

조선소 야드 블록 물류 시뮬레이션을 위한 GIS 정보 체계 연구

김상훈¹·이용길¹·우종훈^{1†}·임현규²
한국해양대학교 조선해양시스템공학과¹
DSME정보시스템(주)²

A Study on GIS Information System for Shipbuilding Yard Block Logistics Simulation

Sanghun Kim¹·Yonggil Lee¹·Jonghun Woo^{1†}·Hyunkyu Lim²
Dept. of Naval Architecture & Ocean Systems Engineering, Korea Maritime & Ocean University¹
DSME Information & consulting Co., Ltd.²

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

These days, geographic information system has released in everyday life and industries. However, the shipyard only uses it to manage the layout of the yard. In this study, we apply the Geographic Information System to shipbuilding block logistics simulation to analyse the behavior of bogies and forklifts carrying blocks and materials in the shipyard. The shipyard manages daily block logistics plans at the execution planning stage. However, since it is a daily plan, it is difficult to respond to an unexpected situation immediately, and application to judge a certain value or higher value is insufficient. Therefore, a simulation model was created using the shape and attribute information inherent in the geographic information system to verify and improve the block logistics of the mid- and long-term yards. Through this simulation model, we will analyse loads on the workplace, stockyard, and road, and contribute to overall logistics improvement from the point of view of resource planning. In addition, the results of the simulation are reflected in the planning, to help support various decisions.

Keywords : Geographic information system(지리정보시스템), Shipyard(조선소), Block logistics(블록 물류), Discrete event simulation (이산 사건 시뮬레이션)

1. 서론

1.1 연구배경

한국 조선업은 규모의 경제를 바탕으로 급격하게 성장하였다. 다른 나라에 비해 큰 규모를 가지고 있는 한국 조선소들은 대량 건조와 모듈화, 일관성 있는 생산을 통해 납기 단축과 원가절감의 효과를 이끌어 냈다 (Kim, 2008).

선박 및 해양 구조물의 선체는 크기가 크고 복잡하기 때문에 다수의 블록(block)으로 분할하여 조립한 후 각각의 블록을 조립하여 완성한다. 블록은 강재입고에서부터 가공, 조립, 도장, 의장, PE(Pre-Erection) 등 다양한 단계의 공정을 거친 후 하나의

구조물로 완성된다. 일반적으로 조립 이후 단계에서 블록 물류가 발생하며, 트랜스포터(transporter)를 이용하여 블록을 운반한다. 하지만, 각 공정에서의 작업 시간이 서로 다르기 때문에 극히 소수의 블록들만 적시생산(JIT, Just in Time) 방식의 작업을 진행한다. 따라서 작업이 끝난 대다수의 블록들은 작업장이 아닌 적치장으로 이동하게 되고, 이때 물류가 발생하게 된다 (Son et al. 2014).

오늘날 지리정보시스템(GIS, Geographic Information System)은 일상생활과 다양한 산업분야에서 사용되고 있지만, 조선소에서는 단순히 야드의 레이아웃(layout)을 관리하는 정도로만 활용하고 있다. 중소형 조선소의 경우 지리정보시스템이 구축되어 있는 조선소가 극히 드물며, 대형 조선소 또한 지리정보시스템을 제대로 활용하지 못하고 있는 상황이다 (Lim et al. 2016).

현재 조선소의 블록 물류는 기존 계획 단계에서 주간이나 월간 단위와 같이 중장기적인 물류 계획을 수립하지 못하고, 일반적으로 실행 계획 단계에서 일일 단위의 물류 계획에 대해서만 관리되고 있다. 따라서 현재 조선소에서는 돌발 상황에 대해 즉각적으로 대응하기 힘든 상황이다.

본 연구에서는 중장기적으로 작성되는 기존 계획 단계에서 야드의 블록 물류를 검증하고 개선할 수 있도록 지리정보시스템에 내재된 형상정보와 속성정보를 바탕으로 시뮬레이션 모델을 구축하고자 한다. 이를 위해 복잡한 공정시스템을 가지는 조선소에 적합한 공정 중심의 이산 사건 시뮬레이션(DES, Discrete Event Simulation)을 기반으로 하는 시뮬레이션 엔진인 Shipyard OneTM을 활용하였다. 이를 통해 조선소의 블록 물류 현황 파악과 작업장, 적치장, 도로의 부하 분석, 배원/배량 계획 관점에서의 전반적인 물류에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

1.2 관련 연구 동향

대형조선소에서는 과거부터 야드 레이아웃 변경에 따른 물류 개선과 투자효과를 정량적으로 알기 위해 블록 물류 시뮬레이션을 진행하였다. Lee et al. (2007)은 조선소 옥외 물류 분석을 위해 이산 사건 시뮬레이션을 수행하였다. 옥외 물류 흐름을 분석하기 위해 시뮬레이션 모델을 구축하였고, PPR(Product, Process and Resource) 분석 및 설계를 통해 시뮬레이션에 필요한 변수를 정의하였다. 또한, 적치장에서의 블록 배치와 트랜스포터를 이용한 이동에 관한 로직을 구현하여 실제 계획 일정과 시뮬레이션 결과를 비교를 통해 타당성을 검증하였다.

