

건설 자동화 서비스로 인한 노동시장의 변화와 대응전략 -목적, 시사점, 전략을 중심으로-

이재명* · 이용기**

목 차

요약 1. 서론 1.1 연구의 배경과 목적 1.2 연구의 범위 및 방법 1.2.1 심층 인터뷰 방법 및 연구 절차 2. 건설 자동화 서비스의 이론적 고찰 2.1. 건설 자동화 서비스 2.1.1 건설 자동화 서비스의 배경 2.1.2 건설 자동화 서비스의 정의 2.1.3 국외 건설 자동화 서비스의 노동정책 동향 2.2. 건설 자동화 서비스에 관한 선행 연구	2.2.1 국외 선행연구 분석 2.2.2 국내 선행연구 분석 3. 전문가 심층 인터뷰 결과 분석 3.1 자료 분석 결과 3.2 소결 4. 논의 4.1 산업 현장의 대응 4.2 노동자 대응 4.3 교육 훈련의 대응 4.4 정부와 기업의 대응 5. 결론 참고문헌 Abstract
--	---

요약

본 연구는 4차 산업혁명과 기술 진보로 대량 실업과 고용불안에 대한 논의가 전개되고 있다. 특히 건설 자동화 서비스 방식은 빠른 발전과 기술간 융합에 따라 작업의 생산성을 높이고 현장 안전사고 방지, 건설 산업의 경쟁력을 높이는 데 기여할 수 있다. 하지만 노동자들의 자리는 감소할 것이며 소득분배도 악화시킬 것이라는 우려가 크다. 이에 본 연구는 노동 시장의 불안감을 완화시키고 정부 및 사회 각계각층이 고민하여 방향성을 모색할 필요성이 있다. 본 연구를 수행하기 위해 현재 건설 분야에 종사 중인 2명의 전문가와 심층 인터뷰를 진행하였으며 분석을 통해 의미 도출과 현 경향을 파악하고 필요한 개선방안과 제도적 영역에 관해 규명하고 연구 방향을 제시하고자 한다.

분석결과 목적, 시사점, 전략적 총 3개의 주제로 분석하고 이를 토대로 산업현장의 대응, 노동자 대응, 교육훈련 대응, 정부와 기업의 대응으로 총 4개의 분야별로 대응 전략을 제언할 수가 있다. 산업 현장의 대응은 수평적이고 유연화된 조직 문화로 전환 되어야 하고 기존 노동자의 교육과 신규 인재양성이 필요하다. 노동자 대응은 융합능력과 깊은 전문성을 길러야 하며 교육훈련 대응은 직업교육과 훈련에 초점을 맞춘 재교육 시스템 도입을 갖추어야 한다. 마지막으로 정부와 기업의 대응은 건설 기술 서비스 창업 및 창직 활성화를 지원해야 한다. 본 연구를 통해서 건설 자동화 서비스의 기술 혁신에 따른 사회 전반의 생산성 향상과 효율성이 노동 시장에서 실업률 상승과 일자리 감소 등과 같은 사회적 문제로 이어지지 않도록 향후 경제 및 사회학적으로 논의를 활성화할 필요성이 있다.

표제어: 건설 자동화 서비스, 사회적 영향, 일자리 변화, 고용 부족, 제4차 산업혁명, 미래 고용

접수일(2022년 7월 13일), 수정일(1차: 2022년 9월 16일), 게재확정일 (2022년 9월 23일)

* 제1저자, 동서대학교 일반대학원 디자인학과, 석박사 통합과정, melong_6070@naver.com

** 교신저자, 동서대학교 일반대학원 디자인학과, 교수, ykl77@gdsu.dongseo.ac.kr

본 연구는 동서대학교 4단계 BK21 서비스디자인 기반의 사회혁신 교육연구팀에 의해 지원되었음.

1. 서론

1.1 연구의 배경과 목적

근래 사회와 학계에서 가장 많이 언급되는 단어 중 하나는 4차 산업혁명¹⁾과 기술진보로 인한 일자리 문제이다. 2016년 1월 스위스 다보스(Davos)에서 개최된 세계경제포럼(World Economic Forum: WEF)에서 4차 산업혁명(The Fourth Industrial Revolution)에 의해 향후 선진국 및 신흥시장 15개국에서 일자리 710만 개가 사라지게 된다는 비관적인 전망을 내보여 사회 전 분야에서 4차 산업혁명과 대량실업, 고용불안에 대한 논의가 전개되고 있다.

특히 건설 분야는 타 산업 분야와 마찬가지로 4차 산업혁명의 빠른 발전과 기술간 융합에 따라 생산 및 설계 방식, 건설 분야 기술자의 직무능력 등 중장기적인 변화가 일어날 것으로 예상된다. 이는 건설 분야의 새로운 성장을 도모할 수 있는 기회임과 동시에 노동시장에 미치는 영향도 매우 클 것으로 판단된다. 2020년 미국의 산업별 자동화 가능성을 분석한 글로벌 경영 컨설팅 회사 맥킨지(McKinsey & Company)의 보고서에 따르면 ‘예측 가능한 물리적 행위(predictable physical activity)’에서 건설 분야의 자동화 가능 정도 비중은 47%에 이르는 것으로 나타났으며 점차 적용 범위는 증가할 것으로 내다봤다.²⁾

현재 진행되고 있는 몇몇 연구들은 새로운 기술 개발과 확산에 따른 건설 분야의 자동화 서비스로 오늘날 인간이 수행하는 작업이 자동화로 대체될 것이라고 발표하였지만, 2020년 프라이스 워터 하우스

쿠퍼(Price Waterhouse Coopers: PWC)의 보고서에서는 38%가 아직은 자동화 서비스에 취약하다고 발표하였다(Kim, H. S., 2020).

건설 자동화 서비스 방식은 작업의 생산성을 높이고 현장 안전사고 방지, 건설 산업의 경쟁력을 높이는 데 기여할 수 있지만 이로 인하여 기존 200만 명 이상 노동자들의 자리는 감소할 것이며 소득분배도 악화시킬 것이라는 우려가 크다. 하버드 대학(Harvard University) 경제학자 바실리 레온티에프(Wassily Leontief)는 이러한 현상을 ‘장기적인 기술적 실업’이라고 개념을 정의하였다(Aaron, B., 2020). 일자리 감소는 새로운 일자리 창출과 인력의 사회적 보호, 제도적 규제를 우선적으로 고려하지 않고 있다는 데 문제점이 있다고 판단이 된다.

이에 본 연구는 건설 자동화 서비스 도래에 따른 노동시장의 불안감을 완화시키고 정부 및 사회 각계각층이 고민하여 방향성을 모색할 필요가 있다는 인식에서 출발하였으며, 고용감소 가능성 및 속도를 고려한 장기전망 속에서 향후 체계적인 노동시장 정책 수립방안과 제도적 영역을 중심으로 제안하고자 한다. 구체적인 연구 질문은 3단계로 목적, 시사점, 전략으로 나뉘어서 연구하며 다음과 같다.

- 1) 목적 질문 : 건설 현장에 자동화 서비스가 필요한 이유는?
- 2) 시사점 질문 : 건설 자동화 서비스로 인한 노동 시장에 미치는 영향은?
- 3) 전략 질문 : 자동화 서비스에 따른 건설 산업의 변화는?

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 학술논문 국외(8편), 국내(8편)의 선행 연구와 경제사학자이자 사회 이론가인 아론 베나브(Aaron Benanav)의 저서 ‘자동화와 노동의 미래’ 외 4권의 서적, 웹사이트 10곳에서 건설 자동화 및 노동자의 대응 전략과 전망을 살펴본다. 또한 현재

(1)4차 산업혁명은 컴퓨터와 인터넷의 등장과는 차원이 다른 스마트 시스템과 인공지능의 발달, 자동화 방식 및 빅데이터 등 물리와 디지털이 융합된 다양한 종류의 기술이 산업계에 일으킬 혁신적 변화를 의미한다.

(2)<http://www.conslove.co.kr/news/articleView.html?idxno=64823>

건설 분야에 종사 중인 2명의 전문가와 심층 인터뷰를 진행하며 연구 참여자의 기준은 관련 분야 10년 이상 업무경력이 있는 전문가로 제한하였다. 구체적인 연구방법 및 범위는 다음과 같다.

