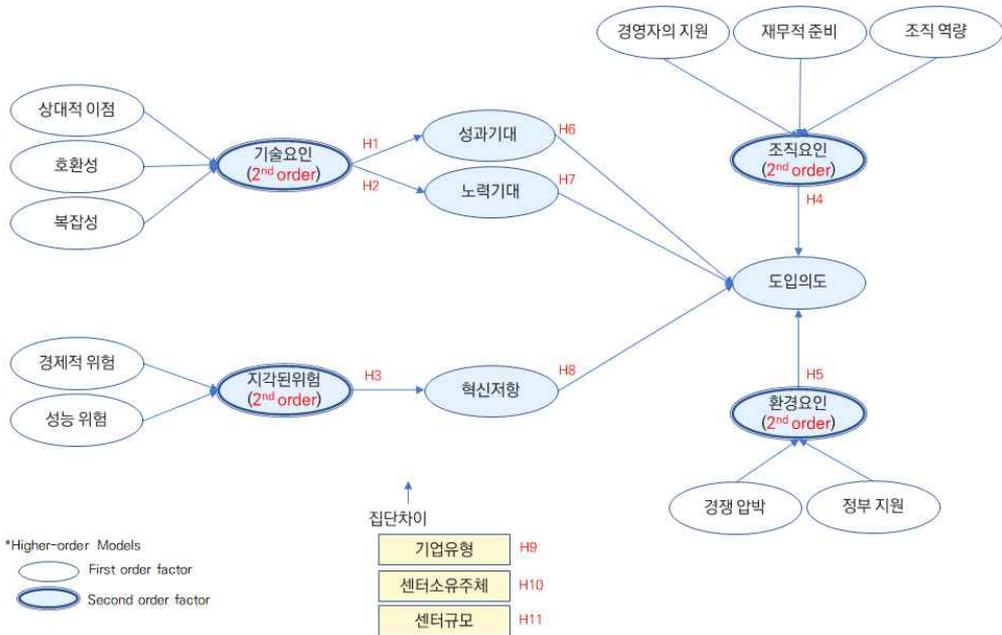
4.1.2 분석 방법

본 연구는 PLS(Partial Least of Square) 구조방정식 모형을 활용하였다.

연구 모델은 계층구조모델(Hierarchical Component Models: HCMs) 혹은 Higher-order로써, 2단계(Two-Stage)의 변수를 포함하는 2차요인(second-order construct)으로 설정하였다. PLS-SEM의 연구모형은 [그림 4-2]와 같다. 이 연구의 모델은 총 14개의 변수를 포함한다. 1차요인(first-order construct)에는 반영적 구조(Reflective measurement constructs)로 상대적이점, 호환성, 복잡성, 경영충지원, 재무적준비, 조직역량, 경쟁압박, 정부지원, 경제적위험, 성능위험으로 구분하고, 2차요인(second-order

construct)에는 형성적 구조(Formative measurement constructs)로 기술요인, 조직요인, 환경요인, 지각된 위협으로 구분하였다.

2차요인(second-order construct)의 기술요인, 조직요인, 환경요인, 지각된 위협을 잠재변수로, 성과기대, 노력기대, 혁신저항을 매개변수로 하여 종속변수 도입의도를 연구하고자 한다. 추가적으로 기업유형, 센터소유주체, 센터규모에 따른 집단 간 차이를 비교 분석하였다.



[그림 4-2] PLS-SEM의 연구모형

분석절차를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 응답자의 인구통계학적, 기업특성을 파악하기 위하여 빈도분석과 기술통계 분석을 실시하였다.

둘째, 측정모델 평가의 단계로 내적 일관성인 신뢰도, 집중 타당성, 판별 타당성, 다중공선성을 검증하였다.

셋째, 상위차원(Higher-Order Components: HOC), 하위차원(Lower-Order Components: LOC) 간의 외부가중치와 외부적재량, 다중공선성을 통해 고차 모형의 타당성을 확인하였다.

넷째, 구조모델의 평가를 위하여 다중공선성, 결정계수(R^2), 효과 크기 (f^2), 예측적 적합성(Q^2), 경로계수의 유의성과 적합성 평가의 단계를 거친 뒤 가설을 검증하였다.

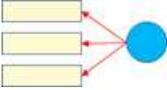
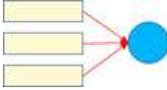
다섯째, 기업유형, 센터소유주체, 센터규모에 따른 집단간 차이를 비교 분석하였다.

여섯째, 핵심변수가 향상되도록 강조해야 하는 변수가 무엇인지를 탐색하는데 유용한 ‘중요도-성과 맵 분석(IPMA)’를 실시하였다.

SmartPLS에 계층적 성분 모델(Hierarchical Component Models: HCM)을 이용할 수 있다. 계층적 성분 모델은 잠재변수의 개념을 조작화하면 모델의 복잡성을 감소시킬 수 있으며 이론적인 간결성을 확보할 수 있게 된다. 개념적으로 계층적 성분 모델(HCM)은 상향식, 하향식 접근으로 구분된다.

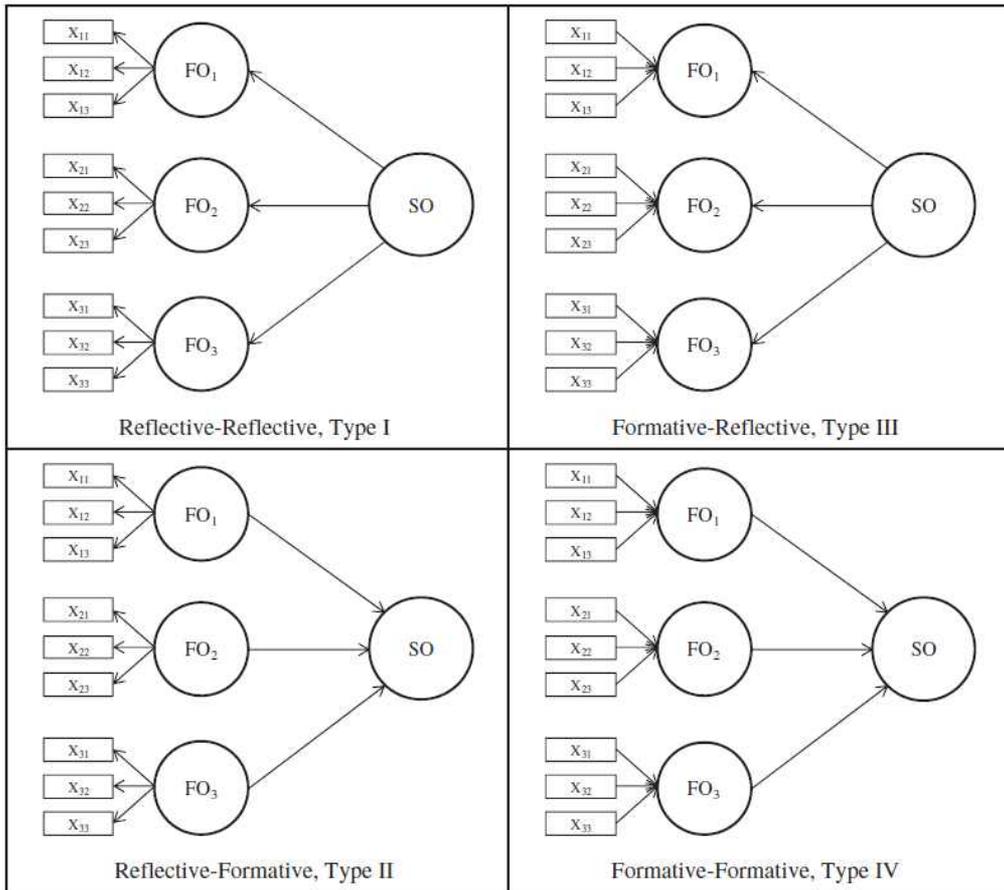
측정 모델에는 반영적(Reflective)와 형성적(Formative) 측정모델이 있으며, 연구자들은 측정 모델에 대한 선택을 고려해야 한다. 반영적 측정모델은 사회과학에서 오랜 전통을 가지고 있으며 고전검사 이론에 근거한다. 반영적 indicator는 construct의 개념적 범위 내에서 가능한 모든 항목의 대표적인 표본으로 볼 수 있다. 그러므로, construct와 관련된 indicator들은 서로가 매우 밀접한 연관(유사)이 있어야 한다. 추가적으로 개별 항목들은 교체할 수 있으며, 어떠한 항목이라도 신뢰성 확보를 위해 제거할 수 있다. construct에서 indicator로 향하는 관계는 만약 잠재특성에 대한 평가가 변형될 경우에도 모든 indicator가 동시에 변화할 수 있다. 반대로, 형성적 측정모델은 indicator가 construct를 구성한다는 가정에 근거한다. 형성적 indicator의 중요한 특성은 반영적 indicator와 같이 교체될 수 없다는 것이다. 반영적 척도에서의 각 항목은 construct의 의미를 결정하며, indicator의 제거는 construct의 속성 변화를 야기한다는 것을 의미한다. 결과적으로 construct가 커버하는 폭은 표적 construct에 대해 충분하게 나타내는 영역을 확장하기 위하여 매우 중요하다. [표 4-2]는 측정 모델의 차이를 정리하였다.

[표 4-2] 측정 모델 접근법

	반영적(Reflective)	형성적(Formative)
구조		
화살표 방향 (인과관계 방향)	<ul style="list-style-type: none"> • 잠재변수가 원인이고, 측정변수가 결과인 경우 	<ul style="list-style-type: none"> • 측정변수가 원인이고, 잠재변수가 결과인 경우
특성	<ul style="list-style-type: none"> • 측정변수 간의 동질성 • 측정변수 간의 상호교환 가능 • 측정변수 간의 교집합적 (특성적) 	<ul style="list-style-type: none"> • 측정변수의 비동질성 • 측정변수 간의 상호교환 불가능 • 측정변수 간의 합집합적 (결합적)

〈출처〉 신건호(2022) 교재 재정리

[그림 4-3]는 계층적 성분 모델(HCM)의 4가지 유형이다. 이중 최근에 가장 관심을 받고 있는 것이 유형2(1차-반영적, 2차-형성적) 모형이다. Ringle et al.(2012)이 조사한 자료에 따르면, 총 25개의 2차 요인 모형을 사용한 연구 중 5개의 연구가 유형1을(20%), 13개의 연구가 유형2를(52%), 1개의 연구가 유형3을(4%), 6개의 연구가 유형4를(24%) 사용되었으며, 연구의 절반 이상이 유형2를 선택할 만큼 유형2 모형에 대한 접근법이 다양하게 이루어지고 있다(임명성, 2013).



〈출처〉 Jan-Michael Becker et al.(2012)

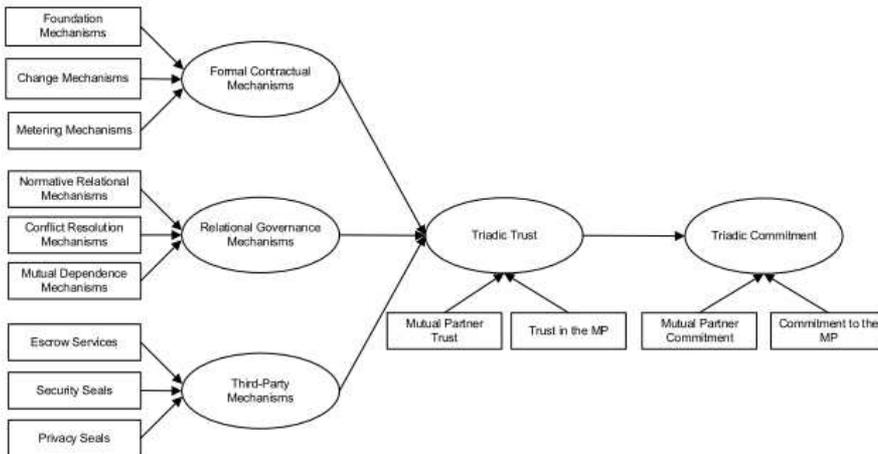
[그림 4-3] 계층적 잠재 변수 모델(HCM)의 4가지 유형

본 연구는 SmartPLS에 2단계 접근법(The Two-Step Approach)을 이용한다. Wilson(2007)은 비표준화 잠재변수 값(unstandardized latent variable scores)을 2차 요인의 지표로 사용할 수 있다고 제시하였다. 1단계에서 모든 1차 요인(first-order)뿐만 아니라 다른 내생변수와 외생변수를 도식화한다. 단지 여기서 2차 요인(second-order)만 제외하고 모두 관계를 형성해 준다. 여기서 1차 요인은 2차 요인이 인과관계를 맺어야 할 모든 내생변수와 관계를 맺어준다. 관계가 모두 이루어진 다음 PLS Algorithm을 실행하여 신뢰성 및 타당성을 평가하고, 결과가 만족스러울 경우 2단계로 결과에 제시된 비표준화 잠재변수 값을 Excel 등의 도구에 옮긴 후 기존 데이터 셋에서 1차 요

인들의 값들을 대체하여 비표준화 잠재변수 값을 2차 요인의 지표로 사용한다(Hair Jr et al., 2014; 임명성, 2013). 따라서 1단계에서 산출된 비표준화 잠재변수 값은 1차 요인을 대신하여 2차 요인의 지표로 사용되고 기존의 1차 요인은 모형에서 제거되며, 다음으로 모형에 대한 PLS Algorithm과 Bootstrapping기법을 통해 모형을 추정한다(임명성, 2013).

위 계층적 잠재 변수 모델(HCM)의 유형2와 2단계 접근법을 이용한 연구는 한층 발전된 고급 연구 방법으로 많이 활용되고 있다.

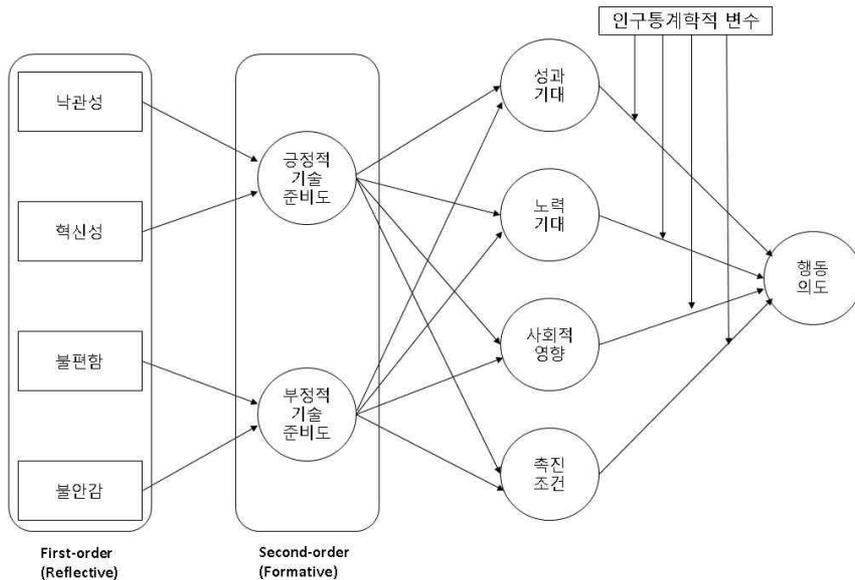
Wenbo Guo et al.(2021)은 “신뢰가 마이크로소싱 플랫폼에 대한 약속으로 이어지는 방법에 관한 연구”에서 마이크로소싱자, 마이크로소싱자 및 마이크로소싱을 포함하는 3가지 마이크로소싱 관계에서 신뢰와 약속을 향상시키는 방법을 조사하였다. 공식 계약 메커니즘(기반, 변경, 계량), 관계 메커니즘(규범적 관계, 갈등해결, 상호의존) 및 제3자 메커니즘(에스크로서비스, 보안장치, 정보보호장치)의 영향을 조사하기 위해 특히 마이크로소싱 현상에 맞게 조정된 모델을 이론화하기 위해 거래 비용 경제학(TCE)을 사용하여 반영적-형성적(Reflective-Formative) 구조를 활용하였다. 그 연구모형은 [그림 4-4]와 같다.



[그림 4-4] Wenbo Guo et al.(2021)의 연구모형

홍은표(2018)은 무인자동차 행동의도에 관한 연구에서 반영적 구조는 낙

관성, 혁신성, 불편함, 불안감, 성과기대, 노력기대, 사회적 영향, 촉진조건, 행동의도로 구분하고, 형성적 구조는 긍정적 기술준비도와 부정적 기술준비도로 구분하여 행동의도에 영향을 미치는 것을 확인하였다. 그 연구모형은 [그림 4-5]와 같다.



[그림 4-5] 홍은표(2018)의 연구모형

따라서 본 연구는 Ringle et al(2012)에서 제안한 계층구조모델(HCM)의 유형2인 반영적-형성적(Reflective-Formative) 모형과 2단계 접근법을 이용하여 고차원 연구를 하고자 한다.

본 연구에서 구성된 연구모형 중 [표 4-3]와 같이, 기술요인, 조직요인, 환경요인과 지각된 위험 변수를 상위차원, 각 상위차원에 하위차원은 기술요인에서는 상대적이점, 호환성, 복잡성으로 설명되는 변수이고, 조직요인에서는 경영충지원, 재무적준비, 조직역량으로 설명되는 변수이며, 환경요인에서는 경쟁압박, 정부지원으로 설명되는 변수이며, 지각된 위험에서는 경제적위험, 성능위험으로 설명되는 변수이다.

[표 4-3] 상위차원-하위차원 구분

상위 차원(HOC) or 2차 요인(second-order)	하위 차원(LOC) or 1차 요인(first-order)
기술요인	상대적이점, 호환성, 복잡성
조직요인	경영층지원, 재무적준비, 조직역량
환경요인	경쟁압박, 정부지원
지각된위험	경제적위험, 성능위험

즉, 1차요인(first-order)으로는 반영적(Reflective) 측정모델, 2차요인(second-order)으로는 형성적(Formative) 측정모델로 하는 고차 모형(Higher-Order Construct) 개념구조로 [그림 4-2]와 같다. 기술-조직-환경 프레임워크(TOE)와 지각된 위험(TPR), 통합기술수용이론(UTAUT) 선행연구의 이론적 근거를 바탕으로 선택하였다. [표 4-4]은 단계별, 측정모델별(반영적/형성적)의 평가 항목을 정리하였다.

[표 4-4] 고차 모형(Higher-Order Construct)의 구분 및 평가 방법

구분	1단계	2단계
	1차요인(first-order)	2차요인(second-order)
구조	반영적(Reflective)	형성적(Formative)
측정모델 평가	<ul style="list-style-type: none"> • 내적일관성 신뢰도 • 집중타당도 • 판별타당도 	<ul style="list-style-type: none"> • 다중공선성(외부) • 외부가중치와 외부적재치의 유의성
구조모델 평가	<ul style="list-style-type: none"> • 다중공선성(내부) • 결정계수 R^2 • 효과크기 f^2 • 예측적 적합성 Q^2 • 경로계수의 유의성 	

<출처> 신건호(2022) 교재 재정리

PLS 구조모델은 탐험적 연구에서 이론을 발전시키는데 선택되는 분석도구이며, 연구모형을 검정할 때 종속변수의 분산을 설명하는데 초점을 맞춘다. 이러한 분석도구가 통계적 모델화 기법으로 발전되어 왔고 다양한 연구에서 활용되고 있는데(Haenlein and Kaplan, 2004; Hair et al., 2011), 이는 엄격하고 공정한 통계적 접근이 가능하기 때문이다(Wold, 1985).

Petter et al.(2007)은 복잡한 Construct를 고차원의 추상적 개념으로 조작화(Operationalized)하여 해결할 수 있다고 하였다. 이를 High-Order 모델이라고 하는데 주로 2단계 구성 요소를 포함한 2차 Construct들에 대한 추정을 포함하고 있다(Ringle et al., 2012; Wetzels et al., 2009).

구체적으로 High-Order 방식을 사용하는 이유는 첫째, High-Order를 설정함으로써, 연구자는 구조모델의 경로를 줄일 수 있다. 이를 통해 PLS 경로 모델은 간결해지고 이해하기 쉬워지기 때문이다. 둘째, High-Order는 Construct 간 높은 상관관계를 갖고 있을 때 유용하다고 할 수 있다. 구조모델의 인과관계 계수는 높은 공선성의 문제로 편향될 수 있으며, 판별 타당성이 확인되지 않을 우려가 존재한다. 이러한 이유는 1차 요인분석에서 관측변수들을 하나의 잠재 변수로 묶는 것과 같은 이유라고 하겠다. 이러한 공선성의 문제를 줄이고 판별타당성의 문제를 해결할 수 있다. 셋째, High-Order는 형성적 측정항목에서 높은 수준의 공선성이 나타나는 경우 유용하다. 이론적으로 타당하다면, 연구자는 이러한 측정항목들을 나누고 High-Order 구조에서 분리된 Construct를 나타낼 수 있다(Ringle et al. 2012; 노종범, 2016; 이제항, 2016, 김용희, 2016; 허병준 외, 2021).

4.2 표본의 특성

4.2.1 인구통계학적 특성

본 연구를 위해 실시한 설문조사에 대한 표본 특성은 다음과 같다. 응답자 수는 총 132명이고, 남성 115명(87.1%), 여성 17명(12.9%)로서 남성 응답이 많았으며, 연령은 40대 40명(30.3%), 30대 31명(23.5%), 50대이상 29명(22.0%), 20대 24명(18.2%), 20대미만 8명(6.1%) 이었다. 기업유형은 물류기업이 80개(60.6%), 유통기업 52개(39.4%)로 나타났으며, 물류센터 소유 주체는 자가 56개(42.4%), 임차는 76개(57.6%)를 차지하였다. 물류센터 규모는 1천평~2천평이 40개(30.3%)로 가장 많았으며, 1천평미만이 37개(28.0%), 1만평이상 23개(17.4%), 5천평~1만평이 17개(12.9%), 2천평~5천평이 15개(11.4%)로 나타났으며, 매출 규모는 1백억원~5백억원이 29개(22.0%)로 가장 많았으며, 직급으로는 부장이 29명(22.0%)로 가장 많았으며, 근속은 6~10년 경력이 48명(36.4%)로 가장 많았다. 이하 자세한 인구통계학적 특성은 [표 4-5] 과 같다.

[표 4-5] 통계학적 특성

구분		빈도수(명)	백분율(%)
총표본수		132	100.0
인구 특성 통계	성별	남성	115
		여성	17
연령		20세미만	8
		20세 ~ 29세	24
		30세 ~ 39세	31
		40세 ~ 49세	40
		50세 이상	29
기업 유형		물류기업	80
		유통기업	52

기업 특성 통계	소유	자가	56	42.4
		임차	76	57.6
	물류 센터 규모	1,000평미만	37	28.0
		1,000~2,000평미만	40	30.3
		2,000~5,000평미만	15	11.4
		5,000~10,000평미만	17	12.9
		10,000평이상	23	17.4
	매출 규모	5억원 이하	15	11.4
		5억원 초과	13	9.8
		10억원 초과 50억원 이하	12	9.1
		50억원 초과 100억원 이하	19	14.4
		100억원 초과 500억원 이하	29	22.0
		500억원 초과 1000억원 이하	23	17.4
	직급	1000억원 초과	21	15.9
		사원	7	5.3
		대리	18	13.6
		과장	27	20.5
		차장	17	12.9
		부장	29	22.0
		임원	28	21.2
근속	대표	6	4.5	
	1년 미만	4	3.0	
	1~5년	36	27.3	
	6~10년	48	36.4	
	11~20년	32	24.2	
	20년 이상	12	9.1	

4.2.2 일반 특성

물류센터 위치로는 경기지역이 68개(51.5%)로 가장 많았으며, 다음은 인

천으로 16개(12.1%) 순이었다. 응답자의 물류센터 위치 분포는 [표 4-6] 와 같다.

[표 4-6] 물류센터 위치 분포

지역	개수	비율
경기	68	51.5%
인천	16	12.1%
서울	10	7.6%
부산	6	4.5%
충북	6	4.5%
대전	5	3.8%
경북	5	3.8%
경남	4	3.0%
대구	3	2.3%
울산	3	2.3%
전남	2	1.5%
제주	2	1.5%
세종	1	0.8%
충남	1	0.8%

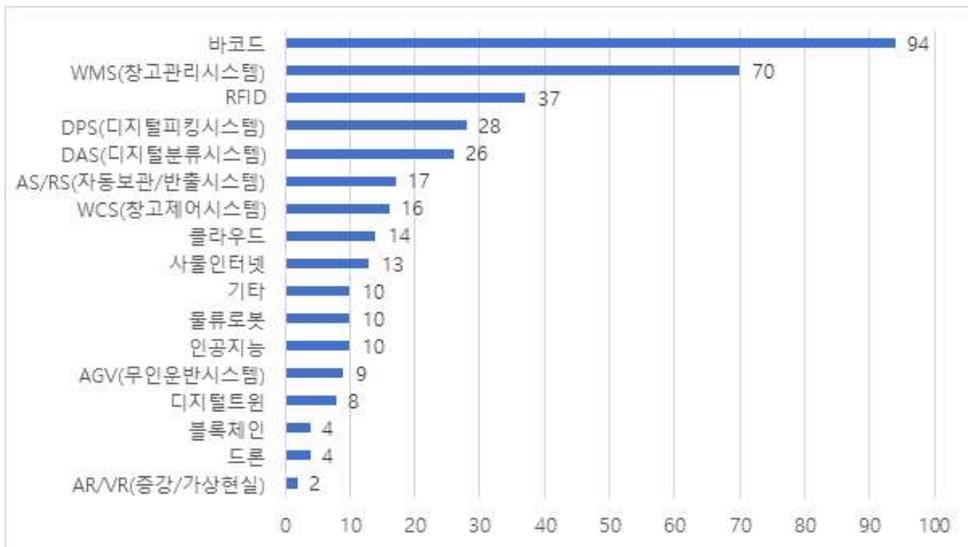
스마트화 수준 자기평가에서는 물류 데이터 식별의 바코드를 활용하는 기초 수준인 1단계가 44건(33.3%)로 가장 높았으며, 수작업 및 엑셀관리 등 시스템 미도입 23건(17.4%)을 포함하면 50.7%인 것으로 확인되었다. 스마트화 수준에 대한 자기평가 응답은 [표 4-7] 와 같다.

[표 4-7] 스마트화 수준 자기평가

수준	개수	비율	순위
미적용	23	17.4%	3
1단계	44	33.3%	1

2단계	17	12.9%	4
3단계	30	22.7%	2
4단계	16	12.1%	5
5단계	2	1.5%	6

물류센터에 도입된 시스템은 바코드가 25.8%로 가장 많았으며, 다음은 창고관리시스템(WMS)가 19.2% 순이었다. 도입 시스템 응답은 [그림 4-6] 와 같다.



[그림 4-6] 도입된 시스템 현황

4.2.3 측정변수들의 분포

본 연구를 위해 실시한 설문조사에 대한 표본 특성은 다음과 같다. 응답자 수는 총 132부 각 측정변수들의 침도와 왜도를 보면, 대부분 ± 2 이내로 정규성은 있는 것으로 판단된다.

