

효율적인 컨테이너 터미널 운영 계획 작성을 위한 통합 시스템 개발

신재영

한국해양대학교 물류시스템공학과 부교수
(shiny@hanara.kmaritime.ac.kr)

이채민

한국해양대학교 물류시스템공학과 석사과정
(fiance@kmaritime.ac.kr)

본 논문에서는 컨테이너 터미널의 운영 계획들을 통합된 환경에서 수립할 수 있도록 지원하는 시스템 개발 사례를 소개한다. 과거 터미널 운영 계획이 선석, 장치장, 선적계획 등 단위 계획별로 계획 시스템이 따로 개발되었던 점을 보완하여 각 계획간의 연계 작업 및 재조작이 가능할 수 있도록 하나의 통합된 시스템으로 설계하고 구현하였다. 개발된 시스템은 통합 운영 계획 작성, 사용자 편의성을 고려한 Interface, 규칙에 의한 자동 계획 및 오류에 대한 경고, 계획 수정의 용이성 등을 특징으로 하고 있다.

Key words: 컨테이너 터미널(Container Terminal), 선석 계획(Berth Scheduling), 양적하계획(Discharging and Loading Planning), 장치장 배정 계획(Yard Planning), 규칙 기반 시스템(Rule-based System)

1. 서론

현재 국제 운송의 대부분을 담당하고 있는 해상운송은 계속되는 조선 기술의 발전과 수송비 절감의 필요에 의해서 고속화, 자동화 그리고 대형화되어 가고 있다. 이러한 변화에 따라 과거의 일반 화물은 보관, 하역, 운송과정에서의 작업 효율성 향상을 위해 대부분 컨테이너로 전환되는 추세이다. 이와 같이 증가하는 컨테이너 물동량을 처리하기 위해 컨테이너 전용 터미널의 효율적인 운영에 많은 관심이 모아지고 있다. 최근 국내외에서는 대규모 컨테이너 터미널뿐만 아니라 중소규모의 터미널이 많이 신설되고 있으며, 기존의 터미널도 신규 터미널에 대한 경쟁력 확보

를 위해서 하드웨어 및 소프트웨어의 개선을 통해 터미널 생산성 향상을 꾀하고 있다.

터미널 생산성 향상을 위한 방안은 여러 가지가 있지만 그 중에서도 효율적인 터미널 운영시스템의 확보는 터미널 시설 확충과 같은 방법들에 비해서 단기적이고 그 투자 규모 또한 작다는 이점이 있다. 터미널 운영시스템은 터미널 업무 정보 관리, 운영 계획 작성, 실시간 모니터링 및 제어 등과 같은 작업을 수행하거나 지원해주는 시스템들로 이루어진다. 터미널 운영 계획을 작성할 때 전문적인 지식이 필요하고 고려해야 할 항목들 또한 많고 복잡하기 때문에 터미널 운영 담당자의 경우 터미널 운영시스템 중에서도 효율적인 운영 계획 시스템에 대한 관심이 아주 높다

하겠다.

컨테이너 터미널 운영에 관한 연구로는 수출입 컨테이너의 선적에 관한 연구들(김갑환, 김기영, 고창성, 1997; 신재영, 박규석, 남기찬, 1998; Saginaw, Perakis, 1989; Shields, 1984)과 장치장 배정 또는 장치위치 결정에 관한 연구들(김갑환 외 10인 1997; 김갑환, 박영만, 1996; 김동조, 박영택, 1999), 장치장 하역 장비의 효율적 운영에 관한 연구들(Daganzo, 1989; Silberholz, Golden, Baker, 1991; Kim, Kim, 1999)이 있다. 이들 연구들은 컨테이너 터미널 운영상 발생하는 의사결정 문제의 해법을 제시하거나 시스템으로 구현한 연구들로서 의사결정과 관련된 계획 분야에서는 좋은 결과들을 보여주고 있다. 현재 터미널에서 사용되고 있는 운영계획 시스템의 경우, 선석, 장치장, 본선계획 등과 같이 하부 계획 시스템으로 나누어져 개발 운영되고 있다.

계속되는 정보기술의 발달은 컨테이너 터미널 운영 계획에서도 기존의 작업 방식을 변화시켜 나가고 있다. 이런 변화는 운영 계획들간의 연관성을 고려하면서 각종 계획들을 빠르게 또 쉽게 계획 또는 재계획 할 수 있는 통합시스템에 관한 필요를 요구하며, 더 나아가서는 실시간 모니터링 및 제어시스템과 연계하여 아주 짧은 시간동안에 즉각적인 계획 입안 또는 재계획이 가능한 계획시스템과 제어시스템의 통합 요구도 나오고 있다.

따라서 본 연구에서는 이런 변화에 대응할 수 있도록 터미널 운영계획을 통합적으로 수립할 수 있는 시스템 개발 사례를 보여주고자 한다.

2. 컨테이너 터미널 운영 업무

2.1 터미널내 컨테이너의 흐름

터미널 운영업무는 선사로부터 기항 선박의 입항자료가 터미널 내에 입수되면서 비로소 시작된다. 기항선박은 운항 패턴에 따라 정기선 또는 비정기선으로 구분되고, 이들 각각에 대해 적절한 선석 배정계획이 수립된다. 선석 배정계획의 수립이 완료되면 터미널 측에서는 선사에 이를 통보하게 되고, 선사는 대상 선박과 관련한 작업 컨테이너 정보를 터미널 측에 전달하게 되고, 터미널에서는 이를 기초로 각종 계획(수출입장치장 배정계획, 양적하계획, 크레인 배정계획)을 수립하게 된다.

터미널 내에서의 컨테이너 흐름은 수출컨테이너의 경우, 대상 선박 입항 일자의 인접한 시기에 다량의 컨테이너가 반입되는 것이 보통이며, 컨테이너 도착마감시간(CCT: Container Closing Time)까지 반입된 물량에 대해 적하계획을 수립하고, 수출장치장 배정계획에 따라 터미널내의 야드에 적재된다. 수입컨테이너의 경우 양하된 컨테이너를 수입장치장에 적재하였다가 화주의 요청에 따라 수시로 게이트를 통해 반출되어 수출입 컨테이너의 터미널내 흐름은 상이하다고 볼 수 있다.

선사에서 터미널로 보내지는 입항 선박 자료는 각종 서류나 전화 또는 EDI 등을 통해서 터미널에 송부되는데 이에선 컨테이너의 본선 적재 위치 및 상태를 상세히 나타내는 컨테이너 적부도(Stowage Plan)와 양적하컨테이너 목록, 위험화물목록, 특수화물목록등의 자료가 있다. 이러한 자료가 입수되면 터미널에서는 이를 기초로 대상선박에 관한 효율적인 선박하역계획을 수립

하게 된다.

선박하역계획은 선석배정계획에 따라 선박이 선석에 접안하게 되면 양적하작업을 수행할 하역장비를 할당하는 겐트리 크레인(Gantry Crane: G/C) 배정계획 및 작업순서를 결정하는 컨테이너 양적하계획이 수립되고, 계획이 완료되면 수출입컨테이너의 하역작업을 시작하게 된다. 이러한 전체적인 컨테이너 흐름을 보면, G/C에 의해서 양하된 컨테이너는 야드트랙트(Y/T)에 의해 수입장치장에 적재되고, 양하작업이 모두 완료된 후 적하계획에 따라 야드의 수출컨테이너를 본선에 적재하게 된다. 대상 선박에 대해 양적하가 모두 완료되면 선박은 터미널에서 출항하고, 대상선박에 대한 터미널내 컨테이너 흐름은 종료된다.