첫째, 건설 자동화에 따른 노동시장의 유형과 개념을 살펴보고 향후 노동시장의 현황과 변화추이를 살펴본다. 따라서 미국, 영국, 일본 건설 자동화의 현황과 미래 고용 정책을 통해 선진국의 대응 현황을 파악하고 연구하고자 한다.

둘째, 현재 건설 업계에 종사하는 2명의 전문가와 동의 수락하에 심층 인터뷰를 진행하며 다수의 사람보다 연구 참여자 2명을 통해 깊은 통찰과 가치, 지식을 얻고자 한다. 참여자 A는 BIM(Building Information Modeling), 로봇 소프트웨어 개발, 가상현실(VR) 제작 등 건축 프로그램 개발자이며 회사 CEO이다. 참여자 B는 건축설계와 시공을 하는 11년 경력 팀장이다. 연구 참여자의 일반적 특성은 아래 표 <Tab. 1-1>에서 알 수가 있다.

Tab. 1-1. Interviewee Characteristics

No.	성별	연령	진공	최종학력	직업	경력
A	남	40대	실내디자인	박사 수료	건축 프로그램 개발자	12년
B	남	40대	실내디자인	학사	건축설계/시공	11년

1.2.1 심층 인터뷰 방법 및 연구 절차

(1) 연구 질문 제시

질문은 아래 표 <Tab. 1-2>와 같이 연구 목적에 적합한 공통 질문을 목적, 시사점, 전략으로 분류하여 3가지 질문을 제시하고 연구 참여자들의 관련 업무와 지식, 개인의 경험, 환경의식 등을 통해 주제에 대한 다양한 각도에서 자료를 얻고자 하였다.

그리하여 인터뷰 자료의 해석과 분석을 통해 의미 도출과 현 경향을 파악하고 필요한 개선방안과

제도적 영역에 관해 규명하고 지향해야 할 연구 방향을 제시하고자 한다.

Tab. 1-2. Specific Questions

질문영역	구체적 질문 내용
목적질문	건설 현장에 자동화 서비스가 필요한 이유는?
시사점 질문	건설 자동화 서비스로 인한 노동시장에 미치는 영향은?
전략질문	자동화 서비스에 따른 건설 산업의 변화는?

(2) 연구 참여자 인터뷰 방식

심층 인터뷰(In-depth Interview)는 집중적인 개별 인터뷰를 수행하는 질적 연구 기법의 하나이며, 사용자 맥락이 포함된 인터뷰로 사용자의 의견, 잠재적 정보, 아이디어를 발견하기 좋은 방법이다.

연구 참여자 인터뷰는 2022년 5월 6일과 6월 4일에 실시하였으며, COVID-19로 인해 모든 인터뷰는 화상 채팅 플랫폼 줌(Zoom)을 활용하여 비대면으로 진행하였다. 인터뷰 진행되기 전에 연구 참여자들의 연구 목적에 대해 안내를 받고 인터뷰 참여 및 녹취에 대한 동의서를 작성하였다. 연구 참여자 2명을 대상으로 각 2회씩 1대1 심층 인터뷰를 진행하였으며 연구 참여자들의 익명성을 유지하기 위해 알파벳 A와 B로 기록하였다.

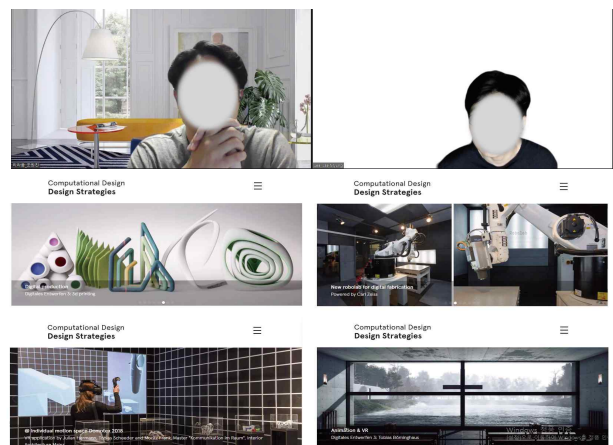


Fig. 1-1 Interview sharing screen with participant A and researcher

Tab. 1-3. Study Participant Interview Process

1. 연구 문제 선정		
1. 연구 문제 구체화		
2. 연구 참여자 적합성 검토 (참여자 A, B)		
3. 참여자와 그들의 환경 맥락에 대해 필요한 정보를 얻는다.		
2. 인터뷰 사전 준비		
연구 내용 관련 질문 내용을 정하고 질문지를 작성. 인터뷰 동의서 작성 후, 연구 참여자 (A, B)에게 전달	전달 파일	인터뷰 동의서, 질문지
	전달 방법	모바일 메신저 (Kakao Talk)
	전달 날짜	2022년 5월 3일
3. 1차 인터뷰		
인터뷰 방식	1대 1 심층 인터뷰	
참여자	A	B
시간	2022년 5월 6일 20시10분	2022년 5월 6일 21시40분
장소	화상 채팅 플랫폼 줌(Zoom)	화상 채팅 플랫폼 줌(Zoom)
소요시간	약 35분	약 45분
4. 1차 인터뷰 내용 정리		
1. 인터뷰 영상 및 녹취된 내용을 전사로 변환 분석		
2. 문서(기록), 오디오 녹음 등 수집 자료 확인		
3. 키워드 도출과 도식표 작성		
5. 교차 점검		
정리된 인터뷰 내용을 연구 참여자 (A, B)에게 전달하여 주제와 질문들이 적절하고 충분하게 포괄하고 있는가를 교차 점검을 통해 확인	전달 파일	1차 인터뷰 내용 정리
	전달 방법	모바일 메신저 (Kakao Talk)
	전달 날짜	2022년 6월 1일
6. 2차 인터뷰		
인터뷰 방식	1대 1 심층 인터뷰	
참여자	A	B
시간	2022년 6월 4일 9시40분	2022년 6월 4일 14시20분
장소	화상 채팅 플랫폼 줌(Zoom)	화상 채팅 플랫폼 줌(Zoom)
소요시간	약 42분	약 30분
7. 최종 인터뷰 내용 정리		
1. 1차 인터뷰와 2차 인터뷰 내용 자료확인		
2. 범주적 지표 및 도표, 분석 확인		

연구 참여자와의 인터뷰 소요시간은 평균 40분가량이었으며, 연구에 필요하다고 판단되는 자동화 관련 자료를 서로 공유하고 음성 녹취된 인터뷰 내용은 분석을 위해 전사 되었다. 아울러 연구 종료와 함께 음성 파일 및 현장 노트, 기타 파일을 영구 삭제하였다. 표 <Tab. 1-3>은 연구 참여자와의 인터뷰 과정을 원활히 하기 위해서 7단계로 나누어 진행하였으며 그 과정을 보여주고자 한다.

2. 건설 자동화 서비스의 이론적 고찰

2.1. 건설 자동화 서비스

2.1.1 건설 자동화 서비스의 배경

건설 산업은 오랜 역사를 가진 전통적인 산업이며, 인력에 의존하여 다양한 현장 작업을 수행하고 있다. 이러한 역사를 가진 건설 산업은 세월이 지나면서 현장 작업의 개선 및 생산성 향상을 위하여 다양한 도구 개발을 해왔으며 그중 하나는 건설 장비 개발로 이어지게 되었다.

국내의 건설 산업에 건설 장비 도입 시기는 1968년에 착공된 경부고속도로 건설부터이다. 아울러, 1980년대부터 세계적으로 인건비 상승과 노동력 부족 현상이 대두되기 시작하면서 미국과 일본, 유럽 등에서는 건설 장비에 제어 장치와 센서를 부착한 반자동 건설 장비가 등장하였다(Gwon, S. U., 2021).

1980년대 후반 일본 정부는 건설 산업을 제조업화로 변경해야 한다는 방침으로 건설 장비 회사와 대형 건설사를 중심으로 건설 자동화 서비스를 개발하기 시작하였다. 즉 일본 정부는 인력을 줄일 수 있는 획기적인 서비스 방식이라고 정의하였으며 이는 개별적인 건설 장비와 소프트웨어 기반 시공 및 현장 관리 시스템이 통합 연계된 개념이 내포되어 있다.

