

차세대 컨테이너터미널 운영시스템의 기술개발 방향과 전략수립에 관한 연구

2003. 12

양창호·최종희·최용석·하태영

□ 보고서 집필 내역

◆ 연구책임자

- 양 창 호 : 제1장, 제2장, 제4장, 제7장

◆ 연 구 진

- 최 종 희 : 제3장, 제4장, 제6장
- 최 용 석 : 제3장, 제5장, 제6장
- 하 태 영 : 제4장, 제5장

머 리 말

컨테이너선의 초대형화에 따라 선박의 재항시간 단축여부가 초대형선의 특정 항만기항에 결정적 변수로 작용하게 될 것으로 보인다. 초대형선의 기항이 곧 중심항만으로의 발전과 연결되는 점을 감안할 때 부산항과 광양항을 동북아 중심항만으로 육성하고자 하는 우리의 경우 초대형선의 재항시간 단축을 위한 노력이 필요한 시점이라 할 수 있다.

컨테이너터미널의 운영시스템은 항만의 생산성과 직결되는 중요한 요인이다. 고생산성의 항만으로 개발시키기 위해 첨단하역장비, 자동화하역시스템 등을 최적으로 운영해야 한다. 이를 위해서는 인력으로 계획하고 수행하기 어려운 복잡한 운영방식을 지원하는 운영시스템 그리고 자동화하역시스템을 계획, 실행시킬 수 있는 운영시스템이 뒷받침되어야 한다.

선진항만에서는 항만생산성 향상을 위한 차세대형, 인공지능형 터미널 운영시스템 기술개발에 많은 노력을 기울이고 있다. 이에 비해 우리나라 컨테이너터미널은 아직도 운영시스템이 수작업에 의한 계획 및 통제 수준에 머물고 있어 항만의 생산성 향상을 위해 자동화된 하역시스템은 물론 이를 최적으로 운영할 수 있는 차세대형 운영시스템 기술개발이 시급한 실정이다.

우리나라는 자타가 공인하는 IT 강국이다. 그러나 항만생산성이나 항만 운영시스템, 항만 정보시스템 측면에서는 홍콩이나, 싱가포르 등에 뒤지는 것으로 나타나고 있다. 이는 그 동안 부족한 항만시설 확충, 즉 하드웨어 측면만 치중한 나머지 항만의 질적인 측면, 즉 자동화 정도, 고도화된 운영시스템 등 소프트웨어 측면을 소홀히 한 결과라 생각된다.

본 연구는 국내 컨테이너터미널의 차세대형 운영시스템 기술개발 방향을 제시함을 목적으로 하였다. 차세대형 운영시스템은 야드점유율 향상, 장비 이동처리 최소화, 리핸들링 최소화, 양적하 동시작업 지원, 클로징타임 최소화 등을 목표로 하였다. 차세대 운영시스템 기술을 종합관제시스템 관련기술, 운영시스템 관련기술, 계획시스템 관련기술 그리고 IT 관련기술의 네 가지로 나누어 기술개발의 시급성과 기술개발의 파급효과에 비추어 개발해야 할 기술과제를 제시하였고, 기술개발 방향을 제시하였다.

또한 본 연구는 차세대 운영시스템 기술개발을 정부의 기술개발과제로 지원할 것을 제안하였으며, 특히 외국인의 국내 향만 투자시 조세감면대상 신기술 판단 기준으로 활용될 수 있도록 제안하였다.

본 연구보고서는 본원의 양창호 연구위원이 연구책임을 맡고 최종희·최용석 책임연구원과 하태영 연구원이 공동으로 집필하였다. 연구심의회를 통해 좋은 지적과 조언을 해 준 해양수산부의 류재형 서기관, 한국물류정보통신(주)의 백인태 상무, 우암터미널의 이도희 이사, 한국전산원의 정찬성 전임연구원, 그리고 본원의 정봉민 센터장에게 심심한 감사를 드린다. 이 밖에 연구수행에 도움을 준 차태영씨, 서재화씨에게도 감사드린다.

끝으로 본 보고서의 내용은 전적으로 필자들 각자의 연구의견이며, 한국해양수산개발원의 공식적 견해가 아님을 밝혀 둔다.

2003년 12월

韓國海洋水產開發院
院 長 李 廷 旭

목 차

〈요 약〉	i
제 1 장 서 론	1
1. 연구의 필요성 및 목적	1
2. 주요 연구내용 및 연구방법	3
제 2 장 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 도입 필요성	5
1. 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 개념 정립	5
1) 컨테이너터미널 운영시스템 / 5	
2) 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 개념 정립 / 7	
2. 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 도입에 따른 영향	9
1) 자연성장 모델 / 9	
2) 차세대 운영시스템 도입에 따른 영향 / 11	
3. 컨테이너터미널 환경적 변화 전망	12
1) 컨테이너터미널 기항선박의 대형화 전망 / 12	
2) 컨테이너터미널 하역장비 생산성 향상 요구 추세 / 16	
3) 컨테이너터미널 운영시스템의 고도화 요구 추세 / 17	
제 3 장 국내외 컨테이너터미널 운영 현황	20
1. 국내 컨테이너터미널 운영시스템 현황 분석	20
1) 분석 관점 / 20	
2) 터미널별 운영시스템 만족도 현황 / 21	
3) 현 운영시스템 기술수준 / 21	
4) 터미널별 운영시스템 개선 실적 / 25	
5) 터미널별 운영시스템 개선 요구분석 / 26	

2. 해외 컨테이너터미널 운영시스템 현황 분석	30
1) 홍콩 HIT / 30	
2) 싱가포르 PSA / 32	
3) 독일 HHLA / 35	
4) 네덜란드 ECT / 39	
3. 컨테이너터미널 운영시스템 개발 및 개선 방안	41

제 4 장 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술대안 분석 —————47

1. 서 론	47
2. 기술트리별 기술 내용 및 개발·적용 동향	49
1) 종합관제시스템 관련기술대안(Monitoring & Control System) / 49	
2) 운영시스템 관련기술대안(Operation System) / 67	
3) 계획시스템 관련기술대안(Planning System) / 82	
4) IT 관련기술대안(Information Technology) / 94	
3. 터미널 운영시스템 기술 비교	99
1) 종합관제시스템 / 99	
2) 운영시스템 / 99	
3) 계획시스템 / 100	
4) IT 기술 / 100	

제 5 장 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 우선순위 분석 —————102

1. 서 론	102
2. 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 우선순위 설문조사	103
1) 설문 방법 / 103	
2) 설문 목표 및 항목 선정 / 103	
3) 설문 분석방법 / 105	
4) 설문 분석결과 / 106	
3. 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 중요도 면담조사	120
1) 불편 및 애로사항 면담 결과 / 121	

2) 운영시스템 기술 중요도 면담 결과 / 123	
4. 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 우선순위 종합	126
5. 컨테이너터미널 운영시스템 평가모형 분석	127
1) 평가모형 수립 / 128	
2) 기능별 생산성 향상 지수(O, P, I, M) / 129	
3) 가중 생산성 향상 지수 / 130	
4) 평가모형에 의한 생산성 향상 분석 / 131	
6. 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 분석 결과	133

제 6 장 국내 항만의 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 개발방향 및 전략—135

1. 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 개발방향 선정	135
1) 개발 우선순위 선정 / 135	
2) 기술개발 기간 결정 / 135	
3) 운영시스템 개발 방향 / 136	
2. 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 전략	139
1) 정책적 추진전략 / 139	
2) 기술 확보전략 / 140	
3) 자체 기술개발 전략 / 141	
4) 기술개발 추진체계 / 142	
5) 기술개발 실천 방안 / 144	
6) 개발기술의 활용 방안 / 145	

제 7 장 결론 및 정책건의

1. 결 론	147
2. 정책건의	149

참 고 문 헌—150

부록 1 : 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발을 위한 설문조사표—153

부록 2 : 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발을 위한 면담조사표—165

표 목 차

<표 2-1> 차세대 운영시스템 개념 정립	8
<표 2-2> 8천TEU급 이상 초대형 컨테이너선 수주 현황(2002년 12월 이후)	13
<표 2-3> 선박 양적하 계획의 작업방식별 소요시간 비교표	18
<표 2-4> 컨테이너터미널 운영시스템 고도화 효과	19
<표 3-1> 컨테이너터미널 운영시스템	20
<표 3-2> 국내 터미널별 자사 운영시스템 만족 현황	21
<표 3-3> 국내 컨테이너터미널의 기술수준 현황	22
<표 3-4> 국내 대형 터미널 운영시스템 기술수준 비교	24
<표 3-5> 국내 터미널별 운영시스템개선 최우선 작업영역	24
<표 3-6> 자성대 컨테이너터미널 현황 및 문제점	26
<표 3-7> 신선대 컨테이너터미널 현황 및 문제점	27
<표 3-8> 감만(허치슨, 한진) 컨테이너터미널 현황 및 문제점	28
<표 3-9> 우암·감천 컨테이너터미널 현황 및 문제점	28
<표 3-10> 동부(부산, 광양) 컨테이너터미널 현황 및 문제점	29
<표 3-11> Closed Loop 방식과 Cross Lane 방식의 장단점 비교표	36
<표 3-12> 컨테이너터미널의 자동화 정의 단계	44
<표 3-13> 국내 터미널 운영시스템 기술수준 비교	45
<표 3-14> 국외 터미널 운영시스템 기술수준 비교	46
<표 4-1> 운영시스템 기술트리	48
<표 4-2> 장비별 작업 문제 및 해결방식	50
<표 4-3> 터미널 문제해결 기술 및 주체	50
<표 4-4> 문제 예측 정보 및 시뮬레이션에 의한 문제 검출	51
<표 4-5> 시뮬레이션을 통한 문제 예측 및 해결	52
<표 4-6> 고장진단시스템의 주요 기능	54
<표 4-7> 야드 통제 기술 도입 목적	55
<표 4-8> 무선단말기시스템과 무선LAN시스템의 주요 특징	55

<표 4-9> 야드 통제 기술을 이용한 야드 자동화 시스템 효과	56
<표 4-10> Transponder & 엔코더 개념	57
<표 4-11> No Cantilever 크레인과 Cantilever 크레인의 작업 비교	58
<표 4-12> 부산신항 남컨테이너 부두의 야드크레인 운영 신기술 적용 계획	59
<표 4-13> 국내 터미널의 게이트 문제발생 트럭과의 의사소통 방식	59
<표 4-14> 국내 터미널의 문제발생 트럭 처리방법	60
<표 4-15> 터미널 모니터링 분류	62
<표 4-16> 작업영역별 모니터링 정보의 가공처리	62
<표 4-17> 모니터링 항목별 작업내용	63
<표 4-18> 냉동컨테이너 관리방식 비교	65
<표 4-19> RCMS의 주요 기능	65
<표 4-20> 부산신항 남컨테이너부두의 RCMS 구축시 기본 구성도	66
<표 4-21> YT Single Cycle 운영과 Dual Cycle 운영 비교	68
<표 4-22> 수출입 Remarshaling 계획시 고려사항	69
<표 4-23> 터미널 하역장비 배정 및 제어 기술 개발 동향	72
<표 4-24> Navis 시스템과 COSMOS 시스템의 비교	72
<표 4-25> 장비 배정 및 제어 기술 적용	73
<표 4-26> YT 조별운영과 pooling 운영 비교	76
<표 4-27> 게이트 자동화 시스템	77
<표 4-28> Bar-code시스템과 문자인식시스템 비교	78
<표 4-29> 주요 개발사 게이트시스템	80
<표 4-30> 게이트 자동화 도입	81
<표 4-31> 본선계획 최적화 기술	82
<표 4-32> 본선계획 수립 형태	82
<표 4-33> Navis사의 SPARCS	83
<표 4-34> 주요 개발사 기술 비교	85
<표 4-35> 본선계획 최적화 기술 적용	86
<표 4-36> 장치장 할당계획 기법 연구문헌조사	86
<표 4-37> 선석계획 기법 문헌조사	89
<표 4-38> 수작업과 지능적 자원배정 계획의 비교	91

<표 4-39> 터미널 작업자 및 장비의 작업배정	92
<표 4-40> 제약조건 만족해법과 선형계획모형의 비교	92
<표 4-41> 자원배정 실적 결과 항목	93
<표 4-42> 데이터 송수신 네트워크 기술개발 동향	95
<표 4-43> 주전산기 및 응용 S/W 기술개발 동향	98
<표 4-44> 운영시스템의 현재 기술수준과 신기술의 비교	101
<표 5-1> 운영시스템 기술대안과 적용범위	104
<표 5-2> 설문항목 분석방법	106
<표 5-3> 운영시스템 영역별 우선순위	119
<표 5-4> 운영시스템 기술개발 시급성과 도입효과 설문 결과	119
<표 5-5> 현재의 운영시스템에 대한 불편 및 애로사항 면담 결과	121
<표 5-6> 현재의 운영시스템에 대한 개선사항 면담 결과	122
<표 5-7> 운영시스템의 기능별 기술대안 중요도	125
<표 5-8> 운영시스템 기술대안의 선정 결과	126
<표 5-9> 기능별 운영기법에 대한 가중치 부여	128
<표 5-10> 운영시스템의 기능별 기술선택도 및 생산성 향상 지수	129
<표 5-11> 운영시스템 기술대안별 가중 생산성 향상 지수	131
<표 5-12> 기능별 3개 복수 운영기법 대안 선택시의 평가모형	132
<표 5-13> 차세대 운영시스템 대안의 생산성 분석 결과	133
<표 5-14> 차세대 운영시스템 기능별 기술과 요구사항	133
<표 6-1> 운영시스템 기능별 우선순위	135
<표 6-2> 운영시스템 기능별 개발시기	136
<표 6-3> 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 개발 방향	137
<표 6-4> 최적화 기술의 개발 실천 방안	144
<표 6-5> 성능향상 기술의 개발 실천 방안	145

그 립 목 차

<그림 1-1>	차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 연구의 범위	4
<그림 1-2>	연구 흐름도	4
<그림 2-1>	C/C의 연도별 작업생산성 추이로 표현한 자연성장 모델의 예	10
<그림 2-2>	생산성 향상에 대한 성장 모델	12
<그림 2-3>	전문가들의 견해를 종합한 대형화 추세	15
<그림 3-1>	CITOS 개념도	34
<그림 3-2>	C/C 주요 사양	35
<그림 3-3>	RMGC 주요 사양	36
<그림 3-4>	이동식 X-Ray 투시기 및 투시영상	37
<그림 3-5>	TLC 시스템의 통합 및 정보 흐름도	38
<그림 3-6>	C/C 주행레일에 설치된 트랜스폰더	39
<그림 3-7>	AGV에 설치된 반사판	40
<그림 4-1>	영역별 운영시스템 기술도입 목표	48
<그림 4-2>	터미널 운영시 문제해결 과정	51
<그림 4-3>	문제해결 기술을 적용한 터미널 운영시스템 개념도	52
<그림 4-4>	Transponder 설치도	56
<그림 4-5>	YT와 외부트럭의 전용 주행방식 개념도	58
<그림 4-6>	DSRC를 이용한 게이트 통제	61
<그림 4-7>	Mobile Inventory Vehicle 적용 예	64
<그림 4-8>	Nascent Software의 RemoteView	64
<그림 4-9>	YT Dual Cycle 개념도	67
<그림 4-10>	C/C의 Dual Cycle System 개념도	70
<그림 4-11>	Bar-code시스템과 문자인식시스템 운영방식	78
<그림 4-12>	Nascent Software사의 SYNAPSE AGS	79
<그림 4-13>	Camco Technologies사의 SuperGate System	80
<그림 4-14>	Navis사의 PowerStow	83