또한, Song and Kang (2009)는 블록 물류 시뮬레이션을 위해 DELMIA QUEST를 사용하여 데이터베이스에 저장된 생산 계획 데이터를 가져오고, CAD 데이터를 바탕으로 시뮬레이션 레이아웃을 구축하였다. 생산 계획 데이터를 현재 야드 기준으로 생성된 모델과 현재 야드에서 일부를 개선한 야드에서 시뮬레이션 영향 평가를 진행하였으며, 적치장, 트랜스포터, 도로에 대한 부하를 분석하였다.

Heo et al. (2012)은 조선소에서 블록 물류 흐름을 원활하게 하기 위해 A* 알고리즘을 이용하여 트랜스포터의 블록 최단 운송 경로를 계산하였다. 예상치 못한 작업 지연, 트랜스포터의 고장 등으로 인해 운송 경로를 지나지 못할 경우, 다른 모든 트랜스포터의 블록 운송 계획에 차질이 생기게 된다. 이를 해결하기 위해 알고리즘 고도화를 진행하여 경로 계산에 소요되는 시간을 초 단위로 단축하였으며, 실시간으로 최단 경로를 반영할 수 있도록 하였다.

1.3 본 논문의 구성

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저, 2장에서는 지리정보시스템의 정의 및 표준 그리고 이산 사건 시뮬레이션의 개념을 설명한다. 3장에서는 대상 조선소에서 관리하는 지리정보시스템의

구성을 바탕으로 구축한 속성정보와 지리정보구조 설계에 대해 설명한다. 4장에서는 구축한 형상정보와 속성정보를 바탕으로 생성한 모델에 대해 설명한다. 5장에서는 결론 및 향후 계획에 대하여 언급한다.

2. 적용 개념

2.1 지리정보시스템

지리정보시스템은 공간에 대한 정보를 수집하고 관리하며 분석할 수 있는 시스템으로 방대한 공간 정보를 시스템에 데이터베이스화하여 사용자가 원하는 목적에 따라 결과물을 생산, 활용할 수 있는 시스템이다. 지리정보시스템은 형상정보와 속성정보로 구성되어 있으며, 형상정보에는 지형의 면적, 위치(위도/경도) 등의 정보가 포함되어 있다. 속성정보에는 공간의 이름, 지역, 행정 구역, 주소 등 공간의 추가적인 설명이 포함되어 있다.

지리정보시스템의 표준으로는 ISO(International Organization for Standardization)와 OGC(Open Geospatial Consortium)가 있다. ISO는 국가의 공식적인 표준 기구가 모여 지리정보시스템의 기반이 되는 표준을 개념적으로 정의하고 개발하는 것이 목표이며, OGC는 지리정보와 관련된 민간 기업에서 지리정보의 실질적인 활용을 위해 사실상 표준을 개발하는 것을 목표로 한다(Lee & Lee, 2012). 본 연구에서는 ISO와 OGC에서 제정한 다양한 표준을 지원하는 ESRI사의 ArcMap을 사용하여 조선소의 지리정보시스템을 구축하였다.

2.2 이산 사건 시뮬레이션

이산 사건 시뮬레이션이란 모델 내의 구성요소에 특정한 사건이 발생하거나, 모델 외부에서 모델에 영향을 미치는 환경의 변화가 있을 때마다 시뮬레이션을 진행시키는 것을 의미한다. 각 사건은 처리되어야 하는 특정한 시간을 가지며, 사건이 처리될 때마다 시뮬레이션이 진행된다.

공정 중심의 이산 사건 시뮬레이션의 경우, 복잡한 네트워크로 구성되는 선박 건조 공정을 설비중심의 시뮬레이션과 비교하였을 때 모델링의 난이도와 시뮬레이션 수행시간에 있어 장점을 지니고 있다. 따라서 본 연구에서는 시뮬레이션 모델 구축을 위해 이산 사건 시뮬레이션을 기반으로 하는 Shipyard OneTM을 활용하였다.

3. 지리정보시스템 구축

3.1 지리정보시스템 체계 분석

본 연구의 대상 조선소에서 관리하는 지리정보시스템은 Quay, Dock, Shop, Lot, Road가 있다. 이들 대부분은 고유의 지번을 가지는 지번 체계로 관리되고 있다(Table 1).

Table 1 GIS layer type managed by shipyard

GIS layer	Description
Quay	Information on the space where the shipyard performs the post-work
Dock	Information on the space where ship or offshore structures are loaded
Shop	Information on the space to perform indoor work such as preprocessing, processing and assembly
Lot	Information on the space such as workshop and stockyard managed by the lot number system
Road	Spatial information related to the movement of transportation facilities such as transporters, trucks and forklifts

그 중 Shop의 경우 내업을 수행하는 공간의 외곽을 나타내고 있으며, 실질적으로 내업을 수행하는 공간은 Bay에서 이루어진다. Bay는 중지번으로 구성되어 있으며, 목적에 따라 여러 개의 소지번을 부여하여 상세하게 관리하고 있다(Fig. 1). Dock, Quay, Stock Area도 마찬가지로 중지번과 소지번으로 구성되어 있으며, 지번마다 작업과 적치에 대한 정보를 가지고 있다. 도로는 트랜스포터, 지게차, 트럭, 자전거, 사람 등의 이동에 대한 공간 정보를 관리하고 있으며, 지리정보시스템 상에서 Polyline으로 구성되어 있다.

