
컨테이너터미널 운영능력분석을 위한 교육콘텐츠개발

Developing Educational Content for Analysis of Container Terminal Operation

조규성
동명대학교 항만물류교육원

Gyu-Sung Cho(gscho@tu.ac.kr)

요약

최근 들어 항만물류분야의 중요성이 강조되고 있는 시점에서 항만물류분야의 중추적 역할을 담당하고 있는 컨테이너터미널의 운영능력을 체계적으로 계획하고 분석하기 위한 다양한 연구가 추진되고 있다. 그러나 현재 교육기관에서는 컨테이너터미널 운영을 실습할 수 있는 교육콘텐츠의 부족으로 인해 효율적인 항만물류분야 교육과정을 진행할 수 있는 교육콘텐츠 개발이 요구되고 있다. 따라서 본 연구는 교육기관에서 컨테이너터미널 운영 실습이 가능한 교육용 콘텐츠개발에 관한 연구이다. 이를 위해 본 연구에서는 시뮬레이션 기법을 적용하여 컨테이너터미널의 운영을 수행할 수 있는 콘텐츠 개발과정과 적용 및 그 활용방안을 제시하고자 한다.

■ 중심어 : | 항만컨테이너터미널 | 시뮬레이션 | 성능산정 | 교육콘텐츠 |

Abstract

Recently, the development of an evaluation method with operational rules have become issues for efficient planning and operations of container terminals. Container terminals are required to have enough berths and container yards as well as various equipments and facilities, but in reality there are many differences in their resources owing to the circumstances of each terminal. This study introduces a simulation model to evaluate various operation rules for teaching and training in class. This paper can analyze various factors (e.g. throughputs, yard and berth occupancies, etc.) and shows operational alternatives considering design factors of a container terminal with the related circumstances of each terminal.

■ keyword : | Container Terminal | Simulation | System Performance | Educational Contents |

I. 서론

전 세계적으로 항만물동량이 증가되고 중국과 같은 거대 시장이 출현함에 따라 아시아 지역 내의 물동량은 크게 증가하게 되었으며, 물동량 증가뿐 만 아니라 선박의 대형화가 가속화되어 각 국가별 항만시설의 계획

및 운영이 매우 중요시 되고 있다[2][5][9][12]. 그리고 컨테이너터미널에서는 효율적인 항만시설 계획 및 운영을 위해 대형화되고 있는 컨테이너 선박의 재항시간을 단축시켜야 하는 상황에 처해 있다. 이를 위해 하역시스템의 자동화, 운영시스템의 고도화, 컨테이너터미널 시설물의 재배치, 운영인력의 재교육 등을 통해 컨

테이너터미널 전체의 생산성을 높이려는 노력을 하고 있다. 이러한 노력 속에서 경제적 효과를 얻기 위해서는 컨테이너터미널의 어느 부분을 먼저 보완하거나, 개선시켜야 생산성 향상에 크게 기여할 수 있는가를 파악하는 것이 필요하다. 그 이유는 항만의 편의성을 논할 때 선주와 화주에 대한 서비스 수준을 가장 대표적인 지표로 사용하고 있기 때문이다. 경쟁력 있는 컨테이너터미널은 선박이 항만에서 대기하지 않고 항만에 머무르는 시간을 단축하여 수출입화물이 항만에 신속히 반출입 될 수 있는 높은 서비스 수준을 갖추고 있는 항만 시설을 운영하는 것이다[13]. 또한 가장 경쟁력 있는 컨테이너터미널의 운영은 컨테이너터미널의 생산성을 높이는 것이다. 컨테이너터미널의 생산성은 일반적으로 안벽에서의 시간당 처리하는 양적하 개수로 나타내고 있으며, 생산성이 높다는 것은 주어진 시간 내에 처리하는 물동량이 많다는 것을 의미한다. 터미널 운영사 입장에서는 컨테이너크레인 (C/C: Container Crane)당 양적하 개수를, 그리고 선주의 입장에서는 선박당 시간당 양적하 개수를 생산성으로 나타내고 있다. 안벽 생산성은 운영 장비, 운영시스템, 인력, 터미널 부지, 장치규칙 및 무료장치기간 등 터미널 전체의 제반 요인에 의해 영향을 받고 있으며, 일반적인 컨테이너터미널의 생산성 분석은 안벽길이 또는 야적장 면적, 안벽 크레인당 처리실적 등 실적자료에 근거하고 있다[8].

부산지역의 항만물류산업은 국내외 수출입의 제 1관문이라는 지역역건상 타 지역에 비해 항만물류산업이 차지하는 비율이 매우 크다. 이로 인해 부산시에서도 항만물류산업을 지역 내 최우선 전략산업으로 선정하여 지원하고 있다[6]. 뿐만 아니라 지역 내 여러 대학에 항만물류관련 학과들을 개설하여 관련 산업에서 필요한 인적자원을 지원하기 위한 다각적인 노력을 수행하고 있다. 하지만 항만물류분야 특히 항만컨테이너터미널은 매우 광범위한 시설이기 때문에 컨테이너터미널의 운영시스템을 고려한 교육과정 진행은 쉽지 않다. 현재까지 관련 분야에 대한 교육은 대부분 이론분야에 치중하고 있으며, 일부 교육에서 시뮬레이션 방법을 통한 컨테이너터미널 운영 분석에 따른 이론연구를 수행하고 있다.