<그림 4-15> SHIPS 시스템 예	84
<그림 4-16> CATOS에서 제공하는 본선계획시스템	84
<그림 4-17> Ship Planning 및 Yard Planning 통합시스템 Prototype	85
<그림 4-18> CATOS의 수출입 장치장 계획시스템	88
<그림 4-19> 선석계획시스템의 예	90
<그림 4-20> 자원배정계획시스템 개념도	93
<그림 4-21> 컨테이너터미널 운영시스템 데이터 송수신 네트워크 기술	95
<그림 4-22> 컨테이너터미널 운영시스템 주전산기 Computing Architecture 동향	98
<그림 5-1> 컨테이너터미널 이용시 애로사항	107
<그림 5-2> 현재 운영시스템 기술 만족도	107
<그림 5-3> 생산성에 영향을 미치는 운영시스템의 기술부문	108
<그림 5-4> 개선이 시급한 운영시스템의 기술부문	109
<그림 5-5> 새로운 운영시스템 개발로 기대되는 효과	110
<그림 5-6> 종합관제시스템 중 기술개발 효과가 큰 운영시스템	110
<그림 5-7> 운영시스템 중 기술개발 효과가 큰 운영시스템	111
<그림 5-8> 계획시스템 중 기술개발 효과가 큰 운영시스템	112
<그림 5-9> IT 기술 중 기술개발 효과가 큰 운영시스템	113
<그림 5-10> 종합관제시스템 기술개발 시기	114
<그림 5-11> 운영시스템 기술개발 시기	114
<그림 5-12> 계획시스템 기술개발 시기	115
<그림 5-13> IT 기술의 기술개발 시기	115
<그림 5-14> 기술확보가 필요한 종합관제시스템	116
<그림 5-15> 기술확보가 필요한 운영시스템	117
<그림 5-16> 기술확보가 필요한 계획시스템	117
<그림 5-17> 기술확보가 필요한 IT 기술	118
<그림 5-18> 종합관제시스템별 기술의 중요도	123
<그림 5-19> 운영시스템별 기술의 중요도	124
<그림 5-20> 계획시스템별 기술의 중요도	124
<그림 5-21> IT 기술 운영시스템별 기술의 중요도	125
<그림 6-1> 통합운영시스템 개발 과정	138

<그림 6-2>	기존 운영시스템 통합화 과정	138
<그림 6-3>	기관별 사업추진체계 구상도	142
<그림 6-4>	사업추진을 위한 주관기관의 조직 구상도	143

<요 약>

제1장 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

- 컨테이너선의 초대형화 추세
 - 8천TEU급 선박 2척 2003년 6월 정기항로 취항
 - 2003년 11월 현재 8천TEU급 80여척, 9,600TEU급 4척 건조 중
 - 1만 2천TEU급 선형 출현 예상
- 항만, 국제물류 네트워크에서 가치체인역할
 - 중심항만개발 노력, 초대형선 입항, 재항시간 단축
 - 첨단하역장비, 자동화 하역시스템 지원 운영시스템
- 터미널 운영시스템, 항만생산성과 직결
 - 항만생산성 향상과 처리능력 최대화에 가장 중요한 요소
 - HIT의 경우, 3P 시스템 적용 → 항만 생산성 30% 증가
 - 국내 터미널 경쟁력 취약
- 동북아 중심항만으로 개발하기 위해 고생산성의 차세대 터미널 운영시스템 기술 연구·개발 시급
- 본 연구는 생산성 향상 목적의 국내 항만에 적합한 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 방향 및 개발전략을 제시하여 국내 컨테이너터미널 운영시스템의 선진화를 촉진하는 것이 목적임

2. 주요 연구내용 및 연구방법

- 제2장 ‘차세대 컨테이너터미널의 운영시스템 도입 필요성’
 - 차세대 컨테이너터미널 운영시스템에 대한 개념 정립

- 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 적용에 따른 생산성 향상 예측 및 기대치 등 터미널운영회사의 운영시스템 도입에 따른 영향을 검토
- 제3장 ‘국내외 컨테이너터미널 운영시스템 현황’
 - 국내 우암 컨테이너터미널, HBCT, PECT, 감만 컨테이너터미널, 감천 컨테이너터미널, 광양 컨테이너터미널의 운영시스템 검토
 - 선진항만인 홍콩의 HIT, 싱가포르의 PSA와 독일의 HHLA, 네덜란드의 ECT 등에서 운영 중이거나 연구·개발 중인 고생산성 터미널의 운영기법 및 운영시스템을 벤치마킹
- 제4장 ‘차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 대안 분석’
 - 도출된 해외 주요 선진 컨테이너터미널의 운영기법과 운영시스템, 그리고 「TOC Asia」 및 「TOC Conference Documentation」 등 최근 발표 연구논문을 분석
 - 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 대안들을 분야별로 분석, 제시
 - 향후 국내 기존 컨테이너터미널의 운영시스템을 고도화시키거나, 혹은 신규터미널 건설시 적용될 운영기법 및 운영시스템의 대안을 모색하기 위한 목적
- 제5장 ‘차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 우선순위 분석’
 - 4장에서 도출된 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 대안들을 대상으로 설문조사와 전문가 면담을 통해, 국내 컨테이너터미널에 적용해야 할 차세대 운영시스템 기술개발 우선순위를 분석
 - 그리고 평가모형을 통해 차세대 운영시스템 기술개발의 효과를 평가
- 제6장에서는 차세대 운영시스템에 대한 기술개발 전략을 제시
- 제7장에서는 본 연구의 결론과 정책건의를 기술
- 연구방법은, 주요 컨테이너터미널 운영시스템에 대한 현지 출장조사, 인터넷 홈페이지, 기존 연구결과물 등 이론적 연구뿐만 아니라 터미널 운영실무자·전문가와와의 면담, 설문조사 및 현장조사를 통한 자료 수집 및 분석업무를 수행하였음

- 개발기술 대안선정은 설문조사 결과 자료와 면담 결과를 병행하여 이용하고, 평가모형을 통하여 운영시스템 기술대안들의 생산성 향상을 평가함

제2장 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 도입 필요성

1. 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 개념 정립

- 본 연구에서는 야드 점유율 향상, 리핸들링의 최소화, 장비 이동거리 최소화, 장비 간 간섭현상 최소화, 게이트 자동화, 장치/작업계획의 최적화, 외부트럭 Turnaround Time 최소화, Double Cycle 지원, 고객 서비스 향상 등 터미널 생산성의 극대화, 운영비용 절감, 야드 이용률 극대화, 클로징타임 최소화 등을 목표로 하는 컨테이너터미널 운영시스템을 차세대 컨테이너터미널 운영시스템으로 정의함

<표 요약-1>

차세대 운영시스템 개념 정립

구 분	Planning	Operating	Monitoring	Control
현황	Planner에 의한 수작업 계획	C/C-YT-TC Dedicated System	CCTV & 무선통신	음성통신 Fixed Rule
차세대 운영 시스템	Expert System Planning	Dual Cycle Pooling System	Real-Time Monitoring	자동화된 Control Adaptive Rule
목표	<ul style="list-style-type: none"> - 야드 재작업 최소화 - 트럭이동 최소화 - 이용가능 공간 최대화 - 하역 및 선적계획 최적화 - 선석 및 C/C이용률 향상 - 선박 재항시간 단축 	<ul style="list-style-type: none"> - 본선생산성 향상 - TC 및 C/C 생산성 향상 	<ul style="list-style-type: none"> - 야드장비의 효율적 관리 - 반출입시간 최소화 - 컨테이너 위치의 실시간 파악 	<ul style="list-style-type: none"> - 야드작업 생산성 향상 - 최적 작업지시 자동생성
운영기법	<ul style="list-style-type: none"> - Integrated Yard & Vessel Planning - Intelligent Berthing Plan System 	<ul style="list-style-type: none"> - Automatic Grounding System - Dual Cycle & Pooling System - Internal Tractor Deployment System 	<ul style="list-style-type: none"> - OMS - Image Recognition System - DGPS-APIS 	<ul style="list-style-type: none"> - 무선 데이터통신 시스템(PDA, 모니터 Display) - 인공지능형 Adaptive Rule

2. 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 도입에 따른 영향

- 자연성장 모델은 현재의 시설투자를 유지하면서 물동량 증가에 따라 일정한 성장률을 유지한다고 가정할 경우의 모델이고, 운영투자성장 모델은 운영시스템에 대한 기술개발로 인한 생산성 향상을 평가하기 위한 모델임
- 컨테이너터미널의 생산성은 자연성장 모델에 따른 경우 선형적으로 증가
- 차세대 운영시스템을 도입하는 운영투자 성장률에 의하면 더 높은 증가세를 가지는 S자형 성장곡선을 따를 것으로 판단됨

제3장 국내외 컨테이너터미널 운영 현황

1. 국내 컨테이너터미널 운영시스템 현황 분석

- 현재 국내 터미널의 운영시스템 기술수준은 도입된 요소기술별로 볼 때 자원계획·선석계획·장치장계획의 경우 수작업 또는 단순전산화 수준이며, 양적하계획의 경우 상당수준의 기술이 도입되어 있으며, 통합관제·작업지시·모니터링에 관련해서는 현재까지 실시간 처리가 되고 있지 않음
- 현재 국내 터미널에서 가장 개선이 필요한 운영시스템의 작업영역은 장치장이며, 장치계획수립에 관련된 각종 운영기법이 미흡한 것으로 파악됨
- 터미널별로 운영시스템 개선 내용을 보면 자성대의 경우 시설·장비 부족 외에 자동계획시스템의 지원이 미흡하여 비효율적인 장치장 운영이 되고 있음을 지적하였고, 신선대는 장치장 현황 파악이 실시간으로 지원되지 않아 장치장계획 수립시 현장감이 떨어지는 문제점과 양적하계획시 신속한 재계획을 지원하는 시스템이 필요한 것으로 조사되었음
- 그 외에 감만(허치슨, 한진), 우암, 감천, 동부(신감만, 광양) 터미널의 경우도 장치장 작업영역과 관련하여 자성대, 신선대와 유사한 개선사항을 지적하였으며, 특히 감천의 경우 운영 노하우를 축적하여 재사용 가능한 시스템을 요구하였음

2. 해외 컨테이너터미널 운영시스템 현황 분석

- 국외 터미널의 운영시스템을 분석하기 위해 선진화된 홍콩(HIT), 싱가포르

포르(PSA), 독일(HHLA), 네덜란드(ECT) 터미널을 그 대상으로 선정하였음

- 선석운영시스템, 장치장운영시스템, 게이트운영시스템, 운영통제시스템으로 구분하여 기술수준을 조사
- 선석운영시스템의 경우 양적하 동시 배차시스템인 HIT의 ITDS(Internal Tractor Deployment System)와 환적작업에 용이한 전용시스템인 PSA의 EZShip, 안벽 C/C의 원활한 작업통제를 위한 ECT의 CMS(Crane Monitoring System) 등이 선진화된 선석운영시스템으로 조사되었음
- 장치장운영시스템의 경우 HIT의 YT Pooling 기법, 정밀위성위치확인시스템인 DGPS를 이용한 자동추적시스템 APIS, 반출예약시스템 TAS 등이 신기술로 파악되었고, PSA의 공컨테이너 재고관리 솔루션 GEMS, BoXchange, 무선레이더 장치를 이용한 장치장 모니터링 등과 HHLA와 ECT의 AGV, ATC 자동운영시스템 등이 선진화된 운영시스템으로 조사되었음
- 선진화된 게이트 운영시스템으로는 카메라, 센서 및 트랜스폰더로 구성된 게이트 통과시스템인 PSA의 FTGS와 최첨단 이동식 X-Ray 투시기를 이용하여 컨테이너 내부검사를 병행하는 기술(HHLA), 생체인식시스템을 활용한 카드시스템(ECT) 등이 선진화된 게이트 운영시스템으로 조사되었음
- 터미널 전반적인 작업과 관련된 선진화된 운영통제시스템으로는 게이트, 장치장 및 선박의 통합 모니터링시스템인 OMS와 본선양적하 무인 자동감시시스템인 IRS가 HIT에서 사용되고 있으며, PSA에서는 항만운영 통합 ERP인 CITOS와 Portnet을 사용하여 효율성 증대와 생산성 향상을 꾀하고 있고, HHLA에서는 TLC(운영시스템), TMS(관리시스템)를 사용하여 효율성을 추구하고 있음

3. 컨테이너터미널 운영시스템 개발 및 개선 방안

- 국내 컨테이너터미널의 운영시스템은 이전의 수작업에서 전산화 및 자동화하는 방향으로 작업의 편의성을 도모하였음

- 장치장 운영시스템은 수출입 장치장 계획수립 및 통제, 본선작업시 YT 작업처리, 반출입 차량에 대한 작업처리, Remarshaling, 구내이적 등이 있는데 국내 컨테이너터미널의 장치장 운영시스템은 대부분 경험에 의한 컴퓨터를 활용하고 있는 수준임. 그러나 외국의 경우 Computer Aided 및 Expert System을 활용한 장치장 운영시스템을 활용하고 있음
- 통합 운영시스템의 통합관제시스템은 국내 터미널의 경우, 인력에 의한 음성통신을 활용하고 있는 수준이지만 외국의 경우 자동화된 Real-Time 모니터링 통합관제시스템을 운영하고 있음
- 작업지시시스템의 경우 국내 터미널은 인력에 의한 Touch Screen을 활용하는 수준이지만, 외국의 경우 작업통제 및 작업지시에 자동 또는 반 자동화된 작업통제시스템을 활용하고 있음

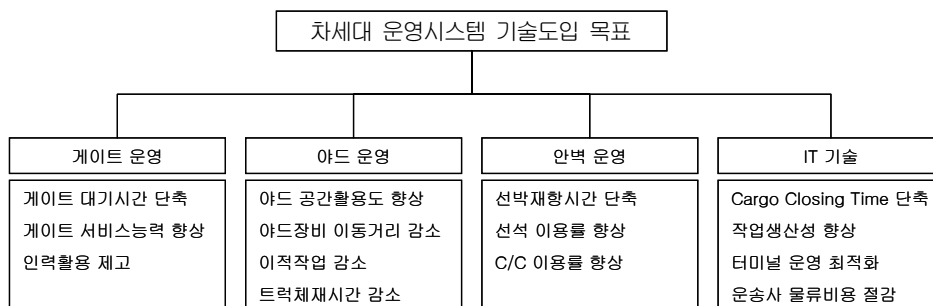
제 4 장 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술대안 분석

1. 서 론

- 운영시스템 기술별로 장단점을 파악하여 수용여부를 판단하기 위한 기술대안 분석에서는 차세대 운영시스템 기술을 그 사용기능에 따라 종합 관제시스템, 운영시스템, 계획시스템, IT 기술 등의 기능별로 구분
- 기술대안 선정을 위한 차세대 운영시스템의 기능별 운영시스템 기술도입 목표

<그림 요약-1>

영역별 운영시스템 기술도입 목표



2. 종합관제시스템 관련기술대안

- 종합관제시스템 기술들은 터미널의 모든 운영 현황을 중앙관제실에서 실시간 모니터링하여 감시·통제할 수 있는 기술의 접목체라 할 수 있음
 - 문제발생시 자동 문제해결 기술, 안벽작업 통제 기술, 야드작업 통제 기술, 게이트작업 통제 기술, 실시간 모니터링 기술이 있음
- 문제 발생시 자동 문제해결 기술
 - 실제 작업현장에서 발생하는 예기치 못한 장비의 간섭, 충돌, 차량혼잡, 작업불균형을 해소하기 위한 기술임
 - 현재 터미널에서는 이러한 문제들을 인력에 의하여 직관적·경험적 수준에서 해결하고 있음
 - 차후에는 시뮬레이션 기법을 이용하여 해당문제를 사전에 예측하고 Rule-based, 전문가시스템, 인공지능으로 해결하는 기술이 필요함
- 안벽작업 통제 기술
 - 선박의 양적하 작업을 효율적으로 관리하고 안벽크레인(C/C)의 생산성을 높이기 위한 기술임
 - 현재 터미널에서는 단순모니터링 수준에서 작업을 통제하고 있으나 향후에는 실시간 모니터링을 바탕으로 한 크레인 원격제어, 새시위치 검출시스템, 최단거리 운전, GPS 기술의 접목이 필요함
- 야드작업 통제 기술
 - 야드의 작업상황과 야드장비 및 현장 작업자의 작업부하 정도를 파악하고 현장과의 원활한 작업연계가 가능하도록 하여 야드작업 효율성을 높이기 위한 기술임
 - 무선단말기, 무선LAN시스템을 도입하여 현장의 원활한 통제가 가능하며, 장비위치전송 기술, 적재운곽시스템, Remote Control, 새시위치 검출 기술을 접목하여 야드 작업효율성을 높일 수 있음
- 게이트작업 통제 기술
 - 게이트에서 차량의 혼잡이나 반출입 사전정보의 누락 등으로 발생하는 외부트럭을 효율적으로 통제하기 위한 기술임
 - 현재 국내 터미널의 경우 대부분이 문제발생 외부트럭 기사와 직접 의