[표 4-8] 기술 통계

측정변수	N	최소값	최대값	평균	표준편차	왜도	첨도
상대적이점1	132	2.0	7.0	6.091	.9284	-1.171	2.054
상대적이점2	132	2.0	7.0	5.924	1.0602	-1.135	1.371
상대적이점3	132	3.0	7.0	6.061	.9309	-.814	.123
상대적이점4	132	3.0	7.0	5.939	.9390	-.552	-.324
호환성1	132	2.0	7.0	4.841	1.2771	-.166	-.474
호환성2	132	1.0	7.0	5.030	1.2475	-.417	.215
호환성3	132	2.0	7.0	5.212	1.2171	-.545	-.088
호환성4	132	2.0	7.0	5.371	1.2381	-.667	.171
복잡성1	132	1.0	7.0	3.682	1.5547	.323	-.576
복잡성2	132	1.0	7.0	3.455	1.5252	.350	-.705
복잡성3	132	1.0	7.0	3.773	1.5313	.119	-.988
복잡성4	132	1.0	7.0	4.265	1.5720	-.461	-.781
경영층지원1	132	1.0	7.0	5.280	1.4373	-.975	.337
경영층지원2	132	1.0	7.0	5.129	1.4271	-.886	.293
경영층지원3	132	2.0	7.0	5.023	1.4434	-.551	-.567
경영층지원4	132	1.0	7.0	4.682	1.5099	-.281	-.827
재무적준비1	132	1.0	7.0	3.780	1.5299	.092	-.729
재무적준비2	132	1.0	7.0	4.167	1.6353	-.209	-.775
재무적준비3	132	1.0	7.0	4.167	1.6260	-.220	-.928
재무적준비4	132	1.0	7.0	4.030	1.6296	-.189	-.882
조직역량1	132	1.0	7.0	3.894	1.7616	-.083	-1.092
조직역량2	132	1.0	7.0	3.977	1.7494	-.008	-.958
조직역량3	132	1.0	7.0	4.152	1.7053	-.099	-.917
조직역량4	132	1.0	7.0	4.076	1.5901	-.103	-.759
경쟁압박1	132	1.0	7.0	5.136	1.3691	-1.011	1.068
경쟁압박2	132	1.0	7.0	5.417	1.2962	-.817	.556
경쟁압박3	132	1.0	7.0	5.008	1.4169	-.782	.157
경쟁압박4	132	1.0	7.0	4.629	1.5403	-.653	-.384
정부지원1	132	1.0	7.0	3.962	1.5987	-.131	-.871

정부지원2	132	1.0	7.0	4.553	1.5790	-.282	-.633
정부지원3	132	1.0	7.0	3.962	1.4218	.035	-.534
정부지원4	132	1.0	7.0	3.841	1.3860	.185	-.590
경제적위험1	132	2.0	7.0	5.189	1.3084	-.441	-.548
경제적위험2	132	2.0	7.0	4.833	1.3824	-.382	-.668
경제적위험3	132	1.0	7.0	4.712	1.5109	-.482	-.608
경제적위험4	132	1.0	7.0	4.871	1.4641	-.603	-.132
성능위험1	132	1.0	7.0	4.818	1.4186	-.748	-.199
성능위험2	132	1.0	7.0	4.674	1.5057	-.654	-.332
성능위험3	132	1.0	7.0	4.795	1.4762	-.623	-.271
성능위험4	132	1.0	7.0	4.902	1.3862	-.781	.204
성과기대1	132	4.0	7.0	5.780	.8764	-.383	-.466
성과기대2	132	2.0	7.0	5.773	.9377	-.996	2.033
성과기대3	132	3.0	7.0	5.780	.9832	-.670	.315
성과기대4	132	3.0	7.0	5.826	1.0151	-.798	.476
노력기대1	132	1.0	7.0	4.439	1.3208	-.129	-.097
노력기대2	132	1.0	7.0	4.667	1.2581	-.163	-.114
노력기대3	132	1.0	7.0	4.727	1.3597	-.287	-.419
노력기대4	132	1.0	7.0	5.371	1.1618	-.972	1.309
혁신저항1	132	1.0	7.0	3.439	1.7133	.317	-.916
혁신저항2	132	1.0	7.0	2.917	1.4570	.628	-.319
혁신저항3	132	1.0	7.0	3.045	1.7026	.522	-.796
혁신저항4	132	1.0	7.0	3.008	1.7009	.583	-.668
도입의도1	132	1.0	7.0	5.417	1.1594	-.958	1.321
도입의도2	132	1.0	7.0	5.303	1.2597	-.848	.730
도입의도3	132	1.0	7.0	5.394	1.1641	-.815	.912
도입의도4	132	1.0	7.0	5.273	1.2727	-.888	.806

4.3 측정모델의 평가

PLS-SEM의 분석과정에서는 척도(측정변수와 잠재변수)의 신뢰도와 타당도가 확보되어야 한다. 본 연구는 측정모델이 2단계로, 1단계 반영적 측정모델과 2단계 형성적 측정모델로 구성되어 있어 두 모델을 모두 평가하여야 한다. [표 4-9]는 측정모델별 평가 기준이다.

[표 4-9] 측정모델의 평가와 수용 기준

①반영적 측정모델

평가기준		수용기준	관련 문헌
내적 일관성 신뢰도 (internal consistency reliability)	크론바하 알파 (Cronbach α)	<ul style="list-style-type: none"> • 0.6~0.9: 일반적인 수용 범위 - 0.6 미만: 낮은 신뢰도 - 0.6 이상 수용 가능한 신뢰도 - 0.7 이상: 바람직한 신뢰도 - 0.8~0.9: 높은 신뢰도 	Crörribisch(1951), Nunally and Bernstein(1994)
	Dijkstra-Henseler's rho_A	<ul style="list-style-type: none"> • $\rho_A > 0.7$ 바람직한 신뢰도 	Dijkstra and Henseler(2015)
	CR(composite reliability: 합성신뢰도)	<ul style="list-style-type: none"> • 0.6~0.9: 일반적인 수용 범위 - 0.7 이상: 바람직한 신뢰도 - 0.6 이상: 탐색적 연구인 경우 	Werts et al. (1974), Nunally and Bernstein (1994)
집중타당도 (convergent validity)	외부적재치(L) 적합성 (outer loading relevance)	<ul style="list-style-type: none"> • $L \geq 0.7$ 이상: 측정변수 유지 • $L < 0.4$ 미만: 측정변수 제거 • $0.4 \leq L < 0.7$: <ul style="list-style-type: none"> - 해당 측정변수를 제거했을 때 CR이 0.7, AVE가 0.5 이상으로 증가하는 경우 반영적 측정지표 제거 검토 (내용타당도에 대한 영향을 고려해 결정) - 해당 측정변수를 제거했을 때 CR이 0.7, AVE가 0.5 이상으로 증가되지 않는 경우 반영적 측정변수 유지 	Bagozzi, Yi and Philipps(1991), Hair et al(2011)

	측정변수 신뢰도 (indicator reliability)	• 0.5 이상: 바람직한 집중타당도	Chin(1998)
	AVE(average variance extracted: 평균분산추출)		Fornell and Larcker(1981)
판별타당도 (discriminant validity)	Fornell-Larcker criterion	• 각 잠재변수의 AVE 제곱근이 잠재변수들 간의 상관관계 중 가장 높은 값 보다 큰 경우: 판별타당도 가 있음	Fornell and Larcker(1981)
	교차적재치 (cross loadings)	• 외부적재치(요인적재치)가 교차적재치를 초과하는 경우 (잠재변수에 해당하는 측정변수의 외부적재치가 다른 잠재변수와의 교차적재치보다 큰 경우): 판별타당도가 있음	Chin(1994)
	HTMT (heterotrait-monotrait ratio)	• 0.85(혹은 0.9) 미만: 판별타당도 가 있음 • 0.85(혹은 0.9) 이상: 판별타당도 가 부족 • 신뢰구간(confidence interval)에 1을 포함하고 있는 경우: 판별타당 도가 부족함	Henseler, Ringe and Sarstedt (2015)

②형성적 측정모델 평가

평가기준		수용기준	관련 문헌
외부가중치 (outer weight), 외부적재치 (outer loading)	외부가중치와 외부적재치의 유의성과 적합성	• 외부가중치의 유의성 검정 • 외부가중치가 비유의한 경우: 외부적재치(>0.5)와 유의성 검정	Hair et al.(2017a)

다중공선성 (Multicollinearity)	VIF	• 외부 VIF < 5	Hair et al.(2017a)
------------------------------	-----	--------------	--------------------

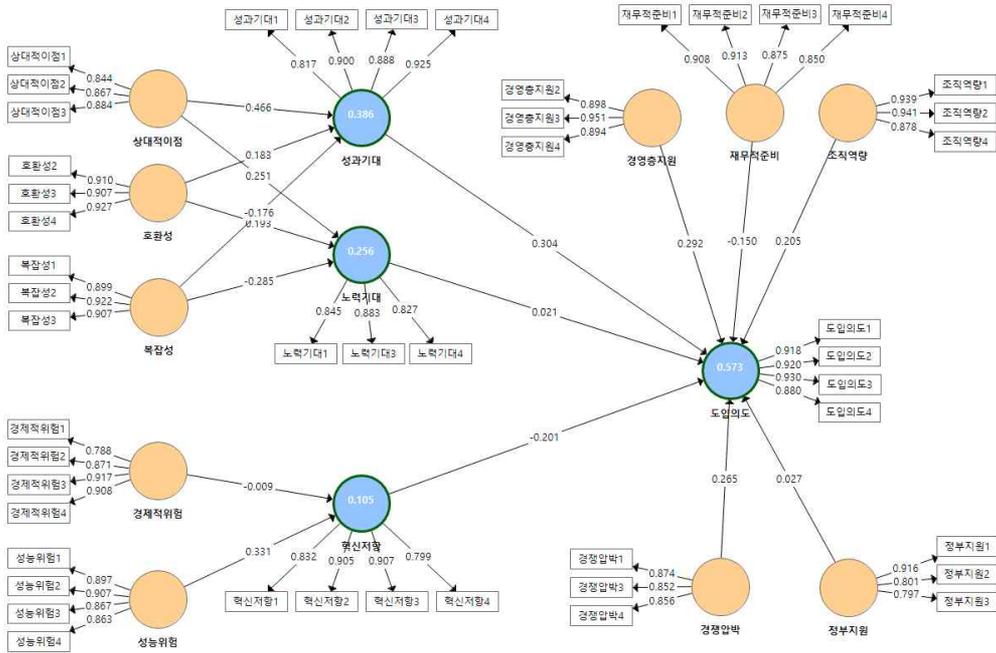
〈출처〉 신건권(2022) 교재 인용

위 평가 기준을 토대로 신뢰성 분석과 타당성 분석을 통해 연구모형 검증을 위한 측정도구가 적합한지를 확인하였다. [표 4-10]는 요인분석, 신뢰성, 다중공선성을 통해 기준에 부적합 측정변수를 제거하고 최종 연구에 적용된 항목 수이다.

[표 4-10] 측정항목 선별

상위차원	하부차원	항목 수	요인분석, 신뢰성 다중공선성에 제거된 항목 수	최종 연구 항목 수
기술요인	상대적이점	4	1	3
	호환성	4	1	3
	복잡성	4	1	3
조직요인	경영층지원	4	1	3
	재무적준비	4	0	4
	조직역량	4	1	3
환경요인	경쟁압박	4	1	3
	정부지원	4	1	3
지각된위험	경제적위험	4	0	4
	성능위험	4	0	4
성과기대		4	0	4
노력기대		4	1	3
혁신저항		4	0	4
도입의도		4	0	4

본 연구에서는 제시한 연구가설의 검증을 위해 SmartPLS 3.0의 PLS 알고리즘에 경로(Path) 가중방법과 최대반복 1,000회, 부트스트래핑은 표본크기 5,000, 유의수준 0.05 양측검증을 적용하여 연구모형을 분석하였다.



[그림 4-7] 1단계 First-order PLS 알고리즘

4.3.1 내적 일관성 신뢰도

내적 일관성 신뢰도(Internal consistency reliability)는 동일한 잠재변수를 측정하기 위해서 여러 개의 측정변수를 이용하는 경우에 신뢰도를 측정하는 방법이다. 이는 동일한 잠재변수를 측정하는 데 이용된 여러 개의 측정변수들 간의 일관성 정도로 신뢰도를 측정한다. 내적 일관성 신뢰도 평가 기준은 크론바하 알파, rho_A 그리고 CR값으로, 모두 임계치인 0.7 이상이 확보되어야 한다. 이 연구의 측정 결과는 [표 4-11]와 같으며, 모든 잠재변수들은 기준치 이상으로 내적 일관성 신뢰도를 확보하였다.

[표 4-11] 내적 일관성 신뢰도 평가 결과

잠재변수 (기준치)		Cronbach's Alpha (0.7 이상)	rho_A (0.7 이상)	합성신뢰도 (0.7 이상)
기술요인	상대적이점	0.833	0.847	0.899
	호환성	0.904	0.920	0.939
	복잡성	0.895	0.900	0.935
조직요인	경영층지원	0.902	0.916	0.939
	재무적준비	0.910	0.927	0.936
	조직역량	0.909	0.914	0.943
환경요인	경쟁압박	0.826	0.835	0.896
	정부지원	0.814	1.044	0.877
지각된위험	경제적위험	0.899	0.973	0.927
	성능위험	0.908	0.935	0.935
성과기대		0.905	0.908	0.934
노력기대		0.811	0.813	0.888
혁신저항		0.889	0.993	0.920
도입의도		0.933	0.933	0.952

4.3.2 집중타당도 평가

집중타당도(convergent validity)는 동일한 잠재변수를 서로 상이한 측정방법으로 측정한 결과값들 간에는 높은 상관관계가 있어야 한다는 것을 의미한다. 집중타당도의 평가기준으로는 외부적재치 >0.7, 측정변수 신뢰도 >0.5, 평균분산추출(AVE) >0.5이 확보되어야 한다. 이 연구의 측정 결과는 [표 4-12]와 같으며, 모든 잠재변수들은 기준치 이상으로 집중타당도를 확보하였다.

[표 4-12] 집중타당도의 평가 결과

잠재변수	측정변수	외부적재치	신뢰도	AVE
------	------	-------	-----	-----

		(기준치)	(0.7 이상)	(0.5 이상)	(0.5 이상)
기술 요인	상대적이점	상대적이점1	0.844	0.798	0.749
		상대적이점2	0.867	0.731	
		상대적이점3	0.884	0.767	
	호환성	호환성2	0.910	0.882	0.837
		호환성3	0.907	0.850	
		호환성4	0.927	0.854	
	복잡성	복잡성1	0.899	0.855	0.827
		복잡성2	0.922	0.839	
		복잡성3	0.907	0.857	
조직 요인	경영층지원	경영층지원2	0.898	0.896	0.836
		경영층지원3	0.951	0.802	
		경영층지원4	0.894	0.877	
	재무적준비	재무적준비1	0.908	0.876	0.787
		재무적준비2	0.913	0.878	
		재무적준비3	0.875	0.879	
		재무적준비4	0.850	0.898	
	조직역량	조직역량1	0.939	0.842	0.846
		조직역량2	0.941	0.825	
조직역량4		0.878	0.930		
환경 요인	경쟁압박	경쟁압박1	0.874	0.769	0.741
		경쟁압박3	0.852	0.763	
		경쟁압박4	0.856	0.742	
	정부지원	정부지원1	0.916	0.802	0.705
		정부지원2	0.801	0.718	
		정부지원3	0.797	0.704	
지각된 위험	경제적위험	경제적위험1	0.788	0.891	0.761
		경제적위험2	0.871	0.864	
		경제적위험3	0.917	0.851	
		경제적위험4	0.908	0.869	
	성능위험	성능위험1	0.897	0.876	0.781
		성능위험2	0.907	0.881	
		성능위험3	0.867	0.887	
		성능위험4	0.863	0.878	

성과기대	성과기대1	0.817	0.913	0.780
	성과기대2	0.900	0.869	
	성과기대3	0.888	0.873	
	성과기대4	0.925	0.853	
노력기대	노력기대1	0.845	0.722	0.725
	노력기대3	0.883	0.663	
	노력기대4	0.827	0.818	
혁신저항	혁신저항1	0.832	0.858	0.743
	혁신저항2	0.905	0.833	
	혁신저항3	0.907	0.856	
	혁신저항4	0.799	0.869	
도입의도	도입의도1	0.918	0.908	0.832
	도입의도2	0.920	0.906	
	도입의도3	0.930	0.902	
	도입의도4	0.880	0.928	

4.3.3 판별타당도 평가

판별타당도(Discriminant Validity)은 잠재변수와 잠재변수를 잘 구분할 수 있는 정도를 말하며, 이는 잠재변수 간은 서로 독립적이어서 서로 상이한 잠재변수를 동일한 측정방법으로 측정할 경우 결과 값들 간에 상관관계가 거의 없거나 낮아야 한다는 것을 의미한다. 판별타당도 평가 기준에는 Fornel and Larcker criterion, 교차적재치, HTMT(Hetero trait Mono trait ratio)가 사용된다.

Fornel-Larcker criterion는 각 잠재변수의 AVE 제곱근과 잠재변수 간 상관관계를 비교하여 판별타당도를 검증하는 방법이다. 평가 기준은 각 잠재변수의 AVE 제곱근이 잠재변수들 간의 상관관계 중 가장 높은 값보다 커야만 판별타당도가 있다고 판단된다. 이 연구의 측정 결과는 [표 4-13]와 같으며, 모든 잠재변수들은 평가 기준을 만족하여 판별타당도를 확보하였다.

교차적재치(cross loading) 분석은 탐색적 요인분석의 일종으로 외부적재

치 혹은 요인적재치와 교차적재치를 가지고 판별타당도를 평가하는 방법이다. 평가 기준은 외부적재치가 교차적재치를 초과해야 한다. 이 연구의 측정 결과는 [표 4-14]와 같으며, 모든 잠재변수들은 평가 기준을 만족하여 판별타당도를 확보하였다.

HTMT(Hetero trait Mono trait ratio)는 판별 타당성을 평가하기 위한 새로운 접근 방식은 Henseler, Ringle 및 Sarstedt(2015)에 의해 도입되었다. HTMT는 잠재변수 간의 유사도를 측정한 것으로, HTMT 평가 기준은 임계값 0.85 기준으로 임계치보다 작으면 판별타당도가 확보되었다고 본다. 이 연구의 측정 결과는 [표 4-15]와 같으며, 모든 잠재변수들은 평가 기준을 만족하여 판별타당도를 확보하였다. 단, 재무적준비-경영충지원이 0.886로 0.85보다 약간 높으나 0.90 기준(중간적인 기준)으로는 확보되었다고 본다.

[표 4-13] Fornell-Lacker 의한 판별타당도의 평가 결과

잠재변수	경영층 지원	경쟁 압박	경제적 위험	노력 기대	도입 의도	복잡성	상대적 이점	성과 기대	성능 위험	재무적 준비	정부 지원	조직 역량	혁신 저항	호환성
경영층지원	0.915													
경쟁압박	0.609	0.861												
경제적위험	-0.069	0.081	0.872											
노력기대	0.245	0.302	-0.078	0.852										
도입의도	0.591	0.540	-0.122	0.342	0.912									
복잡성	-0.074	-0.012	0.261	-0.339	-0.122	0.909								
상대적이점	0.204	0.195	-0.058	0.370	0.439	-0.112	0.865							
성과기대	0.278	0.269	0.030	0.488	0.511	-0.252	0.569	0.883						
성능위험	0.016	0.123	0.762	-0.233	-0.087	0.290	-0.091	-0.015	0.884					
재무적준비	0.804	0.678	-0.042	0.292	0.491	-0.079	0.163	0.204	0.057	0.887				
정부지원	0.502	0.490	-0.014	0.365	0.325	0.041	0.160	0.173	0.011	0.534	0.840			
조직역량	0.700	0.516	-0.120	0.271	0.510	-0.033	0.135	0.172	-0.001	0.760	0.389	0.920		
혁신저항	-0.062	0.040	0.243	0.002	-0.275	0.264	-0.141	-0.176	0.324	0.057	0.190	-0.049	0.862	
호환성	0.483	0.359	-0.197	0.344	0.493	-0.132	0.455	0.418	-0.134	0.446	0.419	0.415	-0.047	0.915

주) 대각선 값은 각 변수에 대한 AVE 값의 제곱근을 의미하며, 대각선 아래 값들은 상관계수 값을 나타냄.

[표 4-14] 교차적재치

교차적재량	경영층 지원	경쟁 압박	경제적 위험	노력 기대	도입의 도	복잡성	상대적 이점	성과 기대	성능 위험	재무적 준비	정부 지원	조직 역량	혁신 지향	호환성
경영층지원2	<i>0.898</i>	0.509	-0.047	0.156	0.543	-0.081	0.183	0.222	0.019	0.662	0.414	0.555	-0.100	0.391
경영층지원3	<i>0.951</i>	0.591	-0.046	0.218	0.597	-0.023	0.170	0.295	0.055	0.775	0.445	0.684	-0.036	0.479
경영층지원4	<i>0.894</i>	0.572	-0.104	0.312	0.470	-0.108	0.213	0.242	-0.043	0.774	0.498	0.686	-0.033	0.455
경쟁압박1	0.614	<i>0.874</i>	0.033	0.325	0.519	-0.052	0.178	0.267	0.052	0.633	0.466	0.552	-0.013	0.416
경쟁압박3	0.494	<i>0.852</i>	0.025	0.149	0.447	0.030	0.160	0.205	0.126	0.587	0.339	0.405	0.017	0.290
경쟁압박4	0.445	<i>0.856</i>	0.163	0.299	0.417	0.000	0.163	0.217	0.151	0.519	0.420	0.352	0.112	0.197
경제적위험1	-0.029	0.140	<i>0.788</i>	0.009	-0.041	0.200	0.068	0.188	0.588	-0.015	-0.016	-0.061	0.108	-0.084
경제적위험2	-0.071	0.053	<i>0.871</i>	-0.076	-0.059	0.254	-0.014	0.069	0.649	-0.023	-0.005	-0.103	0.161	-0.188
경제적위험3	-0.054	0.017	<i>0.917</i>	-0.111	-0.155	0.188	-0.095	-0.047	0.697	-0.054	-0.059	-0.152	0.240	-0.207
경제적위험4	-0.074	0.105	<i>0.908</i>	-0.058	-0.122	0.269	-0.084	0.002	0.707	-0.041	0.022	-0.085	0.270	-0.174
노력기대1	0.270	0.286	-0.102	<i>0.845</i>	0.276	-0.303	0.212	0.328	-0.198	0.319	0.387	0.323	0.077	0.310
노력기대3	0.200	0.209	0.022	<i>0.883</i>	0.294	-0.259	0.334	0.384	-0.140	0.232	0.324	0.227	0.028	0.287
노력기대4	0.163	0.276	-0.116	<i>0.827</i>	0.301	-0.302	0.386	0.519	-0.251	0.204	0.231	0.155	-0.089	0.283
도입의도1	0.547	0.548	-0.087	0.354	<i>0.918</i>	-0.104	0.382	0.456	-0.086	0.482	0.318	0.471	-0.216	0.461
도입의도2	0.568	0.487	-0.104	0.254	<i>0.920</i>	-0.102	0.409	0.436	-0.042	0.467	0.303	0.471	-0.242	0.435
도입의도3	0.558	0.501	-0.136	0.245	<i>0.930</i>	-0.108	0.367	0.425	-0.089	0.430	0.232	0.491	-0.324	0.461
도입의도4	0.484	0.432	-0.117	0.398	<i>0.880</i>	-0.132	0.448	0.551	-0.102	0.412	0.257	0.425	-0.219	0.442
복잡성1	-0.072	0.015	0.249	-0.253	-0.101	<i>0.899</i>	-0.065	-0.250	0.288	-0.039	0.048	0.021	0.200	-0.091
복잡성2	-0.107	-0.038	0.200	-0.354	-0.077	<i>0.922</i>	-0.102	-0.212	0.214	-0.127	0.082	-0.087	0.212	-0.117
복잡성3	-0.020	-0.005	0.265	-0.310	-0.157	<i>0.907</i>	-0.135	-0.229	0.295	-0.042	0.005	-0.016	0.307	-0.151
상대적이점1	0.159	0.193	-0.032	0.311	0.298	-0.071	<i>0.844</i>	0.481	-0.051	0.137	0.129	0.106	-0.081	0.382
상대적이점2	0.103	0.142	-0.056	0.281	0.335	-0.110	<i>0.867</i>	0.416	-0.089	0.093	0.108	0.094	-0.150	0.376
상대적이점3	0.247	0.168	-0.062	0.359	0.485	-0.109	<i>0.884</i>	0.561	-0.096	0.181	0.150	0.145	-0.136	0.417

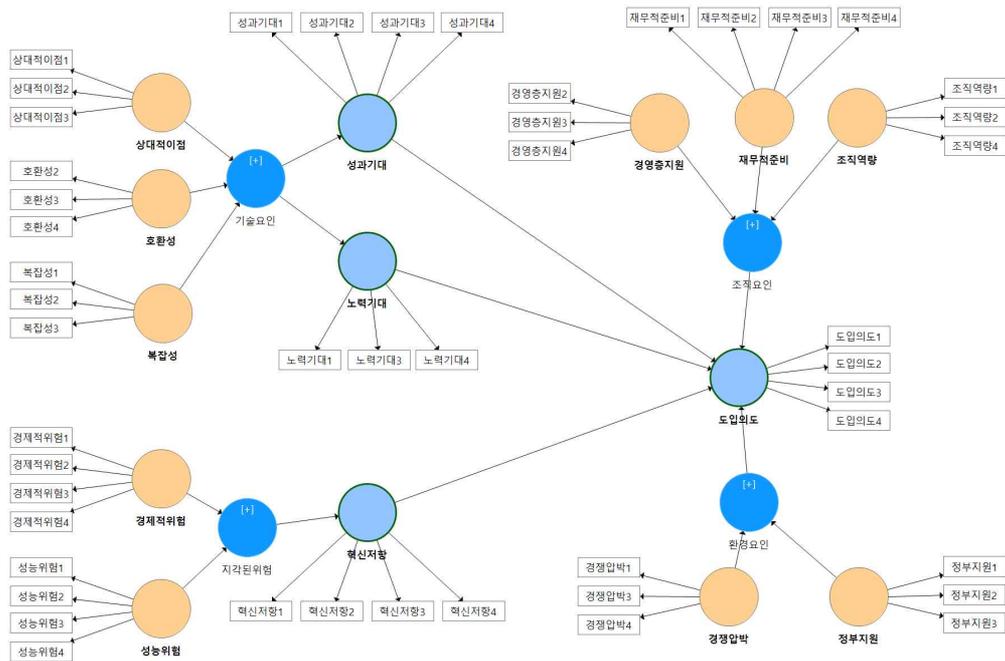
성과기대1	0.303	0.290	0.068	0.399	0.494	-0.246	0.405	0.817	0.071	0.224	0.245	0.187	-0.150	0.393
성과기대2	0.275	0.257	0.028	0.454	0.511	-0.200	0.464	0.900	0.005	0.216	0.156	0.208	-0.113	0.333
성과기대3	0.210	0.209	0.042	0.386	0.345	-0.192	0.575	0.888	-0.053	0.166	0.073	0.094	-0.156	0.375
성과기대4	0.197	0.198	-0.027	0.480	0.452	-0.250	0.563	0.925	-0.072	0.121	0.118	0.116	-0.199	0.376
성능위험1	0.020	0.074	0.733	-0.151	-0.063	0.239	-0.052	0.052	0.897	0.024	0.040	-0.042	0.293	-0.125
성능위험2	-0.028	0.061	0.686	-0.215	-0.084	0.290	-0.078	-0.048	0.907	0.035	0.068	-0.035	0.346	-0.113
성능위험3	0.048	0.190	0.600	-0.225	-0.077	0.261	-0.103	-0.046	0.867	0.106	-0.061	0.077	0.273	-0.121
성능위험4	0.031	0.130	0.677	-0.248	-0.088	0.221	-0.100	-0.006	0.863	0.039	-0.021	0.013	0.197	-0.115
재무적준비1	0.708	0.582	-0.056	0.219	0.451	-0.083	0.137	0.186	0.066	0.908	0.454	0.707	0.035	0.422
재무적준비2	0.776	0.676	-0.091	0.217	0.511	-0.115	0.127	0.213	0.004	0.913	0.462	0.646	-0.040	0.405
재무적준비3	0.695	0.547	0.017	0.314	0.343	-0.081	0.181	0.155	0.085	0.875	0.466	0.710	0.171	0.378
재무적준비4	0.662	0.580	0.004	0.313	0.407	0.010	0.148	0.161	0.062	0.850	0.486	0.650	0.081	0.373
정부지원1	0.475	0.496	-0.089	0.338	0.377	0.034	0.106	0.164	-0.057	0.515	0.904	0.388	0.157	0.393
정부지원2	0.376	0.356	0.141	0.244	0.186	0.029	0.228	0.111	0.136	0.374	0.796	0.257	0.127	0.299
정부지원3	0.394	0.320	-0.008	0.342	0.155	0.047	0.109	0.159	0.018	0.428	0.814	0.296	0.224	0.358
정부지원4	0.300	0.282	-0.026	0.272	0.094	0.101	0.055	0.086	0.038	0.337	0.791	0.200	0.277	0.330
조직역량1	0.660	0.520	-0.094	0.198	0.506	0.009	0.128	0.158	0.014	0.725	0.354	0.939	-0.056	0.376
조직역량2	0.616	0.483	-0.118	0.265	0.446	-0.020	0.092	0.122	-0.024	0.716	0.321	0.941	-0.032	0.331
조직역량4	0.653	0.415	-0.122	0.293	0.450	-0.084	0.154	0.193	0.006	0.655	0.360	0.878	-0.045	0.439
혁신저항1	0.030	0.117	0.169	0.040	-0.080	0.328	-0.032	0.003	0.247	0.083	0.322	-0.009	0.832	0.087
혁신저항2	-0.058	0.037	0.239	0.034	-0.238	0.131	-0.134	-0.158	0.291	0.060	0.237	-0.063	0.905	-0.021
혁신저항3	-0.161	-0.078	0.235	-0.116	-0.390	0.313	-0.203	-0.280	0.326	-0.049	0.064	-0.123	0.907	-0.189
혁신저항4	0.111	0.206	0.166	0.180	-0.075	0.104	-0.019	-0.027	0.213	0.228	0.208	0.147	0.799	0.127
호환성2	0.440	0.332	-0.175	0.341	0.451	-0.116	0.477	0.395	-0.140	0.430	0.367	0.418	-0.053	0.910
호환성3	0.472	0.320	-0.188	0.198	0.466	-0.036	0.443	0.358	-0.100	0.395	0.406	0.376	-0.033	0.907
호환성4	0.422	0.332	-0.179	0.378	0.441	-0.189	0.338	0.389	-0.122	0.397	0.387	0.347	-0.041	0.927

