

# BIM기반의 건축시공시물레이션 시스템 성능분석 방법 및 사례연구

## Performance Measurement Method and Case Study for BIM based Construction Simulation System

전기현\*                      윤석현\*\*  
Jun, Ki-Hyun                Yun, Seok-Heon

### Abstract

Because that construction project is usually uncertain and the plan of it changes frequently, it is difficult to make a reliable and feasible plan for it. As the BIM technology is developed, we can simulate the future of the construction project visually and make more reliable plan. However, data production efficiency is not so high, it is used just for animation and presentation usage. Although, a lot of construction simulation systems are developed, it is difficult to measure performance of them. In this study, we defined the construction simulation work process and the scenarios to measure performance of them. The performance measurement method using simulation process scenario can make possible benchmark test of them.

**Keywords :** BIM, Construction Simulation, Performance measurement

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

건설공정은 현장여건의 변화와 불확실성으로 인해 예측이 어렵고 신뢰성이 결여된 계획으로 인해 불필요한 비용의 낭비와 공사기간의 증가, 프로젝트 참여주체간의 정보교류의 어려움 등이 발생한다. 따라서 시공전의 계획단계에서부터 건축시공시물레이션을 통해서 사전에 프로젝트의 작업들을 시물레이션 하여 공사이전에 문제점을 검토하고 수정하는 작업을 거쳐 보다 신뢰성 있는 계획을 세우기 위한 노력이 이루어지고 있다. 이러한 시물레이션 작업은 프로젝트를 수행함에 있어 계획과 진행의 관점에서 매우 중요한 역할을 하고 있고 따라서 이런 시물레이션 시스템의 개발과 연구 또한 활발히 진행 중이다. 그러나 현시점의 시물레이션 시스템은 프로젝트의 사전검토에서 주로 단순 애니메이션 용도로만 사용되고 실제 엔지니어링 업무를 지원하는 경우는 매우 드물다. 최

근 들어, 다양한 엔지니어링 업무를 지원하는 시물레이션 시스템들이 개발되고 있으나, 이들 시스템의 적극적 활용을 위해서는 시스템의 도입효과에 대한 분석이 필수적이다. 그러나 아직까지 이러한 시물레이션 시스템의 도입효과를 분석하기 위한 시스템 성능 분석 방법론이 명확히 정의되어 있지 못하다.

본 연구에서는 이를 위해 건축시공시물레이션이 적용되는 업무 프로세스를 정의하고, 해당 업무 프로세스에서 핵심이 되는 표준 시나리오를 정의하고 이러한 시나리오를 기반으로 시물레이션 시스템의 성능을 분석하는 방법론을 제시하고자 한다. 그리고, 건축시공시물레이션 시스템을 대상으로 사례 분석을 수행하고자 한다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 먼저 기존 국내외 연구들을 조사해서 현재 시물레이션 시스템의 현황과 개발, 성능분석과 평가에 대한 내용들을 파악하고 정리하였다. 시물레이션 시스템의 성능평가를

\* 일반회원, 경상대학교 대학원 건축공학과 석사과정, achates0301@gnu.ac.kr

\*\* 중신회원, 경상대학교 건축공학과 부교수, 공학연구원, 공학박사(교신저자), gfyun@gnu.ac.kr

위해서 연구에서는 건축시공시물레이션 시스템의 주요기능을 조사하고, 건축시공시물레이션 작업 프로세스를 정의하여 평가범위를 한정하였다. 또한, 건축시공시물레이션 시스템의 주요기능 항목을 토대로 각 기능이 속하는 작업 프로세스를 평가범위로 지정하였다.

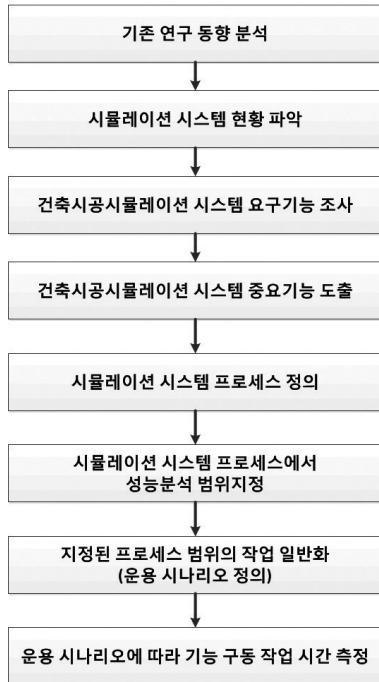


그림 1. 연구 진행 과정

마지막으로, 지정한 범위의 프로세스 작업들에 대해서 일반적인 시물레이션 시스템의 운용 형식을 정의 하고 형식에 따라 요구되는 기능을 구동시키는 시험을 실행하여 작업의 효율성을 분석하고, 기준이 되는 상용 시스템을 선정하여 평가하고자 하는 대상과 함께 상대적인 성능 분석을 실시하였다.

## 2. 국내외 연구동향

국내외 연구문헌들은 대부분의 연구들이 4D 시물레이션 시스템의 현황과 개발에 대한 내용들이 대부분이고 발전 방향에 대한 연구들만 진행되고 있음을 알 수 있다. 시물레이션 시스템의 평가에 대한 내용들이 부족하고 기능분석에 대한 연구가 필요하다고 판단된다.