사소통을 통하여 이를 해결하고 있어, 게이트 정체현상 초래

- 이를 해결하기 위한 통제기술로 DSRC(Dedicated Short Range Communication)는 원격지역에서 외부트럭과 무선으로 자료를 송수신할 수 있기 때문에 게이트 도착이전에 문제해결이 가능함

◦ 실시간 모니터링 기술

- 종합관제시스템의 근간이 되는 기술로서 실시간으로 발생하는 터미널의 작업상황을 파악하고 각종 정보를 가공 처리하는 기술임
- 현재 국내 터미널의 경우에는 부분적·단편적 모니터링 수준에 머물고 있음
- 실시간 모니터링을 위해서는 고성능의 카메라와 OCR, DSRC 기술을 이용하여 장비위치, 재고상황, 차량통행상황 등을 실시간으로 가공 처리하는 시스템이 구축되어야 하며 작업자 및 장비별 작업결과가 신속히 가공처리 되도록 해야 함

3. 운영시스템 관련기술대안

- 운영시스템 기술대안들은 터미널의 안벽, 야드, 게이트에서 이루어지는 작업과 장비의 효율성을 높이기 위한 운영기법을 의미함
 - YT 동시 배차 기술, 자동 Remarshalling&구내이적 최적화 기술, C/C 자동 양적하 기술, 실시간 장비 배정 및 제어 기술, 반출입 예약제, YT 운영 규칙 최적화 기술, 게이트 자동화 기술 등이 있음
- YT 동시 배차 최적화 기술
 - 기존의 YT 이송작업은 양하작업 이후에 적하작업을 하므로 50% 이상의 YT 공차운행이 발생
 - 그러나, YT 동시 배차는 양하 및 적하작업을 동시에 수행하는 기술로서 YT 공차운행률을 대폭 감소시켜 하역작업생산성을 크게 향상시킬 수 있는 운영기법임
- 자동 Remarshaling & 구내이적 최적화 기술
 - 컨테이너 재조작을 최소화하고 본선하역작업을 효율적으로 처리하기 위해 야드장비의 유휴시간대에 사전작업을 자동으로 수행하는 기술임
 - 야드장비의 작업상황과 유휴시간대를 인공지능적으로 감시하고 Rule-

based, 전문가시스템을 적용하여 작업량을 최소화할 수 있도록 시스템 구축이 이루어져야 함

- C/C 자동 양적·최적화 기술
 - 본선작업시 C/C가 컨테이너의 양하와 적하를 동시에 수행하는 운영기법으로 완벽생산성을 크게 향상시킬 수 있는 기술임
- 실시간 장비 배정 및 제어 기술
 - 실시간으로 장비의 작업상황을 파악하여 매 시점마다 최적의 작업지시를 재배정하는 기술로 장비의 작업효율성을 높일 수 있음
 - 최적의 작업지시를 위해서 수동적·직관적·선입선출 방식의 작업배정에서 전문가·인공지능적인 계획수립 기능이 구축되어야 함
 - 또한, 탐색적 해법과 시뮬레이션 기술을 적용하면 신속·정확한 작업배정이 가능함
- 반출입 예약제
 - 컨테이너의 반출입 트럭도착시간을 화주와 터미널 간에 사전 예약하는 것으로 터미널 내 컨테이너 재조작 감소, 장치효율 증가, 외부트럭 대기시간 및 체류시간을 단축시킬 수 있는 운영 기술임
 - 홍콩의 HIT에서는 이 기술이 적용되고 있으며 국내의 경우에는 통선여건 및 충분한 정보 공유가 미비하여 운영되고 있지 않음
- YT 운영 규칙 최적화 기술
 - 기존의 C/C-YT 조별 작업의 틀에서 벗어나 YT를 유동적으로 C/C에 배차하는 운영기법임
 - C/C 및 YT작업 대기시간을 줄일 수 있으며, YT 장비투입대수 절감효과가 있음
 - HIT 등 선진터미널에서 이미 적용되고 있으며, 국내에서도 곧 도입할 예정임
- 게이트 자동화 기술
 - CCR, OCR, DSRC 등의 기술을 접목하여 게이트 반출입 처리를 무인화하는 기술임
 - 반출입 통과 소요시간을 줄여 게이트 규모를 줄일 수 있으며, 인력절

- 감 효과가 있어 국내에서도 도입이 활성화되고 있는 기술임
- 특히, DSRC 기술은 기존의 바코드, 영상인식의 단점을 보완한 최신 기술로 게이트 무정차 처리가 가능한 신기술임

4. 계획시스템 관련기술대안

- 계획시스템 기술대안들은 터미널의 하역작업을 효율적으로 처리하기 위하여 장비 및 작업자의 최적작업계획을 수립하는 기술임
 - 본선계획 최적화, 수출입 장치장 활용계획 최적화, 선석배정계획 최적화, 자원배정 최적화 기술 등이 있음
- 본선계획 최적화 기술
 - 본선계획 최적화 기술은 본선상황뿐만 아니라 장치장의 작업상황을 계획시점에 실시간으로 파악하여 수립하는 것으로, 계획수립 시간을 단축시킬 수 있으며, 장비의 작업효율성을 높일 수 있는 기술임
 - 과거의 터미널 본선계획은 수작업에서 단순전산화를 거쳐 현재는 부분 자동화 수준에 있음
 - 향후에는 실시간으로 장치장 상황을 바탕으로 전문가시스템, 인공지능 기법이 적용된 완전자동화 계획수립 기능을 구비해야 됨
- 수출입 장치장 활용계획 최적화 기술
 - 장치장 계획 최적화 기술은 터미널 내의 야드 장치효율을 높이고, 컨테이너의 최적적재위치를 결정하는 것으로 장치장 하역작업시 재조작을 최소화할 수 있는 기술임
 - 최적적재위치를 결정하기 위해서는 기존의 Planner의 경험적 방법에서 Rule-based, 전문가시스템, 인공지능 수준의 계획수립이 가능해야 함
- 선석배정계획 최적화 기술
 - 선석배정계획은 각 터미널의 운영규칙과 환경을 고려하여 선박의 재항 시간을 단축시킬 수 있는 최적의 선석을 배정하는 기술임
 - 최적선석배정에는 선박의 도착시간, 작업소요시간, 대상컨테이너의 블록적재위치, 선호선석, 출항시간 등을 고려한 지능적 선석계획이 이루어져야 함

- 자원배정 최적화 기술
 - 터미널의 자원배정계획은 본선계획, 수출입 장치계획, 선석배정계획에 투입될 장비와 작업자의 단기·장기적 편성전략을 수립하는 것임
 - 자원배정 최적화는 작업자 및 장비 간의 작업량 평준화가 주목적이며, 장기적인 배정계획뿐만 아니라 단기적인 운영상황에서도 작업불균형을 해소할 수 있는 전문가시스템, 인공지능 수준의 기술이 도입되어 계획이 수립되어야 함

5. IT 관련기술대안

- 데이터 송수신 네트워크 기술
 - 데이터 송수신 네트워크 기술은 첨단 네트워크 장비 및 네트워크 통신망을 구성하여 컨테이너터미널의 운영시스템 효율을 극대화하기 위한 기술임
 - 컨테이너터미널에서 사용되는 데이터 송수신 네트워크 기술은, LAN 접속속도가 100Mbps인 Fast Ethernet 및 1Gbps인 Gigabit Ethernet 이 향후 컨테이너터미널 운영시스템 LAN 백본의 주요 기술로 개발되고 있음
 - 국내외 대부분의 컨테이너터미널에서는 내부통신망으로 유선망을 주 통신망으로 사용하고 있으며, 무선망을 보조통신망으로 구성하여 무결점 정보망을 확보하는 유연성 있는 LAN을 사용하고 있음
- 하역장비 추적기술
 - 주로 DGPS(Differential Global Positioning System)/Lader, RFID를 이용하여 야드장비의 효율적인 관리를 위하여 야드장비의 위치를 실시간으로 추적하는 Monitoring & Control 기술임
 - 터미널 운영에 있어서 터미널에서 C/C 및 컨테이너 하역장비 등의 효과적인 통제체제를 구축하고 하역/이송장비의 위치를 효과적으로 모니터링하기 위한 통신방법으로 실시간 연속적인 통신연결 방식을 활용하고 있음
 - DGPS를 이용하는 장비추적 기술의 적용은 독일 HHLA와 두바이(Dubai)의 라시드(Rashid)항이 있음

- 주전산기 및 응용 S/W 기술
 - Computing Architecture는 과거의 메인 프레임(Mainframe) 형태의 중앙집중식 처리방식(1-Tier)에서 Client/Server 형태의 분산처리방식(2-Tier, 3-Tier)을 거쳐 네트워크 중심의 분산처리방식(Web-based Multi-Tier)으로 발전하고 있음. 분산처리방식은 터미널 운영에 필요한 각각의 고유한 기능별로 서버시스템을 구축하여 대량의 정보 처리 및 데이터 처리속도 향상 등 인공지능적이면서 복잡한 계획 및 통제업무를 수행하여야 하는 차세대 운영시스템에 필수적인 방식임
 - 향후 컨테이너터미널의 최신 주전산기 및 응용 S/W 기술은 개방형 구조의 정보공유 및 객체지향형 프로그래밍의 의미가 더욱 강조될 것으로 판단되며, 모든 응용프로그램이 웹 브라우저로 전이하게 될 것으로 전망되고 있음

<표 요약-2>

주전산기 및 응용 S/W 기술 개발 동향

구 분	과 거	현 재	미 래
Computing Architecture	Mainframe 중앙집중처리방식 (1-Tier)	Client/Server 분산처리방식 (2-tier 또는 3-Tier)	네트워크 중심 분산처리방식 (Multi-Tier)
Application Programming	구조적 프로그래밍	객체지향 프로그래밍	Web-Based 객체지향 프로그래밍
File & DBMS	File, 계층형 DBMS	관계형 DBMS	객체지향 DBMS, 멀티미디어 DBMS

- 컨테이너터미널의 운영시스템은 제한된 터미널 자원을 최대한 활용하고 컨테이너터미널의 생산성을 극대화하기 위해서는 계획·통제·운영 등 터미널 운영시스템의 각 기능들이 고용량의 복합매체 네트워크체제에서 상호 연계될 수 있는 통합운영시스템의 개발 및 운영이 필수적으로 요구되고 있음

6. 터미널 운영시스템 비교

- 이상의 내용을 바탕으로 현재 국내 터미널에 적용된 운영시스템의 기술과 신기술의 특징 및 기술 수준을 정리하면 다음과 같음

<표 요약-3>

운영시스템의 현재 기술과 신기술의 특성

구분	현재 기술 내용	신기술 내용
종합 관제	<ul style="list-style-type: none"> - 터미널 내 작업영역 간 부분적, 단편적 모니터링 - 상당부분의 인력에 의한 데이터수집 및 가공처리 - 경험자의 직관에 의한 자원배정 및 자원 계획 - 인력에 의한 터미널 통합관제 	<ul style="list-style-type: none"> - 터미널 내 작업영역 간 전면 실시간 모니터링 - 터미널 내 정보수집 및 가공 자동처리 - 자원배정, 자원계획의 지능형 의사결정지원 - 인공지능형 터미널 통합관제
운영 시스템	<ul style="list-style-type: none"> - 사전 확정된 야드 장비 배정 - 유인장비에 의한 낮은 장비가동률 - 본선작업의 YT 조별 작업배정 	<ul style="list-style-type: none"> - 실시간 현장상황을 반영한 장비 배정 - 무인장비에 의한 높은 장비가동률 - 자동 배차 운영기술(pooling기술) 적용 - 안벽, 장치장 간 Dual Cycle System 운영 기술 적용
계획 시스템	<ul style="list-style-type: none"> - 유인 및 무인을 겸용한 차량 통제 - 인력&자동을 겸비한 차량정보입수 - 인력에 의한 컨테이너 검수·검량 - Planner에 의한 수출입 장치장 계획수립 - Remarshaling, 구내이적 계획수립 미흡 - 선석계획 수립 및 수작업에 의한 낮은 효율성 - Planner의 직관적인 본선양적하 계획수립 - 마감시간 제약을 가지는 계획수립 	<ul style="list-style-type: none"> - 반출입 차량의 자동 통제 - 무인 자동화된 차량 정보의 입수 및 가공 처리 - 무인에 의한 컨테이너 검수·검량 - Planner를 위한 최적화된 의사결정지원시스템 구축 - 자동화된 장치장 계획시스템 구축 - 선석운영규칙, 자동양적하 계획수립 알고리즘 개발 - 최적기법이 적용된 의사결정계획시스템 구축 - 실시간 자동 계획수립
IT 기술	<ul style="list-style-type: none"> - Mainframe에 의한 중앙집중처리방식 (1-Tier) 및 Client/Server형태의 분산처리방식(2-tier 또는 3-Tier Client/Server) - 구조적 프로그래밍/객체지향 프로그래밍 - File, 계층형 DBMS/관계형 DBMS - 저용량 단일매체 네트워크체제의 하위시스템 기능별 운영 	<ul style="list-style-type: none"> - 네트워크 중심 분산처리방식 (Multi-Tier) - Web-Based 객체지향 프로그래밍 - 객체지향 DBMS/멀티미디어 DBMS - 고용량 복합매체 네트워크체제의 통합운영시스템

제5장 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 우선순위 분석

1. 서 론

- 차세대 운영시스템 기술개발 우선순위를 분석
 - 컨테이너터미널의 운영실무자를 대상으로 한 설문조사 및 현장 전문가 면담방법을 사용

- 설문조사에서는 4장에서 선정한 운영시스템 기술대안에 대한 설문결과를 분석
- 면담조사에서는 현행 컨테이너터미널에 대한 불편 및 애로사항 그리고 운영시스템의 기술별 중요도 등을 분석
- 설문조사에 의한 기술대안별 우선순위 결과와 면담조사에서 도출한 기술대안 중요도 우선순위를 종합
 - 기술대안의 생산성을 분석하기 위한 평가모형을 수립
 - 차세대 운영시스템 기술개발로 인한 생산성 향상을 평가하기 위한 모델

2. 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 우선순위 설문조사

- 설문목표 및 항목 선정
 - 설문목표 1: 현재 컨테이너터미널의 운영시스템에 대한 의견조사
 - 설문목표 2: 차세대 컨테이너터미널 운영시스템에 대한 기술수요 의견조사
 - 설문목표 3: 차세대 컨테이너터미널 운영시스템의 기술개발 방향조사
- 설문 분석방법

<표 요약-4>

설문항목 분석방법

설문유형	설문 번호	설문항목	응답방식	분석방법
현황 조사	1	터미널 이용시 애로사항	빈도수	빈도 가중치 분석
	2	현재 운영시스템 만족도	5점 스케일	평균값 분석
	3	생산성에 영향을 미치는 운영시스템	빈도수	빈도 가중치 분석
	4	개선이 시급한 운영시스템	빈도수	빈도 가중치 분석
기술 수요조사	5	기술 개발시 향상 기대 항목	빈도수	빈도 가중치 분석
	6	종합관제시스템 선호도	우선순위	우선순위 빈도수
	7	운영시스템 선호도	우선순위	우선순위 빈도수
	8	계획시스템 선호도	우선순위	우선순위 빈도수
	9	IT 기술 선호도	우선순위	우선순위 빈도수
기술개발 방향조사	10	차세대 운영시스템 개발 시기	빈도수	빈도 가중치 분석
	11	종합관제시스템 자체 개발 기술 항목	우선순위	우선순위 빈도수
	12	운영시스템 자체 개발 기술 항목	우선순위	우선순위 빈도수
	13	계획시스템 자체 개발 기술 항목	우선순위	우선순위 빈도수
	14	IT 기술 자체 개발 기술 항목	우선순위	우선순위 빈도수