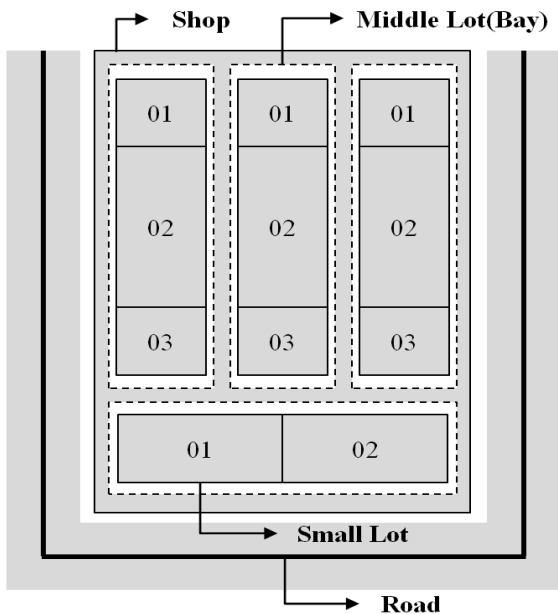


Fig. 1 Layer division of shipyard geographic information system

본 연구에서는 ArcMap에서 구축한 중지번(middlelot)과 소지번(smalllot), 도로 레이어(road)의 형상정보와 속성정보를 이용

하여 조선소 블록 물류 시뮬레이션에 적용하고자 한다. 중지번과 소지번 레이어에 존재하는 형상정보를 이용하여 공간 모델을 생성할 수 있으며, 속성정보를 이용하여 작업장과 적치장 모델을 생성할 수 있다. 또한 도로 레이어의 형상정보와 속성정보를 이용하여 트랜스포터가 이동하는 도로 모델을 생성할 수 있다. 각각의 레이어 별 시뮬레이션 모델 생성에 사용되는 속성정보는 Table 2 ~ Table 4와 같다.

Table 2 Attribute information that exists in middle layer

Attribute	Description
MiddleLot	Middle lot code
Description	Description of the location about middle number or performing business
UseType	Detailed action type of middle lot
TransportTeam	Information about transport team
AccessDirection	Entrance direction of workshop/stockyard

Table 3 Attribute information that exists in small layer

Attribute	Description
Lot	Unique code consisting of middle lot and small lot
Description	A description of the location or performing business about small lot
UseType	Detailed action type of small lot

Table 4 Attribute information that exists in road layer

Attribute	Description
Lane	Number of lanes on the road
Width	Information about the width of the road

소지번 레이어의 속성정보인 Lot의 경우 중지번 코드와 소지번 코드의 합으로 구성되어 있으며, 이를 바탕으로 계층 구조의 작업장과 적치장 모델을 생성할 수 있다.

3.2 속성정보 구축

3.1절에서 조선소의 지리정보시스템 체계에 대해 분석하였다. 하지만 기존에 존재하는 지리정보시스템의 속성정보만으로 시뮬레이션을 진행하기에 한계가 있다고 판단하였다. 따라서 현재 조선소 블록 물류 시뮬레이션을 위해 필요한 6가지 속성정보를 지리정보시스템에 추가하였다. 이는 속성정보를 추가함으로써 고도화된 시뮬레이션을 구축하기 위함이다(Table 5).

Table 5 Six attributes added for simulation enhancement

Attribute	Description
LogisticsGroup	Group the middle lot performing the same process, and express the space information to perform the actual work in code
PriorityStockArea	Priority stockyard information by workplace
Region	Region information, including the middle lot
ArrangementType	Block arrangement type of stockyard(Open Area Arrangement/Closed Area Arrangement)
AreaType	Type of operation performed at middle lot(Working/Stocking/Operation)
Transportable Road	Information of road that transporters can move

먼저 LogisticsGroup은 특정 지역에서 같은 공정을 수행하는 중지반을 그룹화한 것으로 속성정보로 물류그룹이 정의된 중지반만이 실제 블록 물류가 발생하여 이동이 이루어지는 블록 물류 시뮬레이션의 대상이 된다. 물류 시뮬레이션을 위한 입력 정보 중 하나인 계획 데이터에는 블록이 수행되어야 하는 공정에 대한 정보와 각 공정 별 작업장에 대한 정보가 존재한다. 예를 들어 Fig. 2와 같이 Block01이 Outfitting → Painting → PE 단계를 수행한다고 하면, Outfitting일 때에는 ABC 작업장 코드를 가지는 공간에서 작업을 수행하고, Painting일 때에는 DEF, PE일 때에는 GHI 작업장 코드를 가지는 공간에서 작업을 수행한다. 하지만 같은 작업장 코드를 가지더라도 실제 작업을 수행하는 공간은 공

정에 따라 서로 다르다. 계획단계에서 관리하는 작업장 코드는 대조표를 수행하는 작업장을 기준으로 작성되며, 후행 공정에 대한 세부적인 관리는 실행 단계에서 이루어지기 때문이다. 따라서 물류 그룹을 정의하여 공정과 작업장 코드에 따라 실제 작업이 수행되는 공간의 정보를 확인할 수 있도록 하였다.