2.1.2 건설 자동화 서비스의 정의

건설 자동화 서비스는 컴퓨터 및 전산 기술을 활용한 통합관리 시스템화, 정보화 등 소프트웨어적인 기술과 시공이 기계화를 위한 자동, 반자동 형태의 로봇개발 등 하드웨어적인 기술을 포함한다고 정의한다(Joo, H. J. et al., 2007). 그러나 통상적으로 건설 자동화 서비스는 정보화 측면보다는 중량물 취급과 고소작업 및 위험성이 높은 작업 등 근로자 안전 문제, 작업환경개선과 생산성 정체 문제 등을 해결하기 위한 방안으로 인력 대체 또는 인력지원 하드웨어적인 접근을 다루는 것이 일반적이다. 이러한 관점에서 건설 기계장비, 계측 장비, 수치제어, 자료 수집 등의 기능을 포함한 로봇(Robot) 또는 인력과 장비가 협력하는 형태(Man-Machine Interface)의 건설장비 개발을 의미하게 된다(Kang, K. I., 2006).

현재 비정형화된 건축물, 생산공정, 근로자 등을 총괄적으로 관리하여 건설 현장의 생산성과 작업 환경, 품질, 안정성 등을 향상시키기 위한 기술 개발 노력이 이루어지고 있다.

2.1.3 국외 건설 자동화 서비스의 노동정책 동향

(1) 미국

건설 현장에서 사물인터넷(Internet of things: IoT) 기술과 스마트 기술을 통해 건설현장의 혁신을 유도하고 있다. 건설기계 장비, 노동 인력에 대한 모니터링과 현장 정보의 수집과 분석에서 빅데이터와 인공지능(AI)의 활용을 통해 기술 첨단화를 시도하고 있으며, 건설 자동화 분야 발전을 위하여 11억 6천만 달러 (약 1조 4,774억 9천만 원)투자 계획을 하였다.

하지만 2017년 미국 오바마 대통령은 고별 연설에서 건설 및 산업 기술의 자동화 발달로 인한 경제적 혼란을 우려하였다. 이는 무자비한 자동화의 속도로 인하여 양질의 중산층 직업군들을 사라지게 된다고 주장하였다. 아울러 세계 경제학자들도 자동화

가 세계화 보다 장기적으로 일자리 손실(Job loss)에 상당한 영향을 미치게 될 것이라는 주장에 동의하였다. 미국은 이러한 문제의 해결책은 교육이라고 하였으며 실업자 및 재직자들에게 견습 제도와 재교육 프로그램을 제공하며 실업자들에게 실업급여를 추가로 제공하는 방안과 실업 전 임금보다 적은 급여를 받고 이직하는 사람들에게 임금 보험(Wage Insurance) 등의 제도방안을 제시하였다(Korea Labor Institute, 2017).

(2) 영국

영국은 2025년까지 건설 비용 33% 절감, 정보통신기술(Information and Communication Technology: ICT)을 건설에 활용해 온실가스 50% 감축 등을 목표로 내세운 ‘Construction 2025’ 연구보고서를 발간하였고 건설 산업 혁신 방안으로 건설 산업의 스마트화를 강조하였다.

그러나 2017년 영국 엔지니어링 컨설턴트 기업 메이스(Mace)가 로봇(Robot)과 인공지능(AI), 자율 주행차 등 디지털 기술이 페인트, 목 작업, 벽돌 쌓기 작업의 3가지 건설 역할 중 한 가지를 완전히 대체하는 등 새로운 기술발달의 영향으로 2040년까지 영국 건설 산업 220만 개 건설 일자리 중 60만 개 일자리가 자동화될 것이라는 조사결과를 발표하였다.³⁾

이에 건설 분야는 자동화로 일자리 감소를 대신해 생산성 향상에 기여할 수 있는 신기술 도입을 위한 인력 재교육이 필요하다고 분석했다. 또 현재 근무자들에 대한 재교육과 기술 습득이 빠른 20~30대를 위한 환경을 조성하지 못한다면 새로운 산업혁명으로 인한 생산성 향상과 품질, 안정성의 이점을 얻을 수 없을 것이라고 내다 봤다. 아울러 최신 건축 기술을 반영한 교육과정과 인재육성 프로그램 도입이 시급하다고 강조하였다.

(3)<https://www.thedailypost.kr/news/articleView.html?idxno=57595>

(3) 일본

2016년 일본 국토교통성은 건설 산업의 생산성 하락과 인력난, 고령화를 해결하기 위해 정보통신기술(ICT)을 활용해 생산성을 높이는 ‘I-Construction’ 전략을 도입했다. 이를 통해 2025년까지 건설산업의 생산성을 20% 높인다는 전략이다. 일본 정부는 숙련 노동자 인력 감소와 고령화를 딛고 생산성을 높이기 위해 융/복합 건설기술 개발에 집중하고 있다.

2016년 옥스퍼드 대학 교수인 마이클 오스본(michael osborne)은 일본은 다른 국가보다 노동의 자동화가 진행될 가능성이 높으며 향후 10~20년간에 현재 노동인구의 약 49%가 인공지능(AI)이나 로봇(Robot) 등으로 대체될 수 있을 것으로 전망하였다.

자동화 도입에 의한 노동력 부족의 해소는 생산성을 향상시키는 효과는 기대할 수 있는 반면 리스크도 우려된다. 이는 소득격차의 심각화와 전체적인 노동 수요 감소, 미숙련 노동자의 취업률 하락 등이 초래될 것을 염려하고 있다.

자동화 진행과 동시에 새로운 고용기회를 창출하지 못하면 실업이 확대될 위험이 있기 때문에 일본 경제 재생을 위해서는 신기술의 도입을 장려하는 한편, 창업이 활발하게 이루어질 수 있도록 교육 및 개혁방안과 평등 사회를 유지하는 과제를 추진 중이다.

2.2. 건설 자동화 서비스에 관한 선행 연구

2.2.1 국외 선행 연구 분석

건설 자동화 서비스 관련 국외 선행연구는 아래 표 <Tab. 2-1>과 같으며 건설 자동화 서비스 기술 개발 방법론과 건설 자동화 서비스 적용 방법론으로 구분되어 실질적인 연구 내용을 다루고 있고 최근 다양한 국가들의 연구 동향을 파악할 수가 있다.

4차 산업으로 전통적인 건설에 사물인터넷(IoT), 인공지능(AI), 디지털 트윈(Digital Twin), 로봇(Robot)

등 디지털 혁신 기술을 접목하여 건설 프로세스 개선과 유지관리에 이르고 있다. 나아가 가상건설, 자동화 시공, 생산공정 편리성, 안전관제 등을 구현하여 건설 생산성과 현장 환경 개선, 안정성을 획기적으로 향상시키고자 하는 연구가 주를 이루고 있음을 알 수가 있다.

2.2.2 국내 선행 연구 분석

건설 자동화 서비스 관련 국내 선행연구는 아래 표 <Tab. 2-2>와 같다. 국내 선행연구는 4차 산업혁명에 맞춰 미래 건설 산업의 발전과 프로젝트관리 자동화 서비스 및 시공의 효율성 등에 초점이 맞추어져 있으므로 정작 중요한 노동시장에 대한 대책 방안은 현재 건설 현장에 국한되어 있어 4차 산업의 기술을 건설 분야에 적용하는 현시점에 노동시장 변화에 관한 연구는 아직 미흡한 실정이다.

국내 사례연구 <CASE 4> 김희성의 연구를 보면 미국에서는 인공지능과 자동화로 인하여 불이익을 당하는 노동자들을 위한 근로자조정 및 재훈련 통지법, 퇴직금 관련 문제, 재교육 문제 등에 관한 노동법을 만들어 실행에 옮기고 있다. 미국에서 기술발달로 인한 노동법적 범주의 문제들은 우리나라에도 적용이 필요하며 새로운 규정과 법률, 개선방안을 만들어야 한다고 판단이 된다.

따라서 본 연구에서는 선행연구의 보완을 위하여 경제 및 사회, 정부 부처, 산업연관 관계 등 다양한 측면에서 직무 능력과 일자리 감소의 변화추이를 분석하고 개선점을 찾고자 한다.

아울러 선행연구에 부족하다고 판단되는 자동화 서비스로 인한 노동시장의 변화 및 시사점, 대응 전략 방법론을 모색하고 연구의 깊이를 찾고자 전문가 2명의 심층 인터뷰를 진행하였다. 나아가 이러한 과정을 통해 연구결과와의 타당성과 자료 분석과정을 확보하고자 한다.