양적하작업과 관련하여 양하된 컨테이너가 타 모선에 재적재되는 환적 컨테이너의 경우는 장치장으로 이송되어 수일간 보관된 후 적재되어 일반 수출입컨테이너에 비해 다소 상이한 흐름을 가지게 된다. 이상과 같은 컨테이너 터미널 업무와 관련된 상세한 내용은 이철영(1988)의 자료를 참조하기 바란다.

2.2 터미널 운영 계획

컨테이너 터미널에서는 터미널 내에서의 하역작업이 효율적으로 이루어지기 위해서 터미널 플래너(Planner)에 의해 다양한 배정 및 일정계획이 수립된다. 이러한 계획들은 선석 배정 계획, 장치장 배정 계획, G/C 작업 스케줄링, 본선 계획과 같이 크게 4가지로 나누어진다. <표 1>에서 보는 바와 같이 장치장 배정 계획의 경우는 다시 수출장치장 배정 계획과 수입장치장 배정 계획으로 나누어 볼 수 있고, 본선 계획의 경우

도 양하계획과 적하계획으로 세분해 볼 수 있다. 이외에도 하역작업의 효율을 올리기 위한 장치된 컨테이너의 장치장내 구내이적 계획이나 장치장에 장치하지 않고 선박에서 선박으로의 직접 하역하는 Ship-to-ship 계획 등도 있다.

<표 1> 컨테이너 터미널 운영 계획

운영 계획		내용
선석 배정 계획		접안 선석 결정 접안 시간 스케줄링
장치장 배정 계획	수출장치장	혼적 대상 Grouping Group별 장치장 배정
	수입장치장	혼적 대상 Grouping Group별 장치장 배정
G/C 작업 스케줄링		G/C별 본선작업 할당
본선 계획	양하 계획	양하컨테이너 작업순서 결정
	적하 계획	적하컨테이너 선박내 선적 위치 결정 수출컨테이너의 선적 순서 결정

(1) 선석 배정계획

선석배정계획은 하역 계획의 첫 단계에 해당하며, 기항 선박에 대한 각종 정보가 터미널로 입수되는 단계라 할 수 있다. 선박의 입항정보를 기초로하여 선박의 접안 선석과 접안 Schedule을 결정하는 것이다. 컨테이너 터미널의 선석운영계획은 일반적으로 월(月) 단위로 계획하는 것이 기본이며, 세부적으로 주간 계획을 수립하게 된다.

(2) 장치장 배정계획

장치장 배정 계획은 터미널내의 컨테이너 장치공간의 효율적인 이용과 본선작업을 원활히 수행하기 위해 수립된다. 특히 본선적재 이전에 컨

테이너 적하 작업시간을 단축하기 위하여 장치장 내에 적재된 컨테이너를 적하작업순서를 고려하여 접안선석의 인접지역에 재 적재하는 것을 마살링 계획이라 한다. 그러나, 국내 터미널의 경우는 장치공간의 부족으로 마살링계획을 수립하지 않는 경우가 일반적이다. 장치장 배정 계획은 수출과 수입컨테이너에 따라 상이한 방식으로 계획이 수립되며 계획 수립절차는 다음과 같다.

수출의 경우 접안 선석 부근의 장치공간에 반입컨테이너의 적재공간을 배정한다. 장치장의 장치효율과 하역작업의 효율을 고려하여 컨테이너들을 혼재가능한 컨테이너 끼리 Grouping 하게 된다. Grouping Factor는 일반적으로 선박, 목적항, 컨테이너 규격과 특정 선박의 안전에 기초한 중량범주가 된다. 이때, 본선 적하 작업과 장치장 하역장비(T/C, S/C)의 동선 최소화가 동시에 고려된다. 수입 컨테이너의 경우는 일반적으로 선박 또는 선사, 컨테이너 규격별로 Grouping 되며, 필요에 따라 화주별 구분도 고려된다. 이러한 Grouping Factor가 많을수록 본선 작업시 장치장에서의 컨테이너 재조작이 줄어들어 작업시간은 단축될 수 있지만 적재 단적이 낮아져 장치공간의 이용효율이 저하되는 단점을 가지게 된다.

(3) G/C 배정계획

선사로부터 양적하 관련 서류를 전달받으면 전체적인 양적하 물량을 파악하여 우선적으로 G/C 배정 계획을 작성하게 된다. 여기서 G/C 배정 계획이라 함은 양적하 작업 컨테이너들에 G/C를 배정하고 G/C별로 작업순서를 결정하는 것을 말한다. 이러한 G/C 배정 계획은 이후에 이루어지는 양하 작업과 적하 작업 계획의 기본이 된다.

해당 선박의 작업량과 터미널 상황 등을 고려하여, G/C 대수와 각 G/C별 작업 시작 시간을 결정한다. 기본적으로 선박의 한 Hatch의 Hold(갑판아래)내나 Deck(갑판위)상에 있는 컨테이너 물량은 한 대의 G/C에 의해서 담당하는 것으로 계획한다. 다만 특정 G/C에 물량이 집중되는 현상을 피하기 위해서 한 개 Hatch를 두 대 이상의 G/C가 Hold와 Deck로 나누어 작업하도록 계획하는 경우도 있다.

(4) 본선 양적하 계획

본선에 대한 G/C 배정 계획이 완료되면 본선의 컨테이너를 장치장에 하역하기 위한 양하작업 계획이 수립된다. 양하작업계획은 양하 컨테이너의 본선 작업순서를 결정하는 것이며, 추가로 장치장의 위치도 고려할 수 있다. 이를 위해서는 선사로부터 양하 물량에 대한 본선적재위치정보가 입수되어야 한다. 선사로부터 입수한 본선 적부도(Stowage Plan)를 참조하며 양하 작업 크레인 별로 양하 컨테이너에 대한 작업 순서를 지정하며, 양하순서가 결정되면 결과물로 양하순서목록이 작성된다.

양하 계획이 본선에 적재되어 있는 개별 컨테이너에 대한 양하 순서만을 결정하는데 비하여 적하계획은 적하 순서와 본선의 적하 위치를 동시에 결정하는 것이다. 적하 계획 수립시에는 선사에서 준비한 사전 적부계획서(Profile)와 선적 컨테이너 목록이 입수되어야 한다.

적하계획 수립에서는 장치장의 수출 컨테이너에 대해 본선의 적재위치와 순서를 동시에 결정하며, 장치장의 상태를 고려한다는 점에서 양하 계획과 크게 구별된다. 전체 장치장의 장치도를 검토하여 양하항과 중량, 컨테이너의 분포 형태

를 파악하고 적하 적부계획도와 야드 장치도 상의 컨테이너 분포를 고려하여 G/C별로 적하계획을 수립하게 된다. 적하계획이 완료되면 본선내의 적하 위치와 G/C별 작업 순서를 확정하고 결과물로 적하순서목록이 작성된다.

3. 시스템 설계

3.1 시스템 개발 방향

본 연구에서 제시하고자 하는 시스템은 컨테이너 터미널의 통합 운영 계획 시스템으로 선석, 장치장, 선적 계획과 같은 단위 계획들을 하나의 통합된 시스템 안에서 작업 가능하게 하려 한다. 이러한 통합 계획 시스템을 설계함에 있어 향후 시스템 재사용 가능성과 확장 가능성을 높이기 위하여 계획 중심으로 프로그램 모듈을 나누는 대신, 계획 수립에 기본이 되는 개체들을 파악하고 이렇게 도출된 개체를 중심으로 시스템을 설계하고자 한다. 이러한 개체와 개체들 간의 관계를 통해 운영 계획을 분석하고, 계획 작업과 관련된 구체적인 function들도 이러한 선상에서 설계한다. 사용자 인터페이스 또한 개체를 작업 procedure 보다는 개체 중심으로 개발함으로써 한 개체와 관련된 모든 기능들이 하나의 일관된 Interface에서 작동될 수 있도록 설계하고자 한다.