PriorityStockArea는 작업장 별 우선 적치장에 대한 정보를 나타낸다. 조선업 특성상 적시생산으로 공급되는 블록은 거의 존재하지 않기 때문에 공정과 공정 사이에 반드시 적치장을 거치게 된다. 적치장의 위치와 작업용량 때문에 대부분의 물류가 발생하게 되며, 효율적인 적치장 관리는 블록 물류를 줄이는데 중요한 역할을 한다. 따라서 작업장 별 우선 적치장에 대한 정보를 추가하여 물류의 거동을 확인할 수 있도록 하였다.

Region은 작업장과 적치장의 위치와 생산하는 선종에 따라 구분된다. 작업장과 적치장은 권역 하위에 존재하며, 조선소에서는 출발지와 도착지의 권역을 기준으로 운반반을 할당하고 있다. 이러한 권역을 벗어난 물류를 역물류라 정의하는데, 역물류가 빈번하게 발생하면 블록을 싣고 이동하는 트랜스포터의 시간과 거리가 증가하기 때문에 자연스럽게 물류비용이 증가하는 것을 알 수 있다. Region 속성을 이용하여 역물류와 운반반의 부하 정보를 확인할 수 있으며, 새로운 권역을 제시하는 기준이 될 수 있다. 조선소에서 적치장에 블록을 배치하는 유형으로는 닫힌 영역 배치(closed area arrangement)와 열린 영역 배치(open area arrangement)가 있다 (Kim et al., 2016). 먼저, 닫힌 영역 배치는 적치장 주변이 막혀 있어, 적치장의 범위를 벗어나는 배치가 불가능한 유형으로 BLF(Bottom Left Fill) 알고리즘과 같이 배치 알고리즘을 적용할 수 있다. 반면에 열린 영역 배치는 주로 도로 주변의 적치장에서 발생할 수 있으며, 주차장과 같이 단일 열로 구성된 공간에 차례대로 블록을 배치하는 유형을 의미한다. 이러한 배치 유형은 적치장의 폭을 기준으로 블록을 배치하되, 길이 방향으로 일정 범위 초과하더라도 블록을 배치하는데 문제가 없는 유형을 의미한다(Fig. 3).

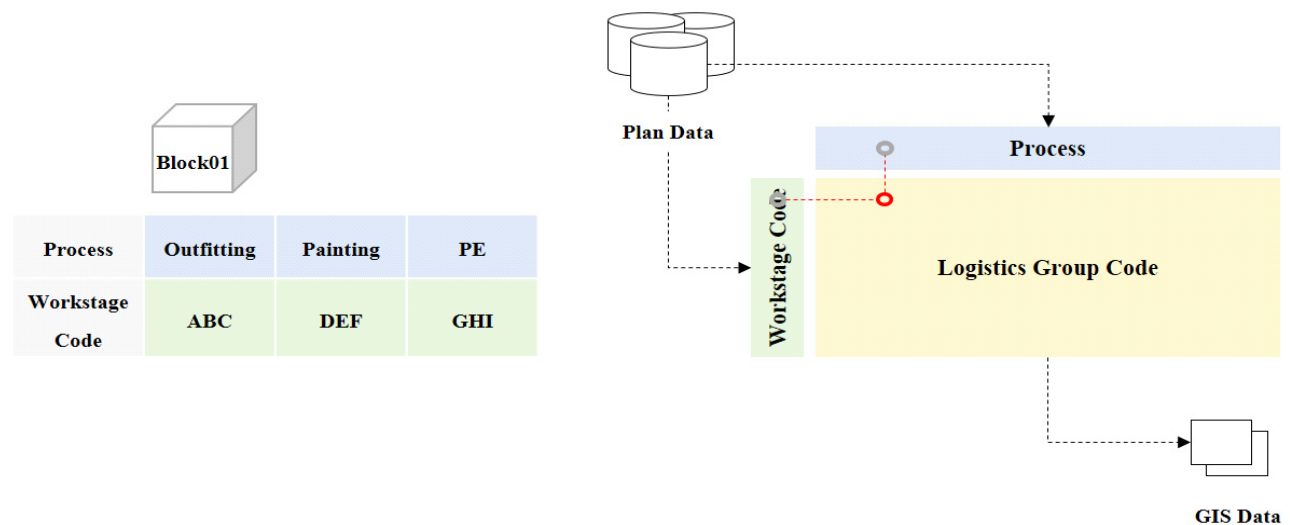


Fig. 2 Description of logistics group

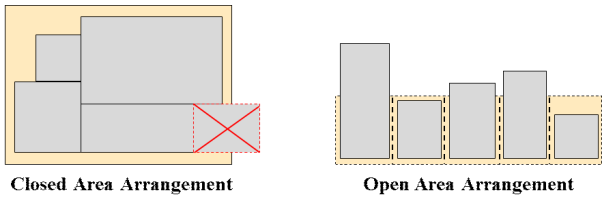


Fig. 3 Two types of block arrangement

다음으로 AreaType은 해당 지번의 작업 유형을 확인할 수 있는 속성정보로 작업장과 운용장, 적치장으로 구분되어 있다. 작업장은 블록을 탑재하기 위해 정미 작업 시간이 소요되는 공간이고, 적치장은 후행 작업장에 투입되기 위해 대기하는 공간을 의미한다. 마지막으로 운용장은 평상시에는 작업장으로 사용되지만, PE블록이 출고되고 일정한 여유가 있을 경우 그 공간을 적치장으로 사용할 수 있는 것을 의미한다. 블록 물류 시뮬레이션 진행 시 AreaType의 운용장 속성정보를 이용하여 적치장의 Maximum capacity와 Minimum capacity에 따른 결과를 분석할 수 있다.