Tab. 2-1. Pilot Study on Construction Automation Service in Foreign Countries

건설자동화 서비스 기술 개발 방법론				
case 1	연구자	Javier Mora-Serrano, Felipe Muñoz-La Rivera (2021, Spain)	중심어	예방문화, 가상 현실(VR), AECO (Architecture, Engineering, Construction and Operations) 산업, 빌딩 정보 모델링 (Building information modeling: BIM)기술
	연구 주제	Factors for the Automation of the Creation of Virtual Reality Experiences to Raise Awareness of Occupational Hazards on Construction Sites	연구 내용	건설 산업에서 위험 예방 학습을 지원하기 위하여 가상 현실 프로그램을 기반으로 하는 자동화된 도구를 제공하는 연구
case 2	연구자	Diego Calvetti, Pedro Meda (2020, Portugal)	중심어	인력, 생산성, 건설 4.0, 감지 기술, 전자 성능 모니터링, 프로세스 개선, 작업 모델링
	연구 주제	Worker 4.0: The Future of Sensored Construction Sites	연구 내용	노동력 생산성 평가에 대한 검토를 제시하고 기술 노동자 모션 모니터링에 중점을 둔 연구방법 제시
case 3	연구자	Shiyao Cai, Zhiliang Ma, Song Bao (2020, China)	중심어	고층 빌딩, 자동화 및 로봇 공학
	연구 주제	Construction Automation and Robotics for High-Rise Buildings: Development Priorities and Key Challenges	연구 내용	중국과 미국의 고층 빌딩 건설 및 유지 보수용 로봇의 미래 개발에 대한 올바른 접근 방식을 탐색하는 연구방법 제시
case 4	연구자	Hadi Ardiny, Stefan Witwicki, Francesco, Mondada (2015, Switzerland)	중심어	모바일 로봇, 건설, 자동화, 로봇 감지 시스템
	연구 주제	Construction automation with autonomous mobile robots: A review	연구 내용	응용, 재료 및 로봇 시스템 측면에서 건설 자동화 관련 연구 및 자동화된 건설을 위한 미래의 로봇 요구사항에 대한 분석 제시
건설 자동화 서비스 적용 방법론				
case 5	연구자	Md Badiuzzaman, Md Rafiquzzaman (2020, Bangladesh)	중심어	인간, 자동화, 잠재력, 전통, 디지털화, 기술
	연구 주제	Automation and Robotics: A Review of Potential Threat on Unskilled and Lower Skilled Labour Unemployment in Highly Populated Countries	연구 내용	자동화 및 로봇 공학과 같은 스마트 기술의 도입으로 인해 인구가 많은 국가의 저숙련 및 비숙련 근로자에 대한 잠재적 위협을 요약한 연구
case 6	연구자	Ibrahim Nouzil, Ali Raza, Salman Pervaiz (2020, United Arab Emirates)	중심어	지속가능한 개발, 자동화 기술, 사회적 측면 고려
	연구 주제	Social aspects of automation: Some critical insights	연구 내용	'Circles of Sustainability'를 사용하여 자동화의 다양한 영향을 해결. 경제적, 정치적, 문화적, 생태학적 측면과 그 의미를 포괄하는 프레임 워크로서의 접근 방식제안
case 7	연구자	Opeoluwa Akinradewo, Ayodeji Oke, Clinton Aigbavboa (2018, South Africa)	중심어	로봇 공학 및 자동화, 컴퓨터 지원 제작/디자인
	연구 주제	Willingness to Adopt Robotics and Construction Automation in the South African Construction Industry	연구 내용	남아프리카 공화국에서 로봇 및 건설 자동화를 도입하려는 의의와 건설 프로세스, 작업조건개선, 비용의 효율성 등 기술평가 및 데이터 분석에 중점적으로 분석한 연구
case 8	연구자	Patrik Folkesson, Robert Lönnroos (2018, Sweden)	중심어	건설 자동화, 빌딩 정보 모델링(BIM), 로봇 공학
	연구 주제	Construction automation: Assessment of state of the art and future possibilities	연구 내용	건설 현장에서 무엇을 자동화할 수 있는지, 그러한 솔루션을 구현함으로써 얻을 수 있는 이점 및 극복해야 할 과제 결과를 도출

Tab. 2-2. Pilot Study on Construction Automation Service in Domestic

case 1	연구자	Kim, S. R. (2021)	중심어	일자리 변화, 4차 산업혁명, 인식유형, Q방법론
	연구 주제	4차 산업혁명에 따른 일자리 변화에 대한 인식 유형 연구	연구 내용	4차 산업혁명에 따른 일자리 변화에 대해 구직자와 재직자들의 인식은 어떻게 구조화되며 인식유형별 특성분석 연구
case 2	연구자	Cho, Y. G., & Kim, H. G., & Lim, S. Y. (2020)	중심어	국내 건설, 건설 산업, 건설동향, 4차 산업 기반기술
	연구 주제	4차 산업 시대에서의 국내 건설 산업 전망	연구 내용	건설 산업의 문제 요인 분석을 통해 4차 산업 기반 기술의 활용 방법과 미래 건설 산업에서의 구체적인 대응방법 및 적용 활용성 분석
case 3	연구자	Eom, H. J., & Lee, M. J. (2020)	중심어	4차 산업 혁명, 지능정보사회, 인공지능, 노동시장
	연구 주제	인공지능(AI) 기반 지능정보사회 시대의 노동시장 변화: 경제 사회학적 접근을 중심으로	연구 내용	인공지능(AI)의 역사와 개념에 대해 살펴보고, 지능 정보기술의 발달로 인한 사회의 변화와 노동시장의 변화를 제시
case 4	연구자	Kim, H. S. (2020)	중심어	로봇 인공지능, 자동화, 일하는 방식, 지능형 자체 학습 시스템, 기술의 범주, 원격 조작 및 원격 작업
	연구 주제	미국에서의 로봇 인공지능과 자동화로 인한 노동법적 문제	연구 내용	노동법 영역을 열거하고 이를 일반적으로 로봇 공학, 인공지능(AI) 및 자동화의 혁신적인 기술들을 범주화하여 각 범주에 해당하는 노동법 문제를 탐구
case 5	연구자	Park, H. P. (2018)	중심어	건설업 노동생산성, 건설업 취업자, 건설생산체계
	연구 주제	건설업 노동생산성의 국제비교에 관한 기초 연구	연구 내용	건설 산업 부가가치와 취업자 수 통계자료를 활용하여, 취업자당 건설업 노동생산성을 비교/분석
case 6	연구자	Park, S. H., & Shin, S. H., & Seo, J. W. (2018)	중심어	지능형 건설장비, 자동화, 건설장비 관제 기술, 건설 장비 가이드 기술
	연구 주제	지능형 건설장비 도입에 대한 기초연구	연구 내용	국내외 건설장비 자동화 기술고찰 및 수준 비교를 통해 지능형 건설장비 자율시공 제어 시스템 도입을 위한 건설장비 자동화 기술 개발 전략 및 도입방안
case 7	연구자	Kim, J. Y. (2017)	중심어	4차 산업 혁명, 스마트 건설, 정보화 기술, 정보통신 기술,
	연구 주제	제4차 산업혁명과 건설산업 정책의 전개방향	연구 내용	건설 산업의 제4차 산업혁명 전개 방향과 이를 뒷받침하기 위한 건설 산업 정책 차원에서의 추진 방향을 모색
case 8	연구자	Lee, E. H., & Lee, S. B. (2015)	중심어	노동생산성, 현장근로자, IPA
	연구 주제	건축 현장 근로자의 노동생산성 향상방안	연구 내용	건설 노동생산성에 영향을 끼치는 요인을 도출하고 향상요인에 대한 중요도 및 만족도를 분석하여 노동 생산성을 향상 시킬 방안을 제안

3. 전문가 심층 인터뷰 결과 분석

3.1 자료 분석 결과

전문가 2인과의 심층 인터뷰를 각 2회를 통해 녹취된 내용을 직접 들으면서 연구 참여자가 답한 내용에서 의미 있는 연구 단어를 도출할 수 있었다.

