

토공사 공정관리를 위한 이산형 건설시물레이션과 인공신경망 기반 건설성능지표 도출 방법론

Development of Construction Performance Indicators Using Artificial Neural Network and Discrete Construction Simulation for Earthmoving Operation

정 다 현* 박 성 봉* 이 수 민* 한 승 우**
Jung, Dahyun Park, Seongbong Lee, Sumin Han, Seungwoo

Abstract

Demands for digital transformation of the construction industry are increasing to improve the accuracy of the construction operation planning and the performance of the construction operation. Even though large number of studies are being conducted to this date, most of the studies are not likely to be available on the real sites. Therefore, this study provides construction managers with a methodology of drawing construction performance indicators based on productivity analysis using Artificial Neural Network (ANN) models and Web-CYCLONE. This methodology is expected to have high utilization and precision of construction operation planning and management.

키 워 드 : 공정관리, 인공신경망, 웹사이클론, 건설성능, 지표

Keywords : construction operation management, ANN, Web-CYCLONE, construction performance, indicator

1. 서 론

세계경제포럼 (WEF: World Economy Forum 2016)에서는 건설 생산성 저하를 해결하기 위한 건설 산업 혁신의 중요성을 강조했다.¹⁾ 그러나 2017년 맥킨지 보고서에 따르면 건설 산업의 디지털 지수는 20년간 1%의 증가율을 보여 타 산업에 비해 현저히 낮은 수치인 것으로 나타났다.²⁾ 또한, 41개의 선진국 수준의 국가 중 한국의 건설 생산성은 40위를 기록하였다.³⁾ 이에 따라 디지털 트랜스포메이션을 통한 생산성 향상의 필요성이 대두되고 있으며, 특히 이산형 건설 시물레이션을 활용한 생산성 예측 및 관리에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 대부분의 기존 연구는 분석방법론을 활용한 모델링 구현을 목적으로 그치고 있으며⁴⁾, 공사 착수 전 생산성 예측을 위한 방법론과 데이터의 부재로 현장에서의 적용이 어려운 실정이다. 이로 인해 최근까지도 공정계획 시 다수의 장비 생산성을 반영하지 못하는 표준품셈을 통해 공사기간과 예산이 집행되고 있어 현장관리자의 주관적인 판단에 의한 공정관리가 이루어지고 있다.⁵⁾

이에 본 연구는 다수의 건설 장비의 생산성을 반영한 공정계획과 관리 모델링을 제공함으로써 실제 현장에서의 활용성을 높이고자 하며, 이를 통해 현장 관리자가 공사 수행 중 내리는 의사결정을 지원하는 객관적인 건설성능지표를 도출할 수 있는 방법론을 제시하고자 한다.

2. 연구 수행 방법

2.1 연구 범위와 방법론

본 연구는 건설 프로젝트에서 필수적으로 시행되는 토공사 중 가장 기본적인 반출 작업을 대상으로 연구를 수행하였다. 건설 이산형 시물레이션인 웹사이클론을 활용하여 생산성 분석을 하였다. 웹사이클론은 공정에 대한 코딩이 주어지면 사용자가 장비 종류와 대수, 작업 소요시간, 장비 대여비용만을 입력하여 생산성을 분석할 수 있기 때문에 활용성이 높은 방법론이라고 판단하였다. 공정계획의 경우 생산성을 분석하기 위해 작업소요 시간 예측이 필요했기 때문에 변수에 대한 데이터를 훈련시켜 유사한 결과값을 예측하는 인공신경망을 방법론으로 선정하였다.

* 인하대학교 건축학부(건축공학과)

** 인하대학교 건축학부(건축공학과) 교수, 공학박사, 교신저자(shan@inha.ac.kr)

2.2 연구의 수행

반출 작업의 생산성 요인을 분석하여 변수를 선정하고 도로공사의 CCTV(Closed Circuit TeleVision) 영상과 현장 정보 수집지를 통해 각 변수에 대한 데이터를 수집하였다. 이를 통해 상차와 운반시간을 예측할 수 있는 인공지능경망 모델을 개발하였다. 또한, 공정계획과 관리 모두 반출 작업 웹사이클론 모델링을 참고하여⁶⁾ 이로 도출되는 생산성을 현장 관리자의 의사결정을 지원할 수 있는 건설성능지표로 고안하여 변환하였다. 현장 내 리스크 발생 시 대안별 건설성능지표 도출 방법을 함께 개발하여 현장관리자의 의사결정을 지원할 수 있도록 하였다. 마지막으로 본 방법론의 활용성을 판단하기 위하여 실제 데이터를 기반으로 한 조건을 5개의 공구로 구성된 현장에 설정하고 사례 적용을 수행하였다.