항만컨테이너터미널에 대한 시뮬레이션 연구는 주로 시스템분석에 초점을 맞추고 있다. 양창호, 김창곤 및 배종욱(2001)[7]은 선박도착간격이 포아송 프로세스를 따르는 대기행렬모형에서 선석점유율과 선석수에 따른 대기시간 비율을 제시하고, 연간 총 처리물량을 변화시켜 선박의 입출항과정을 시뮬레이션 실시 후 출력통계량으로서의 선석점유율과 대기시간비율을 산출하였다. 윤원영, 최용석, 송진영 및 양창호(2001)[9]는 컨테이너터미널 운영능력을 산정할 수 있는 컨테이너터미널 운영 전용시뮬레이터를 개발하였다. 위 연구는 컨테이너터미널 시스템의 시뮬레이터를 개발하기 위한 설계방법으로 객체지향접근법을 적용하였으며, 객체지향 시뮬레이션을 위한 프로토타이핑으로 동적시스템 이론을 활용하였다. 왕승진, 김갑환, 박영만, 양창호, 김영훈 및 배종욱(2002)[10]은 자동화 컨테이너터미널에서의 장치장 운영을 위한 자동화 컨테이너터미널에 대한 시뮬레이션 모델을 개발하고 이의 운영능력 평가가 가능한 연구를 수행하였다. 이들 시뮬레이션 연구에서는 컨테이너터미널에서 발생하는 선석점유율 및 대기시간비율 산정, 컨테이너터미널에서 운영되는 C/C의 하역능력 산정 및 자동화 컨테이너터미널에서 운영되는 운반 장비의 운영규칙에 관한 연구 등을 수행하였으나, 이들 연구에서는 특정 결과 값이나 특정 사례연구(자동화 컨테이너터미널) 등에 초점을 맞춰 개발되었기 교육생들에게 컨테이너터미널의 운영에 대한 전반적인 계획 및 운영에 관한 교육진행에는 적합하지 못하다. 따라서 교육생들에게 전반적인 컨테이너터미널 계획 및 운영에 관한 교육을 실시 할 수 모델개발 연구가 요구된다.

본 연구는 교육생들에게 전반적인 컨테이너터미널 계획 및 운영에 관한 교육을 실시 할 수 모델개발 연구이다. 본 연구에서 제시된 모델은 교육생들에게 항만컨테이너터미널 계획 및 운영을 효과적으로 분석할 수 있도록 개발되었다. 또한 컨테이너터미널 운영능력 분석을 위해 개발되었기 때문에 교육생 누구에게나 제공되어 사용될 수 있으며, 교육생들 또한 각각의 컴퓨터에서 주어진 모델 운영 및 그 결과를 확인하고 이에 따른 구축 모델의 변경까지 가능한 실습형 모델로서 활용가능하다. 이로 인해 기존에 교육용으로 개발된 관련 시

시스템이 전무한 상황에서 교육생들에게 각각의 사례 연구에 따라 시뮬레이션 수행 후 확인 및 분석을 실시함으로써 컨테이너터미널의 운영에 대한 이해 및 운영능력을 증대시켜 교육효율성을 높일 수 있다.

이를 위해 본 연구에서는 컨테이너터미널의 적정운영능력 산정과 그 결과에 따른 운영 대안(운영장비대수, 안벽처리 컨테이너 취급량 변화 등)을 모색하고자 객관적이고 과학적인 접근 방법인 시뮬레이션 기법을 적용하고, 이를 기반으로 교육기관에서 교육실습용으로 활용 가능한 항만물류관련 콘텐츠 개발과정과 적용 및 그 활용방안을 제시한다.

II. 컨테이너터미널 운영능력

항만은 수출입화물의 도착과 출발에 관련된 거점을 가리키는데, 항만능력이란 수출입화물의 원활한 도착과 출발을 수행하는 능력으로 양적화 되는 화물의 양으로 환산될 수 있다. 따라서 항만능력은 주로 하역능력으로 볼 수 있으며 Berth(안벽) 및 Yard(장치장)과 밀접한 관련이 있다. 여기서 하역능력은 대개 도착하는 선박을 접안할 수 있는 선석의 규모와 선박에서 화물량·적하하는 하역장비의 규모 및 생산성에 의존한다. 이에 최근에는 컨테이너터미널의 적정하역능력은 안벽 능력과 장치장 능력을 동시에 고려해야 한다는 주장이 제시되고 있다[4]. 일반적으로 컨테이너터미널의 적정하역능력에 관한 다양한 개념이 제시되고 있으나 본 연구에서 고려하는 적정 하역능력은 크게 공공적인 측면과 사적인 측면에 따라 그 의미가 달라진다. 공공적인 측면에서는 항만이 대외적인 경쟁력을 갖출 수 있는 적정의 서비스를 항만 이용자(선사 등)에게 제공할 수 있는 하역능력을 말하며, 사적인 측면은 기업의 이윤 추구를 위해 주어진 목표수익률을 달성할 수 있는 최소한의 처리능력을 의미한다.