[표 4-15] HTMT에 의한 판별타당도의 평가 결과

잠재변수	경영층 지원	경쟁 압박	경제적 위험	노력 기대	도입 의도	복잡성	상대적 이점	성과 기대	성능 위험	재무적 준비	정부 지원	조직 역량	혁신 저항	호환성
경영층지원														
경쟁압박	0.697													
경제적위험	0.078	0.124												
노력기대	0.296	0.365	0.111											
도입의도	0.640	0.609	0.119	0.393										
복잡성	0.095	0.049	0.291	0.394	0.134									
상대적이점	0.229	0.232	0.088	0.438	0.489	0.128								
성과기대	0.307	0.310	0.111	0.561	0.557	0.281	0.646							
성능위험	0.055	0.156	0.835	0.274	0.096	0.319	0.107	0.079						
재무적준비	0.886	0.770	0.063	0.352	0.523	0.100	0.186	0.223	0.074					
정부지원	0.572	0.554	0.121	0.448	0.322	0.058	0.206	0.198	0.106	0.600				
조직역량	0.775	0.583	0.128	0.325	0.552	0.059	0.152	0.189	0.062	0.840	0.427			
혁신저항	0.121	0.160	0.240	0.153	0.247	0.283	0.139	0.168	0.333	0.166	0.267	0.111		
호환성	0.538	0.404	0.208	0.390	0.539	0.138	0.525	0.460	0.146	0.489	0.479	0.459	0.136	

앞서 1단계에서는 반영적 측정모델에 대한 신뢰도와 타당도를 평가하였다.

다음으로 2단계에서는 [그림 4-8]과 같이 2차 요인(second-order)인 기술요인 잠재변수를 추가하여 1차 요인(first-order)인 상대적이점, 호환성, 복잡성의 측정변수 모두를 묶어준다. 조직요인 잠재변수를 생성하여 경영충지원, 재무적준비, 조직역량의 측정변수를 묶고, 환경요인 잠재변수를 생성하여 경쟁압박, 정부지원의 측정변수를 묶고, 지각된위험 잠재변수를 생성하여 경제적위험, 성능위험의 측정변수를 묶어준다. 그 다음 부트스트래핑(Bootstrapping) 실행하여 잠재변수점수(Latent variable score: LVS)를 추출한다. 1차 요인의 잠재변수점수(Latent variable score)를 통해 2단계(Two-Stage) 모형으로 분석한다(Hair Jr et al., 2014; 조찬희 외, 2021).



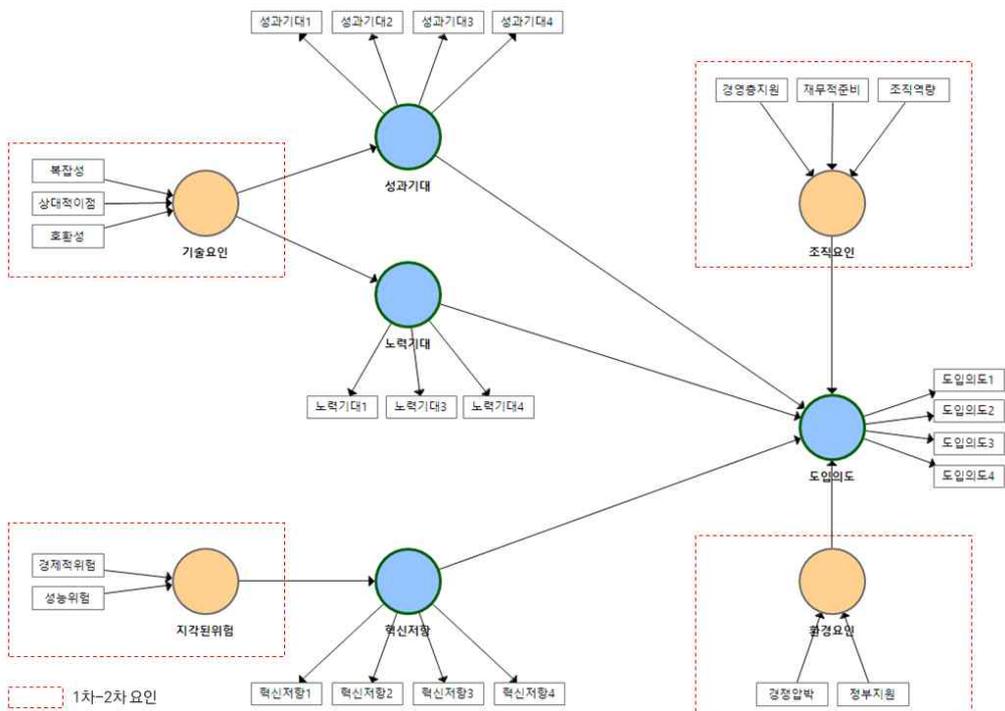
[그림 4-8] 2단계 잠재변수점수(LVS) 추출 모형

이때 PLS 알고리즘에 요인(Factor) 가중법 적용하여 잠재변수점수(Latent variable score: LVS)를 추출하여 1차 데이터에 연결하여 LVS 파일을 생성하

고 2차 요인(Second-order)에서는 형성적(Formative) 구조로 PLS 모형을 그린다.

4.3.4 고차 구조 타당성 검증

2단계 2차 요인(Second-order) 모형은 [그림 4-9]과 같으며, 2차 요인(second-order)이 형성적(Formative) 측정모델의 평가가 필요하다.



[그림 4-9] 2단계 Second-order PLS 모형

고차 타당성을 확립하기 위해 형성적 측정변수의 외부 가중치, 외부 적재치 및 외부 VIF(variance inflation factor: 분산팽창인자) 구성을 확인하여야 한다(Hair et al. 2016).

외부 가중치가 유의적이면 형성적 측정변수를 유지할 수 있다. 만일 외부 가중치가 비유의적이면, 다음으로 외부 적재치를 분석한다. 이때 외부 적재치가 0.50 이상이면 형성적 측정변수를 유지할 수 있으나, 외부 적재치가 0.50 미만이면 해당 형성적 측정변수는 적합성을 뒷받침할 수 없으므로 제거하여야 한다(Hair et al. 2017a).

형성적 측정변수들 간에도 높은 상관성을 나타낼 수 있는데 이를 다중공선성(Multicollinearity)이라고 한다. 다중공선성을 파악하는 데 사용하는 척도로는 공차한계(tolerance: TOL), 분산팽창인자(variance inflation factor: VIF) 등이 있다. Smart PLS에서는 분산팽창인자(VIF)를 많이 사용한다. 외부 VIF < 5 이면 다중공선성 문제가 없다고 판단한다. 그러나 외부 VIF ≥ 5 이면 다중공선성 문제가 있으므로 형성적 측정변수를 제거하여야 한다(Hair et al. 2017a).

이 연구의 고차 모형 타당성은 [표 4-16]와 같다. 먼저 외부가중치에서 재무적준비, 정부지원, 경제적위험이 비유의성이 확인되었으나, 외부적재치에서 경로계수가 0.5 이상이며 유의성이 확인되어 문제가 없음을 확인하였다. 외부 VIF는 5 미만으로 다중공선성에도 문제가 없음을 확인하였다. 위 기준이 충족되기 때문에 고차 모형 타당성이 확립되었다.

[표 4-16] 고차 모형 타당성

상위차원 (2차요인)	하위차원 (1차요인)	외부가중			외부적재		VIF
		경로계수	T 통계량	P 값	경로계수	P 값	
기술요인	상대적이점	0.657	5.545	0.000	0.855	0.000	1.270
	호환성	0.331	2.809	0.005	0.683	0.000	1.274
	복잡성	-0.407	2.819	0.005	-0.523	0.000	1.020
조직요인	경영충지원	0.837	4.499	0.000	0.971	0.000	3.009
	재무적준비	-0.164	0.754	0.451	0.799	0.000	3.648
	조직역량	0.378	2.009	0.045	0.842	0.000	2.540
환경요인	경쟁압박	0.954	11.301	0.000	0.997	0.000	1.273

	정부지원	0.093	0.594	0.553	0.535	0.000	1.273
지각된위험	경제적위험	-0.091	0.207	0.836	0.717	0.000	2.344
	성능위험	1.067	3.292	0.001	0.998	0.000	2.344

위와 같이 측정 모델의 내적일관성 신뢰도, 집중타당도, 판별타당도, 다중 공선성, 외부가중치, 외부적재량 유의성을 확인한 후에는, 2단계 구조 모델을 위해 잠재변수점수(Latent variable score)를 이용하여 단일측정항목 (single-item measures) 구조로 모형을 그려 PLS 알고리즘을 실행한다.

4.4 구조모형의 적합도

연구모형의 적합도를 검정하기 위해 구조모델의 평가기준인 다중공선성, 결정계수(R^2), 효과크기(f^2), 예측적적합성(Q^2), 경로계수의 유의성과 적합성을 적용하며 연구모형의 적합도 평가 기준은 [표 4-17]과 같다.

[표 4-17] 구조모델의 적합도 평가 기준

평가기준	의미	수용기준
다중공선성	잠재변수 간의 다중공선성	잠재변수들 간의 <ul style="list-style-type: none"> • 내부 VIF < 5 : 잠재변수 간 다중공선성이 없음 • 내부 VIF ≥ 5 : 다중공선성 존재
결정계수 (R^2)	외생잠재변수에 의해서 설명되는 내생잠재변수의 분산비율이며, 결정계수 값이 클수록 독립변수에 의해서 내생잠재변수의 설명력이 크다고 평가	외생잠재변수들의 내생잠재변수에 대한 <ul style="list-style-type: none"> • R^2 0.25 : 약한 설명력 • R^2 0.50 : 중간정도의 설명력 • R^2 0.75 : 큰 설명력
효과크기 (f^2)	내생잠재변수에 대한 외생잠재변수의 상대적영향력, 즉 외생잠재변수들이 내생잠재변수의 R^2 값에 기여하는 정도	외생잠재변수의 내생잠재변수에 대한 <ul style="list-style-type: none"> • f^2 0.02 : 작은 효과크기 • f^2 0.15 : 중간 효과크기 • f^2 0.35 : 큰 효과크기
예측적 적합성 (Q^2)	구조모델의 예측력(predictive power) 척도	구조모델이 특정 내생잠재변수에 대해 <ul style="list-style-type: none"> • Q^2 > 0 : 예측적 적합성을 가지고 있음 • Q^2 ≤ 0 : 예측적 적합성이 부족

경로계수의 유의성과 적합성	구조모델 경로계수 결과의 유의 성과 적합성 검증(가설검증)	유의성을 확인하려면 부트스트래 핑을 실행하여야 한다. 유의성 평가의 임계치(양측검증) • t값 1.65 : 유의수준10%(α =0.1) • t값 1.96 : 유의수준5%(α =0.05) • t값 2.57 : 유의수준1%(α =0.01)
----------------------	-------------------------------------	---

〈출처〉 신건권(2022) 교재; 김진태(2018) 재인용

4.4.1 다중공선성 평가

독립변수들이 서로 독립적이지 않고 변수간에 선형관계가 있을 때 다중공선성이 존재한다고 한다. 잠재변수들간의 내부 VIF <5 : 잠재변수 간 다중공선성이 없으며, 내부 VIF ≥ 5 는 다중공선성이 있는 것으로 판단할 수 있다. 정확성, 용이성 등 모든 잠재변수들 간 다중공선성이 없다는 결과를 [표 4-18]과 같이 확인할 수 있다.

[표 4-18] 잠재변수들 간의 다중공선성 평가 결과

잠재변수	기술요인	노력기대	도입의도	성과기대	조직요인	지각된위험	혁신저항	환경요인
기술요인		1.000		1.000				
노력기대			1.454					
도입의도				1.394				
성과기대					1.929			
조직요인								
지각된위험							1.000	
혁신저항								1.091
환경요인								
								2.113

4.4.2 결정계수 평가

결정계수(R^2)는 외생변수에 의해서 설명되는 내생잠재변수의 분산비율로, 이 값이 클수록 독립변수에 의해서 내생잠재변수의 설명력이 크다고 평가하는 것으로 R^2 0.25 : 약한 설명력, R^2 0.50 : 중간정도의 설명력, R^2 0.75 : 내생변수에 대한 큰 설명력으로 표현된다(Hair, Ringle and Sarstedt, 2011). 결정계수의 평가 결과, 도입의도는 중간정도의 설명력이며, 성과기대, 노력기대, 혁신저항은 약한 정도의 설명력으로 평가할 수 있다.

성과기대(0.356), 노력기대(0.229), 혁신저항(0.084)이 도입의도(0.537)의 총분산 중 53.7%를 설명한다. 기술요인에서 성과기대(0.356)의 총분산 중 35.6%를 설명하고, 기술요인에서 노력기대(0.229)의 총분산 중 22.9%를 설명하고, 지각된 위험은 혁신저항(0.084)의 총분산 중 8.4%를 설명한다. 본 연구의 도입의도에 가장 큰 설명력을 주는 내생변수는 성과기대라고 할 수 있다. 세부 평가 결과는 [표 4-19]와 같다.

[표 4-19] 결정계수(R^2)의 평가 결과

내생변수	R Square	수정결정계수
노력기대	0.229	0.223
도입의도	0.537	0.518
성과기대	0.356	0.351
혁신저항	0.084	0.077

4.4.3 효과크기(f^2)

효과크기(f^2)는 외생잠재변수들이 내생잠재변수의 결정계수(R^2) 값에 기여하는 정도로써 효과크기의 기준은 f^2 값이 0.02이면 작은 효과크기, f^2 값이 0.15이면 중간 효과크기, f^2 값이 0.35이면 큰 효과크기로 평가한다(Cohen, 1988).

[표 4-20] 효과크기 평가 결과를 살펴보면, 성과기대에 있어 기술요인 (0.554)은 큰 효과크기를 보인다. 노력기대에 있어 기술요인(0.296), 도입의도에 있어 성과기대(0.177)가 중간 효과크기를 보이며, 나머지 각각 작은 효과크기를 보인다.

[표 4-20] 효과크기(f^2)의 평가 결과

잠재변수	기술요인	노력기대	도입의도	성과기대	조직요인	지각된위험	혁신저항	환경요인
기술요인		0.296		0.554				
노력기대			0.000					
도입의도								
성과기대			0.177					
조직요인			0.142					
지각된위험							0.092	
혁신저항			0.112					
환경요인			0.038					

4.4.4 예측적 적합성(Q^2)

예측적 적합성(Q^2)은 구조모델의 예측력척도로, 구조모델이 특정 내생 잠재변수에 대해 $Q^2 > 0$ 값이면 예측적 적합성을 가지고 있고, $Q^2 \leq 0$ 값이면 예측적 적합성이 부족하다고 평가한다. 따라서 성과기대, 노력기대, 혁신저항은 예측적인 적합성을 가진 것으로 나타나고, 도입의도에도 예측적 적합성을 가지고 있다고 평가할 수 있다. 자세한 내용은 [표 4-21]과 같다.

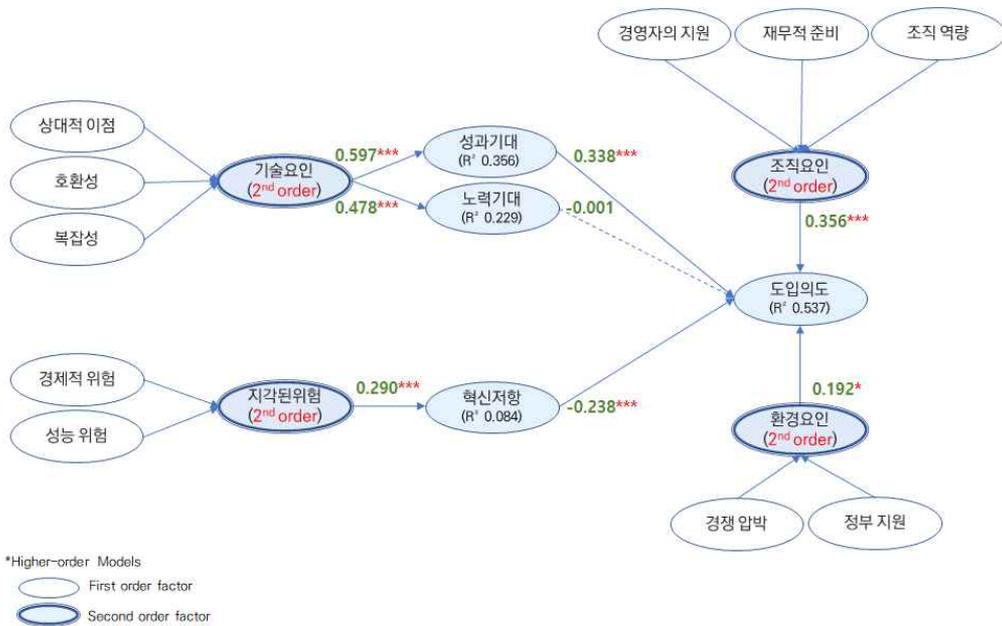
[표 4-21] 예측적 적합성(Q^2)의 평가 결과

내생변수	SSO	SSE	Q^2 (=1-SSE/SSO)
노력기대	132	102.272	0.225
도입의도	132	69.946	0.470
성과기대	132	89.365	0.323
혁신저항	132	124.044	0.060

4.5 가설검증 및 결과해석

4.5.1 연구가설의 검증

본 연구모형의 경로분석 결과를 살펴보면, 노력기대가 도입의도에 영향을 준다는 가설이 기각되었으며, 다른 변수들의 가설은 모두 채택되었다. 가설검증 결과는 [그림 4-10]과 같이 나타났다.



* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

[그림 4-10] 구조방정식(SEM) 모형의 분석 결과

PLS 구조방정식은 경로계수가 통계적으로 유의성을 가지도록 부트스트래핑을 기반으로 비모수적 평가방법으로 경로분석을 한다(Hair et al., 2014). 가설검정은 PLS 구조모형의 경로계수를 이용하여 실행하며, t값은 부트스트래핑기법을 이용한 반복추출 서브샘플링(5,000개) 생성을 통해 도

출했다(신건권, 2018). 경로계수는 연구모형의 변수 간 관계에 대한 계수를 의미하고 이것은 설계된 가설과 같다. -1에서 +1 사이에 표준화 값을 경로계수가 가지게 되는데 1에 가까울수록 통계적으로 유의미한 정(+)의 관계이고, -1에 가까우면 부(-)의 관계를 나타내며, 0에 가까우면 통계적으로 유의미하다고 볼 수 없다.

본 연구의 스마트 물류센터 도입의도에 미치는 영향을 검증하기 위해 최종적으로 경로계수의 유의성과 적합성 평가를 실시하였으며, 경로분석 결과 노력기대가 도입의도에 영향을 준다는 가설($p > .05$)이 기각되었으며, 다른 변수들은 가설($p < .05$)은 모두 채택되었다. 자세한 내용은 [표 4-22]와 같다.

[표 4-22] 경로 분석에 따른 검증결과(직접효과)

가설	경로	경로계수	T통계량	P 값	95% 신뢰구간		결과
					2.5%	97.5%	
H1	기술요인 → 성과기대	0.597	8.726	0.000	0.442	0.712	채택
H2	기술요인 → 노력기대	0.478	7.500	0.000	0.339	0.594	채택
H3	지각된위험 → 혁신저항	0.290	3.431	0.001	0.114	0.443	채택
H4	조직요인 → 도입의도	0.356	4.080	0.000	0.187	0.526	채택
H5	환경요인 → 도입의도	0.192	1.977	0.048	-0.023	0.366	채택
H6	성과기대 → 도입의도	0.338	4.482	0.000	0.185	0.482	채택
H7	노력기대 → 도입의도	-0.001	0.016	0.988	-0.188	0.172	기각
H8	혁신저항 → 도입의도	-0.238	4.535	0.000	-0.343	-0.137	채택

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

경로계수에 대한 유의성 검증을 위해서는 t값이나 p값 혹은 부트스트래핑 신뢰구간(CI)을 알아야 한다. 신뢰구간에서는 유의수준 5%를 가정할 때, 신뢰구간에 계산된 하한값(2.5%)과 상한값(97.5%) 사이에 0을 포함하고 있지 않다면 통계적으로 유의적이라고 판단할 수 있다(Hair et al., 2017a). [표 4-22]에서 신뢰구간을 보면 노력기대에서 도입의도 경로의 신뢰구간은

$[-0.188, 0.172]$ 로 신뢰구간 내에 0을 포함하고 있으므로 경로계수는 통계적으로 비유의적이라고 판단할 수 있다. 노력기대를 나머지 경로는 모두 신뢰구간에 0을 포함하고 있지 않아 통계적으로 유의하다고 판단 할 수 있다.

본 연구의 가설검증에 대한 결과들을 살펴보면 다음과 같다.

가설 H1(기술요인은 성과기대에 정(+)¹의 영향을 미칠 것이다.)은 채택되었다. 성과기대에 기술요인($\beta=.597, t=8.726$)이 정(+)¹의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 신기술에 대한 상대적이점과 호환성, 복잡성에 대한 기술요인이 물류운영 성과에 도움을 줄 거라는 믿음에 유의미한 영향을 미친다는 것을 의미한다. 기술요인이 성과기대에 가장 유의한 영향을 미쳤다.

가설 H2(기술요인은 노력기대에 정(+)¹의 영향을 미칠 것이다.)은 채택되었다. 노력 기대에 기술요인($\beta=.478, t=7.500$)이 정(+)¹의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 신기술에 대한 상대적이점과 호환성, 복잡성에 대한 기술요인이 시스템 조작과 이용이 편리할 것이라는 용이성 정도에 유의미한 영향을 미친다는 것을 의미한다.

가설 H3(지각된 위험은 혁신저항에 정(+)¹의 영향을 미칠 것이다.)은 채택되었다. 지각된 위험($\beta=.290, t=3.431$)이 혁신저항에 정(+)¹의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 시스템 도입으로 금전적 손실을 입을 것이라는 우려와 기대 성능보다 부족한 성능을 우려하는 지각된 위험이 새로운 기술에 대한 불확실과 의구심에 대한 부정적 심리에 혁신저항을 유발하고 있음을 확인 할 수 있다.

가설 H4(조직요인은 도입의도에 정(+)¹의 영향을 미칠 것이다.)은 채택되었다. 조직요인($\beta=.356, t=4.080$)이 도입의도에 정(+)¹의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 경영층의 적극적인 지원과 관심, 도입에 필요한 재무적인 준비 정도와 조직의 역량 확보 수준이 도입의도에 유의미한 영향을 미친다는 것을 의미한다.

가설 H5(환경요인은 도입의도에 정(+)¹의 영향을 미칠 것이다.)은 채택되

었다. 환경요인($\beta = .192$, $t = 1.977$)이 도입의도에 정(+)¹의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 신기술 도입에 대한 필요성과 경쟁사에서의 도입 등으로 압박 정도와 정부의 행정적, 재정적 지원에 대한 인식 정도가 도입의도에 유의미한 영향을 미친다는 것을 의미한다.

가설 H6(성과기대는 도입의도에 정(+)¹의 영향을 미칠 것이다.)은 채택되었다. 성과기대($\beta = .338$, $t = 4.482$)는 도입의도에 정(+)¹의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 스마트 물류 기술 도입이 물류운영 성과를 향상시키는데 도움이 될 수 있을 것이라는 믿음에 유의미한 영향을 미친다는 것을 의미한다.

가설 H7(노력기대는 도입의도에 정(+)¹의 영향을 미칠 것이다.)은 기각되었다. 노력기대($\beta = -.001$, $t = 0.016$)는 도입의도에 부(-)¹의 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 이는 스마트 물류 기술이 도입이 되면 다양한 장치와 시스템을 사용함에 있어 새롭게 배우고 익히는데 쉽지 않을 것이라 더 강하게 느낀다고 해석된다.

가설 H8(혁신저항은 도입의도에 부(-)¹의 영향을 미칠 것이다.)은 채택되었다. 혁신저항($\beta = -.238$, $t = 4.535$)은 도입의도에 부(-)¹의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 지각된 위험특성(경제적 위험, 성능 위험)이 새로움에 대한 불확실성과 의구심에 의해 나타나는 부정적 심리인 혁신저항으로 인해 반감될 수 있음을 의미하는 것이다.

4.5.2 매개효과 검증결과

기술요인, 지각된 위험과 매개변수간의 관계 검증 결과, 기술요인은 성과기대에 매개역할을 하였으나, 노력기대는 매개역할을 하지 못하였다. 지각된 위험은 혁신저항에 매개역할을 하였다.