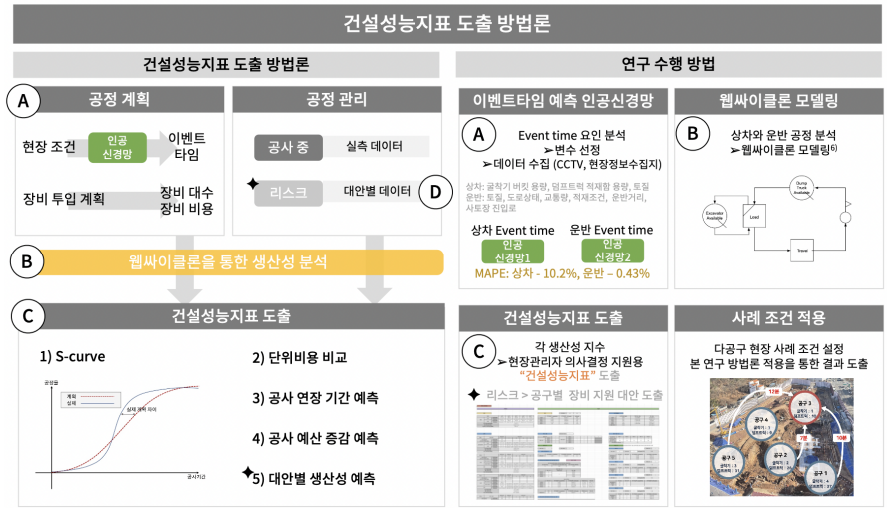


그림 1. 건설성능지표 도출 방법론과 연구 수행 방법

3. 연구 수행 결과

본 연구에서 제시된 인공지능경망 모델은 상차와 운반 시간을 예측하기 위한 것으로 각각 평균절대비오차 10.2%와 0.43%로 나타났다. 사례 조건에 따라 본 방법론을 적용한 결과, 인공지능경망을 통해 산정된 공사기간과 실적 데이터 및 리스크로 인한 변화된 장비 투입 계획을 통해 도출된 건설성능지표로 공사 기간과 예산 증감을 객관적으로 비교할 수 있었다.

4. 결 론

본 연구는 인공지능경망과 웹사이클론을 통해 생산성을 분석하여 공정계획 시 공사기간과 비용을 산정하고, 공사 수행 중 현장 관리자가 공정관리의 의사결정에 참고할 수 있는 건설성능지표를 도출하는 방법론을 제시하였다. 이를 통해 기존 연구 결과 활용의 한계점을 보완하여 실제 현장 관리자에게 용이한 공정계획 및 관리 도구를 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 높은 정확성을 지닌 공정계획과 공사 수행 중 계획과 실제 생산성을 비교할 수 있는 건설성능지표를 제공하여 성공적인 공정관리에 도움을 줄 수 있을 것으로 예상된다. 하지만 본 연구는 반출 작업만을 대상으로 하여 다양한 공정이 이루어지는 실제 건설 프로젝트에서의 범용성이 부족하다는 한계점을 가지고 있다. 따라서 향후 연구는 본 연구에서 제시한 방법론을 기반으로 타 공종에 대한 모델링을 추가시켜 범위를 확장하는 방향으로 나아가야 할 것이다.

Acknowledgement

본 논문은 한국연구재단의 이공분야기초연구사업 (과제번호 2021R1A2C1007467)과 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 “스마트건설기술개발 국가R&D사업(과제번호 21SMIP-A158708-02)”의 지원으로 수행된 연구입니다.

참 고 문 헌

1. 박흥기, 배경호, 스마트건설 토공사 다짐 측정을 위한 IoT 기반의 DCPT 기술개발, 한국산학기술학회논문집, 2020
2. 오윤석 외 3인, 스마트건설에서 측량이 생산성 향상에 미치는 영향에 관한 실증연구, 대한공간정보학회지, 2020
3. 엄신조, 4차산업혁명과 건설산업, 그리고 CM, 한국건설관리학회, 2017
4. 손효주 외 3인, 시물레이션을 활용한 건설현장에서의 중장비 운영 최적화 방안에 관한 연구, 대한토목학회, 2007
5. 조빛나 외 4인, 최적화기법에 의한 건설공사 작업기간 산정 사례연구, 대한토목학회, 2015
6. 정다현 외 4인, 토공사 건설공정계획 지원을 위한 이산형 건설시물레이션과 인공지능경망 기반 생산성 예측 방법론 개발, 한구시공학회, 2021