
Global Report

경영측면에서 건설산업의 4차 산업혁명

1. 개요
2. 소개
3. 경영에 관한 관련 문헌
4. 방법
5. 결과
6. 결과 검토
7. 결론

1. 개요

4차 산업혁명의 발전은 기술과 혁신에 의해 가속화되어왔다. 문헌에 기술된 바와 같이 4차 산업혁명은 그 효율적인 역량을 통해 성장과 발전을 촉발시킨다. 건설 산업의 성장은 보편적 국내 총생산 가치의 일부에 해당하므로 4차 산업혁명은 건설 엔지니어링 산업에 파급효과를 미치게 되는 것이다. 본 논문의 목표는 투자관리, 프로젝트 준비 그리고 관련 경영활동의 전반적인 접근법 등 경영활동의 관점에서 건설 산업 내부에 4차 산업혁명의 면면을 살펴보고자 하는 것이다. 본 연구에서는 주제범위 문헌고찰방식(scoping review techniques)을 사용하여 4차 산업혁명 및 건설 산업의 현 상황을 분석하였다. 10개의 샘플 간행물에 대한 체계적이고 주제범위 문헌고찰방식(scoping review methods)에 의한 실증적인 검토결과에 의하면 정보통신 기술에 따른 4차 산업혁명은 건설 산업에 상당히 긍정적인 영향을 미치는 것으로 드러났다. 따라서 건설 분야 실무진에서는 정보통신분야 연구진과 더 많은 협력관계를 체결하여 건설 엔지니어링 산업의 작업공정과 관리활동의 자동화를 향상시켜야 한다.

2. 소개

독일에서 2011년에 간행된 생산의 디지털 혁명을 위한 2020 하이테크 전략계획은 4차 산업혁명의 잉태를 알리는 계기가 되었다. 1차 산업혁명에서 4차 산업혁명으로의 전환은 디지털화와 “스마트 생산(smart production)” 채택을 갖춘 생산으로 특징지을 수 있었다. 2016년 Hermann et al.은 건설부문에 최적의 수단으로 유용한 4차 산업혁명의 핵심구성요소를 사이버 물리시스템(CPS - Cyber-physical Systems), 사물인터넷, 인터넷 서비스, 인공지능, 빅 데이터 및 스마트 생산으로 구분 지었다. 4차 산업혁명의 본질은 데이터 분류가 퍼지 집단화(fuzzy clustering)/신경망(neural networks)을 기반으로 한 생산 과정과 관리 의사결정 프로세스를 혁신하는 유전자 알고리즘(genetic algorithm)을 기반으로 한 스케줄링의 지능적이고 스마트한 운영을 확인하는 것으로 (Fengque et al. 2017)서술되고 있다.

모든 산업체는 현재 다양한 차원의 디지털화와 새로운 디지털 트렌드를 채택하고 있다. Schumpeter (1942)는 디지털화를 통한 경제적 변화에 관한 혁신의 중요성을 주장했지만 경제적 시스템으로는 실행되지 않았다. 경제적 전환(생산)은 인력, 토지, 자본 및 기업가에 달려있으며, 토지는 건설부문 생산의 핵심요소이다. 정보통신기술을 가지고 “스마트 생산”을 통해 생산라인의 인적 인터페이스가 줄어든다면 건설산업을 포함한 최적의 산업부문별 성과가 보장된다.

건설 엔지니어링 산업에서 기업들이 직면한 과제들은 다른 기업들이 기초로 하고 있는 다양한 기술과 관련한 경험과 대체로 밀접하다. 기술혁신은 매우 빨라서 새로운 트렌드의 채택속도와 그 채택을 논의하는 것조차도 시장이 이를 흡수하고 혜택을 누릴 준비가 되기 전에 훨씬 더 빠르게 되는 경우가 흔하다. 건설 엔지니어링 산업의 혁신은 오토캐드, BIM, ERP, 클라우드 솔루션, 분석, 드론 및 핸드-헬드 기술(hand-held tech)을 통해 혁신과 기술에 의해 크게 촉진되었다. 본질적으로 건설 엔지니어링 산업의 혁신은 보다 큰 디지털화로 전환인 4차 산업혁명의 그 버전이며 조립식, 자동화, 3D 프린팅, 가상현실, 드론, 센서 및 주로 로봇과 같은 새로운 기술과 장비들이 거의 실시간으로 산업 프로세스를 보다 잘 이해할 수 있도록 도움을 주는데 사용된다. 프로세스의 데이터를 기반으로 히스토리 데이터는 히스토리를 기반으로 의사결정을 지원하고 기업 내이지만 주로 비즈니스 과업의 장단기 프로세스를 예측하기 위해 분석된다. 그러나 제조업과 같은 다른 부문과 달리 건설 엔지니어링 업체들은 맞춤형 프로젝트와 일회성 디자인(one-off designs)으로 종종 명성이 높다는 문제에 직면해 있다. 업계는 수십 년 동안 같은 형태로 건설하지는 않았다. 건축가들은 특정 재료를 사용하여 독특한 새로운 건축물을 설계한다.