### 2.1 국내 연구동향

국내의 연구들은 대부분 시물레이션 시스템의 기능적인 측면에 대한 분석이나 평가에 대한 내용들 보다는 4D 시물레이션의 현황 또는 시물레이션 시스템과 연계된 정보나 활용방안에 개발과 연구에 대한 내용들로 구성된다. 다음 표는 BIM 기반의 4D 시물레이션 시스템에 관한 국내 연구 동향을 조사한 것이다. 김태수(2008)의 연구에서는 공정정보와 모델정보의 자동연결을 위한 작업코드에 대한 기준을 제시하였고, 조진(2007)은 4D 시물레이션의 시공성 검토를 목적으로 시스템 Logic을 제안하였다. 유제승(2010)의 연구에서는 BIM의 실질적인 활용을 위해 건설관리 도구들 간에 3D 모델의 객체 정보가 효과적으로 공유 가능한 모델-공정 통합 시스템의 프로토타입을 제시하였다. 이에 반해 4D 시물레이션 시스템의 성능 분석에 관한 연구는 찾아보기 어려웠다.

표 1. 국내 연구 문헌

저자	제목
이진강 외 (2013)	IFC활용 BIM기반 공정/원가 통합관리 프레임워크
김태수 외 (2008)	4D 시물레이션 구현을 위한 공정과 3D모델의 연계방안에 관한 연구
주성일 외 (2009)	4D 시물레이션에 활용 가능한 BIM기반 물량산출 방법에 관한 연구
조진 외 (2007)	4D 시물레이션을 위한 3D 모델-공정 자동연계에 관한 연구
이재철 (2002)	4D 시물레이션을 위한 객체 라이브러리 정의 및 구현
이재철 (2004)	4D 시물레이션 및 일정별 물량정보검색을 위한 3D 모델 정보 활용
유제승 (2010)	자동 공정 생성을 통한 4D 시물레이션 시스템 개발에 관한 연구

### 2.2 국외 연구동향

해외의 경우, 3D 모델과 4D Model의 연계, 작업공간에 대한 연구, 4D 시물레이션과 더불어 물량산출 분석기법 등의 연구가 진행되고 있으며, Nashwan(2003)의 연구에서와 같이 프로젝트 수행에 필요한 시스템을 자체 개발하는 내용도 살펴볼 수 있다. Kristen(2012)의 연구에서는 BIM의 효과를 측정하는 방법을 제시하고 있는데, 여기서는 전반적인 사업 차원에서 투입비용과 효과 분석을 대상으로 하고 있다.

표 2. 국외 연구 문헌

저자	제목
Kristen Barlish (2012)	How to measure the benefits of BIM - A case study approach
Julian H. Kang (2007)	Empirical Study on the Merit of Web-Based 4d Visualization in Collaborative Construction Planning and Scheduling
Nashwan Dawood (2006)	Construction Workspace Planning
Nashwan Dawood (2003)	An industrial evaluation of the virtual construction site(Vircon) tools

### 3. 건축시공시물레이션 주요 기능분석

#### 3.1 건축시공시물레이션 주요 기능

표 3에서 보는 것처럼, 건축시공시물레이션은 크게 시각화, 정보연계, 시물레이션(공정지원), 문서/데이터 항목으로 분류할 수 있다. 시각화는 시스템 내에서의 다양한 표시, 형상, 색 등으로 작업내용을 효율적으로 보여주는 기능이며, 정보연계는 시물레이션 구현을 위하여 WBS의 공정과 3차원 객체 정보의 연계 기능을 가리킨다. 그리고 시물레이션은 전반적인 공정관리 업무의 지원기능을 가리키며, 가상의 프로젝트 진행을 통한 시공과정의 사전 검토기능을 가리킨다.

표 3. 건축시공시물레이션 기능분류

분류	주요 기능	부가 기능
시각화	일정관리시각화	시각화 옵션 객체 및 정보검색
	전체오류검토시각화기능	
	현장 시설물 확인 정보	
	단면정보검토시각화기능	
	Critical path의 시각화	
	시각화 옵션 설정 기능	
	시각화 옵션 다양화	
정보연계	WBS코드 관리	WBS코드 생성
	공정-객체 연계(자동/수동)	
	내역정보 연계	
	공정 데이터 인터페이스	
시물레이션 / 공정지원	구조상세 3D모델링	작업유형 설정
	간섭 검토	
	라이브러리의 다양화	
	3D Shop Drawing	
	3D형상정보, 각종 현장 자료 대입, 검토 기능	
	공정 단계 설정	
	4D 모델생성/관리	
	대안공정비교시물레이션	
	진도 관리 시물레이션	
	시공 가설계획 정보	
	장비 계획 시물레이션	
	공기예측기능	
	3D환경-실시간검토,수정	
문서, 데이터	IFC데이터 변환 및 관리	통합건설 정보관리
	시물레이션 보고서 출력	
	공정, 내역 정보 출력	
	3D shop drawing	

#### 3.2 건축시공시물레이션 주요 기능 분석

건축시공시물레이션시스템은 앞에서 언급한 것과 같이 매우 많은 기능들을 포함할 수 있다. 본 연구에서는 이러한 많은 기능들 중에서 건축시공시물레이션시스템 상에서 공통적인 핵심 기능들을 도출하고자 하였다. 이를 위하여 각 기능항목들은 5 점 척도로 각 기능별로 필요성과 효율성을 조사하여 우선순위를 정의하고, 우선순위가 높은 항목을 중요도(요구도)가 높다고 판단하였다. 표4는 중요도 조사 결과이다.