- 현재 컨테이너터미널 운영시스템의 현황 설문분석 결과
 - 컨테이너터미널의 이용시 가장 큰 불편사항 및 애로사항은 장비배정, 제어, 최적야드 운영 등 장비 및 장치장 운영과 관련된 것이 전체의 66%로 가장 높았음
 - 가장 생산성에 영향을 미치는 기술부문과 가장 개선이 시급한 기술부문도 장비 및 장치장 운영과 관련된 운영시스템인 것으로 나타남
- 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술수요조사 분석 결과
 - 새로운 운영시스템 기술의 개발시 가장 향상될 것으로 기대되는 항목으로는 시간당 처리능력 증가로 인한 생산성 향상이 전체의 42%로 가장 높게 나타남
 - 기술개발 효과가 큰 기술로는 종합관제시스템에서 문제 발생시 자동 문제해결 기술, 운영시스템에서 YT 동시 배차 최적화 기술, 계획시스템에서 본선계획 최적화 기술, IT 기술에서 주전산기 및 응용 S/W 기술인 것으로 나타남
- 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 방향 분석결과
 - 차세대 컨테이너터미널을 위한 운영시스템 기술의 도입시기는 종합관제시스템, 운영시스템, 계획시스템, IT 기술 모두 2~3년 이후로 보는 관점이 높아 3년의 기간을 적정 기간으로 판단하고 있음
 - 기술확보가 필요한 기술로는 종합관제시스템에서 문제 발생시 자동 문제해결 기술, 운영시스템에서 실시간 장비 배정 및 제어 기술, 계획시스템에서 본선계획 최적화 기술, IT 기술에서 주전산기 및 응용 S/W 기술이 가장 높게 나타남

3. 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 방향 선정 면담조사

- 운영시스템 사용시 발생하는 불편 및 애로사항과 운영시스템의 개선사항에 대한 방향을 설정하기 위한 면담을 하고 난 후 각 기능별로 운영시스템의 중요도를 파악하였음
- 현재의 운영시스템에 대한 불편 및 애로사항 면담 결과
 - 운영시스템에서 가장 많은 애로사항을 응답
 - 장치장에서 장비와 차량의 자원 평준화가 달성되지 않아 발생하는 장

치장 혼잡도 증가, 장치장 비효율적 운영이 가장 큰 문제라고 지적하였음

- 환적화물을 포함한 물동량 자체의 증가로 인해 야드 공간의 절대 부족 현상도 발생함

◦ 현재의 운영시스템에 대한 개선사항

- 제한된 자원을 실시간으로 운영하는 최적화 전략이 이루어지지 않아 자원을 분산시켜 작업을 균등화시키는 운영규칙이 포함된 운영시스템이 가장 필요
- 계획시스템은 실시간 운영을 지원하는 자동계획, 종합관제시스템은 정확한 사전정보 처리, IT 기술은 운영시스템의 사용환경 편의성을 위해 필요

◦ 운영시스템 기술 중요도 면담 결과

- 종합관제시스템의 중요도에서는 문제 발생시 자동 문제해결 기술과 야드작업 통제 기술이 가장 높게 나타났음
- 운영시스템의 중요도에서는 실시간 장비 배정 및 제어 기술, YT 운영 규칙 최적화 기술, YT 동시 배차 최적화 기술 등의 순으로 높았음
- 계획시스템의 중요도에서는 본선계획 최적화 기술, 수출입장치장 활용 계획 최적화 기술, 선석배정계획 최적화 기술 순으로 높았음
- IT 기술의 중요도에서는 주전산기 및 응용 S/W 기술이 가장 높았음

4. 컨테이너터미널 운영시스템 평가모형 분석

◦ 평가모형 수립

- 생산성 분석을 위한 평가모형

$$FP[n>1] = CP * \left\{ \sum_{i=1}^n (w_1 * O_i) + \sum_{j=1}^n (w_2 * P_j) + (w_3 * I_k) + (w_4 * M_l) \right\}$$

◦ 기능별 생산성 향상 지수(O, P, I, M)

- 기술선호도는 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술수요조사 분석 결과에서 얻은 영역별 운영시스템 기술들에서 우선순위를 분석한 결과로 선정한 선호도 순위임
- 생산성 향상 지수는 운영시스템 기술을 적용할 경우 기대되는 생산성

향상 비율을 지수로 나타낸 값임

◦ 가중 생산성 향상 지수

- 생산성에 대한 영역별 운영시스템의 가중치는 생산성에 영향을 미치는 기술부문에 대한 우선순위를 파악하여 얻은 가중치를 반영

◦ 평가모형에 의한 생산성 향상 분석

- 운영시스템과 계획시스템은 기술선호도가 높은 세 가지 기술을 대상으로 하고 중복성이 많은 IT 기술과 종합관제시스템은 최우선한 1개씩을 갖고 생산성 향상 지수에 기능별 가중치를 반영한 가중 생산성 향상 지수를 구하여 평가모형에서 구함

<표 요약-5>

기능별 3개 복수 운영기법 대안 선택시의 평가모형

운영시스템 기능	운영시스템 기술개발 대안	기술 선호도	가중치	생산성 향상 지수	가중 생산성 향상 지수
운영시스템	실시간 장비 배정 및 제어 기술	①	$w_1=0.2$	$O_1=1.3$	$\sum_{i=1}^3 (w_2 \cdot O_i)=0.76$
	YT 동시 배차 최적화 기술	②		$O_2=1.3$	
	YT 운영 규칙 최적화 기술	③		$O_3=1.2$	
계획시스템	본선계획 최적화 기술	①	$w_2=0.15$	$P_1=1.25$	$\sum_{j=1}^3 (w_3 \cdot P_j)=0.555$
	수출입 장치장 활용계획 최적화 기술	②		$P_2=1.25$	
	선석배정계획 최적화 기술	③		$P_3=1.2$	
IT 기술	주전산기 및 응용 S/W 기술	①	$w_3=0.1$	$I_1=1.1$	$w_4 \cdot I_1=0.11$
종합관제	문제 발생시 자동 문제해결 기술	①	$w_4=0.05$	$M_1=1.1$	$w_1 \cdot M_1=0.055$

- 평가모형을 이용한 차세대 운영시스템 대안의 생산성 분석 결과, 생산성 향상은 48%로 나타났음
- 2002년 부산항 컨테이너터미널 C/C의 총작업생산성 시간당 21.6개를 기준으로 할 때 생산성이 32.0까지 향상될 수 있음을 의미

5. 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 분석 결과

- 설문 결과, 면담 결과, 그리고 평가모형 분석 결과를 바탕으로 기존 운

영시스템과 차세대 운영시스템 간의 기술적 비교 검토를 통하여 얻은 차세대 운영시스템 기술과 요구사항은 다음과 같음

- 운영시스템에서 실시간 장비배정을 위한 인공지능이 필요하며, YT의 pooling과 dual cycle 작업을 위한 최적화 알고리즘이 필요
 - 계획시스템에서 실시간 계획을 지원하는 지능형 의사결정과 자동 계획이 가능한 자동 본선계획시스템 그리고 지식기반 자동 야드계획시스템이 필요
 - IT 기술에서 주전산기 및 응용 S/W 기술의 성능향상을 위한 분산처리 방식의 첨단 데이터 송수신 네트워크 기술을 기반으로 하는 통합운영시스템 구축이 필요
 - 종합관제시스템에서 문제 발생시 자동 문제해결을 위한 인공지능과 지능형 의사결정이 필요
- 기술발전 추세 관점에서는 차세대 운영시스템에서 요구되는 기술은 기존의 Rule Based Planning과 전문가시스템 또는 둘의 혼합시스템(Hybrid System)을 사용하던 방식에서 지능형 의사결정과 최적화 알고리즘을 적용하기 위한 인공지능을 적용하는 것이 필요

제6장 국내 항만의 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 개발방향 및 전략

1. 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 개발방향 선정

- 기술개발 기간 결정
 - 설문결과 운영시스템 개발시기는 3년 정도인 것으로 파악되었으나 1만TEU급 초대형 컨테이너선의 본격 취항이 향후 5년 이후로 전망되므로, 기술개발 기간을 5년으로 설정하여 단계별 개발전략을 수립하여 자체기술 확보전략과 병행하는 것이 바람직함
 - 계획시스템의 최적화 기술은 하드웨어와의 연동이 아닌 소프트웨어 기술로 기술발전 속도가 빠르고 개발기간이 하드웨어 개발보다 상대적으로 짧으므로 3년 이내에 개발하는 것이 필요
- 운영시스템 개발 방향

- 차세대 컨테이너터미널 운영시스템은 통합적으로 운영할 수 있는 시스템이어야 하며, 최적의 운영안을 실시간으로 제공할 수 있는 지능형 의사결정 지원시스템의 형태를 갖추어야 함
- IT 기술은 개발과정에서 지속적으로 신기술을 도입해서 향상되어야 할 과제임

2. 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 개발방향 및 전략수립

- 정책적 추진전략
 - 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발과 관련하여 동북아 물류 중심기지로 발전하기 위해서 중장기적 투자, 기술인력 확보 및 연구개발의 활성화, 개발기술의 선도화 및 실용화 등 다양한 방면으로 정책적인 추진전략을 수립하여야 함
- 기술 확보전략
 - 기존 국내의 관련기술을 수집하여 개선하는 방안, 새로운 기술을 개발하는 방안, 외국 선진국의 기술을 수입하여 개선하는 방안, 운영정보 시스템 제작업체에서 자체개발하는 방안, 여러 관련기관의 공동개발 방안 등 여러 가지가 고려되어야 함
- 자체 기술개발전략
 - 정부, 산업계, 학계, 연구소 등 각 분야별로 역할분담과 유기적인 공조 등으로 연구개발의 효율성을 높일 수 있도록 전략이 수립되어야 함
- 기술개발 추진체계
 - 차세대 컨테이너터미널 운영시스템의 개발은 개발기술 분야가 매우 넓고 광범위하여 정부로부터 관련단체에 이르기까지 각계의 전문적 기관들이 유기적인 조직으로 구성되어야 함
 - 국내 항만의 장기적인 비전을 가지고 빠른 시일 내에 과제의 선정이나 연구, 정부의 정책결정, 지원 등이 이루어져야 함
- 기술개발 실천 방안
 - 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술에 대한 기술개발 실천 방안을

수립

- 운영시스템 기술의 개발 특성에 따라 최적화 기술과 성능향상 기술의 두 가지로 분류
- 최적화 기술은 시스템 최적화 알고리즘 개발 형태로 개발 실천 방안을 수립
- 성능향상 기술은 새로운 유형의 시스템 개발 형태로 개발 실천 방안을 수립

제7장 결론 및 정책건의

- 국내 컨테이너터미널이 생산성 향상을 이루기 위해 개발, 적용해야 할 차세대형 터미널 운영시스템 기술개발 과제를 제시
- 효과적으로 기술이 개발되고 터미널에 적용될 수 있도록 다음 두 가지 정책을 건의
 - 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 투자지원
 - 인공지능적 터미널 계획, 통제시스템 기술은 첨단 하역장비나 자동화 하역시스템을 최적으로 운영할 수 있도록 지원하는 것으로 부산항이나 광양항을 고생산성의 동북아 물류 중심항만으로 차별화시킬 수 있는 핵심기술임
 - 해양수산부의 차세대 성장동력 산업으로 상정하여 기술개발 자금을 확보, 기술개발을 촉진시켜야 할 것임
 - 항만에 대한 외국인 투자시 조세감면대상 신기술 기준으로 활용
 - 항만에 대한 외국인 투자시 조세특례제한법 제121조에 의해 대상사업의 외국기술이 신기술인지 고도기술인지 여부를 판단하여 조세감면을 결정
 - 이 경우 항만운영시스템의 신기술 여부 판단이 핵심이 되는데 본 연구에서 제시한 차세대 운영시스템 기술개발 내용을 신기술 기준으로 활용 가능, 외국인 투자기업들의 터미널 운영시스템 고도화 유도

제 1 장 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

중국을 중심으로 한 급속한 경제성장 지역인 동북아시아에서는 경제의 글로벌화에 따른 급격한 물류환경 변화에 대응하여 물류주도권 확보를 위한 물류거점화 경쟁을 치열하게 전개하고 있다. 즉 항만배후 물류단지 조성 및 다국적기업의 물류센터 유치전략 수립, 물류인프라 구축을 통한 효율적인 물류체계 구축, 신규항만 건설 및 증설 등 자국의 항만이 동북아 지역의 물류중심항만(Hub-Port)이 되기 위하여 국제물류중심화를 국가 경제발전의 주요 전략으로 채택하고 있는 추세이다.

물류적 측면에서 항만은 국제물류 네트워크상 중요한 가치 체인의 역할을 한다고 볼 수 있다. 즉 화물이 항만을 통과하면서 효과적인 육상 및 해상 연계 수송에 의해, 그리고 항만배후부지에서 부가가치 활동을 통해, 상품 및 제품가치가 창출되는 곳으로 이해되고 있다.

이에 따라 여러 나라에서 항만을 물류중심지로 개발하는 정책을 추진하고 있다. 싱가포르, 홍콩, 로테르담항 등 세계 주요 경제권의 거점항만들 또한 이러한 국가 정책에 부응하여 역내의 국제물류를 주도하기 위해 항만시설을 지속적으로 확충하는 한편 운영시스템의 개선을 통해 생산성 향상에 박차를 가하고 있다. 효율적인 운영시스템을 통한 생산성 향상과 서비스의 질적 수준을 향상시킴으로써 항만의 경쟁력을 강화하고 있으며, 운영비용의 절감과 화물처리능력의 극대화를 통해 운영수익을 증대시킴으로써 항만투자비를 적기에 회수하여 시설재투자 재원으로 활용하고 있다.

이처럼 세계 주요 국가·항만 간에는 국제물류거점기지로서의 주도권 확보를 위해 정부당국과 항만운영사가 공동으로 대규모 항만시설을 확충하고 항만기능을 고도화·다양화하고 있다. 특히 세계 선진 항만 간에 이루어지는 물류중심화 경쟁은 부두시설 확충과 같은 하드웨어(Hardware)측면은 물론 비용효과와 서비스의 질적 수준을 향상시킬 수 있는 부두운영 효율화 등의 소프트웨어(Software)측면을 망

라하여 전개되고 있다.

우리나라는 국가적으로 한반도를 21세기 동북아의 물류중심기지로 육성하기 위한 전략을 추진 중이다. 그 동안 우리나라는 주로 수요충족형 항만개발을 추진함으로써 양적으로는 크게 성장하였으나 부두운영의 효율성과 서비스의 질적 수준에서는 선진항만에 비해 열악한 실정이다. 세계 주요 선진항만들은 안벽 하역장비 및 야드크레인의 생산성 향상과 더불어 효율적인 터미널 운영과 하역·보관·이송능력 향상 및 높은 수준의 서비스를 제공하기 위하여 지속적으로 컨테이너 터미널 운영시스템 개선방안을 연구·개발하고 있다. 터미널 운영시스템은 항만운영에 있어서 두뇌에 해당하는 것으로 항만생산성 향상과 처리능력 최대화에 가장 중요한 요소이다.

홍콩의 HIT에서는 터미널 운영계획, 생산, 통제 및 관제업무 등 터미널 통합운영시스템(Terminal Management System)인 3P(Productivity Plus Programme)시스템을 항만운영업무에 적용하여 전체 항만생산성을 약 30% 증가시켜 운영하고 있다.

국내 컨테이너터미널에서 운영되고 있는 운영시스템은 대부분 자체 제작한 시스템이거나 혹은 기존 기술을 도입한 것으로 해외 유수의 항만과 비교해 볼 때 그 경쟁력이 취약한 상태이다. 최근, 한국 허치슨터미널 등 일부 터미널에서 외국 인투자로 인해 신기술의 도입이 진행 중이나 아직은 미흡한 실정이다. 국내 터미널 운영사들도 보다 발전된 터미널 운영기법을 적극적으로 개발하여 사용하여야 할 것으로 판단된다.