가설 H1-1(기술요인은 도입의도에 미치는 영향 관계에 있어서 성과기대

는 매개역할을 할 것이다.)은 채택 되었다. 「기술요인→성과기대→도입의도」 경로($\beta=.202$, $t=3.742$)로, 기술요인이 성과기대를 매개로 하여 도입의도에 정(+)^의 유의한 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

가설 H2-1(기술요인은 도입의도에 미치는 영향 관계에 있어서 노력기대는 매개역할을 할 것이다.)는 기각 되었다. 「기술요인→노력기대→도입의도」 경로($\beta=-.001$, $t=.015$)로, 기술요인이 도입의도에 있어 노력기대가 매개 역할을 하지 못한다는 것을 알 수 있다.

가설 H3-1(지각된 위험은 도입의도에 미치는 영향 관계에 있어서 혁신저항은 매개역할을 할 것이다.)은 채택 되었다. 「지각된위험→혁신저항→도입의도」 경로($\beta=-.069$, $t=2.475$)로, 지각된 위험이 혁신저항을 매개로 하여 도입의도에 부(-)^의 유의한 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

[표 4-23] 매개변수 관계 검증 결과(간접효과)

가설	경로	경로 계수	T 통계량	P 값	신뢰구간		결과
					2.5%	97.5%	
H1-1	기술요인 → 성과기대 → 도입의도	0.202	3.742	0.000	0.103	0.311	지지
H2-1	기술요인 → 노력기대 → 도입의도	-0.001	0.015	0.988	-0.088	0.088	지지안됨
H3-1	지각된위험 → 혁신저항 → 도입의도	-0.069	2.475	0.013	-0.137	-0.025	지지

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

추가적으로 총효과와 총효과의 유의성을 알 수 있는 결과를 제시한다.

$$\text{총효과} = \text{직접효과} + \text{간접효과}$$

[표 4-24] 경로 분석에 따른 검증결과(총효과)

경로	경로계수	T 통계량	P 값	결과
기술요인 → 성과기대	0.597	8.726	0.000	채택
기술요인 → 노력기대	0.478	7.500	0.000	채택
기술요인 → 도입의도	0.201	3.861	0.000	채택

지각된위험 -> 혁신저항	0.290	3.431	0.001	채택
지각된위험 -> 도입의도	-0.069	2.475	0.013	채택
조직요인 -> 도입의도	0.356	4.080	0.000	채택
환경요인 -> 도입의도	0.192	1.977	0.048	채택
성과기대 -> 도입의도	0.338	4.482	0.000	채택
노력기대 -> 도입의도	-0.001	0.016	0.988	기각
혁신저항 -> 도입의도	-0.238	4.535	0.000	채택

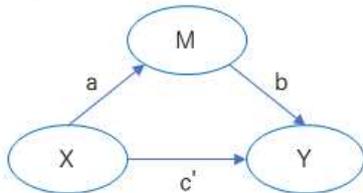
총효과의 유의성을 확인된 10개의 경로를 대상으로 Baron & Kenny(1986)의 매개효과 조건을 충족하는 경로를 확인하고 매개효과를 평가하였다. PLS 경로모델에 있어 특정 경로의 완전 매개 또는 부분 매개를 평가하기 위해서 Baron & Kenny(1986)가 제시한 다음과 같은 3가지 조건에 따라 VAF(Variance account For)를 구하여야 한다.

- 1) 독립변수의 분산이 추정된 매개변수의 분산을 유의적으로 설명한다(a).
- 2) 매개변수의 분산이 종속변수의 분산을 유의적으로 설명한다(b).
- 3) 경로 a와 b가 통제되었을 때 이전에 유의적이었던 독립변수와 종속변수의 관계(c)가 변화하는데 그 정도가 유의적이다.

(1) 총효과모델



(2) 매개효과모델



- c : 총효과
- c : 직접효과
- ab : 간접효과(매개효과)
- $c = c' + ab$ (총효과 = 직접효과 + 간접효과)

[그림 4-11] 매개효과 설명

VAF(Variance account For)은 간접효과를 총효과로 나눈 값으로 계산식은 다음과 같다.

$$VAF = \frac{a*b}{a*b+c}$$

VAF > 80%이면 완전매개(Full mediation)이고, 20% ≤ VAF ≤ 80%이면 부분매개(Partial mediation), VAF < 20%이면 매개효과가 없는 것으로 평가한다(Hair et al, 2013).

Baron & Kenny(1986)의 매개효과의 조건을 충족하는 경로는 「기술요인→성과기대→도입의도」, 「지각된위험→혁신저항→도입의도」 2개이며, 이들 경로에 대해 매개효과 분석을 위해 VAF(Variance account For)를 구하였다. VAF 결과는 [표 4-25]와 같다.

가설 H1-1 「기술요인→성과기대→도입의도」은 1단계로 기술요인이 성과기대에 미치는 직접효과가 유의적이며($\beta = .597, p = .000$), 2단계로 성과기대가 도입의도에 미치는 직접효과가 유의적인 영향이 있는 것으로 분석되었다($\beta = .338, p = .000$). 또한, 기술요인이 도입의도에 미치는 직접효과가 유의한 것으로 분석되었다($\beta = .201, p = .000$). 3단계로 산출된 VAF값이 50.1%(0.501)로 성과기대는 기술요인과 도입의도 간의 관계를 부분적으로 매개하는 것으로 밝혀졌다. 그리하여 가설 H1-1은 지지되었다.

가설 H2-1 「기술요인→노력기대→도입의도」은 1단계로 기술요인이 노력기대에 미치는 직접효과가 유의적이며($\beta = .478, p = .000$), 2단계로 노력기대가 도입의도에 미치는 직접효과가 유의적인 영향이 없는 것으로 분석되었다($\beta = -.001, p = .988$). 그러므로 매개효과 조건을 충족하지 않아 평가할 수 없다.

가설 H3-1 「지각된위험→혁신저항→도입의도」은 1단계로 지각된 위험이 혁신저항에 미치는 직접효과가 유의적이며($\beta = .290, p = .001$), 2단계로 혁신저항이 도입의도에 미치는 직접효과가 유의적인 영향이 있는 것으로 분석되었다($\beta = -.238, p = .000$). 또한, 혁신저항이 도입의도에 미치는 직접효과가

유의한 것으로 분석되었다($\beta = -0.069$, $p = 0.013$). 3단계로 산출된 VAF값이 50.0%(0.500)로 혁신저항은 지각된 위험과 도입의도 간의 관계를 부분적으로 매개하는 것으로 밝혀졌다. 그리하여 가설 H3-1은 지지되었다.

[표 4-25] 매개효과 분석

가설	경로	경로계수	P 값	VAF	결과
기술요인 -> 성과기대 -> 도입의도	기술요인 -> 성과기대 성과기대 -> 도입의도 기술요인 -> 도입의도	0.597 0.338 0.201	0.000 0.000 0.000	0.501	부분 매개
기술요인 -> 노력기대 -> 도입의도	기술요인 -> 노력기대 노력기대 -> 도입의도 기술요인 -> 도입의도	0.478 -0.001 0.201	0.000 0.988 0.000	불가	지지안됨
지각된위험 -> 혁신저항 -> 도입의도	지각된위험 -> 혁신저항 혁신저항 -> 도입의도 지각된위험 -> 도입의도	0.290 -0.238 -0.069	0.001 0.000 0.013	0.500	부분 매개

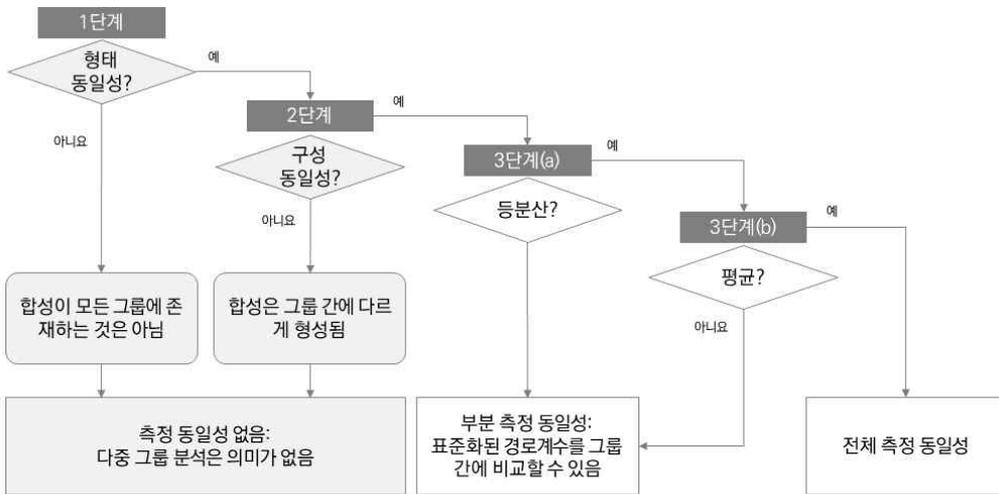
4.5.3 집단 간 차이 분석(MGA)

본 연구에서는 SmartPLS를 활용하여 집단 간의 서로 다른 차이를 확인하고자 한다. 먼저 집단 간 차이를 보기 전에 MICOM(Measurement Invariance of Composite models) 방법을 이용하여 내부모델이 동일하다는 것을 입증함으로써 집단 간 차이 분석(Multi-Group Analysis; MGA)의 결과가 의미 있는 결과를 판단할 수 있다(Garson, 2016). 이와 같은 이유로 MICOM 3단계 동일성 검증한 이후에 MGA 분석을 실행해야 한다(Hair et al., 2018).

먼저 형태 동일성 검증(Configural Invariance)을 실시한다. 첫 번째 단계는 각 그룹의 모델이 내부모델에 동일한 구조와 지표를 가지고 있는지 여부

와 알고리즘 옵션과 설정 및 데이터 처리가 동일할 때에 동일성이 확보되며, 두 번째 단계는 구성적 동일성 검증(Compositional invariance)을 통한 잠재 변수의 동일성을 검증한다, 잠재변수는 관측이 불가능한 변수이지만 관측변수에 의해 추정될 수 있으므로 이런 방법으로 추정된 추정치를 잠재변수 점수라 한다, 세 번째 구성개념 평균 및 분산 동일성 검증(Equality of compositional mean values and variances)은 2단계의 방식과 비슷한 방법을 이용하여 집단 간 내부모델의 평균과 분산 차이에 대한 유의미한 정도를 판단하여 동일성을 검증한다(김수상, 2019; 윤경호, 2022).

형태 동일성과 구성적 동일성이 확보되면 부분적 특정 동일성이 확보되었다고 판단하며, 3단계인 구성개념 평균 및 분산 동일성이 검증되면 완전 측정 동일성이 확보되었다고 판단할 수 있으며, 이에 따라서 부분적인 측정 동일성이 확보된다면 MGA를 통해 경로 간의 차이를 보는 것이 유의미하다고 할 수 있다(김수상, 2019; 윤경호, 2022).



참고: 회색으로 음영 처리된 상자는 형태 및 구성 동일성이 확보되어야 MGA 알고리즘을 진행하기 위한 필수단계 임을 나타냄

<출처> Cheah et al.(2020)

[그림 4-12] MICOM 절차

이 절에서는 기업유형에서는 ‘물류기업 vs 유통기업’, 물류센터 소유 주체에서는 ‘자가 vs 임차’, 물류센터 규모에서는 ‘2천평이하 vs 2천평이상’으로 두 집단으로 나누어 범주형 조절효과를 확인하고자 한다. 범주형 조절효과는 비방향성 즉 ‘~에 따라 다를 것이다’라는 가설로 양측검정을 해야 한다.

SmartPLS 3.0에서는 두 집단 간의 차이만 해석할 수 있는 분석기능을 제공한다. 이에 따라 기업유형, 물류센터 소유 주체, 물류센터 규모 부문에서의 집단 간 설문 응답별로 동일성 확보 여부를 판단을 위해 MICOM분석을 실시 판단하였으며, 집단 간 차이를 분석을 위해 동일성이 확보된 경우를 한정하여 MGA를 통해 분석하였다.

4.5.3.1 다중집단분석 : 물류기업 vs 유통기업

집단을 기업유형에 따라 ‘물류기업’과 ‘유통기업’으로 분류하면 표본수가 물류기업 80개, 유통기업 52개이며, 동일한 측정문항, 동일한 데이터처리, 동일한 모델 알고리즘의 사용을 통하여 형태적 동일성을 확보하였다. SmartPLS의 MICOM을 실행으로 Step II(구성적 동일성)를 검증하여 보면 [표 4-26]와 같이 두 집단의 합성변수 점수 간의 상관관계 c 보다 5% 분위수 값이 c 값은 1에 가까운 값으로 1과 다르지 않다는 결과를 보여주고 있어 구성적 동일성이 성립되었다.

[표 4-26] 기업유형별 집단의 구성적 동일성 검증 결과

	상관관계(c)	신뢰구간(5%)	검증 결과
기술요인	1.000	1.000	적합
노력기대	1.000	1.000	적합
도입의도	1.000	1.000	적합
성과기대	1.000	1.000	적합
조직요인	1.000	1.000	적합

지각된위험	1.000	1.000	적합
혁신저항	1.000	1.000	적합
환경요인	1.000	1.000	적합

StepⅢ(합성변수의 평균 및 분산의 동일성)은 [표 4-27]에서 보여주는 바와 같이 모든 잠재변수에서 두 집단의 분산값 차이가 95% 신뢰구간 범위 내에 있어 분산의 동일성은 성립되었으나, 잠재변수 기술요인, 노력기대, 성과기대에서 두 집단의 평균값 차이가 95% 신뢰구간 범위 내에 있지 않아 평균의 동일성은 성립되지 않았다. 따라서, Step I(형태적 동일성)과 Step II(구성적 동일성)만 성립되고 StepⅢ(합성변수의 평균 및 분산의 동일성)는 성립되지 않아 부분적 측정 동일성이 확보됨에 따라 다중집단분석을 실시할 수가 있다.

[표 4-27] 기업유형별 집단의 평균과 분산의 동일성 검증 결과

잠재변수	평균 동일성				분산 동일성			
	평균값 차이	95%신뢰구간		검증 결과	평균값 차이	95%신뢰구간		검증 결과
		2.5%	97.5%			2.5%	97.5%	
기술요인	-0.482	-0.338	0.355	부적합	0.479	-0.494	0.513	적합
노력기대	-0.442	-0.355	0.358	부적합	-0.181	-0.567	0.549	적합
도입의도	-0.022	-0.352	0.350	적합	-0.075	-0.612	0.664	적합
성과기대	-0.468	-0.343	0.359	부적합	0.381	-0.562	0.596	적합
조직요인	0.195	-0.326	0.371	적합	-0.303	-0.411	0.457	적합
지각된위험	0.286	-0.353	0.346	적합	-0.133	-0.396	0.481	적합
혁신저항	-0.138	-0.351	0.342	적합	-0.023	-0.438	0.420	적합
환경요인	0.072	-0.336	0.361	적합	-0.231	-0.500	0.506	적합

[표 4-28] 부트스트래핑 결과를 보면, 집단 간 유의성은 물류기업은 8개 채택(72.7%), 유통기업은 6개 채택(54.5%)으로 물류기업이 유의성이 많은 것으로 확인되었다.

[표 4-28] 기업유형별 집단 차이 부트스트래핑 결과

가설	경로	경로계수		t값	
		물류기업	유통기업	물류기업	유통기업
H1	기술요인 → 성과기대	0.670	0.361	11.122***	2.377*
H2	기술요인 → 노력기대	0.487	0.398	6.238***	3.674***
H3	지각된위험 → 혁신저항	0.241	0.391	2.368*	2.761*
H4	조직요인 → 도입의도	0.219	0.529	1.966*	3.833*
H5	환경요인 → 도입의도	0.260	0.120	2.208*	0.722
H6	성과기대 → 도입의도	0.338	0.348	4.395***	2.203*
H7	노력기대 → 도입의도	0.072	-0.119	0.682	0.636
H8	혁신저항 → 도입의도	-0.252	-0.212	3.730***	2.126*
H1-1	기술요인 → 성과기대 → 도입의도	0.227	0.126	3.784***	1.469
H2-1	기술요인 → 노력기대 → 도입의도	0.035	-0.048	0.674	0.623
H3-1	지각된위험 → 혁신저항 → 도입의도	-0.061	-0.083	1.928	1.448

[표 4-29] 다중집단분석(MGA) 결과를 통한 물류기업과 유통기업의 두 집단 간 경로계수의 차이를 검증한 결과를 나타내며, 경로계수의 차이에서는 「기술요인→성과기대」만이 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. [표 4-28] 「기술요인→성과기대」 경로에서 물류기업($\beta = .670$)이 유통기업($\beta = .361$)보다 경로계수가 더 강함을 보여준다.

[표 4-29] 기업유형별 집단의 경로계수 차이 검증 결과

가설	경로	경로계수 차이	t값 차이	p-값 원본 단측	새로운 p-값	결과
H1	기술요인 → 성과기대	0.309	8.745	0.023	0.046	채택
H2	기술요인 → 노력기대	0.089	2.564	0.253	0.506	기각
H3	지각된위험 → 혁신저항	-0.150	-0.393	0.805	0.389	기각
H4	조직요인 → 도입의도	-0.310	-1.867	0.961	0.079	기각
H5	환경요인 → 도입의도	0.140	1.486	0.247	0.493	기각

H6	성과기대 → 도입의도	-0.010	2.192	0.525	0.950	기각
H7	노력기대 → 도입의도	0.191	0.046	0.185	0.370	기각
H8	혁신저항 → 도입의도	-0.040	1.604	0.625	0.751	기각
H1-1	기술요인 → 성과기대 → 도입의도	0.101	2.315	0.165	0.330	기각
H2-1	기술요인 → 노력기대 → 도입의도	0.083	0.051	0.180	0.361	기각
H3-1	지각된위험 → 혁신저항 → 도입의도	0.022	0.480	0.397	0.794	기각

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

가설 H9(스마트 물류센터 도입의도에 있어 기업유형에 따라 차이가 있을 것이다.)은 1개 경로 「기술요인→성과기대」에 차이가 있음을 확인하였다.

4.5.3.2 다중집단분석 : 자가센터 vs 임차센터

집단을 물류센터 소유주체에 따라 ‘자가센터’과 ‘임차센터’으로 분류하면 표본수가 자가센터 56개, 임차센터 76개로, 동일한 측정문항, 동일한 데이터 처리, 동일한 모델 알고리즘의 사용을 통하여 형태적 동일성을 확보하였다. SmartPLS의 MICOM을 실행으로 Step II(구성적 동일성)를 검증하여 보면 [표 4-30]와 같이 두 집단의 합성변수 점수 간의 상관관계 c보다 5% 분위수 값이 작거나 같으므로 구성적 동일성이 성립되었다.

[표 4-30] 센터소유주체 집단의 구성적 동일성 검증 결과

	상관관계(c)	신뢰구간(5%)	검증 결과
기술요인	1.000	1.000	적합
노력기대	1.000	1.000	적합
도입의도	1.000	1.000	적합
성과기대	1.000	1.000	적합
조직요인	1.000	1.000	적합
지각된위험	1.000	1.000	적합

혁신저항	1.000	1.000	적합
환경요인	1.000	1.000	적합

StepⅢ(합성변수의 평균 및 분산의 동일성)은 [표 4-31]에서 보여주는 바와 같이 모든 잠재변수에서 두 집단의 분산값 차이가 95% 신뢰구간 범위 내에 있어 분산의 동일성은 성립되었으나, 잠재변수 도입의도, 조직요인에서 두 집단의 평균값 차이가 95% 신뢰구간 범위 내에 있지 않아 평균의 동일성은 성립되지 않았다. 따라서, Step I(형태적 동일성)과 StepⅡ(구성적 동일성)만 성립되고 StepⅢ(합성변수의 평균 및 분산의 동일성)는 성립되지 않아 부분적 측정 동일성이 확보됨에 따라 다중집단분석을 실시할 수가 있다.

[표 4-31] 센터소유주체 집단의 평균과 분산의 동일성 검증 결과

잠재변수	평균 동일성				분산 동일성			
	평균값 차이	95%신뢰구간		검증 결과	분산값 차이	95%신뢰구간		검증 결과
		2.5%	97.5%			2.5%	97.5%	
기술요인	-0.274	-0.343	0.349	적합	0.374	-0.509	0.526	적합
노력기대	-0.196	-0.342	0.329	적합	-0.014	-0.568	0.520	적합
도입의도	-0.405	-0.364	0.351	부적합	0.586	-0.607	0.641	적합
성과기대	-0.188	-0.364	0.342	적합	0.412	-0.539	0.528	적합
조직요인	-0.505	-0.364	0.342	부적합	-4.435	-0.412	0.442	적합
지각된위험	0.171	-0.320	0.339	적합	0.060	-0.422	0.429	적합
혁신저항	-0.186	-0.328	0.355	적합	-0.314	-0.376	0.425	적합
환경요인	-0.309	-0.333	0.346	적합	0.453	-0.516	0.534	적합

[표 4-32] 부트스트래핑 결과를 보면, 집단 간 유의성은 자가가 4개 채택(36.4%), 임차가 8개 채택(72.7%)으로 임차가 유의성이 많은 것으로 확인되었다.

[표 4-32] 센터소유주체 집단 차이 부트스트래핑 결과

가설	경로	경로계수		t값	
		자가	임차	자가	임차
H1	기술요인 → 성과기대	0.612	0.582	6.249***	6.284***
H2	기술요인 → 노력기대	0.508	0.452	5.482***	5.136***
H3	지각된위험 → 혁신저항	0.210	0.377	1.508	3.948***
H4	조직요인 → 도입의도	0.177	0.405	0.955	3.154*
H5	환경요인 → 도입의도	0.353	0.096	2.150*	0.707
H6	성과기대 → 도입의도	0.275	0.336	1.652	3.601***
H7	노력기대 → 도입의도	-0.100	0.081	0.563	0.711
H8	혁신저항 → 도입의도	-0.270	-0.224	2.491*	2.833*
H1-1	기술요인 → 성과기대 → 도입의도	0.169	0.196	1.489	2.949*
H2-1	기술요인 → 노력기대 → 도입의도	-0.049	0.037	0.544	0.674
H3-1	지각된위험 → 혁신저항 → 도입의도	-0.057	-0.084	1.126	2.100*

[표 4-33] 다중집단분석(MGA) 결과를 통한 자가센터와 임차센터의 두 집단 간 경로계수의 차이를 검증한 결과를 보면, 경로계수의 차이에서는 총 11개 경로 모두 기각되어 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 없음을 확인하였다.

[표 4-33] 센터소유주체 집단의 경로계수 차이 검증 결과

가설	경로	경로계수 차이	t값 차이	p-값 원본 단측	새로운 p-값	결과
H1	기술요인 → 성과기대	0.030	-0.035	0.589	0.822	기각
H2	기술요인 → 노력기대	0.056	0.346	0.677	0.646	기각
H3	지각된위험 → 혁신저항	-0.167	-2.440	0.165	0.329	기각
H4	조직요인 → 도입의도	-0.228	-2.199	0.158	0.317	기각
H5	환경요인 → 도입의도	0.257	1.443	0.887	0.227	기각
H6	성과기대 → 도입의도	-0.061	-1.949	0.368	0.736	기각
H7	노력기대 → 도입의도	-0.177	-0.148	0.198	0.397	기각

H8	혁신저항 → 도입의도	-0.047	-0.342	0.364	0.727	기각
H1-1	기술요인 → 성과기대 → 도입의도	-0.027	-1.460	0.598	0.805	기각
H2-1	기술요인 → 노력기대 → 도입의도	-0.086	-0.130	0.800	0.400	기각
H3-1	지각된위험 → 혁신저항 → 도입의도	0.027	-0.974	0.313	0.626	기각

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

가설 H10(스마트 물류센터 도입의도에 있어 물류센터 소유에 따라 차이가 있을 것이다.)은 차이가 없음을 확인하였다.

4.5.3.3 다중집단분석 : 2천평이하 센터 vs 2천평이상 센터

집단을 기업유형에 따라 ‘2천평이하 센터’과 ‘2천평이상 센터’으로 분류하면 표본수가 2천평이하 센터 77개, 2천평이상 센터 55개로, 동일한 측정문항, 동일한 데이터처리, 동일한 모델 알고리즘의 사용을 통하여 형태적 동일성을 확보하였다. SmartPLS의 MICOM을 실행으로 Step II(구성적 동일성)를 검증하여 보면 [표 4-34]와 같이 두 집단의 합성변수 점수 간의 상관관계 c보다 5% 분위수 값이 작거나 같으므로 구성적 동일성이 성립되었다.

[표 4-34] 센터규모별 집단의 구성적 동일성 검증 결과

	상관관계(c)	신뢰구간(5%)	검증 결과
기술요인	1.000	1.000	적합
노력기대	1.000	1.000	적합
도입의도	1.000	1.000	적합
성과기대	1.000	1.000	적합
조직요인	1.000	1.000	적합
지각된위험	1.000	1.000	적합
혁신저항	1.000	1.000	적합
환경요인	1.000	1.000	적합

StepⅢ(합성변수의 평균 및 분산의 동일성)은 [표 4-35]에서 보여주는 바와 같이 모든 잠재변수에서 두 집단의 분산값 차이가 95% 신뢰구간 범위 내에 있어 분산의 동일성은 성립되었으나, 잠재변수 모두 두 집단의 평균값 차이가 95% 신뢰구간 범위 내에 있어 평균의 동일성은 성립되었다. 따라서, Step I(형태적 동일성)과 Step II(구성적 동일성), StepⅢ(합성변수의 평균 및 분산의 동일성)는 모두 성립되어 측정 동일성이 확보됨에 따라 다중집단분석을 실시 할 수가 있다.

[표 4-35] 센터규모별 집단의 평균과 분산의 동일성 검증 결과

잠재변수	평균 동일성			검증 결과	분산 동일성			검증 결과
	평균값 차이	95%신뢰구간			분산값 차이	95%신뢰구간		
		2.5%	97.5%			2.5%	97.5%	
기술요인	0.105	-0.371	0.359	적합	0.490	-0.481	0.532	적합
노력기대	0.102	-0.346	0.348	적합	-0.338	-0.546	0.585	적합
도입의도	-0.263	-0.362	0.360	적합	0.494	-0.612	0.640	적합
성과기대	-0.207	-0.345	0.357	적합	0.227	-0.484	0.543	적합
조직요인	-0.085	-0.371	0.332	적합	-0.068	-0.430	0.452	적합
지각된위험	-0.129	-0.351	0.339	적합	0.033	-0.402	0.459	적합
혁신저항	0.001	-0.360	0.343	적합	0.267	-0.392	0.429	적합
환경요인	-0.066	-0.384	0.316	적합	-0.129	-0.508	0.508	적합

[표 4-36] 부트스트래핑 결과를 보면, 집단 간 유의성은 2천평이하는 8개 채택(72.7%), 2천평이상은 7개 채택(63.6%)으로 2천평이하 물류센터가 유의성이 많은 것으로 확인되었다.

[표 4-36] 센터규모별 집단 차이 부트스트래핑 결과

가설	경로	경로계수	t값
----	----	------	----

		2천평 이하	2천평 이상	2천평 이하	2천평 이상
H1	기술요인 → 성과기대	0.611	0.600	6.405***	7.038***
H2	기술요인 → 노력기대	0.594	0.325	7.287***	3.220**
H3	지각된위험 → 혁신저항	0.252	0.353	2.078*	3.209**
H4	조직요인 → 도입의도	0.347	0.403	3.535***	2.642*
H5	환경요인 → 도입의도	0.271	0.060	2.487*	0.342
H6	성과기대 → 도입의도	0.366	0.250	3.601***	2.117*
H7	노력기대 → 도입의도	-0.04	0.048	0.365	0.328
H8	혁신저항 → 도입의도	-0.159	-0.376	2.542*	3.566**
H1-1	기술요인 → 성과기대 → 도입의도	0.224	0.150	2.999*	1.921
H2-1	기술요인 → 노력기대 → 도입의도	-0.024	0.016	0.368	0.306
H3-1	지각된위험 → 혁신저항 → 도입의도	-0.040	-0.133	1.440	2.218*

[표 4-37]은 다중집단분석(MGA) 결과를 통한 2천평이하 센터와 2천평이상 센터의 두 집단 간 경로계수의 차이를 검증한 결과를 나타내며, 경로계수의 차이에서는 「기술요인→노력기대」만이 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. [표 4-36] 「기술요인→노력기대」 경로에서 2천평이하 물류센터($\beta = .594$)가 2천평이상 물류센터($\beta = .325$) 보다 경로계수가 더 강함을 보여준다.