마지막으로 도로 레이어에 트랜스포터가 이동 가능한 도로에 대한 속성정보를 추가하였다. 도로의 폭과 경사 등의 제약으로 인해 조선소에서 트랜스포터가 이동할 수 있는 도로는 한정되어 있다. 실제 트랜스포터가 이동하는 도로를 바탕으로 최적 경로탐

색이 이루어질 수 있도록 하기 위해 TransportableRoad를 정의하였으며, 도로 부하를 분석하는데 활용할 수 있다.

3.3 지리정보구조 설계

본 연구에서는 지리정보시스템의 형상정보를 저장할 수 있도록 지리정보구조를 설계하였다(Fig. 4). 형상정보를 역할에 따라 구분하여 저장할 수 있도록 Spaces 하위에 Location, Area, Road를 생성하였다. 먼저 Location은 특정 위치에 대한 정보가 저장되는 장소로, 작업장과 적치장의 출입구 위치나 하역 물량이 입고되는 위치를 저장할 수 있다. 다음으로 Area는 지면에 대한 정보를 저장할 수 있는 장소로, Area 하위에 SubArea를 두어 계층 구조의 공간 정보를 저장할 수 있도록 하였다. 또한 지면을 구성하고 있는 모든 점들에 대한 정보를 Points에 저장하여 형상 정보가 저장될 수 있도록 하였다. 마지막으로 Road는 조선소의 도로에 대한 정보가 저장될 수 있는 장소이다. 트랜스포터가 이동가능한지에 대한 정보를 Type에 저장할 수 있으며, 도로의 폭과 차선의 수에 대한 정보를 Width와 Lane에 저장할 수 있다. 또한 도로를 구성하고 있는 점들에 대한 정보를 Points에 저장하여 경로탐색 모듈이 호출될 수 있도록 하였다.

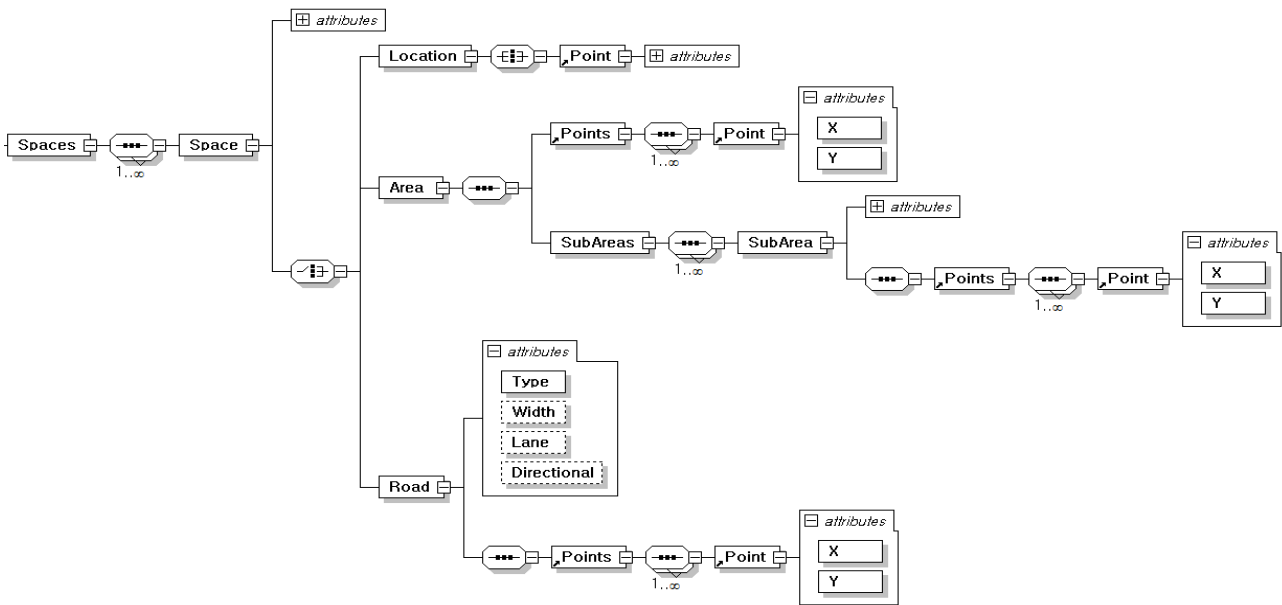


Fig. 4 Design schema structure so that geometric information of geographic information system can be stored

4. 조선소 모델링

4.1 계층 구조의 조선소 모델링 모델 생성

지리정보시스템에 내재된 형상정보와 속성정보를 이용하여 계층 구조의 조선소 모델을 생성하였다(Fig. 5).

