



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

物流學碩士 學位論文

컨테이너 터미널의 자동화 야드크레인을 위한  
독립운영 시스템

Independent operation system for automated transfer crane in  
container terminal



2011年 02月

韓國海洋大學校 大學院  
物流 시스템 學科

朴 淙 遠

# 목 차

## ABSTRACT

<b>제1장 서론</b> .....	2
1.1 연구의 배경 및 필요성 .....	2
1.2 기존연구 고찰 .....	3
1.3 논문의 구성 .....	4
<b>제2장 자동화 터미널의 ATC 통제 시스템</b> .....	5
2.1 자동화 터미널 및 터미널 운영시스템 개요 .....	5
2.2 ATC의 독립성을 위한 운영시스템의 타당성 검토 .....	13
<b>제3장 ATC의 독립성 유지를 위한 운영시스템</b> .....	15
3.1 ATC의 독립성을 위한 운영시스템 개념 및 기존 시스템 현황 .....	15
3.2 ATC 통제 시스템 .....	18
<b>제4장 ATC의 독립성 유지를 위한 운영시스템 설계</b> .....	22
4.1 ATC 독립성 유지 시스템 설계 .....	22
4.2 ATC 독립성 유지 시스템 TABLE 설계 .....	24
4.3 ATC 독립성 유지 시스템 구현 .....	25

제5장 결론 ..... 26

참고 문헌 ..... 26



# 표 목 차

<표 2-1> 국내 및 해외 자동화 컨테이너 터미널 현황 .....	5
<표 2-2> 터미널 운영시스템 기능 목록 .....	7
<표 2-3> 국내 자동화 터미널 운영시스템의 특징 .....	9
<표 2-4> 해외 자동화 터미널 운영시스템의 특징 .....	10
<표 3-1> 국내 자동화 터미널 운영시스템의 장비 관련 모듈 .....	17
<표 3-2> 양하 프로세스에서 TOS와 ATC간의 세부적인 정보 흐름 .....	18
<표 3-3> 선적 프로세스에서 TOS와 ATC간의 세부적인 정보 흐름 .....	19
<표 3-4> 반입 프로세스에서 TOS와 ATC간의 세부적인 정보 흐름 .....	20
<표 3-5> 반출 프로세스에서 TOS와 ATC간의 세부적인 정보 흐름 .....	21
<표 4-1> ATC 독립 시스템 모듈 .....	23
<표 4-2> ATC 독립 시스템 변수 정리 .....	25

# 그림 목차

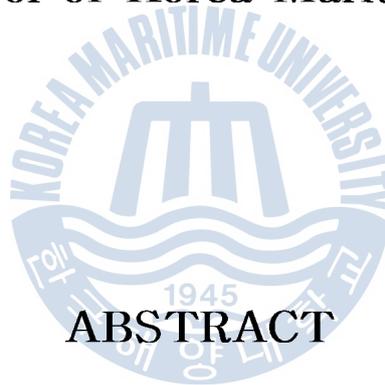
<그림 2-1> ATC의 독립성 유지 시스템의 타당성 .....	13
<그림 3-1> ATC의 독립성 유지 시스템 개요 .....	15
<그림 4-1> ATC를 위한 독립운영 시스템 전체 개념도 .....	31
<그림 4-2> ATC를 위한 독립운영 시스템의 지능형 스케줄링 .....	33
<그림 4-3> ATC를 위한 독립운영 시스템의 계획지원 및 계획지원 학습모듈 ...	36
<그림 4-4> ATC를 위한 독립운영 시스템의 기능관계도 .....	43



# Independent operation system for automated transfer crane in container terminal

Jongwon Park

Department of Logistics Engineering  
Graduate School of Korea Maritime University



This paper aims to independent operation system for ATC which works for a yard in a container terminal automatically. Many intelligent algorithms have been developed and studied for TOS - Terminal Operation System - in existing container terminals. So, TOS has been getting overloaded for development, maintenance, and repair. Moreover, if new equipment are introduced for container terminal, the TOS for container terminal would be renewed whole system. Despite of its necessity, studies have been introduced insufficiently. As a result, this paper represents the concept of independent which connects between TOS and equipments so that it can perform planning, indicating, monitoring, control and etc.

# 제 1 장 서 론

## 1.1 연구의 배경 및 필요성

세계화, 글로벌화로 인해 국가 간 교역량이 해마다 증가함에 따라 컨테이너선을 통한 해상 운송은 국제 무역에서 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 많은 국가들이 해상 운송의 거점 역할을 하는 항만의 생산성을 높이기 위한 노력이 이루어지고 있다. 이와 함께 컨테이너 선사들의 단위당 수송비용 절감을 위한 노력이 이루어지고 있다. 보다 경쟁력 있는 항만이 되기 위해 여러 가지 시스템, 새로운 장비들에 대해 연구개발이 이루어지고 있다. 고객서비스 향상, 시스템 안정성 확보, 비용절감과 자원 활용의 효율적 지원을 위해 자동화 컨테이너 터미널을 개발하는 추세이다.

선진국 항만들은 10년 전 부터 다양한 형태의 고효율 하역시스템, 친환경물류시스템의 기술개발과 실무적용을 지속적으로 시도하고 있다. 우리나라도 그동안 정부 차원에서 ATC 및 AGV 기술, RFID 기반 컨테이너 추적 기술 등 R&D 사업이 그동안 추진되어 왔으며 일부 ATC의 경우는 부산항 신선대부두에 5대를 설치, 실용화에 성공한 사례가 있다.

이러한 항만 및 하역장비의 발전 추세에 따라 이와 같은 자동화 컨테이너 터미널을 위한 터미널 운영시스템도 많이 개발되어 왔다. 컨테이너 터미널의 서비스의 다양화, 정보화, 차별화를 위해 좀 더 발전된 터미널 운영시스템을 개발하기 위한 노력이 이루어져 왔다. 터미널 운영시스템은 여러 가지 부문들이 효율적으로 관리되고 정보가 신속하고 정확하게 전달되어야 한다. 특히 자동화 컨테이너 터미널에서는 자동화 장비의 보다 효율적인 활용 및 관리를 위한 터미널 운영시스템이 필요하다. 특히 국내항만의 경우 많은 물동량에 비해 공간이 협소하여 다단으로 컨테이너를 적재하는 실정이라 많은 터미널 관계자들이 장치장 관련 장비 및 운영에 여러모로 부족함을 느끼고 있는 실정이다.

이와 같이 국내 컨테이너 터미널에서는 효율적인 장치장의 관리가 화두가 되고 있는 실정이다. 자동화 터미널의 장치장에서 사용중인 ATC(Automated Transfer Crane) 또는 AGV(Automated Guided Vehicle)와 같은 장비들의 효율적인 사용을

위한 많은 알고리즘 및 방법론이 연구되어 왔다. 이러한 장비의 효과적인 운용을 위한 많은 개념들이 현실에 적용되기 위해서는 터미널 운영시스템에서의 알고리즘을 실제로 구현하는 작업은 필수적이라고 할 수 있다. 하지만 터미널 운영시스템을 수정 및 보완하는 작업은 많은 시간과 비용을 요구하는 일이다.

## 1.2 기존연구 고찰

컨테이너 터미널의 생산성을 위한 자동화 컨테이너 터미널로의 전환이 이루어짐에 따라 자동화 터미널에 관한 연구도 활발히 이루어져 왔다. 전반적으로 자동화 터미널에 관한 논문은 본선작업, 운영, 전략, 레이아웃, 게이트, 그리고 장비 비교에 관한 연구가 진행되었다. 이 중 가장 큰 비중을 차지하는 논문은 장치장 작업 관련 논문이며, 이 가운데서 AGV 관련 논문이 대부분을 차지하였다. 배종욱과 김갑환(2000)은 자동화 컨테이너 터미널에서 다수의 QC에 AGV 할당을 연구하였으며 이를 통해 AGV의 적절한 배치로 화물의 적양하 작업시 시간을 단축시키고 AGV의 운행거리를 최소화하고자 하였다. 그리고 Mark B et al.(2002)은 시뮬레이션 기법을 이용하여 AGV의 안벽에서 이동을 모델링하였으며 이 모델을 circulation layout과 crossover layout에 적용하여 성능을 평가하였다. 특히 AGV 관련 논문은 AGV의 교착문제에 관한 연구가 활발히 진행되었다. 전진표 외 2명(2005)은 AGV 주행 영역을 그리드 단위로 나누어 관리하는 자동화 컨테이너 터미널에서 AGV들 간의 교착을 방지할 수 있는 방안과 목적지까지의 예상 소요 시간이 짧은 경로를 효율적으로 선정할 수 있는 방안을 제시하였다. Matthias Lehmann et al.(2006)은 AGV의 교착 파악을 위해 터미널 시스템을 행렬로 표시하는 방법과 직접적으로 장비의 요청을 따라가는 두 가지 모형을 제시하였으며 이를 통해 장비의 교착 상황을 해결하고자 하였다.

또한 자동화 컨테이너 내에서 장비들 간의 연계성, 운영시스템의 최적화를 위한 논문이 활발히 진행되었다. 하태영과 최용석(2004)은 하역작업시에 발생하는 연계장비간의 대기시간과 장비의 대수, 작업소요시간에 따라 달라지는 가변적인 상황하에서 안벽장비, 이송장비, 야드장비의 결합생산성을 분석하고 최적의 장비조합을 산출하도록 하였다.

이러한 자동화 장비를 사용하여 최적화를 이루기 위한 자동화 터미널의 척도 평가에 관한 연구가 진행되어 왔다. Chin-I et al.(2002)은 자동화 컨테이너 터미널을 AGV를 사용하는 경우, 컨베이어를 사용하는 경우, 레일을 이용하는 경우, 그리고 AS/RS 시스템을 사용하는 경우로 나누어 설계, 분석, 평가하였다.

자동화 컨테이너 터미널에서는 장치장의 생산성 향상 여부가 중요한 척도가 되며 이를 위해 자동화 야드크레인의 운영 효율 향상에 관한 연구도 많이 이루어져 왔다. 왕승진 외 5명(2002)은 자동화 컨테이너 터미널의 효율적인 운영을 위한 장치장의 운영 규칙연구 및 장치장 작업 장비의 운영문제를 위한 시뮬레이션 모델의 개발을 연구하였고 특히, ATC 운영과 장치장의 운영에 관한 여러 가지 규칙과 전략을 제안하였다. 김우선(2004)은 ATC 교행으로 인하여 발생하는 장치장 생산성 저해 요인인 간섭을 주행간섭과 작업간섭으로 나누어 각 전략 개발 및 적용시 고려해야 할 간섭을 명확하게 하고자 하였다. 또한 기존에 개별적으로 분리되어 전체적으로 일관된 흐름을 가지지 못했던 운영전략을 체계적으로 정리, 분석하여 장비운영 전략을 구성하여 이를 위한 시뮬레이션 모델을 설계하였다. 그리고 배종욱 외 2명(2006)은 ATC의 운반시간과 재취급 작업시간을 줄이기 위한 이적문제를 제약이 있는 동적계획법을 이용하여 전진적 방법을 사용해 최단경로를 계산하는 모형을 제안하였다.