[표 4-37] 센터규모별 집단의 경로계수 차이 검증 결과

가설	경로	경로계수 차이	t값 차이	p-값 원본 단측	새로운 p-값	결과
H1	기술요인 → 성과기대	0.011	-0.633	0.459	0.919	기각
H2	기술요인 → 노력기대	0.269	4.067	0.019	0.038	채택
H3	지각된위험 → 혁신저항	-0.101	-1.131	0.729	0.543	기각
H4	조직요인 → 도입의도	-0.056	0.893	0.630	0.741	기각
H5	환경요인 → 도입의도	0.211	2.145	0.151	0.302	기각
H6	성과기대 → 도입의도	0.116	1.484	0.228	0.455	기각

H7	노력기대 → 도입의도	-0.088	0.037	0.689	0.623	기각
H8	혁신저항 → 도입의도	0.217	-1.024	0.036	0.073	기각
H1-1	기술요인 → 성과기대 → 도입의도	0.074	1.078	0.249	0.498	기각
H2-1	기술요인 → 노력기대 → 도입의도	-0.040	0.062	0.688	0.625	기각
H3-1	지각된위험 → 혁신저항 → 도입의도	0.093	-0.778	0.068	0.137	기각

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

가설 H11(스마트 물류센터 도입의도에 있어 물류센터 규모에 따라 차이가 있을 것이다.)은 1개 경로 「기술요인→노력기대」에 차이가 있음을 확인하였다.

위 분석들을 토대로 연구가설 결과를 정리하면 [표 4-38]와 같다.

[표 4-38] 연구가설 결과 요약

가설	연구가설 내용	결과
H1	기술요인은 성과기대에 정(+)의 영향을 미칠 것이다. H1-1 : 기술요인은 도입의도에 미치는 영향관계에 있어서 성과기대는 매개역할을 할 것이다.	채택 채택
H2	기술요인은 노력기대에 정(+)의 영향을 미칠 것이다. H2-1 : 기술요인은 도입의도에 미치는 영향관계에 있어서 노력기대는 매개역할을 할 것이다.	부분채택 기각
H3	지각된 위험은 혁신저항에 정(+)의 영향을 미칠 것이다. H3-1 : 지각된 위험은 도입의도에 미치는 영향관계에 있어서 혁신저항은 매개역할을 할 것이다.	채택 채택
H4	조직요인은 도입의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H5	환경요인은 도입의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H6	성과기대는 도입의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H7	노력기대는 도입의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	기각
H8	혁신저항은 도입의도에 부(-)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H9	스마트 물류센터 도입의도에 있어 기업유형(물류기업vs유통기업)에 따라 차이가 있을 것이다.	1개경로 차이
H10	스마트 물류센터 도입의도에 있어 물류센터 소유(자가vs임차)에 따라 차이가 있을 것이다.	차이없음
H11	스마트 물류센터 도입의도에 있어 물류센터 규모(2천평이하 vs2천평이상)에 따라 차이가 있을 것이다.	1개경로 차이

4.5.4 IPMA 분석

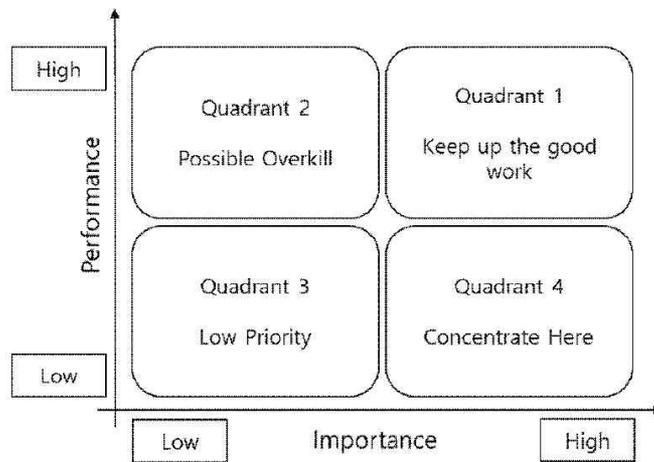
Martilla, & James(1977)가 처음 소개한 중요도-성과 맵 분석(Importance-performance map analysis; IPMA)는 핵심변수가 향상되도록 강조해야 하는 변수가 무엇인지를 탐색하는데 유용하다. 중요도-성과 맵 분석(IPMA)은 잠재변수 점수를 이용하여 기본적인 PLS-SEM 결과의 발견점을 확장하는데 유용하다(Fornell et al., 1996; Hock et al., 2010; 박성수, 2019).

4.5.4.1 IPMA 개념과 전략

SmartPLS의 중요도-성과 맵 분석(Importance-performance map analysis; IPMA)를 통하여 분석하였다. PLS-SEM의 핵심특징은 잠재변수 점수가 추출된다는 것이다. IPMA는 핵심 표적 잠재변수가 되는 내생 잠재변수의 측면에서 경영활동의 향상을 위해 강조해야 하는 부분을 나타내도록 구조모델의 총효과(중요도)와 잠재변수 점수(성과)를 비교한다. 각 잠재변수들의 총효과는 경영성과 극대화를 위한 상대적 중요도를 나타내며 각 잠재변수들의 성과 점수는 각기 다르게 측정된 결과물 사이의 비교를 위해 0에서 100까지의 성과지표로 재산출된 성과수준이 된다. 이 분석을 통해 상대적으로 높은 중요도와 낮은 성과의 요소들을 확인할 수 있으며 이들은 조직의 마케팅 혹은 관리적 활동에 의해 향상되어야 하는 주된 것들이다(Hock et al., 2010; 이제향, 2015).

중요성-성과 맵 분석은 조직의 제품 또는 서비스에 대한 고객 만족도를 분석하는 방법으로 제안되었다(Martilla et al., 1977). 그 이후 IPMA방법은 관리와 해석이 용이해 교육, 관광, 정부, 소매점 및 은행 서비스 등의 여러 산업 분야의 의사결정 도구로 광범위하게 사용되어 왔다(Lai et al., 2015).

IPMA는 결과에 영향을 미치는 속성의 중요도(Importance)를 x축, 성능(Performance)을 y축으로 표시하는 2차원 차트로 나타낸다. 모든 속성의 성능과 중요도의 평균 또는 중앙값으로 행렬을 [그림 4-13]과 같이 사분면으로 나눈다(Hosseini et al., 2014). 각 분면의 특징과 관리전략은 다음과 같다.



<출처> 박성수(2019) 인용

[그림 4-13] IPMA 사분면과 의사결정 전략

1사분면 (중요도가 높고 성능이 높음) : 이 사분면에 위치한 속성은 경쟁 우위를 달성하거나 유지할 수 있는 기회를 나타낸다. 이 속성들은 적극적으로 유지되거나 강조되어야 하는 주요 강점을 의미한다. 이 사분면의 속성에 대한 관리전략은 "좋은 일을 계속(Keep up the good work)"하는 것이다(박성수, 2019).

2사분면 (중요도 낮음 및 성능 높음) : 이 사분면의 속성은 사소한 장점으로, 비즈니스 자원이 과도하게 사용되어 다른 속성에 분산되어야 하는 것을 의미한다. 이 사분면의 관리전략은 "가능한 과잉살상(Possible Overkill)"이다(박성수, 2019).

3사분면 (중요도 낮음 및 낮은 성능) : 이 범주에 속하는 속성은 사소한

약점으로 추가적인 지원이나 개선이 필요하지 않다. 따라서 의사결정 시 이러한 속성들은 자원 배분에서 우선 순위를 낮추는 것이다. 이 사분면의 관리전략은 "낮은 우선 순위(Low Priority)"이다(박성수, 2019).

4사분면 (중요도가 높고 성능이 낮음) : 이 사분면은 고객이 눈에 띄는 영역에서 고객이 인식하는 수준의 성능을 만족시키지 못했기 때문에 가장 중요한 범주이다. 이 사분면의 속성은 개선을 위해 즉시 주의를 기울여야 하는 주요 약점으로, 이곳의 관리전략은 “여기에 집중(Concentrate Here)”하는 것이다(박성수, 2019).

사분면에 위치한 속성에 따른 전략을 정리해 보면 [표 4-39]와 같다.

[표 4-39] IPMA 분석에 의한 사분면별 전략

단면	전략
I 사분면	유지강화
II 사분면	지속관리
III 사분면	점진개선
IV 사분면	집중개선

〈출처〉 김민철(2019) 인용

4.5.4.2 중요도-성과 분석(전체)

본 절에서는 스마트 물류센터 도입의도에 있어서 중요 변수가 무엇이며 성과 수준이 얼마인지를 SmartPLS의 중요도-성과 맵 분석(IPMA)를 통하여 분석하였다. PLS-SEM의 핵심특징은 잠재변수 점수가 추출된다는 것이다. IPMA는 핵심표적 잠재변수가 되는 내생 잠재변수의 측면에서 도입의도를 강조해야 하는 부분을 나타내도록 구조모델의 총효과 중요도와 잠재변수 점수 성과를 비교한다. 각 잠재변수들의 총효과는 도입의도를 위한 상대적 중요도를 나타내며 각 잠재변수들의 성과 점수는 각기 다르게 측정된 결과물 사이

의 비교를 위해 0~100까지의 성과지표로 재산출된 성과수준이 된다(Hock et al., 2010). 이 분석을 통해 상대적으로 높은 중요도와 낮은 성과의 요소들을 확인할 수 있으며 이들은 조직의 추진전략 혹은 관리적 활동에 의해 향상되어야 하는 주된 것들이다(이제향, 2016). [표 4-40]은 IPMA를 실행한 결과이다.

[표 4-40] 도입의도에 대한 잠재변수 IPMA 결과

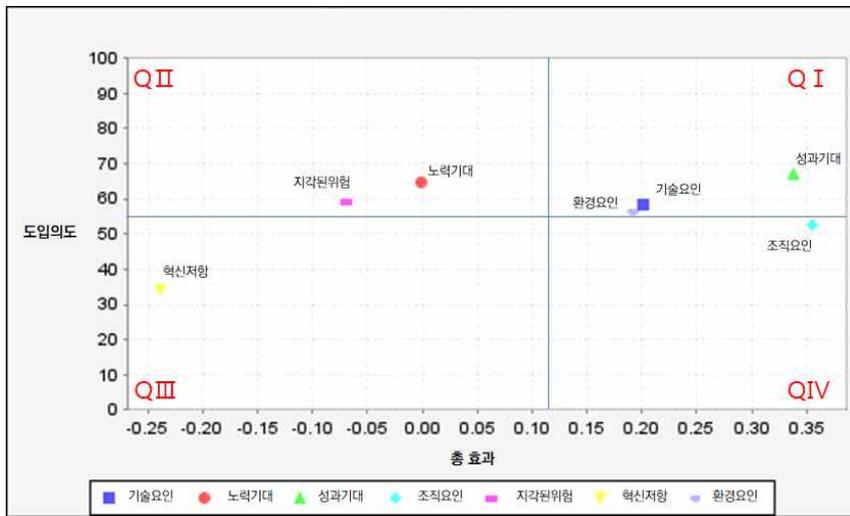
2차요인 (second-order)	중요도 (총효과)	성과 (도입의도)	1차요인 (first-order)	중요도 (총효과)	성과 (도입의도)
기술요인	0.201	58.54	상대적이점	0.194	83.92
			호환성	0.058	70.11
			복잡성	-0.047	43.84
지각된위험	-0.069	59.06	경제적위험	0.001	64.42
			성능위험	-0.057	63.08
조직요인	0.356	52.74	경영충지원	0.242	66.05
			재무적준비	-0.117	50.47
			조직역량	0.145	49.70
환경요인	0.192	56.46	경쟁압박	0.237	65.87
			정부지원	0.022	51.88
성과기대	0.338	67.37	성과기대	0.399	79.83
노력기대	-0.001	64.91	노력기대	0.021	64.91
혁신저항	-0.238	34.35	혁신저항	-0.156	34.45

스마트 물류센터 도입의도에 가장 중요한 잠재변수는 2차요인 관점에서는 조직요인(0.356)이며, 성과기대(0.338), 기술요인(0.201)이 중요 잠재변수로 나타났다. 한편 혁신저항(-0.238)는 낮은 중요성을 갖는 것으로 나타났다. 즉 기업에서는 스마트 물류 기술 도입을 위해서 ‘조직요인, 성과기대, 기술요인’ 등을 적극적으로 관리하여야 한다. 성과에서는 성과기대(67.37)가 가장 높은 것으로 확인되었다.

보다 자세하게 1차요인 관점에서의 중요도-성과를 확인해보면, 성과기대

(0.399), 경영충지원(0.242). 경쟁압박(0.237)이 중요한 잠재변수로 확인되었으며, 성과에서는 상대적이점(83.92)로 가장 높은 것으로 확인되었다.

[표 4-40] IMPA 결과표를 활용하여 중요도-성과도 맵을 만들 수 있게 된다. 각 변수들에 대한 중요도와 성과를 2차원 선에 놓게 되는데, 여기서 X축은 도입의도에 있어 잠재변수 중요도를 나타내고 있으며, 우측으로 갈수록 그 중요도는 높은 것이다. 그리고 Y축은 도입의도의 성과 수준을 보여준다. 이를 [그림 4-14]와 같이 중요도-성과 맵으로 표현하면 다음과 같다.



[그림 4-14] 2차요인에서의 도입의도에 대한 IPMA

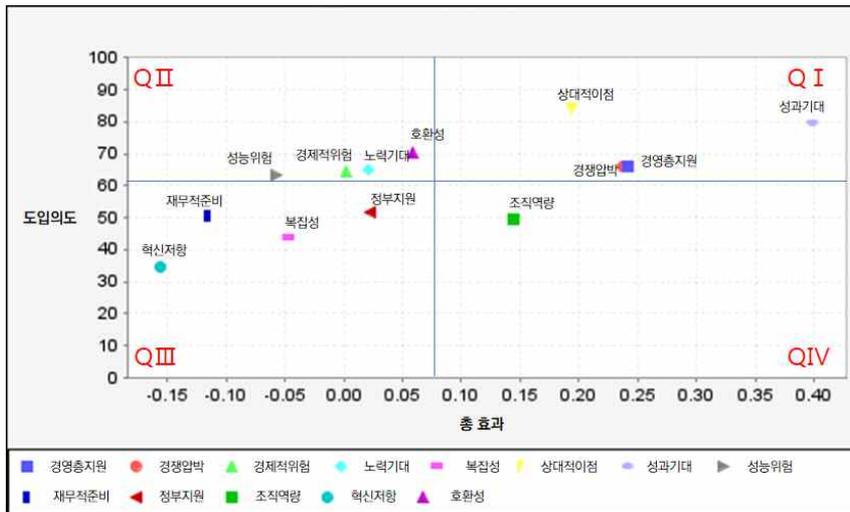
각 변수들의 결과값의 평균 X축(0.111), Y축(56.204)을 중심으로 4사분면으로 나누고, [그림 4-13]와 같이 각 분면의 특징과 관리전략을 응용해 보면, 먼저 1사분면(오른쪽 위에 위치함)은 중요성과 성과가 모두 높은 것으로 ‘유지강화’ 전략으로 추진하면 된다. 1사분면에 해당하는 변수는 ‘성과기대, 기술요인, 환경요인’ 3개가 해당된다. 2사분면(왼쪽 위에 위치함)은 중요성은 낮으나 성과가 높은 것으로 ‘지속관리’ 전략으로 추진하면 된다. 2사분면에 해당하는 변수는 ‘노력기대, 지각된위험’ 2개가 해당된다. 3사분면(왼쪽 아래에 위

치한)은 중요성과 성과가 모두 낮은 것으로 ‘점진개선’ 전략으로 추진하면 된다. 3사분면에 해당하는 변수는 ‘혁신저항’ 1개가 해당된다. 4사분면(오른쪽 아래에 위치한)은 중요성은 높으나 성과가 낮은 것으로 ‘집중개선’ 전략으로 추진하면 된다. 4사분면에 해당하는 변수는 ‘조직요인’ 1개가 해당된다.

IMPA에서 가장 의미가 있는 결과는 4사분면(오른쪽 아래에 위치한)에 놓여있는 변수이다. 4사분면은 표적 구성개념에 대해서 높은 중요도(영향력)을 보여주나, 낮은 수준의 성과를 보여주게 되어 잠재적으로 높게 개선할 여지내지 잠재성이 높다고 해석할 수 있다.

분석결과를 정리해 보면, 2차요인에서의 ‘도입의도’에 중요한 잠재변수는 ‘조직요인, 성과기대, 기술요인’ 순이며, 1사분면에 위치한 ‘성과기대, 기술요인, 환경요인’ 이 중요하면서 성과도 높은 것으로 확인되었으며, 4사분면에 위치한 ‘조직요인’를 집중적으로 개선해야 함을 알 수 있다.

다음, 1차요인에서의 IPMA은 [그림 4-15]와 같다.



[그림 4-15] 1차요인에서의 도입의도에 대한 IPMA

각 변수들의 결과값의 평균 X축(0.072), Y축(60.655)을 중심으로 4사분면으로 나누고, 각 분면의 특징과 관리전략을 응용해 보면, 먼저 1사분면(오른쪽 위에 위치한)은 중요성과 성과가 모두 높은 것으로 ‘유지강화’ 전략으로 추진하면 된다. 1사분면에 해당하는 변수는 ‘성과기대, 경영충지원, 경쟁압박, 상대적이점’ 4개가 해당된다. 2사분면(왼쪽 위에 위치한)은 중요성은 낮으나 성과가 높은 것으로 ‘지속관리’ 전략으로 추진하면 된다. 2사분면에 해당하는 변수는 ‘호환성, 노력기대, 경제적위험, 성능위험’ 4개가 해당된다. 3사분면(왼쪽 아래에 위치한)은 중요성과 성과가 모두 낮은 것으로 ‘점진개선’ 전략으로 추진하면 된다. 3사분면에 해당하는 변수는 ‘정부지원, 복잡성, 재무적준비, 혁신저항’ 4개가 해당된다. 4사분면(오른쪽 아래에 위치한)은 중요성은 높으나 성과가 낮은 것으로 ‘집중개선’ 전략으로 추진하면 된다. 4사분면에 해당하는 변수는 ‘조직역량’ 1개가 해당된다.

분석결과를 정리해 보면, 1차요인에서의 ‘도입의도’에 중요한 잠재변수는 ‘성과기대, 경영충지원, 경쟁압박’ 순이며, 1사분면에 위치한 ‘성과기대, 상대적이점, 경영충지원, 경쟁압박’ 이 중요하면서 성과도 높은 것으로 확인되었으며, 4사분면에 위치한 ‘조직역량’을 집중적으로 개선해야 함을 알 수 있다.

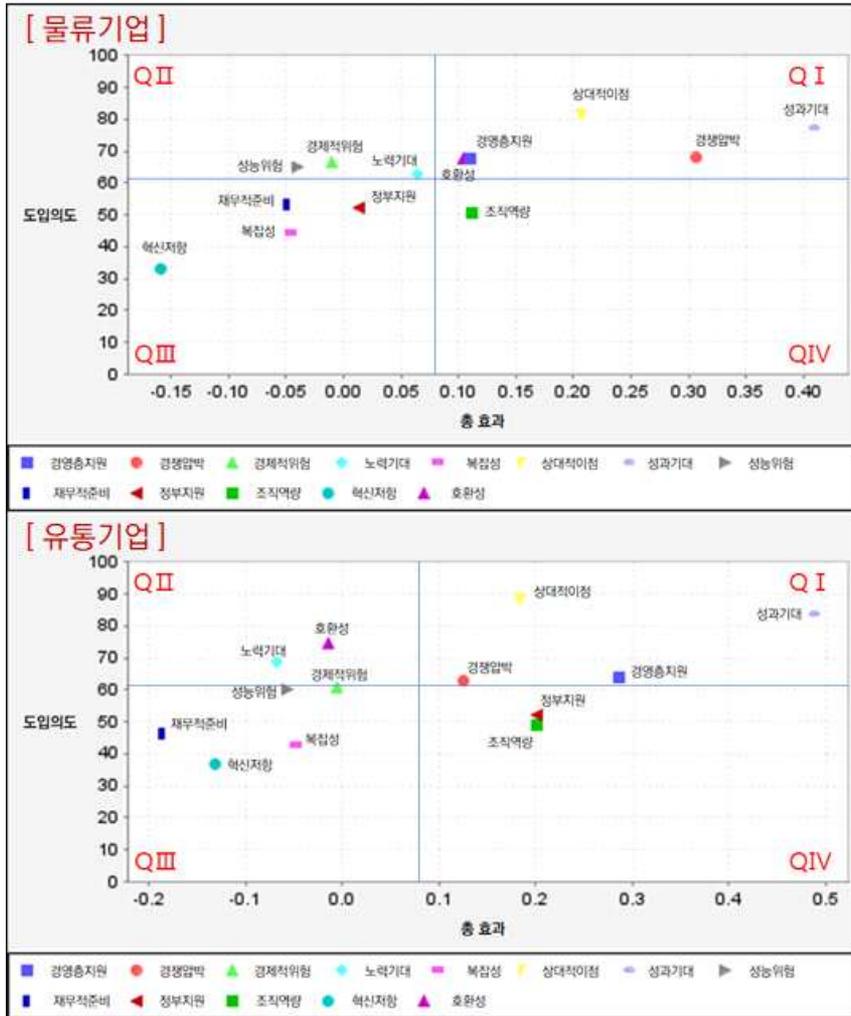
4.5.4.3 중요도-성과 분석(그룹비교)

앞 절 다중집단분석(MGA)에 집단간 차이를 확인하였던, 기업유형(물류기업 vs 유통기업)과 물류센터규모(2천평이하 vs 2천평이상)를 대상으로 IPMA 비교를 통해서 집단별로 중요도-성과를 확인하고 집중개선 요인이 무엇인지 도출하고자 한다.

먼저, 기업유형에서는 [표 4-41]와 [그림 4-16]와 같이 집중개선 대상인 4분면에 위치한 변수는 물류기업에서는 ‘조직역량’이 1개이었으나, 유통기업에서는 ‘조직역량’, ‘정부지원’ 2개로 확인되었다.

[표 4-41] IPMA 분석 - 기업유형 집단비교

변수	물류기업		유통기업	
	중요도 (총효과)	성과 (도입의도)	중요도 (총효과)	성과 (도입의도)
상대적이점	0.207	81.200	0.184	88.451
호환성	0.104	67.494	-0.014	74.350
복잡성	-0.046	44.444	-0.049	42.748
경제적위험	-0.010	66.529	-0.005	60.924
성능위험	-0.040	65.190	-0.057	60.021
경영충지원	0.111	67.504	0.287	63.754
재무적준비	-0.050	53.277	-0.187	46.203
조직역량	0.112	50.318	0.202	48.911
경쟁압박	0.307	67.878	0.126	62.765
정부지원	0.014	52.382	0.201	51.938
성과기대	0.410	77.260	0.489	83.781
노력기대	0.065	62.678	-0.068	68.662
혁신저항	-0.159	33.126	-0.132	36.880

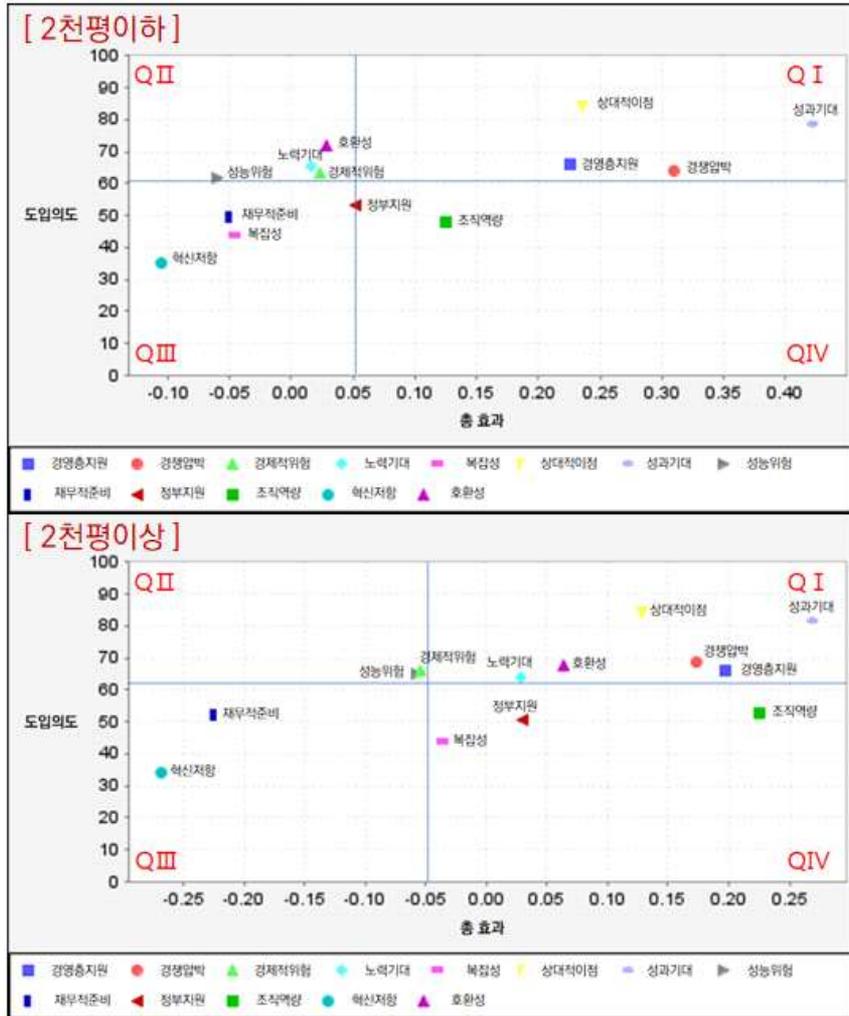


[그림 4-16] 기업유형에 따른 IPMA 비교

다음 물류센터 규모에서는, [표 4-42]와 [그림 4-17]와 같이 집중개선 대상인 4분면에 위치한 변수는 2천평이하에서는 ‘조직역량’, ‘정부지원’이 2개이었으나, 2천평이상에서는 ‘조직역량’, ‘정부지원’, ‘복잡성’ 3개로 확인되었다.

