

工學碩士 學位論文

장치장 모니터링 시스템과 통합된 효율적인  
수출 장치장 계획 시스템

Export Yard Planning System Integrated with Yard  
Monitoring System in Container Terminal

指導教授 申 宰 榮

2003年 2月

韓國海洋大學校 大學院

物流시스템工學科

李 塚 玟

本 論文을 李採玟의 工學碩士 學位論文으로 認准함

主審 工學博士 李 哲 榮

副審 工學博士 郭 圭 錫

副審 工學博士 申 宰 榮

**2003年 2月**

韓國海洋大學校 大學院

物流시스템工學科

李 採 玟

# **Export Yard Planning System Integrated with Yard Monitoring System in Container Terminal**

Lee, Chae Min

Department of Logistics Engineering  
Graduate School of Korea Maritime University

## **Abstract**

The container terminal operation systems can be classified by three different parts of major sub systems which are planning system, resource management system, and real-time control system. Especially, for improving the efficiency and productivity of container terminal, the planning system is the most important sub system in the operation systems because of processing highly increased the number of container loaded on board and of getting more important position in competition with other terminal.

The reason of this, the planning system, consists of the ship planning, yard planning and berth planning, is studied and practiced by many kinds of ways. However, the study of the integrated planning with real-time control system is seldom published. In particular, in yard planning system, there are so many ways to get benefits to plan if it could be integrated with real-time yard monitoring such as to get exact location of unexpectedly changed position of containers, to prevent interference of equipment in planned blocks, to consider the planning with loading patterns and so on.

To utilize these benefits in this paper, heuristic algorithms for the export yard planning, operated on monitoring system, one of the real-time control systems, are suggested and integrated export yard planning system are designed and developed.

# 목 차

## ABSTRACT

표목차, 그림목차

제 1 장 서 론.....	1
1.1 연구의 배경 및 필요성 .....	1
1.2 관련 문헌 연구 .....	3
1.3 논문의 구성.....	5
제 2 장 시스템 분석.....	7
2.1 수출입 장치장 내에서의 컨테이너 흐름 .....	7
2.1.1 장치장의 구조 및 특성 .....	7
2.1.2 수입 컨테이너 흐름.....	9
2.1.3 수출 컨테이너 흐름.....	10
2.2 수입 컨테이너 장치장 계획 .....	10
2.2.1 수입 장치장의 블록 배정.....	11
2.2.1 수입 컨테이너별 저장 위치 결정 .....	12
2.3 수출 컨테이너 장치장 계획 .....	13
2.3.1 수출 장치장의 블록 배정 계획 .....	13
2.3.2 수출 컨테이너별 저장위치 결정.....	15
제 3 장 시스템 설계.....	16
3.1 설계 범위 및 고려사항 .....	16
3.2 통합 시스템과 기존 시스템과의 비교.....	17
3.3 시스템의 모형화 .....	19
3.3.1 컨테이너, 컨테이너 목록 .....	20
3.3.2 장치장 구조 .....	21
3.4 Database 설계.....	22

3.4.1 Database 설계 개념 및 고려사항 .....	23
3.4.2 Database Design .....	25
3.5 수출 장치장 계획 수립을 위한 해법 .....	28
3.5.1 문제의 정의 .....	28
3.5.2 수출 장치장 계획 수립 규칙 .....	29
3.5.3 발견적 해법의 제시 .....	33
제 4 장 시스템 구현 소개 및 모형의 적용 .....	40
4.1 시스템 개발 방향 및 특징 .....	40
4.2 시스템의 구조 .....	41
4.3 시스템의 적용 .....	42
4.3.1 적용 자료 .....	42
4.3.2 단계별 적용 .....	44
제 5 장 결 론 .....	49
참 고 문 헌 .....	51
부 록	

## 표 목 차

<표 2-1> 수입 장치장 공간 배정 계획 규칙 .....	12
<표 2-2> 수입 컨테이너 장치 위치 결정 규칙 .....	13
<표 2-3> 수출 장치장 배정 계획 규칙 .....	14
<표 2-4> 수출 컨테이너별 저장위치 결정 .....	15
<표 3-1> 기존 시스템과 통합 시스템의 비교 .....	19
<표 4-1> N-19 항차 컨테이너 목록 .....	43
<표 4-2> M-05 항차 컨테이너 목록 .....	43
<표 4-3> Phase I, II 계산량 분석 .....	47

## 그림 목 차

[그림 2-1] T/C 시스템 장치장 공간 운영 .....	8
[그림 2-2] S/C 시스템 장치장 공간 운영 .....	9
[그림 2-3] 수입 컨테이너 흐름 .....	9
[그림 2-4] 수출 컨테이너 흐름 .....	10
[그림 3-1] 전체 시스템 개념도 .....	20
[그림 3-2] 컨테이너 목록 모형화.....	21
[그림 3-3] 장치장 구조 모형화 .....	22
[그림 3-4] 데이터베이스 전체 개념도.....	24
[그림 3-5] 시스템 E-R Diagram.....	26
[그림 3-6] 수출 장치장 계획 수립 과정 .....	32
[그림 3-7] Phase I 단계의 구조.....	34
[그림 3-8] Phase II 단계의 구조.....	36
[그림 3-9] Phase III 단계의 구조.....	38
[그림 4-1] 시스템의 구성 .....	41
[그림 4-2] 시스템 초기 상태.....	45
[그림 4-3] Phase I, II 수행 결과 (N-19, M-05).....	46
[그림 4-4] Phase I, II 수행 결과 (M-05, N-19).....	46
[그림 4-5] Phase III 수행결과.....	48



# 제 1 장 서 론

## 1.1 연구의 배경 및 필요성

현재 국제 운송의 대부분을 담당하고 있는 해상 운송은 계속되는 조선 기술의 발전과 수송비 절감을 위해서 고속화, 자동화, 그리고 대형화되어 가고 있다. 이러한 변화에 발 맞추어 일반 화물은 하역, 보관, 운송과정에서의 작업 효율성 향상을 위해 대부분 컨테이너로 전환되었고, 이러한 표준화를 이용하여 증가하는 컨테이너 물동량을 처리하기 위해서 컨테이너 터미널의 효율적인 운영에 많은 관심을 보이고 있는 실정이다.

최근 국내에서 부산, 광양의 새로운 터미널이 개발되었고 증설 공사도 이루어지고 있으며, 부산 신 항만의 개장을 앞두고 있다. 또한 광양에서는 무인 자동화 터미널을 국내 처음으로 개발하기 위한 작업이 한창 진행되고 있다. 신설되는 컨테이너 터미널 뿐만 아니라 기존 컨테이너 터미널들 역시 공통적으로 여러 가지 방법에서 생산성, 효율성 향상을 높여 경쟁력을 확보하려고 노력하고 있다.

터미널 생산성 향상을 위한 방안으로 터미널 시설 확충 또는 자동화 장비 도입 등과 같은 방법과 효율적인 터미널 운영 계획 시스템을 확보하는 방법으로 크게 나누어 볼 수 있다. 후자의 효율적인 터미널 운영 계획 시스템은 전자의 터미널 시설 확충 방법에 비해서 단기적이며 적은 비용으로 수립할 수 있다는 이점이 있다. 이러한 컨테이너 터미널 운영 계획 시스템은 터미널 업무 정보 관리, 운영 계획 작성, 실시간 모니터링 및 제어 등과 같은 작업을 수행하거나 지원해주는 시스템들로 이루어진다. 이 운영 시스템 중에서 특히 계획 시스템은 업무가 복잡하여 전문적인 지식이 필요하고 고려해야 할 사항이 많아서 각 터미널 마다 전담 계획자들을 두어 계획을 수립하고 있으며 효율적인 운영시스템을 확보하는 것에 관심이 매우 높은 실정이다.

본 연구에서는 이러한 컨테이너 터미널 운영 계획에 초점을 맞추고자 한다. 이런

측면에서 터미널의 생산성과 관련된 계획 중에서 가장 생산성을 높일 수 있는 계획은 본선 양·적하 계획(Discharging/Loading Plan)과 수출입 장치장 계획(Export/Import Yard Plan)을 들 수 있다. 이는 실제로 컨테이너 터미널 운영 계획 시스템 중에서 가장 연구가 활발히 일어나고 있는 분야이기도 하다. 컨테이너 터미널의 궁극적인 운영 목적 관점에서 보면 선박에 대해 높은 서비스를 제공해주는 것이라고 볼 수 있기 때문에 본선 양·적하 계획은 매우 중요한 계획이다. 본선 양·적하 계획은 선박에 적재되어 있는 컨테이너를 장치장에 내리는 순서를 결정하고 장치장에 쌓여있는 컨테이너를 선박에 다시 싣는 순서를 결정하는 작업이다. 특히 적하 계획은 항해의 안정성을 보장해 주는 측면뿐만 아니라 컨테이너를 적·양하항 별로 처리순서에 맞게 적부함으로써 원활하고 합리적인 컨테이너 터미널 유통체계를 보여준다는 의미에서 그 중요성을 갖는다고 할 수 있다. 그러나 이러한 합리적인 적하 계획을 수립하기 위해서는 합리적인 수출 장치장 계획이 수립되어야 가능하다는 전제가 따르게 된다. 장치장 상황을 고려하지 못한 적하계획은 실제 적하 작업시에 장치장의 혼잡 및 컨테이너 재취급 문제를 발생시켜 생산성을 저하시키는 요인이 된다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 인식하고 효율적인 수출 장치장 계획 수립을 위한 방안을 제시하였다.

현재 컨테이너 터미널의 계획자들은 장치장 모니터링(Yard Monitoring)과 수출입 장치장 계획을 분리된 시스템 환경으로 하여 계획을 수립하고 있다. 이로 인하여 수출 장치장 계획을 할 때 실시간으로 컨테이너 장치 현황을 정확히 반영하여 계획을 수립하지 못하고 있는 실정이며 부산의 각 터미널의 많은 계획자들이 기존 수출입 장치장 계획 시스템의 한계를 인식하고 있으며 해결 방안을 찾고자 하고 있다. 따라서 본 연구에서는 장치장 모니터링 시스템과 수출입 장치장 계획 시스템을 통합하여 실시간 컨테이너의 흐름에 따른 수출입 장치장 계획 시스템을 디자인하고 계획에 적합한 효율적인 의사결정 지원 모형을 제시하였다. 또한 이러한 해법을 검증하고 실제 업무에 적용하기 위한 시스템을 설계하고 개발하였다.

## 1.2 관련 문헌 연구

컨테이너 터미널의 운영에 관한 기존 연구는 그 중요성에 비하여 해당 분야의 특수성으로 인하여 많이 부족한 실정이고 그나마 운영 측면보다는 설비투자적인 측면이나 성능평가에 대한 연구가 대부분을 차지하고 있다. 본 단락에서는 컨테이너 터미널의 운영 계획 측면의 연구를 살펴보고자 하며 운영 계획의 업무에 따라 다음과 같은 범주로 분류될 수 있다.

- (1) 컨테이너 양·적하 작업을 위한 본선 작업 계획
- (2) 수출입 컨테이너의 장치장 운영 작업 계획
- (3) 컨테이너 처리를 위한 하역장비 운영 작업 계획

먼저 컨테이너 양·적하 작업을 위한 본선 작업 계획에 대한 연구를 살펴보면 신재영·남기찬(1998)은 국내 터미널의 실무적인 요구사항과 효율적 계획안의 제시가 가능한 자동 선적 의사결정지원시스템(Decision Support System)을 개발하였는데, 이 시스템은 실무 작업 환경에 적합한 전문가 시스템(Expert System)이라 할 수 있으며, 신재영·곽규석·남기찬(1999)은 효율적인 컨테이너 터미널 선적 계획을 위해서 인공지능(Artificial Intelligence)과 전문가 시스템을 이용하여 자동 선적 계획 모듈을 위한 시스템을 설계하였다. 이광인(1998)은 터미널내의 장치 위치를 고려하여 컨테이너의 적부 계획을 수립하고 이 적부 계획을 바탕으로 선적계획을 수립하는 것에 대한 발견적 해법을 제시하고 컨테이너 선적계획을 위한 통합 의사결정지원시스템을 설계하고 개발하였다.

두 번째로 본 연구에서 다루고자 하는 수출입 장치장 운영 계획에 대한 연구를 살펴보면 김갑환·박영만(1996)은 수출 컨테이너 장치장 계획시 재취급을 최소화하기 위해 무게를 가장 중요한 의사 결정 요소로 보고 동적 계획법을 이용해 최적의 장치 위치를 결정하는 모형을 제시하였고 김갑환 외 10명(1995)은 수출입 컨테이너 장치장의

계획을 사전에 배치구역을 계획하는 단계와 미래의 변동적인 상황에서 운영의 목적 및 제약을 만족시킬 수 있게 실제 컨테이너 도착 시점에 야드 상황을 고려하여 구체적인 위치를 지정하는 계획을 세울 수 있는 소프트웨어를 개발하여 소개하였다. 김갑환 외 4명(2001)은 무인 자동화 컨테이너 장치장 Layout에 대한 연구로 G/C, AGV, ATC를 사용한 수직형 배치안에 대하여 평가하였다. 김두열(1995)은 부산항 컨테이너 터미널을 대상으로 선박의 접안 시간과 야드 하역장비(S/C)의 운행거리를 최소화시킬 수 있도록 수출 컨테이너의 선박별 블록 공간 할당방법을 제시하였으며 Quadratic Programming으로 모델링하여 해를 구하였다. Kim, K.H(1997)과 Kim, K.H and H.B. Kim(1999)는 터미널의 효율성 측면에서 외부 트럭으로 컨테이너를 싣는 서비스율을 중요한 측정 대상으로 보고 수입 컨테이너 장치장에서 T/C가 장치된 야드의 베이에서 외부트럭으로 싣는 작업에서 재취급되는 컨테이너의 수를 측정하는 방법에 대한 연구를 하였으며 Exact Solution과 간단한 식을 얻기 위한 회귀 분석을 실시하였으며 근사적 해를 가지면서 빠른 수행시간을 가진 모델을 제시하고 이 모델을 취출률(LOS)과 비교하여 평가 하였다. Peter Preston and Erhan Kozan(2001)은 수출 컨테이너 장치장 위치를 결정하는 문제에서 장치 블록과 마샬링 블록이 따로 존재하는 경우에 선박이 선석에 머무르는 시간을 최소화하는 것을 목적으로 시간을 Set-Up Time과 Traveling Time으로 구성하여 정수 계획 모형으로 최적해 모델을 제시하고 GA(Genetic Algorithm)를 이용한 발견적 방법으로 결과를 제시하였다.

마지막으로 컨테이너를 처리하는 하역장비의 운영 계획에 대한 연구를 살펴보면 이 경모·김갑환(1998, 1999)은 모선에 대한 서비스 수준뿐만 아니라 선사의 트럭에 대한 반출입 서비스 수준도 중요함을 강조하여 동적 계획법을 이용하여 정적인 상태에서 최적해를 보이고 동적인 상태를 처리하기 위해서 FCFS(first come first served), UT(unidirectional travel), NT(nearest truck first service), 그리고 SPT(shortest processing time rule)의 네 가지 발견적 기법을 동적 계획법에 접목하여 그 결과를 비교 설명하였다. 박두호(1999)는 장치장 T/C에 대한 Gate 반출입 그리고 구내이적 작업을 대상으로 신속한 T/C 할당과 작업순서를 결정하는 연구로 T/C의 작업 완료 시간을 최소화

하는 것을 목적으로 발견적 해법을 제시하였고 T/C 작업 계획을 실시간으로 적용할 수 있는 T/C의 작업 배정계획을 다루었다.

또한 컨테이너 터미널 전체 시스템에 대한 연구로써 윤원영 외 3명(1998)은 컨테이너 터미널 운영 계획을 평가하기 위해서 하역 장비의 활용도를 이용한 통계량으로 장비의 대기, 유휴, 이동 등 시간요소를 항목으로 하여 전체 시뮬레이션 시간을 평가방법으로 하였다. 김종훈 외 4명(1998)은 컨테이너 터미널에서 본선 양·적하 작업과 수출입 장치장 계획 그리고 실시간 작업통제 및 자원할당 시스템에 발견적(Heuristic) 해법을 반영한 의사결정지원시스템(Decision Support System)을 개발하였다. Yun, W.Y and Y.S. Choi(1999)는 컨테이너 터미널 시스템에 대한 시뮬레이션을 객체지향 방법으로 접근하여 제시하였으며 컨테이너 터미널의 평가, 터미널 내의 장비들에 대한 평가 (G/C, T/C, T/R, Y/T), 그리고 장치장 취급률에 대한 평가로 세분화 하여 실시하였다.

본 연구에서는 주로 컨테이너 터미널 수출입 장치장 계획과 계획된 장치장에 반출입되는 컨테이너를 취급하는 하역장비인 T/C의 작업계획에 대한 내용을 다루고 있다. 따라서 컨테이너 터미널 운영 중에서 수출입 컨테이너의 장치장 운영 작업 계획과 컨테이너 처리를 위한 하역장비 운영 작업 계획에 대한 기존 연구를 중점적으로 살펴보았다.