여기서, P.I는 Priority Index(우선순위 지수)를 말하고, I.F는 Important Factor(중요도 지수), E.F는 Efficiency Factor(효율성 지수)를 말하며, P.I는 다음과 같이 산출하였다.

$$P \cdot I = I \cdot F \times E \cdot F \dots\dots\dots(1)$$

표 4. 건축시공시물레이션 시스템 기능 중요도

요구기능	IF	EF	P.I		
시각화	일정관리시각화	0.64	0.76	0.49(19)	
	전체오류검토시각화기능	0.80	0.88	0.70(3)	
	현장 시설물 확인 정보	0.72	0.64	0.46(23)	
	단면정보검토시각화기능	0.78	0.76	0.59(9)	
	Critical path의 시각화	0.58	0.54	0.31(39)	
	시각화 옵션 설정 기능	0.76	0.60	0.46(23)	
	시각화 옵션 다양화	0.64	0.66	0.42(29)	
검토 (시물레이션 & 공사관리)	구조상세 3D모델링	0.62	0.68	0.42(29)	
	간섭 검토	0.54	0.86	0.46(23)	
	라이브러리의 다양화	0.68	0.80	0.54(15)	
	각종 현장 자료 대입, 검토 기능	0.74	0.70	0.52(16)	
	4D 모델생성/관리	0.64	0.60	0.38(32)	
	대안공정비교시물레이션	0.74	0.84	0.62(7)	
	진도 관리 시물레이션	0.66	0.74	0.49(19)	
	시공 가설계획 정보	0.60	0.54	0.32(38)	
	장비 계획 시물레이션	0.76	0.60	0.46(23)	
	Layout 조정	0.68	0.68	0.46(23)	
	부재목록 설정	0.54	0.70	0.38(32)	
	작업유형 설정	0.58	0.60	0.35(35)	
	공기예측기능	0.92	0.74	0.68(4)	
공정	가성 처리 기능	0.66	0.58	0.38(32)	
	3D환경-실시간검토, 수정	0.82	0.70	0.57(11)	
	공간 계획 시물레이션	0.58	0.48	0.28(40)	
	웹환경-시물레이션검토기능	0.82	0.68	0.56(12)	
	WBS코드생성&관리분석	0.90	0.72	0.65(5)	
	공정 자동 연계	0.90	0.84	0.76(1)	
	공정 데이터베이스 사용	0.66	0.72	0.48(22)	
	공정 수동 연계	0.44	0.32	0.14(14)	
	공정표 호환	0.78	0.70	0.55(14)	
	공정프로그램과호환(로딩)	0.82	0.68	0.56(12)	
	문서, 데이터, 정보관리	IFC데이터 로드	0.86	0.76	0.65(5)
		공정데이터로드	0.88	0.82	0.72(2)
		공정표 출력	0.88	0.66	0.58(10)
공사 내역 출력		0.90	0.70	0.61(8)	
3D shop drawing		0.72	0.48	0.50(18)	
프로젝트파일/데이터베이스생성		0.76	0.64	0.49(19)	
내역 자료 로딩		0.74	0.70	0.52(16)	
공법DB 연계 기능		0.60	0.56	0.34(36)	
통합건설 정보관리 기능		0.62	0.54	0.33(37)	
자원 및 비용 관리 기능		0.76	0.60	0.46(23)	
광역현장 및 원격지 관리		0.68	0.60	0.41(31)	

설문조사는 현행 시물레이션 시스템의 사용자와 시스템을 이해하는 실무자들을 대상으로 진행하였으며, 이들 중 상위 10 개 항목만을 도출하여 정리한 결과는 다음과 같다.

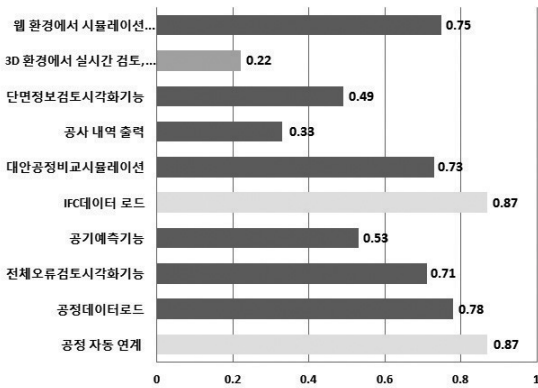


그림 2. 건축시공시뮬레이션 시스템 기능 중요도(상위10항목)

결과를 살펴보면 중요도가 높게 나온 항목은 IFC 데이터 로드 기능과 공정 자동 연계 부분이 0.87점으로 1순위였다. 그리고 오류시각화 검토라든지, 공정데이터 로드 등의 기능이 다음으로 중요한 항목으로 조사되었다. 이는 ‘데이터 로드’, ‘객체-공정 연결’, ‘시뮬레이션 구동과 검토’ 등의 시뮬레이션 작업 프로세스 영역이라고 볼 수 있다. 따라서 시뮬레이션 시스템의 운용에 있어서 앞서 언급한 내용들의 작업이 중요하다고 판단된다.

