

BIM 로그데이터 기반 건설 스케줄 자동 생성 프레임워크

Framework for Automated Construction Scheduling Using BIM Log Data

○박 정 무* 김 명 재* 박 인 건** 김 이 제*** 진 상 윤****
Park, Jeong-Mu Kim, Myeong-Jae Park, In-Geon Kim, Yi-Je Chin, Sang-Yoon

Abstract

Building Information Modeling (BIM) supports data-driven decision-making in design, construction, and operation, with 4D BIM enabling schedule simulation to reduce delays. Yet conventional 4D BIM requires manual schedule input, limiting data continuity and consistency with real processes. This study proposes a framework for automated schedule generation using BIM log data, including design logs of modeling activities and construction logs linked to object GUIDs. By integrating these logs with BIM attributes, task durations can be estimated through supervised machine learning and transformed into schedules during modeling. The framework is designed for implementation as a Revit add-in via the C# API. This approach enhances design-construction continuity and reduces inefficiencies, with future validation planned through case studies comparing generated and actual schedules.

키워드 : BIM, 로그데이터, 건설 공정, 4D BIM

Keywords : BIM, Log data, Construction Scheduling, 4D BIM

1. 서론

1.1 연구 배경 및 목적

건설 산업 전반에서 BIM(Building Information Modeling)의 도입은 설계, 시공, 운영 단계 전반에 걸쳐 데이터 기반 의사결정을 가능하게 하고 있다. 특히 3차원 BIM 모델에 시간 요소를 결합한 4D BIM은 공정 시뮬레이션과 계획 수립을 지원함으로써 잠재적인 리스크를 사전에 식별하고 프로젝트 지연을 예방하는 데 기여한다.

최근에는 4D BIM을 단순히 시뮬레이션하는 수준을 넘어 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT)과 같은 첨단 기술과 결합함으로써 활용성이 극대화되고 있다. 그러나 이들 연구는 BIM 자체의 활용보다는 기술적 혁신에 초점을 맞추고 있다. 예를 들어, Yao et al.(2024)은 심층 강화학습(Deep Reinforcement Learning)을 적용하여 자동화된 건설 스케

줄 생성 방법을 제안하였으며, Prieto et al.(2023)은 대규모 언어모델(LLM, Large Language Model)에 기반한 일정 생성 방법에 대한 가능성을 조사하였다. 그러나 두 연구 공통적으로 BIM 데이터와의 연계가 이루어지지 않아 4D BIM 활용 측면에서는 한계가 존재한다.

또한, 일반적인 4D BIM은 설계가 완료된 모델에 별도의 공정표를 기반으로 시간 정보를 수작업으로 입력하여 구축되므로, 데이터의 연속성이 낮고 실제 시공 과정과의 정합성을 확보하기 어렵다.

결과적으로 4D BIM은 작업 효율성 측면에서 구조적 한계를 지니고 있음을 보여준다.

이러한 배경에서 본 연구는 BIM 로그데이터를 활용하여 4D BIM 프로세스의 효율성을 제고하고 한다. 로그데이터는 설계자가 BIM 모델을 작성하는 과정에서 생성되는 설계 로그와, 실제 시공 과정과 연계된 시공 로그로 구분할 수 있으며, 각각 설계 활동 기록과 시공 작업 이력을 포함한다. 기존 연구에서는 설계 로그를 활용한 설계 프로세스 분석, 시공 로그를 활용한 공정 분석이 부분적으로 이루어져 왔으나, 두 로그데이터를 통합하여 공정 스케줄을 자동으로 생성하는 연구는 부재하였다.

따라서 본 연구의 목적은 BIM 로그데이터 기반 건설 공정 스케줄 자동 생성 프레임워크를 제안하고자 한다. 이를 통해 설계와 시공 BIM 간의 연속성을 확보하고, 공정 관리 과정에서 수작업 입력에 따른 비효율성을 극복할 수 있을 것으로 기대된다.

* 성균관대 건설환경공학부 학부연구생

** 성균관대 글로벌스마트시티융합전공 석사과정

*** 호남대 AI융합대학 건축학부 교수, 교신저자

**** 성균관대 건설환경공학부 교수

(Corresponding author: Department of Architectural Engineering, College of AI Convergence, Honam University, yije89@gmail.com)

이 연구는 국토교통부의 스마트시티 혁신인재육성사업과 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 2024년도 지원으로 수행되었음 (과제번호: RS-2021-KA163269).

1.2 연구 범위

본 연구의 입력 데이터는 크게 세 가지로 구분된다. 첫째, BIM 데이터로서 골조 BIM모델의 속성정보(유형, 재료, 치수 등)를 활용한다. 둘째, 설계 로그데이터는 대표적인 BIM 저작도구 Autodesk Revit으로부터 수집하였으며, 설계자가 수행하는 설계 행위를 포함한다. 셋째, 시공 로그데이터는 준공 BIM 모델과 연계된 작업 이력으로, 객체 GUID를 기반으로 작업명, 리소스, 시작일자, 종료일자 등의 정보를 제공한다. 본 연구는 이러한 입력 데이터를 통합함으로써 골조 공사의 공정 스케줄을 자동으로 도출하는 방법을 제안하고자 한다.