본 시스템에서는 현장 Planner들의 계획 수립 전문 지식에서 추출한 규칙들로 평가함수와 각종 제약식을 표현하고, 규칙 탐색을 통해 의사결정 대안을 제시하는 지원기능도 함께 고려하도록 설계 한다.

3.2 시스템 구성 개체

시스템 설계의 첫 번째 단계로 컨테이너 터미널 운영 계획 수립을 위한 필요한 개체를 먼저 도출하였다. 본 시스템 개발을 위해서 도출한 개체들은 <표 2>와 같이 정의하였다. 위 개체들 중에서 시스템 설계에 중심이 되는 개체들 - 컨테이너, 본선, 장치장, 선석, G/C, 적부도(Profile)의 속성에 관해 살펴보면 다음과 같다.

<표 2 > 계획 작성을 위해 도출한 개체들

개 체	설 명
Container	컨테이너의 속성 및 정보 개체
Profile	적부도의 속성 및 정보 개체
Vessel	본선의 구조 및 모선항차 정보 개체
Yard	장치장의 구조 정보 개체
Group Factor	장치장 계획을 위한 그룹 작업 인자 개체
G/C	G/C 장비 정보 개체
Berth	선석 구조 정보 개체
Route	선박 운행 경로의 정보 개체
Terminal	터미널의 전체적인 구조 정보
Port	Port 코드 개체
Facility	G/C를 제외한 나머지 장비의 정보 개체
Code	IMDG, 선사, 컨테이너 유형, 화물 유형 등 기초 코드의 정보 개체

(1) 컨테이너(Container)

컨테이너 개체는 계획 대상이 되는 가장 중심의 개체이다.

- 개체명: tgContainer

- 속성

- CntrId: 컨테이너 id

- CntrNo: 컨테이너 번호

- VCode: 선박코드

- iVss: 선박 id

vvd: 모션항차 id
 State: 현상태
 POD: 목적항
 POL: 선적항
 Size: 컨테이너 크기(20, 40, 45)
 Wgt: 컨테이너 무게
 CargoType: 화물속성
 CntrType: 컨테이너속성
 iyPos: 장치장 위치 id
 isPos: 본선의 위치 id
 DSeq: 양하 순서
 LSeq: 적하 순서
 iGC: 할당된 G/C id
 iGCSeq: 할당된 G/C 작업 순서

(2) 선석(Berth)

선박이 접안하는 선석구조 및 계획 정보를 가지는 개체이다. 각 속성 값의 변화에 따라 실제 선박의 입출항 일정이 수립되고, 특정 선석에서 어떤 G/C 장비로 양적화 계획이 일어날것인지를 1차적으로 결정되게 된다.

· 개체명: tgBerth
 · 속성
 BerthId: 선석 id
 name: 선석명
 vCode: 선박코드
 iVss: 선박 id
 vvd: 모션항차 id
 ETA: 입항 예정 일시(접안기준)
 ATA: 입항 일시(접안기준)
 ETD: 출항 예정 일시
 ATD: 출항 일시

NoDis: 양하 물량
 NoLod: 적하 물량
 iGC: 투입 G/C Id
 iGCbTime: 투입 G/C 시작 시간
 iGCeTime: 투입 G/C 끝 시간

(3) 장치장(Yard)

장치장의 구조와 계획 정보를 가지는 개체이다. 각 개체의 속성은 수입 및 수출입 장치장 계획의 변화에 따라 값이 변경된다.

· 개체명: tyYard
 · 속성
 iyGrp: Group Factor id
 iyPos: 장치장 위치 id
 iyCell: 장치장 구조
 StkSeq: 장치 순서
 State: 현 상태
 CntrId: 컨테이너 id

(4) G/C

G/C 장비의 정보와 계획의 정보를 가지는 개체로서 속성 값이 변화함에 따라서 특정 선박에 어떤 장비가 얼마만큼의 물량을 어떤 순서로 작업을 할 것인지를 최종 결정되게 된다.

· 개체명: tgGC
 · 속성
 iGc: G/C id
 name: G/C 이름
 Productivity: G/C의 생산성
 bMove: G/C 최소 이동 가능 거리
 eMove: G/C 최대 이동 가능 거리
 vvd: 모션항차 id
 Hatch: 선박의 Hatch id

Qty20: 20 foot 물량
 Qty40: 40 foot 물량
 bTime: 예상 작업 시작 시각
 eTime: 예상 작업 종료 시각

iVss: 선박 id
 vvd: 모션항차 id
 State: 현상태
 isPos: 본선의 위치 id
 LSeq: 적하 순서
 iGC: 할당된 G/C id
 iGCSeq: 할당된 G/C 작업 순서

(5) 적부도(Profile)

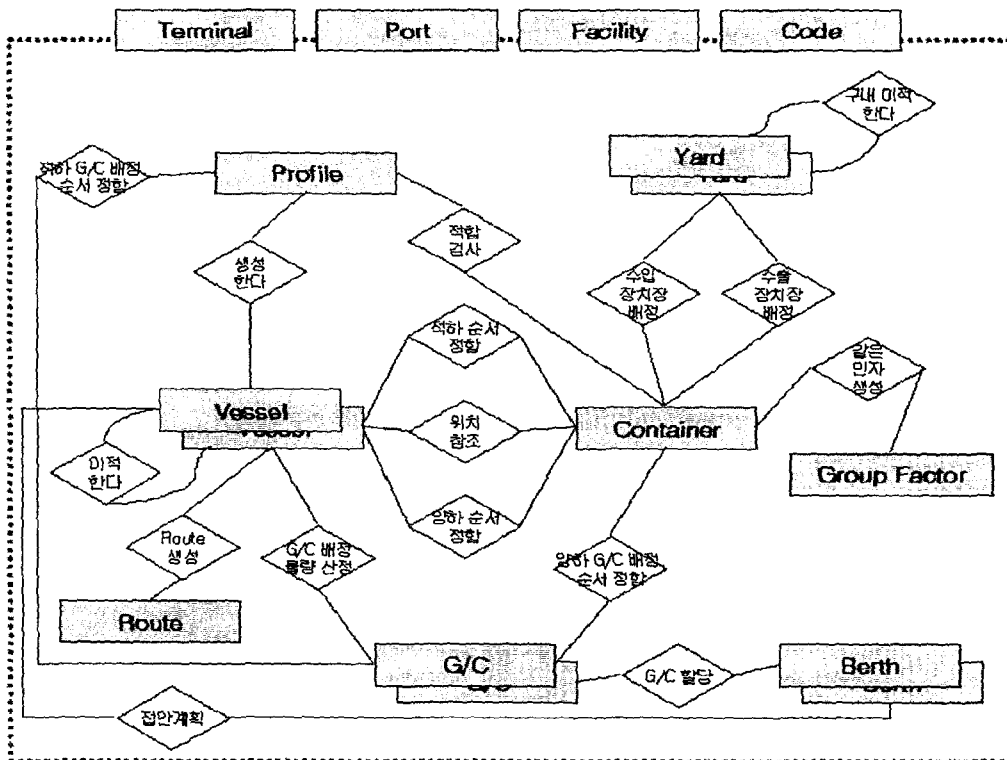
선사로부터 받은 적부도를 작성하고 적하 작업을 하기 위한 준비 단계로서 필요한 속성들을 가지는 개체이다.

- 개체명: tsLoadProfile
- 속성
 CntrNo: 컨테이너 번호
 vCode: 선박코드

(6) 선박(Vessel)

선박의 구조 및 계획 정보를 가지며 선박의 구조적인 정보에 컨테이너의 계획 정보를 나타내기 위한 속성들을 가지는 개체이다.