업계의 미래는 새로운 기술을 사용하여 혜택을 누릴 수 있도록 업계내의 반복적인 프로세스를 찾으려 노력하는데 있을 것이다.

산업 프로세스로 발생하는 데이터의 디지털화와 가용성이 늘어나면서 “혁신 디렉터(Innovation Director)” 또는 “디지털화 디렉터(Digitization Director)”와 같이 많은 새로운 직업들이 등장하고 있다. 이러한 직책(Job title)들이 “의사결정 차원(decision-making level)”에서 산업계의 디지털화의 미래를 만들어가고 있다. 많은 기업들이 기술을 통해 여러 사업의 품질, 시간 및 예산을 제어할 수 있을 뿐만 아니라 낭비와 중복을 줄일 수 있는 기회들을 찾기 시작하고 있다. 기업들은 이러한 것이 회사의 명성과 평판에 어떤 영향을 미치는지 관찰하고 있다. 이러한 요소들은 마진이 적은 경쟁 시장에서 성공하기 위해 매우 중요하다.

결과적으로, 건설 4.0의 개념은 좁은 개념의 “건설 산업” 뿐만 아니라 건설 입지여건으로부터 설계 및 투자 준비와 건설행위 그 자체와 건축물의 운영 및 유지관리에 이르는 건설 전 과정을 포함하는 것이다. 많은 국가들의 정부가 건설 산업의 4차 산업혁명을 지원하고 있다. 이러한 과정에 필요한 재교육을 보장하기 위하여 프로젝트 준비, 예산책정, 건축승인, 건설관리 및 건물관리로부터 법적인 공공건설계약에 대한 이러한 원칙들을 적용하는 것에 이르기 까지 건설 프로세스의 완전한 전자적 형태를 시행하기 위하여 새로운 프로세스의 표준화를 포함하여 건설법률의 재구성을 완료하기 위한 건설관리 및 분산된 투자를 집중하려는 노력이 이루어지고 있다.

따라서 이 보고서의 목표는 특정 기술의 관점이 아니라 투자관리, 프로젝트 준비 및 경영과 관련한 전반적인 활동과 같은 경영관리 활동의 관점에서 건설부문에 있어서의 4차 산업혁명에 대한 상태를 짚어 보고자 하는 것이다.

3. 경영에 관한 관련 문헌

3.1 경영의 진화와 이론 기초(The Evolution of Management and Theory Underpinning)

경영은 사람을 통해 목표를 달성하는 기술 또는 과학이다(Olum 2004). 인간이 관리적 기량을 사용하여 어떻게 업적을 이루어왔는지 우리는 역사를 통해 알 수 있다. 그러한 업적들에는 중국의 만리장성, 이집트의 장엄한 피라미드와 고도의 도로 및 수로를 갖춘 로마를 들 수 있다(Kwok 2018). 고대 문명에서 중세시대의 경영, 산업혁명 및 현대경영의 초기에 이르기까지 경영분야에 대한 경영 전략과 그 기여와 관련한 일련의 기록과 문서들이 “The History of Management Thought(경영 사상의 역사)”(Jackson 2013)에 기록되어있다. 경영 사상에 대한 발전은 “The Art of War (Tzu 1910)”, “Arthashastra by Chanakya (third century BC)” 및 “The Prince by Machiavelli Niccolo (1532)”와 같은 초기 저술서들에 기술되어 있다. 이러한 책들은 경영이론과 조직 관리의 발전으로 경영 산업에 영향을 미쳤으며 서방 군사체제와 공공 행정 시스템에 반영되었다(from the Essay UK Evolution of Management Theory (2018)).