[표 4-42] IPMA 분석 - 센터규모 집단비교

변수	2천평이하		2천평이상	
	중요도 (총효과)	성과 (도입의도)	중요도 (총효과)	성과 (도입의도)
상대적이점	0.235	83.873	0.129	83.97
호환성	0.028	71.763	0.064	67.60
복잡성	-0.046	43.857	-0.037	43.75
경제적위험	0.023	63.080	-0.054	65.94
성능위험	-0.060	61.567	-0.058	65.17
경영충지원	0.225	66.223	0.197	65.96
재무적준비	-0.052	49.608	-0.226	52.07
조직역량	0.125	47.765	0.225	52.80
경쟁압박	0.309	64.068	0.173	68.44
정부지원	0.052	52.998	0.030	50.68
성과기대	0.422	78.631	0.270	81.58
노력기대	0.015	65.248	0.029	63.88
혁신저항	-0.105	34.989	-0.268	34.19



[그림 4-17] 물류센터 규모에 따른 IPMA 비교

V. 결론

5.1 연구결과 요약

본 연구는 물류 산업에 스마트 물류센터라는 신기술 적용을 가정하고, 물류센터를 운영하는 물류 및 유통기업을 대상으로 실증분석을 통해 스마트 물류 기술에 인지된 개인 속성(성과기대, 노력기대, 혁신저항) 및 도입의도에 영향을 주는 요인들을 밝히고자 하였다. 연구모형을 구성하는 요인 중 독립변수로는 TOE framework과 혁신확산이론(DOI), 지각된 위험(TPR), 통합기술수용이론(UTAUT)의 선행연구를 바탕으로 상대적이점, 호환성, 복잡성, 경영층 지원, 재무 준비성, 조직역량, 경쟁압박, 정부지원, 경제적 위험, 성능 위험의 총 10개 변수를 채택하여 기술요인, 조직요인, 환경요인, 지각된 위험요인의 4개의 2차요인(second-order)을 계층화하여 분석하였다.

본 연구를 위한 데이터의 수준은 설문조사로 실시하였으며, 설문은 인구통계학적 정보 포함 총 67개 문항이며, 설문지는 전문 리서치 회사와 물류소식지 기관을 통해 물류관련 종사자를 대상으로 1,253부가 배포되어 142부가 회수 되었고 그 중 132부가 유효 설문으로 채택되어 검증에 위한 데이터로 활용되었다. 설문 데이터의 신뢰성과 타당성을 확보하기 위하여 SPSS 22.0을 이용하여 빈도 및 기초 통계, 신뢰성과 요인분석을 실시하였으며, SmartPLS 3.0을 이용하여 측정변수들의 내적 일관성 신뢰도, 집중 타당성, 판별 타당도를 실시하고 연구모형 적합도 등의 확보를 통해 가설(직접효과, 매개효과)를 검증하고 다중집단분석(MGA)을 실시하였다. 이 연구의 총 11개의 가설 중 9개가 채택되었다.

5.1.1 가설검증 결과 및 의미

먼저 전체 모형에서는 총 8개(H1~H8)의 가설 중 8개의 가설이 채택되었고 1개의 가설이 기각되었다.

첫째, 매개변수인 성과기대, 노력기대, 혁신저항 중 성과기대가 도입의도에 미치는 영향(가설 H6)에 대해서는 $\beta = .338$, $p < .001$ 로 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 혁신저항이 도입의도에 미치는 영향(가설 H8)에 대해서는 $\beta = -.238$, $p < .001$ 로 부(-)의 영향을 미치는 것으로 나타나 통계적으로 유의미한 영향을 확인하였다. 그러나 노력기대가 도입의도에 미치는 영향(가설 H7)에 대해서는 $\beta = -.001$, $p > .05$ 로 유의미한 영향을 미치지 못하는 것으로 나왔다. 이는 스마트 물류 기술이 조직과 업무 성과를 향상시키는데 도움이 준다고 믿는다는 점이며(가설 H6), 또한 새로운 기술에 대한 불확실성과 의구심이 드는 부정적인 심리가(가설 H8) 스마트 물류 기술 도입에 결정된다는 의미이다. 반면, 노력기대(가설 H7)는 통계적으로 유의미한 영향을 못 미치는 것으로 나타났다. 이는 새로운 기술을 배우고 익히는 데는 어려움이 있을 것이라는 부정적인 생각을 더 강하게 느낀다고 해석된다. 조용원(2019)의 연구에서 디지털 트윈 기술특성이 제품 개발, 제품 설계 엔지니어들이 디지털 트윈 기술을 배우고 사용하는 것이 쉽지 않을 수 있다고 여기는 결과와 일치하며, 최성수(2018)의 드론, 홍은표(2018)의 무인자동차, 김성영(2018)의 블록체인, 김광직(2019)의 Software Defined Networking 등의 연구 결과와도 일치한다.

둘째, 기술의 특성(상대적이점, 호환성, 복잡성)가 성과기대에 미치는 영향(가설 H1)에 대해서는 $\beta = .597$, $p < .001$ 이고, 기술 특성이 노력기대에 미치는 영향(가설 H2)에 대해서는 $\beta = .478$, $p < .001$ 로 모두 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타나 통계적으로 유의미한 영향을 확인하였다. 이는 기술의 특성이 성과기대에 영향을 미친다는 것(가설 H1)은 스마트 물류 기술이 기존보다 업무 효율성을 증진시키고 기존 시스템에 쉽게 전환되며 복잡하지 않을 것이라고 인지한다는 것으로 업무 성과를 향상시키는데 도움이 될 거라는 기대를 의미한다. 또한 기술 특성이 노력기대에 영향을 미친다는 것(가설 H2)은 기

술을 사용함에 있어 쉽고 용이할 것이라고 기대하고 있음을 의미한다. 즉 물류 신기술에 대한 기대가 긍정적인 영향을 주는 것으로 판단된다.

매개 효과에 있어서는 「기술요인→성과기대→도입의도」(가설 H1-1) 경로에서는 $\beta = .202$, $p < .001$ 로 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타나 지지되었다. 반면, 「기술요인→노력기대→도입의도」(가설 H2-1) 경로에서는 $\beta = -.001$, $p > .05$ 로 통계적으로 유의미하지 않아 지지되지 않았다. 이는 사용의 용이성이 향상되더라도 도입의도가 높아지지 않는다는 것으로 가설 H2-1은 지지하지 않음을 의미한다. 김성영(2018)은 블록체인의 기술이 사용하기 편리하고 쉽다고 하더라도 현재 사용하는 물류시스템이 불편함이 없는 상황에서 새롭게 편리한 기술이라고 하더라도 수용하려고 하는 의도에는 직접적인 영향이 없다는 연구결과와도 일치한다. 사용에 있어서도 익숙해지기까지는 많은 노력과 시간이 필요하다고 판단할 수 있다(Venkatesh et al., 2003).

셋째, 지각된 위험의 특성(경제적 위험, 성능 위험)이 혁신저항에 미치는 영향(가설 H3)에 대해서는 $\beta = .290$, $p < .001$ 로 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타나 통계적으로 유의미한 영향이 확인되었다.

매개 효과에 있어서는 「지각된 위험→혁신저항→도입의도」(가설 H3-1)는 $\beta = -.069$, $p < .05$ 로 부(-)의 영향을 미치는 것으로 나타나 지지되었다.

넷째, 조직 특성(경영층 지원, 재무적 준비, 조직 역량)이 도입의도에 미치는 영향(가설 H4)에 대해서는 $\beta = .356$, $p < .001$ 로 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타나 통계적으로 유의미한 영향을 확인하였다.

다섯째, 환경 특성(경쟁압박, 정부지원)이 도입의도에 미치는 영향(가설 H5)에 대해서는 $\beta = .192$, $p < .05$ 로 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타나 통계적으로 유의미한 영향을 확인하였다.

종합해보면, 스마트 물류센터 도입 시 기업 특성인 기술요인, 조직요인, 환경요인, 지각된 위험 뿐만 아니라 개인 특성인 성과기대, 노력기대, 혁신저항 등의 검토가 필요하다.

5.1.2 그룹 간 비교분석 결과 및 의미

그룹 간 비교에서는 기업유형(가설 H9), 물류센터 소유주체(가설 H10), 물류센터 규모(가설 H11)에 따른 집단 간 차이(이질성)를 확인하였다.

첫째, 기업유형(가설 H9)에서는 물류센터를 운영하는 물류기업을 집단1로, 물류센터를 운영하는 운영하는 유통기업을 집단2로 설정하여 비교를 진행하였는데 11개 가설 중 1개 가설에서 그룹 간 차이가 나타났다. 가설 H1 「기술요인→성과기대」(경로계수 차이 $\beta = .309$, $p < .05$)만이 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 물류기업($\beta = .670$)이 유통기업($\beta = .361$)보다 경로계수가 더 강함을 보여준다. 이는 물류기업은 기술 특성(상대적이점, 호환성, 복잡성)이 업무에 도움이 될거라는 믿음인 성과기대에 더 영향을 주는 결과로 해석할 수 있다. 이에 물류기업에 도입 유도를 위해서는 스마트 물류센터 도입 시 조직 및 개인의 성과를 강조하여 제시할 필요가 있다.

둘째, 물류센터 소유 주체(가설 H10)에서는 물류센터 소유가 자가인 경우 집단1로, 소유가 임차인 경우 집단2로 설정하여 비교를 진행하였는데 11개 가설 중 모두 그룹 간 차이가 나타나지 않았다. 스마트 물류센터는 대단위의 첨단 장치와 다양한 설비를 갖추어야 함에 물류센터를 임차로 사용하는 기업의 경우 차후 사업종료 및 변경 시 원상복구를 해야 한다는 여건 때문에 도입을 꺼려하거나 다를 것이라는 가설을 기각하였다. 이는 물류센터의 소유 주체가 자가이던 임차이던 도입의도에 고려되지 않는다고 해석할 수 있다.

셋째, 물류센터 규모(가설 H11)에서는 2천평이하인 경우 집단1로, 2천평이상인 경우 집단2로 설정하여 비교를 진행하였는데 11개 가설 중 1가지 가설에서 그룹 간 차이가 나타났다. 가설 H2 「기술요인→노력기대」(경로계수 차이 $\beta = .269$, $p < .05$)만이 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 2천평이하 물류센터($\beta = .594$)가 2천평이상 물류센터($\beta = .325$)보다 경로계수가 더 강함을 보여준다. 이는 2천평이하 물류센터가 기술 특성(상대적이점, 호환성, 복잡성)이 사용이 용이할 것이라는 믿음인 노력기대에 더 영향을 주는 결과로 해석할 수 있다. 이에 스마트 물류 기술의 사용의 용이성에 대한 내용을 더 제시할 필요가 있다.

따라서 물류센터 전체를 대상으로 획일적인 접근보다 물류센터 규모, 기업·조직·환경 여건에 따른 도입 단계를 설계하여 점진적인 확대 방안을 모색하여야 할 것이다.

5.1.3 중요도-성과 분석 결과 및 의미

스마트 물류센터 도입 및 도입의도를 향상시키기 위하여 우선 강조해야 하는 요인이 무엇인지를 중요도-성과 분석을 통해 다음과 같은 결과를 확인하였다.

첫째, 2차요인(second-order)에서의 ‘도입의도’에 중요한 잠재변수는 ‘조직요인, 성과기대, 기술요인’ 순이며, 4사분면에 위치한 ‘조직요인’를 집중적으로 개선되어야 함을 알 수 있다. 보다 자세하게는, 1차요인(first-order)에서의 ‘도입의도’에 중요한 잠재변수는 ‘성과기대, 경영충지원, 경쟁압박’ 순이며 4사분면에 위치한 ‘조직역량’를 집중적으로 개선되어야 함을 알 수 있다.

2021년 중소기업 정보화(스마트화) 수준조사 결과에 따르면, 전체 산업군 중에서 ‘운수 및 창고업’이 대기업 대비 중소기업 수준이 33.0%로 가장 격차가 큰 것으로 나타났으며, 영역으로는 프로세스 > 기술 > 조직 순이었으며, 특히 ‘조직’이 대기업 대비 중소기업 수준이 25.3%로 가장 격차가 큰 것으로 나타났다(중소기업기술정보진흥원, 2022). 이는 다른 산업군보다 대기업과 중소기업의 조직 구성 및 역량에 격차가 크다는 의미한다. 따라서 스마트화 추진을 위해서는 다양한 성공사례와 적극적인 홍보를 통해 업무의 확장성, 혁신성에 대한 인식 전환이 필요하며, 전담 조직 구성, 체계적인 교육, 기술 및 인프라 지원 등을 통해 조직 역량을 더욱 강화해야 할 것이다.

둘째, 기업유형별 IPMA 분석에서는 집중개선 대상인 4분면에 위치한 변수는 물류기업에서는 ‘조직역량’이 1개이었으나, 유통기업에서는 ‘조직역량’, ‘정부지원’ 2개로 확인되었다. 조직역량은 공통 요인인 반면 정부지원은 유통기업에는 더 부각되었다. 이는 유통기업이 스마트 물류센터 지원제도를 잘 모르고 있거나 미흡하다 인식하고 있다는 것이다. ‘정부지원’의 측정변수1(정부지원 제도를 잘 안다), 측정항목3(현재 적절하다)의 설문에 7점 중 평균3.9점

인 반면, 측정항목3(도움이 될 것이다) 설문에는 4.5점인 점을 비교하면 정책 지원이 도움을 줄 것이라는 기대 대비 제도의 미흡함을 느끼는 것으로 해석된다.

셋째, 물류센터 규모별 IPMA 분석에서는 집중개선 대상인 4분면에 위치한 변수는 2천평이하에서는 ‘조직역량’, ‘정부지원’이 2개이었으나, 2천평이상에서는 ‘조직역량’, ‘정부지원’, ‘복잡성’ 3개로 확인되었다. 이는 규모가 큰 물류센터 일수록 보다 많은 장비와 시스템이 도입 될 것이며 이에 복잡성이 예상된다 해석할 수 있다. 따라서 사전진단을 통해서 단계별 맞춤 컨설팅, 기술 지원, 교육 등을 제시할 필요가 있다.

5.2 이론적 및 실무적 시사점

본 연구에서는 기업에서 4차 산업의 핵심 기술인 스마트 물류센터 도입의도에 영향을 미치는 요인에 대해 실증적인 연구가 부족한 시점에서 도입의도에 관한 다양한 변수들을 반영하여 연구를 수행함으로써 기업에서 스마트 물류센터 도입을 위한 중요도와 우선순위에 대한 전략과 방향을 제시하였다고 본다. 국내의 물류·유통기업 임직원들을 대상으로 실증분석을 통해 학문적인 발전과 국내 물류산업 혁신에 기여하고자 하였다. 본 연구의 학문적, 시사점을 다음과 같이 제시하였다.

5.2.1 학문적 시사점

본 연구는 국내 중소기업의 스마트 물류센터 도입에 영향을 미치는 요인에 관한 연구로 연구모형 및 가설검증을 통한 연구결과를 기존의 선행연구들과 비교하면 다음과 같은 학문적 시사점을 제공할 수 있다.

첫째, 스마트 물류센터 도입에 관한 국내 첫 연구라는 점이다. 신기술 수용 및 도입의도에 관한 연구는 다양한 분야에서 많은 연구자들에 의해서 연구되고 검증 되어왔다. 스마트공장의 경우에도 2014년 첫 보급제도가 생기면서 계속적으로 많은 연구가 이루어지고 학계 뿐만 아니라 기업 실무나 정책적으로 활용 되어지고 있다. 물류산업에서도 2020년 제5차 국가물류기본계획법의 정책과 2021년 스마트 물류센터 인증제가 시행됨에 스마트 물류센터 도입에 있어 기업의 인식과 영향 요인이 무엇인지 파악하고 스마트 물류센터 확산을 위한 전략과 방향을 제시하였다는 것이다.

둘째, 연구 모델의 확장이다. 기존의 기술수용에 관한 많은 연구 모델에서 모델의 결합을 통해서 TOE(기술-조직-환경) 프레임워크를 독립변수로 UTAUT(통합기술수용이론) 혹은 TAM(기술수용이론) 매개변수로 하는 연구 모델이 활용되어 연구되어지고 있다. 그러나 이 연구에서는 독립변수 TOE(기술-조직-환경 프레임워크)에 TPR(지각된 위험 이론)를 추가하고, 매개변수에 UTAUT(통합기술수용이론) 개인 특성 변인과 혁신저항를 매개로 하는 연구

모형을 개발하여 유의성을 검증하였다. 이러한 연구 모델의 확장과 차별성을 통해서 스마트 물류센터 도입의도에 미치는 다양한 요인을 더욱 효과적으로 검증하였다 할 수 있다.

셋째, 계층적 구성요소 모델(HCM)과 2단계 접근법을 이용하여 고차원 연구 방법을 사용하였다. 많은 잠재변수들을 도출하면서 자칫 복잡하고 어려울 수 있는 연구 모형을 고차원의 확장된 PLS 구조방정식을 적용함으로써 모형의 간결함과 매개효과, 다중집단분석(MGA), 중요도-성과 분석(IPMA) 등 보다 다양한 분석을 수행할 수 있었으며, 단순 가설의 유의성 검증을 넘어 집중 개선되어야 할 요인이 무엇인지 다각도의 전략과 방향을 확인할 수 있었다. 이는 향후 후속 연구들에 활용이 될 수 있을 것으로 기대한다.

5.2.2 실무적 시사점

국내 물류·유통기업의 특성과 환경을 고려하여 기업관점에서의 스마트 물류 기술에 대한 인식과 개인 특성(기대심리와 저항심리)를 매개로 하여 스마트 물류 기술 도입의도와 의 인과관계를 실증적으로 검증하고 그 의미 해석과 실무적인 시사점이 도출되었다.

첫째, 스마트 물류 기술에 대한 기대와 기업의 외부환경과 내부환경이 향상되면 도입의도가 높아지는 것을 확인할 수 있었다. 더불어 물류 내부적 환경과 외부적 환경의 개선을 통하여 신기술이 기존 시스템과 비교해서도 편리하고 성과가 높아지는 것을 확인을 시켜 준다면 기술 도입이 강화될 것임을 시사한다고 할 것이다.

특히 기술 특성에서는 ‘상대적이점’이, 조직 특성에서는 ‘경영충지원’이, 환경 특성에서는 ‘경쟁압박’이 가장 영향력이 있는 것으로 확인되었다. 먼저 환경 특성은 4차 산업혁명과 코로나19로 인한 비대면이 유통물류시장에 큰 변화를 일으켰으며, 이에 대기업의 발빠른 도입과 서비스 확대, 타산업의 물류 사업 진출 등이 현실이 되었다. 이런 상황에서 중소 물류기업도 경쟁에 압박을 강하게 느끼고 있으며 거스를 수 없는 시대적 상황임을 직시하고 경쟁에서 뒤처지지 않기 위해서는 스마트 물류 기술의 절실함을 느낀다는 의미이다.

조직 특성은 경영층에 적극적인 관심과 지원이 바탕이 되어야 한다고 것을 의미하며, 기술 특성에서는 현 시스템보다 상대적으로 이점이 되는 것을 중요하게 생각한다는 것이다. 이는 프로세스, 시스템, 취급품목, 고객사, 핵심서비스 관점에서 현재보다 상대적으로 이점이 되는 기술과 기대성과가 무엇인지 사전진단과 목표를 통해 적합한 기술과 성능을 충분히 검토하고 도입되어야 할 것이다. 특히 중소형 물류기업은 막대한 자금을 들여 최첨단 기술, 자동화 등을 무작정 따라가기보다, 기업의 규모나 취급품목, 프로세스 관점에서 효율을 극대화하는 부문기술이나 반자동 등으로 도입 성과를 확인하는 것이 좋은 예일 것이다. 사업 특성, 기술 특성 등에 맞는 진단을 통해서 단계별 전략을 수립하고 점진적으로 확대하는 방향을 제시한다.

둘째, 기술 특성이 노력기대에 영향을 미친다는 것은 기술을 사용함에 있어 쉽고 용이할 것이라고 기대하고 있음을 의미한다. 즉 물류 신기술에 대한 기대가 긍정적인 영향을 주는 것으로 판단된다. 그러나 노력기대에도 불구하고 새로운 기술을 배우고 익히는데는 어려움이 있을 것이라는 부정적인 생각을 느낀다는 것은 새롭게 도입되는 기술 지식에 대한 이해 부족과 획득한 지식을 업무에 적용하기 위한 능력이 부족한 요인으로 볼 수 있으며, 새로운 지식이 현 업무와 결합되고 적용되기까지 어려움이 있기 때문이라 해석할 수 있다. 따라서 도입 가능한 부분부터 점진적으로 확대를 실시하여 충분한 검증을 거쳐 점진적으로 적용함으로써 스마트 물류 기술 도입이 반드시 필요하고 힘들지 않을 것이라는 확신을 주어야 할 것이다.

셋째, 다중집단분석(MGA)에서는 기업 유형, 물류센터 소유주체, 물류센터 규모에 따라 집단 간 차이가 존재하였으며, 3유형의 집단 분석을 종합해보면 2천평이하의 임차로 운영하는 영세한 물류기업이 요인들의 영향을 많이 받는 것으로 확인되었다. 또한 집단 간 경로계수 차이의 유의성은 부분 존재하였으며, 기업유형에서는 물류기업이 유통기업보다 「기술요인→성과기대」에 더 강하게 영향을, 규모에서는 2천평이하 물류센터가 「기술요인→노력기대」에 더 강한 영향을 받는 것으로 확인되었다. 따라서 스마트 물류 기술 도입 시 물류센터 전체를 대상으로 획일적인 접근보다 물류센터 규모, 기업·조직·환경

여건에 따른 도입 단계를 설계하여 점진적인 확대 방안을 모색하여야 할 것이다.

넷째, 중요도-성과 분석(IPMA)에서는 ‘도입의도’에 중요한 잠재변수는 ‘성과기대, 경영충지원, 경쟁압박’ 순이며, 1사분면에 위치한 ‘성과기대, 상대적이점, 경영충지원, 경쟁압박’ 이 중요하면서 성과도 높은 것으로 확인되었으며, 4사분면에 위치한 ‘조직역량’은 중요하지만 성과가 낮은 것으로 확인되어 집중적으로 개선해야 함을 알 수 있었다. 따라서 기술을 이해하고 실행하고 확산할 전담 조직의 구성이 중요하며, 단계별 교육 체계, 인프라 지원, 변화관리 등 조직 역량을 더욱 강화해야 할 것이다.

로지스틱스 4.0은 물류의 첨단화 시대로 지능화, 자율화 통해 소인화가 실현되는 시대이다. 기술 대체에 따라 현장직 종사자가 로봇, 자동화 설비 등의 장비와 시스템이 대체하거나, 현장직 종사업무의 경우 단기적으로 물동량이 증가할 경우 인력 공급을 통해 해결하지만 이후 프로세스 개선 등 합리화를 통한 생산성 개선으로 인당생산성을 높임에 따라 인력투입의 증가속도가 둔화될 수 있으나, 반면 장비 및 시스템을 개발하고 관리하거나 프로세스 합리화를 주도하는 컨설턴트 등 전문직, 관리직, 사무직 종사자가 일부 증가할 전망이다(서성범 외, 2020). 따라서 앞으로의 인구 감소를 감안 해 본다면, 기존 인력의 역량을 향상시켜 선순환구조를 갖추는 것이 중요할 것이며 이는 기업과 정부가 함께 인력양성사업에 주력해야 한다는 것을 시사한다.

다섯째, 기업유형과 물류센터 규모에 따라 ‘정부지원’, ‘복잡성’ 이 추가 집중 개선 대상으로 확인되었다. 이는 규모가 큰 물류센터일수록 보다 많은 장비와 시스템이 도입 될 것이며 이에 복잡성이 예상된다 해석할 수 있다. 따라서 사전진단을 통해서 단계별 맞춤 컨설팅, 기술 지원, 교육 등을 제시할 필요가 있다. 또한 스마트 물류센터에 투자된 금융대출 금리이자 지원정책은 ‘스마트공장 보급·확산 정책’의 대규모 도입비용, 교육, 기술, 사전진단 컨설팅 지원 등과 비교하면, 영세한 물류기업에 턱없이 부족한 정책이다 할 수 있다. 따라서 스마트 물류센터 확산을 위해서 정부는 도입비용, 세제혜택, 기술지원, 교육, 사전진단 컨설팅 등 제도적 지원을 보다 체계적으로 수립하고 확대할 필요가 있다.

5.3 연구의 한계 및 향후 연구방향

본 연구는 스마트 물류센터 도입의도에 대한 이론적 적용 및 검증을 통하여 학문적·실무적인 시사점을 제공하고 있다는 점에서 의의가 있다. 그러나, 일부 연구의 한계점이 존재한다. 본 연구의 한계점과 향후 과제를 제시하면 다음과 같다.

첫째, 설문조사에 의한 연구의 공통적인 한계점은 표본의 수이다. PLS-SEM는 비교적 적은 표본 수에도 추정계수의 예측력을 극대화하여 높은 통계적 검증력을 가지고 있다. 이 연구의 표본 수는 G*Power 프로그램을 통해 최소표본크기를 확인하고 국내 물류·유통기업 132개 업체를 분석에 사용하였다. 그럼에도 국내 물류·유통산업의 기업 수를 고려한다면 보다 더 많은 표본을 확보할 필요가 있다.

둘째, 산업의 업종, 기업 규모 등으로 집단의 이질성을 확인하였다. 이 뿐만 아니라 스마트 물류센터 스마트 수준, 업력, 조직규모 등 물류산업의 다양한 변수를 활용하여 기술수용에 관한 모형 및 중요 변수를 선정하여야 할 것이며, 집단을 보다 세분화하고 확장함으로써 보다 심층있는 연구를 할 필요가 있다.

셋째, 아직까지는 스마트 물류센터 도입 초기로 성공한 사례를 확인하기에는 어려움이 있다. 향후 스마트 물류센터 연구는 성공사례에 대한 심층적인 사례 연구가 필요하며 도입 후 물류성과 및 경영성과를 검증할 필요가 있다. 따라서 향후 연구에는 이를 반영하여 연구를 수행하는 것이 필요하다.

참 고 문 헌

1. 국내문헌

- 강기현. (2022). 『창고 관리, 택배 포장도 로봇이 '척척'...CJ대한통운, 물류 혁신 속도전』. 보도일자: 2022. 07. 17. <https://www.joongang.co.kr>.
- 고강욱, 안세환, 김영민. (2022). 스마트 물류에서 인공지능 활용에 관한 연구. 『한국경영공학회지』, 27(1), 111-121.
- 곽기호. (2020). “블록체인 기반 P2P 대출 금융 플랫폼의 사용의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”. 송실대학교 대학원 박사학위논문.
- 곽나경. (2021). “디지털 기반 스마트 물류 기술 연구”. 송실대학교 대학원 석사학위논문.
- 곽창원. (2021). “중소기업 경영자의 스마트공장 도입의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”. 국립목포대학교 대학원 박사학위논문.
- 국가표준코디네이터. (2013). 『스마트물류 표준화 로드맵』. 검색일자: 2022. 10. 10. https://www.kscodi.or.kr>board>path_down.
- 국가표준코디네이터. (2022). 『스마트물류 국가 국제 표준화 전략 로드맵 보고서』. 보도일자: 2022. 08. 03. https://www.kscodi.or.kr/reference_room/road_map.html?board_code=view&bbs_no=20&page=1.
- 국토교통과학기술진흥원. (2022). 『2022년 고부가가치 융복합 물류 배송·인프라 혁신기술개발 사업 시행 공고』. 공고일자: 2022. 01. 21, <http://www.kaia.re.kr>, 국토교통R&D 공고(공고-국-제11호, 2022-37).
- 국토교통부. (2021). 제1호 스마트물류센터 인증, 물류첨단화 이끈다. 『콜드체인뉴스』, 보도일자: 2021. 08. 02, <https://www.korea.kr/news/>

- pressReleaseView.do?newsId=156464441.
- 국토교통부. (2021). 제5차 물류기본계획 고시. 보도일자: 2021. 7. 21, https://www.molit.go.kr/USR/BORD0201/m_69/DTL.jsp?mode=view&idx=246064.
- 국토교통부. (2021). 한국판뉴딜. 스마트 물류체계 구축. 검색일자: 2022. 10.10. https://www.molit.go.kr/newdeal/sub/sub_6_1.jsp.
- 국토연구원. (2020). 국토용어해설. 검색일자: 2022. 10. 10. https://library.krihs.re.kr/bbs/content/2_832?os=asc&pn=2&.
- 국회예산정책처. (2021). 『2022년도 예산안 위원회별 분석』. 국토교통위원회, 검색일자: 2022. 10.10. www.nabo.go.kr.
- 권영식. (2021). “블록체인 기반 공급사슬관리 서비스 도입의 결정요인 연구:TOE(Technology-Organization-Environment)프레임워크를 중심으로”. 국민대학교 대학원 박사학위논문.
- 권요안. (2021). 스마트 물류 최근 D.N.A 동향. 『정보통신기획평가원 ICT SPOT ISSUE』, 2021-04호.
- 금융보안원 보안연구부 보안기술팀. (2015). 『블록체인 및 비트코인 보안 기술』. 금융보안원. 보고서 번호: 보안연구부 029.
- 금융보안원. (2016). 『인공지능(AI) 개요 및 기술 동향』. 보안연구부 보안기술 연구팀, 2016(43), 1.
- 기획재정부. (2020). 정부 합동 「한국판 뉴딜 2.0 추진계획」 발표. 보도일자: 2020. 7. 14. <https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156401053>.
- 길현철. (2019). “스마트 공장 수용 요인과 성과 분석을 위한 실증적 연구”. 한성대학교 대학원 박사학위논문.
- 김광직. (2019). “Software Defined Networking 사용의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”. 숭실대학교 대학원 박사학위논문.