- 개체명: tsVessel



<그림 1> 각 개체간의 관계 표현

· 속성

- vvd: 모선향차 id
- iVss: 선박 id
- yYear: 입항연도
- vCall: 향차
- vCode: 모선크드
- vName: 선박명
- loa: 선박의 길이
- DMaxRows: 최대 Deck Row개수
- HMaxRows: 최대 Hold Row개수
- DMaxTiers: 최대 Deck Tier개수
- HMaxTiers: 최대 Hold Tier개수
- isCell: 선박의 구조 정보
- CntrId: 컨테이너 id

각 개체간의 관계는 <그림 1>에 전체적으로 도식화하여 표현하였다. 이 그림에서 개체와 개체사이에 발생하는 것이 관계이다. 이 관계들 중에서 주요 관계 몇 가지 살펴보면 다음과 같다.

(1) 접안계획

선석 개체와 선박 개체 사이에 발생하는 관계로서 선석에 접안하는 선박에 대한 계획을 세운다. 선석 개체의 선석 id, 선석명, 선박코드, 선박 id, 모선향차 id, 입항예정일시, 입항일시, 출항예정일시, 출항일시 속성에 관계에서 발생한 값이 적용된다.

(2) 선석에서의 G/C 할당

선석 개체와 G/C 개체 사이에 발생하는 관계로서 선석에서 대략적인 G/C를 할당한다. 선석 개체의 투입 G/C id, 투입 G/C 시작시각, 투입 G/C 끝 시각 속성에 값이 할당된다.

(3) 적부도 생성

적부도 개체와 선박 개체간에 이루어지는 관

계로써 적하계획을 위한 적부도를 생성한다. 적부도 개체에의 컨테이너번호, 선박코드, 선박 id, 모선향차 id, 본선위치 id 속성에 관계에서 발생한 값이 배정된다.

(4) 양하 G/C 배정 및 작업순서 결정

G/C 개체와 컨테이너 개체 사이에 발생하는 관계로써 양하 컨테이너에 대한 G/C 배정과 작업순서를 결정한다. 컨테이너 개체의 속성 중에서 할당된 G/C id, 할당된 G/C 작업순서에 값이 배정된다.

(5) 적하 G/C 배정 및 작업순서 결정

G/C 개체와 적부도 개체 사이에 발생하는 관계로써 적하 컨테이너에 대한 G/C 배정과 작업순서를 결정한다. 적부도 개체의 속성 중에서 할당된 G/C id, 할당된 G/C 작업순서에 값이 배정된다.

(6) 양하순서 결정

선박 개체와 컨테이너 개체 사이에서 발생하는 관계로써 양하 작업 순서를 결정한다. 컨테이너 개체의 양하 순서 속성에 값이 할당된다.

(7) 적하순서 결정

선박 개체와 컨테이너 개체 사이에 발생하는 관계로써 적하 작업 순서를 결정한다. 컨테이너 속성 중 적하 순서가 결정되고 본선 위치 id에 선박 개체의 구조정보 속성 값이 할당된다. 선박 개체의 컨테이너 id 속성값이 컨테이너 개체의 컨테이너 id 값으로 배정된다.

(8) 수출 장치장 배정

장치장 개체와 컨테이너 개체 사이에 발생하는 관계로써 수출되기 위해 터미널로 반입된 컨테이너에 대하여 장치 위치를 결정한다. 컨테이너 개체의 장치장 위치 id에 값이 할당되고 장치

장 개체의 속성에는 장치장 위치 id, 장치순서, 컨테이너 id 값이 배정된다.

(9) 수입 장치장 배정

장치장 개체와 컨테이너 개체 사이에 발생하는 관계로써 수입되기 위해 선박에서 터미널로 반입된 컨테이너에 대하여 장치 위치를 결정한다. 컨테이너 개체의 장치장 위치 id에 값이 할당되고 Yard 개체의 속성에는 장치장 위치 id, 장치순서, 컨테이너 id 값이 배정된다.

본 시스템에서 선석 배정계획은 접안계획 관계와 선석에서의 G/C할당 관계로 이루어지고, G/C 배정계획은 양하 G/C 배정 및 작업순서 결정 관계와 적하 G/C 배정 및 작업순서 관계로 이루어진다. 장치장 배정계획은 수출 장치장 배정 관계와 수입 장치장 배정관계로 구성되며 본선 양적하계획은 양하순서 결정 관계, 적하순서 관계 그리고 적부도 생성 관계로 이루어진다.

이상으로 설명된 시스템 구성 개체와 그 관계 바탕으로 모션항차에서 컨테이너의 양적하 순서를 조정하는 실제 구현된 예를 살펴보면 다음과 같다.

<표 3> 컨테이너(tgContainer) 개체 표현예

```
Option Explicit
'컨테이너 개체 멤버 변수
Private m_CntrNo As String '컨테이너 번호
Private m_Dup As Integer '컨테이너 인덱스 구분
Private m_vCode As String '모션코드
Private m_iVss As Integer '모션 Index
Private m_iVvd As Integer '모션항차 Index
Private m_State As String '현상태
Private m_POD As String 'POD
Private m_POL As String 'POL
Private m_Size As String '크기
Private m_FE As String '적공구분
Private m_HC As String 'Hi-Cubic 여부
Private m_CntrType As String 'Container Type
Private m_Cargo As String 'Cargo Type
Private m_iyblk As Integer 'Yard위치
```

```
Private m_iybay As Integer 'Yard위치
Private m_iyRow As Integer 'Yard위치
Private m_iytier As Integer 'Yard위치
Private m_isHD As Integer '본선위치(Hold=0, Deck=1)
Private m_isBay As Integer '본선위치(bay No.) index
Private m_isRow As Integer '본선위치(Row No.) index
Private m_isTier As Integer '본선위치(tier No.) index
Private m_DSeq As Integer '양하 Sequence
Private m_LSeq As Integer '적하 Sequence
Private m_iGC As Integer 'G/C Index
Private m_iGCSeq As Integer 'G/C Sequence

Private SwapLpnInfo As tSwapLpn
Private bSwapLpn As Boolean
Private bGCSchedule As Boolean
Private bAutoPlan As Boolean
Private bSlimCell As Boolean

'Property
Property Let CntrNo(sCntrNo As String)
    m_CntrNo = sCntrNo
End Property
Property Get CntrNo() As String
    CntrNo = m_CntrNo
End Property

Property Let Dup(sDup As Integer)
    m_Dup = sDup
End Property
Property Get Dup() As Integer
    Dup = m_Dup
End Property

Property Let iVvd(siVvd As Integer)
    m_iVvd = siVvd
End Property
Property Get iVss() As Integer
    iVvd = m_iVvd
End Property

Property Let State(sState As String)
    m_State = sState
End Property
Property Get State() As String
    State = m_State
End Property

...
'중략
...

Public Sub BayDraw(ByRef ConBay As Control, ByVal Index As Integer, ByVal svOption As vOption, Optional ByVal detail As String = sNull, Optional ByVal sRow As Single, Optional ByVal eRow As Single, Optional ByVal sTier As Single, Optional ByVal eTier As Single)
'선박의 컨테이너가 실릴 실제 Bay를 그리는 메소드
End Sub

Private Sub DrawCell(ByVal BayNum As Integer, ByRef ConBay As Control, ByVal StartD As Point, ByVal EndD As Point, ByVal Color As Boolean, ByVal Fill As Boolean, Optional ByVal Check40 As Boolean, Optional ByVal Blank As Boolean)
'각 Bay의 하나의 셀을 그리는 메소드
End Sub
Public Sub DrawBayRowTierNum(ByRef T_Conf As tsConf, ByRef ConBay As Control, ByRef Index As Integer)
'각 Bay의 Row, Tier Number를 찍는 메소드
```

```

End Sub
Public Sub DisSequenceAdjust(ByVal hatchNo As String,
ByVal num As Integer, ByVal sNoIdx As Integer)
'양하 컨테이너 순서를 지우고 그랬을때 정리하는 메소드
End Sub

Public Sub LodSequenceAdjust(ByVal hatchNo As String,
ByVal num As Integer, ByVal sNoIdx As Integer)

'적하 컨테이너 순서를 지우고 그랬을때 정리하는 메소드
End Sub

Public Sub OccupiedLpnCheck(ByVal VvdIdx As Integer,
ByVal Index As Integer, ByVal r As Long, ByVal f As
Long, HD As Integer, ByVal Stat As String)
'적하 40ft 컨테이너가 선적될때 인접 Bay의 셀에 영향
을 미치는지 체크하는 메소드
End Sub

Public Sub OccupiedPrfCheck(ByVal VvdIdx As Integer,
ByVal Index As Integer, ByVal r As Long, ByVal f As
Long, ByVal HD As Integer)
'적하 40ft 컨테이너가 선적될때 인접 Bay의 셀에 영
향을 미치는지 체크하는 메소드
End Sub
...
중략
...
    
```