III. 교육콘텐츠 모델링 설계

본 연구에서는 컨테이너터미널 운영능력을 산정하기

위해 항만유형별 안벽에서의 적정하역능력 산출과 장치장의 운영을 고려한 모델을 설계한다. 이를 토대로 안벽과 장치장의 연계성을 반영한 항만전체의 적정 처리능력을 산출할 수 있는 콘텐츠 모델로 개발한다. 특히 본 연구에서 제시하는 모델은 교육생들이 직접 실습이 가능하도록 시뮬레이션 S/W인 AutoMod를 적용하여 교육콘텐츠 모델을 개발하였다[1].

1. 모델링 문제해결 방안 및 전제조건

본 연구는 기존의 국내 컨테이너터미널 및 가까운 미래에 건설할 새로운 항만을 대상으로 항만생산성과 서비스 수준의 균형을 이루는 항만의 적정 운영능력을 산출할 수 있는 모델개발 연구이다. 일반적으로 항만에서의 복잡한 모든 이벤트를 반영하는 것은 현실적으로 시간과 비용이 많이 소요되며, 어떤 인위적인 가공데이터를 반영할 경우 현실과의 괴리에 오히려 더 많은 오류의 원인을 제공할 수도 있다는 점에 다음과 같은 접근 방법을 수행한다[11].

- 1) 거시적(포괄적) 관점의 접근
- 2) 항만유형별 콘텐츠모델 수립
- 3) 현실데이터를 기반으로 하는 콘텐츠모델 수행

뿐만 아니라 컨테이너터미널 운영시스템을 개발하기 위해서 다음과 같이 몇 가지 전제조건을 설정한다 [8][9][11].

- 1) 항만 유형별로 대표항만을 선정 후 대표항만의 속성 및 데이터에 기초하여 운영됨
- 2) 안벽 크레인의 할당은 선박별 양·적하 작업량인 LPC(lift per call) 분포를 기준으로 적용
- 3) 선박 이/접안 준비시간은 항상 일정
- 4) 컨테이너 작업소요시간에 대해서는 크기별, 종류별, 하역작업별 구분을 하지 않음

2. 주요 운영방안

본 연구에서 개발된 모델은 컨테이너터미널 운영을 고려하여 수행되도록 개발되었다. 개발된 모델은 [그림

1]과 같은 컨테이너터미널 구성을 포함하고 있다. ①과 ②는 선박의 접안과 컨테이너의 양·적하를 실시하는 안벽 및 Apron이다. ③은 컨테이너터미널내 장치장을 나타내고 있고, 장치장은 다시 ④와 ⑤와 같이 컨테이너터미널에서만 운행되는 전용 운송차량인 YT(yard tractor)의 운행도로 및 컨테이너를 임시 저장하는 장치 구역으로 구성된다. 뿐만 아니라 컨테이너터미널에는 [그림 2]와 같이 다양한 장비가 운영되고 있다. ①은 접안된 선박에서 컨테이너 양·적하를 수행하는 C/C, ②, ④, ⑥ 및 ⑦은 컨테이너터미널에서 운행되는 YT로서 YT는 컨테이너터미널내 운행과 게이트를 통해 컨테이너를 외부로 반출입시 사용된다. ③은 TC(transfer crane)는 컨테이너터미널 장치장에 컨테이너를 적재시키거나 장치장에 적재되어 있는 컨테이너를 YT나 외부 트레일러로 옮기는 역할을 수행하는 운반 장비이다.

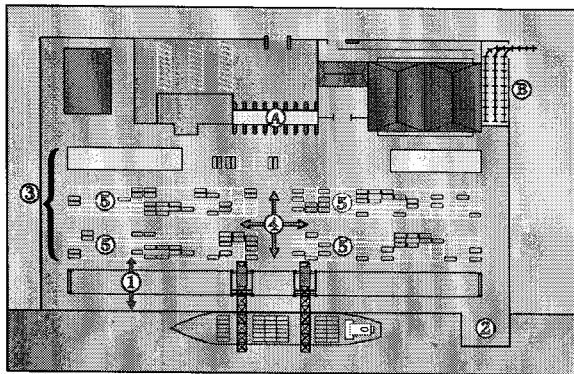


그림 1. 컨테이너터미널 전체 레이아웃[3]

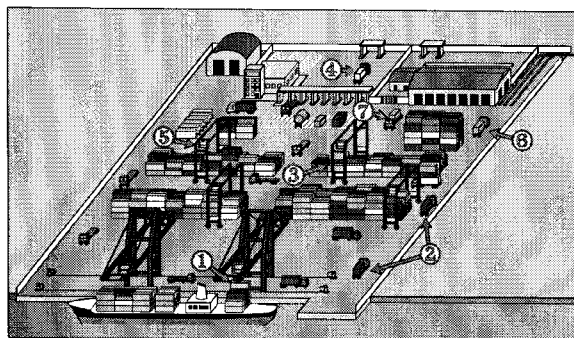


그림 2. 컨테이너터미널 장비 레이아웃[3]