특히 동북아 물류중심항만(Hub-port)이 되기 위해서는 현재보다 1.5~2배 이상의 생산성이 향상되고 고객 만족이 극대화될 수 있는 보다 선진화된 차세대형 터미널 운영기법의 기술개발 및 도입이 시급한 실정이다. 즉 컨테이너터미널의 야드점유율 향상, 재조작의 최소화, 장비이동거리의 최소화를 통한 생산성 향상과 선박과 화주에 대한 서비스를 향상시켜야만 항만의 국제경쟁력을 강화시킬 수 있다.

따라서 본 연구에서는 국내 컨테이너터미널 운영시스템 구축 및 운영 현황을 분석한 후, 홍콩의 HIT, 싱가포르의 PSA, 독일의 HHLA, 네덜란드의 ECT 등 고생산성 터미널의 생산성 향상을 위한 운영기법 및 운영시스템을 분석한다. 다음으로 선진항만으로부터 벤치마킹할 수 있는 운영기법 및 운영시스템들의 기술개발 대안들을 제시하고, 이를 설문 및 전문가 의견조사와 평가 모형을 통해 국내 항만에 적합한 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 방향을 연구하며 개발전략을 제시하고자 한다.

2. 주요 연구내용 및 연구방법

제1장 서론에 이어 제2장 ‘차세대 컨테이너터미널의 운영시스템 도입 필요성’에서는 차세대 컨테이너터미널 운영시스템에 대한 개념을 정립한 다음, 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 적용에 따른 생산성 향상 예측 및 기대치 등 터미널 운영사의 운영시스템 도입에 따른 영향을 검토한다. 또한 컨테이너터미널 기항선박의 대형선화에 따른 하역장비 생산성 요구 추세와 운영시스템의 고도화 추세 등 컨테이너터미널을 둘러싼 대외적 환경변화를 전망하고자 한다.

제3장 ‘국내외 컨테이너터미널 운영시스템 현황’에서는 먼저, 국내 우암 컨테이너터미널, HBCT, PECT, 감만 컨테이너터미널, 감천 컨테이너터미널, 광양 컨테이너터미널의 운영시스템을 살펴보고자 한다. 또한 선진항만인 홍콩의 HIT, 싱가포르의 PSA와 독일의 HHLA, 네덜란드의 ECT 등에서 운영 중이거나 연구·개발 중인 고생산성 터미널의 운영기법 및 운영시스템을 벤치마킹하고 장비운영 통제 방식 및 선석/장치장/본선계획시스템 등 컨테이너터미널별 운영시스템에 대한 분석업무를 수행하고자 한다.

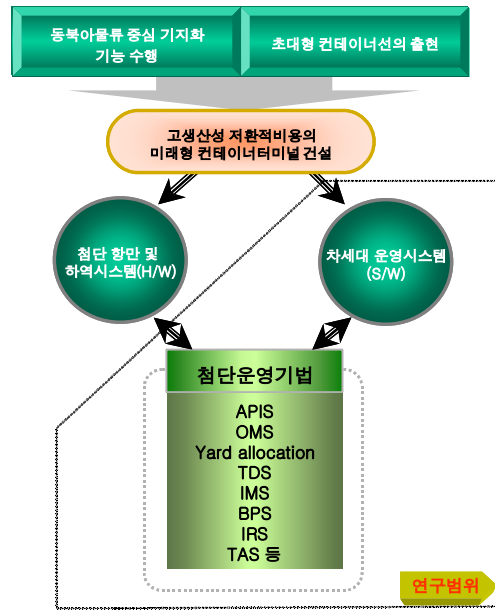
제4장 ‘차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술대안 분석’에서는 3장에서 도출된 해외 주요 선진 컨테이너터미널의 운영기법과 운영시스템에 대해서 「TOC Asia」 및 「TOC Conference Documentation」 각년도 등 관련 연구자료를 분석하여 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 대안들을 분야별로 분석하고자 한다. 이것은 향후 국내 기존 컨테이너터미널의 운영시스템을 고도화시키거나, 혹은 신규터미널 건설시 적용될 운영기법 및 운영시스템의 대안을 모색하기 위한 목적이다.

제5장 ‘차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 우선순위 분석’에서는 4장에서 도출된 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술대안들을 대상으로 설문조사와 전문가 면담을 통해서 국내 컨테이너터미널에 적용해야 할 차세대 운영시스템 기술개발 우선순위를 분석, 제시한다. 그리고 평가모형을 통해 차세대 운영시스템 기술개발의 효과를 평가한다.

제6장에서는 차세대운영시스템에 대한 기술개발 전략을 제시하고, 제7장에서는 본 연구의 결론과 정책건의를 기술한다.

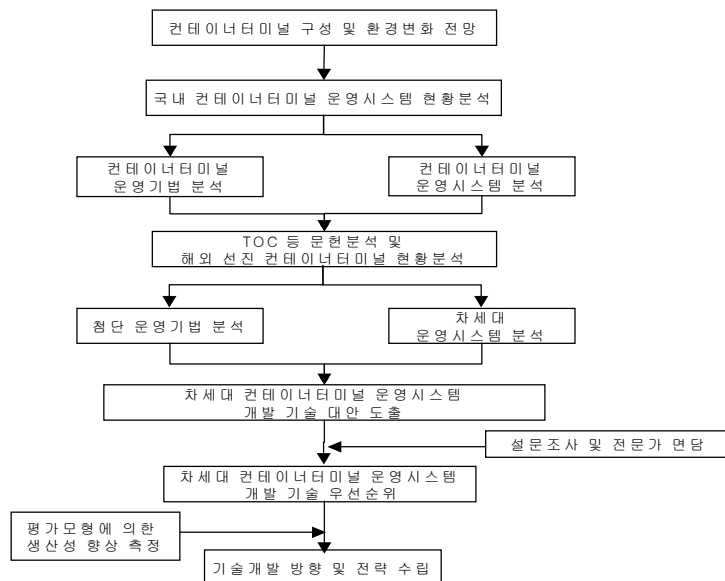
<그림 1-1>

차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 연구의 범위



<그림 1-2>

연구 흐름도 (Research Flowchart)



제 2 장 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 도입 필요성

1. 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 개념 정립

1) 컨테이너터미널 운영시스템

컨테이너터미널은 컨테이너선에 컨테이너를 양적하하는 작업과 이송/적재작업 및 화물과 컨테이너의 인수·인도가 일어나는 장소이다. 즉 대량화물을 신속하고 효율적으로 처리할 수 있도록 본선하역, 구내이적, 장치 및 보관, 인수·인도작업, 게이트작업, 정보 및 관리시스템 등 각 영역별로 단위모듈의 하위시스템과 하위시스템들이 유기적으로 운용되는 종합운영시스템 체계를 갖추고 있다. 본선 양적하 작업은 선박과 야드 간의 컨테이너 양적하 및 이송/적재작업의 연장선상으로 터미널작업에서 터미널의 생산성을 결정하는 가장 중요한 작업이다. 구내이적작업은 C/C와 컨테이너 장치장 간의 컨테이너 이송작업으로 양적하 작업생산성과 직결되고 있다. 보관/장치작업은 수출입 컨테이너의 통관이나 서류작성, 선적작업 등의 사유로 컨테이너를 양하 후 직접 터미널 밖으로 이송하거나 선적 직전에 터미널 내로 반입이 곤란하여 터미널 내에서 일시 보관하는 것으로 야드의 운영효율성에 영향을 미치게 된다. 마지막으로 게이트 반출입 작업은 컨테이너의 수출입업무와 장치장에서의 상·하차업무의 시작을 의미한다. 컨테이너터미널 운영시스템의 범위를 컨테이너터미널의 3개 영역인 선석, 장치장, 게이트영역과 IT 기술 분야로 분류하여 선석 운영시스템, 장치장 운영시스템, 게이트 운영시스템, 운영통제시스템의 4개 운영시스템으로 정의하였다. 4개 운영시스템의 기능과 사용되어지는 운영기법들을 살펴보면 다음과 같다.

(1) 선석 운영시스템(Berth Operation System)

① 선석배정 계획시스템(Berth Allocation Planning)

선석활용의 극대화와 선석대기시간의 최소화를 목표로 다양한 제약 및 요구사항의 수용과 신속한 선석배정의 최적 자동화 기능을 보유하여야 한다.

② 본선작업 계획시스템(Ship Planning)

C/C와 야드트럭의 이동을 최소화시키도록 선박으로부터 컨테이너를 하역하거나 선적하는 데 있어 최적의 방법을 도출해 낸다. 선박에 적재할 때 선박의 다음 기항 항구에서 먼저 하역할 컨테이너를 적재단의 상단에 적재할 수 있도록 주의를 기울여 컨테이너를 적재시킨다. 본선에서 위험물을 구분 적재하는 것과 관련한 모든 규정을 준수하여야 한다. 즉 최단시간 내 최적의 양적하계획을 수립하고 선박의 운항 안정성 확보를 목표로 양적하 계획 수립의 최적 자동화와 신뢰성 있는 선박의 운항 안정성 계산의 자동화 기능을 보유하여야 한다.¹⁾

(2) 장치장 운영시스템(Yard Operation System) : 컨테이너 장치장 배정계획시스템(Yard Planning)

컨테이너 장치장 배정계획시스템은 야드를 통과하는 컨테이너를 최적의 방법으로 이동시키기 위한 것이다. 먼저 이동시켜야 할 컨테이너를 항상 적재단의 상단에 위치시킨다. 컨테이너는 터미널 밖으로 반출되어야 하는 경우에는 선적될 선박 가까이에 위치시키거나 게이트에 가까이 위치시킬 수 있다. 야드 이송장비와 야드트럭의 이동을 최소화시키고, 야드 장치능력과 터미널 생산성 최대화를 목표로 야드 평균 점유율을 최소화시키고, 컨테이너 평균장치일수와 컨테이너 Re-Handling을 최소화하여야 한다.

(3) 게이트 운영시스템(Gate Operation System)

① 게이트 운영시스템

컨테이너터미널 게이트 운영 컴퓨터에 사전 입력된 데이터를 활용하여 효율적인 장치장 운영계획 수립 및 컨테이너트럭 운송업자에 대한 신속·정확한 장치장 이송안내 기능을 보유하여야 한다.

② 컨테이너 및 장비인식시스템

컨테이너 운송트럭과 운전자의 확인 기능과 이송 컨테이너에 대한 손상확인 및 자료 보존 기능을 보유하여야 한다.

- Bar-Code시스템

1) 김갑환 외, “컨테이너터미널에서의 유전자해법을 이용한 적하계획법”, 「대한산업공학회지」, 제23권, 제4호, 1997.

- 영상인식시스템
- RFID시스템

(4) 운영통제시스템(Operation & Control System)

운영통제시스템은 선석, 장치장 및 게이트운영시스템 외 컨테이너터미널 내에서 이루어지고 있는 모든 정보기술(Information Technology), 종합관제시스템, 작업지시 및 통제시스템, 문제해결 및 통합경보시스템 기능을 포함한다. 종합관제시스템은 실시간으로 터미널 내에서 발생하는 모든 Event를 모니터링하는 것으로서, 장치장 선석 등 터미널 내에서 발생하는 모든 컨테이너의 이동을 추적하고, 모든 하역장비의 상태 및 작업상황을 추적하는 기능이다. 작업지시 및 통제시스템은 장치장 및 안벽작업을 실시간으로 최적화 및 자동화 알고리즘을 통하여 Re-Handling 작업과 이송장비 및 하역장비의 이동거리를 최소화하고, 효율적인 작업 수행이 가능하도록 장비를 할당하는 기능이다.²⁾ 문제해결 및 통합경보시스템은 사전에 모형화 및 시뮬레이션에 의한 문제발생 형태에 근거하여 실시간으로 문제를 파악하여 상황에 적합한 계획을 신속하게 재수립하는 작업지시 기능과 사전에 설정된 문제발생 및 해결방법 시나리오에 따라 작업자에게 정보를 발령하는 기능이다.

- i) 종합관제시스템
- ii) 작업지시 및 통제시스템
- iii) 문제해결 및 통합경보시스템
- iv) EDI & IP Service
- v) 유·무선 통신시스템

2) 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 개념 정립

컨테이너터미널의 생산성은 개별적인 작업과정들이 상호 연관되어 터미널의 생산성에 영향을 미치기 때문에 운영자는 각 단계별로 생산성을 저하시키는 원인을 면밀하게 분석하여 그 원인이 개선되었을 경우, 합리적이고 효율적인 항만운영 시스템을 구축할 수 있다. 그러나 국내에서 운영되고 있는 컨테이너터미널 하역장비의 운영시스템은 첨단 운영시스템 및 운영기법을 적용한 경우가 거의 없다. 즉 컨테이너터미널을 둘러싼 변화에 효율적이고 능동적인 선사나 고객에 대한 서비

2) 김갑환 외, “자동화 컨테이너터미널의 통제시스템 설계와 운영방법 연구”, 「대한산업공학회/한국공업경영학회 공동학술대회 논문집」, 1999.

스 수준 향상을 기대하기란 매우 어려워지고 있다. 또한 국내 컨테이너터미널을 이용하고 있는 고객들은 선박재항시간의 최소화, 저렴한 항만이용 비용, 터미널 운영시스템 고도화를 통한 터미널 생산성 향상과 One-stop Service 체제 구축을 통한 서비스 수준 향상 등을 요구하고 있다. 이러한 요구사항들을 만족시키기 위한 방법으로 항만시설 확충 및 대형화, 첨단 하역장비의 투입, 투입 하역장비 대수 증가 등 H/W적인 방법과 운영시스템의 최적 자동화, 첨단 운영시스템 도입 등 생산성 향상을 위한 S/W적인 방법이 있다.

본 연구에서는 야드 점유율 향상, Re-Handling의 최소화, 장비 이동거리 최소화, 장비 간 간섭현상 최소화, 게이트 자동화, 장치/작업계획의 최적화, 외부트럭 Turnaround Time 최소화, Double Cycle 지원, 고객 서비스 향상 등 터미널 생산성의 극대화, 운영비용 절감, 야드 이용률 극대화, 클로징타임 최소화 등을 목표로 하는 컨테이너터미널 운영시스템을 차세대 컨테이너터미널 운영시스템으로 정의하였다. 차세대 컨테이너터미널 운영시스템(TOS : Terminal Operation System)은 터미널 운영상의 첨단운영기법을 사용하고, 또한 이들 운영기법들이 활용될 수 있는 터미널 운영시스템 간에 지원되어지기도 한다. 따라서 차세대 터미널 운영시스템은 첨단 운영기법을 활용한 터미널 운영시스템의 내용으로 구성되는 것으로 한다.