첫 번째 인터뷰에서는 공통 질문 3가지를 우선 제공하고 현재 건설 자동화의 필요성과 고용시장에

미치는 영향에 대해서 인터뷰를 하였으며 두 번째 인터뷰는 정리된 서술내용과 표현의 정확성, 추가적인 문제 정의를 확인하고자 하는 과정으로 진행하였다.

(1) 연구 질문 : 목적 질문

질문의 답변은 하위범주와 하위단위로 분류되며 아래 표 <Tab. 3-1>과 같다. 건설 산업의 노동자 부족 문제는 지난 10년간 급격히 진행되어 2010년 18%를 차지했던 50세 이상의 건설 기술인의 비중은

2019년 36%로 증가하였으며 앞으로 더 심화될 것이다(Seong, Y. K., 2020). 또한 30세 이하의 젊은 청년층들은 열악한 환경과 비전 부족, 언론에 노출되는 부정적 이미지 등으로 인해 건설 분야를 회피하고 있다. 이러한 노동자 부족 현상으로 건설 현장에서는 점차 정보기술 접목, 건설생산 과정 통합 및 디지털화 등으로 진행되며 일자리 변화가 본격화될 것으로 판단된다. 아울러 건설 자동화는 기술과 차별되는 인간 고유의 역량이 무엇인지에 대해서 고민하게 만들며 자동화에 대응하여 창의적인 사고와 새로운 지식, 기술 역량의 습득이 중요하다.

Tab. 3-1. Purpose Question Analysis

질문	건설 현장에 자동화 서비스가 필요한 이유는?
하위범주	하위단어
노동자 부족 문제	고령화 사회
	인건비 상승
	숙련노동력 부족과 안전성 문제
건설 생산 방식의 변화	균일한 품질
	공사기간 단축
	건설자재 낭비 감소, 공사비 절감
	작업환경 개선
	시스템 업무 표준화
	현장 안전의 중요성
	작업의 효율성 향상
진화된 건축자재와 마감재	
역량 및 창의적인 인재 발굴	사람은 창의적이고 섬세한 부분에 집중, 가치 있는 일에 투입

(2) 연구 질문 : 시사점 질문

2000년대 들어 자동화 서비스와 기술의 급증으로 인한 일자리 축소 가능성을 제기하는 연구논문들이 본격적으로 등장했다(Kim, T. K., & Lee, B. H., 2021). 최근 부정적인 전망과 긍정적인 전망으로 분류할 수 있으며, 부정적인 전망은 자동화 서비스와 디지털로 대체되어 대량 실업이 사회적 문제가 될 것이다. 또한 노동 이동 전까지 일시적인 실업은 개인에게 막대한 고통을 주며 이동시간이 길어진다면 그 고통은 더 길어진다. 이는 경제학에서는 기술적 실업을 ‘마찰적 실업’으로 간주한다.

건설경기 하락과 기술 진보로 일자리 문제는 인간의 노동은 고기술과 고임금의 노동, 저기술과 저임금 노동으로 양극화가 발생이 된다. 즉 고기술의 노동은 한정된 노동력으로 계속적으로 임금상승이 될 수 있으나 저기술 노동은 넘치는 노동력으로 인해 정체될 확률이 높아진다.

긍정적인 전망은 기술진보가 단기적으로 일자리에 부정적인 영향을 미쳤겠지만, 장기적으로 보면 공정혁신을 통해 생산성을 높이고 시장을 확대하며 신직업 창출의 기회를 줄 수 있다고 전망한다. 하지만, 자동화로 대체되는 것은 기술적 요인, 사회 및 경제적 요인이 필요하여 일자리가 급격히 사라지는 일은 발생하지 않을 것이며 경제적 실익이 적다면 자동화로 대체할 이유가 없을 것으로 판단된다.

Tab. 3-2. Implications Question Analysis

질문	건설 자동화 서비스로 인한 노동시장에 미치는 영향은?
하위범주	하위단어
부정적인 전망	일자리 문제 (대량 실업)
	빈부격차 확대
	근로자들의 불안감
	책임감 감소, 탈숙련화, 숙련의 양극화
	고기술 기술자와 저기술 기술자만 남음
긍정적인 전망	재숙련화, 양질의 일자리 창출
	새로운 수요 창출
	새로운 교육 훈련 시스템 강화
	신직업 창출의 기회가 공존
	기술진보
대응 전략	일하는 방식의 변화
	일자리 변화에 대한 대응이 필요
	디지털 협업 능력을 갖춘 인력과 엔지니어를 확보

(3) 연구 질문 : 전략적 질문

건설 산업이 미래산업으로 도약하기 위해서는 4차 산업기술을 활용한 첨단 기술과의 융합이 필수적이다. 이는 건설 산업과 4차 산업 기술인 지능정보통신(ICBM+AI)⁴⁾과 지능형 로봇, 드론, 무인 건설기

(4) 지능정보 통신기술은 인공지능(AI)의 지능과 ICBM(Io T, Cloud Computing, Big Data, Mobile)에 기반한 정보가 종합적으로 결합된 형태

계, 3D 프린팅, 가상/증강현실 (VR, AR) 등 신기술과 융복합하여 생산성을 획기적으로 향상시켜야 한다. 또한 인력의 양이 문제가 아니라 필요한 첨단 기술을 가진 인력이 필요하다. 즉 건설 산업에 필요한 인간중심의 통찰력을 가진 첨단 기술 인력의 양성이 필요하다. 향후 유지보수수요는 재건축(Rebuild), 보수(Repair), 보강(Reinforcement) 등으로 세부시장이 형성되고 있어 이에 대한 준비가 필요하다. 특히 사물인터넷(IoT)과 지능정보 통신기술(ICBM+AI)을 활용한 장비와 시설의 예지 정비 시스템과 유지 보수 시스템 구축과 장비 개발이 필요하다.

건설 산업의 기획, 설계, 구매조달, 시공, 감리, 유지 보수, 철거 등의 과정인 라이프 사이클 (Life Cycle)을 연결하는 지능정보통신을 통해 연결하는 건설 종합플랫폼을 구축해야 한다. 이를 통해 각 단계별로 최적화하고 이를 연결하여 건설산업 전 공정을 최적화하고 관리해야 한다. 아울러 전 공정에는 인간중심과 친환경의 핵심가치를 구현할 수 있는 시스템으로 구축해야 한다. 아래 표 <Tab. 3-3>은 건설 산업에서 첨단 기술과의 융합으로 변화되는 기술을 정리하였다.

Tab. 3-3. Strategic Question Analysis

질문	자동화 서비스에 따른 건설 산업의 변화는?
하위범주	하위단어
첨단 기술과의 융합	신기술 및 지능정보통신과의 융복합화
	스마트화, 친환경화에 따른 건설산업의 연구개발 및 인력개발 진행
	유지보수시장 확대 대비
	글로벌 구매공급망 관리 시스템 구축
	건설산업계와 건설기계산업계의 협동개발
	완전자동과 자율조종 형태
	건설 자재의 변화 및 새로운 시설물 설계 방식의 추구(모듈화)
	운영시장 성장 및 시공 부분과의 시너지 확대
친환경, 인본주의적 시스템으로 혁신	
작업 환경 개선	작업자의 안전을 확보

3.2 소결

심층 인터뷰와 문헌 고찰한 자료를 코딩하여 건설 자동화로 인한 필요성과 노동시장의 문제점 및 변화, 대응 방안을 대분류, 중분류, 의미 단위로 나눠 아래 표 <Tab. 3-4>와 같이 제시하였다.

Tab. 3-4. Interpretation of interview material (code)

대분류	중분류	의미 단위
안전	안전성 확보	안전사고 감소
		건강 안전 확보
능률	작업능률	효율성
		정밀한 작업가능
		작업시간 단축
		생산력 향상
	공사기간 단축	
	휴먼 능률	노동자들은 더 높은 수준의 작업에 배치
경제	경제상승	비용감소
		경제적 이익 (관리, 인건비, 능률 등)
	경제하락	시장 독점화
사회	실업	빈부격차 심화
		작업자 감소
		실업자 증가
		일자리 감소
	중급노동자의 실업	
복지	보편적 기본 소득제공	

첫째, 건설 자동화 서비스와 기술진보는 경제 및 사회, 업무의 효율성을 극대화시킨다. 일례로 자동화 기계가 24시간 작업을 한다는 것은 노동자의 하루 8시간 작업시간 보다 3배의 일을 가능하게 한다. 아울러 건설 노동조합(Trade union)과의 마찰은 사라질 것으로 판단이 된다. 잦은 파업과, 낮은 생산성, 채용세습 등으로 노동조합은 사회적 문제로 인식되고 있으며 파업으로 인해 건설 현장 생산성에 차질이 생길 수밖에 없다. 나아가 반대하는 노동조합으로 인해 중대한 정책 결정도 빠르게 내릴 수가 없다. 자동화 서비스는 노동자와의 마찰로 발생하는 문제점을 예방할 수 있어 굉장한 이점으로 볼 수 있다.