위 <표 3>에서 본 연구에서 가장 중요한 개체 중의 하나로 표현된 컨테이너 개체를 살펴보면 각 개체의 속성은 Property로 표현되었고 Bay를 그리는 메소드, Cell을 그리는 메소드, Bay의 Row, Tier번호를 작성하는 메소드, 양적하 순서를 지정하는 메소드 등으로 구성되었으며 실제로 각 기능을 담당하고 있다.

3.3 운영 계획 지식

시스템에서 사용한 규칙들은 크게 두 유형으로 대별된다. 그중 하나는 위치결정 또는 순서결정 등과 같은 계획 작업을 자동으로 수행할 수 있도록 해주는 결정 규칙들이고 나머지 하나는 계획 작업시 발생가능한 문제들의 파악이나 수작업 시 발생가능한 계획 오류에 관한 경고 등을 제공하는 진단 규칙들이다. 후자의 경우는 진단 결과에 대한 설명이나 주의가 제시된다. 결정 규칙들은 다시 제약에 관한 규칙, 대안에 대한 평

가 규칙, 그리고 실행가능 대안이 없는 경우 2차 대안들을 찾기 위한 제약완화 규칙 등으로 구성된다. 계획에서 고려되는 제약 규칙과 대안 평가 규칙들을 설명하면 다음과 같다.

(1) 선석 배정 계획 규칙

- 평가규칙: 접안 가용 공간 평가에 관한 규칙
- 제약규칙: 지정 선석 제약에 관한 규칙
선박 입출항 시간대에 관한 규칙
수심 제약에 관한 규칙
G/C 배정에 관한 규칙
G/C 작업 가능 범위에 관한 규칙
선박간 접안 간격에 관한 규칙

(2) G/C 작업 할당 규칙

- 평가규칙: G/C별 작업 평준화에 관한 규칙
G/C별 작업 순서에 관한 규칙
- 제약규칙: G/C 작업 가능 여부에 관한 규칙
G/C간 간섭 방지에 관한 규칙
선박 구조를 고려한 작업 규칙

(3) 본선 양하 계획 규칙

- 평가규칙: 양하 진행 방향으로 인한 우선 순위도에 관한 규칙
- 제약규칙: 일괄 작업에 관한 양하 규칙
화물 유형에 따른 양하 규칙
컨테이너 유형에 따른 양하 규칙
하역장비 교체 감소를 위한 규칙
선박 구조를 고려한 양하 규칙
하역 작업 안전을 위한 규칙
이선적 컨테이너를 위한 양하 규칙

(4) 본선 적하 계획 규칙

- 평가규칙: 적하 방향으로 인한 우선 순위도에 관한 규칙
 - 장치장 동선 최소화를 위한 규칙
 - 선박의 안정성 확보를 위한 규칙
 - 장치 컨테이너 재조작(Rehandling) 최소화를 위한 규칙
- 제약규칙: 일괄 작업에 관한 적하 규칙
 - 화물 유형에 따른 적하 규칙
 - 컨테이너 유형에 따른 적하 규칙
 - 하역장비 교체 감소를 위한 규칙
 - 선박 구조를 고려한 적하 규칙
 - 적재 단적 중량 제약에 관한 규칙
 - 하역 작업 안전을 위한 규칙
 - 적재 위치 제약에 관한 규칙
 - 야드장비 특성에 따른 적하 규칙
 - 야드장비간의 작업 충돌 방지 규칙

(5) 장치장 배정 규칙

- 평가규칙: 배정된 장치위치들의 분산도
 - 모선 접안 선석과의 근접도
- 제약규칙: 장비 간섭을 고려한 배정 규칙
 - 타 모선 계획을 고려한 배정 규칙
 - 화물 유형별 장치위치 제약 규칙
 - 동일 모선 컨테이너의 집중화
 - 하역장비 교체 감소를 위한 규칙
 - 장치장 장치 패턴에 관한 규칙

3.4 시스템 필요 기능

앞서 설명한 개체들과 각 개체들의 관계를 토대로 계획 작업을 위한 정적인 자료의 구조가 정의되었다면 그 다음으로 실제 계획 업무를 수립

하게 하는 동적인 작동 기능의 설계가 필요하겠다. 계획 작성을 위해서는 많은 기능들이 정의되어야 하는데 그 중에서도 주요한 기능들을 수립되는 계획별로 살펴보면 다음과 같다.

(1) 선석 배정 계획

- 선박을 이동시켜 접안시간과 접안선석을 결정하고 선박의 예상작업 시간을 결정하는 기능. 선박과 선석 개체간에 관계에 의하여 수행된다.
- 접안된 선박에 작업가능 G/C를 할당하는 기능. 선석과 G/C 개체간 관계에 영향을 미친다.

(2) 장치장 배정 계획

- Lane/Block/Bay의 장치장 구조를 Front /Side/ Plane 보기로 컨테이너들의 장치 및 계획된 현황을 파악하는 기능. 장치장과 컨테이너개체 사이의 관계로 이루어진다.
- 수출입 장치장 계획을 세우기 위하여 컨테이너를 같은 속성 묶는 Group Factor을 EDI를 통하여 자동으로 받는 기능.
- Group Factor를 수작업으로 우선순위를 선정하여 생성시키는 기능. 컨테이너와 Group Factor 개체간의 관계로 정의된다.
- 수출입 장치장 계획을 세우는 장치장 지역과 장치되는 순서를 자동 계획하는 기능.
- 수출입 장치장 계획을 사용자가 수동으로 계획 가능한 지역을 파악하여 공간을 할당하고 장치 순서를 정하는 기능. 장치장과 컨테이너 개체와 그 사이의 관계에 의하여 수행된다.
- 장치된 컨테이너를 장치장내의 다른 지역으로 이적시키기 위하여 장치된 컨테이너를 이동 예정 목록에 등록시키고 이 컨테이너를 다른 가능한 공간에 할당시키는 기능. 장치장 개체간

의 관계로 이루어진다.