<표 2-1>

차세대 운영시스템 개념 정립

구분	Planning	Operating	Monitoring	Control
현황	Planner에 의한 수작업 계획	C/C-YT-TC Dedicated System	CCTV & 무선통신	음성통신 Fixed Rule
차세대 운영 시스템	Expert System Planning	<ul style="list-style-type: none"> • Dual Cycle • Pooling System 	Real-Time Monitoring	<ul style="list-style-type: none"> • 자동화된 Control • Adaptive Rule
목표	<ul style="list-style-type: none"> • 야드 재작업 최소화 • 트럭이동 최소화 • 이용가능 공간 최대화 • 하역 및 선적계획 최적화 • 선석 및 C/C이용률 향상 • 선박재항시간 단축 	<ul style="list-style-type: none"> • 본선생산성 향상 • TC 및 C/C 생산성 향상 	<ul style="list-style-type: none"> • 야드장비의 효율적 관리 • 반출입시간 최소화 • 컨테이너 위치의 실시간 파악 	<ul style="list-style-type: none"> • 야드 작업 생산성 향상 • 최적 작업지시 자동생성
운영 기법	<ul style="list-style-type: none"> • Integrated Yard & Vessel Planning • Intelligent Berthing Plan System 	<ul style="list-style-type: none"> • Automatic Grounding System • Dual Cycle & Pooling System • Internal Tractor Deployment System 	<ul style="list-style-type: none"> • OMS • Image Recognition System • DGPS-APIS 	<ul style="list-style-type: none"> • 무선 데이터통신 시스템(PDA, 모니터 Display) • 인공지능형 Adaptive Rule

2. 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 도입에 따른 영향

현재 컨테이너터미널의 생산성은 현재 터미널에서 보유하고 있는 시설장비의 투자수준을 일정하게 유지하면서 터미널 자체의 물동량 증가에 따라 일정한 성장률을 보이고 있어 자연적으로 일정한 증가율을 가지고 생산성이 향상되고 있다. 그러나 이러한 자연 증가분의 생산성 향상은 그 증가폭이 낮으며, 효율적인 운영시스템의 도입을 고려하지 않은 것이다. 따라서 차세대 운영시스템의 기술개발을 통해서 개발된 기술을 도입 및 적용할 경우 기대되는 생산성 향상을 파악하기 위해서는 기존에 시설투자로 인한 자연 증가율을 가지는 생산성 향상에 대한 판단이 먼저 이루어져야 하며, 시설투자로 인한 자연적인 생산성 향상과 차세대 운영시스템 기술개발로 인한 생산성 향상은 투자의 대상이 다르므로 구분되어야 한다. 또한 시설투자 및 운영시스템 기술개발이 병행될 경우의 생산성 향상과도 차별화되어야 한다. 그러므로 여기서는 차세대 운영시스템의 도입여부에 따라 도입을 하지 않은 상태인 자연성장 모델과 차세대 운영시스템을 도입할 경우의 운영투자성장 모델로 나누며, 자연성장 모델은 현재의 시설투자를 유지하면서 물동량 증가에 따라 일정한 성장률을 유지한다고 가정할 경우의 모델이고, 운영투자성장 모델은 운영시스템에 대한 기술개발로 인한 생산성 향상을 평가하기 위한 모델이다.³⁾

모델의 수립에 대해서는 자연성장 모델은 국내 컨테이너터미널의 실적 및 생산성 분석자료에서 자연성장률 인자를 구함으로써 작성이 가능한 모델이며, 운영투자성장 모델은 운영시스템의 향상에 대한 미래의 불확실성을 가지고 있으므로 이를 반영할 수 있는 인자를 찾아내기 위하여 설문 및 면담방법을 통하여 전문가의 의견을 반영한 운영시스템 기술별 가중치 및 선호도 등을 사용하여 수립할 수 있다. 자연성장 모델과 운영투자성장 모델에서의 의사결정변수는 생산성이며, 모델별 가정은 다음과 같다.

1) 자연성장 모델

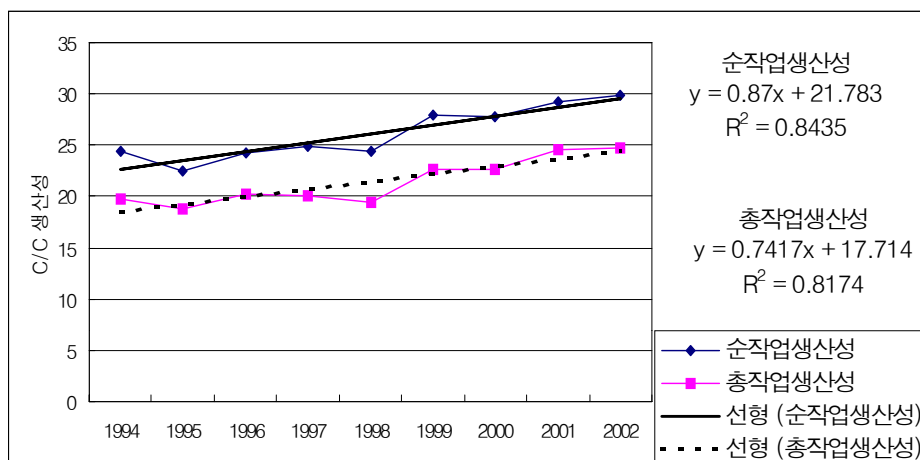
시설투자와 물동량증가에 의한 생산성 향상이 발생하는 모델이며, 생산성 향상은 자연성장률을 따라 선형적으로 증가한다고 가정한다. 자연성장률이 선형적으

3) 강현철·최종후, “확산모형과 성장곡선모형을 이용한 중장기 수요예측에 관한 연구”, 「응용통계연구」, 제14권, 2호, 2001, pp.233-243.

로 증가한다는 것을 보이기 위한 자연성장 모델의 예를 제시하기 위하여 컨테이너 터미널의 생산성 지표의 하나인 C/C 생산성에 대하여 국내의 부산항과 광양항의 1994년부터 2002년까지의 연도별 C/C 작업생산성 추이를 분석하였다.

C/C의 작업생산성에서 순작업생산성과 총작업생산성을 함께 표시하였으며, <그림 2-1>과 같이 순작업생산성과 총작업생산성 모두 상관계수가 0.8 이상으로 선형적인 증가를 나타내고 있고, 선형적인 추세선을 구할 수 있다. <그림 2-1>의 예에서와 같이 9년 간의 기간동안 자연성장애 따른 추세선 상의 생산성 향상은 순작업생산성이 22.65lifts/hr에서 29.61lifts/hr로 향상되었으며, 총작업생산성은 18.46lifts/hr에서 24.39lifts/hr로 향상된 것을 볼 수 있다.

<그림 2-1> C/C의 연도별 작업생산성 추이로 표현한 자연성장 모델의 예



C/C의 생산성이 컨테이너터미널 생산성의 하나의 예이기는 하지만 시간의 경과에 따라 선형적으로 증가하는 것을 볼 수 있으며, 이는 자연적인 성장률이라고 할 수 있다. 그러나 이러한 시계열 자료에 대한 분석을 흔히 Box-Jenkins의 ARIMA 모형을 적용하여 분석하게 되지만 시간에 따라 얻어진 자료가 선형모형일 경우 최대 극한값을 이미 아는 경우에만 분석이 가능하므로 최대 극한값을 임의로 상정하거나 또는 가정 하에 계산을 하게 된다.⁴⁾ 그러나, 시설물에 대한 제한 하에서의 생산성은 일정률의 자연성장이 일정기간 지속된 후에는 최대 극한값에 수렴할 것

4) 황정연, “비선형 성장곡선 모형의 분석 절차에 대한 연구”, 『품질경영학회지』, 제25권, 제1호, 1997.

으로 가정할 수 있다. 생산성이 수렴하는 최대 극한값은 결국 시스템수명주기(System Life Cycle)상의 성숙기를 의미한다.

2) 차세대 운영시스템 도입에 따른 영향

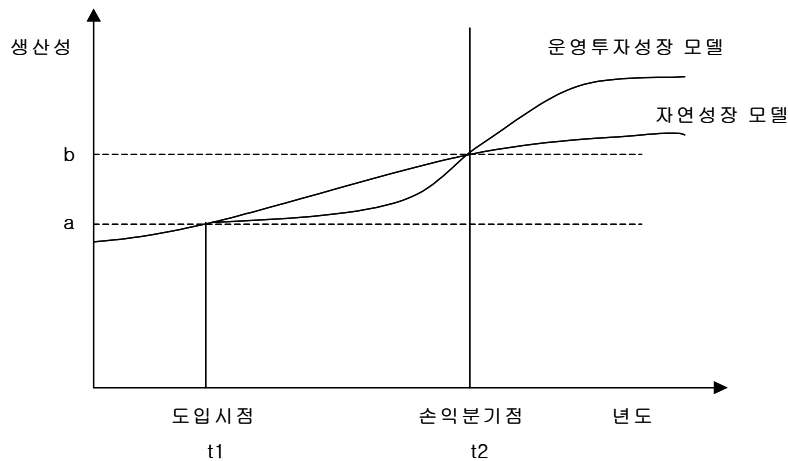
컨테이너터미널에 차세대 운영시스템 기술을 도입할 경우의 생산성 향상에 대한 미래를 예측하는 것은 일종의 시장예측방법에 속한다. 따라서 먼저 시장예측방법 측면을 살펴보면 그 방법상에서 정성적 예측법과 정량적 예측법이 있다. 정성적 예측법은 설문조사법이나 델파이법, AHP(Analytic Hierarchy Process) 등의 방법이 있으며, 일반 소비자의 선호도 혹은 전문가의 지식과 의견을 바탕으로 미래의 시장수요를 예측하는 방법이다. 또한 이 경우 과거 자료가 존재하지 않거나 존재한다 하더라도 이에 대한 수리적 모형화가 불가능한 상황 하에서 활용가능하다는 장점을 가지지만 주관적 판단과 같은 비정량적인 요소에 전적으로 의존해야 한다는 단점이 있다.

한편 정량적 예측법은 과거 시장자료에 대한 통계적 분석을 통하여 파악된 주요 경향을 수리적 모형에 반영함으로써 미래의 시장수요를 예측하는 방법으로, 주로 시계열모형과 계량경제모형을 이용하고 있다. 위에서 살펴본 자연성장 모델의 경우 이러한 시계열모형으로 분석이 가능한 경우이다. 그러나 운영투자성장 모델은 운영시스템 기술에 대한 투자로 인한 생산성 향상이 발생하는 모델이며, 운영투자가 일어나는 중에도 자연성장률이 발생할 수 있으며, 운영투자 기간이 경과한 후에 운영투자성장률은 시스템수명주기 곡선형태인 S자형을 따른다고 가정한 모델이다. 가정에 대한 근거는 <그림 2-2>의 자연성장 모델의 예와 같이 현재도 생산성이 증가하고 있는 추세이므로 시스템수명주기 상의 성장기에 속하기 때문이다. 그리고 정성적 예측법의 방법론으로 설문과 면담에 의한 전문가 의견을 조사하여 정성적인 판단을 가능하면 계수화하여 정량적인 모델로 변환하는 것이 필요하다.

따라서 차세대 운영시스템 기술을 도입할 경우의 모형은 운영투자성장 모델을 따르며, t_1 시점에 동일한 생산성 a 에서 운영시스템 변경에 따른 적응기간이 (t_2-t_1) 이며, 이 기간에서 발생한 생산성 저하는 시스템의 저항값이다. 그러나 t_2 시점에서 생산성 b 를 경계로 지속적으로 생산성 향상 효과를 기대할 수 있다.

<그림 2-2>

생산성 향상에 대한 성장 모델



컨테이너터미널의 생산성 향상에 영향을 미치는 운영시스템은 여러 기술들이 복합적으로 작용하므로 운영시스템 기술별로 다른 향상지수와 가중치를 가지게 된다. 따라서 운영시스템 기술별로 향상지수를 파악하고 가중치를 부여하여 전체 생산성 향상에 대한 지수를 산정하여야 한다. 그리고 <그림 2-2>의 운영투자성장 모델은 비선형 모형이기 때문에 생산성에 대한 수요예측이 어려우므로 일정한 안정화기간을 가진 후의 한 시점에서의 생산성을 예측하는 평가모형으로 수립하는 것이 장기예측 시점에서의 잔차(residual error)를 줄일 수 있을 것이다. 그러므로 컨테이너터미널 운영시스템 평가모형이 현재 컨테이너터미널에 적용하여 미래 시점의 생산성 향상을 예측하거나 신규 터미널에 새로운 운영시스템을 도입할 경우에 대한 생산성 기대치를 파악하기 위해서는 운영투자성장 모델을 가정하여 분석하는 것이 타당하다.

3. 컨테이너터미널 환경적 변화 전망

1) 컨테이너터미널 기항선박의 대형화 전망

세계 경제의 발전에 따라 세계 컨테이너 물동량은 연평균 7% 내외의 높은 신장세가 지속되고 있으며 이에 따라 컨테이너 선박의 투입이 증가되고 있으나, 1984

년 미국 신해운법 발효 이후 세계 정기선 해운의 경쟁심화로 인한 저운임 환경에서도 경쟁력을 가지기 위해 컨테이너 단위당 운송비가 저렴한 컨테이너선의 대형화가 크게 진전되고 있다.

1980년에는 3천TEU급 파나막스형이 최대 선형이었으나 1990년대 들어 4천TEU급의 포스트파나막스형 선박이 다수 투입되었으며, 1996년에는 머스크사의 6천TEU급 슈퍼 포스트파나막스형의 대형선이 등장하였다. 2003년 6월에 머스크시렌드사(덴마크)의 액셀머스크호 등 2척과 OOCL사(홍콩)의 쉐젠호가 컨테이너 정기선 항로에 투입되었다. 또 CMA-CGM사(프랑스) 등 2개 해외선사는 2003년 9월

<표 2-2> 8천TEU급 이상 초대형 컨테이너선 수주 현황(2002년 12월 이후)

조선사	TEU	수량 (옵션)	인도예정	비고
현대중공업	8,200	5	2006. 3, 5, 6, 7, 9월	Costamare Shipping(그리스)
	8,200	4(4)	2006. 3, 4, 5, 6월	CMA-CGM사(프랑스)
	8,500	1	2005	현대상선(한국)
	8,000	3	2005, 2006	하팍로이드(독일)
현대 삼호중공업	8,200	4	2006. 10	CMA-CGM사(프랑스)
	8,000 이상	5	2006. 8	유럽선주사 5곳
삼성중공업	8,100	4	2005	CP Offen(독일), MSC(스위스)
	8,100	5	2004 ~ 2005	Seaspan Container Lines(캐나다)
	8,063	2	2006	OOCL
	8,063 ¹⁾	2	2003. 4 2003. 6	OOCL
	8,000	6	2004 ~ 2006	OOCL
	9,600	4(4)	2006	Seaspan Container Lines(캐나다)
대우조선	8,400	2(3)	2005 ~ 2006	A-NRG, N-NRG
	8,400	4	발주계획 2006.1~2007	Mediterranean Shipping Co (MSC)
IHI Marine United(일본)	8,120 ²⁾	4	2006	K-Line
한진중공업	8,000	5	2006	CP Offen(독일), MSC(스위스)
	8,100	4	2006	KZOSG(독일)

자료 : 1) 국내 중공업회사 내부자료, 2003. 11.

2) BRS-Alphallner.

주 : 1) OOCL Shenzhen호, OOCL Long Beach호

2) 8,120TEU에서 9,500TEU로 설계 변경 협상 중, K-Line에서는 IHI Marine United사에 대한 발주는 부정하고 있는 상태임.

부터 중국-북미항로에 8,200TEU급 컨테이너선 5척을 투입할 계획이며, 삼성중공업에 8천TEU급 컨테이너선을 모두 10척 주문한 OOCL사는 쉐젠호 이외의 나머지 9척을 2005~2006년에 인도받아 해운시장에 투입할 예정이다. 8천TEU급 선박의 수주실적을 살펴보면 2003년에 들어 삼성중공업이 8,100TEU급 17척 수주에 이어 현대중공업이 독일 하팍-로이드사로부터 8천TEU급 3척을 수주하였다. 그리고 최근에는 대우 조선이 독일의 A-NRG 및 N-NRG 사로부터 8,400TEU급 2척(3척 추가 옵션부)을 수주하였으며 이 밖에 한진 중공업도 8천TEU급 초대형선박을 수주하였다.

8천TEU급 컨테이너선이 2003년 6월부터 상업운항을 개시함에 따라 전세계 해운시장은 이른바 ‘초대형 컨테이너선의 시대’가 시작되었다고 할 수 있다. 전 세계적으로는 현재 24척의 8천TEU급 컨테이너선이 발주된 상태이며, 이러한 추세라면 향후 5년 후에는 주력선박이 8천TEU급 선박이 되어 컨테이너선은 향후 10년 이내 1만 2천TEU까지, 그리고 나중에는 1만 5천TEU급의 선박으로까지 초대형화될 수 있을 것으로 전망되고 있다.

