

건설 자동화 시스템의 적정 유형 및 핵심요소기술 분석

An Analysis on Optimal Type and Core Technologies for Construction Automation System

이진웅* 조규만** 김태훈***
Lee, Jin Woong Cho, Kyuman Kim, Taehoon

Abstract

Dynamic nature and diverse requirements on construction sites make the automation technology harder to be employed actively. In this study, we analyzed optimal type of automation system and importance of core technologies for developing efficient construction automation system on 11 construction operations. As a result, it showed that man-machine cooperation system may be the most suitable for most operations, while autonomous robot will be best suited in hard working environment such as maintenance of exterior wall. In elemental technology, ease and accuracy of control and operation showed higher priority than others regardless of automation system type. These findings will provide useful information for developing the construction automation system.

키워드 : 건설자동화시스템, 적정 유형, 핵심요소기술
Keywords : construction automation system, optimal type, core technology

1. 서론

최근 건설 자동화 시스템의 개발이 활발히 진행되고 있는 반면, 개발 시스템의 건설현장 도입은 다른 산업에 비해 낮은 실정이다. 그 이유는 건설현장에서의 다양한 환경과 적합한 기술형태에 대한 이해 부족 및 공중에 따른 자동화 기술요소의 적합성 판별의 어려움을 원인으로 들 수 있다¹⁾. 이에 본 연구는 건설 자동화 기술의 현장 도입 활성화를 위하여 선행연구²⁾에서 도출된 결과를 바탕으로, 주요 자동화 대상 작업에 적합한 자동화 시스템 유형과 그에 따른 자동화 요소기술의 중요도를 분석함을 목적으로 한다. 이를 통해 건설 산업에서의 현장 환경과 적합한 기술형태를 이해할 수 있을 것이며, 향후 보다 효율적인 건설 자동화 장비 및 로봇의 기술개발을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

2. 자동화 시스템 적정 유형 및 요소기술 중요도 분석

2.1 자동화 시스템 형태 및 요소기술 분류

본 연구에서는 시공 자동화 시스템 형태를 4가지로 분류하였다. 첫 번째는 ‘기계화 시공’으로 인간과의 의사소통 없이 작동하는 건설 기계 장비를 뜻하며, 두 번째는 ‘인간-기계협업 시스템’으로 원격조종과 같이 사람의 의지가 입력되어 작동하거나 사람과의 의사소통이 가능한 시스템을 의미한다. 다음은 ‘착용형 로봇’으로 인간의 팔이나 다리의 움직임을 감지하여 구동기가 장착된 로봇의 팔이나 다리를 움직이며 인간의 움직임을 보조하고 힘을 증폭시키는 형태이며, 마지막으로 ‘인력대체형 로봇’은 특정공간에서 인간을 대신하여 작업하며 독자적으로 작동 가능한 로봇을 의미한다. 본 연구에서의 자동화 요소기술은 시공 자동화 시스템 개발 시 고려해야할 중요 요소로 관련 문헌을 토대로 총 7가지로 분류하였다.

2.2 설문개요 및 분석결과

국내 종합건설업체의 실무자들을 대상으로 설문지를 배포하였으며, 회수된 16부(경력 평균 13년)의 설문 결과를 바탕으로 분석을 실시하였다. 선행연구에서 도출된 11개 주요 자동화 요구 작업을 대상으로 가장 적합하다고 판단되는 자동화 시스템 형태를 응답자의 빈도로 판정하였

* 조선대학교 건축공학과 석사과정
** 조선대학교 건축공학과 부교수, 공학박사
*** 조선대학교 건축공학과 조교수, 교신전자(thoonkim@chosun.ac.kr)

으며, 해당 형태에서의 요소기술 중요도는 5점 척도로 하여 응답자의 평균 점수로 중요도를 판정하였다. 설문 분석 결과, 대부분의 작업들은 인간-기계협업시스템 형태의 기술 개발이 가장 적합하게 나타났으며, 요소기술의 중요도는 조종/제어의 용이성, 센싱/제어/조종의 정밀도가 높게 나타났는데, 이는 각각의 공종들이 세심하고 정교한 작업을 요하는 작업이기에 이러한 결과가 나타난 것으로 판단된다. 또한 각각의 공종들이 공리적인 측면에서 중요한 공종이기에 속도와 생산성 측면에서 또한 높은 중요도를 나타내고 있다. 한편, 철골/데크플레이트 용접작업, 외벽 크랙 검사 및 실링 작업 등 인간이 작업하기 어렵고 위험한 환경에서는 인력대체형 로봇이 가장 적합한 시공기술형태로 나타났으며, 착용형 로봇은 인간의 힘을 증폭시킬 수 있는 로봇이기에 철근 가공/조립 및 배근 작업과 같이 반복적으로 많은 작업량이 요구되는 작업에 가장 적합한 기술 형태로 나타났다. 인간-기계협업시스템과 마찬가지로 착용형 및 인력대체형 로봇 또한 다양한 작업환경에서 로봇의 적응성을 높이기 위해 조종/제어의 용이성, 센싱/제어/조종의 정밀도가 높은 중요도를 나타내었다. 그 중 착용형 로봇은 인간이 직접 장비를 착용하여 움직여야하기 때문에 형태/크기/무게 측면에서 중요도가 높게 나타났으며, 반면에 인력대체형 로봇에서는 인간이 정보를 획득하기 어려운 환경에서 정보를 획득함과 동시에 인간이 감지할 수 있는 정보로 변환시킬 수 있는 가공의 용이성이 추가적으로 높은 중요도를 보였다.