### 1.3 논문의 구성

본 논문의 구성을 살펴 보면, 제 1 장에서는 먼저 본 연구를 진행하게 된 배경과 연구의 필요성 및 방향을 제시하였으며, 기존 컨테이너 터미널 운영 계획에 관한 연구들을 살펴보았다. 제 2 장에서는 본 연구에서 다루고자 하는 컨테이너 터미널 수출입 장치장 계획에 관련하여 실제 수출입 장치장 계획 수립 절차에 대한 계획 업무를 자세하게 분석하였다. 제 3 장에서는 제 2 장에서 분석된 컨테이너 터미널 수출입 장치장 계획 수립 업무 내용을 기초로 하여, 장치장 모니터링과 연계한 수출 장치장 계획

시스템을 설계하고 효율적인 수출 장치장 계획을 도출할 수 있는 발견적 모형을 제시하였다. 또한 시스템의 설계와 모형을 제시하기 위한 전 단계로 효율적인 컨테이너 정보 관리를 위한 새로운 데이터베이스 구조를 제시하였다. 제 4 장에서는 제시된 해법이 유효한지를 검증하였고 장치장 모니터링과 통합한 수출 장치장 계획 모형을 현실적으로 적용하기 위한 의사결정 지원 시스템을 구현하였다. 마지막으로 제 5 장에서는 본 연구로 제시된 결과와 차후의 연구 과제를 언급하면서 결론을 맺는다.

## 제 2 장 시스템 분석

### 2.1 수출입 장치장 내에서의 컨테이너 흐름

컨테이너 터미널 장치장 내에서의 컨테이너 흐름에 대해서 분석하기 전에 장치장의 구조 및 특성에 대하여 알아보고, 수입 컨테이너의 흐름과 수출 컨테이너의 흐름에 대해서 분석해 보았다.

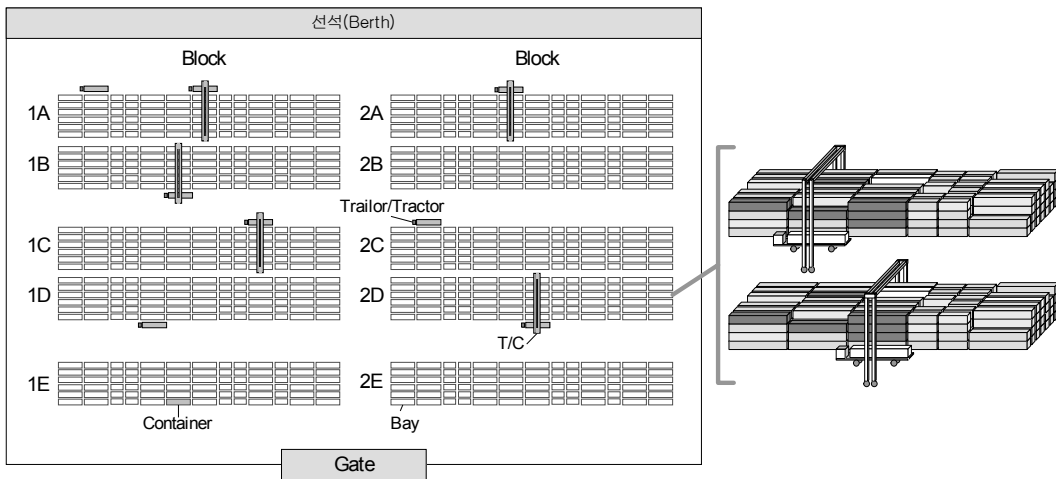
#### 2.1.1 장치장의 구조 및 특성

컨테이너 터미널 장치장은 컨테이너 보관이 실제로 이루어지는 실외 창고이며 **Gate** 또는 선석으로 이동하는 컨테이너를 잠시 보관하는 기능을 수행한다. 이 장치장 구조 및 특성은 저장 시스템의 차이에 따라서 크게 달라진다. 이 컨테이너 터미널 저장 시스템은 크게 **Transfer Crane System**과 **Straddle Carrier System**으로 나누어질 수 있으며 혹은 이 두 가지 시스템을 병행 하기도 한다(이철영, 1998)

##### (1) Transfer Crane System

**Transfer Crane(T/C)**은 대개 4단 6열까지 장치하면서 장치장의 공간 효율을 최대한 이용하는 하역 장비이다. 이 T/C를 이용하여 장치장을 운영하는 시스템의 특성은 컨테이너를 쌓을 수 있는 공간을 최대한 살려서 높이 단적함으로써 단위 면적당 적재 효율을 높인다. 우리나라 컨테이너의 터미널에서 적용하고 있는 장치장 운영 시스템이다. 그러나 컨테이너를 저장, 반출하는 시간이 평균적으로 오래 걸리고 장치 계획이 효율적이지 못할 경우 재취급이 많이 발생하게 된다. 따라서 T/C 방식을 택하는 장치장 운영 시스템은 장치 계획을 효율적으로 수립하는 것에 많은 관심을 보이고 있으며

본 연구의 장치장 운영 대상이기도 하다. 다음 그림은 T/C 시스템을 이용한 장치장 공간 운영 방식을 표현하였다.

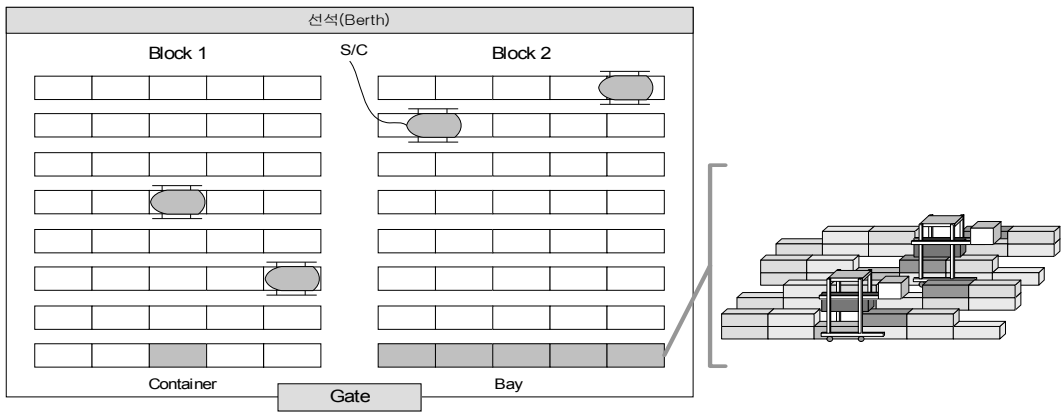


[그림 2-1] T/C 시스템 장치장 공간 운영

## (2) Straddle Carrier System

Straddle Carrier(S/C)는 컨테이너를 대개 2단까지 장치하면서 빠르게 이동할 수 있는 하역 장비이다. 이 S/C를 이용하여 장치장을 운영하는 시스템의 특성은 컨테이너를 빠르게 저장, 반출할 수 있으며 2단까지만 적재하므로 재취급이 크게 문제가 되지 않는다. 하지만 단적을 높게 하지 못하므로 장치장 단위 면적당 적재 효율이 떨어져 좁은 장치장 공간에 많은 컨테이너를 저장하지 못하는 결점과 장비의 유지 보수 비용이 많이 든다는 단점을 가지고 있다. 우리나라 컨테이너 터미널에서는 과거 이 S/C 시스템을 사용하기도 하였지만 이러한 문제들로 인하여 현재는 앞에 설명한 T/C 운영 방식으로 전환되었다. [그림 2-2]는 S/C 시스템을 이용한 장치장 공간 운영 방식을 표현하였다.

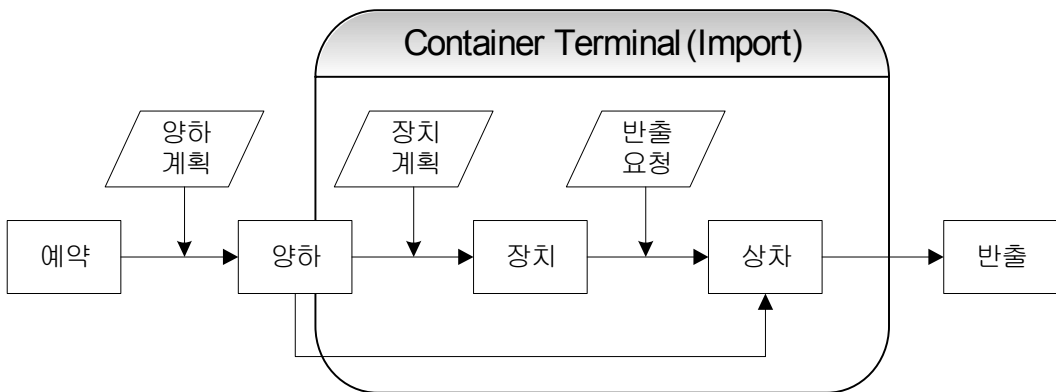




[그림 2-2] S/C 시스템 장치장 공간 운영

### 2.1.2 수입 컨테이너 흐름

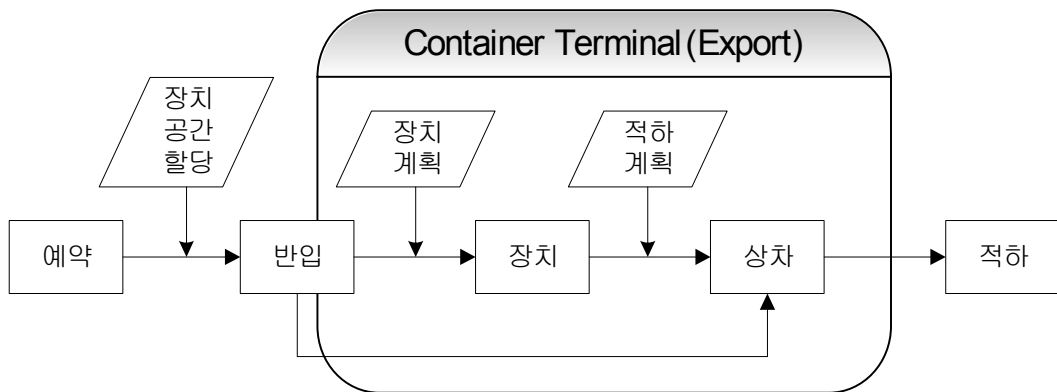
수입 컨테이너의 흐름은 선박이 선석에 접안하여 컨테이너를 양하하면서 시작된다. Gantry Crane(G/C)에서 양하되면 Yard Tractor(Y/T)에 적재된다. Y/T는 컨테이너를 싣고 수입 장치장의 계획된 지역으로 이동하면 하역장비인 T/C에 의해서 적재되고 장치장에 보관되었다가 화주의 Trailer(T/R)가 Gate를 통하여 수입 장치장으로 가면 다시 T/C에 의해서 이 T/R에 컨테이너를 상차시키고 T/R은 Gate를 통하여 빠져 나간다.



[그림 2-3] 수입 컨테이너 흐름

### 2.1.3 수출 컨테이너 흐름

수출 컨테이너의 흐름은 Gate를 통해 수출하고자 하는 컨테이너가 T/R에 의해서 들어오면 수출 장치장 계획이 되어 있는 장치공간으로 이동한다. T/C에 의해서 이 컨테이너를 장치장에 적재하고 보관되었다가 적재할 선박이 접안하면 다시 Y/T에 컨테이너를 상차한다. Y/T는 접안한 선박의 작업을 담당하는 G/C 위치로 이동하고 이 G/C에 의해 선박에 적재되어서 터미널을 빠져 나간다.



[그림 2-4] 수출 컨테이너 흐름

## 2.2 수입 컨테이너 장치장 계획

앞 절에서 설명한 수입 컨테이너의 흐름과 같이 수입 컨테이너의 장치장 배정은 선박에서 양하계획이 작성되고 양하 순서에 따라 계획된다. 수입 장치장 계획은 보통 2 단계로 이루어지는데 먼저 수입 장치장의 블록을 대략적으로 먼저 배정하고 다음 단계로 각각의 수입 컨테이너별 저장 위치를 재취급 상황을 고려하여 결정한다.

### 2.2.1 수입 장치장의 블록 배정

수입 장치 공간 할당은 Cargo Closing Time(CCT)에 따른 선석 조회와 계획 시간대에 속하는 선박의 정보를 참조하여 다음과 같은 그룹 인자를 기준으로 블록을 배정하는 계획을 수립하며 양하 물량에 대한 장치 공간을 한번에 할당하는 것이 기본이다.

- 기항하는 모선·항차별 구분
- 작업 Gantry Crane별 구분
- 양하 컨테이너 규격(size)별 구분
- 컨테이너 적(Full)/공(Empty) 여부별 구분
- 위험물 구분
- Operator(선사)별 구분 (추가적인 사항)

#### (1) 계획 수립시 고려사항

장치장 배정 계획시 Planner의 계획 수립 용이성을 위해 다음과 같은 추가적인 정보를 고려하여 수립한다.

- 현재 장치장의 적재 컨테이너에 대한 모선, POD(Port of Discharging), Operator 별 컨테이너 적재상태를 고려한다.
- 장치장 블록(Block)별 빈 공간의 수량 정보를 고려한다.
- 장치장 블록별 단편화(fragment) 상태를 고려한다.

#### (2) 수입 장치장 블록 배정 계획 규칙

수입 장치장 계획 수립시 장치 공간을 결정하는 첫 번째 단계의 계획은 <표 2-1>과 같은 규칙을 고려하여 수립된다.

<표 2-1> 수입 장치장 공간 배정 계획 규칙

분류	적용 규칙
컨테이너 종류별 장치 장소 결정 규칙	-일반화물
	-T/S화물: 수출 컨테이너 장치장
	-공 컨테이너: 공 컨테이너 장치장
	-냉동화물: 냉동화물 전용 장치장
	-위험화물: 위험화물 전용 장치장
	-특수화물: 온샷시 상태로 장치
	-통관화물: 통관화물 지정 장치장
Grouping 규칙	-화주별
	-규격: 20'40'45'
	-컨테이너 적공여부: Full / Empty
	-화물속성: 일반, Reefer, 위험화물 등
	-운반속성: T/S 화물, 1 time shifting, 2 time shifting, 직반입화물

### 2.2.1 수입 컨테이너별 저장 위치 결정

컨테이너가 양하되면 수입 장치장 공간이 배정된 곳에 컨테이너의 세부적인 저장 위치를 결정하여야 한다. 그러나 양하된 컨테이너는 화주가 컨테이너를 언제 어떤 순서로 찾아갈지를 미리 알 수가 없다. 즉 컨테이너 반출이 랜덤으로 발생하기 때문에 컨테이너의 재배치 및 재취급이 최소가 되도록 세부 위치를 정하여야 한다. 지정된 위치에 적재할 수 없는 상황이면 장비 기사에 의해 가까운 위치에 적재하고 변경된 위치를 호스트 컴퓨터에 송신하게 된다. 수입 컨테이너별 저장 위치를 결정하기 위한 규칙은 <표 2-2>와 같다.

<표 2-2> 수입 컨테이너 장치 위치 결정 규칙

분류	적용 규칙
장치위치 규칙	-T/C의 경우는 현재 진행 방향으로 계속 작업을 진행 -T/C간의 충돌을 피하기 위하여 같은 블록 내에서의 T/C 간의 간섭 거리를 고려 -20', 40', 45'는 bay 별로 따로 장치 -T/C 지역의 적재 순서는 vertical order를 기본으로 함

## 2.3 수출 컨테이너 장치장 계획

수출 장치장 배정 계획의 시작은 선박의 접안 계획이 수립되고 선적예정목록 (BKPROS: Booking Prospect)이 선사로부터 입수되면 수출 장치장 계획 수립을 하게 된다. 반입 컨테이너에 대한 장치장 배정계획은 크게 수출 장치장 블록 배정 단계와 수출 컨테이너별 저장위치를 결정하는 것으로 이루어진다.

### 2.3.1 수출 장치장의 블록 배정 계획

수출 예정 물량에 대한 구체적인 내용을 선사로부터 통보 받은 경우 반입물량에 대한 컨테이너의 각종 정보가 입수된다. 이 정보를 기초로 하여 수출 컨테이너에 대한 구체적인 장치장 배정계획을 수립할 수 있으며, 다음과 같은 배분인자를 사용하는 것이 일반적이다.

- 기항하는 선박의 모선·항차별 구분
- 반입 컨테이너 규격(size)별 구분
- POD(Port Of Discharging)컨테이너 양하지별 구분
- 컨테이너 적(Full)/공(Empty) 여부별 구분

- 컨테이너 무게(Weight)등급별 구분

컨테이너의 무게 등급은 일반적으로 3등급(H: Heavy, M: Medium, L: Light)으로 구분하고 있으나, 실제로 5등급 정도의 구분이 요구된다. 일반적으로 반입 컨테이너의 무게는 반출입계(COPINO: Pick-up/Arrival Pre-Notification) 정보를 참조하게 되며, 이 정보의 오차가 최고 70%가 되는 경우도 있다. 컨테이너의 실제 무게를 측정하기 위해 반입시 Gate의 통과 게이지를 통한 정확한 정보 산출이 필요하다.

(1) 계획 수립시 고려사항

수출 장치장 계획시 다음과 같은 사항은 고려하여 수립한다.

- 반입물량에 대한 수량과 모선, 양하항, 규격, 적공여부, 특수화물 등을 고려
- 장치장 할당시 재배치가 최소화되도록 컨테이너 양하항을 고려하여 할당한다.
- 접안 선석에 가급적 인접한 위치에 장치공간을 할당한다.
- 20ft, 40ft, 45ft 컨테이너를 구분하며 동일 Bay내에 할당하지 않는다.
- 장치공간의 효율성을 높이기 위해 20ft를 장치 블록의 끝 단에 할당하지 않는다.

(2) 수출 장치장 블록 배정 계획 규칙

수출 장치장 블록 배정 계획 수립시 적용되는 규칙은 다음 표와 같다.