3. 수행방법

본 연구에서 제시하는 모델은 항만유형과 생산성 및

서비스 지표 설정을 현장 설문조사에 기초한다. 이를 토대로 모델 설계 후 모델의 타당성을 검토하여 현실과의 적합성이 인정되었을 때 [그림 3]과 같은 수행절차를 통해서 모델을 구축한다. 모델 구축에 필요한 데이터는 부산에서 운영하고 있는 A 컨테이너터미널에서 현실데이터 수집 및 자료 분석하여 모델에 적용하고 이를 수행하여 적정 운영능력을 산출할 수 있도록 구현하였다. 본 모델은 본선 하역작업과 장치장 운영을 상호 연계시켜 구축하였으며, 사용자의 필요에 따라 입력값 변경 및 결과를 모델 수행 후 제공한다. 본 모델의 주요 특징을 정리하면 [표 1]과 같다.

표 1. 교육콘텐츠 모델의 주요 특징

구분	내용
본선하역 과 장치장 운영 연계	<ul style="list-style-type: none"> - 안벽의 경우는 생산성 및 서비스 지표가 주로 선박과 관련되며, 선박도착분포 및 선박의 흐름이 주요 인자로 적용 - 장치장의 경우는 컨테이너가 주요 개체가 되어 각 C/C, 이송장비 및 장치장의 점유율 등이 주요 인자로 적용 - 선박이 안벽에 접안 후 선박에서 컨테이너 양적하 작업을 실시하는 모델로 구현
설정 및 초기값	- 항만컨테이너터미널의 표준 제원 및 성능을 초기 값으로 설정하며, 사용자의 필요에 따라 변경이 가능함
분석 보고서	- 항만성능, 서비스 수준별 적정하역능력 산정을 위한 결과자료를 제공함.

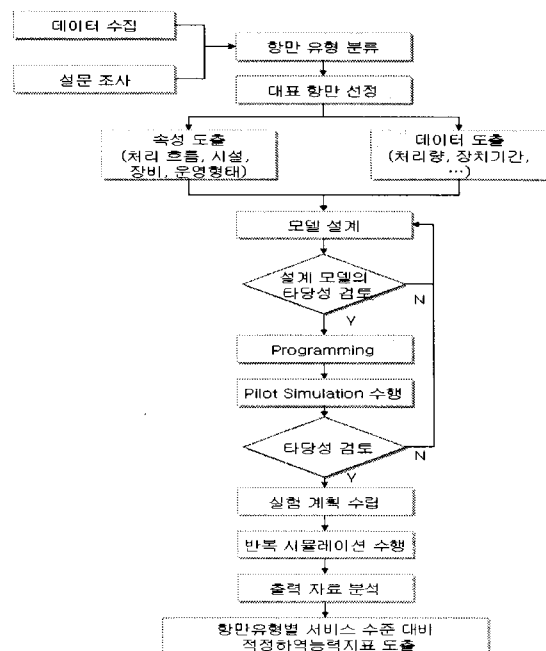


그림 3. 수행 절차

4. 안벽 시뮬레이션 모델 설계

4.1 개요

본 연구에서 개발한 모델은 실제 컨테이너터미널에서 수집된 실측 운영데이터를 시뮬레이션 기법을 적용하여, 안벽능력 산정모델을 구축하기 때문에 보다 현실성 있는 컨테이너터미널의 성능산정이 가능하다. 시뮬레이션 기법을 활용한 안벽능력 분석방법은 기존방법과 비교하여 보다 다양한 평가지표를 제시할 수 있기 때문에 컨테이너터미널이 제공할 수 있는 서비스의 질적인 측면을 상세히 고려할 수 있다. 안벽 시뮬레이션 모델의 주요 흐름도를 도식화하면 [그림 4]와 같다. 안벽 시뮬레이션 모델에서는 국내 컨테이너터미널에서 수집된 실제 데이터를 기반으로 사용되는 입력 자료는 선박이 컨테이너터미널에 도착하는 시간간격, 선박별 LPC, 컨테이너 개당 처리시간, 선박별 단위시간당 선박 및 접안비율, 선석별 LPC에 따른 크레인 할당을 등을 고려한 C/C 대수 등을 고려된다. 이때 컨테이너터미널의 시설용량을 감안한 실제 처리물동량 및 입항 선박수를 조사하여 시뮬레이션 모델에 적용한 후 모델의 정확성 검증절차를 수행한다. 이를 통해 안벽 시뮬레이션 모델에서는 평균 선박대기율, 평균 선석점유율, 선박당 크레인수, 선석당 하역능력, 평균서비스시간 등에 관한 각종 통계치를 출력할 수 있도록 개발된다.