자동화 컨테이너 터미널을 위한 시스템 구축 및 설계에 관한 연구도 활발히 진행되었다. 신재영과 이채민(2002)은 컨테이너 터미널의 운영 계획들을 통합된 환경에서 수립할 수 있도록 지원하는 시스템을 개발하여 단위 계획별로 따로 개발되었던 계획 시스템을 보완하여 각 계획간의 연계 작업 및 재조작이 가능하도록 시스템을 설계하였다. 최훈호(2004)는 자동화 컨테이너 터미널의 AGV 시스템과 그에 따른 GC/ATC와 같은 터미널 장비와의 연계 시스템을 각종 터미널 운영 룰을 제시하는 것이 가능하도록 구현하여 시뮬레이션을 수행하였다.

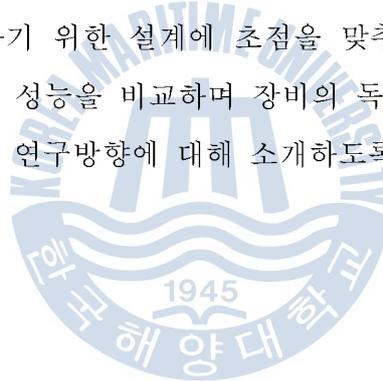
이와 같이 컨테이너 터미널 내의 영역별로 개별적인 하역생산성을 산출한 연구가 진행된 이후로 새로운 하역장비를 대상으로 터미널 전반적인 하역시스템을 개발하고 실험한 연구가 이루어져왔다.

전반적으로 장치장에서 운영을 연구가 많이 이루어져있다고 할 수 있다. 장치장 운영에 관해서도 주로 AGV 관련 논문이 많으며 특히 AGV의 교착이 생산성의 요점이 되기 때문에 이에 관련된 연구가 활발히 이루어진 실정이다.

ATC에 관한 연구는 전략적인 주제를 다룬 논문을 포함하여 운영방안에 관하여 다룬 논문과 장치장 할당모형에 관한 논문이 조사되었으나 장치장과 운영시스템간에 효율성을 위한 새로운 시스템 개발에 관한 연구가 상대적으로 적으므로 이와 관련된 연구가 필요한 실정이다.

### 1.3 논문의 구성

본 연구는 자동화 터미널에서 사용중인 운영시스템을 살펴보고 기존 시스템의 문제점을 인식한다. 그리고 기존에 사용중인 국내·외 자동화 터미널의 현황 및 운영시스템에 대해 고찰한다. 특히 ATC를 위한 새로운 운영시스템의 개념과 기법을 소개하고 이를 실제로 구현하기 위한 설계에 초점을 맞추도록 한다. 이후 기존 시스템과의 구체적인 차이점 및 성능을 비교하며 장비의 독립성 유지에 따른 이점과 효과를 살펴보고 향후 필요한 연구방향에 대해 소개하도록 한다.



## 제 2 장 자동화 터미널의 ATC 통제 시스템

### 2.1 국내·외 자동화 컨테이너 터미널 및 운영시스템

컨테이너 터미널의 효율적인 운영과 비용 절감의 목적에 따라 컨테이너 터미널은 자동화 형태로 변화하는 추세이다. 컴퓨터 시스템과 정보화 기술의 발전에 따라 컨테이너 터미널의 자동화가 현실적으로 가능하게 되었으며 컴퓨터 시스템을 통하여 터미널에서 보다 효율적이고 정확한 운영을 꾀하고 있다.

다음은 국내 및 해외 자동화 컨테이너 터미널의 장비 및 일반 현황이다.

<표 2-1> 국내 및 해외 자동화 컨테이너 터미널 현황

터미널	총면적	연간 처리능력	C/C	야드 장비	기타 이동장비
한진	687,590m <sup>2</sup>	310만 TEU	12	ARMG 42대	라싱플랫카
현대	553,068m <sup>2</sup>	1062만 TEU 예상처리가능	11	ATC 36대	ECH(Empty Container Handler) 2기
KBCT	1,012,159m <sup>2</sup>	250만 TEU	15	TC 32대 ATC 5대	
HHLA-CTB	1,600,000m <sup>2</sup>	260만 TEU	19	S/C 102대	
HHLA-CTA	760,000m <sup>2</sup>	190만 TEU	14	AGV 35대	철송크레인 : 4 R/S : 2 YT : 15 Chassis : 200
HNN-Antwerp	664,678m <sup>2</sup>	2만8천TEU	9	S/C	
ECT-DCD	245ha	410만TEU	25	ASC 90대 AGV185대 SC69대	

HPH-Thames port	169acres	66만TEU	6	RMGC 19대(Twin-Lift 4대)	
Evergreen - 대만 카오슝	633,187m <sup>2</sup>	1000만TEU (전체)	6	10대	
PPT - 싱가포르	840,000m <sup>2</sup>	2700만TEU	22	ATC 15대	OHBC : 44
일본 오오이(OHI)	866,224m <sup>2</sup>	27188TEU*	18	ATC 6대	샤시 : 10
TMP - 영국		635,000TEU	6	ATC 21대	YT : 22 철송크레인 : 2 샤시 : 70
HIT - 홍콩	1,110,000m <sup>2</sup>	2400만TEU	48	130대	

이러한 터미널의 자동화 추세와 요구에 따라 국내·외 컨테이너 터미널이 자동화되고 있다. 하지만 단순한 전산화 또는 컴퓨터를 이용한 시스템을 갖춘 컨테이너 터미널이라고 해서 자동화 시스템을 갖추었다고 할 수는 없다. 컨테이너 터미널의 각종 하역 및 운송장비와 같은 하드웨어, 그리고 터미널 운영시스템(TOS : Terminal Operation System)과 같은 소프트웨어가 갖추어져야 자동화가 가능하다고 할 수 있다.

컨테이너 터미널에서 사용되는 운영시스템은 자동화 컨테이너 터미널의 효율적인 운영을 위한 필수적인 요소이다. TOS의 일반적인 특징은 다음과 같다.

- 전산화된 컨테이너 운영시스템(Terminal Operation System)은 터미널 내의 컨테이너의 흐름을 관리함
- 모든 컨테이너가 정확한 위치로 갈 수 있게 하고, 컨테이너 이동을 가장 효과적인 방법으로 이루어지도록 하는데 도움
- 선사로부터 정보를 받고, 항구로 들어오는 선박에서 컨테이너의 위치와 터미널에서 내려야 할 컨테이너에 대한 정보를 다룸
- 선사와 운송사로부터 육로나 철로로 터미널까지 운송되어지는 컨테이너에 대해서도 통보를 받음

- 수신한 정보로부터 모든 컨테이너들이 선박, 기차 또는 트럭에서 내려졌을 때 야드 내에서 어디에 위치되어야 하는지 결정
- 컨테이너를 선박에 양하를 하고 선박에서 컨테이너들의 위치 선사에 통보여부 관리
- 운송사에 이동할 컨테이너에 대한 정보를 통지하고 위치를 알려주게 됨
- 크게 계획시스템, 운영시스템, 지원시스템으로 나눌 수 있음
- 이와 같이 전산화된 시스템으로서 컨테이너 하역작업에 필요한 기능을 제공하는 정보시스템은 터미널 운영에 필수적인 요소가 됨

다음은 자동화 컨테이너 터미널에서 사용되는 터미널 운영시스템의 기능 목록이다.

<표 2-2> 터미널 운영시스템 기능 목록

계획관리	선석계획	선석제원관리	선석제원관리
		QC배정	서비스항로 및 운항 특성관리, 선박의 일반 정보관리
		선석배정관리	선박의 일반 정보관리, 선석 배정, 작업 QC의 사전 할당, 배정 결과의 통보
	본선계획	선박상세자료관리	선박의 일반 제원 관리, 선창구조, 위치자료 관리, 탱크 구조, 용량 자료 관리
		Q/C 작업계획	양/적하를 위한 자료 접수, Q/C별 양/적하 작업계획
		양하작업계획	양하 예정 화물의 작업순서 결정
		적하작업계획	적하 예정 화물의 작업순서 결정
	장치장계획	장치장 구성관리	장치장을 포함한 컨테이너 야드의 구성현황 관리, 작업과 연관되는 시설물 위치 관리
		수출장치계획	수출화물 선적 예정 물량의 접수 및 속성별 분류, 장치장 현황파악, 장치장 배정
		수입장치계획	완료된 양하 계획 자료의 입수, 장치장 현황 파악, 장치장 배정
		구내이적계획	Re-Marshalling 계획, 수입 장치장 정리 계획
	철송계획	열차 발도착관리	열차 발도착 정보 관리
		화차별 발도착 예정관리	화차별 발도착 예정 정보 관리
		화차 양하계획	화차 양하 예정 화물의 작업순서 결정
		화차 적하계획	화차 적하 예정 화물의 작업순서 결정

운 영 관 리	본선 관리	양하작업관리	양하 작업지시, 모니터링, 예외 상황관리
		적하작업관리	적하 작업지시, 모니터링, 예외 상황관리
	장치장 관리	양하장치관리	양하장치 모니터링, 양하장치지시
		적하작업관리	적하장치 모니터링, 적하장치지시
		반입장치관리	반입장치 모니터링, 반입장치지시
		반출장치관리	반출장치 모니터링, 반출장치지시
		구내이적관리	구내이적 모니터링, 구내이적지시
	게이트 관리	반입관리	반입통제, 반입컨테이너 관리
		반출관리	반출통제, 반출컨테이너 관리
	철송 관리	철송 하역작업 관리	철송컨테이너 하역작업 모니터링, 터미널 반 출입 관리
		철송 정보관리	철송컨테이너의 발, 도착 정보 관리
	컨테이너 관리	유지보수관리	컨테이너 정보관리 및 유지보수
		특수화물관리	냉동/위험물/특수 컨테이너 화물의 관리
	CFS 관리	수출화물관리	수출화물의 반입 예정자료 관리, 반입/반출/ 적입관리 등의 업무
		수입화물관리	수입화물의 반입 예정자료 관리, 반입/반출/ 적출관리 등의 업무
		정산관리	CFS발생 매출 및 비용에 대한 정산 관리
		재고관리	CFS구획관리, 입출고, 장치계획관리 등의 업무
		반출입관리	CFS내 반출입 컨테이너 관리 및 항만터미널 운영관리와의 연계를 통한 통합관리 등의 업무
	종합 운영 관제	본선작업모니터링	본선 양적하 작업, 작업 장비 등에 대한 모 니터링
		장치장모니터링	장치장 반출입 및 이적 작업, 작업 장비 등 에 대한 모니터링
		게이트모니터링	게이트 반출입 차량 및 컨테이너 작업 등에 대한 모니터링
	EDI 관리	운영EDI관리	양하예정정보, 선적예정정보, 게이트 반출입 에 필요한 반출입 예정정보, 위험물 정보 등 의 전자 문서 관리
		보세EDI관리	수입화물 중 세관에 신고된 화물 중 하선지 가 터미널인 컨테이너에 대하여 세관에 반출 입신고 등 관리
	On-Dock 관리	수입운영	D/O 관리, 컨테이너화물조작장(CFS)배정분, 검역대상, 직반출 컨테이너를 체크, 관리, 컨 테이너를 반출입 관리
		수출운영	Booking Order관리, 재유통 공컨테이너 배

			정, Free Van Pool 및 Seal 목록 등을 관리
		ECS관리	재유통 공컨테이너 관리, 반출입 제한, 수리, 청소, 임대, 컨테이너 Movement 정보, 체화 컨테이너 관리
		정보관리	선사별로 Free Van Pool 적용일시 및 개수를 관리, 조작코드 및 보세정보, 자가운송 대장 등을 관리
운영지원관리	장비관리	실적관리	장비 작업운행에 따른 실적관리
		정비이력관리	장비 정비계획 수립 및 정비이력 관리
		재고관리	부품 입출고 및 재고관리
	정산관리	작업료 정산관리	터미널 운영에 따른 작업료 정산을 위한 기초자료 생성
		하역비 청구관리	정산 기초자료를 근거로 한 하역비 청구
	통계관리	통계관리	각종 통계현황 자료제공 서비스

이러한 TOS가 기본적으로 갖추어야 할 요건은 다음과 같다.