### 3.3 건축시공 시뮬레이션 프로세스

앞에서 도출된 건축시공시뮬레이션의 주요 기능들과 중요도 분석 결과를 중심으로, 건축시공 시뮬레이션에 대한 전체 프로세스를 정의하였다. 일반적으로 건축시공시뮬레이션이라고 하면, 공사과정의 시각적 구현만을 의미하는 경우가 많지만, 본 연구에서는 일정 및 진도관리 등 현장에서의 공정관리업무를 지원하는 업무까지를 포함시켰다. 이렇게 정의된 건축시공시뮬레이션 프로세스는 다음과 같다.

그림 3의 프로세스는 공정관리와 시뮬레이션 기능을 모두 포함하고 있으나, 건축시공시뮬레이션시스템에 해당된다고 판단되는 기능을 중심으로 구성하였다. 이는 본 연구에서 건축시공 시뮬레이션 시스템의 성능을 분석하기 위한 기초자료로 활용하기 위한 프로세스이기 때문이다. 초기 단계에서는 시뮬레이션에 필요한 데이터를 준비하는 단계와 데이터를 활용하는 단계로 구분할 수 있으며, 데이터 로드, 객체-공정 연결, 시뮬레이션의 구동, 정 관리 및 활용 등으로 프로세스가 구성된다.

건축시공시뮬레이션에는 3D 모델 데이터와 일정 데이터가 사용되며, 각 데이터는 IFC 등의 공용 표준형식으로 변환이나 수정작업을 거친다.

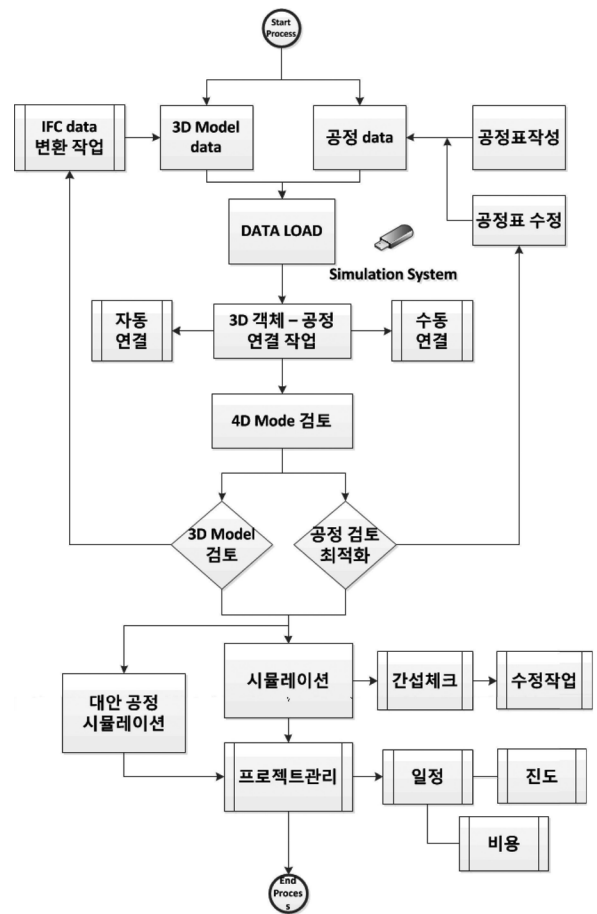


그림 3. 건축시공시뮬레이션 프로세스

이렇게 변환된 데이터는 시스템에 로드하고, 객체와 공정의 연결 작업을 수행한다. 정보 연결 작업은 시스템의 종류에 따라 다양한 방법을 사용하고 있으나, 크게 자동 연결과 수동 연결 작업으로 구분 할 수 있다. 이렇게 공정과 객체 정보의 연결이 완성되고 나면, 이들 정보를 활용하여 단일공정 시뮬레이션과 대안공정 시뮬레이션, 일정 및 진도관리 등의 업무를 지원할 수 있다.

## 4. 성능분석 방법

### 4.1 성능 분석 방법

건축시공시뮬레이션 시스템의 활용성 증대를 위해서는 시스템의 도입효과가 명확해야 한다. 그러나 아직까지 이러한 건축시공시뮬레이션시스템의 도입효과를 명확히 분석하는 방법론이나 분석결과를 도출한 사례가 매우 부족하다. 그 이유는 시스템의 기능이 매우 다양하고, 명확한 기준이 정해지지 않았기 때문이다. 본 연구에서는 건축시공시뮬레이션 시스템의 성능

분석을 위한 방법으로 시나리오 기반의 성능분석 방법을 제안하고자 한다. 여기서 시나리오는 건축시공시물레이션에서 핵심이 되는 주요 프로세스를 정의해놓은 것을 말한다. 이 방법을 사용하면 서로 다른 시스템에 대하여 동일한 시나리오와 데이터에 대하여 성능평가를 수행하여 시스템의 상대적인 성능을 분석하거나 기존의 수작업 프로세스와 비교를 통해 시스템의 도입효과를 분석할 수 있을 것으로 판단된다.