이와 같이 디지털 기기나 자동화 기기의 활용이 증가함에 따라 생력화와 생산성 증대가 가능하며 동시에 작업 환경 개선에도 도움이 된다.

둘째, 아래 그림 <Fig. 3-1>과 같이 노동자의 비용 상승과 자동화 방식으로 인하여 노동자 수요는 적어질 것이며 건설 자동화의 상용화는 급속하게 발전하게 될 것이다.

자동화 보급으로 인한 생산성 증대가 업무 창출로 이어질 수 있으며 새로운 고부가가치 산업을 발굴할 수 있는 한편 노동 대체 효과로 실업자가 발생할 것으로 추정된다. 즉 자동화 방식으로 기술과 생산과정이 발달이 되어 작업 환경과 안전성이 개선이 되지만 향후에는 노동자의 대량 실직으로 사회 복지와 정책, 개선방안이 시급할 것으로 보인다. 노동자는 기술진보와 일의 본질이 변화함에 따라 지속적으로 일하기 위해서는 교육과 훈련이 뒷받침이 되어야 한다고 판단이 된다.

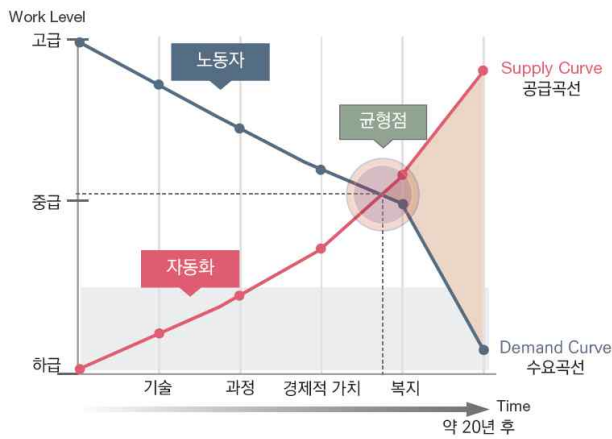


Fig. 3-1 Future Changes in Workers and Automation Methods

셋째, 건설 자동화 서비스로 인하여 생산성이 증대되는 한편 큰 변화와 문제점은 노동자들의 실업과 노동 이동이다. 자동화에 따른 노동 이동이 순조롭게 이루어지도록 하는 정부와 기업들의 노력이 중요하며 정부는 실업자와 고용불안 해결을 위해 고용

안전망을 구축하여야 한다. 즉 고용유지 최우선 지원과 기본 소득을 지원하는 복지 및 재교육 등 일자리 감소와 일하는 방식의 변화에 대응하기 위한 규정과 정책을 추진하여야 한다.

자동화 서비스와 기술 혁신 흐름이 가속화될수록 자본가와 노동자 간의 노동소득분배율 격차는 확대가 될 것이다. 경영자 및 자본가의 수익이 차지하는 점유율이 확대되는 경향은 현재에도 볼 수가 있지만, 앞으로는 이 경향은 더욱 두드러질 것이다. 이는 노동자를 자동화 방식으로 대체할수록 노동자의 몫은 줄어들고 경영자들의 몫은 늘어나기 때문이다.

만약에 노동자가 기계보다 기능이 떨어지더라도 자동화 기기를 구입하거나 빌리는 비용보다 노동자의 임금이 저렴하면 노동자를 계속 고용할 것이다. 그러나 임금은 쉽게 낮아지지 않는다. 이는 경제학에서 ‘하방 경직성’ 이라고 하며 기계의 가격은 얼마든지 낮아질 수는 있지만 노동자의 임금은 최저임금 미만이 될 수 없다. 최저 임금이라는 하한선에 부딪히는 순간 임금 하락에 따른 고용 증대를 기대할 수가 없게 된다.

마지막으로 아래 그림 <Fig. 3-2>는 자동화 서비스로 인한 문제점이 가장 크다고 판단되는 안전, 능력, 경제, 사회로 범주화하여 도식화하였다.

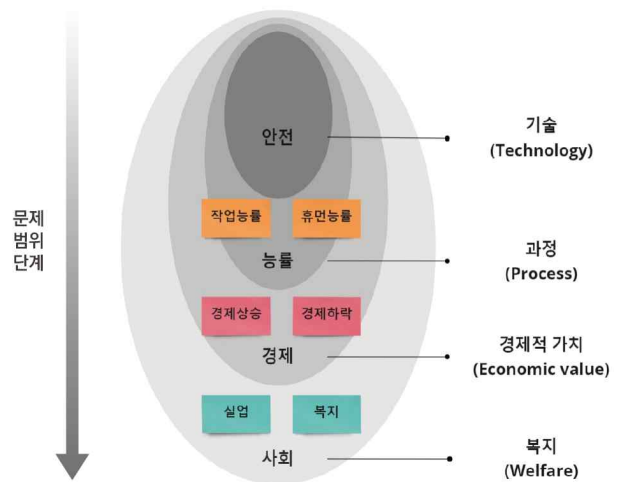


Fig. 3-2 Problem Scope Step Diagram

건설 자동화 서비스는 기술 진보로 작업 안전성과 작업능률 효율성이 높은 것을 알 수가 있다. 이러한 이점이 있는 반면 문제점이 발생이 되는데 경제적으로 상승을 하지만 대량실업으로 인해 빈부격차와 소비 행태가 달라져 경제하락이 우려된다.

즉 자동화 서비스로 일자리를 잃고 소득이 없게 되면서 소비자들은 고용 이동 기간이 장기적이거나 영구적이라고 생각하면 단기 적보다 소비행태에 큰 변화를 일으키며, 급속한 기술 진보로 미래의 어느 시점에선가 실업의 장기화를 우려해서 소비를 갑자기 줄이는 날이 올 수도 있다. 이런 일이 발생이 되면 경제 전체가 추락할 것이다.

건설 자동화 서비스는 인간을 고된 노동에서 해방을 시키는 방법이지만 많은 노동자들은 살아가기 위해 일을 해야만 하는 현 사회에서 노동 해방은 생존 위협이라는 큰 고통을 노동자들에게 안겨준다.

4. 논의

본 연구는 4차 산업혁명 도래에 따른 건설 자동화 서비스로 노동자의 일자리 문제에 대한 시사점을 도출하기 위하여 문헌 고찰과 전문가 2인의 심층 인터뷰를 통해 알아보았다. 또한 고용시장의 불안감을 덜어내고 앞으로 노동시장의 대응 전략을 탐색하는데 목적을 두었다. 연구 결과로 목적, 시사점, 전략적 총 3개의 주제로 분석하고 이를 토대로 산업 현장의 대응, 노동자 대응, 교육 훈련대응, 정부와 기업의 대응으로 총 4개의 분야별로 대응 전략을 제안하고자 한다.

4.1 산업현장의 대응

첫째, 수평적이고 유연화된 조직 문화로 전환을 해야한다. 상명하달식의 엄격한 계층 구조와 상사에게 잘 보이기 위한 작업 형식은 비효율이 발생이 된

다. 이러한 수직적 조직 문화는 창의력을 가진 유능한 인재들이 적응하기 힘들고 능력을 보여줄 기회조차도 없어진다.

4차 산업혁명의 새로운 기술과 융합은 일상화되는 현시점에 창의성과 신속성이 중요시되며 이 능력들은 갑을 관계와 경직된 계층에서 나타나기 어려운 능력이다. 산업 현장은 유연한 조직으로 변화하고 창의적 활동을 적극적으로 지원한다면 일자리 창출의 성과를 이룰 수 있다고 판단된다.