(3) G/C 배정계획

- 선박에 적재되어 있는 컨테이너 물량과 적부도의 물량을 파악하고 현재 가용한 G/C를 파악하여 각 개체에 G/C를 배정하는 기능으로 사용자가 수동으로 배정하는 기능과 자동으로 배정하는 기능이 있다. G/C, 선박, 컨테이너, 그리고 적부도의 개체들과 각 개체들간의 관계에 의하여 기능이 수행된다.
- G/C가 할당된 컨테이너 물량에 대하여 G/C 작업순서를 자동으로 매기는 기능.
- G/C 작업순서를 사용자가 수작업으로 매기는 기능.
- 할당된 컨테이너 물량을 수정 또는 취소하고 작업순서를 변경하는 기능.

(4) 본선 계획

- General/Hatch/Bay 구조로 다양하게 컨테이너와 적부도의 위치를 파악하는 기능.
- 양하될 컨테이너의 위치를 파악하여 자동으로 양하작업 순서를 매기는 기능.
- 양하컨테이너에 사용자가 수작업으로 양하작업 순서를 매기는 기능. 선박과 컨테이너 개체와 관계에서 이루어진다.
- 선박에 적부도를 할당하는 기능으로 사용자가 적부도의 속성을 지정하는 방법과 자동으로 EDI를 통해 할당하는 기능이 있다.
- 적하될 컨테이너를 파악하여 장치장에 표시된 컨테이너를 적하 목록으로 올리고 이 목록을 적부도에 표시된 속성과 같은 위치를 찾아 적하 작업순서를 매기는 기능. 사용자가 수동으로 모든 속성을 파악하여 기능을 수행하는 방

법과 자동으로 적부도와 컨테이너간의 속성을 비교하여 적하작업 순서를 제공하는 기능이 있다.

- 컨테이너를 한 선박에서 다른 선박으로 이선작하는 위치 및 순서를 작성하는 기능.
- 양적하 작업 순서가 결정된 컨테이너의 작업순서를 변경, 삭제, 추가, 이동시키는 기능.

(5) 조회(Query)

① 리스트 형태의 조회

- 컨테이너, 장치장 배정 계획 그리고 적부도에 대한 다양한 조회 기능.
- 자주 사용하는 조회 조건을 저장하여 관리하는 기능으로 반복적으로 조건을 입력하는 불편함을 제거하는 기능이다.
- 조회된 내용으로부터 요약표(Summary)를 생성시키는 기능.
- 조회된 결과에 대한 Report 생성 기능.

② GUI 형태의 조회

- 각종 조회를 GUI 환경에서 장치위치 및 속성을 보여주는 기능. 예를 들어서 선박과 장치장에서는 장치된 컨테이너를 속성별로 조회하거나 장치된 컨테이너의 세부 속성을 조회하는 것과 같은 경우이다.

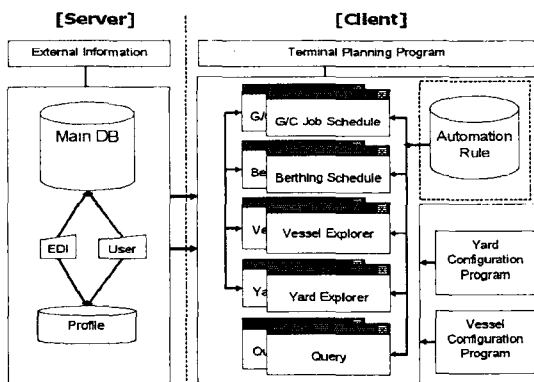
(6) 레포트 출력

- 계획과 관련된 주요 출력물을 화면 또는 프린터를 통해서 출력시키는 기능.

4. 시스템 구현

4.1 시스템 구현 환경

본 연구에서 개발한 컨테이너 터미널의 통합 운영 계획 시스템은 Client-Server 환경으로 구현하였으며, 모든 계획 수립 관련 자료는 각 터미널의 상황에 맞도록 데이터베이스화하여 서버에서 관리하도록 개발하였다. 또한 본 시스템은 운영 계획 시스템으로써 계획된 정보들을 저장하거나 새로운 정보를 불러오는 단계에 서버의 데이터베이스와 연결된다. 즉, 연속적으로 서버의 데이터베이스와 연계될 필요성이 없고 컨테이너 터미널의 특성상 계획 작업은 계획자의 경험에 따른 지식이 많이 포함이 되므로 각 계획의 논리적인 부분들은 계획자가 업무를 수행하는 클라이언트에서 관리한다. 본 시스템의 주요 특징이라면 연관된 운영 계획들간을 상호참조 또는 동시 계획이 가능하다는 점, 사용자 편리성과 기능 확장성이 높은 객체 중심 사용자 인터페이스를 설계했다는 점, 규칙에 의한 자동 계획 및 계획 오류 진단이 가능하다는 점 등이라 하겠다.



<그림 2> 컨테이너 터미널 운영 계획 시스템 구성

본 시스템의 구성은 <그림 2>에서 보는 바와 같이 크게 Berth Schedule, G/C Schedule, Vessel Explorer, Yard Explorer 그리고 Query Interface로 구성되며 각 작업은 다수의 모션항차를 처리할 수 있다. 또한 본 시스템을 지원하는 보조 프로그램으로 야드 및 터미널의 기본 구조물 및 정보를 구성하고 처리하는 Yard Configuration과 작업 대상이 되는 선박의 구조 및 정보를 정의 할 수 있는 Vessel Configuration 프로그램이 존재한다.

본 시스템 개발 환경 및 완성된 프로그램의 수행 가능한 컴퓨터 환경은 다음과 같다.

- Client 컴퓨터: 펜티엄II 300, 128 RAM or higher
- Client 운영체제: MS Windows98 or higher
- Display Resolution: 1024 × 768 or higher
- Server 운영체제: 관계없음
- Server DBMS: Oracle8i or MS SQL Server 7.0 or higher
- 개발언어: Visual Basic 6.0

4.2 시스템의 주요 사용자 인터페이스

설계 내용을 토대로 구축된 시스템의 주요 사용자 인터페이스로는 선석 배정 Window, G/C 배정 Window, 선박 Window, 장치장 Window, Query Window를 들 수 있다.

(1) 선석 배정

선석 배정 인터페이스에서는 선석 배정과 관련된 모든 정보와 자동 및 수동에 의한 선석 배정 계획 수립에 관한 모든 기능을 제공한다. 선석에 대한 정보와 접안하는 선박에 대한 정보를 제공하고 접안계획 및 G/C 배정 계획을 포함한다.

먼저 선석 계획 모드에서는 선박이 접안하는 선석을 결정하는 작업으로 선박이 접안 할 때 고려되어야 하는 각종 정보를 사용자가 직관적으로 알 수 있도록 표현하였고 마우스의 조작만으로도 선박의 접안 위치와 시간 정보를 변경 할 수 있도록 하였으며 선석의 수심을 고려하여 계획 할 수 있다.

G/C 배정 모드에서는 접안하는 선박에 대하여 대략적인 G/C 할당이 가능하게 한다. G/C의 투입 시작시간 및 종료시간을 지정 가능하게 하고 화면에 표시하여 계획 수립 시 용이성을 부여한다.

