

웹사이클론을 이용한 조닝모듈 개발에 관한 연구

A Study on Zoning Model Using Web-Cyclone

곽한성* 손창백** 이동은***

Gwak, Han-Seong Son, Chang-Back Lee, Dong-Eun

Abstract

Task based modeling is essential in a construction operation simulation modeling. It allows dealing with local variables or delay factors that affect productivity and improves the reusability of existing operation models. An operation model can secure reality only if it reflects the real construction processes by effectively dealing with zoning issue. However, system users have some difficulties in modeling a construction operation that is consisted of several processes having different production units. Zoning is a major modeling issue when the task based modeling method is implemented using the existing discrete event simulation systems. This paper highlights the difficulty and presents a new method that complements the zoning issues attributed to different production units. The method is described in detail by presenting the flow of entities. It is confirmed that the zoning method effectively deals with the unbalance of production units between processes and facilitates to model an operation model having processes with different production units. The "Zoning module" contributes to increasing accuracy of simulation result.

키워드 : 사이클론, 시뮬레이션 모델링, 엔터티, 조닝, 철골공사, 생산유닛
Keywords : CYCLONE, Simulation Modeling, Entity, Zoning, Steel Erection, Production unit

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

사이클론(CYCLONE)은 공정모형을 개발함에 있어 상세수준을 요소작업(Task) 수준까지 분해하여 모델을 구현하는 것이 중요하다. 이는 현장 및 환경에서 기인하는 생산 지연요인들을 효과적으로 취급하는 것을 가능하게 하기 때문이다¹⁾. 그러나 공정모형을 개발함에 있어 상세수준을 요소작업(Task) 수준까지 분해하여 모델을 개발할 때 공정순서를 사실적으로 구현하는데 어려움이 있다. 특히 여러 개의 프로세스들이 하나의 공정모형을 구성하는 경우, 프로세스마다 생산유닛(Production unit)이 다르고, 이러한 생산유닛들이 동일한 공간자원을 점유하는 경우 모델 개발자는 커다란 도전에 직면하게 된다. 요소작업을 최소단위로 사용하여 공정모형을 모델링하는 경우 자원(철골조립공 및 크레인)의 이동 경로가 달라지기 때문에 이들 자원이 투입되는 작업들의 시간에 영향을 주어 공정 전체의 생산성이 달라진다. 이러한 이유로 어떤 공정모형을 구성하는 프로세스들의 생산유닛이 서로 다를 때, 시

뮬레이션 분석결과(예, 시간당 생산량과 공정완료시간, 투입자원 사용효율 및 공정완료비용 등)의 신뢰성을 확보하기 위해서는 각 프로세스들 마다 현장에서 수행되는 한 사이클의 프로세스가 점유하는 작업공간이 달라지는 상황을 사실적으로 모델링해야한다.

1.2 연구의 범위

본 연구는 하나의 생산유닛을 생산하기위해 여러 개의 프로세스들이 서로 다른 프로세스 실행회수를 반복해야하는 경우를 보다 사실적으로 모델링함으로써 요소작업 기반 모델링 기법의 유효성을 담보하고, 공기분할을 용이하게 구현 및 재사용하는 것을 지원하는 CYCLONE 시뮬레이션 "조닝모듈(Zoning module)"을 개발한다.

2. 조닝모듈 개발

2.1 조닝모듈의 컴포넌트 구성

그림1에 제시된 공정모형은 A, B, C, D, E, F 작업으로 구성된다. A작업이 완료되면, B와 C작업이 3번씩 반복되고 B, C작업이 완료되면 D, E, F 작업을 수행한다. 즉, 작업 A 이후 생산유닛이 분할되어 작업 B와 C의 반복 실행을 준비하고, C가 완료될 때까지 D 작업 착수는 지연되어야한다. 위와 같은 상황을 수행하

* 경북대학교 건축·토목공학부 석사과정
** 세명대학교 건축공학과 교수 공학박사
*** 경북대학교 건축·토목공학부 부교수, 공학박사, 교신저자 (dolee@knu.ac.kr)

기 위한 “조닝모듈”은 칼라박스 영역이며, 본 “조닝모듈”은 5개의 컴포넌트(조절큐 A, 조절큐 B, 로직 A, 로직 B, 그리고 반복 조절큐)의 논리적 조합이다.