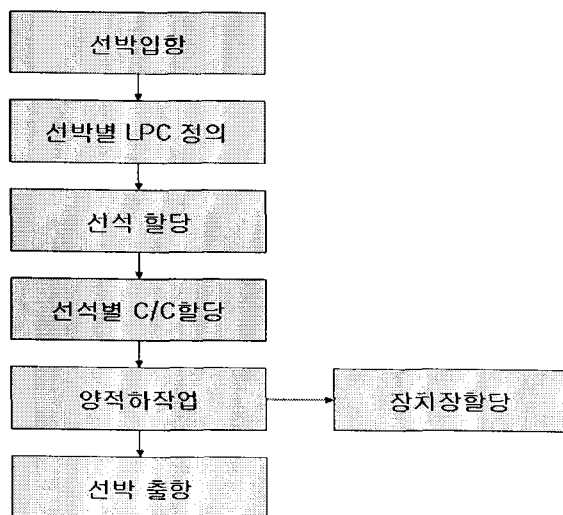


그림 4. 안벽 시뮬레이션 모델 흐름도

4.2 적용 규칙

안벽 시뮬레이션 모델에서는 선석할당을 자원할당 수리모형에 의존하지 않고 도착한 선박이나 접안중인 선박이 작업을 완료하고 떠나는 사건이 발생할 때마다 대기 중인 선박 중에서 접안할 위치를 결정하는 방식을 채택한다. 그리고 선석에 접안한 선박은 LPC에 따라 유휴 C/C를 할당하여 작업을 수행하도록 구성된다. 따라서 안벽 시뮬레이션 모델에서 적용되는 적용규칙은 [그림 5]와 같은 작업 흐름에 따라 적용된다.

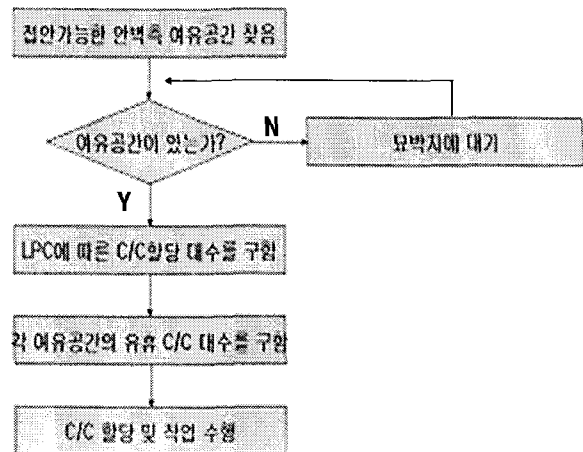


그림 5. 접안 위치결정 흐름도

- 접안선박 결정

현재 접안중인 선박이 이안함으로써 유휴선석 또는 유휴공간이 생겼을 때 모박지에서 대기 중인 선박 중 어느 선박을 접안시킬 것인지 판단해야 한다. 그러나 일반적으로 선박이 접안하기 이전에 사전 계획에 의해 접안 선석이 할당되기 때문에 본 연구에서는 선입선출 (First In First Out) 규칙에 의하여 먼저 입항한 선박이 접안을 하도록 결정한다.

- 접안선석 또는 접안위치 결정

모박지에 대기 중인 선박이 접안할 수 있는 선석이 두척 이상일 때는 어느 선석에 접안 할 것인지를 결정해야 하고 이때 선석은 선박의 규모에 따라 적절한 선석이 할당되도록 모델링된다.

- 선박별 C/C 할당

컨테이너터미널에서 접안위치를 결정할 때는 C/C 운영정책 및 장치장 운영전략과 연계하여 선석계획을 수립한다. 선석계획에 따른 선박별 C/C 할당문제는 선박의 접안시점과 이안시점에서 결정되어야 할 사항이다. 접안선박에 대해서는 유휴 C/C 중 몇 대의 C/C를 할당할 것인가를 결정해야 하고, 이안시점에서는 이안선박에 할당되어 작업을 수행한 C/C를 현재 작업 중인 선박 중 어느 선박에 할당할 것인지 결정한다.

5. 장치장 시뮬레이션 모델 설계

5.1 개요

컨테이너터미널에는 다양한 유형의 화물 흐름이 상존하고 있다. 장치장 시뮬레이션 모델은 컨테이너터미널에 반출입하는 제반 화물유형의 반출입 패턴을 분석한 후 실제 데이터에 의한 확률분포를 적용한다. 이는 장치장 처리능력에 있어 가장 큰 영향력을 갖는 장치기간이 각 화물별로 상이하기 때문인데, 반입된 컨테이너는 확률분포에 의한 장치기간 동안 터미널에 대기 후 각 경로별로 반출되도록 구축된다. 장치장 시뮬레이션 모델은 [그림 6]과 같은 절차를 수행한다.