<표 2-3> 수출 장치장 배정 계획 규칙

분류	적용 규칙
Grouping 규칙	-선박별, POD -규격: 20'/40'/45' -컨테이너 적공여부: Full / Empty -화물 속성: 일반, Reefer, 위험화물 등 -운반 속성: T/S 화물, 1 time shifting, 2 time shifting, 직반입 화물

---

	-모선 접안 선석과 가까운 Yard Block을 할당한다.
	-한 모선의 컨테이너 Block들을 되도록 모아 둔다.
기타 규칙	-인접 지역의 타 모선의 정보를 반영한다.
	-본선작업시 적하 Pattern을 고려하여 Yard 저장을 Segregation 한다.
	-장비 간섭을 고려하여 Block 및 Yard를 배정한다.

---

### 2.3.2 수출 컨테이너별 저장위치 결정

컨테이너가 Gate로부터 반입되면 수출 장치장 공간이 배정된 곳에 컨테이너의 세부적인 저장 위치를 결정하여야 한다. 적하되는 컨테이너는 선적 순서를 고려하여 결정하여야 선박의 적하 계획시 컨테이너의 재배치 및 재취급이 최소가 되도록 세부 위치를 정하여야 한다. 다음은 수출 컨테이너별 저장위치를 결정하는 규칙이다.

<표 2-4> 수출 컨테이너별 저장위치 결정

분류	적용 규칙
장치위치 규칙	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Gate를 통해 반입되는 컨테이너가 해당 Bay의 위치까지 이동하는 동안 장치 Row, Tier 위치를 결정한다.</li> <li>-컨테이너의 예상되는 재배치가 최소가 되도록 결정</li> <li>-선적시 재취급을 방지하기 위해서 무게를 중요한 요소로 둠</li> <li>-단(Tier)은 1,2,3,4 순서로 열(Row)은 6,5,4,3,2,1 순으로 배정</li> <li>-지정된 위치에 적재할 수 없는 상황이면 장비 기사의 판단에 의해 가까운 위치에 적재</li> </ul>

---

## 제 3 장 시스템 설계

### 3.1 설계 범위 및 고려사항

컨테이너 터미널의 장치장과 관련된 전체 업무는 이전 장에서 살펴본 바와 같이 수출입 컨테이너 흐름을 따라 발생하며 장치장에서의 효율적인 컨테이너 흐름이 궁극적으로 선박에 대한 높은 서비스를 제공하게 한다고 볼 수 있다. 장치장에서 발생하는 업무를 크게 세가지로 나누어 보면 수출입 장치장 계획, 장비 배정 계획, 그리고 인력 배정 계획으로 나누어 볼 수 있는데, 현재 국내 모든 컨테이너 터미널에서는 이 업무들이 발생하는 시점의 차이로 인하여 각 업무를 분리하여 계획하고 있는 실정이다.

실제 터미널에서 수출입 장치장 계획을 수립하는 상황을 살펴보면 최근에는 최대한 선사 또는 화주에 대한 서비스를 높이려는 목적으로 **Cargo Closing Time** 개념이 사라져가고 있는 추세이며 이에 따라 과거보다 더욱 수출입 장치장 계획을 하는 시점이 실제 선박이 접안하는 시각과 근접해 가고 있다. 또한 장치공간의 부족으로 한번에 장치장 계획을 전부 수립하는 것이 아니라 장치 공간이 가능할 때 마다 재 계획하는 방법으로 계획 장치장 공간을 활용하고 있으며, 선박의 안정성이 과거보다 매우 중요한 의사 결정사항이 되어 이를 만족시키기 위하여 장치장의 컨테이너 재취급이 많이 발생하는 실정이다. 이에 따라 몇몇 터미널의 계획을 담당하고 있는 계획자들은 장치장 계획과 운영업무를 따로 나누지 않고 실시간으로 장치장을 모니터링을 하면서 계획을 수립할 수 있는 통합 방안을 모색하고 있는 현실이다.

본 장에서는 이러한 문제들을 고려하여 수출 장치장 계획을 중심으로 실시간 작업을 관리하는 장치장 모니터링과 연계하여 실시간으로 계획을 수립하는 시스템을 연구의 대상으로 하고 이 시스템에 대한 설계와 각 계획에 대한 모형을 제시하고자 한다. 본 연구에서 제시하고자 하는 연구의 범위는 다음과 같다.



### (1) 데이터베이스 디자인

실시간으로 장치장 모니터링, 수출 장치장 계획, 그리고 장비 배정 계획이 이루어지는 시스템을 대상으로 고려하기 때문에 최소한의 정보량을 데이터베이스로부터 읽어 들여 계획을 수립하고 차후에 시스템으로 구현한다. 따라서 기존의 데이터베이스처럼 정적인 형태가 아닌 효율적으로 변경된 또는 변경될 정보를 관리하는 새로운 데이터베이스 디자인을 제시한다.

### (2) 수출 장치장 계획

본 연구에서는 실시간으로 컨테이너가 Gate로부터 반입되는 동적인 상황 하에서 현재 장치된 컨테이너를 모니터링하면서 수출 장치장 계획을 수립하는 것에 대한 발견적 해법을 제시한다.

## 3.2 통합 시스템과 기존 시스템과의 비교

본 연구에서 제안하는 운영 시스템은 장치장 계획 자체가 운영과 분리된 기존의 형태를 실시간 모니터링 시스템과 수출입 장치장 계획 시스템으로 통합하였고 이 실시간 모니터링을 이용하여 수출입 장치장 계획을 수립하는 시스템을 제안한다. 따라서 본 연구에서 제안하는 통합 시스템이 가져다 주는 운영 상의 이점을 터미널 계획자 관점에서 분리된 기존 시스템과의 비교를 통하여 알아보면 다음과 같다.

첫째, 컨테이너 장치 현황을 수출입 장치장 계획에 정확히 반영하는 것에서 차이를 보이게 된다. 먼저 기존 시스템을 살펴 보면 수출입 장치 공간을 계획하기 위해서 데이터베이스로부터 컨테이너 정보를 읽은 후에는 데이터베이스와의 연결이 끊어진다. 따라서, 계획자가 장치장 계획을 수립하고 있는 동안에 계획하고자 하는 공간에 컨테이너가 장치된다면 이것을 즉각적으로 계획으로 반영할 수 없으므로 운영과 계획에서

혼란이 야기된다. 그러나 실시간 정보를 제공하는 모니터링과 연계된 통합 장치장 계획 시스템에서는 이러한 상황이 발생하였을 경우에 즉각적으로 계획을 수정하거나 재계획을 수립하는 유연한 계획이 가능하다.

둘째, 최종 컨테이너의 장치 위치를 결정할 수 있다는 것이다. 기존의 시스템은 실시간 계획이 아니기 때문에 수출입 장치장 공간만을 할당하는 계획 수준이거나 컨테이너의 최종 위치를 컨테이너의 속성에 따른 것이 아니라 하역장비의 작업우선방향으로 결정하는 방법을 사용하고 있다. 그러나 이는 최종 컨테이너의 흐름에서 재취급을 크게 발생시키는 요인이 된다. 실시간 시스템에서는 이러한 재취급 문제를 해결하기 위해서 최종 컨테이너 장치 위치를 컨테이너가 반입 또는 반출되는 정보를 이용하여 계획을 수립할 수 있다. 즉, 수출에 대해서는 **Loading Pattern**을 고려한 수출 장치 계획을 수립하여 수출 장치장 공간의 효율성 및 선박의 적하 작업 역시 생산성을 높일 수 있게 한다.

셋째, 작업 대상 이외의 주변 상황 정보 파악이 용이하다. 수출입 장치장 계획을 수립하기 위해서는 다른 모션항차의 작업 또한 매우 중요한 요소이다. 즉, 타 모션항차에 대한 작업을 하고 있거나 일어날 장치 공간에 대해서는 장비의 간섭 원인으로 되도록 같은 시간대에 작업을 피해야 한다. 따라서 실시간 모니터링과 연계된 수출입 장치장 계획은 이러한 주변 상황에 대한 정보 파악이 용이하므로 이런 정보를 고려하여 보다 효율적인 의사결정을 수립할 수 있도록 지원한다.

이상으로 기존 수출입 장치장 계획 시스템과 통합 수출입 장치장 계획 시스템의 비교 및 통합 시스템의 이점을 살펴 보았으며 이를 간단히 정리하면 <표 3-1>과 같다.

<표 3-1> 기존 시스템과 통합 시스템의 비교

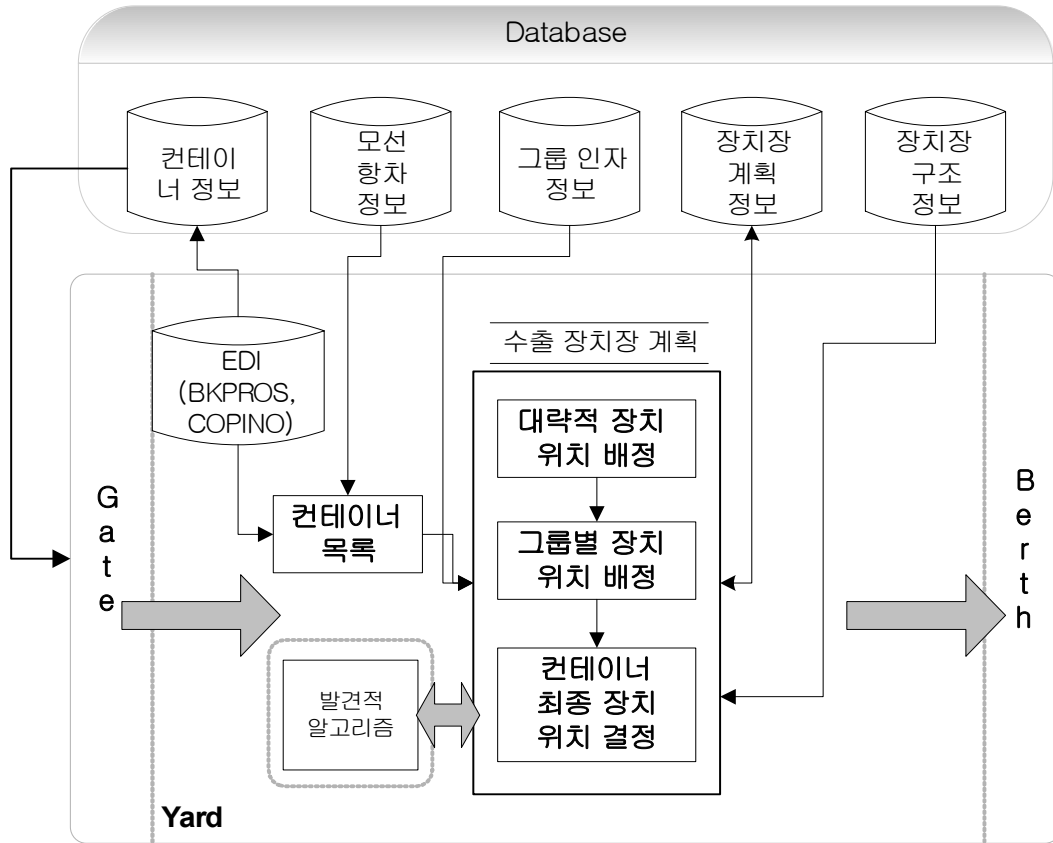
내용	기존 시스템	통합 시스템
실시간 컨테이너 장치 위치 파악	×	○
수출입 장치 공간 할당	○	○
최종 수출입 컨테이너 위치 지정	×	○
Loading Pattern	△	○
반출 Pattern 고려	△	○
컨테이너 실제 무게 반영	×	○
타 모션향차의 정보 반영	△	○
장비의 위치 및 간섭 반영	×	○

주, ○: 계획 반영  
 △: 계획 일부 반영  
 ×: 계획 반영하지 않음

### 3.3 시스템의 모형화

본 연구에서 제안하는 전체 시스템은 데이터베이스와 수출입 장치장 계획 이 두 가지 모듈로 구성되어 있다. 전체 시스템의 개념적 설계를 그림으로 도식화하면 [그림 3-1]과 같다.

전체 시스템 개념도를 살펴 보면 각 모듈-데이터베이스, 수출 장치장 계획-에서 작업을 수행하기 위한 중요한 요소들의 정보를 찾을 수 있다. 즉, 수출 장치장 계획을 수립하기 위해서는 기본적으로 선적예정물량(BKPROS: Booking Prospect) 또는 과거 모션향차에 대한 분석으로 얻어지는 컨테이너 목록 정보와 반출입계(COPINO: Pick-up/Arrival Pre-Notification)로부터 전송 받는 컨테이너 정보 그리고 장치장 구조 정보가 필요하다. 따라서 이런 각 기본 요소들을 구체적으로 살펴 보기로 한다.



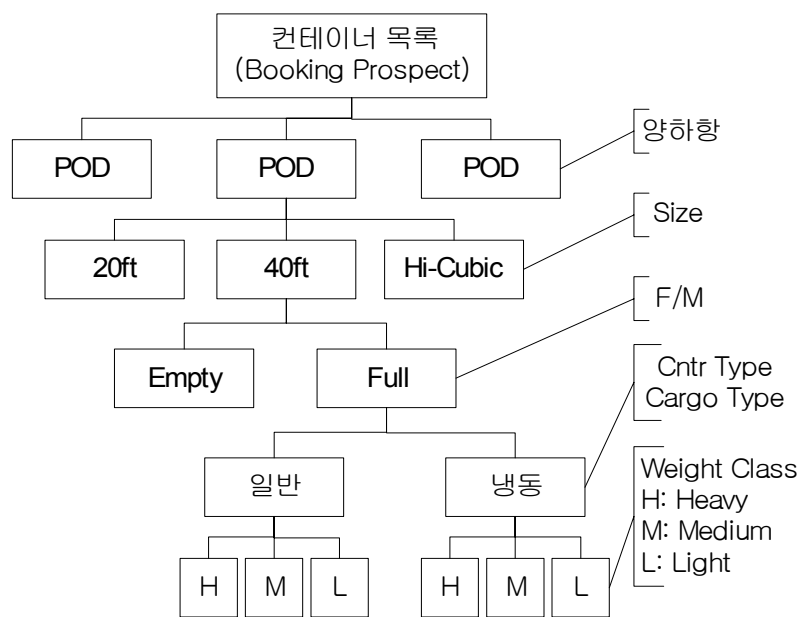
[그림 3-1] 전체 시스템 개념도

### 3.3.1 컨테이너, 컨테이너 목록

본 연구에서 제시하고자 하는 수출 장치장 계획 내에서의 컨테이너 목록은 선사를 통하여 전송 받는 BKPROS 또는 과거 모션항차에 대한 분석으로 생성되는 목록과 화주를 통해 전송 받는 COPINO, 그리고 차후 실제로 Gate를 통하여 반출입되는 컨테이너를 대상으로 한다.

컨테이너 목록은 수출 장치장 계획 수립시에 컨테이너를 그룹화하기 위하여 몇 가

지 항목으로 분류될 수 있다. 이 컨테이너 목록의 내용은 모션항차, 양하 목적지 항(POD), 적공 구분(F/M), 컨테이너 규격(Size), 컨테이너 속성(Container Type), 화물 속성(Cargo Type), 무게 등급(Weight Class)등으로 그룹지어지며 각 그룹별 수량(Amount) 정보도 같이 포함된다. 본 연구에서 고려하고자 하는 컨테이너 목록의 분류는 다음 그림과 같다.

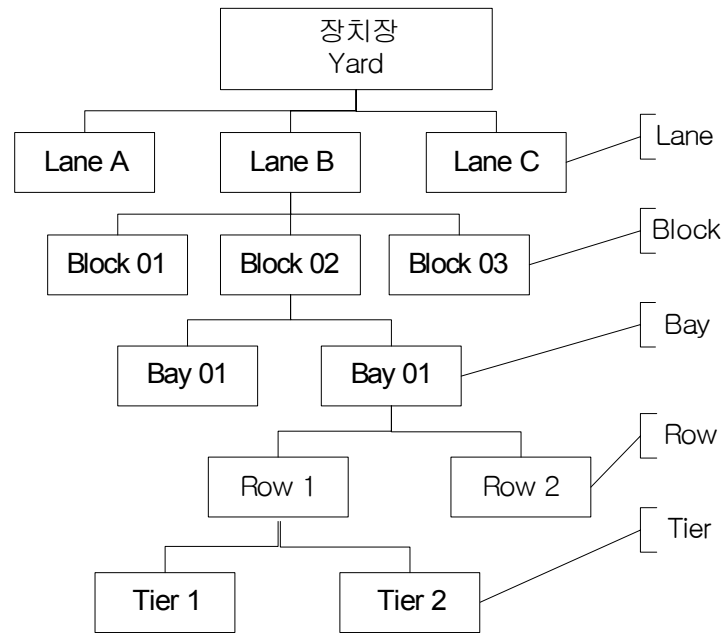


[그림 3-2] 컨테이너 목록 모형화

### 3.3.2 장치장 구조

장치장(Yard)의 구조는 본 연구에서 제시하는 수출 장치장 계획이 발생하는 영역이 되며 실제로 컨테이너가 장치되는 곳이다. 이 장치장에서 컨테이너를 장치하는 공간은 레인(Lane), 블록(Block), 베이(Bay), 열(Row), 단(Tier)으로 표현되고 본 연구의 대상인 장치장에서는 T/C 장비를 이용하므로 4단 6열을 장치하는 방식을 택한다. 레인이란 같은 Level의 위치에 존재하는 몇 개의 블록을 통칭하는 것으로써 같은 레인에

서는 T/C 장비의 Turn Time이 발생하지 않는다. T/C의 이동 거리와 시간을 동시에 고려하기 때문에 Turn Time은 중요한 제약요소가 된다. 본 연구에서 대상이 되는 장치장의 구조는 다음 그림과 같다.