- 컨테이너의 양·적하를 빨리하도록 해서 하역의 생산성을 높이고, 실시간적인 모니터링 시스템을 제공
- 정확한 정보를 제공해 야드 및 게이트 등의 현장의 업무가 신속하고 원활하게 이루어질 수 있도록 도움
- 고객 및 사용자의 요구에 유연하게 대처할 수 있는 고객만족의 기능 충족

자동화 터미널의 보다 효율적인 운영을 위해서 보다 향상된 터미널 운영시스템을 필요로 한다. 이를 위해 각국의 터미널에서 보다 발전된 자동화 터미널을 위한 운영시스템을 갖추기 위해 노력하고 있다.

국내·외 주요 자동화 컨테이너 터미널의 운영시스템의 특징은 다음과 같다.

<표 2-3> 국내 자동화 터미널 운영시스템의 특징

구분	운영시스템의 특징
부산신항만 (PNC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 홍콩의 APM터미널에서 운영하던 조디악(ZODIAC)이라 부르는 운영시스템과 NAVIS사의 SPARCS를 혼용해서 사용</li> <li>• 일부 자동화 계획이 이루어지며, 대규모의 터미널 운영에 적합한 시스템으로 파악됨</li> </ul>

신선대터미널 (PECT)	<ul style="list-style-type: none"> <li>e-PECTOS라는 통합된 정보시스템으로 운영되고 있으며, 2007년에는 해양수산부에서 추진하는 RTLS/USN 기반 u-Port 사업을 시범적으로 추진하면서 Y/T Pooling 시스템, 장치위치 자동인식 시스템, 위험물상태관리 시스템 등이 부분적으로 운영</li> <li>아직 시범단계이나, 고단적 적재시스템(HSS : High-Stack Storage System)을 시범적으로 운영</li> </ul>	
허치슨터미널 (HBCT)	<ul style="list-style-type: none"> <li>2002년 현대상선(주)으로부터 터미널을 인수한 이후 사용하던 전산시스템의 운영 생산성을 높이고자 2003년부터 홍콩 HIT에서 운영 중인 nGEN 시스템의 새로운 기법을 적용하여 내부적으로 효율적 운영과 높은 생산성을 이루려고 노력</li> <li>운영 업무 외에도 지원 업무의 효율성을 위해 본사에서 운영하는 전사적인 ERP 시스템인 EBIS 시스템을 도입하여 현재 업무의 효율화를 기하고 있음</li> </ul>	
감만 부두	대한통운	<ul style="list-style-type: none"> <li>CONSIS라고 하는 터미널 및 CY(Container Yard), Depot 영역을 포함하는 형태로 시스템이 운영되고 있으며, 2004년에 50억의 투자로 재개발과 함께 운영상의 성능 향상에 많은 효과를 나타내고 있음</li> </ul>
	허치슨	<ul style="list-style-type: none"> <li>2002년에 토탈소프트뱅크에 의한 HANTOS라는 신규개발로 시스템을 교체하여 사용하고 최근에는 자회사인 사이버로지텍을 통해 시스템을 패키지와화(CY-PORT)하여 컨테이너 야드의 운영 효율성을 제고하고, 물량 및 서비스 범위에 제한 받지 않는 확장성을 지닌 시스템으로 운영 중에 있음</li> </ul>
	한진	<ul style="list-style-type: none"> <li>감만과 감천에 전용터미널을 운영하면서 초기에 선석, 장치장, 양·적하 계획용으로 TRAK(호주제품)이라는 터미널 운영 시스템을 사용</li> </ul>
	동부	<ul style="list-style-type: none"> <li>운영관리부분은 KL-NET에서 개발한 ATOMS시스템을, 계획시스템 부분은 CATOS(2002, 토탈소프트뱅크)시스템을 사용하고 있고, 자체 개발한 시스템도 상당부분 사용하고 있음</li> </ul>
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>우암터미널은 개장 초기에 사용하던 운영시스템인 CATOS 시스템을 현재까지 사용 중에 있음</li> <li>광양항에서 운영하는 터미널 중에서는 셋방(2004년 선석통합으로 자체 신규개발) 및 KIT터미널(TSB에서 개발한 CATOS 시스템 사용)을 제외하고는 부산에서 사용하는 시스템과 비슷한 기능으로 사용하는 것으로 파악</li> <li>이외 기타 지역의 터미널 운영시스템으로는 대부분 자체개</li> </ul>	

	발 및 유지 보수가 어려운 관계로 국내의 터미널 운영시스템 개발 업체를 통한 customizing 작업을 거쳐 정보시스템을 갖추고 운영하고 있음
--	----------------------------------------------------------------------------------

<표 2-4> 해외 자동화 터미널 운영시스템의 특징

구분	운영시스템	운영시스템의 특징
홍콩 HIT	선석	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 본선작업 중 양적하를 동시에 수행하는 Dual Cycle System(양적하 동시배차시스템)인 Internal Tractor Deployment System(ITDS)을 사용</li> <li>• 터미널 운영규칙 및 환경을 고려한 자동 선석배정 기능의 Intelligent Berthing Plan System(IBPS)를 사용</li> <li>• Integrated Yard &amp; Vessel Planning Strategy를 뒷받침해 줄 수 있는 Vessel Planning Module을 보유한 Vessel Explorer System 사용</li> </ul>
	장치장	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C/C에 배정되는 YT를 풀(pool)로 운영하는 Pooling System개념을 도입하여 지리적으로 협소한 장소에서도 최대의 야드 장치율이 가능하도록 신기술의 알고리즘을 적용해 시스템을 운영</li> <li>• 정밀위성위치확인(Differential Global Positioning System : DGPS)을 이용하여 야드 장비 및 컨테이너의 위치를 실시간으로 자동 추적하는 APIS(오차범위 15mm) 시스템을 사용</li> <li>• Automatic Grounding Strategy로 지식기반 개념의 알고리즘을 도입한 Rulebase Yard Auto Planning System인 Yard Allocation Planning시스템을 사용</li> <li>• Voice, PDA 및 EDI를 활용한 반출예약시스템인 Tractor Appointment System(TAS)을 사용</li> </ul>
	운영통제	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 실시간 터미널 작업상황 감시 및 통제시스템(Integrated Real-Time Monitoring &amp; Control System)으로 게이트, 야드 및 선박의 통합 모니터링시스템(OMS : Operation Monitoring System)을 사용하여 작업생산성 향상 및 최적화된 터미널 운영업무를 수행</li> <li>• Ship-Side, Repair Shop, ESA 등에서 PDA를 활용한 Real-Time Inventory Service인 Inventory Management System을 사용</li> <li>• CCD 영상인식 기술을 활용한 게이트 반출입작업 및</li> </ul>

		<p>본선 양적하작업의 무인자동감시시스템인 Image Recognition System(IRS)을 사용</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1998년 4월부터 메인프레임방식의 운영 통제시스템을 BEA Systems사가 제작한 'EA TUXEDO'라는 3Tier 방식의 Middleware로 개선하여 사용</li> </ul>
싱가포르 PSA	선석	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 선사의 컨테이너 환적과정을 용이하게 하기 위한 시스템으로 EZShip을 개발하여 운영 중</li> </ul>
	장치장	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개별 컨테이너선사의 전 세계적인 공컨테이너 재고관리를 지원하기 위한 e-business 솔루션으로 GEMS(Global Equipment Management System)를 개발하여 운영 중</li> <li>• 컨테이너선사의 공컨테이너 재배치시 컨테이너당 350~600달러씩 소요되는 비용을 절감시킬 수 있도록 공컨테이너의 수요와 공급을 조정해 주는 역할을 수행하는 기능의 BoXchange 개발 운영 중</li> <li>• 원격 조정되는 브릿지 크레인 자동 위치지시시스템을 설치하여 운영 중</li> <li>• 예측 자료는 장비 배치 및 작업 지시를 조정하는 데 사용됨</li> <li>• 전반적으로 컨테이너 야드 운영은 폐쇄 회로 TV, 무선 시스템 및 고성능 첨단 워크스테이션 장비를 이용하여 지속적으로 모니터링 됨</li> </ul>
	게이트	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 컨테이너 번호 확인시스템과 컨테이너의 이동을 처리하는 게이트 통과시스템(Flow Through Gate System: FTGS)이 함께 사용되고 있음</li> </ul>
	운영통제	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정보시스템 등 기술과 훈련된 전문인력을 최대한 활용하여 터미널 생산성향상과 고객서비스를 개선하기 위한 이들 시스템은 컨테이너의 환적, 접안계획, 컨테이너 양적하 작업, 야드 내 수송 등을 최적화 및 체계화된 설계로 개발되어 시스템을 운영 중</li> <li>• Portnet은 PSA를 해운업계에 연계시키기 위한 B2B 전자상거래 시스템으로 항만관련 서비스의 예약, 선박의 입항 및 출항 추적, 정부기관에 대한 전자서류 작성 및 보고, 컨테이너의 추적 등의 업무를 수행 중</li> <li>• CITOS(Computer Integrated Terminal Operations System)는 1988년 개발된 ERP(Enterprise Resource Planning)시스템으로 PSA의 항만운영을 통합하고 조정함으로써 효율성 증대와 생산성 향상을 도모하고 있음</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>정보기술분야를 향후 개발해야 할 가장 중요한 부분으로 인식하고 이미 개발된 시스템 외에 e-Solutions 및 eMart분야의 TRAVIS, COPLAN, EquipMart 등의 시스템을 현재 개발 중</li> </ul>
독일 HHLA	선석	<ul style="list-style-type: none"> <li>슈퍼 포스트파나막스급(Dual Trolley, Twin-Lift 스프레더) 컨테이너크레인 3기에 자동작업할당시스템을 사용</li> </ul>
	장치장	<ul style="list-style-type: none"> <li>DGPS/Laser를 이용한 위치확인시스템을 사용함</li> <li>컨테이너 장치장 한 블록당 2기의 RMGC(대형은 10열 4단의 RMGC)를 사용함</li> <li>AGV 주행방식으로 Cross Lane 방식(Dynamic Routing 방식과 유사)을 사용함</li> </ul>
	게이트	<ul style="list-style-type: none"> <li>최첨단 이동식 X-Ray 투시기를 이용하여 세관에서 임의로 선정된 컨테이너에 대하여 검사를 실시</li> </ul>
	운영통제	<ul style="list-style-type: none"> <li>중앙컨트롤 룸에서 CCTV로 잡은 화상을 보면서 원격 조정하는 원격통제시스템을 사용함</li> <li>터미널운영시스템 TLC(Terminal Logistics &amp; Control)사용</li> <li>터미널관리시스템 TMS (Terminal Management System)사용</li> <li>일반관리시스템인 ERP(Enterprise Resource Planning) 패키지운영</li> </ul>
네덜란드 ECT	선석	<ul style="list-style-type: none"> <li>세계 최초로 Two-Trolley System 컨테이너 크레인을 사용 중</li> <li>C/C당 자동화 장비 투입대수를 자동화장비 제어시스템 및 정보시스템의 개선을 통해 단계적으로 감소시킬 계획</li> <li>크레인의 운전 및 유지보수에 관련된 정보를 컴퓨터를 통하여 신속히 제공받아 운전, 정비 및 사전관리를 목적으로 CMS(Crane Monitoring System)을 크레인 내부전기실에 설치하여 운영 중</li> <li>C/C 주행레일에 트랜스폰더(Transponder)를 설치하여 C/C 위치를 자동으로 파악</li> </ul>
	장치장	<ul style="list-style-type: none"> <li>야드 운송장비로 Multi-Trailer(컨테이너 5개 동시 운반)를 사용</li> <li>C/C와 장치간의 운송에 AGV를 사용</li> <li>야드 블록에는 ASC(Automated Stacking Crane)를 사용</li> <li>트랜스폰더 및 Infrared를 이용한 센서를 사용하여 AGV가 C/C와 작업시 정확한 지점에(<math>\pm 20\text{mm}</math>)에 접근하기 위한 목적으로 AGV Docking System을 사용</li> </ul>
	게이트	<ul style="list-style-type: none"> <li>운전자 신분조회시스템으로 생체 인식시스템을 활용한 화물 카드시스템(Cargo Card)을 1998년 5월부터 운영</li> </ul>