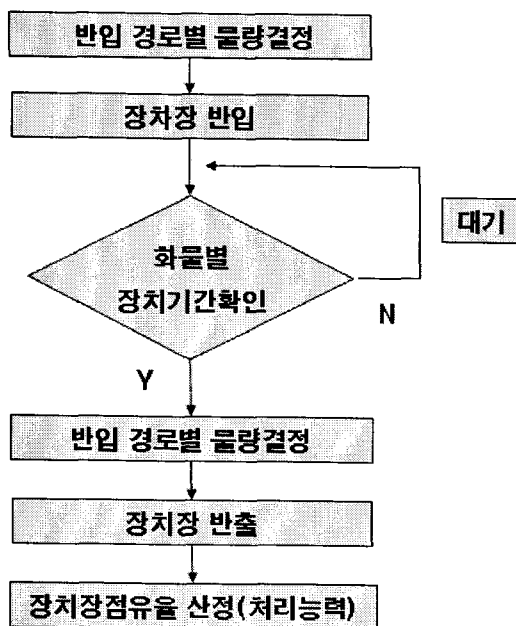


그림 6. 장치장 시뮬레이션 흐름도

5.2 적용 규칙

장치장 운영을 위해서 다음과 같은 적용규칙을 사용한다. 화물을 수출화물, 수입화물 및 환적화물(타부두 환적, 자부두 환적 및 부두내 환적을 포함)로 나누어 각 화물에 따른 재고수준 증감을 추적하여 장치장 재고수준 변화를 분석한다. 선박이 안벽에 접안하면 먼저 일반 수입화물의 작업이 이루어지고 이어서 환적화물의 작업이 실시된다. 양하작업이 완료되면 일반 수출화물의 적하작업과 환적화물의 적하가 이루어진다. 따라서 선박으로부터 일반 수입화물과 환적화물의 양하작업이 이루어지는 동안에는 양하 생산성에 따라 장치장내 재고수준이 증가하고, 적하작업이 이루어지는 동안에는 적하생산성에 의하여 재고수준이 감소한다. 한편, 선박 도착 이전에는 수출화물이 게이트를 통해 반입되기 때문에 장치수준이 증가하고, 선박 도착 후에는 수입화물의 게이트 반출에 따라 장치수준은 감소한다. 그리고 환적화물은 자부두에서 양하되어 타부두에서 적하되는 타 환적화물과 타부두에서 양하되어 자부두에 적하하는 자부두 환적, 자신의 부두에서 양적하 환적이 이루어지는 부두내 환적으로 고려한다.

장치장 시뮬레이션 모델은 선박 도착간격, 선박별 양적하 작업량 및 장치기간에 따른 장치장 성능변화를 분석하기 위한 화물별 장치기간에 따른 재고수준 변화를 제시한다. 장치장내 장치수준을 분석하기 위한 장치장 시뮬레이션 모델은 다음과 같은 사항을 가정한다.

- 단위 시간당 양적하 생산성은 일정
- 수출입 화물은 각 화물의 무료 장치 기간 내에 모두 양적하 또는 반출입
- 환적화물은 환적화물의 무료장치기간 동안에 도착하는 선박에 균일하게 양하

컨테이너터미널은 안벽에서의 양적하 능력, 장치장에서의 장치 능력, 게이트에서의 반출입 능력 등이 서로 균형을 이룰 때 적정 운영능력이 가능하다. 장치장에서의 작업능력은 처리해야 할 물량과 장치장 규모에 의하여 결정된다. 장치장 규모가 장치장에서 처리해야 할 물량 규모보다 적을 경우 재작업 비율이 증가하여

전체적으로 장치장 생산성이 낮아져 결국 안벽에서의 양적하 작업이 지연되는 결과를 초래한다. 따라서 컨테이너 반출입률을 고려하여 적정 규모의 장치장을 확보하는 것이 중요하다. 장치장 소요 규모는 일차적으로 장치장에서의 재고수준 변화에 의존하고, 이차적으로 장치 작업 생산성 향상을 위한 운영여유를 고려하여 산정하여야 한다. 본 모델은 장치장 재고수준 변화를 분석하며, 안벽처리량을 기준으로 장치장 재고수준을 시뮬레이션 결과로 제시할 수 있는 모델 개발로 인해 화물종류별 장치장 소요 규모를 산정할 수 있는 정보를 제공한다.

IV. 컨테이너터미널 교육콘텐츠 모델 구현

본 연구를 통해서 개발된 모델은 Windows 운영체제 기반에서 장치장에서 운행되는 YT 및 TC의 운행대수에 따른 컨테이너터미널의 운영능력분석을 실시할 수 있다. 그리고 항만터미널에서 운행되는 YT와 TC의 움직임을 실시간으로 구현함으로써 보다 시각적인 효과를 높일 수 있으며, 주어진 모델은 3차원 모델로 구축되기 때문에 다양한 방향에서 주어진 시스템 모델의 운영을 관찰할 수 있어 결과 도출뿐만 아니라 컨테이너터미널 운영을 시각적으로 실시간 관찰이 가능하다. 장치장 및 안벽을 고려한 컨테이너터미널 운영 능력을 분석하기 위해 개발된 콘텐츠 모델은 [그림 7]과 같다. [그림 7]에서는 5대의 C/C와 장치장내 TC Layout을 나타내고 있다.