### 4.2 건축시공시물레이션 시스템 성능 분석 범의

앞 장에서 조사한 건축시공시물레이션 시스템 기능의 중요도와 시물레이션 시스템의 작업 프로세스를 이용하여 건축시공시물레이션 시스템의 성능분석 범위를 지정하였다. 표 5는 건축시공시물레이션의 주요 프로세스와 기능 등의 내용을 정리한 결과이다. 여기서는 건축시공시물레이션의 기능 분석결과를 토대로 데이터 로드, 객체-공정 연결, 시물레이션 구동 등의 작업 프로세스를 도출하였으며, 본 연구에서는 이들 작업을 건축시공시물레이션시스템의 성능을 분석하기 위한 대상으로 정의하였다.

표 5. 시물레이션 시스템의 주요기능에 따른 프로세스 분류

작업 프로세스	주요기능	내용
데이터 로드	IFC데이터 로드	데이터 로드 속도, 데이터 누락 여부
	공정데이터로드	
객체-공정 연결	공정 자동 연계	공정-객체 시스템 내에서 자동 연결, 속도
시물레이션 (검토, 관리)	전체요류검토시각화기능	간섭검토의 용이성
	단면정보검토시각화기능	간섭 검토, 시각화 옵션의 다양화
	3D 환경에서 실시간 검토, 수정	실시간 데이터 수정 여부
	웹 환경에서 시물레이션 검토 기능	이동성과 편리성
	공기예측기능	시물레이션을 통한 공정관리 여부
기타	대안공정비교시물레이션	대안공정시물레이션 가능 여부
	공사 내역 출력	내역 정보 확인 기능

각 작업 프로세스는 시스템의 운용 시에 행하여야할 하위 작업을 포함하고 있고 이것은 시물레이션 운용 형식을 일반화하여 정의할 때 고려되어야 한다. 각 프로세스의 작업들을 시물레이션 시스템으로 구동시킬 때 시스템의 매뉴얼적인 요소를 일반화시켜서 운용 시나리오를 구성하여야 다양한 종류의 시물레이션 시스템에 적용할 수 있다.

### 4.3 성능 분석 방법

시나리오 기반의 시공시물레이션시스템의 성능은 기본적으로 작업 시간을 기준으로 측정할 수 있다. 이때 성능분석 대상 시스템은 시스템의 환경과 작업방식에 차이가 있으므로, 주어진 시나리오에 맞추어 작업프로세스를 정의해야 한다. 그리고, 성능분석을 위한 각 시나리오에 맞추어 데이터를 작성하고, 작

업프로세스를 반복 수행하면서 작업의 성능을 측정한다.

이때 측정된 작업성능 데이터는 두 가지 형태로 분석할 수 있다. 첫 번째로, 비교하고자 하는 시스템의 작업시간의 비율인 성능비율로써 식(1)과 같이 PBR(Performance Benchmark Ratio)를 산정할 수 있다. 여기서 WorkTimeSb는 기준시스템의 작업시간이며, WorkTimeSn은 비교하고자 하는 대상 시스템의 작업시간이다.

$$PBR(Performance Benchmark Ratio) = \frac{WorkTime_{S_n}}{WorkTime_{S_b}} \dots(1)$$

시물레이션 시스템의 작업시간은 데이터의 용량에 따라 달라질 수 있으므로, 식(2)와 같이 성능기준비율을 산출할 수 있다. 작업시간과 데이터용량이 정확한 비례관계를 갖고 있지 않으므로, 이를 보정할 수 있는 보정계수 X1을 통해 상호관계를 보정할 수 있다.

$$SPR(Senario Performace Ratio) = \frac{WorkTime_{S1}}{DataSize} \times X_1 \dots(2)$$

## 5. 시물레이션 시스템 성능 사례 분석

건축시공시물레이션 시스템의 성능분석은 앞 절에서 언급한 내용과 같이 시물레이션 작업 프로세스의 평가 범위에 대해서 정의된 시스템 운용 시나리오에 따라 요구되는 기능을 구동시켜 필요한 시간을 측정하는 방식으로 진행하고, 현행 상용으로 가장 많이 사용 중인 건축시공시물레이션 시스템을 기준으로 성능분석을 하도록 하였다. 시스템 간에 각각의 기능을 구동하는 방식은 매뉴얼적인 부분에서 차이가 날 수 있지만 작업의 흐름은 미리 정의한 운용 시나리오의 범주 안에 포함되기 때문에 상용 시스템을 기준으로 삼아 성능분석을 진행하는 데에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

### 5.1 성능분석 사례 개요

먼저 시물레이션 시스템 운용 시나리오에 따른 성능분석을 하기 위해서 비교대상이 되는 상용 프로그램을 선정하였다. 분석 대상 시스템으로는 상용 시스템으로 가장 많이 사용되고 있는 A社の "N"시스템을 성능분석 비교 기준으로 정하였고, 또 다른 분석 대상 시스템으로는 IFC 형식을 기반으로 다양한 공정관리 기능을 지원하도록 연구팀에서 개발 중에 있는 프로토타입 시스템("V" 시스템)을 사용하였다. 사례 분석에 사용하는 데이터는 정확한 분석을 위해 동일한 모델 데이터와 공정 데이터를 사용하였다. 성능분석 방법의 내용은 앞에서 언급한 것과 같이 각각 정의된 시나리오에 맞게 필요한 기능을 반복적으로

구동시켜서 작업시간을 측정하는 방법을 사용하였다.