[그림 3-3] 장치장 구조 모형화

### 3.4 Database 설계

이번 절에서는 본 연구에서 제안하는 실시간 모니터링과 연계된 수출 장치장 계획에 대한 정보를 처리하기 위한 새로운 데이터베이스 구조를 제안하였다. 연구의 특성상 실시간 정보와 이를 계속하여 모니터링하면서 계획을 수립하여야 하므로 최소한의 정보 조회 횟수와 시간으로 계획 가능한 정보를 제공하여야 하기 때문에 기존의 데이터베이스로는 이런 실시간 상황하에서의 정보를 신속히 제공하기 힘든 여건으로 본

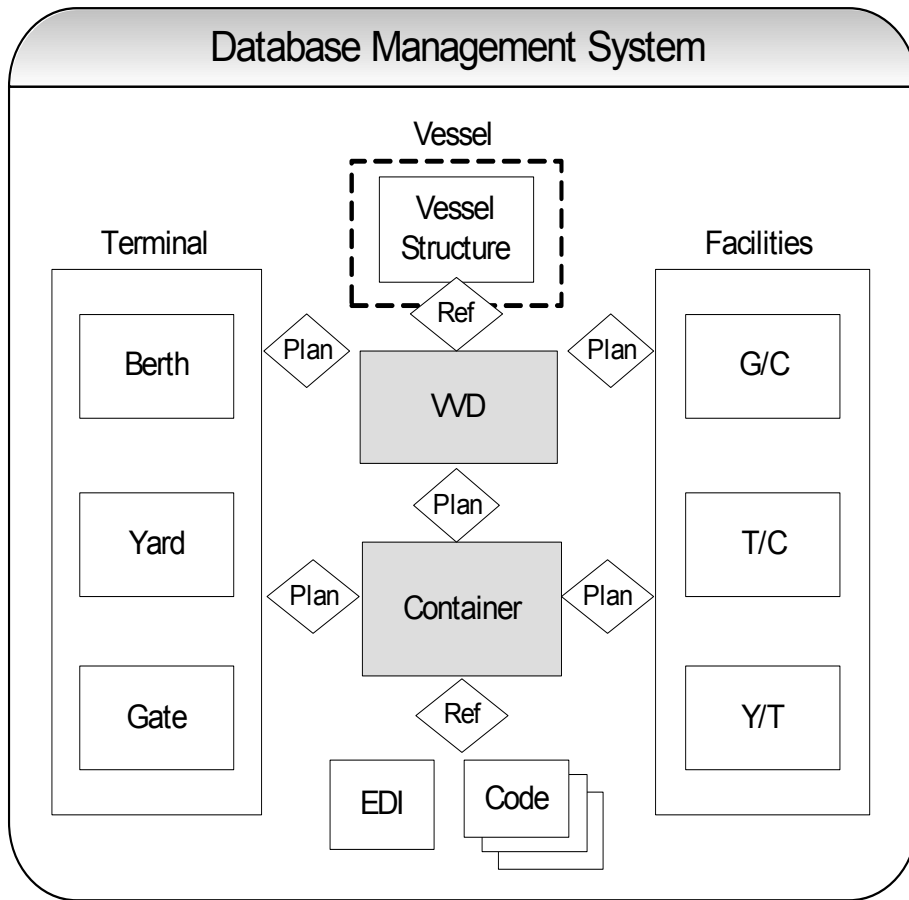
연구에서 보다 객체에 가깝도록 데이터베이스를 디자인하여 이러한 문제를 해결하고자 하였다.

최근에는 객체 지향 데이터베이스(Object-Oriented Database) 개념이 도입되어 실용화되고 있지만 우리나라 컨테이너 터미널에서 사용하고 있는 모든 DBMS(Database Management System)은 개체 관계형 데이터베이스(Entity-Relational Database)를 사용하고 있기 때문에 관계형 데이터베이스를 기본 DBMS로 하고 각 개체들을 객체에 가깝도록 제안하여 비용절감과 동시에 실시간 정보를 효과적으로 조회하는 방법을 택하였다.

#### 3.4.1 Database 설계 개념 및 고려사항

먼저 본 연구의 대상이 되는 컨테이너 터미널의 데이터베이스를 디자인하기 이전 단계로 데이터베이스를 구성하는 중요한 개체들을 모아서 개념도를 살펴보면 [그림 3-4]와 같다.

데이터베이스 전체 개념도에서 모든 운영 계획의 주체가 되는 가장 중요한 개체는 터미널에 기항하는 항차 정보를 가지는 *VVD(Vessel & Voyage)*와 *Container*이며, *Master* 개체라 한다. 그리고 터미널의 전체적인 정보를 가지는 *Terminal* 개체와 하위 세부 개체로 *Berth*, *Yard*, 그리고 *Gate* 개체가 존재한다. *Vessel* 개체는 선박의 구조 정보를 가지는 *Vessel Structure*가 존재한다. 터미널내의 장비의 정보를 가지는 개체로 *Facilities* 개체가 존재하며 이 개체는 *G/C*, *T/C*, 그리고 *Y/T* 개체들로 구성되어 있다. 마지막으로 *EDI* 개체와 *Code* 개체는 계획 수립이 아닌 정보 참조로써 *Container*, *VVD* 및 모든 개체와 연관된다. *EDI*와 *Code* 개체를 제외한 각 개체들과 *Container*, *VVD* 개체 사이에는 정보를 참조하고 각 운영에 적합한 계획을 수립하는 관계가 생성된다.



[그림 3-4] 데이터베이스 전체 개념도

전통적인 데이터베이스 시스템에서는 사용자에게 의한 서비스 요청이 있기 전에는 데이터베이스의 동작이 발생하지 않는다. 하지만 컨테이너 터미널처럼 규모가 크고 데이터베이스를 사용하는 응용 시스템 개발에 있어서는 데이터의 일관성이 유지되어야 하며 새로운 정보의 갱신이 발생하면 새로운 상태를 유지하여야만 하는 상황이 발생할 수 있다. 예를 들어 컨테이너의 흐름에서 특정 컨테이너 정보의 갱신으로 인하여 여러 테이블에 새로운 정보가 반영이 되어야 한다면 이것을 응용 시스템에서 제어한다는 것은 데이터 일관성에 문제를 초래할 수 있을 뿐만 아니라 빈번한 데이터베이스와의 통신으로 계획 시간이 지연되는 결과를 낳는다. 또한 본 연구의 특성상 계획 가

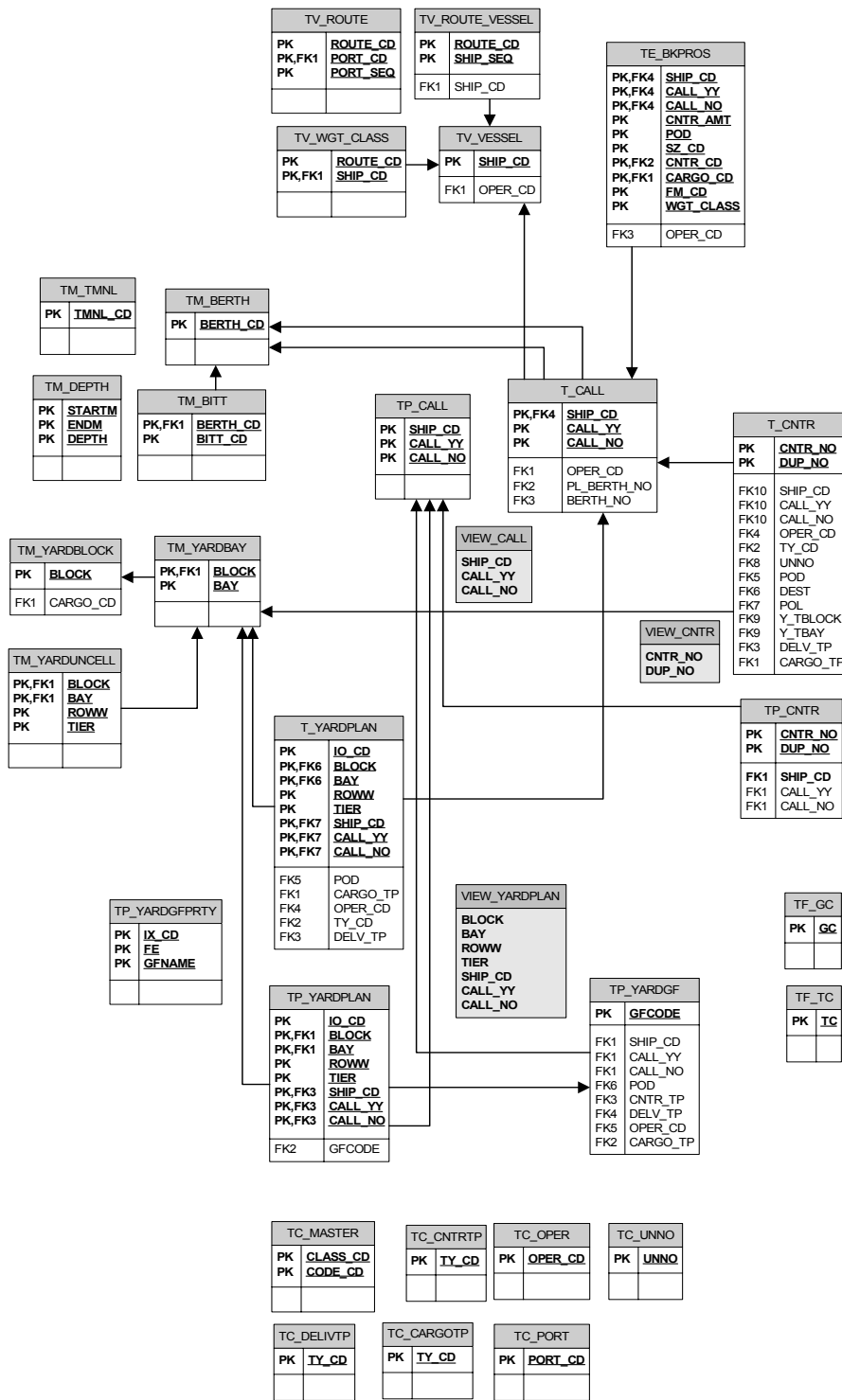


능한 최소한의 정보를 조회하여 이를 계획에 반영하며 전체 시스템에 일관성을 유지하여야 하기 때문에 기존 데이터베이스 시스템보다 좀더 능동적인 데이터베이스 시스템이 되도록 설계하여야 한다(유찬호, 1999).

따라서 본 연구에서는 능동 데이터베이스의 이전 단계에서 주로 사용되는 트리거(trigger)와 제약조건 검사(constraint checking)를 적절히 이용하여 계획 가능한 최소한의 정보를 컨테이너의 흐름에 따라 유지하며 갱신된 정보가 필요한 테이블에 일관성 있게 적용되도록 하였다.

### 3.4.2 Database Design

본 절에서는 앞에서 제기된 능동적인 데이터베이스 설계에 관련된 고려사항을 최대한 반영하고 실시간 정보조회가 원활히 이루어지도록 실제 데이터베이스를 설계하였다. [그림 3-5]는 시스템 데이터베이스를 정의하기 위한 직전 단계로 E-R Diagram을 나타내었고 본 연구인 수출입 장치장 계획을 수립을 위한 데이터베이스 영역 만을 나타내었다. 각 테이블간 관계에서 (1:n)은 foreign key(FK)로 정의하였고 (n:m) 관계는 새로운 테이블을 생성하는 방식으로 E-R을 표현하였다. Diagram의 복잡성을 피하기 위하여 Code 개체들과 다른 테이블간의 관계 표현은 생략하였고 각 개체에 해당하는 테이블의 속성들은 primary key(PK)와 FK까지만 표시하였다.



[그림 3-5] 시스템 E-R Diagram

먼저 앞선 전체 개념도의 각 개체에 해당하는 테이블들을 살펴보면 **Code** 개체는 TC\_CARGOTP, TC\_CNTRTP, TC\_DELIVTP, TC\_MASTER, TC\_OPER, TC\_PORT, TC\_UNNO 테이블들로 나누어지고 **EDI** 개체는 TE\_BKPROS로 **Facilities**는 TF\_GC, TF\_TC, **Terminal** 개체는 TM\_BERTH, TM\_BITT, TM\_DEPTH, TM\_TMNL, TM\_YARDBAY, TM\_YARDBLOCK, TM\_YARDUNCELL, **Vessel** 개체는 TV\_ROUTE, TV\_ROUTE\_VESSEL, TV\_VESSEL, TV\_WGT\_CLASS 들로 구성된다. **Master** 개체는 T\_CALL, T\_CNTR로 구성된다. 마지막으로 **Master** 개체와 다른 개체들간 관계로서 수출입 장치장 계획을 위한 테이블인 TP\_YARDGF, TP\_YARDGFPRTY, T\_YARDPLAN로 구성된다.

이상의 각 테이블에서 T\_CNTR, T\_CALL, T\_YARDPLAN은 과거 데이터를 모두 가지고 있는 **History** 정보로서 시간이 지날수록 많은 데이터가 누적되어 다른 테이블과 참조하여 조회할 때 많은 시간이 걸린다. 따라서 본 연구에서는 능동적으로 이 세 테이블에 대해서 항상 계획대상이 되는 정보만을 유지하는 TP\_CALL, TP\_CNTR, TP\_YARDPLAN를 설계하여 관리한다. 이 세 테이블은 각각의 키 값만을 유지하므로 **View** 테이블인 VIEW\_CALL, VIEW\_CNTR, VIEW\_YARDPLAN로써 다른 정보를 참조하도록 한다.

TP\_CALL, TP\_CNTR, TP\_YARDPLAN 테이블의 능동적인 관계를 살펴보면 T\_CALL에 새로운 모선 향차가 입력되면 설계된 트리거(trigger)에 의해 그 키 값이 TP\_CALL에 삽입되고 T\_CALL의 해당 모선향차의 작업종료를 입력하면 TP\_CALL의 해당 모선향차가 삭제되면서 이와 관련된 TP\_CNTR, TP\_YARDPLAN, TP\_YARDGF의 해당 모선향차의 내용이 자동으로 삭제되어 관리된다. 또한, T\_CNTR에 새로운 컨테이너가 입력되거나 기존의 내용이 수정되면 해당 컨테이너는 TP\_CNTR에 변경된 정보가 즉각적으로 반영된다. 따라서 이러한 트리거와 **View** 테이블에 의한 능동적인 작업으로 계획에 필요한 최소한의 정보만을 유지하므로 본 연구에서 제시하고자 하는 실시간 모니터링과 연계한 수출 장치장 계획을 수립하는 것에 있어 효율적인 데이터를 제공할 수 있다.

## 3.5 수출 장치장 계획 수립을 위한 해법

### 3.5.1 문제의 정의

수출 장치장 계획은 선박에 적재될 컨테이너를 장치장 공간에 효율적으로 장치 해 놓는 것이다. 따라서 수출 장치장 공간에 적재된 컨테이너는 선박의 적하계획과 밀접한 관계가 있다. 그러나 반대 측면에서 생각하면 효율적으로 계획된 선박 적하계획의 역순으로 장치장에 컨테이너가 장치되어 있다면 재취급(Re-Handling)이 발생하지 않는 가장 효율적인 수출 장치장 계획이라고 할 수 있다. 그러나 실제적인 업무 흐름에서는 수출 장치장 계획이 먼저 이루어지기 때문에 이러한 계획을 수립할 수는 없지만 선적 계획에서 고려되어야 하는 요소와 Loading Pattern들을 수출 장치장 계획에 반영한다면 보다 효율적인 계획이 가능할 것이다.

최근 선사에서는 선박의 안정성(Stability)을 매우 중요하게 생각하고 실제로 선적이 이루어진 선박에 대하여 사후 안정성을 매우 엄격하게 체크하고 있다. 적하 계획(Loading Plan)에서 고려되어야 하는 많은 요소 중에서 첫 번째는 컨테이너의 무게(Weight)이다. 따라서 수출 장치장 계획에서도 Loading Pattern인 컨테이너의 무게를 중요하게 고려하여야 한다. 현재 컨테이너들을 비슷한 무게 속성으로 그룹화하기 위해서 일반적으로 무게 등급을 세 등급 H(High), M(Medium), L(Low)로 나누어 관리한다. 그러나 이 세 등급 만으로는 무게를 중요시하는 적하 계획을 효율적으로 수립하기가 쉽지가 않다. 예를 들어 같은 등급의 컨테이너라도 상한 값과 하한 값의 차이가 많이 나기 때문에 무거운 컨테이너를 아래로 선적하기 위해서 재취급이 빈번하게 발생하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 무게 등급을 사용자 즉, 계획자(Planner)가 허용치(Allowance)를 입력하고 같은 무게 등급에서도 입력 허용치를 적용하여 장치위치를 결정하는 계획을 수립하도록 한다. 그리고 선박의 적하 계획은 적부도(Profile)의 속성에 맞는 컨테이너를 선적하게 되므로 장치장에서도 컨테이너들을 같은 속성으로 그룹화하는 것이 필요하다.