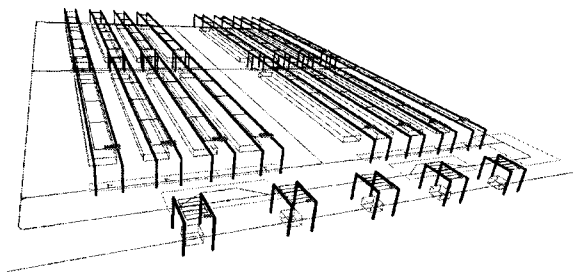


그림 7. 컨테이너터미널 운영모델

본 모델은 [그림 8]과 같이 컨테이너터미널에서 운행되는 YT와 TC 흐름 및 운영을 실시간으로 관측이 가능하여 [그림 8]과 같이 주어진 업무에 따른 운반 장비 운영을 쉽게 파악할 수 있어 교육생들에게 주어진 실습을 통해서 구현된 모델을 관찰 및 평가할 수 있다.

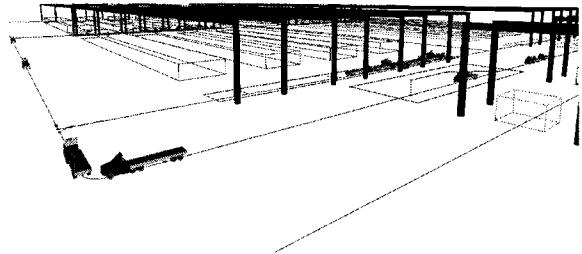


그림 8. 컨테이너터미널내 YT 운행

본 모델은 컨테이너터미널의 운영에 따라 다양한 업무 프로세스를 정의할 수 있다. 즉 새로운 업무 및 운영이 요구될 경우에는 [그림 9]와 같이 프로세스를 새롭게 생성하여 주어진 업무를 정의하고 [그림 10]과 같이 업무별로 필요한 데이터를 입력함으로써 업무 프로세스를 수행할 수 있도록 구성된다. 업무 프로세스 정의 및 데이터 입력은 GUI (graphical user interface) 방식으로 구성된 Windows 창에서 해당 항목을 마우스를 통해 이동 및 변경할 수 있도록 구현하였다. 본 모델의 장치장 구축은 업무 프로세스 구현과 동일하게 [그림 11]과 같이 사용자에게 의해서 장치장 정의 및 해당 항목의 데이터 입력 및 수정이 용이하도록 구현되었다.

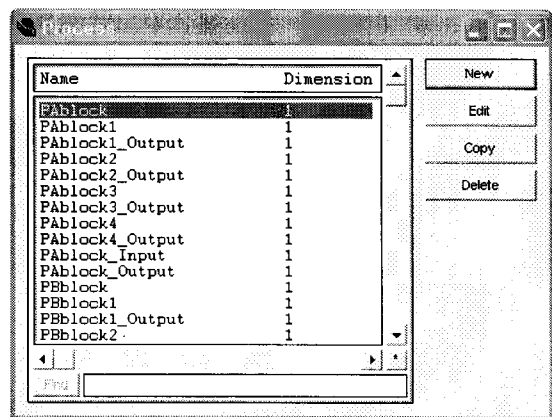


그림 9. 업무 프로세스 리스트

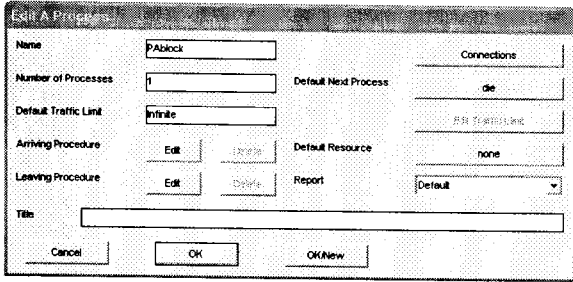


그림 10. 업무 프로세스별 데이터 입력

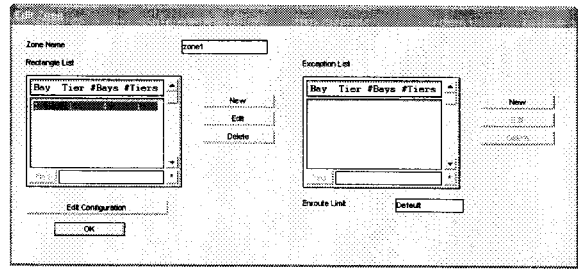


그림 13. 장치장내 운영 공간 설정

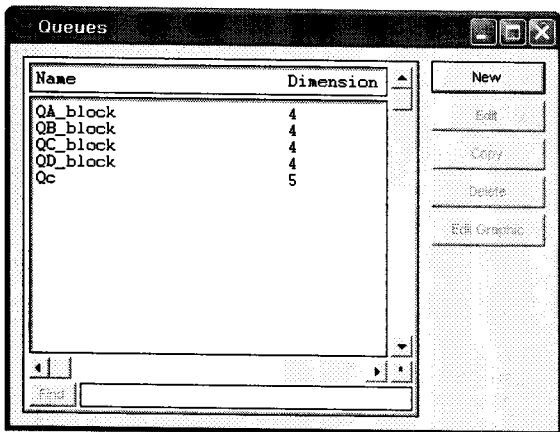


그림 11. 장치장 리스트

또한 [그림 12] 및 [그림 13]과 같이 주어진 시스템의 운영시간 즉 컨테이너터미널의 운영일정을 사용자에게 의해서 제어가 가능하도록 개발되어서, 시스템의 운영 시간에 따른 성능산정이 가능하다. 뿐만 아니라 컨테이너를 적재하는 장치장의 크기를 사용자 입력에 따라 변경이 가능하므로 주어진 컨테이너터미널의 컨테이너 적재능력 변화에 따른 장치장 점유율 및 운반 장비간의 운영 상황들을 파악할 수 있다.