성능분석을 위한 프로젝트 데이터는 C대학의 학술 정보관에 대한 Revit 기반의 모델 데이터이며, 이 데이터를 기반으로 한 IFC 데이터 등을 사용한다. 다음 표6은 성능분석 측정실험의 적용 시스템과 사례내용에 대한 개요이다.

### 5.2 성능측정 환경

성능분석 작업시간 측정은 객체-공정의 자동연계, 수동연계에 관한 측정, 그리고 시각화 옵션과 작업 유형 설정에 대하여 진행하였다.

단, 시각화옵션과 작업유형의 설정은 작업수가 많은 이유로 1개의 작업에 대해서만 실시하였다. 그리고 객체-공정의 연계 작업의 경우, 객체나 작업의 개수가 많기 때문에 수동 연결 시에 너무 많은 시간이 소요될 수 있으므로 임의로 1개 층의 객체와 공정을 연계시키는 작업을 진행하여 작업시간을 측정하였다. 표 6은 사례 분석에서 사용한 시스템과 대상 사례의 개요이다.

표 6. 사례적용 개요

분석 시스템	기준 시스템	분석 대상 시스템
	A社 "N"-SYSTEM	PROTOTYPE SYSTEM "V"
개요 & 특징	MS Project, Primavera 등의 공정 데이터 호환 가능 IFC지원 API제공 각종CAD호환성 높음 공정-객체 RULE를 통한 자동연결	MS Project 등의 공정표 데이터 호환 IFC지원 공정-객체 자동연결기능 대안공정분석 지원 부분별 내역자료 로딩 가능 웹 환경에서 시뮬레이션 가능
사례	C대학분관 및 학술정보관 신축 공사 초기 모델링 작업 : Revit 프로그램으로 생성 IFC 데이터 : 67,270 KB Revit 데이터 : 66,928 KB 공정데이터 : 공정-부위-Activity .XML	

### 5.3 성능분석을 위한 시나리오 정의

본 연구에서는 앞에서 도출된 시뮬레이션 시스템의 주요 기능 들 중, 시뮬레이션 구현에 있어서 가장 기본적인이면서 작업양이 많은 객체와 공정의 연계작업을 사례 분석 대상으로 선정하였다.

본 연구에서는 이러한 작업의 성능 분석을 위하여 앞에서 도출된 표준프로세스를 중심으로 실제 시스템 운용에 필요한 세부 사항과 작업 내용을 결정하였다. 이러한 성능 분석을 위한 세부사항의 정의는 동일한 환경에서 성능을 분석할 수 있도록 하기 위한 것이다.

본 시나리오는 객체와 공정의 연결하는 작업으로, 건축시공 시뮬레이션에 있어서 큰 비중을 차지하는 부분이다. 이러한 객체와 공정의 연결 작업은 크게 자동 연결과 수동 연결로 구분할

수 있으며, 이러한 연결 작업의 성능은 시뮬레이션 시스템의 작업 효율성에 있어서 매우 큰 비중을 차지한다고 할 수 있다.

그림 4는 분석 대상 프로세스를 성능 분석을 위한 세부 운용 시나리오로 정의한 결과이다.

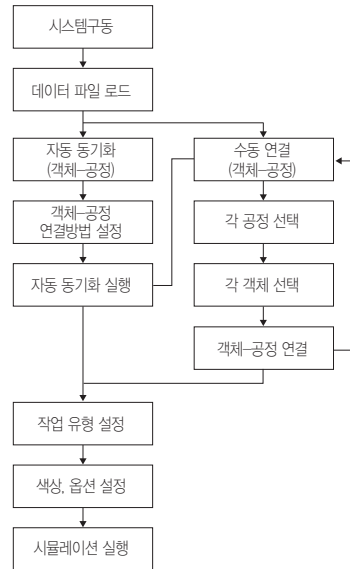


그림 4. 성능 분석 시나리오(공정-객체 연계)

### 5.4 시스템 성능분석

작업시간 성능분석 방법은 시나리오에 따른 기능의 구동을 동일한 상황의 피실험자 3인이 실행하고 도출된 측정값의 평균을 결과로 정의했다. 성능평가의 측정에 사용된 프로젝트 파일은 객체와 일정작업의 수가 많기 때문에 1층 부분에 속하는 객체와 작업만 범위를 한정하여 성능분석을 실시하였다. 표 7은 시나리오에 따른 기능 구동시의 작업시간 측정 결과를 나타낸다.