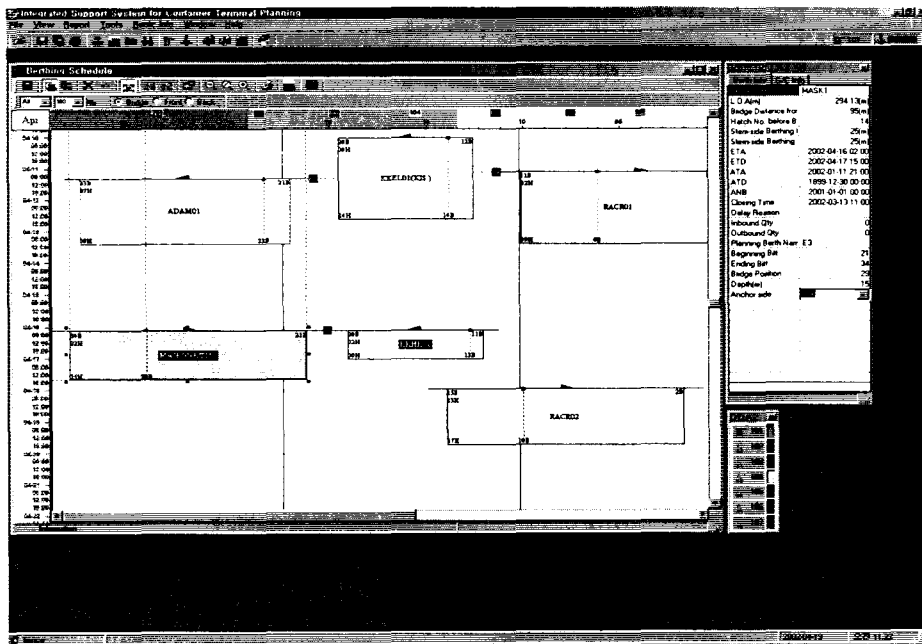
(2) G/C별 작업 할당

Multi-Vessel, Window를 지원하여 다수의 모 선항차에 대하여 G/C 배정계획을 수립할 수 있

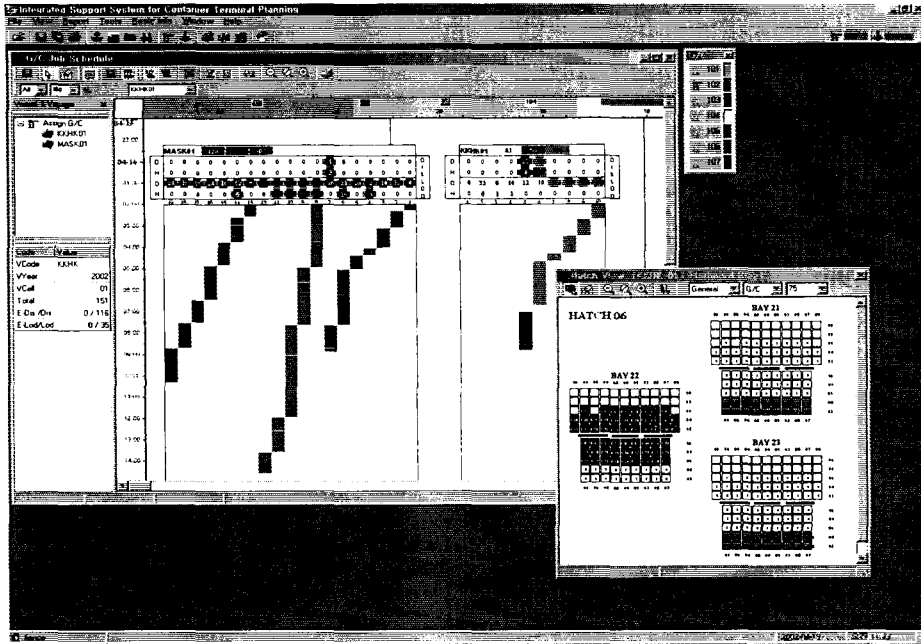
도록 하였다. G/C 배정 계획을 수립하는 기능으로써 선박의 양적하/Hatch/Hold/Deck별 물량을 표시하는 Summary을 두어 해당 선박의 전체 물량 분포 상황을 쉽게 알 수 있도록 하였고 사용자가 이 Summary 물량 정보를 보면서 G/C배정 및 작업 순서를 매기는 작업을 쉽게 할 수 있도록 하였다. 그리고 세로로 표현되는 시간 축을 따라 G/C가 각 Hatch별 Hold/Deck의 작업 시간을 그래픽하게 표시하여 인근의 선석에 계획중인 선박과 G/C 간섭이 일어 나는지 한눈에 파악이 가능하도록 하였다. 또한 G/C 계획 중이거나 완료된 이후에도 G/C 작업 순서와 G/C의 휴식시간 및 지연시간을 적용할 수 있도록 하였다.

(3) 선적 정보

선박에 적재되어 있는 컨테이너 또는 적재되



<그림 3> Berth Scheduling 화면



<그림 4> G/C Job Scheduling 화면

어야할 적부도에 관한 모든 정보를 탐색할 수 있고 선적 계획과 관련된 모든 기능을 제공하는 사용자 인터페이스다. 본선의 양적하 계획의 수동 및 자동 수립 기능을 기본적으로 제공하고 이 계획이 용이하게 이루어질 수 있도록 다양한 형태의 조회기능을 포함한다. 선박의 구조를 표현 하듯이 전체 Bay을 보는 General View와 Hatch 내의 Bay를 보는 Hatch View, 그리고 하나의 Bay를 보는 Bay View를 주어 사용자가 다양한 모드로 선박의 적재 정보를 조회하여 볼 수 있는 트리 구조를 제공한다. 또한 양하 또는 적하 물량이 있는 Bay를 가진 Hatch만을 모아서 보는 기능과 사용자가 보고 싶은 Hatch만을 모아서 볼 수 있도록 사용자 정의 보기 기능을 제공한다.

양적하 작업의 효율성을 높이기 위하여 최근

새롭게 도입되고 있는 20 Feet 컨테이너 2개를 동시에 처리할 수 있는 Twin-Lift 컨테이너 크레인의 작업을 지원한다. 또한 Multi-Vessel과 Multi- Window가 지원하므로 선박간의 양적하 계획이 가능하여 특별한 Transshipment인 배에서 배로 바로 이선적되는 기능도 제공한다.

(4) 장치장 정보

장치장 정보 인터페이스는 장치장과 관련된 모든 정보와 계획 수립 기능을 제공하는데, 선적 정보 인터페이스와 유사한 형태를 보여준다. 장치장의 수출입 계획 작성을 지원하는 작업이외에 선적 정보 인터페이스와 연계하여 본선 양적하 작업 계획 수립을 지원하고 사용자가 장치장의 상황을 쉽게 파악하기 위하여 다양한 조회 및 상태를 표현한다. Lane/Block/Bay로 장치장의

실제 구조형태를 트리 형식으로 표현하여 사용자가 직관적으로 장치장의 위치를 알 수 있도록 하였고 장치장의 Block을 정면, 측면 그리고 평면으로 다양하게 볼 수 있는 모드를 제공한다. 또한 전체 장치장의 조감도를 제공하여 사용자가 장치장의 현재 장치된 상황을 쉽게 알 수 있도록 한다.