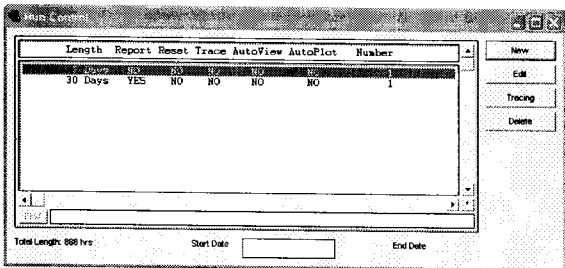


그림 12. 컨테이너터미널 운영시간 제어

Queue Statistics	Name	Total	Cur	Average	Capacity	Max	Min	Util	Au_Time	Au_Wait
Space		138388	89156	34558.92	Infinite	69157	0	--	223.76	--
QA_block(1)	QA_block(1)	4327	4321	2158.78	Infinite	4321	0	--	NA3.80	--
QA_block(2)	QA_block(2)	4327	4322	2159.52	Infinite	4322	0	--	NA3.18	--
QA_block(3)	QA_block(3)	4326	4322	2159.28	Infinite	4322	0	--	NA3.24	--
QA_block(4)	QA_block(4)	4325	4322	2160.00	Infinite	4322	0	--	NA3.49	--
QA_block(5)	QA_block(5)	4327	4321	2158.45	Infinite	4321	0	--	NA3.81	--
QC_block(1)	QC_block(1)	4327	4321	2158.40	Infinite	4321	0	--	NA2.95	--
QC_block(2)	QC_block(2)	4326	4321	2159.15	Infinite	4321	0	--	NA3.21	--
QC_block(3)	QC_block(3)	4325	4322	2159.98	Infinite	4322	0	--	NA3.47	--
QC_block(4)	QC_block(4)	4327	4321	2158.71	Infinite	4321	0	--	NA3.82	--
QC_block(5)	QC_block(5)	4327	4322	2159.46	Infinite	4322	0	--	NA3.17	--
QB_block(1)	QB_block(1)	4326	4322	2159.21	Infinite	4322	0	--	NA3.22	--
QB_block(2)	QB_block(2)	4325	4321	2158.94	Infinite	4321	0	--	NA3.27	--
QB_block(3)	QB_block(3)	4327	4321	2158.59	Infinite	4321	0	--	NA2.99	--
QB_block(4)	QB_block(4)	4327	4322	2159.34	Infinite	4322	0	--	NA3.15	--
QB_block(5)	QB_block(5)	4326	4321	2159.99	Infinite	4321	0	--	NA3.28	--
QD_block(1)	QD_block(1)	4324	4321	2158.84	Infinite	4321	0	--	NA3.35	--
Qc(1)	Qc(1)	14	0	0.00	1	1	0	0.000	0.01	0.00
Qc(2)	Qc(2)	18	0	0.00	1	1	0	0.000	0.01	0.00
Qc(3)	Qc(3)	0	0	0.00	1	0	0	0.000	0.00	0.00
Qc(4)	Qc(4)	0	0	0.00	1	0	0	0.000	0.00	0.00
Qc(5)	Qc(5)	0	0	0.00	1	0	0	0.000	0.00	0.00

Block Statistics	Name	Total	Cur	Average	Capacity	Max	Min	Util	Au_Time	Au_Wait
QInLoadDensity	QInLoadDensity	95	0	0.00	Infinite	0	0	--	0.01	--
QOutLoadDensity	QOutLoadDensity	24	2	2.00	Infinite	10	0	--	74.72	--
QInWaitDensity	QInWaitDensity	29	0	0.00	Infinite	10	0	--	153.00	--
QOutWaitDensity	QOutWaitDensity	18	0	0.00	Infinite	0	0	--	0.00	--
QInWaitingDensity	QInWaitingDensity	18	0	0.00	Infinite	5	0	--	0.00	--
QOutWaitingDensity	QOutWaitingDensity	69	0	0.00	Infinite	5	0	--	0.01	--
QInLoadDensity	QInLoadDensity	28	1	1.00	Infinite	7	0	--	29.63	--
QOutLoadDensity	QOutLoadDensity	31	1	1.00	Infinite	0	0	--	28.60	--

그림 14. 모델 수행 후 결과(예:)

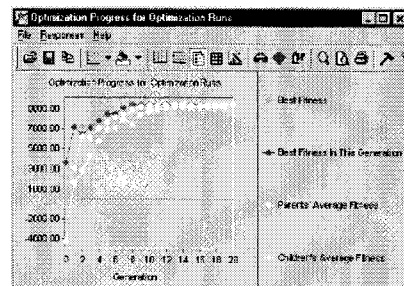


그림 15. 모델 수행 후 그래프출력(예:)