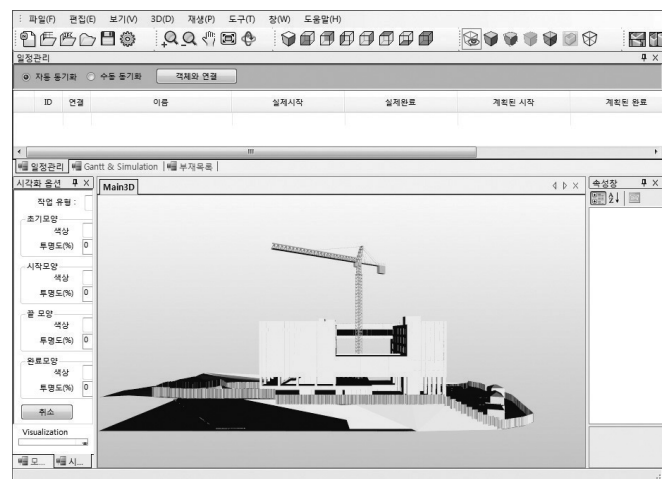


그림 5. 프토타입에서의 IFC데이터 로드

표 7. 작업시간 측정 결과

시나리오 / 시스템 종류	A社 "N"-SYSTEM(단위: 초)				"V" PROTOTYPE SYSTEM(단위: 초)				
	P1	P2	P3	평균(*)	P1	P2	P3	평균(*)	
작업내용 / 측정인원 / 평균값(*)									
자동 동기화	64	72	88	74.67	3	4	3	3.33	
수동 동기화	476	566	512	518	236	257	242	245	
시각화 옵션 설정	32	48	42	40.67	30	45	62	45.67	
작업 유형 설정(작업)	6	9	7	7.33	5	15	22	14	

객체와 공정의 연계 작업에 대한 측정 결과를 살펴보면 1층 부분의 객체의 개수가 70여개 정도 되는데 골조부분의 콘크리트 공사로 한정해서 20개정도로 한정지어 연결 작업을 실시하였다. 상용 시물레이션 프로그램의 경우 자동동기화 기능이 수동동기화 보다 약 7배 정도 빨랐으며, 프로토타입 시스템의 경우 80배 정도로 그 차이가 매우 큰 것을 볼 수 있었다. 그만큼, 공정과 객체의 연결작업은 수작업의 비중이 높으면서, 작업 효율성이 매우 떨어진다는 것을 알 수 있다.

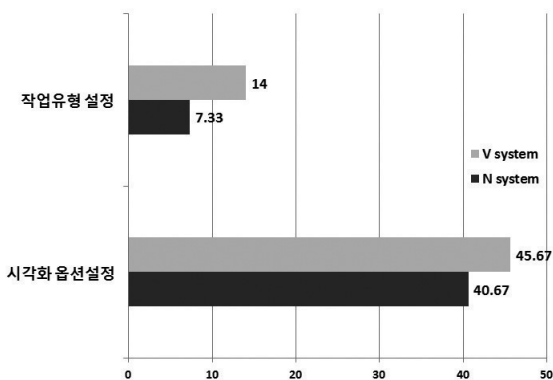


그림 6. 시각화, 작업유형 작업시간 비교

이 결과로 미루어 볼 때, 자동동기화 기능이 제 역할을 한다면 시물레이션 작업에서의 효율성을 매우 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다. 시각화나 작업 유형에 관한 설정은 기능의 작업의 성능에 큰 차이가 없었다.

그림 7은 성능분석을 실행한 각 시스템의 객체-공정 연계 작업의 작업시간을 나타낸 것으로, 자동 동기화 기능의 효율성이 시간적 측면에서 크다고 볼 수 있다. 시물레이션 작업에 있어서 객체와 공정의 연결 작업은 필수적인 항목이고 이 부분에서 뛰어난 성능이 발휘된다면 시물레이션 작업을 더욱 원활하게 진행할 수 있으리라 판단된다.

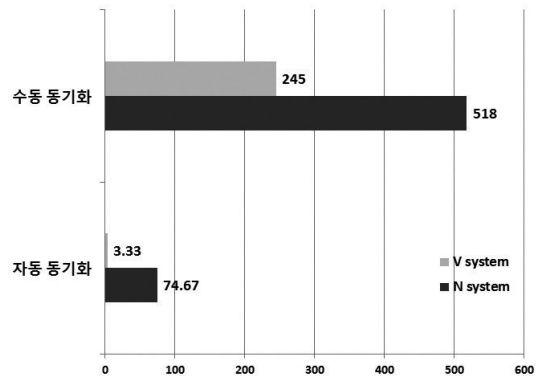


그림 7. 연계방법에 따른 작업시간 비교

## 6. 결론

본 연구는 BIM기반의 건축시공시물레이션의 성능분석을 위해 운용 시나리오의 정의를 통한 작업시간 측정을 진행하였다. 성능분석에 앞서 시물레이션 시스템의 요구기능과 중요도(요구도가 큰 기능을 조사하고, 정의한 시물레이션 시스템의 작업 프로세스에 중요도가 높은 기능으로 어떤 것들이 있는지 분석하고, 이를 통해 건축시공시물레이션 시스템의 성능 분석 대상 기능을 선정하였다. 연구에서는 “데이터 로드”, “객체-공정 연계”, “시물레이션 구동”을 그 대상으로 선정하였으며, 이들을 대상으로 성능 분석을 진행하기 위해 세부 시나리오에 대한 프로세스를 정의하고 이들에 대한 성능 분석을 수행하였다.