본 연구에서 제안하는 장치장 모니터링(Yard Monitoring)과 수출 장치장 계획을 통합한다는 것은 그만큼 컨테이너 장치 현황 및 정보를 정확하게 반영하여 계획을 수립할 수 있다는 이점이 있다. 반면에 이러한 시스템이 주는 이점과 상반된 결과 두 가지를 개선하여야 하는 문제를 발생시키는데 첫째로 실시간으로 변화하는 컨테이너의 흐름과 정보를 모니터링으로 표현하면서 계획을 수립하여야 하므로 수출 장치장 계획 모형을 적용하였을 경우 양쪽으로 시스템의 부하가 발생한다. 둘째로 모형을 적용하고 있는 도중에 장치장의 장치 현황 및 컨테이너 정보가 변경되는 경우이다. 따라서 이 두 가지 문제점을 고려하여 모형의 수행 시간이 짧으면서 효율적인 발견적 해법이 필요하며 장치할 공간의 변화에 유연하게 대응하는 모형이 요구된다.

### 3.5.2 수출 장치장 계획 수립 규칙

본 연구에서 제안하는 수출 장치장 계획 수립 규칙은 크게 세가지 절차로 나누어진 다. 첫 번째 절차는 각 선석별로 선적될 컨테이너의 전체 수량과 수출 장치장의 상황을 고려하여 대략적 장치장 공간을 할당한다. 두 번째 절차는 컨테이너를 같은 속성별로 그룹화하여 장치장 블록에 위치(Bay)를 지정한다. 마지막 절차로는 Gate로부터 반입되는 컨테이너들에 대한 지정된 Bay의 세부 위치(Row, Tier)의 순서를 결정한다. 첫 번째, 두 번째 절차의 컨테이너 목록은 선적예정목록(BKPROS: Booking Prospect) 또는 과거 모션항차의 통계 자료로부터 얻어지며 세 번째 절차에서는 반출입계(COPINO: Pick-up/Arrival Pre-Notification)의 정보를 이용하여 계획을 수립한다. 각 절차의 세부 규칙은 다음과 같다.

#### (1) 대략적 장치장 공간 할당

- 각 컨테이너 목록으로 선적될 컨테이너의 전체 물량 고려
- 계획하고자 하는 모션항차의 예상 작업시간에 양·적하 작업이 발생하는 모션항

차들을 고려한다.

- 컨테이너가 반입되는 시간대에 선박 양·적하 작업이 발생하지 않는 블록을 대상으로 한다.
- 계획하고자 하는 컨테이너 전체 물량보다 장치할 수 있는 블록의 장치 공간이 부족할 경우에는 컨테이너 물량 중에서 주요 POD 별로 가중치 비율을 주어 가능한 공간을 대상으로 계획을 하고 차후에 여유 공간이 발생하였을 경우에 계획하지 못한 컨테이너 목록에 대하여 재 계획을 수립한다.

## (2) 그룹별 장치 위치 배정

- 대략적 장치공간 할당 작업으로 장치 가능한 블록에 대하여 작업 모션 선석에 가까운 블록을 우선 고려한다.
- 선적 예정 물량 컨테이너를 다음과 같은 인자 순으로 그룹화한다. 본 연구에서는 일반 화물에 대해서만 장치장 계획을 고려하므로 그룹 속성에서 화물 속성은 제외하였다.
  - 모션항차 (Vessel & Voyage)
  - POD(Port Of Discharging)
  - Size (20', 40', 45')
  - F/M (Full, Empty)
  - Weight Class (H, M, L)
- 같은 열(Row)에는 재취급을 방지하기 위해서 다른 그룹의 컨테이너와 혼재를 금지한다.
- 같은 속성 그룹별로 Bay를 할당하며 하나의 Bay에 다른 속성의 그룹을 혼재하지 않는 것을 원칙으로 한다.
- Hi-Cubic은 3단(Tier), 그 외는 3.5단을 적재하는 것을 원칙으로 한다.
- Size가 45'인 것은 Hi-Cubic으로 정의하고 Hi-Cubic 물량은 하역장비인 T/C의 시야 확보를 하기 위해서 각 블록의 첫 번째 Bay와 마지막 Bay에 우선적으로

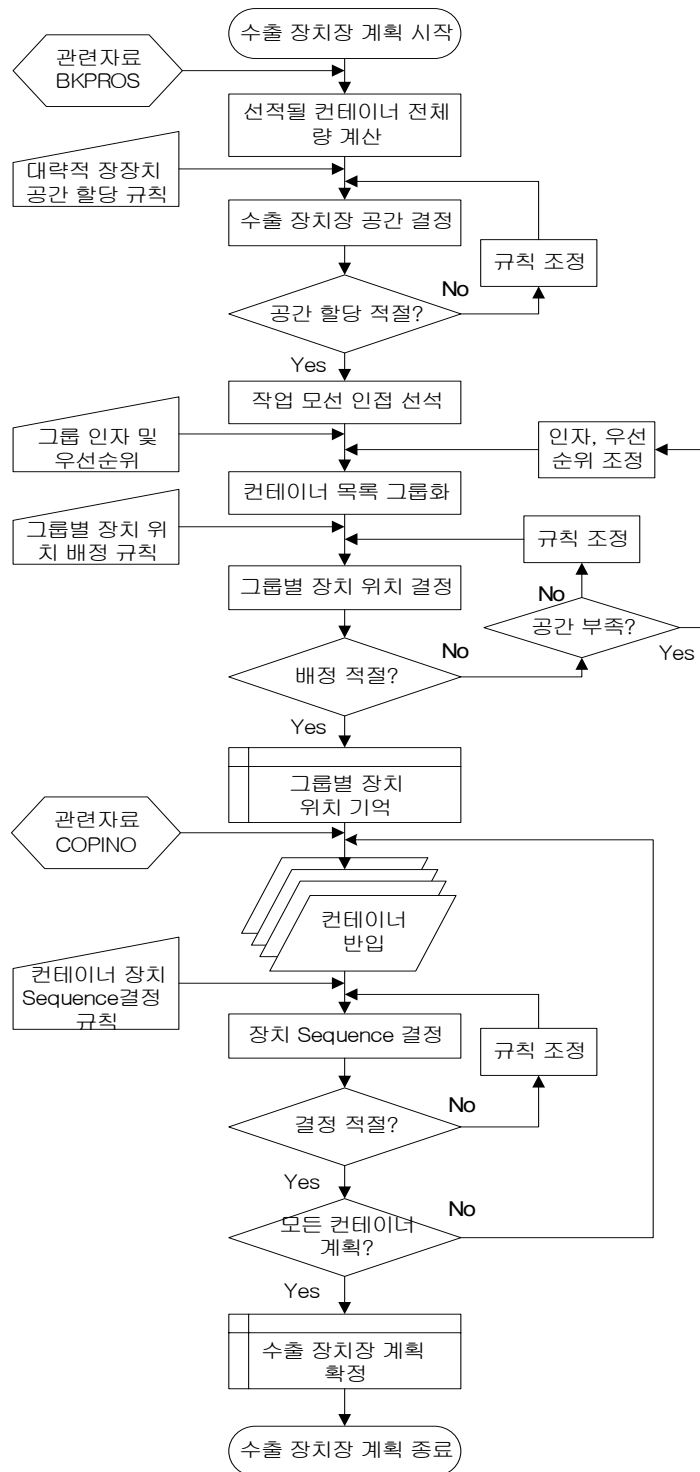
배정하고 이곳에 장치할 공간이 없으면 일반 위치에 배정한다.

- 같은 그룹의 컨테이너가 최대한 인접하도록 공간을 배정한다.
- 컨테이너 장치 공간 배정 우선 순위는 Hi-Cubic, 40ft, 그리고 20ft 컨테이너 순으로 배정한다.

### (3) 컨테이너 장치 Sequence 결정

- 같은 그룹이더라도 선적시 재취급을 방지하기 위해서 무게를 가장 중요한 의사 결정 요소로 두었다.
- COPINO가 입력되면 컨테이너의 실제 무게를 알 수 있으므로 Gate를 통해 반입되는 컨테이너가 해당 Bay의 위치까지 이동하는 동안 장치 Row, Tier 위치를 결정한다.
- 같은 무게 등급 중에서 계획자가 입력한 Allowance 값을 고려하여 같은 허용치에 속하는 컨테이너를 같은 Row, 그리고 Row 번호가 빠른 곳에 배정한다.
- Tier는 1, 2, 3, 4(3.5) 순서로 Row는 Y/T가 위치하는 반대 방향인 6, 5, 4, 3, 2, 1 순으로 우선적으로 배정한다.
- 모형의 수행 시간이 너무 오래 걸리지 않는 의미 있는 시간 내에 결과를 도출하여야 한다.

이상으로 수출 장치장 계획 수립을 위한 세가지 절차의 규칙 및 세부 고려사항을 살펴 보았다. 이 세가지 절차를 흐름도로 나타내면 [그림 3-6]과 같다.



[그림 3-6] 수출 장치장 계획 수립 과정



### 3.5.3 발견적 해법의 제시

본 절에서는 실제로 컨테이너 터미널에서 수출 장치장 계획을 수립할 때, 의미 있는 시간 내에 계획을 도출하고 다양한 제약조건들을 고려할 수 있는 발견적 해법을 제시하도록 하겠다.

제시된 발견적 해법은 대략적 수출 장치장 공간 할당(Phase I), 그룹별 장치 위치 배정(Phase II), 그리고 컨테이너 최종 장치 위치 결정(Phase III), 이 세 단계로 나누어 모형화하였고 이 세 모형이 수행되어 완전한 수출 장치장 계획을 수립하게 된다. 또한, 각 단계는 세부단계(Step)로 구성된다.

제시된 발견적 해법에서 반입되어 들어오는 컨테이너는 모두 일반화물임을 가정한다. 왜냐하면, 냉동 또는 위험 화물은 그 장치 블록이 미리 정의되어 있기 때문에 화물의 수량이 많은 일반화물만을 고려한다.

본 연구에서 제시된 해법에서 사용되는 기호는 다음과 같다.

$n$ : 작업 선박의 수

$m$ : 전체 Block 개수

$t'_k$ :  $k$  작업 선박의 화물 진입시각

$t''_k$ :  $k$  작업 선박 출항 시각

$b_i$ : Block  $i$ 의 최대 Bay 개수,  $i=1, K, m$

$A'$ : 계획 대상 선박에 선적될 20ft 컨테이너 물량

$A''$ : 계획 대상 선박에 선적될 40ft 컨테이너 물량

$A'''$ : 계획 대상 선박에 선적될 High-Cubic 컨테이너 물량

$$B(i, j, k, 1) = \begin{cases} 1: i \text{ Block}, j \text{ Bay}, k \text{ Row}, 1 \text{ Tier에 컨테이너 장치되지 않았으면} \\ (i=1, K, m), (j=1, K, b_i), (k=1, K, 6) \\ 0: \text{Otherwise} \end{cases}$$

$S_k$ :  $k$  작업 선박의 컨테이너가 반입되는 시간대에 양·적하 작업이 발생하지 않고

장치 가능한 Block의 집합

$G'_i$ : 20ft 각 그룹의 물량  $i=1,K$ , 20'그룹개수

$G''_i$ : 40ft 각 그룹의 물량  $i=1,K$ , 40'그룹개수

$G'''_i$ : Hi-Cubic 각 그룹의 물량  $i=1,K$ , Hi-Cubic그룹개수

$D'_i$ : 20ft를 실을 수 있는 공간의 Bay 집합  $i \in S_1$

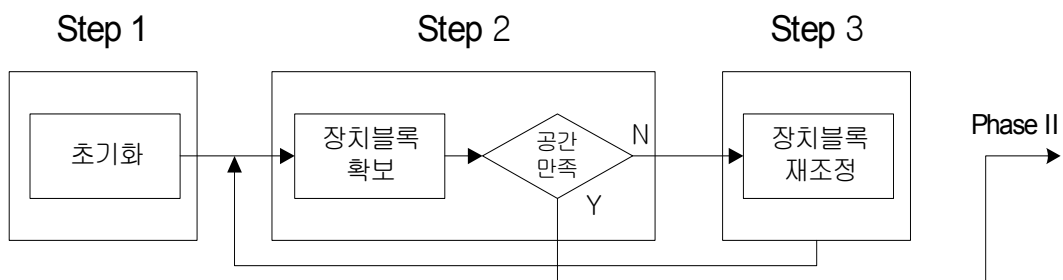
$R'_{ij}$ : 20ft를 실을 수 있는 공간의 Row 집합  $i \in S_1, j \in D'_i$

$D''_i$ : 40ft를 실을 수 있는 공간의 Bay 집합  $i \in S_1$

$R''_{ij}$ : 40ft를 실을 수 있는 공간의 Row 집합  $i \in S_1, j \in D''_i$

### 3.5.3.1 대략적 수출 장치장 공간 할당(Phase I)

Phase I은 계획 수립자들이 작업 대상인 특정 모션항차에 해당하는 적하 컨테이너 물량에 대하여 장치 가능한 블록을 결정하는 단계이다. 이것은 다음 단계인 그룹별 장치 위치를 배정하기 위한 블록을 결정하는 것이다. 이 단계는 다음 3가지 세부단계를 거쳐서 결정된다.



[그림 3-7] Phase I 단계의 구조

**Step 1 [초기화 단계]**

- (1) 계획하고자 하는 모선을  $k=1$ 로 두고  $t_1', t_1''$ 을 차례로 구한다.
- (2)  $t_1', t_1''$  사이 시간에 계획이 이루어지거나 작업중인 모선 수를 구하여  $n$ 의 값을 구한다.
- (3)  $k$ 를 제외한 나머지  $n-1$ 의 모선에 대하여 (1)과 같은 방법으로  $(t_{(k+1)}', K, t_n')$ ,  $(t_{(k+1)}'', K, t_n'')$ 의 값을 구한다.
- (4) 작업 계획 대상 선박의  $A', A'', A'''$ 의 값을 구한다.
- (5)  $S_1 =$  전체 Block
- (6) Step 2로 이동한다.

**Step 2 [장치블록확보 단계]**

- (1)  $k=1$ 인 선박의 컨테이너가 반입되는 시간대에 다른 모선의 양·적하 작업이 발생하지 않는 블록을 고려하기 위해서  $S_1 = S_1 - \sum_{k=2}^n S_k$ 를 구한다.
- (2) 필요한 40ft와 Hi-Cubic 공간을 만족하는지 체크하기 위하여  $\forall i \in S_1, j=1, K, b_i$ 인  $B(i, j, k, 1)=1$ 중에서 인접한 Bay를 체크하여 40ft를 실을 수 있는 공간의 Bay 집합  $D_i''(i \in S_1)$ 와 Row 집합  $R_{ij}''(i \in S_1, j \in D_i'')$ 을 구한다.
- (3) 필요한 20ft 공간을 만족하는지 체크하기 위하여  $\forall i \in S_1, j = \{1, K, b_i\} - \{k, k+1\}$  ( $k \in D_i''$ )에 대하여  $B(i, j, k, 1)=1$ 인 것을 체크하여 20ft를 실을 수 있는 Bay의 집합  $D_i'(i \in S_1)$ 와 Row 집합  $R_{ij}'(i \in S_1, j \in D_i')$ 을 구한다.
- (4)  $\sum_{i \in S_1} \sum_{j \in D_i''} \sum_{k \in R_{ij}''} \sum_{l=1}^4 B(i, j, k, l) > A'' + A'''$ 와  $\sum_{i \in S_1} \sum_{j \in D_i'} \sum_{k \in R_{ij}'} \sum_{l=1}^4 B(i, j, k, l) > A'$ 을 만족하면 대략적 수출 장치장 공간 할당 단계를 종료하고 그룹별 장치 위치 배정 단계로 이동한다. 그렇지 않으면 Step 3으로 이동한다.

**Step 3 [장치블록 재조정 단계]**

(1) 장치 공간이 부족하므로 컨테이너 그룹을 조정한다. 주 POD를 우선적으로 고려

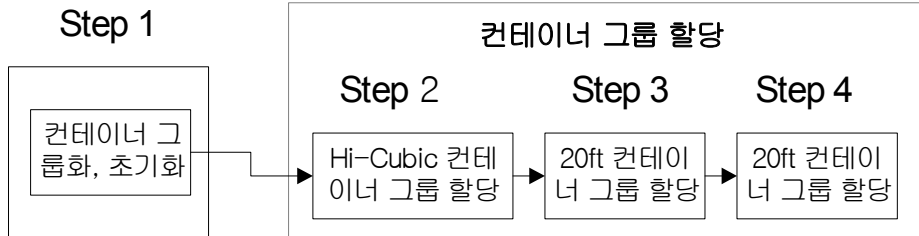
$$\text{하는 규칙으로 } A'' + A'' - \sum_{i \in S_1} \sum_{j \in D_j'} \sum_{k \in R_j'} \sum_{l=1}^4 B(i, j, k, l), \quad A' - \sum_{i \in S_1} \sum_{j \in D_j'} \sum_{k \in R_j'} \sum_{l=1}^4 B(i, j, k, l) \text{ 만큼의}$$

물량으로 컨테이너 그룹을 수정한다.

(2) Step 2의 (2)로 다시 이동한다.

**3.5.3.2 그룹별 장치 위치 배정(Phase II)**

Phase II는 Phase I에서 구한 계획 가능한 공간들을 대상으로 하여 선적 예정 물량 컨테이너를 그룹화하고 사용자의 계획 수립의 규칙 순서에 따라 그룹별 장치 위치를 결정하는 단계이다. 이 단계는 다음 그림과 같이 네 가지 세부단계로 나누어진다.



[그림 3-8] Phase II 단계의 구조

**Step 1 [컨테이너 그룹화 및 초기화]**

- (1) 작업 선박의 그룹 목록에서 POD+Size+F/M+Weight Class로 그룹화하여 Size, 수량으로 내림차순 정렬하여  $G'_i$  ( $i=1, K, 20'$  그룹개수),  $G''_i$  ( $i=1, K, 40'$  그룹개수),  $G'''_i$  ( $i=1, K, \text{Hi-Cubic}$  그룹개수)로 초기화한다.
- (2) 집합  $S_1$ 을 선석과 가까운 거리 순으로 오름차순 정렬한다.
- (3) Step 2로 이동한다.