자동화 터미널에서 사용되는 ATC 정보시스템은 일반적으로 터미널 내에서 컨테이너 및 장비의 흐름을 계획 운영 및 통제하면서 ATC 내에 컨테이너를 정확한 위치로 이동시키는 역할을 수행한다. 또한 선사로부터 입항 선박의 컨테이너의 적재 위치와 양하 컨테이너에 관한 정보를 수신하며, 하역 및 장치업무를 계획하고, 또한 선사와 운송사로부터 육송이나 철송으로 터미널까지 운송되어지는 컨테이너에 대해서도 통보받아 운송업무를 처리한다.

## 2.2 ATC의 독립성을 위한 운영시스템의 타당성 검토

컨테이너 터미널은 외부 환경에 많은 영향을 받는다. 화물의 물동량 뿐만 아니라 선사 또는 화주의 요구, 시시각각 변화하는 현장상황, 넓게는 기술의 발전등과 같은 요인들도 항만에 영향을 끼친다. 이러한 내·외부의 환경 변화에 신속히 대처하기 위해서는 보다 발전적이고 유연한 운영시스템이 필요하다.

<표 2- 5> ATC의 독립성을 위한 운영시스템의 타당성

이점	설명
터미널 운영환경의 신속한 대처	실시간 스케줄링 모듈을 통한 원활한 업무진행 적절한 ATC 분배를 통한 효율적인 장비 사용
유지보수 업무의 용이성	장비 및 야드 환경 변화 및 장애 발생시 독립 시스템의 유지보수 만으로 빠른 업무의 적용 및 복구 가능
TOS 장애시 업무 독립화	TOS의 장애시 발생하는 업무 불능에 상관없이 자체 Control 시스템으로 업무처리 가능
호환성의 증대	새로운 하역작업 도입 시 TOS와의 interface 작업으로 장비적용 가능
기존 TOS와의 독립성	분산화 작업을 통한 TOS 시스템의 과부하 발생 요인 제거

따라서 본 논문에서 제안하는 터미널 운영시스템과 장비와의 독립된 시스템 구축

은 다음과 같은 이점을 가질 수 있다.

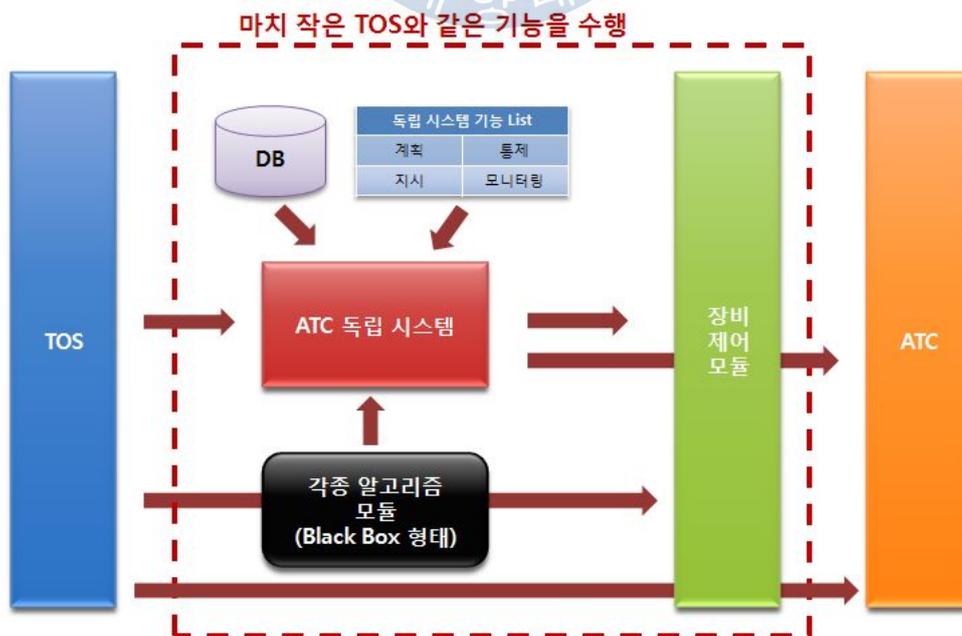
첫째, 터미널 운영환경에 신속한 대처가 가능하다. 시시각각 변화하는 터미널의 운영 상황과 터미널에 영향을 끼치는 외부 요인으로부터 장비를 보다 원활하게 이용할 수 있는 여지를 마련해준다. 실시간 스케줄링을 보다 효율적으로 할 수 있게 해 주며 장비의 가동률을 높이는데 도움을 줄 수 있다. 둘째, 장비 및 장치장 상황과 환경의 변화에 독립적으로 시스템을 유지 및 보수할 수 있다. 이를 통해 업무에 적용이 용이하다. 셋째, TOS에 장애가 발생할 경우 시스템의 독립으로 인해 TOS 업무 불능과 상관없이 자체 Control 시스템만으로 업무처리가 가능하다. 넷째, 새로운 장비를 도입하거나 장비의 스펙, 대수 변경시 TOS와의 인터페이스를 연결하는 단순한 작업만으로 장비를 터미널에 적용하는 것이 가능하다. 새로운 알고리즘을 도입하거나 새로운 운영기법이 연구되는 경우에도 시스템의 독립을 통해 빠르고 보다 저렴한 업그레이드가 가능하다. 마지막으로 분산화 작업을 통해 TOS 시스템의 과부하 발생 요인을 제거하는 것도 기대해 볼 수 있다.



## 제 3 장 ATC의 독립성 유지를 위한 운영시스템

### 3.1 ATC의 독립성을 위한 운영시스템 개념 및 기존 시스템 현황

본 논문에서 제안하는 ATC의 독립성 유지를 위한 운영시스템의 개념은 다음과 같다. 첫째, ATC의 독립성 유지 시스템은 기본적으로 TOS와 ATC사이를 연결하여 시스템과 장비 사이의 정보전달을 하는 역할을 한다. 둘째, ATC의 독립성 유지 시스템은 단순 장비의 제어나, 정보 전달을 위한 지시 역할만을 수행하는 것이 아니라 지능형 작업 스케줄링 및 관리, 모니터링, 그리고 계획 지원과 같은 역할을 수행한다. 셋째, ATC의 독립성 유지 시스템은 단순히 TOS내의 기능에서 지능형 작업 스케줄링, 모니터링과 같은 TOS의 기능들을 분리하여 가져오는 기능이 아니라 TOS와는 독립적으로 작동할 수 있도록 구성되도록 한다. 그리고 마지막으로 각종 터미널의 효율성 극대화를 위한 알고리즘을 원활히 수행할 수 있도록 모듈화를 통한 지원 기능을 갖추도록 한다.



<그림 3-1> ATC의 독립성 유지 시스템 개요

ATC 독립성 유지시스템에서 필요로 하는 기능 및 그 기능의 역할에 대한 정의는 다음과 같다.

- TOS 인터페이스 : TOS와 ATC를 위한 시스템간의 정보 이동으로 작업 지시를 ATC에 전달하고, 작업 결과 및 상태 정보를 다시 TOS로 보내주는 역할을 수행한다.
- ATC 인터페이스 : ATC와 ATC를 위한 시스템간의 정보 이동으로 작업 결과를 통보하고, 현장에서 일어나는 예외 상황을 즉각적으로 TOS에 보고한다.
- 모니터링 시스템 : TOS가 파악하기 힘든 현장의 자세한 정보를 수집하여 계획 지원 시스템이나 지능형 작업 스케줄링이 원활하게 수행될 수 있게 한다.
- 지능형 작업 스케줄링 및 관리 : TOS에서 전송 받은 작업을 ATC에 할당하고, 필요한 경우 현장의 상황에 맞게 각각의 ATC에 재분배하며, 장치장의 생산성을 극대화할 수 있도록 자체적으로 재 정돈 및 구내이적 작업을 수행한다.
- 계획 지원 시스템 : TOS에서 플래닝 작업 시 현장의 정보를 제공하여 Planning의 효율성을 높이고, 기존의 플래닝된 작업에 대한 수정을 통하여 운영을 원활하게 한다.

기존 국내·외 자동화 터미널에서도 ATC를 위한 각종 자동화 시스템, 통제 시스템이 운영되고 있다. 국내 3개의 기업의 실무 담당자들과 해외 자동화 터미널의 개발 경험이 있는 실무경험자와의 인터뷰를 통해 다음과 같은 기능들을 정리하였다.

<표 3-1> 국내 자동화 터미널 운영시스템의 장비 관련 모듈

구분	TOS 기능	ATC 자동화 통제 모듈	ATC(장비) 기능
A 기업	Code 시스템 Vessel Define 시스템 Ship Planning 시스템 Berth Planning 시스템 Document 시스템 Operation Monitoring 시스템 Billing Statistics 시스템 Yard Planning 시스템 장비 관리 시스템 - 크레인 상태표시 - 작업 생성, 변경, 취소 - 작업 오더 지시 - 크레인 동작 지시 - 크레인 수동 조작	크레인 상태 정보 작업 우선순위 결정 크레인 작업 관리 크레인 동작 명령 생성 크레인 상태 제어 크레인 원격 조작	크레인 상태 보고 크레인 동작 제어 자동 모드 전환 수동 모드 전환 크레인 수동 제어
B 기업	Order Processing Planning Scheduling Reporting	Data Communication System	컨테이너 정보 확인 컨테이너 Weighing Schedule CPS 시스템
C 기업	관리 시스템 운영 시스템 계획 시스템 트럭 연동 시스템	작업지시 작업정보 확인 작업 우선순위 결정 TP이동 YT 체크 작업 컨테이너 번호 확인 YT 정위치 확인/조정 YT에 상차 지시 상차 완료보고 및 YT 출발신호 송신 YT 대기 확인 컨테이너 장치 지시 작업 컨테이너 번호 인 식/오류 처리	크레인 상태 보고 크레인 동작 제어 자동/수동 모드 전 환
D 기업	Order Processing Planning Scheduling Reporting Controller Resource Manager	AGV Job Execution ARMG Job Execution QC Job Execution Robot Refueler Job Execution RMRC Job Execution	QC Control RMRC Control ARMG Control AGV Control Refueler Control Gate Control

표에서도 나타난 것처럼 현재 조사된 국내·외 기업에서 사용 중인 TOS와 자동화 모듈을 살펴보면 대부분의 작업의 지시 기능을 담당하고 있으며 장비를 통제하고 데이터를 주고받는 기능 수준에 한정되어 있음을 알 수 있다.