둘째, 기존 노동자의 교육과 신규 인재양성이 필요하다. 기술 진보로 자동화 서비스로 대체가 되고 있지만 정작 중요한 부분은 숙련된 노동자라는 점이다. 현장에서의 숙련된 기술, 오랜 지식과 경험을 갖춘 노동자를 빠르게 변하는 기술 환경에 민첩하게 대처하고 혁신을 선도할 수 있도록 교육이 필요하며 신규 인재양성 또한 산업 현장에서 다양한 신기술 프로그램을 개발하여 적극적으로 나서야 한다.

4.2 노동자 대응

첫째, 융합능력과 깊은 전문성을 길러야 한다. 단순, 반복적인 업무나 데이터 수집 분석은 로봇(Robot)이나 인공지능(AI) 같은 신기술에 의해 대체될 것이다. 현재는 어떤 분야에서 깊은 전문성을 갖춘 인재는 4차 산업 혁명에도 살아남을 가능성이 높다. 고도의 전문성이 필요하고 융합적 아이디어와 문제해결 능력이 요구되는 업무는 로봇과 인공지능이 대신하기가 쉽지 않고 오히려 기술진보로 인하여 작업자들의 능력과 업무 영역을 확장시켜 줄 수 있다.

둘째, 신기술에 대한 이해와 활용 능력을 갖춰야 한다. 기업에서는 기본적 업무 능력 외에 신기술을 활용할 줄 아는 인재를 필요로 한다. 즉 사물 인터넷, 빅데이터, 인공지능 등 신기술의 지식과 활용 능력은 경쟁력이 있으며 기업에서 오랫동안 근무할 수 있는 필수 능력이 된다.

4.3 교육훈련의 대응

첫째, 직업교육과 훈련에 초점을 맞춘 재교육 시스템 도입을 갖추어야 한다. 대량 실직을 당한 노동자들은 새로운 직업과 직무를 위해서 재교육을 받아야 할 필요성이 있다. 신기술의 도입으로 기존 일자리는 감소가 되므로 실업자들을 다시 흡수할 여력은 불가능할 것이다. 그러므로 건설 자동화, 빅데이터, 드론, 인공지능 등 새로운 기술을 습득하고 기술의 지속적인 혁신을 위해 인재양성 및 재교육이 필수적인 사항이다.

둘째, 산업 현장과의 우호적 협력관계를 맺는다. 기술진보에 따라 건설 현장의 근로자가 습득해야 할 기술과 지식은 방대하며 현장 문제해결 역량과 안전성의 중요성이 커지고 있으므로 교육은 작업현장에서 이루어져야 한다. 또한 건설 장비가 더욱 최첨단 기계를 바꾸고 있기 때문에 교육기관보다는 현장 위주의 인재양성이 필요하며 건설 산업 현장, 건설 디지털화를 선도하는 기업에서 직무에 필요한 지식과 기술을 국토교통부와 지속적으로 협력하여 교육훈련 과정에 반영해야 한다고 판단이 된다.

4.4 정부와 기업의 대응

첫째, 건설기술 서비스 창업 및 창직 활성화를 지원해야 한다. 4차 산업혁명은 기술을 개발하고 혁신하는 창업에서 이루어지는 혁명이다. 따라서 국토교통부를 중심으로 건설 서비스 혁신, 소규모 건설 장비, 사업관리 툴 등 혁신적인 아이디어와 기술 개발로 다양한 서비스와 상품을 창조하는 건설 기술 서비스 스타트업 지원을 하는 것이 필요하다.

둘째, 사회안전망 서비스를 촘촘하게 계획하여야 한다. 자동화로 대체 되면서 새로운 직업과 일자리는 생겨나겠지만, 이보다 훨씬 많은 기존의 일자리가 사라지면 대량 실업이 발생하고 경제적으로 큰 타격을 입게 된다.

기존 건설 현장에 있던 노동자들은 새로운 일자리 이동까지는 일정 시간이 필요하고 그동안은 실업 상태에 놓인다. 이는 새로운 일자리의 탐색 과정과 재교육 과정을 거쳐야 하기 때문이다. 노동자들은 소득 보전 문제가 발생할 수 있으며 노동법적 보호와 사회안전망의 보장을 받지 못하는 노동자들은 급증할 것으로 판단이 된다. 그러므로 기본소득 보장 제도가 효율적인 해결책이 될 것이며 소득 불균형을 완화 시키고 빈곤을 줄이는데 체계적인 알고리즘이 효과적으로 작용할 수 있다.

셋째, 고용기회를 늘리는 워크 셰어링(work-sharing)⁵⁾을 장려한다. 일례로 독일 폭스바겐(Volkswagen)社は 경기 불황으로 3만 명 인원 감축이 불가피하였으나 1994년부터 1995년까지 2년간 4일 근무제를 실시하였으며 이탈리아 피아트(Fiat)社도 1993년 1일 3교대 및 주 6일 근무제를 실시해 대량 실업 위기를 극복했다. 자동화 서비스로 인한 고용 창출이 둔화되면서 실업자가 새 일자리를 찾기 힘들어지고 고용 불안에 시달리는 노동자가 증가하면서 일자리 지키기 및 나누기의 필요성이 대두된다.

5. 결론

본 연구는 건설 자동화 서비스로 인한 노동시장 대응 전략을 목적, 시사점, 전략적으로 분류하였으며 다음과 같이 정리될 수 있다.

첫째, 4차 산업 혁명으로 새로운 기술과 융합하여 건설 산업과 결합하고 이는 현장의 생산성 향상과 안전성, 효율성이 높음을 알 수가 있다. 하지만, 건설 자동화 서비스와 빠른 기술로 대체되면서 대량 실직과 노동 이동이 발생이 될 것이며 정부 및 사회에서 세밀한 지원이 필요하다. 이를테면 미래에는 숙련된 노동자 수요가 대량으로 감소하고 임금 하락

(5)노동시간을 줄임으로써 그에 해당하는 임금을 낮추고 임금과 시간으로 노동자를 더 고용하는 정책, 일자리 나누기로 불리기도 한다. 출처: 시사경제용어사전

이 예상되므로 변화되는 인공지능, 빅데이터, 디지털 트윈(Digital Twin) 등 신기술 방식에 관한 재교육과 직무 능력 습득, 창의성을 기를 기회를 제공하는 것이 필요하다. 즉 건설 감리 부분을 주된 수입원으로 하는 소형 건축사무소는 자동화 시스템 서비스로 사라지게 될 것이고 건축물 유지관리 점점 시스템인 디지털 트윈(Digital Twin) 기술로 인해 건축사의 업무는 없어지게 될 것이다. 나아가 재직자와 구직자들이 현실을 수용하면서 일자리 전환에 스스로 적응을 할 수 있도록 지원이 필요하다고 판단된다(Kim, S. R., 2021).

둘째, 건설 자동화 서비스와 업무에 필요한 기술 융합의 필요성이 증가하면서 건설 분야 전문가 외에 로봇 공학자, 과학자, 수학자 등 많은 학문 분야의 전문가와 코워킹(Co-working)을 하면서 소폭으로 고용이 증가할 것으로 전망된다. 또한 건축 자동화 서비스의 기술 진보로 스타트업 창업 프로그램을 활성화되어 인간과 인공지능(AI) 상호 작용(Human-AI Interaction) 기술 개발을 유도하고 신규 고용 창출을 이룰 것이다.

셋째, 실업 및 불안정한 노동의 문제에 대처하기 위해서 합리적인 복지제도와 노동법, 계약법 체계 등 노동자들을 보호할 수 있는 구체적인 규정을 도입 또는 모색이 되어야 한다. 일례로 실업수당의 지급 기간을 늘리는 방안이다. 현행 실업수당은 지급 기간이 최장 8개월이다. 하지만 유럽의 많은 국가들은 실업수당을 18개월에서 48개월까지 지급하고 있다(Son, E. C., 2018). 향후 국내에서도 대량 실업을 대비하기 위해서 실업수당 지급 기간을 늘리고 고용 보험기금의 효율적 운용방안을 마련해 놓을 필요가 있다.

마지막으로 건설 자동화 서비스의 기술 혁신에 따른 사회 전반의 생산성 향상과 효율성이 노동시장에서 실업률 상승과 일자리 감소 등과 같은 사회적 문제로 이어지지 않도록 향후 경제 및 사회학적으로 논의를 활성화할 필요성이 있다. 또한 기술 환경 변

화에 따라서 건설 자동화 서비스 교육 및 다학제적인 협업으로 변화해야 할 필요가 있다고 시사한다.