산업혁명은 기본기술에 있어서 획기적인 변화를 가져와서 새로운 생활방법이 구축될 수 있을 정도로 사람들의 느낌, 대중인식의 모드 및 규모, 사람들이 지식을 인식하는데 사용하는 방법, 설계된 항목의 작동 및 전력관리 모드를 결정짓게 만든다(Wang et al. 2015). 우리는 산업계의 유명인사들을 거의 언급하지 않은 채 생산, 활용, 인구통계 활동 및 국제관계의 세계적 재구성을 창출한 산업혁명시대의 성공에 관한 훌륭한 이야기들을 들어왔다. 경영 이론은 조직의 경영진이 직원들에게 동기를 부여하고 생산성을

개선하기 위한 경영교육 프레임 워크를 통해 모든 작업 활동(Pindur and Rogers 1995)을 관리하고 영향을 주며, 효율적인 계획, 편성을 창조하기 위한 합리적이고 과학적인 기초를 제공하였다(Sarker and Khan 2013). 이 이론은 고전적 경영이론이라 하며, 과학적 경영과 행정적 경영이라고 하는 두 가지 기본적인 부류로 구분한다.

3.2 건설 산업의 경영(Management in the Construction Industry)

건설 산업에는 다양한 이해관계, 재능과 배경을 가진 많은 사람들이 참여한다. 주요 참여주체로는 하청업체, 자재 공급업체, 은행가, 보험 및 채권회사, 변호사 및 공공기관의 지원과 더불어 소유자, 설계자 및 계약자와 같은 이해관계자들이 포함된다(Bennett 2014). 이러한 전반적인 건설 경영 그룹은 여러 단계로 분해되는 아주 복잡한 프로젝트 라이프 사이클 프로세스를 거치게 되는데 그 여러 단계에는 시장조사, 개념 설계, 설계, 조달 및 시공, 입주, 운영 및 유지보수와 폐기처분 단계 등이 있다(Hendrickson 2012). 일부 단계의 활동과 작업들은 어떤 국가와 기관이 그 프로젝트를 관리하는지에 따라 달라질 수 있다. 영국 왕립건축 위원회(RIBA -2013)는 프로젝트에 대한 RIBA 작업계획 전체를 완벽하게 대변할 수 있도록 총 7개의 단계로 구분하였다. 그 7개의 단계는 전략적 정의(strategic definition), 준비 및 요약(preparation and brief), 개념 설계(concept design), 개발 디자인(development design), 기술 디자인(technical design), 시공(construction), 인계 및 마감(handover and close out)을 말한다. 건설 산업은 건설 활동의 이질성(heterogeneity)으로 잘 알려져 있으며(Gálvez-Martos et al. 2018), 모든 프로젝트는 프로젝트 일정, 비용, 품질, 안전, 범위 및 기능을 효과적으로 관리하기 위해 이러한 프로젝트 단계들을 거쳐야 할 필요성이 있다.

IR 4.0으로 인하여 BIM이 그 프로젝트의 핵심이 되는 건설 디지털화가 도입되었다. BIM은 건설 엔지니어링 산업에 설계단계 전반에 걸쳐 실시간 상호작용할 수 있고 협업할 수 있는 추가적인 데이터 레이어(layers)를 제공함으로써 강력하고 혁신적인 애플리케이션을 위한 이상적인 단계로 묘사되고 있다(Bilal et al. 2015). BIM의 혁신은 보다 나은 자재 핸들링을 이루기 위해 자재의 품질과 수량을 예측하고 관리하며 모니터링 하는 새로운 수단을 제공한다. 현재 BIM360 API를 사용하면 기존 건설관리 도구를 BIM과 통합하여 설계 단계에서 건설 에코시스템의 역량을 확장할 수 있다(Autodesk BIM 360 API 2019).

IR 4.0의 핵심 구성요소인 사이버 물리시스템(CPS), 사물인터넷, 인터넷 서비스, 인공지능, 빅데이터 및 스마트 생산 애플리케이션은 건설단계에서 BIM 사용을 최적화할 수 있다(Hermann et al. 2016), 이것은 폐기물 관리 작업을 개선하여 생산성을 향상시키게 된다. 현장에서 자재 취급을 모니터링하고 현장의 폐기물을 분리하며, 프로젝트 운영을 모니터링하고 BIM 모델을 사용하여 작업자를 감독하는 등으로 BIM의 역량이 확장되게 된다. 예를 들면, 어떤 트럭의 위치나 그 트럭에 의해 운반되는 폐기물의 양이 될 수도 있다. 이것은 지자체나 정부기관의 운영 및 데이터 관리를 향상시키게 될 것이다. 본 보고서가 4차 산업혁명 시대에서 건설 경영에 새로운 길을 조명할 수 있을 것으로 기대된다.