## 3.2 ATC 통제 시스템

ATC의 독립성을 위한 운영시스템의 설계를 위해서는 기존 ATC 자동화 통제 모듈에 대한 세부적인 조사와 정리가 필요하다. 따라서 다음과 같이 각 상황(양하, 선적, 반입, 반출)에 대한 세부 프로세스를 정리하고 기존의 전체 TOS에서 장비의 독립성 유지에 필요한 기능을 도출하기 위해 세부 프로세스를 정리한다.

다음은 양하 프로세스에서 TOS와 ATC간의 세부적인 정보 흐름을 나타낸 것이다.



<표 3-2> 양하 프로세스에서 TOS와 ATC간의 세부적인 정보 흐름

TOS	정보 흐름	ATC
작업생성		
차량블럭진입		
작업수행 결정		
① 작업지시	⇒	
작업실행 결정		
		작업정보 요청
작업정보 전달		
RMG 작업명령 전송		
작업시작 알림		
작업시작 업데이트		
		RMG가 작업상태로 전환
		RMG 작업시작위치로 이동
	←	② RMG 이동완료 보고
	←	③ CPS 인식완료 보고
YT의 정확한 정차위치 수정		
		RMG 안전높이 접근
④ 차량인식 알림	⇒	
	←	⑤ YT 작업승인 요청
YT 단말기 승인 요청 표시		
⑥ YT 작업승인 보고	⇒	
	←	⑦ RMG Twist Un-lock 보고
작업 상태 업데이트		
		RMG 장치위치로 이동
	←	⑧ RMG 이동완료 보고
	←	⑨ 장치단적요청
장치단적정보 조회 및 작업 상태 변경		
⑩ 장치단적정보 전송	⇒	
	←	⑪ RMG Twist Un-Lock 보고
작업 상태 업데이트		
		RMG 안전높이 복귀
	←	⑫ RMG 이동완료 보고
		작업완료

다음은 선적 프로세스에서 TOS와 ATC간의 세부적인 정보 흐름을 나타낸 것이다.

<표 3-3> 선적 프로세스에서 TOS와 ATC간의 세부적인 정보 흐름

TOS	정보 흐름	ATC
작업생성		
차량블럭진입		
작업수행 결정		
<b>① 작업지시</b>	⇒	
작업실행 결정		작업정보 요청
작업정보 전달		
RMG 작업명령 전송		
작업시작 알림		
작업시작 업데이트		
		RMG가 작업상태로 전환
		RMG 작업시작위치로 이동
	↔	<b>② RMG 이동완료 보고</b>
	↔	<b>③ 장치단적정보 요청</b>
장치단적정보 조회 및 작업상태 변경		
<b>④ 장치단적정보 전송</b>	⇒	
		RMG 안전높이 접근 원격운전 진행
	↔	<b>⑤ RMG Twist Lock 보고</b>
작업 상태 업데이트		
	↔	<b>⑥ RMG 이동완료보고</b>
		RMG 안전높이 복귀
작업 상태 업데이트		
		RMG가 상차위치로 이동
<b>⑦ 차량인식 알림</b>	⇒	
YT의 정확한 정차위치 수정		
		RMG 안전높이 접근
	↔	<b>⑧ YT 작업승인 요청</b>
<b>⑨ YT 작업승인 보고</b>	⇒	
	↔	<b>⑩ RMG Twist Un-lock 보고</b>
작업 상태 업데이트		
YT 상태변경, 컨테이너 상태변경		
컨테이너 이동가능 변경		
표시(출발가능)		
		RMG 안전높이 복귀
	↔	<b>⑪ RMG 이동완료 보고</b>
RMG 작업 완료처리		
		작업완료

다음은 반입 프로세스에서 TOS와 ATC간의 세부적인 정보 흐름을 나타낸 것이다.

<표 3-4> 반입 프로세스에서 TOS와 ATC간의 세부적인 정보 흐름

TOS	정보 흐름	ATC
작업생성		
차량블럭진입		
작업수행 결정		
① 작업지시	⇒	
작업실행 결정		
		작업정보 요청
작업정보 전달		
RMG 작업명령 전송		
작업시작 알림		
작업시작 업데이트		
		RMG가 작업상태로 전환
		RMG 작업시작위치로 이동
	←	② RMG 이동완료 보고
	←	③ CPS 인식완료 보고
YT의 정확한 정차위치 수정		
		RMG 안전높이 접근
④ 차량인식 알림	⇒	
	←	⑤ YT 작업승인 요청
YT 단말기 승인 요청 표시		
⑥ YT 작업승인 보고	⇒	
	←	⑦ RMG Twist Un-lock 보고
작업 상태 업데이트		
		RMG 장치위치로 이동
	←	⑧ RMG 이동완료 보고
	←	⑨ 장치단적요청
장치단적정보 조회 및 작업 상태 변경		
⑩ 장치단적정보 전송	⇒	
	←	⑪ RMG Twist Un-Lock 보고
작업 상태 업데이트		
		RMG 안전높이 복귀
	←	⑫ RMG 이동완료 보고
		작업완료

다음은 반출 프로세스에서 TOS와 ATC간의 세부적인 정보 흐름을 나타낸 것이다.

<표 3-5> 반출 프로세스에서 TOS와 ATC간의 세부적인 정보 흐름

TOS	정보 흐름	ATC
작업생성		
차량블럭진입		
작업수행 결정		
<b>① 작업지시</b>	⇒	
작업실행 결정		작업정보 요청
작업정보 전달		
RMG 작업명령 전송		
작업시작 알림		
작업시작 업데이트		RMG가 작업상태로 전환
		RMG 작업시작위치로 이동
	↔	<b>② RMG 이동완료 보고</b>
	↔	<b>③ 장치단적정보 요청</b>
장치단적정보 조회 및 작업상태 변경		
<b>④ 장치단적정보 전송</b>	⇒	
		RMG 안전높이 접근
		원격운전 진행
	↔	<b>⑤ RMG Twist Lock 보고</b>
작업 상태 업데이트		
	↔	<b>⑥ RMG 이동완료보고</b>
		RMG 안전높이 복귀
작업 상태 업데이트		RMG가 상차위치로 이동
<b>⑦ 차량인식 알림</b>	⇒	
YT의 정확한 정차위치 수정		RMG 안전높이 접근
	↔	<b>⑧ YT 작업승인 요청</b>
<b>⑨ YT 작업승인 보고</b>	⇒	
	↔	<b>⑩ RMG Twist Un-lock 보고</b>
작업 상태 업데이트		
YT 상태변경, 컨테이너 상태변경		
컨테이너 이동가능 변경		
표시(출발가능)		RMG 안전높이 복귀
	↔	<b>⑪ RMG 이동완료 보고</b>
RMG 작업 완료처리		
		작업완료

이처럼 TOS와 ATC 간의 정보 흐름을 분석한 결과 Yard Planning과 Opertation에서 일부 ATC와 관련된 기능이 조사되었고 이들은 주로 ATC에 작업 명령을 하달하는 수준에 지나지 않았다는 것을 알 수 있었다. 따라서 보다 지능적이고 독립적인 운영시스템을 위해선 새로이 기능이 추가될 필요가 있으며 기존의 기능을 보강할 필요가 있다. 이를 위해서는 기존 분석한 자료를 바탕으로 새로이 기능의 범위를 정의하고 세부 기능을 정리해야 한다. 이와 같은 작업이 이루어진 이후엔 각 기능이 원활하게 작동될 수 있도록 기능 간에 업무흐름 및 데이터 흐름에 대한 정의가 되어야 한다.



## 제 4 장 ATC의 독립성 유지를 위한 운영시스템 설계

이장에서는 3장에서 이루어진 ATC와 TOS와의 정보 전달 수준, TOS에서 ATC와 관련된 기능을 도출함으로써 새로이 설계되어야 할 독립성 유지를 위한 운영시스템을 설계하도록 한다. 이후에 새로 정의되어야 할 모듈을 구성하고 시스템 구현을 위한 기반을 마련하도록 한다.

### 4.1 ATC 독립성 유지 시스템 설계 범위 및 고려사항

장치장 내에서 발생하는 ATC와 관련된 업무는 이전 장에서 살펴본 바와 같이 지시 기능과 정보의 전달 기능에 한정되어 있다. 컨테이너 터미널에서 장치장의 효율을 높이기 위해 본 논문에서는 소프트웨어적 측면에서 접근하도록 하여 운영 계획 시스템을 디자인하는데 중점을 맞추도록 한다.

### 4.2 ATC 독립성 유지 시스템의 모형화

시스템 설계를 위한 기능을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 본래 기능인 ATC와 TOS간의 정보 전달과 지시 기능은 유지하도록 한다.

둘째, 장비의 고장을 감지하거나 현장상황의 변화에 따른 모니터링 기능을 포함한다.

셋째, 장비 고장, 현장상황 변화, 그리고 작업시간의 단축과 장비의 높은 활용도를 위해 재계획 기능을 갖추도록 한다.

넷째, 운영상 효율을 위한 각종 알고리즘과의 연동 기능을 갖추도록 한다.