**Step 2 [Hi-Cubic 컨테이너 그룹 할당]**

- (1)  $h=1$  로 초기화한다.
- (2) 만약  $G_h''' \neq 0$  이면 (3)로 아니면  $h=h+1$  하고 (2)로 다시 이동, 만약  $h$  가 마지막 값이고  $G_h''' = 0$  이면 Hi-Cubic공간 할당 완료이므로 Step 3의 (1)로 이동한다.
- (3) Hi-Cubic은 첫 번째 Bay와 마지막 Bay에 우선적으로 배정하므로  $D_i''(i \in S_1)$  에서  $R_{ij}''(i \in S_1, j=1 \text{ or } b_i)$  를 먼저 고려한다.
- (4)  $B(i, j, k, 1)=1$  이면  $G_h'''$  의 그룹속성 지정하기 위해 (5)로 이동한다.
- (5) 만약  $l \neq 3$  이면  $l$  는 1 증가, 만약  $l=3$  이면  $k \neq 1$  일 때  $k$  는 1 감소  $l$  는 첫 번째 원소, 만약  $k=1$  이고  $j$  가 마지막 원소가 아니면  $j$  는 다음 원소로 하고  $k$  는 마지막 원소,  $l=1$  로 변경하고 (2)로 이동한다.

**Step 3 [40ft 컨테이너 그룹 할당]**

- (1)  $h=1$  로 초기화한다.
- (2) 만약  $G_h'' \neq 0$  이면 (3)으로 아니면  $h=h+1$  하고 (2)로 다시 이동, 만약  $h$  가 마지막 값이고  $G_h'' = 0$  이면 Hi-Cubic공간 할당 완료이므로 Step 4의 (1)로 이동한다.
- (3)  $D_i''(i \in S_1)$  에서  $R_{ij}''(i \in S_1, j \in D_i'')$  을 대상 공간으로 함
- (4)  $B(i, j, k, 1)=1$  이면  $G_h''$  의 그룹속성 지정하기 위해 (5)로 이동한다.
- (5) 만약  $l \neq 3$  이면  $l$  는 1 증가, 만약  $l=3$  이면  $k \neq 1$  일 때  $k$  는 1 감소  $l$  는 첫 번째 원소, 만약  $k=1$  이고  $j$  가 마지막 원소가 아니면  $j$  는 다음 원소로 하고  $k$  는 마지막 원소,  $l=1$  로 변경하고 (2)로 이동한다.

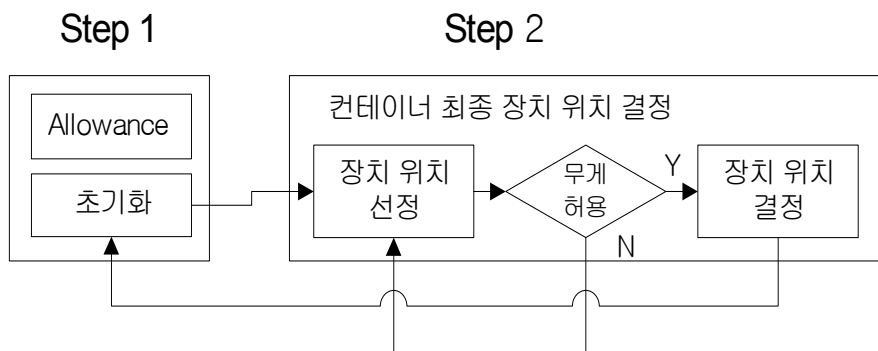
**Step 4 [20ft 컨테이너 그룹 할당]**

- (1)  $h=1$  로 초기화한다.
- (2) 20ft공간이 있더라도 40ft공간에 아직 공간이 남았다면 20ft물량을 우선적으로 배정한다.  $G_h' \neq 0$  이면 (3)으로 아니면  $h=h+1$  하고 (2)로 다시 이동, 만약  $h$  가 마

- 지막 값이고  $G'_h = 0$  이면 20ft공간 할당 완료이므로 (6)으로 이동한다.
- (3)  $D'_i(i \in S_1)$  에서  $R''_{ij}(i \in S_1, j \in D'_i)$  을 우선적으로 대상 공간으로 하고 모든 공간이 사용되었으면  $D'_i(i \in S_1)$  에서  $R'_{ij}(i \in S_1, j \in D'_i)$  을 이용한다.
- (4)  $B(i, j, k, l) = 1$  이면  $G'_h$  의 그룹속성 지정하기 위해 (5)로 이동한다.
- (5) 만약  $l \neq 3$  이면  $l$  는 1 증가, 만약  $l = 3$  이면  $k \neq 1$  일 때  $k$  는 1 감소  $l$  는 첫 번째 원소, 만약  $k = 1$  이고  $j$  가 마지막 원소가 아니면  $j$  는 다음 원소로 하고  $k$  는 마지막 원소,  $l = 1$  로 변경하고 (2)로 이동한다.
- (6) 장치 계획할 컨테이너 그룹의 모든 공간이 할당되었으므로 단계를 종료한다.

### 3.5.3.3 컨테이너 최종 장치 위치 결정(Phase III)

Phase III은 Phase I, II와 달리 실제로 컨테이너가 Gate로부터 반입되는 컨테이너들에 대하여 Loading Pattern을 고려하여 선박에 Loading시에 재취급이 최소화되도록 지정된 Phase I, II에서 구한 Bay의 세부 위치(Row, Tier)의 순서를 결정한다. 컨테이너 무게는 COPINO 정보를 이용하고 사용자의 계획 수립 규칙을 적용하는 단계이다. 이 단계는 다음과 같은 몇 가지 세부단계로 이루어진다.



[그림 3-9] Phase III 단계의 구조

**Step 1 [Allowance 입력 값 및 초기화]**

- (1) 사용자가 컨테이너 무게 등급에 따른 허용치 값을 **Heavy, Medium, Low** 별로 각각  $W_i (i = h, m, l)$  로 입력 받는다.
- (2) **Gate**로부터 반입되는 작업모션 컨테이너  $C_i^k (k = \text{모션 index}, i = \text{Container index})$  가 속하는 그룹  $G_i^k (k = \text{'ork' = ''}, i = \text{Group index})$  을 파악한다.
- (3) 이  $G_i^k (k = \text{'ork' = ''ork = ''}, i = \text{Group index})$  의 장치 공간이 배정된  $D_i^h (i \in S_1)$   $R_{ij}^h (i \in S_1, j \in D_i^h)$  을 준비한다.
- (4) Step 2로 이동한다.

**Step 2 [그룹내의 최종 장치 위치 결정]**

- (1)  $G_i^k$  그룹의  $D_i^h (i \in S_1)$  장치 공간에 장치된 컨테이너 상황을 체크한다.
- (2) 만약  $G_i^k$  그룹의  $D_i^h (i \in S_1)$  장치 공간에 처음 장치되는 컨테이너이면 **Bay Index** 가 빠른 순서, **Row Index**가 큰 번호부터, **Tier Index**가 작은 번호부터 할당하고 Step 1의 (2)로 이동, 그렇지 않으면 다음으로 이동한다.
- (3) 장치된 **Stack**의 적어도 하나의  $Tier < 4$  이면 이때 장치된  $r = \text{Row}, t = \text{Tier}$  로 두고 다음으로 이동한다.
- (4)  $D_i^h (i \in S_1), R_{ij}^h (i \in S_1, j \in D_i^h)$  의  $C_i^k$  의 무게를 체크(단,  $t = 1$  이면  $C_i^k$  의 무게는 0) 하여 현재  $C_j^k$  의 컨테이너 무게의 차이를 비교하여  $W_i$  의 범위 안에 들면  $E_{T_t}^h$  에 컨테이너 최종 장치 위치를 결정하고 Step 1의 (2)로 이동, 아니면 다음으로 이동한다.
- (5) 모든 **Row**를 탐색하였으면 (6)으로 이동, 아니면 다른  $Tier < 4$  인 장치 위치  $r = \text{Row}, t = \text{Tier}$  로 두고 (4)로 이동한다.
- (6) 모든 장치 가능한 **Row** 중에서  $|C_i^k - C_j^k|$ 가 가장 작은 **Row**의 **Tier**에 컨테이너 최종 장치 위치 결정하고 Step 1의 (2)로 이동한다.

## 제 4 장 시스템 구현 소개 및 모형의 적용

### 4.1 시스템 개발 방향 및 특징

본 장에서는 앞서 분석된 업무 내용과 시스템 설계를 바탕으로, 수출 장치장 계획을 수립하기 위한 의사결정 지원 시스템을 구현한 내용을 소개한다. 개발 시스템의 환경은 다음과 같다.

- Server OS: Windows 2000 Server
- Client OS: Windows 2000 Professional
- CPU: Pentium II-400
- Memory: 512MB
- Resolution: 1280 × 1024
- DBMS: Oracle 8.16
- 개발도구: Visual Basic 6.0

개발된 시스템의 특징을 살펴 보면 첫째, 실제 컨테이너 터미널에서 계획자가 계획을 수립하는 업무규칙을 기반으로 하여 이론적 해법을 도입한 시스템으로 설계되어 실제 업무에 사용이 가능하다. 둘째, 사용자의 편의성을 도모하기 위해서 서버에는 DBMS를 탑재하여 수출 장치장 및 장비 배정에 필요한 정보만을 제공하며 사용자가 사용하는 클라이언트에서는 이를 GUI(Graphic User Interface)로 구현하여 계획자의 의사결정을 직관적으로 쉽게 내릴 수 있도록 지원하도록 하였다. 마지막으로 향후에 시스템의 변경과 확장이 용이하도록 각 기능별로 모듈화하여 설계하였다.

시스템의 개발을 위해서 적용된 데이터는 다음과 같다.

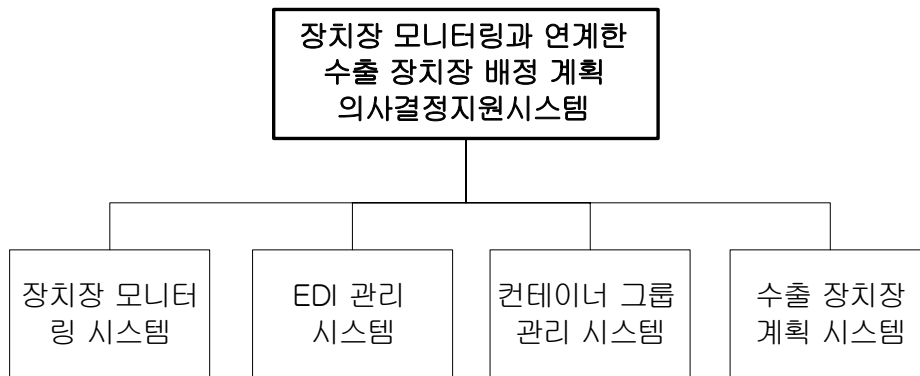
- 접안가능 선석: 3선석



- 선박 하역장비: G/C 7대
- 장치장 하역장비: T/C 16대
- 블록: 28 Block
- Ground Slot: 4374 TGS
- 최대 Row: 6열
- 최대 Tier: 4단(기본 3.5단)

모션항차와 장치장내 컨테이너에 관한 정보는 실제로 터미널에서 수출입 장치장 계획을 실행한 자료 및 장치되어 있는 정보를 사용하였다.

## 4.2 시스템의 구조



[그림 4-1] 시스템의 구성

본 연구에서 구현한 컨테이너 터미널 모니터링과 연계한 수출 장치장 배정 계획 의사결정지원시스템은 [그림 4-1]과 같이 크게 네 개의 하부 시스템으로 세분화되며 각각의 기능에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

먼저 장치장 모니터링 시스템은 Gate에서 반출입되거나 본선에서 양·적하 또는 구내이적 되는 컨테이너들에 대한 감시를 하는 시스템으로 장치장에서 컨테이너의 최종

흐름을 실시간으로 확인할 수 있다.

EDI 관리 시스템은 선적 예정 물량(BKPROS) 또는 반출입계(COPINO) 정보를 관리하는 시스템으로서 특히 BKPROS는 수출 장치장 계획 시스템에서 사용하는 컨테이너 그룹 시스템과 연계하여 별도의 작업 없이 컨테이너 그룹을 생성하는 기능을 또한 수행한다.

컨테이너 그룹 관리 시스템은 수출 장치장 계획을 수립하기 위한 컨테이너 그룹인자를 관리하고 과거 모션항차 정보를 이용하여 컨테이너 목록을 생성하는 기능을 수행한다. 또한 EDI 관리 시스템과 연계하여 반입될 컨테이너 목록을 받는 기능 또한 가지고 있다.

마지막으로 수출 장치장 계획 시스템은 전체 시스템에서 가장 중요한 부분을 차지하는 하부 시스템으로서 크게 두 가지 기능을 가지고 있다. 첫째로 컨테이너 그룹 관리 시스템에 의해서 생성된 컨테이너 그룹을 대상으로 장치장 공간을 할당하는 기능과 실제로 Gate로부터 반입되는 컨테이너들의 계획된 장치공간에서 최종 장치 위치를 결정하는 기능을 수행한다.

## 4.3 시스템의 적용

### 4.3.1 적용 자료

본 연구에서 설계 및 개발한 의사결정지원시스템을 실제 자료를 이용하여 적용하기 위하여 컨테이너 터미널에 입항하여 작업을 수행한 모션항차인 N-19 항차와 M-05 항차의 자료를 이용하였으며 수출 장치 공간 할당을 위한 컨테이너 그룹의 자료는 <표 4-1, 2>와 같다.

<표 4-1> N-19 항차 컨테이너 목록

N-2002-19					
POD	Full/Empty	Cargo	Size	Wgt Class	Amount
CNDLC	F	GP	20	H	15
CNDLC	F	GP	20	M	2
CNDLC	F	GP	20	L	2
CNDLC	F	GP	40	H	16
CNDLC	F	GP	40	M	1
CNDLC	F	GP	40	L	1
CNDLC	F	GP	45	H	1
-----					
CNTXG	F	GP	20	H	27
CNTXG	F	GP	20	M	12
CNTXG	F	GP	20	L	10
CNTXG	F	GP	40	H	15
CNTXG	F	GP	40	M	9
CNTXG	F	GP	40	L	8
CNTXG	F	GP	45	H	28
※ Size 45는 Hi-Cubic				Total(van)	147

<표 4-2> M-05 항차 컨테이너 목록

M-2002-05					
POD	Full/Empty	Cargo	Size	Wgt Class	Amount
JPHKT	F	GP	40	H	7
JPHKT	F	GP	40	M	1
JPHKT	F	GP	40	L	3
JPHKT	F	GP	45	H	19
-----					
JPNGO	F	GP	20	M	2
JPNGO	F	GP	45	H	19
-----					
JPYOK	F	GP	20	H	66
JPYOK	F	GP	20	M	17
JPYOK	F	GP	20	L	12
JPYOK	F	GP	40	H	22
JPYOK	F	GP	40	M	10
JPYOK	F	GP	40	L	4
JPYOK	F	GP	45	H	38
-----					
USHOU	F	GP	20	H	21
USHOU	F	GP	20	M	5
USHOU	F	GP	20	L	7
USHOU	F	GP	40	H	5
USHOU	F	GP	40	M	5
USHOU	F	GP	45	H	15
-----					
USLAX	F	GP	20	H	3
USLAX	F	GP	20	M	6

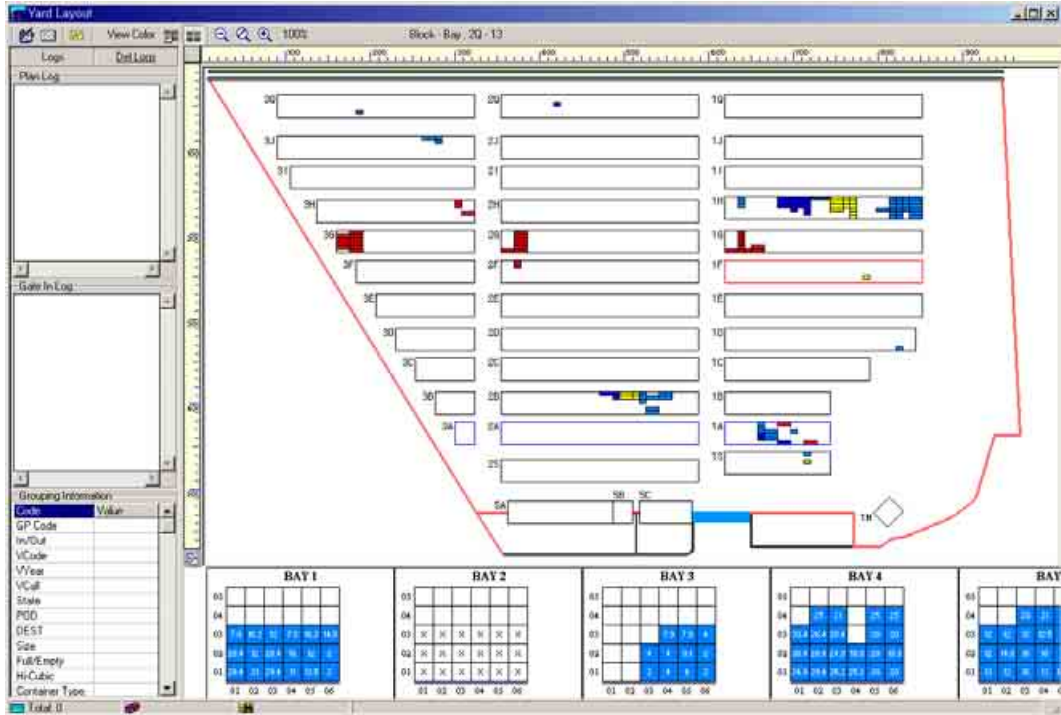
USLAX	F	GP	20	L	1
USLAX	F	GP	40	H	13
USLAX	F	GP	40	M	13
USLAX	F	GP	40	L	7
USLAX	F	GP	45	H	55
USNYC	F	GP	20	H	2
USNYC	F	GP	20	M	1
USNYC	F	GP	20	L	3
USNYC	F	GP	40	H	2
USNYC	F	GP	40	M	13
USNYC	F	GP	40	L	2
USNYC	F	GP	45	H	7
USOAK	F	GP	40	H	1
USOAK	F	GP	40	M	1
USOAK	F	GP	45	H	4
※ Size 45는 Hi-Cubic				Total(van)	412

수출 장치장 최종 위치 결정을 하기 위한 Gate 반입 컨테이너 정보는 컨테이너 목록 수량과 일치하는 N-19 항차 147(van)과 M-05 항차 412 (van), 총 559 (van) 물량의 실제 컨테이너 정보를 이용하였다. N-19는 2번 선석에 M-05는 1번 선석에 접안한다.