조선소(shipyard), 권역(region), 물류그룹(logisticsgroup), 물류그룹 코드(logisticsgroupcode), 중지번(middlelot), 소지번(smalllot) 순의 계층 구조의 조선소 모델을 생성하였으며, 물류가 발생하지 않는 중지번과 소지번에 대해서는 권역을 기준으로 비물류(non-logistics)로 분기하여 계층 구조화 하였다.

지리정보시스템에 내재된 형상정보를 이용하여 공간을 생성하고, 생성된 공간정보를 공장에 할당하였다. 또한 지리정보시스템

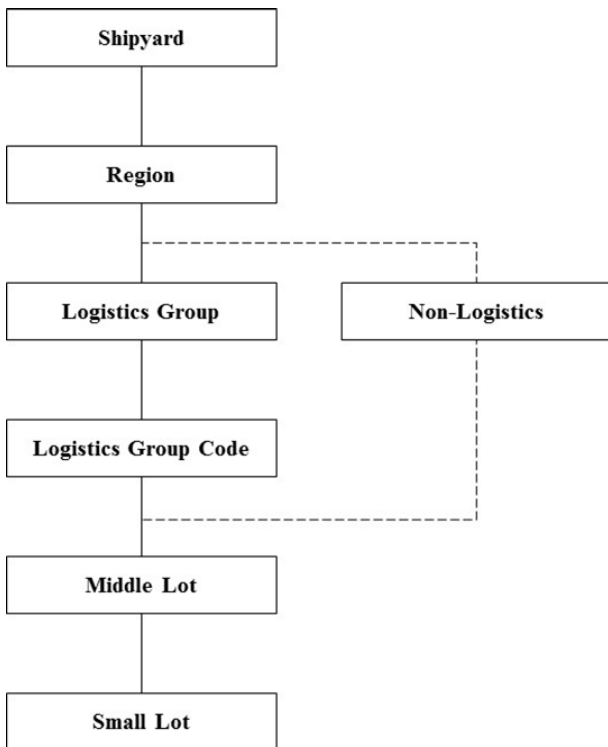


Fig. 5 Hierarchy structure of shipyard models

의 5가지(middlelot, description, usetype, logisticsgroup, region) 속성정보를 이용하여 공장을 생성하였으며, 6가지 (transportteam, accessdirection, capacity, prioritystockarea, arrangementtype, areatype) 속성정보를 이용하여 공장의 추가적인 속성으로 부여하였다(Fig. 6). Fig. 6에서 오른쪽 그림의 실선은 Factory의 계층구조를 표현하기 위함이고, 실선으로 연결된 Space, Facility, Attribute는 공장에 형상정보와 속성정보가 할당됨을 보여주기 위함이다.

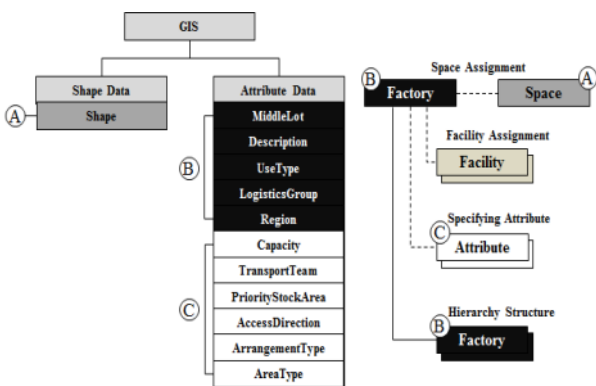


Fig. 6 Create a factory with hierarchy structure using GIS

또한, 조선소 블록 물류 시뮬레이션을 진행하기 위해 지리정보시스템 변환 모듈을 개발하였으며, 이를 바탕으로 시뮬레이션 모델로 변환하는 과정을 수행하였다(Table 6). 지리정보시스템이 존재하는 폴더 경로를 선택하면 파일 목록이 호출되고, 변환하고

자 하는 파일을 선택하면 지리정보시스템에 존재하는 속성 목록이 호출된다. 특정 시뮬레이션 모델로 변환하고자 하는 로직을 선택하게 되면 시뮬레이션 변수가 나타나고, 속성 목록과 시뮬레이션 변수를 매핑한 뒤 지리정보시스템의 속성정보를 가져오면 시뮬레이션 모델이 생성된다.

Table 6 The process of creating a simulation model

No.	Action	Result
1	Select the folder path	Invoking a list of files
2	Select the file	Invoking the GIS property lists
3	Select the conversion logic	Invoking a list of simulation variables
4	Mapping GIS attributes to a list of simulation variables	
5	Click import	Invoking attribute information
6	Click converting	Create a simulation model

시뮬레이션 모델을 생성하는 UI(User Interface)는 Fig. 7과 같다.

4.2 시뮬레이션 모델 생성

지리정보시스템 변환 모듈의 검증을 위해 ArcMap에서 임의의 단위모델을 생성하였으며, 조선소 As-Is 모델과 동일한 형태의 속성정보를 구축하였다. 단위 모델의 구조는 2개의 중지번과 중지번 하위에 여러 개의 소지번을 구성하여 계층 구조를 가질 수 있도록 제작하였다.