영국에 있는 해운관련 전문회사인 OSC(Ocean Shipping Consultants)가 2000년 8월에 발간한 「NORTH EUROPEAN CONTAINERIZATION」 보고서에 의한 전망을 살펴보면 아시아~유럽항로에 2005년에 8,500TEU급 선박이 운항될 것으로 예측하고 있으며, 2010년에는 12,500TEU급이 취항할 것으로 전망하고 있다. 또한 2008년까지 1만 2천TEU급 선박이 20척~24척, 2012년까지는 54척이 출현할 것이라고 예측하고 있다. Delft 공대 교수인 Rijsenbrij는 향후 15~30년 이내에 1만 5천~1만 8천TEU급 선박의 출현을 예상하였다.⁵⁾ 또한 1999년 영국 네이피어(Napier) 대학의 알프레드 바드(Alfred, J. Baird) 교수가 세계 상위선사 30개사를 대상으로 설문조사를 실시한 결과 응답자의 54%가 2020년까지 1만TEU급 이상 선박의 출현을 예상하고 있으며 이 중 특히 상위권 10개 선사 중에서는 2007년까지 1만TEU, 2015년까지는 1만 2천TEU, 2015년 이후에는 1만 4천TEU급의 출현을 예상하는 선사도 있다.⁶⁾ 이와 같은 시계열 분석 및 전문가들의 견해를 종합하면 전문가들은 과거의 대형화 추세보다 다가오는 장래에 보다 급격히 대형화가 진행되리라 예상하고 있다. 이와

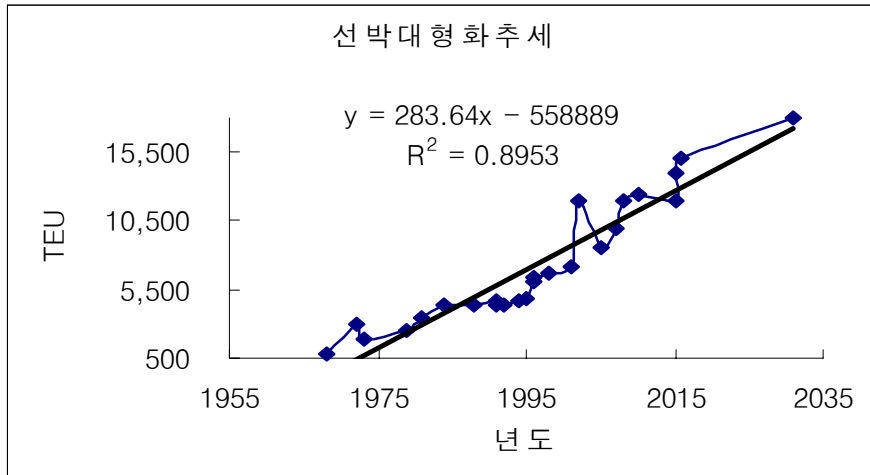
5) Joan C. Rijsenbrij, “Impact of Tomorrow Ships on Landside Infrastructure”, *The Terminal Operations Conference & Exhibition*, 2000.

6) Alfred J. Baird, “Container Vessels in the New Millennium : Implications for Seaports”, *Proceedings of the IAME Conference Liner Shipping*, 1999, pp.141-173.

같은 과거의 대형화 추세 및 전문가들이 장래 출현하리라 예상하는 선박규모를 포함한 종합적인 대형화 추세는 <그림 2-3>과 같다.

<그림 2-3>

전문가들의 견해를 종합한 대형화 추세



자료 : 한국항만기술단, 「컨테이너터미널 하역시스템 및 평면배치 수립」, 2003. 5.

이와 같은 추세라면 2005년에는 1만TEU급, 2010년 이후에는 1만 2천TEU급의 출현이 예상되고, 2025년 이후에는 1만 5천TEU급의 출현도 예상된다. 이와 같이 단위 TEU당 운항비를 절감하기 위한 해운사의 요구에 의하여 선박 대형화는 계속되고 있다. 그러나 일정 수준 이상의 대형화는 경제속도 25knots를 유지하기 위해 2기의 추진기가 필요하게 되어 건조비가 급격히 상승하는 요인이 된다. 또한 추진기 2기가 투입됨으로써 운항 중 연료소비량이 증가하게 된다. 또한 대형선 기항이 일반화되면 기항지별로 대량화물 유치를 위한 선사 간 경쟁이 치열하게 된다. 대형선이 기항하는 터미널의 경우에는 일시에 대량화물이 집적되어야 하는데 모든 선사들이 대형선을 운항함으로써 선사별로 선적량 확보가 어려워진다. 그리고 대형선이 기항할 수 있는 조건을 갖춘 터미널과 대형선이 기항할 수 없는 터미널 간의 역할분담이 이루어지기 때문에 환적화물이 증가하게 되고, 이에 따른 피더서비스의 증가로 인한 추가 비용증가의 원인이 된다. 또한 흘수가 큰 대형선이 기항하기 위해서는 일정 수준 이상의 수심을 확보하여야 하는데, 세계 주요 항만의 수심조건이 모두 같지 않다. 따라서 각 항만은 선박 대형화에 따라 이를 수용할 수

있는 수심을 확보하는 데 투자를 계속해야 할 것이다. 대형선이 기항할 수 있는 수심을 확보함과 동시에 충분한 아웃리치를 가진 C/C가 설치되어야 한다.

결과적으로 기술적인 면에서 컨테이너선의 대형화는 가능하지만, 일정 수준 이상의 대형화는 대형화로 인한 경제적 기대효과와 건조비 등 부대비용의 증가로 인해 규모의 경제가 상실될 우려가 있다. 즉 단위 TEU당 비용절감을 위한 규모의 경제 상실, 기항항만의 수심 조건, 선적량 확보를 위한 선사 간 과당경쟁 등으로 인하여 일정 수준 이상의 대형화는 한계에 도달할 것으로 판단된다. 컨테이너선박이 이와 같이 초대형화됨에 따라 해상물류와 항만에도 큰 영향을 미치게 된다. 초대형 컨테이너선의 기항 항만 수는 적어지는 대신 한 항만에서 이루어지는 양적화 컨테이너 화물 수는 크게 늘어나게 된다. 즉 초대형 컨테이너선이 기항하는 항만은 물류중심항만이 될 것이고, 인근의 타 항만은 피터항으로 구분되면서 항만의 기능 및 기존 처리물동량 서열이 바뀌게 될 것으로 예상된다. 초대형 컨테이너선의 특정항만 기항은 재항시간과 환적비용에 의해 결정된다고 할 수 있다. 물론 중심항만(Hub-port)이 되기 위한 인근항만과의 거리, 기간항로상 위치 등 지리적 요건이 갖추어져야 하는 것은 필수적이나 다행히 우리나라 항만은 이런 지리적 이점을 보유하고 있다고 말할 수 있다.

2) 컨테이너터미널 하역장비 생산성 향상 요구 추세

선박의 대형화 추세에 따라 안벽크레인도 1984년부터 3천TEU급 컨테이너선에 대응하기 위한 파나막스형에 이어 포스트파나막스형, 슈퍼 포스트파나막스형, 메가 막스형으로 대형화되면서 고속처리능력을 갖추지 않을 수 없게 되었다. 이러한 현상은 컨테이너터미널이 안벽에서의 시간당 처리물량을 증가시키고 터미널의 서비스 품질을 향상시키기 위한 방안으로 안벽크레인의 단위시간당 처리능력을 높이기 위한 것과 관련이 있으며, 선박의 적재 열수의 증가를 예견하여 미리 안벽크레인을 대형화시키려는 예측전망과도 밀접한 관련이 있다. 선박의 대형화 추세는 최근의 중국-북중미 항로상에 있는 터미널들이 컨테이너선 크기의 증가에 따라 현재 요구되는 것보다 더욱 큰 선형인 1만 2천TEU급을 서비스하기 위한 해측 도달거리(out-reach) 64m, 육측 도달거리(back-reach) 21m 이상의 사양을 갖춘 안벽크레인을 올해에 이미 발주한 결과에서 알 수 있다.

C/C의 신속한 하역작업은 선박의 재항시간을 단축시킬 뿐만 아니라 터미널 전

체의 생산성을 높이는 데 기여하므로 컨테이너선박의 재항시간을 단축시키고 환적비용을 현재보다 크게 절감시키려면 항만시설이나 장비, 하역시스템 면에서 지금과는 다른 새로운 개념의 기술개발이 이루어져야 한다. 이러한 컨테이너선박의 대형화에 따라 항만도 이를 원활하게 처리하기 위한 항만시설과 하역시스템에 대한 개발 및 건설을 가속화하고 있어 세계 항만 간의 서비스 경쟁 또한 치열해지고 있는 실정이다. 해외 선진항만에서는 세계적 항만에서의 경쟁력 확보를 위해 기존의 하역시스템에 동시에 다수의 하역기기를 투입하거나, 저비용, 고효율의 첨단 하역장비를 도입하는 등의 터미널 생산성 향상 방안을 수립하거나 건설 및 운영 중에 있다. 이는 컨테이너 선박이 운임경쟁 심화에 따라 대형화되고 있어 2010년 이내 1만TEU의 컨테이너를 적재할 수 있는 선박의 취향이 보편화되고(현재 7,400TEU 컨테이너 선박이 최대선박), 2010년 이후에는 1만 2천~1만 5천TEU의 컨테이너를 적재할 수 있는 초대형 선박의 출현이 예상됨에 따라 항만에서의 적절한 대응과 치열한 국제 무역환경에서의 우위를 점하기 위한 노력의 일환으로 이루어지고 있는 것이다.

향후 컨테이너 선박이 대형화되면 선박당 하역 물동량이 증가하게 되지만 현재와 같은 시간 내에 하역을 완료할 수 있어야 대형선박들이 기항하려 하기 때문에 향후 우리나라 항만이 중심항만의 기능을 수행하기 위해서는 항만생산성을 현재보다 약 50%정도 향상시켜야 하는 과제를 안고 있다. 초대형선이 기항시간을 유지하면서 대량의 컨테이너를 처리하기 위해서는 현재 시간당 처리개수 20~30개에서 최소한 시간당 40개 정도의 생산성 향상이 요구되고 있다. 아울러 크레인의 생산성은 C/C의 사양, 야드 및 터미널운영시스템과 상호 연관되어 있어 크레인의 생산성 향상과 함께 터미널의 생산성이 향상되기 위해서는 야드생산성을 획기적으로 제고할 수 있는 항만운영시스템 또한 요구되고 있다.

3) 컨테이너터미널 운영시스템의 고도화 요구 추세

세계 주요 국가·항만들은 국제물류거점기지로서의 주도권 확보를 위해 항만시설을 지속적으로 확충하는 한편 운영시스템의 개선을 통한 생산성 향상을 위하여 항만기능을 고도화·다양화하고 있다. 특히 세계 유수의 항만 간에 이루어지는 물류중심화 경쟁은 부두시설 확충과 같은 **Hardware**측면은 물론 비용효과와 서비스의 질적 수준을 향상시킬 수 있는 부두운영 효율화 등의 **Software** 측면을 망라하

여 전개되고 있다. 이러한 항만 간의 경쟁이 치열해지면서 제한된 자원의 효율적인 운영 즉 컨테이너터미널 운영시스템의 계획·통제·모니터링 기능의 고도화가 요구되고 있다.

컨테이너터미널 운영시스템의 기능별 고도화 기술 수준을 살펴보면 계획부분에서는 Expert System에 의한 Planning, 통제부분은 자동화된 작업통제시스템, 모니터링부분은 Real-Time 모니터링 수준이다. 차세대 컨테이너터미널 운영시스템에 사용되어지는 운영기법들을 살펴보면 다음과 같다.

계획부분은 수작업→Computer Aided→Option에 의한 반자동→Expert System 순으로 소요시간이 단축된다.

<표 2-3> 선박 양적하 계획의 작업방식별 소요시간 비교표

구 분	수작업	Computer Aided	Option에 의한 반자동	Expert System
소요 시간	6~7시간	3시간	2시간	30분

자료 : (주)토탈소프트뱅크 내부 자료.

통제부분은 Adaptive Rule 적용 운영기법의 사용에 의한 게이트 운영부분의 자동화장비 상태 보고, 게이트별 작업 상황 보고, 작업 차량 정보 보고, 반출입 작업 보고, 컨테이너 반입 허용 체크 및 문제 상황 보고 등이 있으며, 장치장 운영부분의 TC 장비 작업 제어 보고, 장비의 상태 정보 보고, 블록 작업 처리 상황 보고, 수직 블록의 적재 현황 보고, 반출입 작업 지시 보고, 장비별 작업 지시 현황 보고, 블록의 Traffic 현황 보고, 문제 상황 보고 등이 있고, 양적하작업 운영부분의 C/C, 야드트럭 상태 보고, 야드트럭 지정 및 작업 지시, TC 지정 및 작업 지시, 야드블럭 선정 및 지시, 장비별 작업 현황 보고, 선박별 작업 현황 보고, 작업 통계 처리 보고, 문제 상황 보고 등이 있다.

모니터링부분은 Real-Time 모니터링을 통하여 게이트 모니터링시스템 부분의 게이트 자동화장비 상태 표시, 게이트별 작업 상황 표시, 작업 차량 정보 현황 표시, 반출입 작업 정보 표시, 컨테이너 반입 허용 오류 모니터링, 문제 상황 표시 등이 있으며, 장치장 모니터링 시스템부분의 TC 장비 작업 정보 표시, 장비의 상태 정보 표시, 각 블록 작업 처리 상황 표시, 야드 블록의 적재 현황 표시, 반출입 작업 지시 상황 표시, 장비별 작업 지시 현황 표시, 블록의 Traffic 현황 표시, 문제

상황 표시 등이 있다. 또한 양적하 모니터링 시스템부분은 C/C, 야드 이송트럭의 상태 표시, 야드 이송트럭 배정 현황 및 작업 정보 표시, TC 배정 현황 및 작업 정보 표시, 야적장 선정 결과 표시, 장비별 작업 현황 표시, 선박별 작업 현황 표시, 작업 통계 처리 표시, 문제 상황 표시 등이 있다.

<표 2-4>

컨테이너터미널 운영시스템 고도화 효과

운영시스템	내 용
선석 운영시스템	장비 이동거리의 최소화 장비간 충돌/간섭의 최소화 환적 화물의 두 선박 동시 접안시 야드 경유 없이 직접 환적 지원 Dual Trolley C/C 지원 선박 적재계획시스템 최적화된 장비할당 전략
야드 운영시스템	야드 평균 점유율 향상 컨테이너 장치장 배정계획시스템(Yard Planning) 최적화 Re-handling 최소화 장비 이동거리의 최소화 장비 간 충돌/간섭의 최소화 클로징타임 최소화
게이트 운영시스템	Damage Check System 자동화 컨테이너 운송트럭 및 컨테이너 번호 인식시스템 자동화
운영통제 시스템	전 계획 시스템의 자동화/최적화 작업지시/감시/통제의 자동화/최적화 문제 검출/해결의 자동화/최적화 문제 해결 실시간 대응

현재 국내에서 운영되고 있는 컨테이너터미널 운영시스템은 경험적인 측면에 바탕을 두고 수작업으로 이루어지던 계획업무 및 운영업무를 컴퓨터를 활용한 데이터 처리작업으로 전환하여 사용하고 있는 수준이다. 운영시스템을 고도화하기 위해서는 첨단 운영기법을 도입하여야 하지만, 컨테이너터미널 운영시스템이 이러한 운영기법을 수용하지 못하기 때문에 개별적인 운영시스템 도입이 되지 못하고 있는 실정이다. 국내 컨테이너터미널은 제한된 컨테이너터미널 자원을 최대한 활용하고 생산성 향상, 운영비용 절감, 야드 이용률 극대화, 클로징타임 최소화 기능 등 컨테이너터미널 운영시스템의 목표를 달성하기 위하여 첨단 운영기법 도입과 함께 컨테이너터미널 운영시스템의 개발 및 개선사업을 동시에 추구하여야 한다.