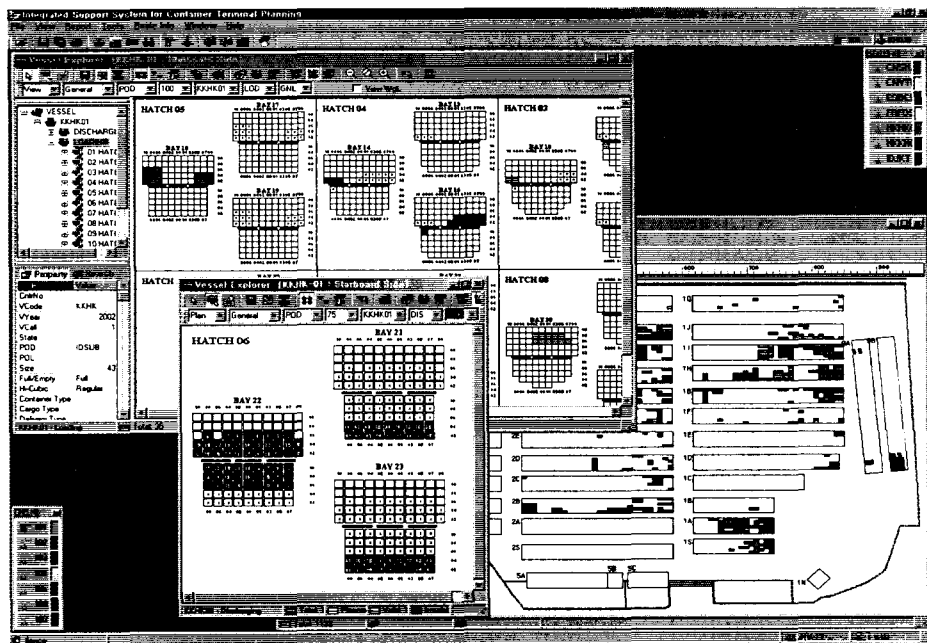
(5) 조회

작업 대상 컨테이너, Profile, 그리고 장치장 계획에 대하여 다양한 조회기능과 조회 결과를 제공하는 인터페이스다. 각 컨테이너 속성별로 조회가 가능하며, 결과내 검색을 통하여 조회된 내용에 대한 재검색, 삭제 그리고 새로추가가 가능하도록 구현되었다. Multi Window 지원으로 각종 조회한 결과들을 비교 또는 상호편집도 가능

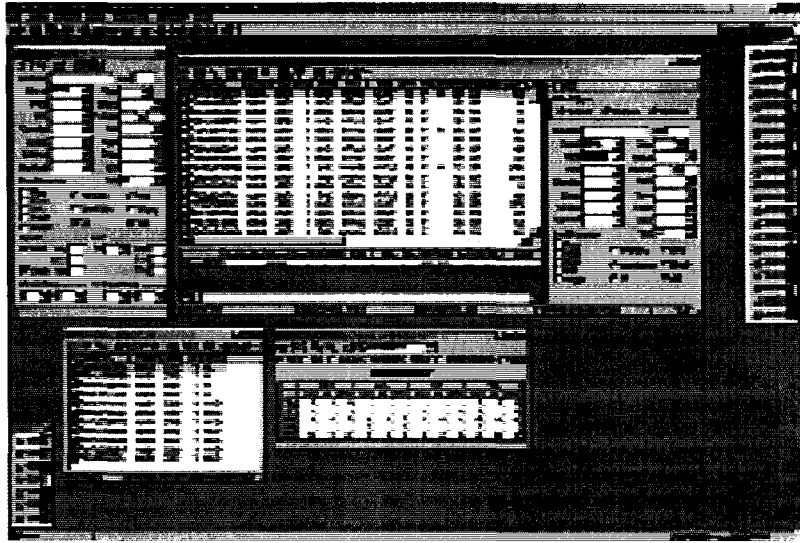
하게 하였다. 또한 조회된 결과에 대해서 요약 결과를 만들 수 있으며, 조회 뿐만 아니라 요약 결과도 출력물로 바로 만들 수 있도록 하였다. 사용자가 자주 수행하는 검색에 대해서는 조회 조건을 저장 관리하여 사용자의 편의성을 도모하였다.

5. 결론

본 논문은 컨테이너 터미널 운영 계획 수립을 위한 통합적 시스템 개발 사례에 관해 서술하였다. 과거 터미널 운영 계획이 선석, 장치장, 선적 계획 등 단위 계획별로 계획 시스템이 따로 개발되었던 점을 보완하여 각 계획간의 연계 작업 및 재조작이 가능할 수 있도록 하나의 통합된 시스템으로 설계하고 실제 구현하였다. 연구 개발 후



<그림 5> Vessel Explorer와 Yard Explorer 화면



<그림 6> Container Search 화면

실제 컨테이너 터미널에서 사용되고 있는 운영 시스템과 연계하여 국내의 실무자들에게 검증을 받아 본 결과 통합환경, 사용자 편의성을 고려한 Interface, 용이한 재계획, 규칙에 의한 자동 계획 및 오류에 대한 경고 등과 같은 기능 등에서 시스템에 대한 좋은 평가를 받았다. 앞으로 컨테이너 터미널이 더욱 지능화, 정보화되어감에 따라 각 하부 계획들이 유기적으로 연관되어 효율적인 운영 계획을 작성할 수 있는 통합 시스템에 대한 효과는 점점 높아질 것으로 사료된다.

향후 실시간 모니터링과 제어가 가능한 환경에서 실시간 운영계획과 제어가 동시에 가능할 수 있는 시스템으로의 확장에 관한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

김갑환, 고창성, 신재영, “화물 수송 계획 및 운영의

정량적 모형에 대한 조사 연구”, 산업공학, 11권, 1호(1998), 1~14.

김갑환, 김기영, 고창성, “컨테이너 터미널에서의 유전자 해법을 이용한 적하계획법”, 대한산업공학회지, 23권, 4호(1997), 645~660.

김갑환, 김홍배, 홍봉희, 김기영, 배종옥, 최진오, 김두열, 이영기, 박영만, 박강태, 손행대 “수출입 컨테이너 장치장 배정을 위한 소프트웨어의 개발”, 경영과학, 13권, 12호(1995), 1~15.

김갑환, 박영만, “무게를 고려한 수출컨테이너의 장치 위치 결정법”, 대한산업공학회지, 22권, 4호(1996), 753~770.

김동조, 박영택, “Planning 기반 컨테이너 장치 계획 시스템”, 한국지능정보시스템학회논문지, 5권, 1호(1999), 145~166.

김종훈, 윤원영, 김갑환, 권봉재, 조지운, “컨테이너 터미널의 효율적인 운영을 위한 의사결정지원시스템”, 대한산업공학회지, 11권, 1호(1998), 105~107.

신재영, 곽규석, 남기찬, “효율적인 컨테이너 터미널 선적 계획을 위한 의사결정지원시스템”, 한국항만학회지, 2권, 13호(1999.12), 1~12.

- 신재영, 남기찬, "컨테이너 선박의 자동적재 계획을 위한 지능형 의사결정지원시스템", *한국항만학회지*, 16권, 2호(1998), 29~37.
- 이철영, *항만물류시스템*, 효성출판사, 1998.
- Daganzo, C. F., "The Crane Scheduling Problem", *Transportation Research*, Vol.23B, No.3 (1989), 159~175.
- Silberholz, M. B., B. L. Golden and E. K. Baker, "Using Simulation to Study the Impact of Work Rules on Productivity at marine container Terminals", *Computers & Operations Research*, Vol.18, No.5(1991), 433~452.
- Van Lee, K. M. and R. J. Wijbrabds, "Decision Support System for Container Terminal Planning", *European Journal of Operational Research*, Vol.34(1988), 262~272.
- Kim, K. Y. and K. H. Kim, "A Routing Algorithm for a Single Straddle Carrier to Load Export Container onto a Containership", *International Journal of Production Economics*, Vol.59(1999), 425~433.
- Saginaw, D. J. and A. N. Perakis, "A Decision Support System for Containership Stowage Planning", *Marine Technology*, Vol.26, No.1 (1989), 47~61.
- Shields, J. J., "Containership Stowage: A Computer-Aided Preplanning System", *Marine Technology*, Vol.21, No.4(1984), 370~383.

Abstract

Development of Integrated Planning System for Efficient Container Terminal Operation

Shin, Jae-Yeong · Lee Chae-Min*

In this paper, an integrated planning system is introduced for the efficient operation of container terminal. It consists of discharging and loading planning, yard planning, and berth scheduling subsystem. This interface of this system is considered for user's convenience, and the rule-based system is suggested and developed in order to make planning with automatic procedures, warning functions for errors.

Key words: Container Terminal, Berth Scheduling, Discharging and Loading Planning, Yard Planning, Rule-based System

* Logistics System Engineering, Korea Maritime University