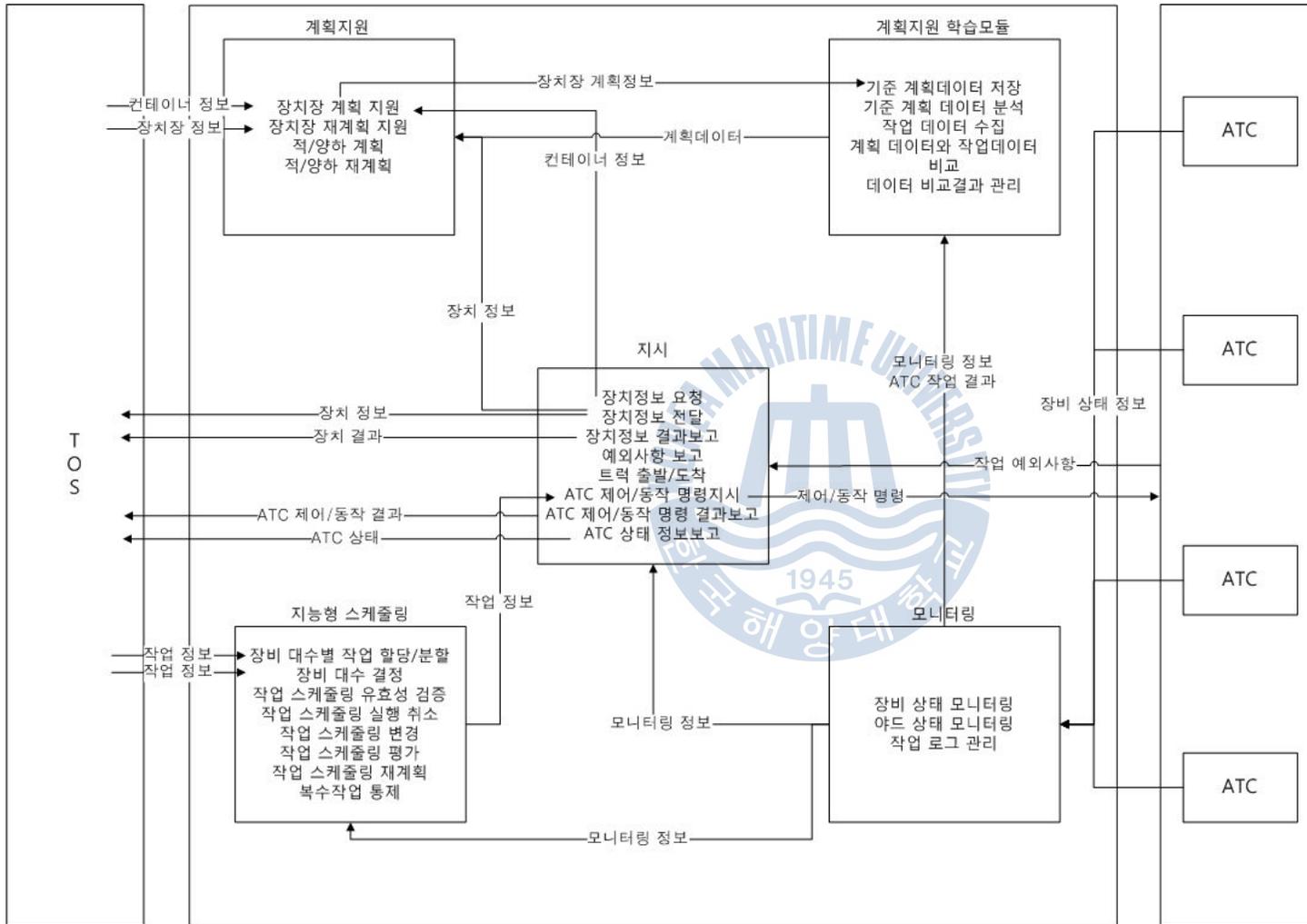
TOS와 ATC 독립 시스템의 원활한 작동을 위해서 각 시스템과 연계되는 정보 및 데이터의 범위와 파라미터를 정할 필요가 있다.

ATC의 독립성 유지 시스템의 전체적인 기능 범위는 다음 표와 같다.

<표 4-1> ATC 독립성 유지 시스템의 전체 기능 범위

분류	기능
계획지원	장치장 블록 할당 계획 지원 블록별 장치장 계획 지원 블록별 장치장 재계획 적/양하 계획 지원 적/양하 재계획
계획 지원 학습모듈	기준 계획 데이터 수집 수집된 계획 데이터 분석 및 학습 기준 작업 데이터와 계획 데이터 비교
지능형 스케줄링	작업별 장비 대수별 작업 할당 및 분할 장비 대수 결정 작업 스케줄링 유효성 검증 작업 스케줄 실행 취소 작업 스케줄 변경 작업 스케줄 평가 작업 스케줄 재계획 복수 작업 통제 Re-handling Re-marshaling 작업 시간 예측 작업 시간 기록
모니터링	장비 상태 모니터링 야드 상황 모니터링 데이터 수집 작업 로그 관리
지시	장치 정보 요청 장치 정보 전달 장치 정보 결과보고 예외사항 보고 트럭 출발/도착 정보 보고 ATC 제어/동작 명령지시 ATC 제어/동작 명령 결과보고 ATC 상태 정보보고 모니터링 정보 전달

앞서 정리한 범위에 따른 각 기능과 데이터 흐름 및 전체적인 개념은 다음 그림과 같다.



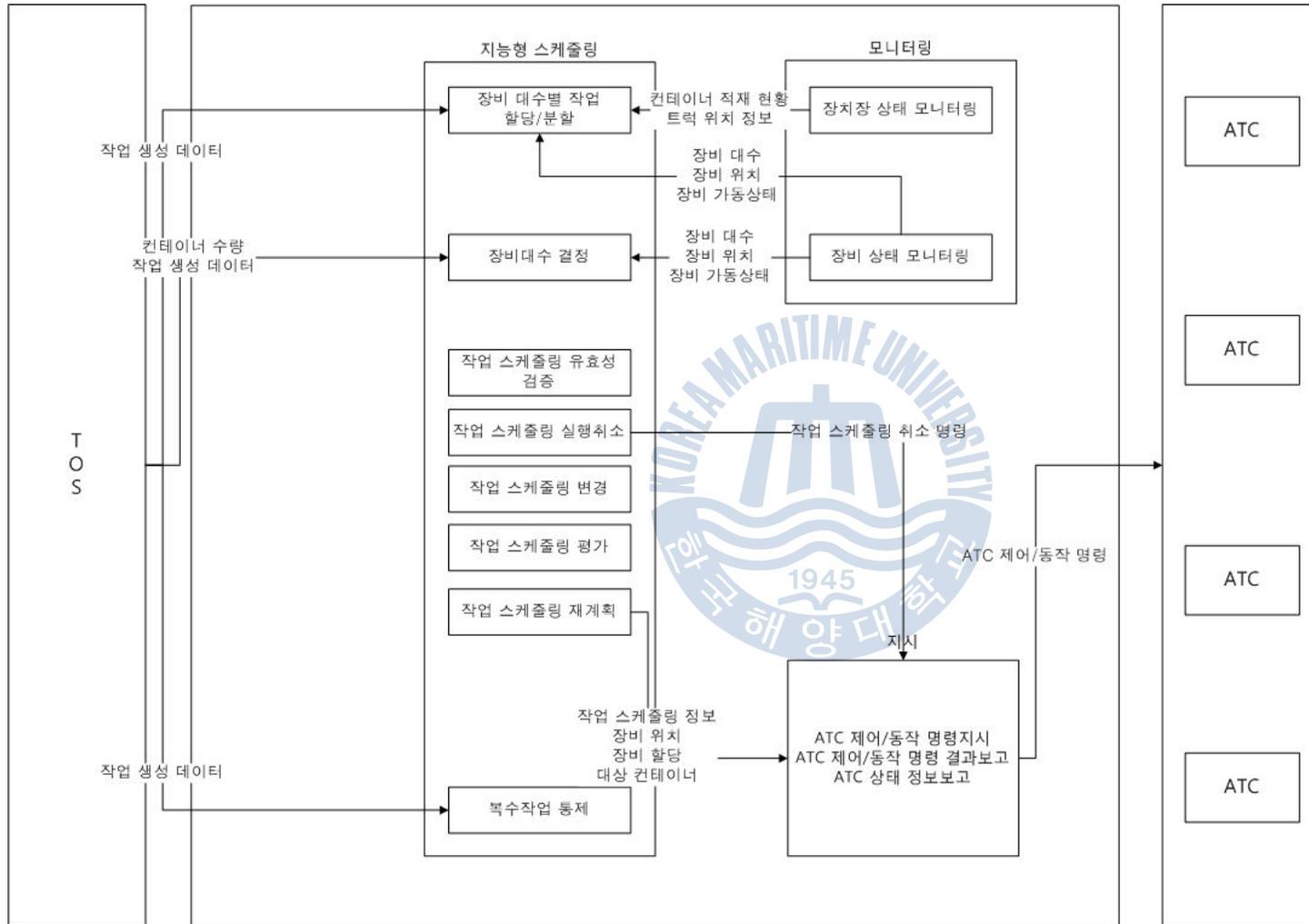
<그림 4-1> ATC를 위한 독립운영 시스템 전체 개념도

각 기능이 유기적으로 원활하게 작동하게 하기 위해서는 각 기능 간 전달되는 정보의 내용을 정확히 정의할 필요가 있다. 각 기능들에 대한 설명은 다음과 같다.

#### 1) 지능형 스케줄링

ATC에 작업을 할당할 경우 시스템에서 여러 가지 사항을 고려하여 실시간으로 스케줄링을 한다. 현재 현장의 모니터링한 정보를 토대로 장비와 작업을 할당하며 작업이 스케줄링에 포함될 수 있는지 여부를 판단하고 평가한다. 스케줄링이 완료되고 나면 컨테이너의 위치를 선정하고 작업할 ATC를 선정하며 작업 시간을 예측하고 기록한다.





<그림 4-2> ATC를 위한 독립운영 시스템의 지능형 스케줄링

<표 4-2> ATC를 위한 독립운영 시스템의 지능형 스케줄링 function

업무	업무기능	Function	Description
지능형 스케줄링	장비 대수별 작업 할당/ 분할	작업 정보 조회	TOS에서 작업 정보 조회
		장비 상태 조회	장비 상태 모니터링 정보 조회
		일대일 작업할당	하나의 작업에 한 대의 장비 할당
		일대다 작업할당	다수의 작업에 한 대의 장비 할당
		다대다 작업할당 /분할	다수의 작업에 다수의 장비 할당/분할
	장비 대수 결정	작업 정보 조회	TOS에서 작업정보 조회
		가용 장비 조회	장비 가용대수 모니터링 정보 조회
		작업 분할 정보 조회	작업 분할정보 조회
	작업 스케줄링 유효성 검증	작업 스케줄링 조회	TOS에서 작업 스케줄링 정보 조회
		장비 상태 조회	장비 상태 모니터링 정보 조회
		작업 가능 여부 체크	작업 가능 여부 체크 기능
	실행취소	무효작업 조회	유효하지 않은 작업 검토 후 조회
		무효작업 실행취 소	유효하지 않은 작업 실행 취소
	변경	무효작업 재계산	유효하지 않은 작업 재계산 기능
		변경내용 적용	변경내용 적용
	평가	스케줄링 유효성 평가	실행된 스케줄링의 유효성 평가
	재계획	무효 작업 재계획	유효하지 않은 작업 재계획
		장비 변경 재계획	장비 상태 변경에 따른 재계획
	복수작업 통제	복수작업 조회	다수의 작업 정보 TOS로부터 조회
		작업 할당정보 조회	작업 할당정보 조회
		추가작업 생성/관리	추가작업 생성/관리