#### 4.3.2 단계별 적용

본 절에서는 제 3 장에서 제안한 발견적 해법을 각 단계별로 앞 절에서 제시된 자료를 이용하여 실제로 적용한 결과와 개발된 시스템을 제시한다. 먼저 해법을 적용하기 전에 개발된 시스템의 주요 화면을 [그림 4-2]에 표시하였다. 이 화면은 현재 모니터링을 하고 있으면서 수출 장치장 계획을 수립하기 위한 초기 화면이다.

[그림 4-2] 화면에서 그림 상단이 선석이며 좌측부터 1, 2, 3번 선석 순으로 지정되어 있다. 화면 좌측에 계획 또는 Gate 반입 Log를 나타내는 화면과 컨테이너 그룹 속성을 자세히 볼 수 있는 속성창과 화면 중앙의 전체 조감도 그리고 하단의 Bay별 장치 현황 조회로 구성되어 있다. 해법이 적용되어 수출 장치장 계획이 수립되면 이 전체 조감도와 하단의 Bay별 장치 현황 화면에 수립된 계획이 표현된다.

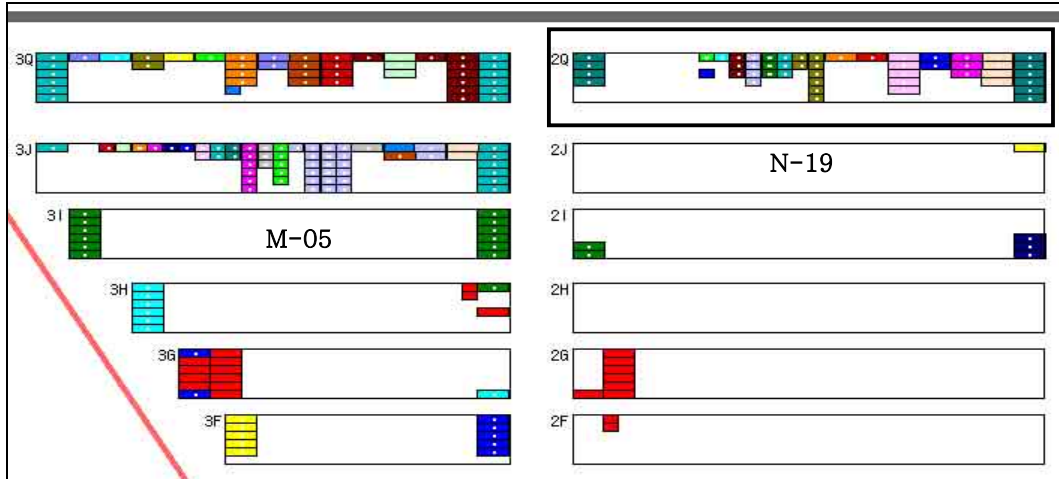


[그림 4-2] 시스템 초기 상태

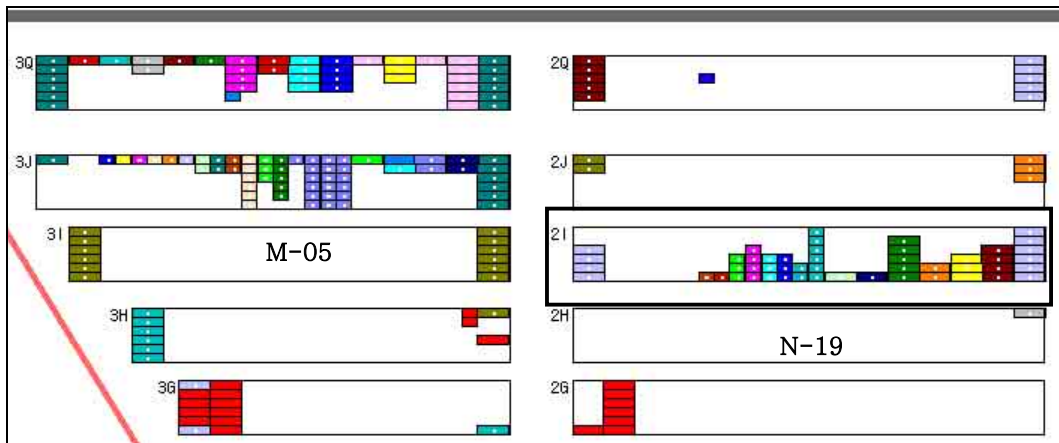
해법의 적용 절차를 설명하면 대략적 수출 장치장 공간을 할당하는 Phase I과 그룹별 장치 위치 배정 단계인 Phase II는 연속적으로 발생하고, 컨테이너별 최종 장치 위치를 결정하는 Phase III는 Gate로부터 컨테이너가 반입되면 발생하므로, 이를 두 단계로 나누어 적용된 해법 결과를 제시한다.

#### 4.3.2.1 해법 Phase I, II의 적용

계획이 수립되는 절차를 간단히 설명하면, 해법 Phase I에서는 계획하고자 하는 컨테이너 그룹이 장치될 여유 공간이 있는지 먼저 계산하고 장치 가능한 블록과 베이를 Phase II로 전달한다. 해법 Phase II에서는 배정 규칙을 적용하여 컨테이너 목록 별로 장치될 위치를 배정한다. [그림 4-3, 4]에 해법 Phase I, II가 수행된 결과를 나타내었다.



[그림 4-3] Phase I, II 수행 결과 (N-19, M-05)



[그림 4-4] Phase I, II 수행 결과 (M-05, N-19)

[그림 4-3]은 N-19 향차에 먼저 장치 공간을 배정하고 M-05 향차를 나중에 배정한 결과를 나타내었다. N-19는 2번 선석에 접안하므로 2Q 블록에 전체가 배정이 되었고 Hi-Cubic은 1번과 마지막 Bay에 배정이 되었다. M-05 향차는 1번 선석에 접안하므로 3Q 블록에 먼저 배정이 되었다. [그림 4-4]는 M-05 향차를 먼저 배정하고 N-19 향차

를 배정한 결과이다. 2Q 블록에 많은 공간이 남아 있지만 컨테이너가 반입되는 시간대에 선박 양·적하 작업이 발생하지 않는 블록을 대상으로 하기 때문에 거리가 떨어져 있더라도 N-19 항차의 컨테이너 목록은 2I 블록에 배정이 되었다. 따라서 해법 Phase I, II의 수행 결과 각 모션항차의 컨테이너 목록에 대한 장치 공간 배정은 적절하게 계획되었음을 알 수 있다.

본 시스템은 모니터링 작업을 수행하면서 장치장 배정을 수행하기 때문에 의미 있는 시간 내에 해법이 적용되어 결과로 반영되어야 한다. 따라서 각 모션항차의 컨테이너 목록에 대해 장치장 배정 계획을 수립하는 해법 Phase I, II의 계산량을 <표 4-3>에 나타내었다. Phase I 계획을 수립하는 시간은 동일하게 측정이 되었으며 Phase II의 계획 수립 시간은 물량에 따라서 그리고 어떤 컨테이너 목록을 먼저 배정하느냐에 따라서 약간의 차이는 있지만 전체적으로 매우 짧은 시간 이내에 만족할 만한 결과를 도출하였다. 이상의 결과에서 나타나듯이 모니터링이 이루어지는 실시간 상황에서 수출 장치장 계획을 수립하는 시스템으로서 실무에 적용할 수 있는 수준의 결과를 나타내었다고 할 수 있다. 또한 보다 정확한 계산 결과를 위해서는 본 연구에서 수행한 자료보다 더욱 많은 자료로 검증해볼 필요성이 있다.

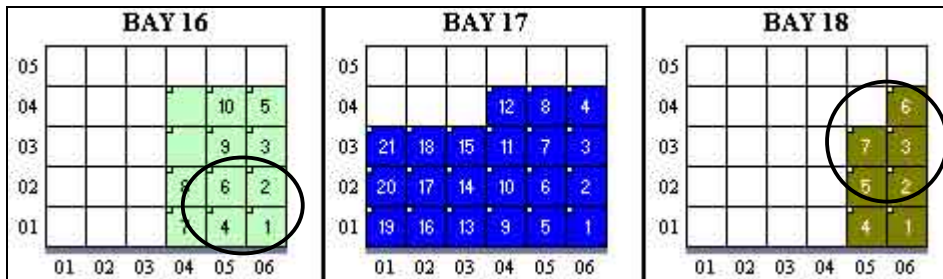
<표 4-3> Phase I, II 계산량 분석

적용순서	모션항차	물량	계산시간(sec)		전체시간(sec)
			Phase I	Phase II	
1. N-19	N-19	147	0.030	0.120	0.410
2. M-05	M-05	412	0.030	0.230	
1. M-05	M-05	412	0.030	0.441	0.591
2. N-19	N-19	147	0.030	0.090	

#### 4.3.2.2 해법 Phase III의 적용

계획이 수립되는 절차를 간단히 설명하면, 해법 Phase III에서는 컨테이너가 Gate로

부터 반입이 되면 그 컨테이너가 속한 장치장 계획 그룹을 찾고, 사용자가 입력한 Weight Allowance를 적용하여 같은 무게 그룹에 속하더라도 비슷한 무게의 컨테이너들로 같은 Row를 구성하도록 하는 것이다.



[그림 4-5] Phase III 수행결과

입력 자료로는 Phase I, II에 입력한 컨테이너 목록의 개수와 일치하는 컨테이너 정보를 랜덤하게 발생시키는 방식을 취하였다. [그림 4-5]는 반입되는 컨테이너의 최종 장치 순서를 나타내는 Bay화면이다. Phase III 단계를 수행하기 위해서 제약 값으로 Weight Allowance를 20ft일 때 (H:M:L, 15:3:2), 40ft일 때 (H:M:L, 15:5:3)로 입력하였고 단계를 수행한 결과의 일부분을 나타내었다. Bay 16과 Bay 18을 살펴보면 Weight Allowance 값의 제약에 의하여 장치 순서가 변경되었음을 알 수 있다.

Phase III의 수행 결과를 분석하기 위하여 해법이 적용되는 시간을 측정하였으며 최초 장치 계획 시간과 새로운 Row에 장치되는 컨테이너의 계획 시간은 0에 가까운 매우 작은 값이므로 무시하고 그 이외의 컨테이너에 대한 장치 위치를 결정하는 계산 시간에 대해 분석하여 보면, 계산에 적용된 컨테이너 개수는 226(van)이며 총 해법 수행시간의 합은 2.68261719 초였으므로, 개당 평균 수행시간은 0.01186999 초가 된다.

이상의 결과에서 실시간 장치장 모니터링을 운영하면서 수출 컨테이너 최종 위치 결정을 하는 계획이 의미 있는 시간 내에 수립되었다고 볼 수 있으며, 정확한 검증을 위해서는 보다 많은 자료를 이용하여 수행해 볼 필요성이 있다고 하겠다.



## 제 5 장 결 론

최근 우리나라는 증가하는 컨테이너 물동량을 처리하기 위해 부산, 광양 등에 새로운 컨테이너 터미널을 개발하고 있으며 기존의 터미널도 선석의 증설 공사 등으로 화물 처리 능력을 증대 시키고 있는 실정이다. 신설되는 컨테이너 터미널뿐만 아니라 기존 터미널들 역시 공통적으로 여러 가지 생산성 및 효율성을 높일 수 있는 방안을 모색하고 있으며 이러한 방법으로 터미널간 경쟁력을 확보하려고 노력하고 있다. 따라서 본 연구에서는 터미널의 생산성을 높일 수 있는 방법으로 초기 투자 비용이 적게 들고 기존의 터미널 시스템에 비교적 쉽게 적용되어 사용할 수 있는 터미널 운영 계획 시스템 중에서 주요 의사결정요소인 수출 장치장 계획을 수립하는 방안에 관하여 연구하였으며 이에 대한 방법론을 제시하였다.

현재 모든 국내 컨테이너 터미널에서 장치장을 효율적으로 사용하기 위해 수출 장치장 계획을 수립하여 운영하고 있으나, 이러한 계획을 수립하는 과정은 항상 변화하는 장치장의 정보와 이원화되어 있어 계획을 수립하는 시점에서 실시간의 장치장 현황을 계획에 정확히 반영하지 못하고 있는 실정이다. 이러한 계획의 한계성과 문제점 들로는 계획하고 있는 동안에 변화하는 장치장 정보를 반영하지 못하기 때문에 항상 부족한 장치장 공간에 대한 부분적인 계획과 재계획을 수립하는 데 많은 어려움을 겪고 있는 것을 들 수 있다. 또한, 실제 운영에서 크게 중요한 제약 요소 중의 하나인 하역 장비의 위치 및 간섭을 파악할 수 없을 뿐만 아니라 Gate로부터 반입되는 컨테이너에 대한 최종 컨테이너 장치 위치 역시 능동적으로 결정해주지 못하는 문제점을 가지고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제점들을 고려하고 보완하고자 실시간 운영 시스템인 장치장 모니터링 시스템과 수출 장치장 계획 시스템을 통합하여 실시간 컨테이너 정보를 이용하여 수출 장치장 계획을 수립하는 방안을 시도하였고 발견적 해법을 제시하였다.

본 연구를 수행한 결과로 얻어진 주요한 성과들을 살펴보면 첫째, 기존에 이루어진 연구에서 벗어나서 운영시스템과 계획시스템을 따로 나누지 않고 하나로 통합하여 운영 계획을 수립하는 방법 및 해법에 대한 연구를 시도하였다. 이러한 연구를 통하여 현재 이원화되어 있는 장치장 운영 계획 업무를 보다 효율적으로 수행하는 통합계획에 대한 방법을 제시하였다. 둘째, 대부분의 연구가 수출 장치장 계획에 대해 부분적으로 이루어졌으나 본 연구에서는 전체 단계, 즉, 장치 공간의 배정 및 최종 위치까지 결정하는 것에 대한 연구를 하였으며, 해법을 도출하는 과정에서 실무에서 계획수립자들이 수출 장치장 계획을 수립하기 위해 고려하는 방법들을 기초로 하여 현실에 사용될 수 있는 발견적 해법을 제시하였다. 마지막으로 본 연구에서 제시된 해법을 적용하기 위하여 실제 업무에서 사용될 수 있는 시스템을 개발하고 구현하였으며 개발된 시스템에 국내 터미널의 실제 자료를 이용하여 제시된 해법을 검증하였고 의미 있는 시간 내에 만족할 만한 해를 나타내었다.

본 연구에서 얻어진 성과 및 결과를 바탕으로 향후 수출 장치장 계획뿐만 아니라 수입장치장 계획 및 하역 장비 배정 업무를 실시간 운영 시스템과 통합하여 계획을 수립하는 연구가 이루어져야 하겠다.

## 참 고 문 헌

Chen, T., K. Lin and Y. C. Juang, “Empirical Studies on Yard Operations. Part2: Quantifying Unproductive Moves Undertaken in Quay Transfer Operations”, *Marit. Pol. Mgmt.*, Vol. 27, No. 2(2000), 191-207.

Kim, K. H. and H. B. Kim, “Segregating Space Allocation Models for Container Inventories in Port Container Terminals”, *International Journal of Production Economics*, Vol. 59(1999), 415-423.

Kim, K. H., “Evaluation of the Number of Rehandles in Container Yards”, *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 32(4)(1997), 701-711.

Kim, K. H., Y. M. Park and K-R Ryu, “Deriving decision rules to locate export containers in container yards”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 124, Issue 1, 1(2000), 89-101.

Kim, K. Y. and K. H. Kim “A Routing Algorithm for a Single Transfer Crane to Load Export Containers onto a Containership”, *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 33, Issues 3-4(1997), 673-676.

Kim, K. Y. and K. H. Kim, “A Neighborhood Beam Search Algorithm for Routing Yard-Side Equipment in Port Container Terminals”, *한국항만학회 추계 학술대회 논문집*, (1998), 315-322.

Peter Preston and Erhan Kozan, “An approach to determine storage locations of containers at seaport terminals”, *Computers & Operations Research*, Vol. 28, Issue 10, (2001), 983-995.

Henry F. Korth, A. Silberschatz, and S. Sudarshan, *Database System Concepts*, The McGraw-Hill Companies, Inc.