2. 방법론

2.1 BIM 로그데이터

BIM 설계 로그데이터는 설계자가 소프트웨어를 실행하고 종료하는 데까지 수행한 모든 설계 행위가 Timestamp를 기반으로 자동 기록되는 텍스트 데이터다. 이를 통해 작업자의 실행 명령어, 오류 사항, 시간 및 날짜 등의 정보를 수집할 수 있으며, 객체 단위 작업 흐름을 파악하는 데 유용하다. Revit은 Journal이라는 txt 파일의 로그데이터를 제공하며, 그 예시는 그림1과 같다.

```
"C 07-Jul-2024 22:26:18.133; 0<<ADialog::doModal stop
C 07-Jul-2024 22:26:18.231; 0<<idle0_dcc
'E 07-Jul-2024 22:26:19.464; 0<<
Jrn.MouseMove 0, 350, 30
'E 07-Jul-2024 22:26:19.464; 0<<
'Jrn.Tooltip Rvt.Attr.ToolTip.CommandID: ID_SETTINGS_GLOBAL_PARAMETERS Rvt.Attr.ToolTip.ElapsedTime: 0.4996824 Rvt.Attr.ToolTip:
'E 07-Jul-2024 22:26:19.499; 0<<
Jrn.Command "Ribbon", "Global Parameters, ID_SETTINGS_GLOBAL_PARAMETERS"
'0<<Unnecessary nesting:ArrowUI_4;1;ID_SETTINGS_GLOBAL_PARAMETERS ;N++EB(NB);
'C 07-Jul-2024 22:26:19.503; 0<<ADialog::doModal start
'0<::126; Delta VM: Avail +13 -> 134144647 MB, Used +6 -> 1145 MB; RAM: Avail -2 -> 41291 MB, Used +3 -> 1110 MB, Peak +2
'0<<GUI Resource Usage GDI: Avail 8976, Used 1024, User: Used 468
'E 07-Jul-2024 22:26:20.407; 0<<
Jrn.PushButton "Modal, Global Parameters, Dialog_Revit_GlobalParameters" ...
, "OK, IDOK"
```

그림 1. BIM 설계 로그데이터 예시

그 중 *Jrn.Command* 라인은 설계자가 실제로 수행한 명령어 정보를 기록하고 있으며, 이를 통해 설계자가 전역 매개변수를 설정하는 작업을 수행했음을 확인할 수 있다.

반면, 시공 로그데이터는 실제 건설 프로젝트에서 수행되는 작업 내용, 투입 자원, 시작 및 종료 시각 등과 같은 시공 관련 정보를 포함한다. 표 1은 본 연구에서 수집한 시공 로그데이터(csv) 파일의 예시를 나타낸 것이다.

표 1. BIM 시공 로그데이터 예시

Building GUID	GUID	Ifc Class	Task Name	Resource	Task Start	Task Finish
2CKEPCy9T9zOMKorZoDrni	3iHy1LOhfAtfL180SLZBqn	Slab	Install small bridges	liftputvloer_ (#5715)	26-2-2015	27-2-2015
2CKEPCy9T9zOMKorZoDrni	3iHy1LOhfAtfL180SLZBqn	Slab	Install utilities	liftputvloer_ (#5715)	2-3-2015	4-3-2015
2CKEPCy9T9zOMKorZoDrni	3iHy1LOhfAtfL180SLZBqn	Slab	Construct lift pit floor	liftputvloer_ (#5715)	3-3-2015	3-3-2015

2.2 스케줄 생성 자동화 프로세스

본 연구에서 제안하는 스케줄 생성 자동화 프로세스는 BIM 데이터와 로그데이터의 유기적 통합을 핵심으로 한다. 먼저, 설계 로그데이터는 객체 수준의 BIM 속성정보와 결합되어 작업 단위의 모델링 기록으로 구조화된다. 이후 동일한 BIM 객체의 GUID를 매개로 시공 로그데이터와 연계함으로써, 설계 활동과 시공 활동 간의 연속성을 확보할 수 있다.

시공 로그데이터와 BIM 속성정보를 통합한 대규모 데이터는 머신러닝 기반의 지도학습(Supervised Learning) 기법으로 학습되어 작업 단위의 소요 일수를 추정할 수 있다. 이렇게 산출된 예측값은 설계자가 BIM 모델을 작성하는 과정에서 자동으로 공정 스케줄로 변환되며, 이를 통해 설계 단계와 시공 단계 간의 연속성이 강화된다. 나아가, 본 연구에서 제안하는 접근법은 C# 기반의 Revit API를 활용한 Add-in 형태로 구현될 수 있다.

3. 결론

본 연구는 BIM 로그데이터를 활용하여 건설 공정 스케줄을 자동으로 생성하는 프레임워크를 제안하였다. 설계 로그데이터와 시공 로그데이터를 BIM 속성정보와 연계함으로써 설계 단계와 시공 단계 간의 연속성을 확보할 수 있으며, 머신러닝 기반 지도학습 기법을 통해 작업 단위의 소요 일수를 추정함으로써 공정 관리 자동화의 가능성을 확인하였다.

향후 연구에서는 실제 건설 프로젝트로부터 수집한 데이터를 기반으로 사례 연구를 수행하고자 한다. 또한, 제안된 프레임워크를 통해 생성된 공정 스케줄을 실제 공정표와 비교·검증함으로써 본 연구의 접근법이 가지는 실질적 타당성과 적용 가능성을 입증할 예정이다. 이를 통해 설계 과정과 공정 관리의 통합적 지원에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. Yao, Y., Tam, V. W., Wang, J., Le, K. N., & Butera, A. (2024). Automated construction scheduling using deep reinforcement learning with valid action sampling. *Automation in Construction*, 166, 105622.
2. Prieto, S. A., Mengiste, E. T., & García de Soto, B. (2023). Investigating the use of ChatGPT for the scheduling of construction projects. *Buildings*, 13(4), 857.
3. Pan, Y., & Zhang, L. (2021). Automated process discovery from event logs in BIM construction projects. *Automation in Construction*, 127, 103713.