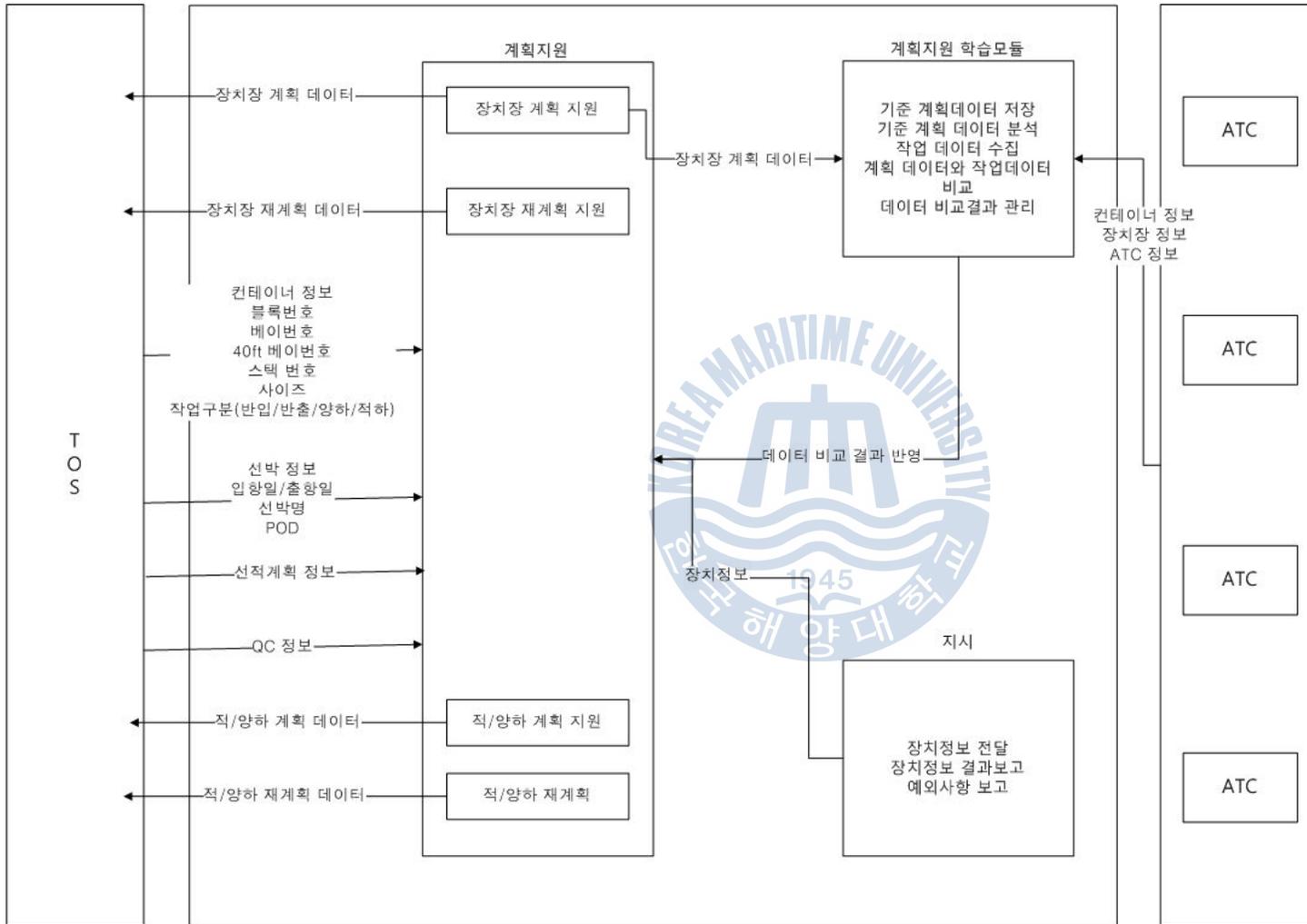
## 2) 계획지원

장치장에서 작업이 진행되거나 작업을 계획하는 경우 현장 상황이 작업의 계획 및 재계획을 결정하는 중요한 요소가 될 수 있다. 이러한 장치장 정보는 모니터링을 통해 얻을 수 있으며 얻어낸 정보를 활용하여 실시간 계획이 가능하도록 한다. 새로운 장치장 계획, 적/양하 계획을 수립하고 변동 사항에 따라 재계획을 하는 기능으로 구성된다.

## 3) 계획지원 학습모듈

터미널의 장치장 계획과 실제 장치장에서 수행되는 업무 사이의 차이를 해소하기 위한 모듈이다. 기존의 장치장에서 수행한 작업을 데이터 형태로 저장하여 다음 작업 수행시 분석을 통해 작업 시간의 단축을 목표로 한다.





<그림 4-3> ATC를 위한 독립운영 시스템의 계획지원 및 계획지원 학습모듈

<표4-3> ATC를 위한 독립운영 시스템의 계획지원 및 학습 모듈

업무	업무기능	Function	Description	
계획 지원	장치장 계획지원	컨테이너 정보조회	TOS로부터 컨테이너 정보조회 기능	
		TOS 장치장 정보조회	TOS로부터 장치장 정보조회 기능	
		계획지원정보 적용	계획지원 모듈을 위한 계획정보 송신 기능	
		계획 작성	계획지원 모듈의 자료를 바탕으로 계 획 작성 기능	
	장치장 재계획 지원	실시간 장치정보 조회	지시모듈로부터 장치정보 조회기능	
		컨테이너 정보조회	TOS로부터 컨테이너 정보조회 기능	
		TOS장치장 정보조회	TOS로부터 장치장 정보조회 기능	
		장치 변경정보 조회	지시모듈로부터 장치 변경정보 조회 기능	
	적/양하 계획 지원	장치장 재계획	장치장/컨테이너 변경사항을 바탕으 로 재계획 수립 기능	
		적/양하 계획 지원	선박정보 조회	TOS로부터 선박정보 조회기능
			선석계획정보 조회	TOS로부터 선석계획정보 조회 기능
			QC정보 조회	TOS로부터 QC 정보 조회
	적/양하 재계획 지원	적/양하계획 작성	장치 정보를 바탕으로 적/양하계획 작성 기능	
		선석 계획 변경 조회	TOS로부터 선석 계획 변경정보 수신 기능	
	계획 지원 학습 모듈	기준 계획 데이터 저장	적/양하 재계획	변경정보 바탕으로 적/양하 재계획 작성기능
			장치장 계획 정보조회	장치장 계획정보 조회 기능
장치장 계획 정보분류			장치장 계획정보 분류 기능	
기준 계획 데이터 분석		장치장 계획 정보삭제	장치장 계획정보 삭제 기능	
		분석 데이터	분석 데이터 조회	장치장 계획정보 분석 조회 기능
			패턴 분석	장치장 계획 패턴에 따른 분석 기능
작업 데이터 수집		시나리오 분석	장치장 계획 시나리오에 따른 분석 기능	
		계획/작업 데이터 비교	실시간 작업 현황	실시간 작업 데이터 및 작업 결과 수 신 기능
결과 값 적용			작업 로그 조회	작업 로그 모니터링 수신 기능
		결과 값 적용	계획/작업 데이터비교	기준계획 데이터와 실시간 데이터 비 교 기능
			결과 값 저장	데이터 비교 결과 저장
			결과 값 갱신/삭제	데이터 비교 결과 갱신/삭제
결과 값 적용			계획지원에 비교결과 값 적용	

4) 모니터링

현재 장비의 상태를 모니터링 하는 기능으로써 장비의 작동 모드 여부, 위치, 속도, 그리고 작동 중/유휴 상태 등을 모니터링한다. 이러한 정보를 로그화하여 기록으로 남겨 관리한다.

5) 지시 모듈

TOS와 독립운영 시스템간에 정보 요청 및 지시, 결과 보고의 기능을 수행한다. 그리고 ATC를 제어하고 독립운영 시스템과 장비간에 정보 요청 및 지시, 결과 보고의 기능을 수행한다.

다음은 시스템을 위한 속성을 정의한 것이다.

- 컨테이너 조회 정보

번호	Property	Description
1	컨테이너 번호	컨테이너 번호
2	블록 번호	현재 장치된 컨테이너 블록 번호
3	베이 번호	현재 장치된 컨테이너 베이 번호
4	로우 번호	현재 장치된 컨테이너 로우 번호
5	티어 번호	현재 장치된 컨테이너 티어 번호
6	컨테이너 사이즈	대상 컨테이너 사이즈

- 장치장 조회 정보

번호	Property	Description
1	ATC 번호	ATC 번호
2	블록 번호	블록 번호
3	베이 번호	베이 번호
4	스택 번호	스택 번호
5	트럭 유무	위치의 트럭 유무

- 계획 지원정보

번호	Property	Description
1	계획지원 Seq	계획지원 sequence
2	컨테이너 번호	계획 대상 컨테이너 번호
3	블록 번호	계획 대상 컨테이너 블록 번호
4	베이 번호	계획 대상 컨테이너 베이 번호
5	스택 번호	계획 대상 컨테이너 스택 번호
6	ATC 번호	계획시 할당될 ATC 번호

- 계획 정보

번호	Property	Description
1	계획 Seq	계획 sequence
2	컨테이너 번호	planning된 대상 컨테이너 번호
3	블록 번호	장치될 컨테이너 블록 번호
4	베이 번호	장치될 컨테이너 베이 번호
5	로우 번호	장치될 컨테이너 로우 번호
6	티어 번호	장치될 컨테이너 티어 번호
7	POD	port of discharging
8	컨테이너 사이즈	컨테이너 사이즈
9	컨테이너 타입	컨테이너 타입
10	운영자	operator
11	중량	컨테이너 중량

- 현재 장치장 정보

번호	Property	Description
1	가동 ATC 번호	작업중인 ATC 번호
2	작업 Seq	작업 sequence
3	컨테이너 번호	장치된 컨테이너 번호
4	블록 번호	장치된 컨테이너 블록 번호
5	베이 번호	장치된 컨테이너 베이 번호
6	로우 번호	장치된 컨테이너 로우 번호
7	티어 번호	장치된 컨테이너 티어 번호
8	POD	port of discharging
9	컨테이너 사이즈	장치된 컨테이너 사이즈
10	컨테이너 타입	장치된 컨테이너 타입
11	운영자	operator
12	중량	장치된 컨테이너 중량

- 장치장 작업 변경 정보

번호	Property	Description
1	작업 변경 Seq	작업 변경 sequence
2	컨테이너 번호	장치된 컨테이너 번호
3	블록 번호	장치된 컨테이너 블록 번호
4	베이 번호	장치된 컨테이너 베이 번호
5	로우 번호	장치된 컨테이너 로우 번호
6	티어 번호	장치된 컨테이너 티어 번호
7	POD	port of discharging
8	컨테이너 사이즈	장치된 컨테이너 사이즈
9	컨테이너 타입	장치된 컨테이너 타입
10	운영자	operator
11	중량	장치된 컨테이너 중량

- 장치장 재계획 정보

번호	Property	Description
1	재계획 Seq	장치장 재계획 sequence
2	컨테이너 번호	장치된 컨테이너 번호
3	블록 번호	장치된 컨테이너 블록 번호
4	베이 번호	장치된 컨테이너 베이 번호
5	로우 번호	장치된 컨테이너 로우 번호
6	티어 번호	장치된 컨테이너 티어 번호
7	POD	port of discharging
8	컨테이너 사이즈	장치된 컨테이너 사이즈
9	컨테이너 타입	장치된 컨테이너 타입
10	운영자	operator
11	중량	장치된 컨테이너 중량

- 선박 정보

번호	Property	Description
1	선박코드	대상 선박 코드
2	선박명	대상 선박 이름
3	접안일시	대상 선박 접안 일시
4	접안 선석 번호	대상 선박이 접안한 선석 번호

- 선석계획 정보

번호	Property	Description
1	선석코드	계획이 할당된 선석 코드
2	선석번호	계획이 할당된 선석 번호
3	작업 시작시간	계획이 할당된 작업 시작시간
4	작업 종료시간	계획이 할당된 작업 종료시간