- 김기봉. (2019). “확장된 통합 기술수용(UTAUT2) 모형을 적용한 드론기술 사용의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”. 호서대학교 대학원 박사학위논문.
- 김기용. (2017). “중소기업의 사물인터넷 수용에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”. 한세대학교 대학원 박사학위논문.
- 김민철. (2019). PLS-SEM 기반 IPM 방법 활용: 수출 경쟁력 요인 대상. 『디지털융복합연구』, 17(7), 43-47.
- 김산희. (2019). “데이터 협업기반 스마트시티 플랫폼 도입에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”. 숭실대학교 대학원 박사학위논문.
- 김성영. (2018). “블록체인 수용의도 및 기술도입 활성화를 위한 연구 : 물류 산업을 중심으로”. 인하대학교 대학원 박사학위논문.
- 김성일. (2020). “4차 산업혁명의 IT기술에 대한 의료기관 종사자의 인식과 성과기대가 IT기술도입 및 사용의도에 미치는 영향”. 을지대학교 대학원 박사학위논문.
- 김성태. (2021). “스마트 팩토리 도입의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구: 혁신저항의 조절효과를 중심으로”. 인천대학교 대학원 박사학위논문.
- 김성호. (2020). 국내 물류기업의 TOE와 블록체인 기술, 물류성과의 관계에 관한 연구. 『한국컴퓨터정보학회논문지』, 25(5), 217-227.
- 김수상. (2019). “데이터 기반 인공지능 제품서비스시스템의 지속적 사용의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”. 숭실대학교 대학원 박사학위논문.
- 김수엽, (2017), “결제서비스에서 생체인증 사용의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”. 숭실대학교 대학원 박사학위논문.
- 김영민. (2020). 물류기업의 물류 4.0 기술의 필요성에 대한 인식 차이 연구. 『국제상학』, 35(4), 159-179.

- 김용희. (2016). “IoT 기반 스마트 홈 서비스 수용에 관한 연구”. 송실대학교 대학원 박사학위논문.
- 김유나. (2018). “국내 물류기업의 스마트 기술 도입방안에 관한 연구”. 성균관대학교 대학원 석사학위논문.
- 김은수. (2017). 블록체인 기술 적용으로 컨테이너 화주의 비용 20% 절감 가능. 『KMI 동향분석』, 26. 1-14.
- 김재황. (2022). Part 5. 물류, 이제 스스로 간다 ‘자율주행’. 『물류신문』, 보도 일자: 2020. 11. 16, <http://www.klnews.co.kr>.
- 김정래. (2020). “중소기업의 스마트팩토리 도입의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구: 정부지원기대와 과업기술적합도를 포함하여”. 호서대학교 벤처대학원 박사학위논문.
- 김정훈, 김홍배. (2018). 드론 도입을 위한 도시 입체계획의 방향과 과제. 『국토계획』, 53(1), 51-61.
- 김진태. (2018). “국방 스마트워크 사용의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구: 모바일오피스를 중심으로”. 송실대학교 대학원 박사학위논문.
- 김천호. (2022). “4차 산업혁명시대에 스마트물류 활성화가 물류성과에 미치는 영향”. 극동대학교 대학원 박사학위논문.
- 김태경. (2021). “외식 배달 앱 서비스의 지각된 가치와 지각된 위험이 재이용의도에 미치는 영향”. 세종대학교 대학원 박사학위논문.
- 노미진. (2011). 스마트폰 बैं킹의 지각된 위험과 가치가 신뢰 및 의도에 미치는 영향: 신뢰의 매개효과 분석. 『대한경영학회지』, 24(5), 2599-2615.
- 노민정. (2019). 지각된 위험 및 리뷰 진단성이 배달앱 수용에 미치는 영향. 『한국콘텐츠학회논문지』, 19(10), 581-592.
- 노종범. (2016). “사회적 자본과 흡수역량이 기술사업화 성과에 미치는 영향에 관한 실증연구”. 건국대학교 대학원 박사학위논문.

- 도시혁. (2021). '디지털 트윈' 물류시스템 혁신에도 적용된다. 『스마트시티투데이』. 보도일자: 2021. 11. 21. <https://www.smartcitytoday.co.kr>.
- 민연주, 김영주, 유경만, 박진규. (2020). 『미래 스마트 융복합 물류 기술개발 사업기획 최종보고서』. 국토교통과학기술진흥원.
- 민연주, 장소영, 신민성. (2021). 『물류산업부문 한국판 뉴딜 추진방안: 스마트물류체계 구축을 중심으로』. 한국교통연구원.
- 박경자. (2016). 기술변화속도가 혁신제품채택에 대한 위험과 저항에 미치는 영향. 『경영학연구』, 45(3), 983-1002.
- 박문수, 김장현. (2018). 4차 산업혁명과 인천시 항만의 스마트 물류 적용에 관한 탐색적 접근. 『물류학회지』, 28(4), 47-59.
- 박상길, 한경석, 홍수희, 유현재, 설수진 (2020). 스마트시티 환경에서 네트워크 스트리밍 연계시스템 특성이 도입의도에 미치는 요인에 관한 연구. 『한국디지털콘텐츠학회 논문지』, 21(6), 1131-1141.
- 박성민. (2020). “한국 수출입기업의 스마트기술 수용에 따른 공급사슬혁신과 수출성과에 관한 연구”. 중앙대학교 대학원 석사학위논문.
- 박성수. (2019). “빅데이터 분석의 사용이 은행 CRM 가치 창출에 미치는 영향 : 고객 상호관계 관점으로”. 성균관대학교 대학원 박사학위논문.
- 박영태, 조연성, 고창성. (2021). 비즈니스 네트워크를 적용한 스마트 물류센터 활용이 수출 중소기업 성과에 미치는 영향. 『경영컨설팅연구』, 21(3), 287-298.
- 박영태, 김동윤, 고창성. (2022). 4.0시대 스마트공동물류센터에 관한 연구: 스마트물류센터의 문제점과 개선방안을 중심으로. 『국제상학』, 37(1), 159-175.
- 박일순. (2013). “통합기술수용이론(UTAUT) 기반 모바일 신용카드 서비스의 사용자 수용 모형에 관한 연구”. 국민대학교 대학원 박사학위논문.
- 박정근. (2017). “유지보수 계약 지속 의도수준에 영향을 미치는 주요 요인분

- 석”. 송실대학교 대학원 박사학위논문.
- 박정현, 오재균, 김동명, 여기태. (2019). 4차 산업혁명시대의 스마트 유통물류센터 구축방향에 관한 연구. 『디지털융복합연구』, 17(2), 59-71.
- 박한영, 박한영, 김소형, 정승, 서상범. (2021). 코로나19 확산에 따른 국내 택배서비스 이용행태 변화. 『交通研究』, 28(2), 55-66
- 박해룡. (2019). “자율주행 자동차의 지각된 위험이 이용의도에 미치는 영향에 관한 연구”. 호서대학교 벤처대학원 박사학위논문.
- 박현오. (2020). “중소기업의 스마트 팩토리 도입에 영향을 미치는 요인에 관한 실증연구: 혁신특성 조절 효과 중심으로”. 인천대학교 대학원 박사학위논문.
- 백한중, 김지영, 유영민, 신용태. (2019). 지각된 위험이 마이데이터 서비스 수용의도에 미치는 영향에 관한 연구. 『한국IT정책경영학회 논문지』, 11(4), 1287-1291.
- 신민성. (2020). Logistics 4.0 시대의 특징과 시사점. 『한국교통연구원 KOTI LOGISTICS BRIEF』, 12(1), 28-35.
- 서상범. (2020). 물류센터 스마트화 동향과 정책. 『한국교통연구원 KOTI LOGISTICS BRIEF』, 12(2), 10-17.
- 서상범, 강상균, 성홍모, 권순균. (2020). 인구·산업구조 변화에 따른 물류시장 일자리 정책. 『한국교통연구원』, 기본연구보고서.
- 손경자. (2021). “농업 빅데이터 플랫폼상의 농업경영데이터 활용의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”. 송실대학교 대학원 박사학위논문.
- 손조기. (2021). “IoT 기반 혁신제품의 수용의향에 관한 실증적 연구: 신뢰와 지각된 위험의 매개역할을 중심으로”. 경기대학교 대학원 박사학위논문.
- 송민근. (2021). R을 활용한 한국의 스마트물류 연구동향 분석과 시사점. 『디지털융복합연구』, 19(9), 169-180.

- 송병철. (2018). “통합기술수용이론을 이용한 수용의도와 행동의도에 관한 연구: 의료기기 제품을 중심으로”. 부경대학교 대학원 박사학위논문.
- 송선옥. (2017). 통합기술수용이론(UTAUT) 기반 uTradeHub 서비스의 사용자 수용모형에 관한 연구. 『한국산학협동조합학회지』, 18(8), 181-189.
- 쉬양. (2021). “옴니채널을 통한 중국 신선 농산물 구매시 지각된 위험이 구매의도에 미치는 영향”. 우송대학교 대학원 박사학위논문.
- 신건권. (2022). 『석박사학위 및 학술논문 작성 중심의 SmartPLS 3.0 구조방정식모델링』. 서울: 도서출판 청람.
- 신민성, 장소영, 민연주. (2022). 국내 물류산업 디지털 기술과 스마트화 수준 진단 연구. 『교통연구』, 29(1), 43-61.
- 신민성. (2018). 자율주행 화물자동차 개발 현황과 국내 시장 적용방안. 『한국교통연구원 KOTI LOGISTICS BRIEF』, 10(4), 43-51.
- 신인식. (2020). Part1. 물류가 스마트 하다는 것은?. 『물류신문』. 보도일자: 2020. 10. 07. <http://www.klnews.co.kr>.
- 신종국. (2020). 통합기술수용이론(UTAUT)을 활용한 웨어러블 디바이스 사용의도에 관한 연구. 『한국데이터분석학회지』, 22(1), 293-308.
- 심윤정. (2018). “통합기술수용이론을 활용한 핀테크 서비스 수용 의도에 관한 연구”. 건국대학교 대학원 박사학위논문.
- 안준호. (2020). 국내 물류창고 노후화 심각, 스마트 물류센터로 전환해야. 『조선일보』, 검색일자: 2020. 11. 27. <https://www.chosun.com>.
- 에드가. 미국의 자율주행 트럭 주요 기업으로 보는 유통변화. 『네이버블로그』, 등록일자: 2022. 05. 16. <https://blog.naver.com/iknowiknow>.
- 오노즈카 마사시, 오시연, 정연승. (2019). 『로지스틱스 4.0 : 물류의 미래와 창조적 혁신』. 서울: 에밀 더숲.
- 원종혁. (2019). “지각된 가치 및 지각된 위험이 공공 IoT서비스 이용인식과

- 이용의도에 미치는 영향: 서울특별시 IoT 스마트시티 실증단지 중심으로”. 한성대학교 대학원 박사학위논문.
- 위키백과. (2022). 사물인터넷 - 위키백과. 검색일자: 2022. 10. 10. <https://ko.wikipedia.org/wiki/사물인터넷>.
- 위키백과. (2022). 자율주행차 - 위키백과. 검색일자: 2022. 10. 10. <https://ko.wikipedia.org/wiki/자율주행차>.
- 유현태. (2019). “기술수용모델(TAM)을 이용한 드론물류서비스 활용의도에 관한 연구”. 단국대학교 대학원 박사학위논문.
- 윤경. (2015). “클라우드 컴퓨팅서비스 사용의도에 영향을 미치는 요인”. 단국대학교 대학원 박사학위논문.
- 윤경호. (2022). “컨설턴트의 역량과 신뢰, Hybrid 예비창업보증이 직장인의 Hybrid 창업열망과 창업의도에 미치는 영향에 대한 연구: 목표지향적 행동모델(MGB)을 중심으로”. 한성대학교 대학원 박사학위논문.
- 윤오준. (2017). “사이버위협 정보공유 시스템 확산에 영향을 미치는 핵심요인에 관한 연구”. 숭실대학교 대학원 박사학위논문.
- 이선우, 이희상. (2014). 빅데이터 시스템 도입을 위한 통합모형의 연구: TOE, DOI, UTAUT를 기반으로. 『Journal of Information Technology Applications & Management』, 21(4), 463-483.
- 이수민. (2021). 스마트 물류 전환, 기업 생존에 필수...정부가 지원해야. 『서울경제』. 보도일자: 2021. 05. 28. <https://www.sedaily.com>.
- 이승영, 강욱. (2019). 드론 개념의 재정립에 관한 연구. 『시큐리티 연구』, 58, 35-58.
- 이용규. (2021). “확장된 통합기술모형을 활용한 Smart Factory 수용 결정요인에 대한 연구”. 금오공과대학교 대학원 박사학위논문.
- 이은정. (2021). 스마트 물류의 적용과 활용방안에 관한 연구. 『무역보험연구』, 22(1), 69-84.

- 이인태. (2020). 지각된 위험과 가치에 따른 친환경 자동차 수용 의도에 대한 실증 분석 연구. 『경영컨설팅연구』, 20(1), 285-294.
- 이장균. (2020). Logistics 4.0 시대의 특징과 시사점. 『현대경제연구원 VIP Report』, 733, 1-14.
- 이장균. (2020). 물류로봇 시장 동향과 시사점. 『현대경제연구원 VIP Report』, 736, 1-12.
- 이제향. (2016). “공공기관 성과관리의 인과구조에 대한 PLS 구조모델 분석”. 충남대학교 대학원 박사학위논문.
- 이종근, 길종구. (2021). 통합기술수용이론(UTAUT)이 스마트 팩토리 도입의 도와 경영성과에 미치는 영향에 관한 실증연구: 최고경영자 태도의 조절효과. 『경영컨설팅연구』, 21(3), 61-84.
- 이준필. (2018). “해운항만기업의 빅데이터 사용의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”. 한국해양대학교 대학원 석사학위논문.
- 이지은. (2017). “유료 모바일 동영상 서비스 이용에 영향을 미치는 요인에 대한 연구: 확장된 통합기술수용이론(UTAUT2)을 중심으로”. 중앙대학교 대학원 박사학위논문.
- 이충배, 노진호, 김정환. (2017). 제4차 산업혁명의 기술이 물류성과에 미치는 영향에 대한 인식 연구. 『물류학회지』, 27(5), 1-12.
- 이태형. (2022). 2022년 물류연구본부 연구방향과 과제: 스마트화·디지털화, 비대면 물류서비스 산업 성장전략 구축. 『월간교통』, 2022(1), 36-41.
- 인증스마트물류센터. https://cslc.koti.re.kr/new_sub1/new_sub1_2
- 임명성. (2013). 고차 요인의 형성적 측정방법에 대한 식별 및 분석방법. 『디지털융복합연구』, 11(3), 101-113.
- 전해영. (2017). 4차 산업혁명 시대 물류산업의 미래. 『현대경제연구원 VIP Report』, 707, 1-17.

- 정경진. (2021). “중소 제조기업의 빅데이터 활용의도에 관한 연구”. 송실대학교 대학원 박사학위논문.
- 정기석. (2020). “확장된 기술수용모델을 적용한 스마트 팜 수용을 위한 선행 요인 분석”. 충북대학교 대학원 박사학위논문.
- 정성용, 정기연. (2012). 스마트 물류 IT 기술 및 사례. 『전자공학회지』, 39(5), 26-31.
- 정재은. (2019). “한국 중소기업의 스마트기술 수용과 글로벌공급사슬혁신 및 성과에 관한 연구”. 충남대학교 대학원 박사학위논문.
- 정현석. (2019). “멀티클라우드 컴퓨팅 사용의도에 영향을 미치는 요인에 대한 연구”. 송실대학교 대학원 박사학위논문.
- 조용원. (2019). “제품 설계 시 디지털 트윈 기술 사용의도에 영향을 미치는 요인에 대한 연구”. 송실대학교 대학원 박사학위논문.
- 조찬희, 이형용. (2021). 경영자 감성리더십이 팀원의 셀프리더십에 미치는 조절효과에 대한 연구: MZ 세대와의 차이를 중심으로. 『지식경영연구』, 22(4), 261-282.
- 주선희. (2013). “제품의 무형성이 소비자의 위험 지각 및 위험감소행동에 미치는 영향과 자기조절초점의 조절적 영향”. 경북대학교 대학원 박사학위논문.
- 주재승. (2022). “모바일 간편결제 인증 시 생체정보사용의도에 관한 연구”. 동국대학교 대학원 박사학위논문.
- 중소기업기술정보진흥원. (2022). 2021년 중소기업 정보화 수준조사 결과보고서. 검색일자: 2022. 10.10. <https://www.tipa.or.kr>.
- 진석. (2020). “웨어러블 헬스케어 기기의 수용에 관한 연구: 확장된 통합기술수용모형과 혁신저항모형의 통합적 접근”. 국민대학교 대학원 박사학위논문.
- 천덕희. (2014). 온라인 여행업의 웹사이트 명성, 지각된 위험, 신뢰, 구매의도

- 간의 관계 연구. 『관광연구』, 28(6), 21-39.
- 최두원. (2020). 스마트물류 구현을 위한 핵심기술과 적용동향에 관한 연구. 『국제상학』, 35(4), 135-157.
- 최성수. (2019). “드론 배송 서비스 사용 의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”. 숭실대학교 대학원 박사학위논문.
- 최은화. (2022). 파스토, 용인1·2센터 ‘스마트물류센터’ (예비) 1등급 연속 인증. 『매일경제』, 보도일자: 2022. 01. 03, <https://www.mk.co.kr>.
- 최인식. (2022). 스마트물류센터인증, 물류산업 첨단화 선도. 『콜드체인뉴스』, 검색일자: 2022. 01. 25, <https://www.coldchainnews.kr>.
- 최주원. (2021). “인공지능기반 스마트양식시스템의 수용의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”. 숭실대학교 대학원 박사학위논문.
- 최훈도, 유장호. (2020). 컨테이너 터미널의 디지털 트윈 기술 적용에 관한 연구. 『한국항해항만학회지』, 44(6), 557-563.
- 한경수, 정훈. (2020). 드론 물류 배송 서비스 동향. 『전자통신동향분석』, 35(1).
- 한국교통연구원. (2020). 물류의 '디지털 트윈' 활용. 『글로벌 물류기술 동향』, 14(636), 1-4.
- 한충근. (2018). “지각된 위험특성과 사용자 특성이 비대면 금융거래시스템 사용의도에 미치는 영향: 바이오 정보 기반의 본인인증시스템 중심으로”. 한성대학교 대학원 박사학위논문.
- 허병준, 이형용. (2021). 조직정치지각에 따른 반응 행동: 냉소주의의 매개효과와 조직몰입의 조절효과를 중심으로. 『지식경영연구』, 22(3), 107-127.
- 홍은표. (2018). “기술준비도와 통합기술수용이론에 의한 무인자동차 행동의도에 관한 연구: 성별, 나이, 소득의 조절효과 분석”. 한양대학교 대학원 석사학위논문.

2. 국외문헌

- Abualrob, A. A. & Kang, J. (2016). The Barriers that Hinder the Adoption of E-commerce by Small Businesses: Unique Hindrance in Palestine. *Information Development*, 32(5), 1528–1544.
- Ajzen, I.(1991) The Theory of Planed Behavior, *Organ Behavior and Human Decision Process*. 50(2), pp. 179–211.
- Almubarak. (2017). Factors Influencing the Adoption of Cloud Computing by Saudi University Hospitals. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 8(1), 20–30.
- Bagozzi, R.P., Yi, Y. and Philipps, L.W. (1991). Assessing Construct Validity in Organization Research. *Administrative Science Quarterly*, 36, 421–458.
- Barclay, D., Higgins, C., and Thompson, R. (1995). The partial least squares(PLS) approach to causal modeling: Personal computer adoption and use as an illustration. *Technology Studies*, 2(2), 285–324.
- Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The moderator–mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality & Social Psychology*, 51, 1173–1182.
- Barreto L, Amaral A, Pereira T (2017). Industry 4.0 implications in logistics: an overview. *Procedia Manufacturing*, 13, 1245–1252.
- Bauer, R. A. (1960). Consumer Behavior as Risk Taking. Risk Taking and Information Handling in Consumer Behavior. Cambridge, Mass, Harvard University Press, 389–398.

- Bettman, J. R., & Zins, M. A. (1979). Information Format and Choice Task Effects in Decision Making. *The Journal of Consumer Research*, 6(2), 141–153.
- C. Fornell, M. D. Johnson, E. W. Anderson, J. Cha & B. E. Bryant. (1996). The American customer satisfaction, index: nature, purpose, and findings. *Journal of marketing*, 60(4), 7–18.
- C. Hock, C. M Ringle & M. Sarstedt. (2010). Management of multi-purpose stadiums: Importance and performance measurement of service interfaces. *International Journal of Services Technology and Management*, 14(2–3), 188–207.
- Chan, F. T. S., Chong, A. Y. L., Zhou, L. (2012). An Empirical Investigation of Factors Affecting e-Collaboration Diffusion in SMEs. *International Journal of Production Economics*, 138(2), 329–344.
- Chin, W. W., Marcolin, B. L. and P. R. Newsted. (2003). A Partial Least Squares Latent Variable Modeling Approach for Measuring Interaction Effects: Results from a Monte Carlo Simulation Study and an Electronic-mail Emotion/Adoption Study. *Information Systems Research*, 14(2), pp. 189–217.
- Chin, W.W. (1998). The Partial Least Squares Approach for Structural Equation Modeling, In G.A. Marcolides(Ed.), *Modern Methods for Business Research*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1295–1336.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.), Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cohen, J. (1992). A Power Primer. *Psychological Bulletin*, 112, 155–159.

- Compeau, D. R., & Higgins, C. A. (1995). Computer self-efficacy: Development of a measure and initial test. *MIS quarterly*, 19(2), 189–211.
- Cox, D. F. & Rich, S. V. (1964). Perceived risk and consumer decision making: The case of telephone shopping. *Advance in Consumer Research*, 11, 439–441.
- Cox, D. F. (1967). Risk taking and information handling in consume behavior. Boston: Harvard University Press.
- Cronbach, J. (1951). Coefficient Alpha and the Internal Structure Tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334.
- Cunningham, L. F., Gerlach J., & Harper M. D. (2005). Perceived risk and e-banking services: An analysis from the perspective of the consumer. *Journal of Financial Services Marketing*, 10(2), 165–178.
- Cunningham, S. M. (1967). The major dimensions of perceived risk. Risk taking and information handling in consumer behavior. Harvard Univ., 82–111.
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340.
- Davis, F. D., R. P. Bagozzi and P. R. Warshaw(1992). Extrinsic and intrinsic motivation to use computers in the workplace. *Journal of Applied Social Psychology*, 22(14), 1111–1132.
- Deutsche Post DHL & Cisco. (2015). Internet of Thing in Logistics.
- Dieter Uckelmann. (2008). A Definition Approach to Smart Logistics. Lecture Notes in Computer Science, 5174, 273–284.