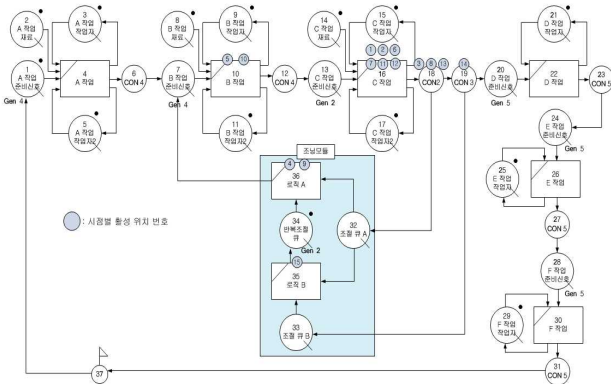


그림 1. 조닝모듈 네트워크

ZONING PROCESS			
TRACE INFORMATION			
Sim Time	Activity No.	Type	Name
1.0	4	COMBI	A작업
2.0	4	COMBI	A작업
3.0	4	COMBI	A작업
4.0	4	COMBI	A작업
4.0	6	CONSOLIDATE	-
5.0	10	COMBI	B작업
6.0	10	COMBI	B작업
7.0	10	COMBI	B작업
8.0	10	COMBI	B작업
8.0	12	CONSOLIDATE	-
9.0	16	COMBI	C작업
10.0	16	COMBI	C작업
10.0	18	CONSOLIDATE	-
10.0	36	COMBI	조닝모듈
11.0	10	COMBI	B작업
12.0	10	COMBI	B작업
13.0	10	COMBI	B작업
14.0	10	COMBI	B작업
14.0	12	CONSOLIDATE	-
15.0	16	COMBI	C작업
16.0	16	COMBI	C작업
16.0	18	CONSOLIDATE	-
16.0	36	COMBI	조닝모듈
17.0	10	COMBI	B작업
18.0	10	COMBI	B작업
19.0	10	COMBI	B작업
20.0	10	COMBI	B작업
20.0	12	CONSOLIDATE	-
21.0	16	COMBI	C작업
22.0	16	COMBI	C작업
22.0	18	CONSOLIDATE	-
22.0	19	CONSOLIDATE	-
22.0	35	COMBI	조닝모듈
23.0	22	COMBI	D작업
24.0	22	COMBI	D작업
25.0	22	COMBI	D작업
26.0	22	COMBI	D작업
27.0	22	COMBI	D작업
27.0	23	CONSOLIDATE	-
28.0	26	COMBI	E작업

그림 2. 조닝모듈 트레이스런 결과값

2.2 사이클론 트레이스런 분석을 통한 조닝모듈 검증

그림2는 개발된 조닝모듈(Zoning module)을 그림1에 제시한 사례공정에 적용했을 때 가정한 공구분할을 달성하는지 유효성을 입증하기 위해 이벤트 신호를 추적한 결과를 제시한다. 사례 공정 모델을 CYCLONE을 사용하여 시뮬레이션 실험을 실행하고 트레이스런(Trace run) 기능을 사용하여 이벤트가 발생된 컴포넌트와 시간을 추적하였다. 그림2는 조닝모듈이 작업 A, B, C를 어떻게 실행하는지를 제시한다. 첫 번째 사이클에서 작업 A, B, C, D, E, F의 작업순서가 A작업이 완료되면, B와 C작업이 3번씩 반복된다(예, A(4회)→B(4회)→C(2회)→B(4회)→C(2회)→B(4회)→C(2회)→D(5회)→E(5회)→F(5회)), 즉, 4번의 A 작업이 완료된 후 4번의 B 작업 및 2번의 C작업으로 구성된 프로세스가 3회에 걸쳐 순서대로 실행됨을 확인할 수 있다.