Yun, W. Y. and Y. S. Choi, “A Simulation Model for Container-Terminal Operation Analysis Using Object-Oriented Approach”, *International Journal Of Production Economics*, Vol. 59(1999), 221-230.

김갑환, 김홍배, 홍봉희, 김기영, 배종욱, 최진오, 김두열, 이영기, 박영만, 박강태, 손행대 “수출입 컨테이너 장치장 배정을 위한 소프트웨어의 개발”, *경영과학*, 제13권, 제12호(1995), 1-15.

김갑환, 원승환, 양창호, 김영훈, 배종욱, “시뮬레이션을 사용한 자동화 컨테이너 터미널 레이아웃의 평가”, *한국경영과학회/대한산업공학회 춘계공동학술대회*, (2001), 418-421.

김동조, 박영택, “Planning 기반 컨테이너 장치 계획 시스템”, *한국지능정보시스템학회 논문집*, 제5권, 제1호(1996), 145-166.

김두열, *컨테이너 터미널의 수출 컨테이너에 대한 장치장 공간할당 계획시스템*, 부산대학교 산업공학 석사논문(1995).

김종훈, 윤원영, 김갑환, 권봉재, 조지운, “컨테이너 터미널의 효율적인 운영을 위한

의사결정지원시스템”, *대한산업공학회지*, Vol. 11, No. 1(1998), 105-117.

박두호, *컨테이너 장치 작업을 위한 크레인 배정 및 작업순서 결정*, 한국해양대학교 물류시스템공학 석사논문(1999).

박원옥, “객체지향 데이터베이스 설계를 위한 데이터 모델링에 관한 연구”, *The Journal of MIS Research*, Vol. 2, No. 2(1992), 103-120.

손예진, 류광렬, 김갑환, “제약만족 탐색 기법을 이용한 수출 컨테이너 장치장 계획”, *한국지능정보시스템학회 춘계학술대회논문집*, Session A1.4(2002), 99-105

신재영, 광규석, 남기찬, “효율적인 컨테이너 터미널 선적 계획을 위한 의사결정지원시스템”, *한국항만학회지*, 제2권, 제13호(1999), 1-12.

신재영, 남기찬, “컨테이너 선박의 자동적재 계획을 위한 지능형 의사결정지원시스템”, *한국항만학회지*, 제16권, 제2호(1998), 29-37.

심정보, 마도현, 김광렬, 어진수, *오라클 SQL 튜닝 실무 사례*, 대청출판사, 1997

용운준, 장성용, “시뮬레이션 기법을 이용한 컨테이너 터미널의 자원배정 전략에 관한 연구”, *한국경영과학회 99추계학술대회논문집*, Session B3.1(1999).

유찬호, *실시간 응용을 위한 능동객체 데이터베이스 시스템: 커널구조 및 인덱스 메커니즘*, 충남대학교 컴퓨터공학 박사논문(1999).

윤원영, 안창근, 최용석, 김갑환, “컨테이너 터미널 계획 평가를 위한 시뮬레이션 연

구”, *한국항만학회 추계학술대회논문집*, (1998), 117-124.

이경모, 김갑환, “트랜스퍼 크레인의 반입 및 반출 작업순서 결정규칙의 도출과 비교 실험연구”, *한국경영과학회/대한산업공학회 99춘계공동학술대회논문집*, Session C2 302(1999).

이광인, *컨테이너 선적 계획을 위한 통합 의사결정지원시스템*, 한국해양대학교 물류시스템공학 석사논문(1998).

이상완, 최형림, 박남규, 김현수, 박병주, 노진화, “유전 알고리즘을 이용한 컨테이너 적하계획”, *한국지능정보시스템학회 춘계학술대회논문집*, Session A1.5(2002), 106-111.

이상훈, *ATC 작업 효율화를 위한 자동화 컨테이너 터미널의 장치장 할당 모형*, 한국해양대학교 물류시스템공학 석사논문(2002).

이철영, *항만물류시스템*, 효성출판사, 1998.

최형림, “수출입 컨테이너화물 통합데이터베이스 구축”, *한국해운학회*, 제31권(2000), 157-174.

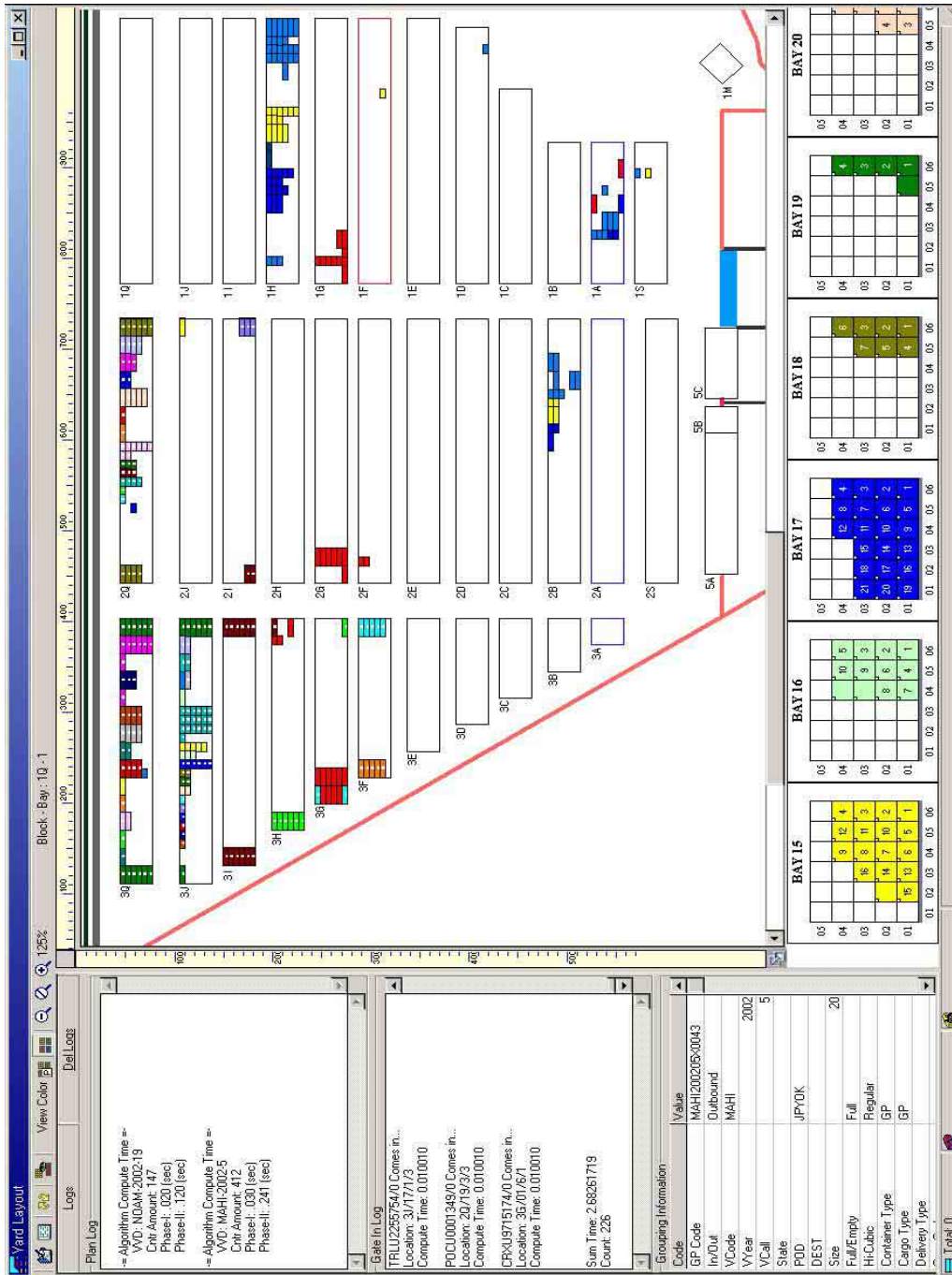
하태영, 신재영, “효율적인 하역장비 운용을 위한 컨테이너 터미널 선적계획모형”, *한국해양대학교 부설 물류연구센터 논문집*, 제3집(1999), 39-53.

허순영, 김형민, 양근우, 최지윤, “객체지향 데이터베이스를 이용한 지식베이스 모형(OOKS) 개발”, *한국지능정보시스템학회논문집*, 제5권, 제1호(1999), 13-34.

<부록>

장치장 모니터링과 통합된 수출 장치장 배정  
계획 시스템 주요 화면

### <모니터링 및 장치장 계획 화면>





### 〈Block 및 Bay 조희 화면〉

The screenshot displays the 'Yard Explorer - 2Q' software interface. The main area is a grid of 20 bays, labeled BAY 1 through BAY 20. Each bay is represented by a 5x6 grid of cells. The rows are numbered 01 to 05 from bottom to top, and the columns are numbered 01 to 06 from left to right. The cells contain numbers representing container counts or 'X' marks. The bays are color-coded: BAY 1 (green), BAY 2 (blue), BAY 3 (purple), BAY 4 (orange), BAY 5 (pink), BAY 6 (yellow), BAY 7 (dark blue), BAY 8 (grey), BAY 9 (light orange), BAY 10 (grey), BAY 11 (red), BAY 12 (grey), BAY 13 (grey), BAY 14 (grey), BAY 15 (pink), BAY 16 (purple), BAY 17 (green), BAY 18 (red), BAY 19 (cyan), and BAY 20 (green).

At the bottom of the screen, there is a search panel with the following fields:

Property	Value
Code	CRXU5100
ContNo	RACR
VCode	2002
VYear	1
VCall	XY
State	HKHKG
POD	Full
Size	22
Full/Empty	Regular
Hi-Cubic	REEF
Container Type	RF CARGO
Cargo Type	
Delivery Type	

The status bar at the bottom right shows 'No of Stacking Containers: 1' and 'No of Search Containers: 1'. The title bar of the window reads 'Yard Explorer - 2Q'.

<컨테이너 그룹, BKPROS, 및 기타 화면>

Integrated Support System for Yard Monitoring & Planning  
 File View Tools Window Help

Define Grouping Factor

Vessel MAHI 05 | 2002

Grouping Factor Priority: POD 1, Container Size 2, Full/Emply 3, HK/Cubic 4, Container Type 5, Cargo Type 6, Weight Class 7, Delivery Type, Operator

Input Weight Allowance: 20R: Heavy(H) 15, Medium(M) 3, Light(L) 2; 40R: Heavy(H) 15, Medium(M) 5, Light(L) 3

POD	Sz	FE	HC	TP	CR	WG	Amt
<input checked="" type="checkbox"/>	JPHKT	40	F	GP	GP	M	01
<input checked="" type="checkbox"/>	USLAX	20	F	GP	GP	L	01
<input checked="" type="checkbox"/>	USNYC	20	F	GP	GP	M	01
<input checked="" type="checkbox"/>	USOAK	40	F	GP	GP	H	01
<input checked="" type="checkbox"/>	USOAK	40	F	GP	GP	M	01
<input checked="" type="checkbox"/>	JPNGO	20	F	GP	GP	M	02
<input checked="" type="checkbox"/>	USNYC	20	F	GP	GP	H	02
<input checked="" type="checkbox"/>	USNYC	40	F	GP	GP	L	02
<input checked="" type="checkbox"/>	JPHKT	40	F	GP	GP	L	03
<input checked="" type="checkbox"/>	USLAX	20	F	GP	GP	H	03
<input checked="" type="checkbox"/>	USNYC	20	F	GP	GP	L	03
<input checked="" type="checkbox"/>	JPYOK	40	F	GP	GP	L	04
<input checked="" type="checkbox"/>	USOAK	45	F	GP	GP	H	04
<input checked="" type="checkbox"/>	USHOU	20	F	GP	GP	M	05
<input checked="" type="checkbox"/>	USHOU	40	F	GP	GP	H	05
<input checked="" type="checkbox"/>	USHOU	40	F	GP	GP	M	05
<input checked="" type="checkbox"/>	USLAX	20	F	GP	GP	M	06
<input checked="" type="checkbox"/>	JPHKT	40	F	GP	GP	H	07
<input checked="" type="checkbox"/>	USHOU	20	F	GP	GP	L	07
<input checked="" type="checkbox"/>	USLAX	40	F	GP	GP	L	07
<input checked="" type="checkbox"/>	USNYC	45	F	GP	GP	H	07
<input checked="" type="checkbox"/>	JPYOK	40	F	GP	GP	M	10
<input checked="" type="checkbox"/>	JPYOK	20	F	GP	GP	L	12
<input checked="" type="checkbox"/>	USLAX	40	F	GP	GP	H	13
<input checked="" type="checkbox"/>	USLAX	40	F	GP	GP	M	13
<input checked="" type="checkbox"/>	USNYC	40	F	GP	GP	M	13
<input checked="" type="checkbox"/>	USHOU	45	F	GP	GP	H	15
<input checked="" type="checkbox"/>	USHOU	20	F	GP	GP	M	17
<input checked="" type="checkbox"/>	JPHKT	45	F	GP	GP	M	17
<input checked="" type="checkbox"/>	JPHKT	45	F	GP	GP	H	19
<input checked="" type="checkbox"/>	JPNGO	45	F	GP	GP	H	19
<input checked="" type="checkbox"/>	USHOU	20	F	GP	GP	H	21
<input checked="" type="checkbox"/>	JPYOK	40	F	GP	GP	H	22
<input checked="" type="checkbox"/>	JPYOK	45	F	H	GP	H	38

Group: 36 / Amount: 412

I/X	POD	SZ	FM	HI	TYPE	WGT	S.Qty	P.Qty	B.Qty
<input checked="" type="checkbox"/>	JPHKT	40	F		GP	M	0	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	USLAX	20	F		GP	L	0	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	USNYC	20	F		GP	M	0	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	USOAK	40	F		GP	H	0	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	USOAK	40	F		GP	M	0	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	JPNGO	20	F		GP	M	0	2	2
<input checked="" type="checkbox"/>	USNYC	20	F		GP	H	0	2	2
<input checked="" type="checkbox"/>	USNYC	40	F		GP	L	0	2	2
<input checked="" type="checkbox"/>	JPHKT	40	F		GP	L	0	3	3
<input checked="" type="checkbox"/>	USLAX	20	F		GP	H	0	3	3
<input checked="" type="checkbox"/>	USNYC	20	F		GP	L	0	3	3
<input checked="" type="checkbox"/>	JPYOK	40	F		GP	L	0	4	4
<input checked="" type="checkbox"/>	USOAK	45	F		GP	H	0	4	4
<input checked="" type="checkbox"/>	USH...	20	F		GP	M	0	5	5
<input checked="" type="checkbox"/>	USH...	40	F		GP	H	0	5	5
<input checked="" type="checkbox"/>	USH...	40	F		GP	M	0	5	5
<input checked="" type="checkbox"/>	USLAX	20	F		GP	M	0	6	6
<input checked="" type="checkbox"/>	JPHKT	40	F		GP	H	0	7	7
<input checked="" type="checkbox"/>	USH...	20	F		GP	L	0	7	7
<input checked="" type="checkbox"/>	USLAX	40	F		GP	L	0	7	7
<input checked="" type="checkbox"/>	USNYC	45	F		GP	H	0	7	7
<input checked="" type="checkbox"/>	JPYOK	40	F		GP	M	0	10	10
<input checked="" type="checkbox"/>	JPYOK	20	F		GP	L	0	12	12
<input checked="" type="checkbox"/>	USLAX	40	F		GP	H	0	13	13
<input checked="" type="checkbox"/>	USLAX	40	F		GP	M	0	13	13
<input checked="" type="checkbox"/>	USNYC	40	F		GP	M	0	13	13
<input checked="" type="checkbox"/>	USH...	45	F		GP	H	0	15	15
<input checked="" type="checkbox"/>	JPYOK	20	F		GP	M	0	17	17
<input checked="" type="checkbox"/>	JPHKT	45	F		GP	H	0	18	18
<input checked="" type="checkbox"/>	JPNGO	45	F		GP	H	0	19	19
<input checked="" type="checkbox"/>	USH...	20	F		GP	H	0	21	21
<input checked="" type="checkbox"/>	JPYOK	40	F		GP	H	0	22	22

Number of Group Factor Amount: 36

Auto Plan Close

Status | 2002-10-31 | 오전 2:00

## 감사의 글

한결같이 관심과 사랑으로 가르쳐 주시고 믿음으로 지켜봐 주신 신재영 교수님께 깊이 감사 드립니다. 바쁘신 일정에도 불구하고 세심한 지도를 아끼지 않으신 이철영, 광규석 교수님께 진심으로 감사 드립니다. 또한, 재학시절 많은 가르침을 주셨던 남기찬, 신창훈, 김환성 교수님께도 감사 드립니다.

힘들 때 마다 힘이 되어주고 항상 그 자리에 있어준 내 친구들 규호, 도훈, 동엽, 성준, 승문, 호석아 고맙다. 멀리 있으나 항상 신경 써주는 상훈과 이제는 새신랑이 된 두성이, 부족한 저를 이끌고 함께 고생했던 하태영 선배님 그리고 믿고 따라와 주었던 훈호에게 고마움을 표합니다. 프로젝트 하느라 고생 많이 했던 광덕, 영훈, 태원, 그리고 지금도 밤을 지새며 고생하는 후배들, 병호, 지철, 경무, 준석, 재경, 현주에게도 감사의 마음을 전합니다.

마지막으로 끝없는 사랑으로 지켜봐 주시고 격려를 아끼지 않으셨던 아버님과 어머님, 든든한 마음의 기둥인 형과 형수님께 진심으로 감사 드리며, 소중한 우리 가족에게 이 논문을 드립니다.