4. 방법

이 장에서는 IR 4.0에 초점을 맞추어 본 연구의 개관과 요약을 제공하기 위해 주제범위 문헌고찰방식이 수행되었다. 현재까지 이러한 주제를 다루는 간행물의 수는 제한되어 있지만 그 데이터는 연구의 수가 엄청나게 증가함에 따라 급속한 발전을 나타내고 있다. 예를 들면 IR 4.0 검색 테마를 사용하는 Scopus database에서 간행물의 숫자가 매년 두 배로 늘어났다. 2014년에는 8편이 기록되었으나 2015

년 36건, 2016년 44건, 2017년 67건, 2018년 143건으로 기록되었다. 그러나 본 연구에서는 건설 산업이란 주제에 초점을 맞추어야 하므로 IR 4.0과 건설산업 관련 보고서들이 필요하다.

4.1 검색 전략 및 타당성 기준

본 보고서의 저자는 2018년 12월 2014년부터 2018년까지 “Science 웹 및 Scopus 웹”에서 간행된 건설 분야의 IR 4.0에 대한 작업 정의를 명확히 하기 위하여 주제범위 문헌고찰 작업을 수행하였다. “4차 산업혁명과 건설”이란 단어가 검색되었다.

총 298건의 IR 4.0과 건설관련 연구보고서가 과학분야 웹과 Scopus에서 식별되었다. 원 논문과 검토 자료에 초점을 맞추어 중복되는 자료를 제거한 후 연구 자료가 정리되었다.

4.2 검색 결과의 종합

2014년부터 2018년까지 Scopus 및 과학웹(WoS - Web of Science)에서 연간 기사와 비교하는 것으로 4차 산업혁명과 건설관련 기사의 양식화 작업이 수행되었다. 그 결과 Scopus(191)와 WoS(107)에 298건의 간행물이 식별되었는데 2014년의 경우 “4차 산업혁명과 건설”에 관한 7개의 간행물은 Scopus 탐색엔진에 의한 것이고 WoS에 의한 것은 1개 이었다. 2015년의 경우 “4차 산업혁명과 건설”에 관한 간행물의 숫자는 Scopus의 경우 15개로 그리고 WoS의 경우 21개로 증가되었다. 2016년의 경우 “4차 산업혁명과 건설”에 관한 간행물의 숫자는 WoS의 경우 16개에 불과했으나 Scopus의 경우에는 44개로 증가되었다. 2017년과 2018년의 경우 “4차 산업혁명과 건설”에 관한 간행물의 숫자는 두해 모두 증가되었는데 Scopus의 경우 44개 및 97개로 그리고 WoS의 경우 23개 및 46개로 각각 증가되었다.

이번 조사결과에 따르면 2014년부터 2018년까지 “4차 산업혁명과 건설”에 관련 발간 간행물은 Scopus에 의한 것이 더 많았던 것으로 드러났다. Scopus에 의한 경우 2014, 2016, 2017 및 2018년에 “4차 산업혁명 및 건설”에 관한 간행물이 60% 이상이었으며 2015년에는 Scopus에 의한 간행물이 60% 미만이었다. 2014년부터 2018년까지 “4차 산업혁명과 건설”에 관해 Scopus와 WoS(Web of Science)에서 탐색된 총 간행물의 수는 298개 이었다. 본 연구결과 “4차 산업혁명과 건설”에 관해 발행된 간행물의 64%는 Scopus 탐색엔진에 의해 탐색된 것이었고 34%는 WoS 탐색엔진에 의해 탐색된 것이었다. “4차 산업혁명과 건설”에 관해 간행된 연간 추세를 보면 2014년에 그 숫자가 가장 작았고 2018년에 가장 컸다. 초기 데스크톱 검토용으로 298개가 식별되었으나 223개는 키워드의 일부 제외로 인해 제외되었으며 결국 75개의 기사가 남았다. 초록을 철저히 탐독한 이후 전문적인 부문이 설명된 36개의 기사는 제외되고 39개의 기사만 남았다. 본 연구에서는 이 39개의 기사를 종합적으로 검토했으며 체계적인 종합 검토를 위해 단 10개의 기사만이 본 연구에 가장 적합하다는 것을 알게 되었다.