표 1. 주요 자동화 대상 작업에 적합한 자동화 시스템 형태 및 요소기술 중요도

자동화 대상작업	자동화 형태 ^a	요소 기술의 중요도 ^b							자동화 대상작업	자동화 형태 ^a	요소 기술의 중요도 ^b						
		A	B	C	D	E	F	G			A	B	C	D	E	F	G
중량부재 인양/운반 작업	②	4.0	3.7	3.1	5	3.7	3.9	2.7	내화피복 작업	②	2.5	2.5	2.3	3.5	3.4	3.8	2.4
콘크리트 타설 및 다짐 작업	②	3.8	2.5	2.4	4.4	3.8	4.4	2.5	터파기/퇴메우기 및 흙막이 설치	②	2.9	2.3	2.9	3.2	3.4	3.0	2.7
거푸집 및 동바리 설치 작업	②	3.9	3.3	3.4	4.7	4.6	4.7	2.6	프리캐스트 부재 조립작업	②	3.8	2.8	3.0	4.0	3.6	3.6	3.3
철골/데크 플레이트 용접 작업	②	3.8	3.6	4.3	4.0	4.2	4.0	3.3	커튼월 및 유리 설치 작업	②	3.7	2.9	2.7	4.0	3.0	3.7	2.5
	③	4.4	3.4	3.6	4.4	4.6	3.6	3.4	철근 가공/조립 및 배근 작업	③	4.0	3.2	3.4	4.0	4.0	3.4	2.6
	④	4.0	3.6	3.8	4.4	4.4	3.8	3.2									
철골 설치 및 조립 작업	②	3.8	3.0	4.1	4.1	4.3	4.0	3.1	외벽 크랙 검사 및 실링 작업	④	3.2	3.7	4.2	4.2	3.8	3.5	3.5

a ①: 기계화시공, ②: 인간-기계 협업 시스템 ③: 착용형로봇 ④: 인력대체형 로봇

b A: 형태/크기/무게, B: 정보획득/처리 신속성, C: 정보처리/가공 용이성, D: 조종/제어 용이성, E: 센싱/제어/조종 정밀도, F: 속도/생산성, G: 타 작업 활용/변형 가능성

3. 결 론

본 연구는 건설자동화 기술의 현장 도입 활성화를 위하여 자동화 요구도가 큰 주요 작업을 대상으로 건설자동화 시스템의 적합한 개발 형태 및 핵심 요소 기술에 대한 분석을 수행하였다. 분석 결과, 동적인 건설환경을 고려할 때 대부분의 작업에서 인간-기계 협업시스템 형태의 개발이 가장 적합한 것으로 나타났다. 한편, 인간-기계 협업시스템에서는 속도와 생산성, 착용형 로봇은 형태/크기/무게, 인력대체형 로봇에서는 정보 처리/가공 용이성 측면에서 각각 요소기술의 중요도가 상대적으로 크게 나타났다. 본 연구 결과는 향후 보다 효율적인 형태의 자동화 시스템 개발 및 합리적인 연구개발 프로젝트의 추진을 위한 유용한 참고자료로 활용될 수 있을 것이다. 하지만 본 연구 결과는 다소 적은 수의 응답에 기초한 것으로 결과의 신뢰도를 높이기 위한 연구를 지속할 계획이다.

감사의 글

본 연구는 2015년 정부의 재원으로 한국연구재단(NRF-2015R1D1A1A01058681)의 지원을 받아 수행된 연구임.

참 고 문 헌

1. 이승환 외 3명, 건설산업의 자동화 및 로봇화 기술 응용 현황 및 전망, 유공압시스템학회지, 제8권 제2호, pp.57~63, 2011.6
2. 이진웅 외2명, IPA를 활용한 건축시공 자동화 기술개발 우선순위 분석, 한국건축시공학회지, 제16권 제1호, pp.173~174, 2016.5