지리정보시스템 변환 모듈을 통해 단위모델을 시뮬레이션 모델로 변환하였으며, 계층구조의 공장과 속성정보가 정확히 변환된 것을 확인하였다. 마지막으로 단위모델 테스트를 통해 검증된 지리정보시스템 변환 모듈을 이용하여 조선소의 As-Is 모델에 대해 시뮬레이션 모델을 생성하였다(Fig. 8).

5. 결론

본 연구에서는 중장기 야드의 블록 물류를 검증하고 개선할 수 있도록 공정 중심 DES 시뮬레이션 엔진인 Shipyard OneTM을 이용하였다. Shipyard OneTM에서 지리정보시스템의 형상정보와 속성정보를 가져온 뒤, 물류 현황 파악이 가능한 시뮬레이션 모델로 구축하였다. 또한 시뮬레이션 고도화를 위해 6가지 속성정보를 정의하였으며, 단위모델 테스트를 통해 개발한 지리정보시스템 변환 모듈을 검증하였다.

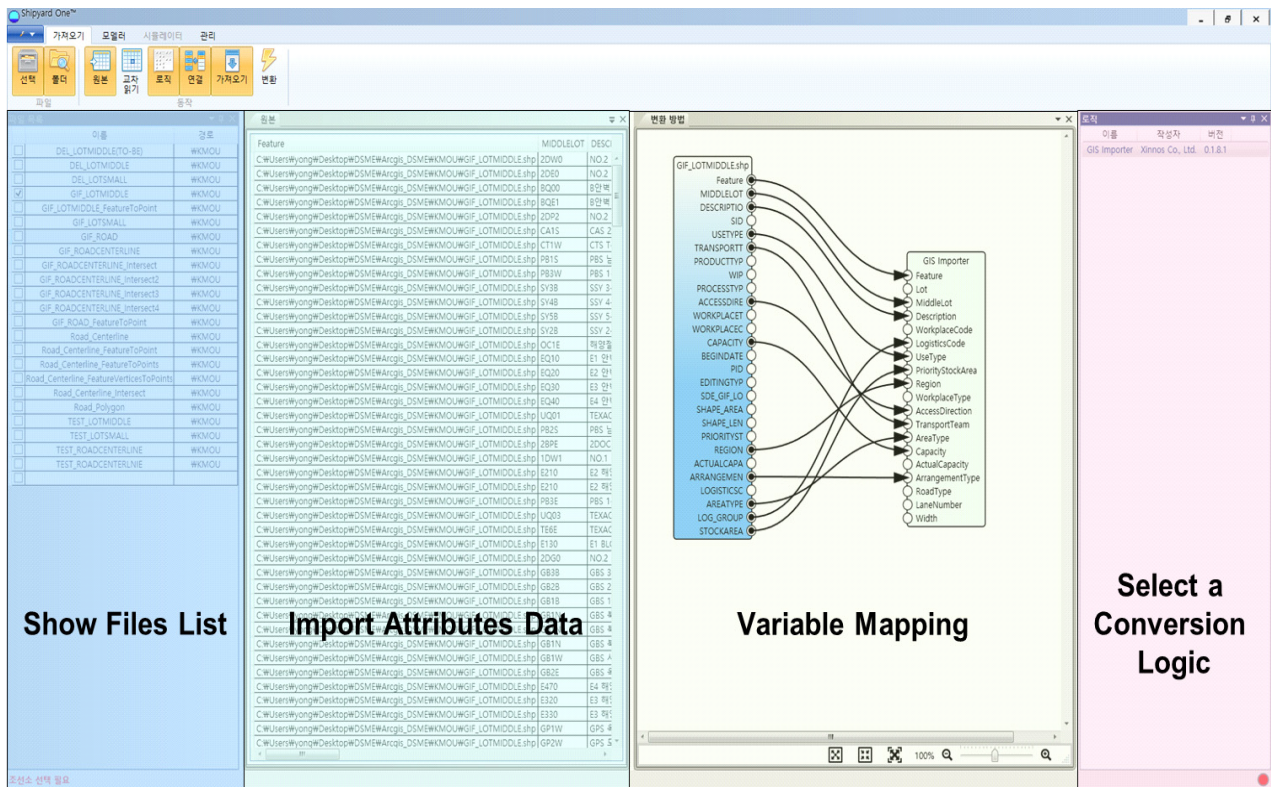


Fig. 7 The process of converting a geographic information system into a simulation model