5. 결과

본 연구의 범위 검토는 IR 4.0, 건설 엔지니어링 분야 간의 연결을 분석하기 위해 수행된 경험적 연구(empirical studies)에서 수집된 문헌들을 기반으로 한다. 본 연구에서 10개의 조항이 이러한 범주에 속하며 이 조항들은 아시아의 개발도상국과 더불어 유럽의 선진국에서 주로 수행되었다. 이 연구는 관리 및 생산의 효율성을 확인하는데 디지털화가 담당하는 공통적인 중요역할의 속성을 공유하였다.

건설 프로젝트 관리는 최적의 프로젝트 목표를 달성하기 위해 최고의 품질, 최소의 공기와 최소의 비용

으로 건설 자원(인력, 재료, 재정 및 장비기계류)의 적절한 할당을 나타내는 것이다. 경영진은 건설 프로젝트 진행 중 상호 의존적인 의사결정에 직면하며 IR 4.0의 도움을 받아 효과적이고 효율적인 경영 의사결정을 내리게 된다. 대부분의 종합적인 연구에서는 IR 4.0과 건설 산업에 대한 경영진의 관점을 직접적으로 논하지는 않고 있지만 이 논문에서는 연구문제의 적용가능성을 확인하였다.

본 연구의 합성은 잔여 10 조항의 평가에 의존 하였다. 그 중 하나는 회의록, 또 하나는 논문, 다른 하나는 서적이고 나머지 7개 조항은 논문이다. 보다 광범위한 관점에서 IR 4.0은 연구자들이 다양한 관점에서 묘사한 포괄적인 용어이지만 몇 가지 지점에서 항상 연결이 된다. Liu et al. (2018)에서는 대부분의 연구에서 IR 4.0은 IoT, 사이버 CPS, ICT, 엔터프라이즈 아키텍처(enterprise architecture - EA) 및 기업통합(enterprise integration - EI)과 연결되어 있다고 주장했다. 이러한 기술 영역은 건설사업의 관리운영/ 의사결정과 효율성에 영향을 미친다.

IR 4.0을 향한 접근방식의 성공을 지원하는 다른 기술의 개발과 확산이 현재까지 이루어지고 있다. 여러 연구결과를 통해 건설 산업에서 이러한 디지털 기술을 더 많이 활용하고 생성시키고 있으며 옹호하고 있다는 명백한 증거들이 제공되어 왔다. 동시에 IR 4.0은 건설 산업에 어느 정도 영향을 미치고 있다. 특히 지난 3년 동안에 걸쳐 설계 및 시공분야에 디지털 기술의 사용이 성숙하기 시작했으며 많은 회사들의 경우 표준이 되기까지 하였다. Dallasega et al. (2018) and Alaloul et al. (2018)은 실시간 정보공유 및 상호소통을 사물인터넷으로 신속히 관리하여 플로우와 건설자재 공급망을 개선함으로써 생산라인의 효율성을 향상시킨다고 결론지었다. 따라서 투자가 적절히 적용되기 때문에 생산원가는 최소화되고 이윤은 늘어나게 된다는 것이다.

6. 결과 검토

과학기술혁신은 4차 산업혁명(IR 4.0)에서 볼 수 있듯이 성장을 이끄는 엔진이다. IR 4.0은 한 조직의 기술향상의 자극제로 여겨지며 건설 산업에서 인력, 재료 및 재정적 자원의 원격 조정을 증가시킨다. 이러한 IR 4.0의 특성을 감안할 때 지리적, 인지적 근접성 차원의 운영이 효율적으로 관리되게 된다 (Dallasega et al. 2018).