2.3 조닝모듈 재사용법

조닝모듈을 재사용하기위해, 첫째 자원할당은 B 및 C 작업을 A작업 이후 3번 반복 수행해야 하므로 작업 B 및 C작업에 필요한 자원을 3번에 나누어서 할당한다. 이를 위해 변경이 없는 요소(조절 큐 A, 조절 큐 B, 로직 A, 로직 B)는 공정모형에 조닝모듈을 적용하는 과정에서 단지 컴포넌트들의 고유번호만을 수정한다. 반면 변경이 있는 요소(평선 19(CON 3), 반복조절 큐(GEN 2))는 생산유닛의 공간자원 점유율에 따라 CON과 GEN 이후에 선언된 숫자를 변경한다. 조닝모듈 설명에서 A 작업 이후에 B 및 C작업이 3회 사이클을 반복 수행한다. A 작업이 1회 실행된 후 B 및 C 작업이 N번 수행되도록 모형을 구축하기를 원한다면 평선 19에 선언된 CON 3 및 큐 34에 선언된 GEN 2를 각각 CON N과 GEN N-1로 수정한다(표 1 참조).

표 1. 조닝범위 결정 요소

노드	형식	PRE	FOL	세부 개념	조닝범위 변경 (N 단위로 조닝)
34	QUE	35	36	반복조절 큐	GEN N-1 값
19	FUN	18	33	작업 B와 작업 C 설치완료 신호	CON N 값

3. 사례연구

모델링 컴포넌트들(예, Combi, Normal, Queue, Arrow, Function, Counter)을 논리적으로(logically) 조합하여 작업조의 공간이동을 제어하는 “조닝모듈(zoning module)”을 실제 티어 공법을 적용한 철골세우기 모형¹⁾에 적용하여 유효성을 검증하였다. 모형¹⁾은 티어(Tier)공법이 적용되는 철골세우기 공정에 참여하는 단위자원(예, 철골조립공, 측량공 및 T/C 등)에 대한 작업분석을 실행하여 자원별 요소작업들을 규명하고, 이들 요소작업들의 속성값(예, 요소작업 소요시간 등)을 변경하여 이산 사건 시뮬레이션을 사용한 시뮬레이션 모형이다. 해당 공법은 티어(Tier)공법으로 1개의 절(Tier)을 단위 기동부재로 하여 상·하부 기동을 접합하는 방법이며, 1개절을 구성하는 기동들이 건립된 후 3개 층분의 거더 및 빔을 1개 층씩 동일 층에 집단으로 조립한다. 그림 4는 조닝모듈의 재사용법에 의해 재구성된 철골세우기 모형을 제시한다.

조닝모듈의 유효성을 검증하기 위해 웹사이클론 추적기능(trace run)을 사용하여 조닝모듈을 적용한 공정의 각 프로세스들의 종료시간을 추적하였으며, 웹사이클론 트레이스런(trace run) 결과를 스프레드시트로 추출하여 프로세스 종료시점을 제공하는 CON값들만을 필터링 하여 제시한다(그림 5참조).