아울러 본 연구는 건설 자동화 서비스에 따른 노동 이동이 가시화되는 상황에서 실증적 연구를 위한 자료로 활용될 수 있을 것이다. 향후 후속 연구에서는 건설 자동화 서비스에 관한 신 직무의 유형과 해당 직종 노동자들을 대상으로 자동화 서비스 업무에 관한 설문조사와 통계, 연구대상에 따른 구체적 인식조사, 자동화 서비스로 체계화된 작업계획 및 공법계획을 통하여 새로운 현장 운영 방식을 중점적으로 연구가 수행되어야 할 필요가 있다고 판단된다.

Reference

- [1] Aaron, B., The future of automation and labor How will a scarcity society be realized, book world, 2022.
(아론 베나나브, 윤종은 옮김(2022), 자동화와 노동의 미래: 탈희소성 사회는 어떻게 실현되는가, 책세상)
- [2] Aaron, B., & Lee, J. I. (2020), Automation and the future of work, Changbi, 48(1), 353-378.
- [3] Cho, H. H. (2020), Smart construction technology and policy support measures, Korea Research Institute for Human Settlements, No.461, 31-37.
- [4] Choi, C. H., & Ju, K. B., & Cho, J. W., & Seo, M. B., & Won, J. S. (2019), Analysis of Construction Automation Capability and Establishment of Future Leading Strategy, Korea Institute Of Construction Technology, 1-107.
- [5] Gwon, S. U. (2021), The latest trend in smart

- construction and the construction industry's response strategy, Korea Institute of Construction Engineering and Management, 22(4), 23-31.
- [6] Huh, J. J. (2017), Changes and responses of the 4th industrial revolution on jobs, Korea Labor Institute, No.144, 62-71.
- [7] Jin, T. S., & Kim, S. S. (2018), Prospects of Future Changes in the Architectural Service Industry according to the Fourth Industrial Revolution, Architectural Space Research Institute, 1-168.
- [8] Joo, H. J., & Ko, H., & Kim, K. H., & Kim, J. J. (2007), A Study on the thoughts of officers who work for the domestic construction company about introducing the Constuction Robot into the domestic construction industry, Korea Institute of Architectural Engineering, 105-108.
- [9] Kang, K. I. (2006), Current Status and Prospect of Construction Automation Technology, Ssangyong E&C R&D Center, V.40, 8-13.
- [10] Kim, D. K., & Kim, J. J., & Kim, H. J., & Choi, Y. S., & Choi, J. H. (2017), Future Job Prospects of the 4th Industrial Revolution, Korea Employment Information Service, 1-259.
- [11] Kim, H. J. (2017), 4th Industrial Revolution and Magnetics (2), Korean Magnetics Association, 27(4), 153-162.
- [12] Kim, H. S. (2020), Issues on the Labor Law through Robotic Artificial Intelligence, and Automation in the United States of America, Korean Association of Comparative Labor Law, 49th, 127-163.
- [13] Kim, J. H. (2014), Policy direction for the sustainable development of the construction industry, Korea Research Institute for Human Settlements, No.396, 6-13.
- [14] Kim, J. Y. (2019), Construction Culture and the 4th Industrial Revolution, Korea Research Institute for Human Settlements, No.86, 68-75.
- [15] Kim, J. Y. (2013), Improvement of the construction production system for the win-win development of the construction industry, Korea Research Institute for Human Settlements, No.383, 14-19.
- [16] Kim, M. S. (2019), Job innovation plan for the rebirth of the construction industry into a young industry, Korea Research Institute for Human Settlements, No.86, 53-66.
- [17] Kim, S. R. (2021), Perceptions toward Job Changes due to 4th Industrial Revolution, Journal of the Korean Contents Association, 21(11), 528-542.
- [18] Kim, T. K., & Lee, B. H. (2021), Effect of Industrial Robot Dissemination on Employment, Bank of Korea, 75(1), 8-13.
- [19] Kwon, S. W. (2021), Smart Construction: From the Meaning of Construction Automation and Construction Robotics, Korean Architecture Society, 65(3), 56-57.
- [20] Korea Labor Institute. (2017), World Labor News, Korea Labor Institute, 15(2), 97-112.
- [21] Lee, E. H., & Lee, S. B. (2015), A Improving Labor Productivity in Construction Site Workers, Association of Korean Architectural Associations, 17(3), 113-119.
- [22] Martin, F., The rise of robots : The evolution of artificial intelligence and the threat of future unemployment, Sejong

Books, 2016.

(마틴 포드, 이창희 옮김(2016), 로봇의 부상: 인공지능의 진화와 미래의 실직 위협, 세종서적)

[23] Oh, E. J. (2006), Diagnosis of Seoul Labor Market and Response Direction in the Era of the 4th Industrial Revolution, Seoul Institute, No.256, 1-26.

[24] Roger, B., The AI Economy: Jobs and Welfare in the Robot Era, Sejong Institute, 2020.

(로저 부틀, 이경식 옮김(2020), AI 경제: 로봇 시대의 일자리와 복지, 세종 연구원)

[25] Seong, Y. K. (2020), Job change and construction industry response direction after the COVID-19 crisis, Korea Construction Industry Research Institute, Vol.2020, 1-30.

[26] Shin, K. Y., & Yeo, Y. J., & Lee, J. D. (2020), Digital Transformation and its Socioeconomic effects: Input-Output and Social Accounting Matrix Analysis, Journal of the Korean Innovation Society, 15(3), 1-28.

[27] Son, E. C., How the 4th Industrial Revolution, Eulyu Munhwasa, 2018.

(손을춘(2018), 4차 산업혁명은 일자리를 어떻게 바꾸는가, 을유문화사)

[28] Um, H. J., & Lee, M. J. (2020), A Study on Labor Market Changes from Artificial Intelligence (AI) in the Intelligence Information Society, Korean Society of Information Society, 21(2), 1-20.

[29] Yang, S. G. (2019), In the 4th industrial era, Finding Directions for Social Law - Paying attention to changes in labor -, Korean Law Theory and Practice Society, 7(4), 9-28.



Lee, Jae-Myung (melong_6070@naver.com)

Lee, Jae-Myung graduated from the Department of Interior Design at Konkuk University and is currently in the doctoral course at Dongseo University. His research keywords are construction automation service, digital architecture and digital Fabrication.



Lee, Yong-Ki (ykl77@gdsu.dongseo.ac.kr)

Lee, Yong-Ki received his Ph.D. in Industrial Design from KAIST, Korea. Currently he is Assistant Professor of Design at Dongseo University, and Director of the Service Design for Good (SD4G) Lab. www.sd4g.org

Changes in the Labor Market and Response Strategies of Construction Automation Services -Focused on purpose, implication, and strategy-

Jae-Myung Lee* · Yong-Ki Lee**

ABSTRACT

This study discusses mass unemployment and job insecurity due to the 4th industrial revolution and technological progress. In particular, the construction automation service method can contribute to increasing work productivity, preventing on-site safety accidents, and enhancing the competitiveness of the construction industry according to rapid development and convergence between technologies. However, there is great concern that the position of workers will decrease and the income distribution will deteriorate. Therefore, this study is necessary to alleviate the anxiety of the labor market and to find a direction for the government and all walks of life to ponder. To carry out this study, in-depth interviews were conducted with two experts currently engaged in the construction field, and through analysis, we intend to derive meaning and identify current trends, identify necessary improvement measures and institutional areas and suggest research directions.

As a result of the analysis, it is possible to suggest a response strategy in a total of three themes: purpose, implication, and strategy. Based on this, there are response strategies in four areas: (1) industrial site response, (2) worker response, (3) education, and (4) training response, and government and corporate response. Through this study, it is necessary to revitalize economic and sociological discussions in the future so that the improvement in productivity and efficiency of society as a whole due to technological innovation of construction automation services does not lead to social problems such as an increase in the unemployment rate and a decrease in jobs in the labor market.

Keywords: construction automation services, social influence, job change, lack of employment, 4th industrial revolution, future employment

* First author, Department of Design, Dongseo University Graduate School, Master's and PhD Integrated Course, melong_6070@naver.com

** Correspondent author, Department of Design, Dongseo University Graduate School, Professor, ykl77@gdsu.dongseo.ac.kr

This research was supported by BK21 Four Service Design driven Social Innovation Educational Research Team in Dongseo University.