이러한 메커니즘은 “스마트 생산(smart production)”의 도움을 받아 대부분의 선진국들을 전통적인 사회에서 대량생산에 의해 유도되는 대량소비 국가로 변모시킨다(Rostow 1960). 전통적인 생산요소 중 하나는 건설 엔지니어링사와 직접적으로 연계된 토지이며, 4차 산업혁명이 가져다주는 경제적 혜택에서 제외되지 않는다. 건설부문의 4차 산업혁명 핵심 사안은 스마트 팩토리, 시뮬레이션 및 모델링, 디지털화 및 시각화와 같은 3D 가치사슬 모델로 분류된다. 스마트 팩토리 가치 사슬은 자동화, 모듈화 및 제품수명주기로 구성된다. 시뮬레이션 및 모델링 가치사슬에는 시뮬레이션 툴, 빌딩정보모델링(BIM), 증강현실(AR), 가상현실(VR) 및 혼합현실(MR)이 포함된다. 마지막으로 디지털화 및 시각화에는 클라우드 컴퓨팅, 모바일 컴퓨팅 및 소셜 미디어가 수반되며 이는 건설작업의 효과적인 관리에 활용된다(Maresova et al. 2018; Oesterreich and euteberg 2016; Alaloul et al. 2018). 이러한 차원의 가치사슬은 조직의 성장을 촉진하는 건설 산업의 성공적인 경영운영(managerial operations)의 핵심이다.

7. 결론

이번 연구결과, 성과종합을 위해 사용된 대부분의 논문들이 건설 산업에 IR 4.0의 중요성을 보여주기

위해 체계적인 주제범위 문헌고찰 방식을 채택했다는 것을 알게 되었다. 적용된 방식은 혁신, 연구개발 및 클라우드 컴퓨팅이 건설업계의 의사결정, 투자관리, 프로젝트 준비 및 프로젝트 평가에 제공하는 기회들을 보여주는 데 도움이 되었다.

기술, 혁신 및 사물인터넷(IoT)이 건설부문의 스마트한 관리기능의 측면에서 제공하는 엄청난 효율성 부여에도 불구하고 특히 1인당 소득이 적고 사회구성원들 사이에 불균등한 저소득국가에서 이들의 적용은 아직 초기 단계에 머물러 있다. 따라서 기술 적용에 소요되는 비용이 고가이기 때문에 저소득 국가에서는 전통적인 수동적 생산라인과 관리운영이 이루어지고 있으나 고소득 국가에서는 비교적 잘 적용이 이루어지고 있다. 높은 실업률과 저렴한 노동력을 감안할 때 대부분의 저개발 국가의 건설 활동은 인력에 의존하는 경우가 더 많았다.

따라서 건설업 이해관계자들은 건설업계에서 포괄적 “스마트 생산과 관리(smart production and management)” 채택을 촉진하는 저렴한 기술을 향상시키는 혁신가들과 더불어 STI(과학기술혁신)에 대한 투자측면에서 더 많은 투자를 권고 받고 있다.

경영자들의 최상의 성과를 끌어내기 위해 기술의 채택이 건설업에 최적의 운영의 핵심이다. 기술을 활용하는데 적절한 스킬이 요구됨에 따라 경영 성과 향상을 위한 새로운 기술 역량을 철저히 탐색하기 위한 인력개발, 기술이전, 교육 및 재교육의 형태로 기술적 이전이 요구되고 있다.

4차 산업혁명에는 새로운 차원의 하나의 철학으로서 사회적 변화를 야기하고 보안, 교육, 과학, 인력시장으로부터 사회적 시스템에 이르는 다양한 영역에 영향을 미치게 된다. 건설업에서 경영의사결정, 투자관리 및 프로젝트 평가와 같은 여러 측면에 경영적 관점이 주목받고 있다. 그러나 회사차원의 관리 최적화 모델은 미래 연구과제로 남아있다. 현대 기업은 자체 생산 문제뿐만 아니라 출석시스템과 에너지도 해결해야 한다. 프로세스에 대한 개별 부분의 상호운용성은 최적화 계획 차원에서 다루어져야 한다. 서비스도 원격으로 처리될 수 있다. 선진국의 건설시장은 노동력 부족으로 고통을 받고 있다. 이 문제는 최신 해법인 “연령관리(age management)”로 해결될 수도 있다. 이러한 경영적 접근방식은 노인들 사이에서 잠재적 근로자들을 탐색하게 한다. 후속 연구를 위한 또 다른 관점에는 열린 의사소통과 문화 지식이 될 수도 있을 것이다. 2015년 세계 경제 포럼 연차총회 “제4차 산업혁명” 회의에서 현대 기술 덕분에 세계적 수준과 디지털 환경 속에서의 커뮤니케이션은 일상화 되어 있고 상호 소통하는데 필요한 다른 문화에 대한 개방성과 존중은 기술발전을 위해 준비해야 할 것 중 하나가 되었다고 언급되었다.

<원문제목> Industry 4.0 for the Construction Industry – Review of Management Perspective

<원문출처> MDPI – Multidisciplinary Digital Publishing Institute