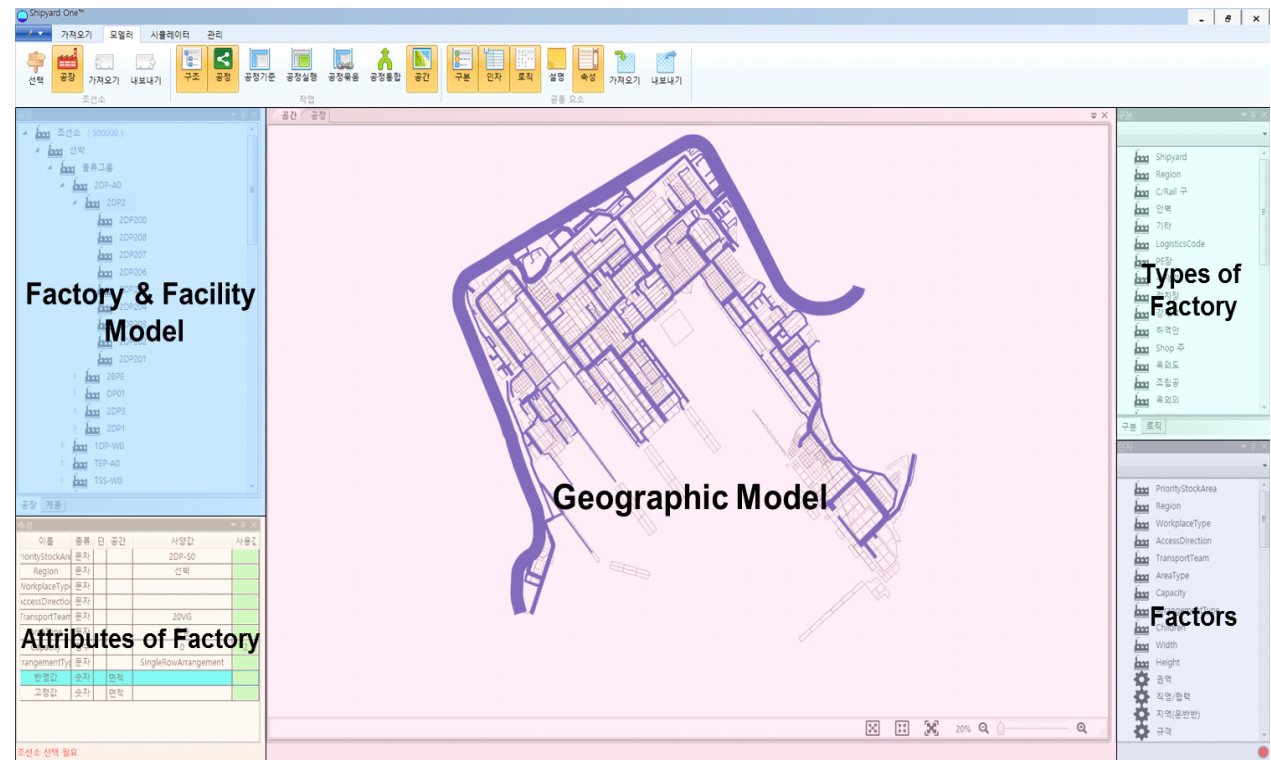


Fig. 8 Create a simulation model(Shipyards model)

본 연구를 통한 기대효과로는 중장기 야드의 작업장, 적치장, 도로에 대한 부하 분석과 배량/배원 관점에서의 물류 개선에 기여

할 수 있을 것이라 판단한다. 또한 시뮬레이션 결과를 계획 수립 시 반영하여 다양한 의사결정을 지원하는데 도움을 줄 것이라 판단한다.

후 기

이 논문은 2016년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 정보통신산업진흥원의 지원(S1106-16-1020, 해양호선 생산 코스트 최적화 생산 전략 및 실행 시뮬레이션 기술 개발, S0604-17-1001, 공정 예측 모델을 활용한 의장 조달 프레임워크 핵심 기술 개발)과 2015년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 산업기술평가관리원의 지원(10050495, 중소형조선소 시뮬레이션 기반 생산관리 시스템 개발)을 받아 수행된 연구임

References

Heo, Y.J., Cha, J.H., Jo, D.Y. & Song, H.C., 2012. Development of optimum block transportation simulation considering real-time path change of transporter. *Proceedings of the Annual Spring Conference*. Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Yeosu, 31 May - 1 June 2012, pp.446-452.

Kim, B.S., Jeong, Y.K., Shin, J.G., Lee, J.M., Lee, P. & Lee, D.K., 2016. Improvement of process-centric modeling method and system development for ship block logistics simulation. *Proceedings of the Annual Autumn Conference*. The Society of Naval Architects of Korea, Changwon, 3-4 November 2016, pp.711-715.

Kim, Y.M., 2008. DSME in 2007. *Journal of Strategic Management*, 11(2), pp.107-130.

Lee, C.J., Shin, J.G., Lee, J.H., Woo, J.H. & Ryu, C.H., 2007. A study on discrete event simulation of shipyard outdoor block movement. *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*. 44(6), pp.647-656.

Lim, H., Lee, P. & Woo, J., 2016. A study on the generation of the factory and road information for the block logistics simulation in shipyard based on geographic information system. *Proceedings of the Annual Autumn Conference*. The Society of Naval Architects of Korea, Changwon, 3-4 November 2016, pp.734-739.

Lee, S.H. & Lee, W.S., 2012. The current status of international geospatial standards and corresponding measures for it. *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, 60(1), pp.31-35.

Song, C.H. & Kang, Y.W., 2009. Simulation of block logistics at a big shipyard. *The Journal of Computational Design and Engineering of Korea*, 14(6), pp.374-381

Son, J.R., Suh, H.W. & Ha, B.H., 2014. A heuristic algorithm for block storage planning in shipbuilding. *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, 51(3), pp.239-245.



김상훈

이용길

임현규

우종훈