- QC 정보

번호	Property	Description
1	QC 번호	작업 QC 번호
2	QC 할당 Seq	작업 QC 할당 sequence
3	선석 코드	QC가 위치한 선석 코드

- 적/양하계획 정보

번호	Property	Description
1	적하작업 Seq	적하작업 sequence
2	양하작업 Seq	양하작업 sequence
3	적하계획 Seq	적하계획 sequence
4	양하계획 Seq	양하계획 sequence
5	작업 시작시간	작업 시작시간
6	작업 종료시간	작업 종료시간

- 적/양하 재계획 정보

번호	Property	Description
1	적하작업 Seq	적하작업 sequence
2	양하작업 Seq	양하작업 sequence
3	적하재계획 Seq	적하 재계획 sequence
4	양하재계획 Seq	양하 재계획 sequence
5	작업 시작시간	작업 시작시간
6	작업 종료시간	작업 종료시간

- ATC 작업 정보

번호	Property	Description
1	작업 Seq	작업 ATC sequence
2	ATC 번호	작업 ATC 번호
3	블록 번호	대상 ATC가 작업중인 블록 번호
4	베이 번호	대상 ATC가 작업중인 베이 번호
5	로우 번호	대상 ATC가 작업중인 로우 번호
6	티어 번호	대상 ATC가 작업중인 티어 번호
7	스택 번호	대상 ATC가 작업중인 블록의 스택번호

- ATC 상태 정보

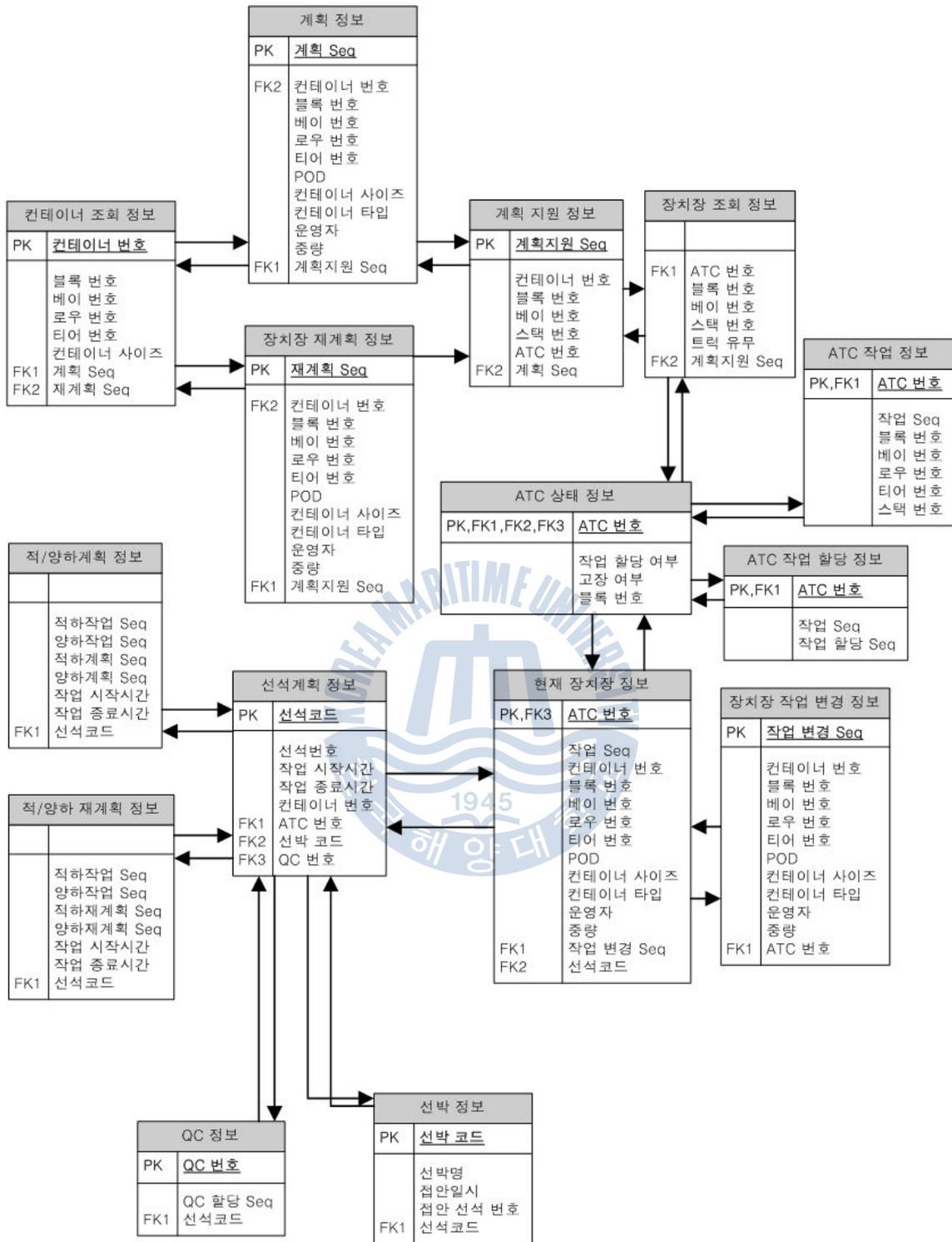
번호	Property	Description
1	ATC 번호	대상 ATC 번호
2	작업 할당 여부	대상 ATC에 작업 할당 여부
3	고장 여부	대상 ATC의 고장 여부
4	블록 번호	대상 ATC가 위치한 블록 번호

- ATC 작업 할당 정보

번호	Property	Description
1	ATC 번호	대상 ATC 번호
2	작업 Seq	대상 컨테이너의 작업 sequence
3	작업 할당 Seq	대상 ATC의 작업 할당 sequence

이와 같은 속성 정의를 통하여 다음과 같은 데이터베이스 관계도를 디자인 하였다.





<그림 4-4> ATC를 위한 독립운영 시스템의 기능관계도

이와같이 설계된 시스템과 기존 시스템과의 구체적인 차이를 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 앞서 2.2절에서도 간략하게 언급했듯이 터미널 운영환경에 신속하게 대처가 가능하다. 본 연구에서 제안하는 시스템에선 지능형 스케줄링과 계획지원 모듈이 새로이 시스템에 갖춰져 있으며 모니터링 모듈에서 제공하는 정보가 TOS를 거치지 않고도 바로 장비와 관련된 스케줄링과 연결되므로 보다 신속한 계획 및 재계획, 스케줄링이 가능하게 된다. 또한 장비 할당의 모듈도 갖추고 있어 각각의 장비의 상태를 실시간으로 파악하여 작업을 장비에 할당하는 것이 가능해 질 것으로 기대된다.

둘째, 유지보수 업무가 용이해질 수 있다. 만약 장비에 고장이 발생하거나 장치장에 천재지변과 같은 예기치 않은 사고가 발생하더라도 장애 감지가 용이하므로 보다 빠르게 업무 복구가 가능하다. 또한 운영시스템과 독립적으로 분리됨으로써 장치장 운영에 관한 의사결정의 변화, 또는 운영 전반에 걸친 업무 변화가 일어나더라도 빠르게 적용이 가능하다.

셋째, TOS에 장애가 발생할 경우에 업무의 독립화가 가능하다. 만약 운영 시스템에 오류 등의 문제로 인하여 TOS 시스템이 불능인 상태가 되더라도 시스템이 독립되어있으므로 자체 지시 모듈을 갖추고 있으므로 업무처리가 가능해진다. 기존의 TOS 시스템에도 시스템이 다운되거나 하는 경우를 대비한 장치가 이미 구현되어 있으나, 본 연구에서 제안하는 시스템을 이용한다면 설령 문제 감지가 어려운 상황에서도 분리되는 지시 모듈을 통하여 장치장에서의 장비 통제와 계획이 가능해진다.

넷째, 호환성의 증대를 들 수 있다. 제안된 시스템에서는 기존의 TOS로부터 주로 장치장 및 장비에 필요한 데이터를 이용하게 되므로 새로운 알고리즘 또는 새로운 TOS 시스템이 개발되거나 새로운 플랫폼 환경에서도 적용이 용이해진다. 마찬가지로 새로운 장비가 도입되거나 새로운 운영방식이 도입되더라도 TOS 전체를 수정하기 위한 노력이 인터페이스 작업을 통해 많은 시간과 비용을 절감할 수 있다.

마지막으로 이와 같은 독립된 시스템은 TOS 시스템의 과부화 요인을 미연에 방지하는 효과도 가질 수 있을 것으로 기대된다.

## 제 5 장 결 론

지금까지 살펴 본 자동화 터미널의 ATC를 위한 자동화 모듈은 장비를 통제하거나 작업을 지시하는 기능을 갖추고 있는 것이 일반적이었다. 이 논문에서는 기존 자동화 터미널의 운영시스템과 차별화된 시스템 설계를 목표로 하였다.

기존 사용 중인 TOS의 세부 기능을 분석하고 설계할 시스템의 기능 범위를 정의하였다. 그리고 계획, 통제, 지시, 모니터링과 같은 TOS에서 담당하는 기능을 독립 시스템으로 갖추어 TOS 시스템의 운영 효율을 높이고자 하였다.

이와 같은 시스템을 통하여 첫째, 터미널 운영환경에 신속히 대처하고 유지보수를 용이하게 하며 장애 발생시 업무 독립이 가능하게 된다. 둘째, 호환성을 높임으로써 새로운 장비의 도입이나 알고리즘의 도입이 용이할 것으로 기대된다. 그리고 마지막으로 향후 야드 운영방식의 변화에 따라 TOS의 변화를 최소화 하면서 다양한 운영방식의 테스트도 가능할 것으로 기대할 수 있다.

향후 연구 과제로는 구현된 시스템을 실제 터미널의 사용에 적용할 경우 생산성 향상이 어느 정도 이루어지는지에 대한 연구가 필요하다고 판단된다. 이러한 경우 시뮬레이션 기법을 사용하거나 여러 알고리즘을 모듈에 적용하여 사용여부를 판단하는데 도움이 될 것으로 기대된다.

## 참 고 문 헌

- [1] 한국해양연구원(2009), “지능형 항만물류시스템기술 개발사업 기획연구”
- [2] 최상희 · 심기섭 · 김우선 · 하태영(2007) “국내 컨테이너항만 기술개발 로드맵 수립연구”, 한국해양수산개발원
- [3] 양창호, 최종희, 최용석, 하태영(2003), “차세대 컨테이너터미널 운영시스템의 기술개발 방향과 전략수립에 관한 연구”, 한국해양수산개발원
- [4] 최용석, 김우선, 하태영(2005), “컨테이너터미널의 리모델링 방안 연구”, 한국해양수산개발원
- [5] 최상희, 하태영(2005), “차세대항만 대응을 위한 고효율 야드시스템의 연구”, 한국해양수산개발원
- [6] 이상훈(2002), “ATC 작업 효율화를 위한 자동화 컨테이너 터미널의 장치장 할당 모형”, 석사과정 학위논문
- [7] 천철용(2002), “자동화컨테이너터미널 통합정보시스템 구축방안”, 석사과정 학위논문
- [8] 김우선(2006), “항만하역시스템 시장 현황 및 시사점”, 해양수산동향 Vol.1228
- [9] 김지은(2002), “ATC의 제어, 감시 및 운용시스템개발”, 산업기술연구소 자동화 연구실