사례 분석에서는 대상 시나리오에 대한 성능분석의 결과, 시물레이션 시스템의 객체-공정의 자동 동기화 기능에 있어서 수동 작업과 자동화 작업의 경우 시간적 측면에서 약 7배 정도의 성능차이가 발생하는 것으로 측정되었다.

본 연구는 업무의 효율성을 중심으로 핵심 작업에 소요되는 시간을 중심으로 분석하였으나, 시스템의 성능 분석에는 시간 이외에 정성적인 부분이나 금액 등 기타 요소들에 대한 검토가 필요하다. 이러한 추가적인 요소에 대해서는 보다 다양한 요소들을 분석하여 보완해야 할 필요가 있을 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 한국연구재단의 연구비 지원(2011-001585)에 의한 결과의 일부임.

## 참고문헌

이진강 · 이현수 · 박문서 · 정민혁 (2013). “IFC활용 BIM기반 공정/원가 통합관리 프레임워크”. 한국건설관리학회 논문집, 제14권, 3호, 한국건설관리학회, pp. 53~64

김태수 · 김경환 (2008). “4D 시뮬레이션 구현을 위한 공정과 3D 모델의 연계방안에 관한 연구”. 정기학술발표대회 논문집, 제8권, 한국건설관리학회, pp. 199~203

이재철 (2002). “4D 시뮬레이션을 위한 객체 라이브러리의 정의 및 구현”. 대한건축학회 논문집, 제18권 3호, pp. 149~156

이재철 (2004). “4D 시뮬레이션 및 일정별 물량정보검색을 위한 3D 모델 정보 활용”. 한국건설관리학회 논문집, 제5권 4호, 한국건설관리학회, pp. 107~114

유계승 · 김경환 (2010). “자동 공정 생성을 통한 4D 시뮬레이션 시스템 개발에 관한 연구”. 대한건축학회논문집 구조계, 제25권 9호, pp. 173~180

조진 · 박광호 · 박원호 · 백준홍 (2007). “4D 시뮬레이션을 위한 3D 모델-공정 자동연계에 관한 연구”. 대한건축학회 학술발표대회 논문집, pp. 805~808

주성일 · 전한중 (2009). “4D 시뮬레이션에 활용 가능한 BIM 기반 물량산출 방법에 관한 연구”. 대한건축학회 학술발표대회 논문집, pp. 335~338

Julian H. Kang, Stuart D. Anderson, Mark J. Clayton (2007). “Empirical Study on the Merit of Web-Based 4D visualization in Collaborative Construction Planning and Scheduling”. Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 133, No. 6, pp. 447~461

Nashwan Dawood, Eknarin Sriprasert, Zaki Mallasi, Darren Scott (2003). “An industrial evaluation of the virtual construction site(Vircon) tools”. The 20th CIB W78 Conference on Information Technology in Construction

Nashwan Dawood, Mallasi Z. (2006). “Construction Workspace Planning: Assignment and Analysis Utilizing 4D Visualization Technologies”. Computer-

Aided Civil and Infrastructure Engineering, Vol. 21, No. 7, pp. 498~513

Kristen Barlish, Kenneth Sullivan (2012). “How to measure the benefits of BIM - A case study approach”, Automation in Construction, Vol. 24, pp. 149~159

논문제출일: 2012.09.18  
 논문심사일: 2012.09.21  
 심사완료일: 2013.05.07



---

## 요 약

건설프로젝트는 현장여건의 변화와 불확실성으로 신뢰성 높은 계획을 수립하기 힘들고 따라서 건축시공시물레이션 시스템의 도입으로 그러한 문제점을 해결하고 신뢰성 높은 계획을 수립하려는 노력을 보이고 있다. 그러나 현시점의 시물레이션 시스템은 단순 애니메이션 용도로만 사용되고 실제 엔지니어링 업무를 지원하는 경우도 드물다. 최근 들어 이러한 한계점을 탈피하고 보다 시물레이션 시스템을 보다 적극적으로 사용하기 위한 연구와 개발이 이루어지고 있다. 하지만 BIM의 가장 핵심이 업무 효율성이라는 점에서 이러한 BIM기반 건축시공시물레이션시스템 등의 BIM기반 시스템은 성능 분석이 매우 필요한 요소라고 판단된다. 본 연구에서는 이를 위하여 시물레이션의 핵심 업무 프로세스를 정의하고 표준 시나리오를 정의하여 이를 기준으로 성능을 분석하는 방법론을 제시함으로써 좀 더 효율적이고 적극성을 갖춘 시물레이션 시스템 개발을 가능하게 하고자 한다.

**키워드** : BIM, 건축시공시물레이션, 성능분석

---