- Dijkstra, T.K and Henseler, J. (2015). Consistent Partial Least Squares Path Modeling, *MIS Quarterly*, 39, 297–316.
- Featherman, S. M., & Pavlou, P. A. (2003). Predicting e-services adoption: A perceived risk facets perspective. *International Journal of Human-Computer Studies*, 59(4), 451–474.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention and Behavior: An Introduction to Theory and Research*. reading, Mass.: Addison-Wesley.
- Fomell, C. and Larcker, D.F.(1981). Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. *Journal of Marketing Research*, 18, 39–50.
- Fornell, C., Johnson, M. D., Anderson, E. W., Cha, J., & Bryant, B. E. (1996). The American customer satisfaction index: Nature, purpose, and findings. *Journal of marketing*, 60(4), 7–18.
- G. D. Garson. (2016). *Partial least squares: Regression and structural equation models*. Asheboro, NC: Statistical Associates Publishers.
- Grandon, E. E., & Pearson, J. M. (2004). Electronic commerce adoption: An empirical study of small and medium US businesses. *Information & Management*, 42(1), 197–216.
- Haenlein, M., Kaplan, A.M. (2004). A beginner's guide to partial least squares analysis. *Understand, Stat*, 3(4), 283–297.
- Hair Jr, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C., and Sarstedt, M. (2016). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)*. Sage Publications.
- Hair Jr, J. F., Sarstedt, M., Hopkins, L., & Kuppelwieser, V. G. (2014). *Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): An*

- emerging tool in business research. *European Business Review*, 26(2), 106–121.
- Hair Jr. J.F., Hult, G.T.M., Ringle, CM, and Sarstedt, M. (2017a). A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS–SEM). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Hair, J. F., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2011). PLS–SEM: Indeed a silver bullet. *Journal of Marketing theory and Practice*, 19(2), 139–152.
- Hair, J.F., Ringle, C.M. and Sarstedt, M. (2011c). PLS–SEM: Indeed A Silver Bullet. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 19, 139–151.
- Hair, J. F., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2013). Partial Least Squares Structural Equation Modeling: Rigorous Applications, *Better Results and Higher Acceptance. Long Range Planning*, 46(1–2), 1–12.
- Hair, J.F., Sarstedt, M., Ringle, C.M. and Gudergan, S.P. (2018). Advanced Issues in Partial Least Squares Structural Equation Modeling, Sage, Thousand Oaks, CA.
- Hargadon, A. and A. Fanelli. (2002). Action and Possibility: Reconciling Dual Perspectives of Knowledge in Organizations. *Organization Science*, 13(3), 290–302.
- Henseler, J.. Ringle, CM. and Sarstedt, M. (2015). A New Criterion for Assessing Discriminant Validity in Variance–Based Structural Equation Modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43, 115–135.
- Ilin, V., J. Ivetic, and D. Simic (2017). Understanding the Determinants

- of E-Business Adoption in ERP-Enabled Firms and No-ERP-Enabled Firms: A Case Study of the Western Balkan Peninsula. *Technological Forecasting and Social Change*, 125, 206–223.
- J. Cheah, R. Thurasamy, M. Memon, Francis Chuah, H. Ting. (2020). Multigroup Analysis using SmartPLS: Step-by-Step Guidelines for Business Research. *Asian Journal of Business Research*, 10(3).
- Jacoby, J. & Kaplan, I. (1972). The components of Perceived Risk, in Venkatesan, M.(Ed.):Proceeding of the 3rd Annual Conference. Association for Consumer Research, 382–393.
- Jacoby, J., & Kaplan, L. B. (1972). The components of perceived risk. *Advances in Consumer Research*, 3(3), 382–383.
- Jan-Michael Becker, Kristina Klein, Martin Wetzels. (2012). Hierarchical latent variable models in PLS-SEM: guidelines for using reflective-formative type models. *Long Range Planning*, 45, 359–394.
- K. Douaioui., M. Fri., C. Mabroukki. & E.A. Semma. (2018). The interaction between industry 4.0 and smart logistics: Concepts and perspectives. 2018 International Colloquium on Logistics and Supply Chain Management, LOGISTIQUA 2018, 128–132.
- Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology. (2018). A preliminary Study on KICT digital Twin Technology. pp. 5–9.
- Kuan, K. K., & Chau, P. Y. (2001). A perception-based model for EDI adoption in small businesses using a technology-organization-environment framework.
- Lim, J. S., Oh, J. I. (2012). The relationship between Three Contexts and

- Intention of Using in the Cloud Computing Environment: A PLSPATH Model Approach. *International Information Institute*, 15(12), 6239–6254.
- Martilla, J. A., & James, J. C. (1977). Importance–Performance Analysis. *Journal of Marketing*, 41(1), 77–79.
- Mick, D. G. & Fournier, S. (1998). Paradoxes of technology: Consumer, Cognizance, Emotions, and Coping Strategies. *Journal of Consumer Research*, 25(2), 123–143.
- Moon, J. W. and Kim, Y. G. (2001). Extending the TAM for a World–Wide–Web Context. *Information and Management*, 38, 217–230.
- Moore, G. C., & Benbasat, I. (1991). Development of an instrument to measure the perceptions of adopting an information technology innovation. *Information Systems Research*, 2, 192–222.
- Nunnally, J.C, and Bernstein. (1994). I.H. Psychometric Theory, New York: McGraw Hill.
- Oliveira, T., Thomas, M. and Espadanal, M. (2014). Assessing the determinants of cloud computing adoption: An analysis of the manufacturing and services sectors. *Information & Management*, 51(5), pp. 497–510.
- Peter, J. P., & Tarpey, L. Z. Sr. (1975). A Comparative Analysis of Three Consumer Decision Strategies. *Journal of Consumer Research*, 2, 29–37.
- Petter, S., Straub, D., & Rai, A. (2007). Specifying formative constructs in information systems research. *Mis Quarterly*, 31(4), 623–656.
- Premkumar, G. and Roberts, M. (1999). Adoption of new information

- technologies in rural small businesses, *Omega*, 27(4), 467–84.
- Ram, S. (1987). A model of innovation resistance. *Advances in Consumer Research*, 14, 208–211.
- Ringle, C. M., Sarstedt, M., & Straub, D. (2012). A critical look at the use of PLS–SEM in MIS Quarterly. *MIS Quarterly*, 36(1).
- Rogers, E. M. & Shoemaker, F. F. (1971). Communication of Innovations; a cross-cultural approach.
- Rogers, E. M.(1983), Diffusion of Innovations 3rd Edition, New York: The Free Press.
- Rogers, E. M. (1983). Diffusion of innovations. 4th ed., NY: The Free Press.
- Rogers, E. M. (2003). Diffusion of Innovations(5th ed.). New York: Free Press.
- Roselius, T.(1971) Consumer Rankings of Risk Reduction Methods. *Journal of Marketing*, 35(1), 56–61.
- Tai, Y. M. and Ku, Y. C.(2013). Will stock investors use mobile stock trading A benefit–risk assessment based on a modified UTAUT model. *Journal of Electronic Commerce Research*, 14(1), pp. 67–84.
- Taylor, S., & Todd, P. A. (1995). Understanding information technology usage: A test of competing models. *Information Systems Research*, 6(2), 144–176.
- Thompson, R. L., Higgins, C. A., & Howell, J. M., (1991). Personal computing: Toward a conceptual model of utilization. *MIS Quarterly*, 15(1), 125–143.
- Thong, J. Y. (1999). An integrated model of information systems

- adoption in small businesses. *Journal of Management Information Systems*, 15(4), 187–214.
- Tornatzky, L. G., & Fleischer, M. (1990). The processes of technological innovation. Lexington, Mass.: Lexington Books.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS quarterly*, 27(3), 425–478.
- Wenbo Guo, D. Straub, Pengzhu Zhang, Zhao Cai. (2021). How Trust Leads to Commitment on Microsourcing Platforms: Unraveling the Effects of Governance and Third-Party Mechanisms on Triadic Microsourcing Relationships. *MIS Quarterly*, 45(3), 1309–1348.
- Werts, C.E., Linn, R.L. and Joreskog. (1974). Intraclass Reliability Estimates: Testing Structural Assumptions. *Educational and Psychological Measurement*, 34, 25–33.
- Wetzels, M., Odekerken-Schroder, G., & Van Oppen, C. (2009). Using PLS path modeling for assessing hierarchical construct models: Guidelines and empirical illustration. *MIS quarterly*, 177–195.
- Wilson, B. (2007). Modeling Reflective Higher-Order Constructs Using Three Approaches with PLS Path Modeling: A Monte Carlo Comparison. The Australian and New Zealand Marketing Academy Conference 2007, University of Otago, Dunedin, New Zealand.
- Wold, H. (1985). Partial Least Squares, in Encyclopedia of Statistical Sciences, S. Kotz and N. L. Johnson (eds.), Wiley, New York.
- Zhu, K., Kraemer, K. L., & Xu, S. (2006). The process of innovation

assimilation by firms in different countries: a technology diffusion perspective on e-business. *Management Science*, 52(10), 1557–1576.

Zikmund, W. G., & Scott, E. J. (1974). A multivariate analysis of perceived risk self-confidence and information sources. *Advances in Consumer Research*, 1, 406–416.

부 록

안녕하십니까?

먼저 본 설문에 참여하여 주신데 대하여 진심으로 감사드립니다.

본 설문은 “스마트 물류센터 도입의도에 영향을 미치는 요인”과 관련한 연구를 하기 위한 목적으로 만들어진 것입니다. 제공하신 정보는 학문적인 연구 이외의 어떠한 목적으로도 사용하지 않을 것을 약속 드립니다. 많은 협조 바랍니다.

이 자료는 통계법 제33조 및 제34조에 의거하여 비밀이 보장되며, 귀하의 설문지 응답 내용과 분석 결과는 연구 목적 및 통계분석 이외에는 절대로 사용되지 않음을 밝혀드립니다.

귀하께서 응답해주신 내용은 본 연구수행에 소중한 자료가 되오니 협조를 부탁드립니다.

본 설문에 응해주셔서 진심으로 감사드립니다.

2022년 04월 27일

한성대학교 일반대학원 스마트융합컨설팅학과 박사과정

연구자 : 송영심 (dsdsys@hanmail.net, 010-9582-0925)

지도교수 : 박현성 (한성대학교 IT공과대학 스마트경영공학부)

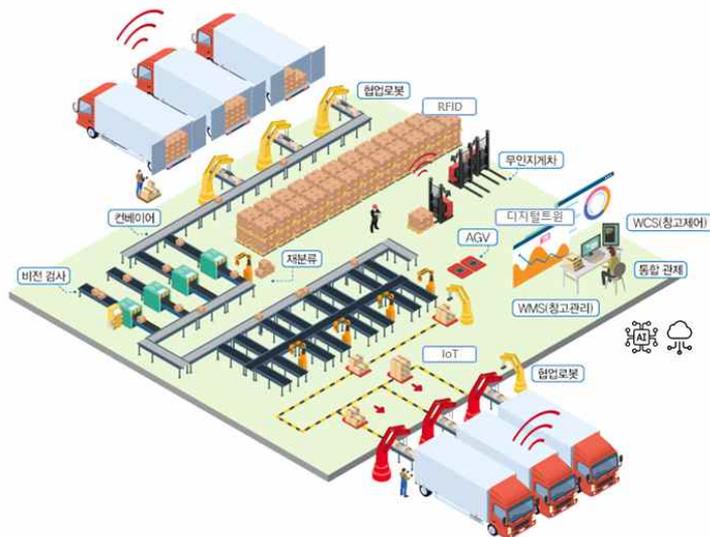
□ 스마트 물류란?

스마트 물류(Smart Logistics)는 IT 서비스와의 접목을 통해 물류의 모든 제반활동을 실시간으로 제어하고 관리·운영하기 위한 지능형 국제 통합물류체계를 말한다. 이를 가능하게 하는 지능형 물류 시스템(Intelligent Unified Logistics System: i-ULS)은, 단순히 제품만을 보관하던 기존의 물류창고에서 유연성을 갖춘 공급망 사슬관리(SCM) 및 부가 서비스를 수행할 수 있도록 최신 기술(ICT, IoT)을 적용하여 자동화·지능화한 사내외 물류를 통합관리하는 시스템이다.

□ 스마트 물류센터는?

스마트 물류센터란 지능형 물류 시스템이 갖춰진 스마트 물류센터는 현행 법령(물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률 제2조, 제21조)에서 '첨단물류시설 및 설비, 운영 시스템 등을 도입하여 저비용·고효율·안전성·친환경성 등에서 우수한 성능을 발휘할 수 있는 물류창고를 말한다.

[스마트 물류센터 개념도]



*출처: 해양수산부 부산항 스마트 공동물류센터

□ 물류센터의 스마트화 주요 기술

- 로지스틱스4.0 핵심기술 : 사물인터넷, 블록체인, 클라우드, 디지털트윈, 인공지능, 물류로봇, 드론 등
- 물류센터 자동화 기술 : RFID(무선주파수식별), DAS(디지털분류시스템), DPS(디지털피킹시스템), AS/RS(자동보관/반출시스템), WMS(창고관리시스템), WCS(창고제어시스템), AGV(무인운반시스템) 등

■ 문항을 읽으시고 귀하의 생각에 가까운 번호에 √ 표 해주시기 바랍니다.

I. 스마트물류 기술 도입에 있어, 기업의 기술·조직·환경 관점에서의 질문입니다.

1. 기술적 요인 중 “상대적 이점”에 대한 질문입니다.

*상대적 이점: 기술 도입과 혁신활동으로 인해 이전보다 새로운 것이 낫다고 인식								
설문 문항		전혀 그렇지 않다	보통					매우 그렇다
1	스마트물류 기술은 업무 효율성을 증진시킬 것이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
2	스마트물류 기술은 업무 시간을 단축시킬 것이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
3	스마트물류 기술은 서비스품질 및 운영효율성을 향상될 것이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
4	스마트물류 기술은 새로운 사업기회를 제공할 것이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

2. 기술적 요인 중 “호환성”에 대한 질문입니다.

*호환성: 기존에 가치나 과거경험, 사용자의 요구와 일치성이 있다고 지각하는 정도								
설문 문항		전혀 그렇지 않다	보통					매우 그렇다
1	스마트물류 기술은 기존시스템과 잘 호환될 것이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
2	스마트물류 기술은 우리회사 업무처리에 적합할 것이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
3	스마트물류 기술은 우리회사의 업무 활용에 부합할 것이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
4	스마트물류 기술은 우리회사의 사용 목적에 부합할 것이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

3. 기술적 요인 중 “복잡성”에 대한 질문입니다.

*복잡성: 기술 도입 관련하여 업무 수행 시 이해하기 어렵다고 여겨지는 정도								
설문 문항		전혀 그렇지 않다	보통					매우 그렇다
1	스마트물류 기술을 통한 업무처리는 복잡할 것이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
2	스마트물류 기술은 사용하기 어려울 것이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
3	스마트물류 기술은 기능 파악에 어려움이 있을 것이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
4	스마트물류 기술을 도입하는 과정에서 기술적 어려움이 있을 것이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

4. 조직적 요인 중 “경영층의 지원”에 대한 질문입니다.

*경영층의 지원: 기술 도입에 따른 경영층의 적극적인 지원과 참여도								
설문 문항		전혀 그렇지 않다	보통					매우 그렇다
1	우리 회사의 경영층은 스마트물류 기술에 관심이 많다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
2	우리 회사의 경영층은 스마트물류 기술의 필요성을 인지하고 있다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
3	우리 회사의 경영층은 스마트물류 도입 의지를 가지고 있다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
4	우리 회사의 경영층은 스마트물류 기술에 대한 필요 자원을 제공할 것이라고 생각한다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

5. 조직적 요인 중 “재무적 준비”에 대한 질문입니다.

*재무적 준비: 기술 도입에 필요한 예산 등 재무적인 자원의 준비 정도								
설문 문항		전혀 그렇지 않다	보통					매우 그렇다
1	우리 회사는 스마트물류 관련 투자 예산을 확보하고 있다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
2	우리 회사는 스마트물류 기술 도입에 필요한 예산을 확보할 예정이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
3	우리 회사는 필요하다면 타 예산을 스마트물류 사업에 활용할 수 있다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
4	우리 회사는 스마트물류 도입 예산을 외부에서 조달할 수 있다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

6. 조직적 요인 중 “조직 역량”에 대한 질문입니다.

*조직 역량: 기술 도입에 따른 관련 전문인력 및 역량의 확보 수준								
설문 문항		전혀 그렇지 않다	보통					매우 그렇다
1	우리 회사는 스마트물류 기술을 도입할 수 있는 기술을 보유하고 있다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
2	우리 회사는 스마트물류 기술을 도입할 수 있는 인력을 가지고 있다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
3	우리 회사는 스마트물류 기술에 대한 학습 역량을 가지고 있다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
4	우리 회사는 스마트물류 기술을 적용할 정도로 조직 유연성이 뛰어나다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

7. 환경 요인 중 “경쟁 압박”에 대한 질문입니다.

*경쟁 압박: 동종산업계에서 신기술 채택이 당연한 과제라고 강력한 동기로 나타나, 신기술 도입에 대한 필요성 자각 및 업계의 압력 등의 정도								
설문 문항		전혀 그렇지 않다	보통					매우 그렇다
1	우리회사는 파트너 또는 고객들과의 비즈니스를 위해 스마트물류 기술 도입이 필요로 한다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
2	스마트물류 기술 도입은 경쟁사에 비해 경쟁우위를 얻을 수 있을 것이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
3	일부 경쟁사에서는 이미 스마트물류 기술을 도입하여 운영하고 있다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
4	스마트물류 기술을 도입한 경쟁사를 보면 압박이 된다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

8. 환경 요인 중 “정부 지원”에 대한 질문입니다.

*정부 지원: 스마트 물류센터에 대한 정부의 행정적, 재정적 지원에 대한 인식 정도								
설문 문항		전혀 그렇지 않다	보통					매우 그렇다
1	정부의 스마트물류 지원사업에 대해 잘 알고 있다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
2	정부의 지원사업은 우리회사의 스마트물류 기술 도입에 도움이 될 것이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
3	스마트물류 기술을 위한 정부의 법/정책적 지원이 현재 적절하다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
4	스마트물류 도입에 대한 정부의 정책은 구체적이고 효과적이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

9. 지각된 위험 중 “경제적 위험”에 대한 질문입니다.

*경제적 위험: 도입한 기술이 작동하지 않아 수리 또는 대체를 위한 추가 비용을 들여야 하거나, 투자한 금전의 손실이 발생할 가능성에 대한 사용자가 지각하는 위험								
설문 문항		전혀 그렇지 않다	보통					매우 그렇다
1	스마트물류 기술 도입에 예상했던 것 보다, 과도한 비용이 발생될까봐 걱정된다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
2	스마트물류 기술의 성능 및 서비스가 제구실을 하지 못해 금전적 손해가 생길까봐 걱정된다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
3	스마트물류 기술이 제 값을 치를 하지 못할까봐 걱정된다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
4	도입한 기술이 작동하지 않아 수리 또는 대체를 위한 추가 비용이 발생될까봐 걱정된다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

10. 지각된 위험 중 “성능 위험”에 대한 질문입니다.

*성능 위험: 제품이나 서비스가 기대한 성능보다 부족한 성능을 가지는 경우 발생할 수 있는 잠재적 손실								
설문 문항		전혀 그렇지 않다	보통				매우 그렇다	
1	일하는 기능 및 서비스 수준을 충족시키지 못할까봐 걱정된다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
2	기존의 다른 시스템과 유연하게 연동되지 않을까봐 걱정된다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
3	예기치 않은 오류로 인해, 기존보다 업무가 많아지거나 처리시간이 향상되지 않을까봐 우려된다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
4	기대만큼의 혜택을 제공하지 못할까봐 걱정된다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

II. 스마트 물류 기술 “도입 의도”에 대한 질문입니다.

11. 도입 의도에 대한 “성과 기대”에 대한 질문입니다.

*성과 기대: 기술을 사용함으로써 물류운영 성과를 향상시키는데 도움이 될 수 있을 것이라는 신념의 정도								
설문 문항		전혀 그렇지 않다	보통				매우 그렇다	
1	스마트물류 기술을 이용하는 것은 기업 활동에 유용한 도움을 줄 것이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
2	스마트물류 기술을 이용하는 것은 기업 활동에 소요되는 시간을 단축시킬 것이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
3	스마트물류 기술을 이용하는 것은 기업의 생산성을 향상시킬 것이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
4	스마트물류 기술을 이용하는 것은 기업 성과를 높일 것이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

12. 도입 의도에 대한 “노력 기대”에 대한 질문입니다.

*노력 기대: 기술을 사용하는 것과 관련된 용이성의 정도								
설문 문항		전혀 그렇지 않다	보통				매우 그렇다	
1	스마트물류 기술을 배우고 익히는 것은 쉬울 것이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
2	스마트물류 기술은 이해하기 쉽고 명확할 것이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
3	스마트물류 기술 사용방법에 금방 익숙해질 것이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
4	스마트물류 기술 도입 후 업무처리에 한결 수월해 질 것이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

13. 도입 의도에 대한 “혁신 저항”에 대한 질문입니다.

*혁신저항: 새로움에 대한 불확실성과 의구심에 의해 나타나는 부정적 심리								
설문 문항		전혀 그렇 지않 다	보통					매우 그렇 다
1	나는 새로운 기술을 배우는데 부담을 느끼는 편이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
2	나는 새로운 기술을 도입하는 것을 꺼리는 편이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
3	나는 스마트물류가 도입된다면 마지못해 사용할 것이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
4	스마트물류가 도입되면 현재 나의 직무가 위협을 받을 것이라 생각한다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

14. “도입 의도”에 대한 질문입니다.

*도입의도: 신기술을 도입하려는 의도와 가능성 정도								
설문 문항		전혀 그렇 지않 다	보통					매우 그렇 다
1	스마트물류 기술을 도입할 의도가 있다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
2	스마트물류 기술을 향후 도입할 계획이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
3	스마트물류 기술을 지속적으로 사용할 의향이 있다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
4	스마트물류 기술 도입을 다른 회사에 권장할 것이다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

Ⅲ. 귀사 운영에 대한 질문입니다.

- 귀사의 물류센터는 소유는 어떻게 되십니까?
① 자가 ② 임차
- 귀사 물류센터 규모는 얼마나 되십니까?
① 1,000평미만 ② 1,000평~2,000평미만 ③ 2,000평~5,000평미만
④ 5,000평~10,000평미만 ⑤ 10,000평이상
- 귀사의 작년 매출액은 얼마입니까?
① 5억원 이하 ② 5억원 초과 10억원 이하 ③ 10억원 초과 50억원 이하
④ 50억원 초과 100억원 이하 ⑤ 100억원 초과 500억원 이하
⑥ 500억원 초과 1000억원 이하 ⑦ 1000억원 초과
- 귀사는 기업구분은 어떻게 되십니까?
① 물류기업 ② 유통기업
- 귀사의 물류센터는 어느 지역에 위치하고 있습니까? (자율기재)

()

6. 귀사에서 사용하는 물류시스템은 무엇입니까? (복수선택가능)

- ① 바코드 ② RFID ③ 사물인터넷 ④ 물류로봇 ⑤ DAS(디지털분류시스템)
 ⑥ DPS(디지털피킹시스템) ⑦ AS/RS(자동보관/반출시스템)
 ⑧ WMS(창고관리시스템) ⑨ WCS(창고제어시스템) ⑩ AGV(무인운반시스템)
 ⑪ 드론 ⑫ 블록체인 ⑬ AR/VR(증강/가상현실) ⑭ 디지털트윈 ⑮ 인공지능
 ⑯ 클라우드 ⑰ 기타()

7. 귀사의 물류센터 스마트화 수준은 어떻게 되십니까?

*아래 표1. 물류센터 스마트화 5단계 참조하여 귀사에 해당하는 단계에 √ 체크

미적용	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계
()	()	()	()	()	()

※표1. 물류센터의 스마트화 5단계

단계		특성	조건(구축수준)	주요 기술
1단계	데이터관리 기반 구축	식별 (Identified)	물류현장의 부분적 표준화 및 데이터 관리가 이루어지는 수준	바코드 RFID
2단계	모니터링	측정 (Measured)	물류현장에서 발생하는 물류정보의 실시간 모니터링이 가능한 수준	센서
3단계	관리 및 통제	분석 (Analysed)	수집된 물류정보를 분석하여 현장에 대한 체계적인 관리 및 통제가 가능한 수준	센서+분석도구 WMS
4단계	최적화	최적화 (Optimized)	물류운영에 대한 시뮬레이션을 통해 예측 및 사전적 대응이 가능한 수준	자동화 WMS+WCS 최적화 도구
5단계	자율운영	맞춤 및 자율 (Customized)	물류운영에 대한 모니터링부터 제어, 최적화까지 자율로 진행되는 수준	인공지능, 로봇, AR/VR, 디지털트윈 등

*자료: 한국교통연구원, 물류창고등급제 도입방안(2019.09)

IV. 마지막으로 귀하의 특성에 관한 질문입니다.

1. 귀하의 성별은 어떻게 되십니까?

- ① 남자 ② 여자

2. 귀하의 연령은 어떻게 되십니까?

- ① 20세미만 ② 20세 ~ 29세 ③ 30세 ~ 39세 ④ 40세 ~ 49세
⑤ 50대이상

3. 귀하의 직급은 어떻게 되십니까?

- ① 사원 ② 대리 ③ 과장 ④ 차장 ⑤ 부장 ⑥ 임원 ⑦ 대표

4. 귀하의 근속 년수는 어떻게 되십니까?

- ① 1년미만 ② 1~5년 ③ 6~10년 ④ 11년~20년 ⑤ 20년이상

- 본 설문에 끝까지 응답해 주셔서 깊이 감사드립니다 -

ABSTRACT

A Study on Factors Affecting Intention of Introducing Smart Logistics Center

Song, Young-Sim

Major in Smart Convergence Consulting

Dept. of Smart Convergence Consulting

The Graduate School

Hansung University

As non-face-to-face economic activities grow rapidly due to the influence of COVID-19, the importance of smart logistics centers is also being highlighted in the living logistics sector. Accordingly, the government announced a system to support facility and equipment investment costs for facilities certified as smart logistics centers to promote smart distribution centers, which are the core infrastructure of the logistics industry, and aimed to expand to 250 locations nationwide by 2025. A total of 30 locations (as of November 2022) have been certified as 18 in 2021 and 12 in 2022, but contrary to expectations, participation is still insufficient. Despite these policy and social interests and issues, research on introduction factors such as how to introduce a smart logistics center and what considerations to convert it into a smart logistics center is insufficient. Therefore, it is intended to increase internal and external competitiveness in domestic companies and industries by

identifying the influencing factors for the introduction of smart logistics technology by domestic logistics and distribution companies and suggesting directions for successful establishment of smart logistics centers.

This study assumed the application of a new technology called a smart logistics center to the logistics industry, and tried to identify factors that affect the personal attributes (performance expectations, effort expectations, innovation resistance) and intention to introduce smart logistics technologies through empirical analysis. The model of this study was created based on previous studies of the Technology–Organization–Environment Framework, Diffusion on Innovation, Theory of Perceived Risk, and Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. A total of 10 variables were adopted as independent variables: relative advantage, compatibility, complexity, support of top manager, financial readiness, organizational capability, pressure of competitors, government support, economic risk, and performance risk. Technology characteristics, organizational characteristics, environmental characteristics, perception Risk characteristics were stratified into four second orders. In addition, personal attributes (performance expectations, effort expectations, innovation resistance) were adopted as parameters to confirm the causal relationship between introduction intentions, and more insightful results were obtained through multigroup analysis (MGA) and importance–performance map analysis (IPMA), and presented the right direction by exploring strategic directions and breakthroughs.

First, it was confirmed that the expectation of smart logistics technology and the intention to introduce it increase as the company's external and internal environment improves. In particular, it was confirmed that 'relative advantage' was the most influential in terms of technology characteristics, 'support of top manager' in organizational characteristics, and 'pressure of competitors' in environmental

characteristics. Therefore, it would suggest that the introduction of technology will be strengthened if new technologies are confirmed to be more convenient and performance-enhancing compared to existing systems through the improvement of the internal and external environment of logistics companies.

Second, the fact that technology characteristics affect effort expectations means that it is expected to be easy and easy to use technology. However, effort expectations did not have a significant effect on the intention to introduce. This can be interpreted as a factor that lacks understanding of the newly introduced external knowledge and insufficient ability to apply the acquired knowledge to work, and it is difficult to combine and apply new knowledge to the current work. Therefore, in order to be competitive in rapidly changing technologies and competitive environments, efforts should be made to cultivate convergent manpower, and it is necessary to gradually expand it after sufficient verification from the parts that can be introduced.

Third, in the Multi-Group Analysis(MGA), the difference between groups according to the type of company (logistics company, distribution company), center owner (self-ownership, lease), and center size (less than 2,000 pyeong, more than 2,000 pyeong) was identified. There were differences between groups according to the type of company, the owner of the logistics center, and the size of the logistics center, and the three types of group analysis showed that small logistics companies that operate logistics centers less than 2,000 pyeong were greatly affected by factors. In addition, the significance of the difference in path coefficients between groups existed, and it was confirmed that logistics companies were more strongly affected by 「technical factors → performance expectations」 than distribution companies, and logistics centers with less than 2,000 pyeong were more affected by 「technical factors → effort

expectations」. Therefore, when introducing smart logistics technology, it is necessary to design the introduction stage according to the size of the logistics center, company, organization, and environmental conditions rather than a uniform approach for the entire logistics center.

Fourth, in the importance-performance map analysis(IPMA), the potential variables important for 'introduction intention' are in the order of 'performance expectation, support of top manager, pressure of competitors', It was found that the 'organizational competency' located in the fourth quadrant should be intensively improved. Therefore, it is important to organize a dedicated organization to understand, implement, and spread the technology, and organizational capabilities such as step-by-step education system, infrastructure support, and change management should be further strengthened. In addition, 'government support' and 'complexity' were identified as targets for additional intensive improvement depending on the group. Complexity is expected to be more complex as more equipment and systems are introduced in larger logistics centers. Therefore, it is necessary to present step-by-step customized consulting, technology support, and education through preliminary diagnosis of the introducing company, As for 'government support', it is necessary to establish and expand institutional support more systematically, such as introduction costs, tax benefits, technical seminars, and talent development, in order to spread smart logistics centers.

【Keyword】 Smart Logistics, Smart Logistics Center, Technology-Organization-Environment Framework, Diffusion on Innovation, Theory of Perceived Risk, Unified Theory of Acceptance and Use of Technology, Advanced Issues PLS, Multi-Group Analysis, Importance-Performance Map Analysis