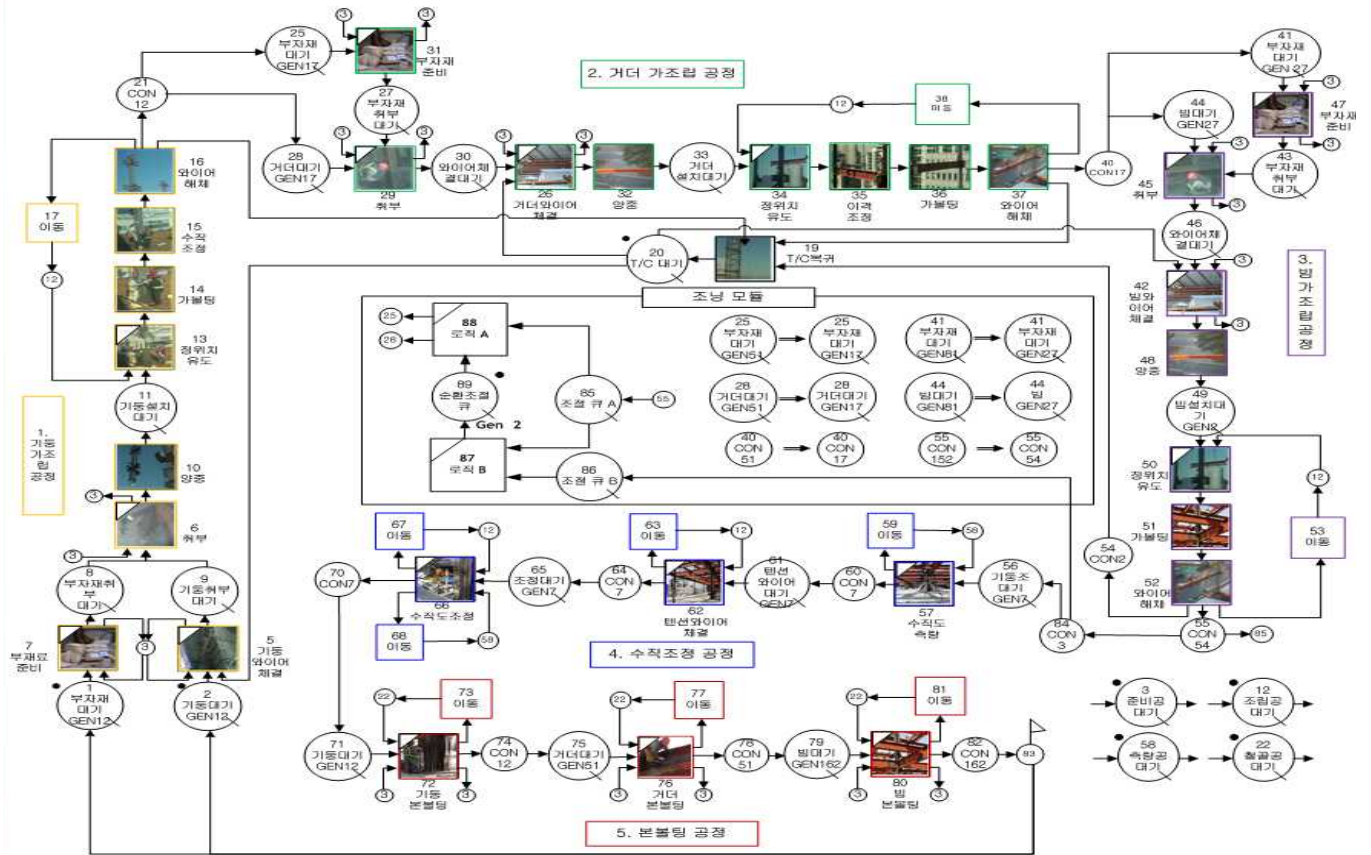


그림 4. 조닝모듈을 적용한 철골조립공정 네트워크 모델

STEEL CONSTRUCTION OPERATION		
TRACE INFORMATION		
Sim Time	Activity No	Type
560	21	CONSOLIDATE
1222.9	40	CONSOLIDATE
1865.6	55	CONSOLIDATE
2532.2	40	CONSOLIDATE
3169.2	55	CONSOLIDATE
3870.5	40	CONSOLIDATE
4517.2	55	CONSOLIDATE
4517.2	84	CONSOLIDATE
4566.1	60	CONSOLIDATE
4703.4	64	CONSOLIDATE
4755.7	70	CONSOLIDATE
4891.5	74	CONSOLIDATE
5820	78	CONSOLIDATE
6125.7	82	CONSOLIDATE

그림 5. 철골세우기 공정의 트레이스런

4. 결 론

개발된 “조닝모듈”은 시뮬레이션 모형들을 사실적으로 재구축하여 실제공정절차와 시뮬레이션 사이에서 발생하는 오차를 최소화하는데 기여한다. 또한 유사 공정의 경우 모듈을 재사용하는 것이 가능하다.

감사의 글

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 중견연구자 지원사업임. (핵심 공동 : No. 2012-047710).

참고 문헌

1. 임태경, 손창백, 이동은 요소작업 기반 티어공법 철골조립 시뮬레이션 모델, 대한건축학회논문집. 제27권 제10호, pp.177~188, 2011
2. Halpin, D.W., and Riggs, L.S. Planning and analysis of construction operations, John Wiley & Sonm Inc, New York, 1992