제 3 장 국내외 컨테이너터미널 운영 현황

1. 국내 컨테이너터미널 운영시스템 현황 분석

1) 분석 관점

국내 터미널에서 이루어지는 대부분의 업무는 사전계획에 의해서 수행된다. 선박의 도착과 관련하여 해당 선박에 대해 적절한 선석이 배정되면 이를 토대로 컨테이너의 수출입 장치계획이 수립되고, 그 이후에 장치계획에 따라 게이트로 반입된 컨테이너는 수출장치장에, 선박으로부터 양하된 컨테이너는 수입장치장에 적재된다. 수출장치장에 적재된 컨테이너는 해당 선박이 접안하면 터미널의 적하계획에 따라 순차적으로 선박에 적재되면서 터미널에서의 모든 작업이 종료되며, 수입장치장에 적재된 컨테이너는 반출트럭이 터미널에 도착하면 트럭에 적재되어 게이트를 통해 터미널을 빠져나감으로써 터미널에서의 관련업무가 모두 종료되게 된다. 이러한 업무의 흐름은 터미널의 운영시스템에 의해서 원활한 처리가 가능하며 작업영역별로 볼 때 게이트, 장치장, 안벽 및 이를 전반적으로 지원하는 IT 영역으로 구분된다. 작업영역별로 구분된 운영시스템의 유형은 다음 <표 3-1>과 같다.

<표 3-1>

컨테이너터미널 운영시스템

	운영시스템	내용
터미널 운영시스템	게이트 운영시스템	<ul style="list-style-type: none"> - 반출입 차량 통제 - 반출입 차량에 대한 각종 정보 수집 - 반출입 컨테이너 검수·검량 등
	장치장 운영시스템	<ul style="list-style-type: none"> - 수출입 장치장 계획 수립 및 통제 - 본선작업시 YT 작업처리 - 반출입 차량에 대한 작업처리 - Remarshaling, 구내이적 등
	안벽 운영시스템	<ul style="list-style-type: none"> - 선석계획 수립, 본선양적하 계획 수립 - C/C 배정 계획 및 작업스케줄 - 자동 배차 운영기술(pooling 기술) - 선석운영규칙, 자동 양적하계획 수립 알고리즘 등
	IT 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 안벽, 장치장, 게이트 작업영역 실시간 모니터링 - 터미널내 하역작업 데이터수집 및 가공처리 - 자원배정 및 자원계획 - 터미널 통합관제 등

한편, 터미널 운영시스템은 해당 작업을 처리하는 데 사용되어지는 각종 요소 기술의 집목체로 볼 수 있으며, 다수의 요소 기술이 상호유기적인 연동관계를 가지며 운영시스템을 구성한다. 그러므로 운영시스템을 향상시키기 위해서는 결국 운영시스템의 요소 기술을 향상시켜야 한다. 이러한 관점에서 국내 컨테이너터미널의 운영시스템을 작업영역별로 구분하여 도입된 운영 기술의 현황 측면에서 기술수준을 분석하였다.

2) 터미널별 운영시스템 만족도 현황

현재 국내 컨테이너터미널에 대해서 자사 터미널 전반에 대한 운영시스템의 만족도를 조사하여 <표 3-2>에 정리하였다. <표 3-2>에서는 전체 운영시스템에 대한 자체평가로서 그 결과는 대체로 만족하는 편으로 조사되었다.

<표 3-2> 국내 터미널별 자사 운영시스템 만족 현황

구분	자성대	신선대	감만 (허치슨)	감만 (한진)	우암	감천	동부 (부산)	동부 (광양)
수준	만족	보통	보통	보통	만족	보통	불만족	만족

그러나 <표 3-2>는 전반적인 운영시스템에 대한 현 만족도를 의미하는 것으로 운영시스템의 작업영역별 만족도를 의미하지는 않는다. 이것은 운영시스템을 작업영역별로 구분하여 보면 특정 작업영역에서는 개선 및 문제점이 다분히 있을 수 있다. 따라서 터미널의 운영시스템의 만족도를 정확히 분석하기 위해서는 운영시스템을 작업영역별로 구분하여 파악할 필요가 있다. 따라서 다음 절에서는 각 터미널별로 현재 사용 중인 운영시스템의 기술 수준을 파악하고 작업영역별로 기술수준의 만족여부와 개선 및 문제 현황을 분석하였다.

3) 현 운영시스템 기술수준

국내 컨테이너터미널의 운영시스템은 이전의 수작업에 의한 계획 및 통제방식에서 관련요소 기술의 발전에 힘입어 부분적으로 운영 작업을 전산화 및 자동화하는 방향으로 전개되어 왔다. 기존에 단순한 수작업으로 진행되어 오던 것이 컴퓨

터 기술을 도입하여 터미널의 각종 계획들을 컴퓨터 시스템으로 처리함으로써 작업편의성을 도모하였다. 또한 이러한 기술의 도움으로 인력과 작업시간을 절감함으로써 터미널의 효율성이 제고되었다. 서류에 의한 작업처리도 EDI 전자문서에 의해 신속한 처리가 가능하게 되었다.

이러한 운영기술들은 터미널의 운영전반에 걸쳐 상호유기적인 연동관계를 가지며 터미널의 생산성 향상에 영향을 미치고 있다. 현재 국내 컨테이너터미널 운영시스템에 적용된 기술의 수준을 영역별로 살펴보면 다음과 같다.⁷⁾

<표 3-3>

국내 컨테이너터미널의 기술수준 현황

구분	국내 현황	기술평가
선석계획	터미널에 입항하는 선박의 선석배정계획으로 차기 월간 접안 예정선박에 대해 수작업에 의한 단순전산화 수준	△
양적하 계획	본선 작업에 대해 양적하계획을 모두 수작업에서 전산화하였으며, 자동계획기능을 지원하는 시스템이 구축되어 있으나, 현실성이 떨어져 사용은 되고 있지 않음	△
수출장치장 계획	본선 적하계획에 따라 반입컨테이너의 장치계획을 수립하는 시스템이 구축되어 있으며, Planner의 직관에 의존하는 계획 수립이 되고 있음	△
수입장치장 계획	국내 터미널의 경우 수입장치장 계획은 별도의 사전계획을 수립하지 않고 있음	×
터미널 모니터링	실시간 모니터링 시스템의 구축은 미약하며, 단순 모니터링 기술수준임	△
반출입처리	반출입 트럭에 대한 자동 작업지시 시스템이 도입되어 있으나, 사전정보 입수 미흡시 대처가 부족함	○
작업지시	장치장 작업시 단말기를 통한 자동작업지시가 도입되어 있으며, PDA를 통해 YT기사의 실시간 작업지시도 병행되고 있음	△

선박의 하역작업을 위한 선석배정 스케줄을 수립하는 선석계획의 경우 터미널 계획자의 경험에 상당부분 의존하고 있다. 수출입컨테이너에 대한 장치장 내 컨테이너 적재공간을 결정하는 수출장치장계획에 있어서는 적하순서를 고려하여 구체

7) 김갑환 외, “컨테이너터미널의 효율적 운영을 위한 의사결정지원시스템”, 「산업공학」, 제11권, 제1호, 1998.

적인 사전계획이 이루어지고 있으며, 플래너에 의해 전산시스템을 이용한 수작업의 형태로 운영되고 있다. 수입장치장 계획은 현재 국내 터미널의 경우 대부분이 사전계획을 수립하지 않고 있다.

선박의 하역작업에 가장 많은 영향을 주는 본선양적하계획의 경우에는 업무의 성격상 사전 계획수립이 반드시 필요한 것으로, 계획수립에 있어 상당한 수준의 시스템이 구축되어 있다. 특히 자성대 터미널의 경우 양적하계획시 적정수준의 자동계획 수립기능이 지원되는 전산화가 이루어져 있다.⁸⁾ 국내에서 가장 오랜 운영 실적을 가지고 있는 터미널로 그 동안의 경험을 토대로 전문개발업체의 시스템이 아닌 자체 개발한 계획시스템을 활용하고 있다. 신선대 터미널의 경우도 상당부분 전산화 및 계획수립의 부분자동화가 이루어져 있다. 특히 신선대의 경우 전산정보 시스템을 한국물류정보통신(KL-Net)⁹⁾에 수탁 운영함으로써 상당부분 개선해 왔으며, 감만(한진), 감천(한진)의 경우에도 기존의 자사보유 시스템에서 전문개발업체인 (주)토탈소프트뱅크의 터미널 운영시스템으로 대폭 교체하는 작업이 현재 진행 중이다. 그러나 현재 도입되어 있는 양적하계획 시스템의 자동계획수립기능은 현장 상황에 다소 미흡하여 대부분의 터미널에서 수작업에 의한 전산시스템의 활용수준에 머무르고 있다. 향후 초대형 컨테이너선의 양적하계획 수립을 위해서는 자동계획수립이 필수적이며, 이를 위해서는 현실성을 반영한 자동계획기능의 보완이 필요하다.

터미널 운영시 통제 및 감시와 관련한 운영시스템 구축 현황은 하역작업과 관련된 종합관제 및 모니터링 시스템이 현재까지는 실시간으로 파악하는 데 한계가 있고, 대부분의 터미널이 인력에 의한 무선 통신 방식으로 터미널 내 작업상황을 파악하고 있는 단계에 머무르고 있으며, 또한, 단순 모니터링 기능 수준에 있다.

<표 3-4>는 국내 터미널 중 규모면에서 3개 선석 이상을 보유한 터미널에 대한 운영시스템 작업영역별로 적용된 운영 기술수준을 비교하여 나타낸 것이다.

<표 3-4>에서의 보면 작업계획의 경우 본선양적하계획은 상당한 자동화수준의 운영시스템 지원이 이루어지고 있는 반면에 장치장계획이나 선석계획은 아직까지 단순전산화 또는 수작업 수준에 머물고 있음을 알 수 있다. 통합관제·장비배정·작업지시 등의 IT 관련기술들도 현재까지도 많은 부분에 있어서 인력에 의존하고

8) <http://www.tsb.co.kr>, CASP(선적계획시스템), CATOS(양적하계획시스템).

9) <http://www.klnet.co.kr>, 신선대컨테이너터미널(PECT) 전산정보시스템 수탁 운영 : '99. 11 ~ 현재.

있는 실정이다. 특히 종합관제와 작업지시는 타 작업영역(계획관련 운영)의 기초 자료를 제공할 수 있는 요소 기술이라는 측면에서 높은 우선순위로 터미널에 적용되어야 할 것으로 판단된다. 게이트와 관련해서 국내 터미널에 적용된 운영 기술은 크게 바코드 기술과 영상인식 기술이며, 게이트 운영효율측면에서 영상인식 기술 도입이 추진되고 있으나 아직까지 바코드방식을 더 선호하고 있다. 현재 국내에서는 한진 감천 터미널이 영상인식 기술의 운영경험이 많으며, 반입차량에 대해 자동적인 작업지시가 이루어지고 있다.

<표 3-4>

국내 대형 터미널 운영시스템 기술수준 비교

항목	자성대	신선대	감만(한진)	감만(허치슨)
반출입처리	영상인식	바코드&영상인식	바코드	영상인식
작업계획	본선작업자동 (전문가시스템)	본선작업자동 (전문가시스템)	Computer Aided	Computer Aided
종합관제	인력 (음성통신)	인력 (음성통신)	인력 (음성통신)	인력 (음성통신)
장비배정	경험	경험	경험	경험
작업지시	인력 (Touch Screen)	인력 (Touch Screen)	인력 (Touch Screen)	인력 (Touch Screen)

자료 : (주)토탈소프트뱅크.

<표 3-5>

국내 터미널별 운영시스템개선 최우선 작업영역

구분	자성대	신선대	감만 (허치슨)	감만 (한진)	우암	감천	동부 (부산)	동부 (광양)
작업영역	장치장	장치장	장치장	장치장	장치장	장치장	장치장	장치장

<표 3-5>는 현재 국내 터미널 운영관계자들을 통해서 설문·면담조사를 실시한 결과로서 본 연구의 분석관점인 터미널의 게이트, 장치장, 안벽, IT 기술 중 현재 자사 터미널에서 가장 개선이 시급한 운영시스템 작업영역을 조사한 것이다. 전반적으로 장치장 작업영역에 대하여 시스템의 개선이 이루어져야 함을 시사하고 있으며, 국내 터미널의 협소한 장치장에 기인한 것이라 할 수 있다. 그러나 이것은

장치장의 비효율적 운영에서 야기되는 부분도 일부 포함되어 있는 것으로 판단된다. 다음 절에서는 각 터미널별로 운영시스템의 작업영역별로 개선해야 할 사항들에 대해 구체적으로 분석하였다.

4) 터미널별 운영시스템 개선 실적

자성대 터미널의 경우 계획시스템 부분에서는 1999년 이전에 BCTOC가 사용하던 양적화 계획시스템인 CATOS(토탈소프트뱅크)시스템을 현재까지 계속 사용하고 있으며, 운영관리 부분에 대한 전반적인 시스템을 자체개발하여 사용 중에 있다. 게이트 운영시스템은 현대상선, 허치슨으로 인수되면서 바코드에서 영상인식 시스템으로 전환되었으며, BCTOC 시절에 사용되던 SC 하역시스템을 모두 TC시스템으로 전환한 바 있다.

신선대에서 사용되고 있는 터미널 운영시스템은 PECTOS로서 2002년에 계획시스템 부분을 한국물류정보통신(KL-Net)에서 개발한 ATOMS(Advance Terminal Operation Management System)로 교체하여 현재 운영하고 있으며, 현재 터미널 내의 각 운영시스템을 하나로 통합하는 통합물류정보시스템 구축 계획을 갖고 있다. 또한 토탈 서비스 제공을 위해 내륙운송사업 진출을 검토 중에 있으며, 자사의 Mlogis 시스템을 통해 통합관리를 가능하게 하여 화물 처리 및 운송에 대한 연계성을 확보하고 있다. 게이트운영은 일괄 바코드체제에서 바코드(일반)와 영상인식(On-Dock)을 병행하는 체제로 변경되었다.

한진이 운영하는 감만과 감천 터미널의 경우는 개장 초기에 선석, 장치장, 양적화계획용으로 TRAK(호주제품)이라는 터미널 운영시스템을 사용하였으나 최근 들어 HANTOS(2002, 토탈소프트뱅크) 시스템으로 교체하여 현재 시험 운영되고 있는 실정이다. 게이트 운영시스템은 개장 초기부터 사용하던 시스템(감만: 바코드, 감천: 영상인식)을 현재까지 계속 유지하고 있다.

우암 터미널의 경우에도 개장 초기에 사용하던 운영시스템인 CATOS(1996, 토탈소프트뱅크) 시스템을 현재까지 계속사용하고 있으며, 동부부산 컨테이너터미널은 2002년에 개장하면서 운영관리부분은 KL-Net에서 개발한 ATOMS시스템을, 계획시스템 부분은 CATOS(2002, 토탈소프트뱅크)시스템을 사용하고 있고, 자체 개발한 시스템도 상당부분 사용하고 있는 것으로 조사되었다.

5) 터미널별 운영시스템 개선 요구분석

(1) 자성대 컨테이너터미널

자성대 컨테이너터미널은 안벽길이 1,440m에 3만TEU의 장치적재능력을 가지고 있는 대형 터미널로서 운영과 관련한 많은 경험이 축적된 터미널이라 할 수 있다. <표 3-6>은 자성대 터미널의 운영시스템에 대해 현재 가장 개선이 시급한 운영시스템 영역을 조사하여 그 현황과 문제점을 정리한 것이다.

<표 3-6>

자성대 컨테이너터미널 현황 및 문제점

	작업영역	현황 및 문제점
자성대	장치장	<ul style="list-style-type: none"> - C/C, TC, YT 하역장비가 처리물량에 비해 부족함 - 장치장 공간이 부족함 - 자동계획시스템의 지원이 되지 않아 비효율적으로 장치장 운영(장치능력저하) - 장치장 협소로 빈번한 구내이적이 발생함 - 반입물량에 대한 사전정보를 토대로 한 장치계획 수립이 요구됨

<표 3-6>에서 자성대 컨테이너터미널에서 가장 개선이 시급한 운영시스템 작업 영역은 장치장으로 조사되었다. 그 내용을 보면 장치장 적재 공간이 부족한 것과 비효율적 장치장 계획으로 인한 장치단적수 저하 및 재조작이 빈번하게 발생하고 있다는 것이다. 반입물량에 대해서도 사전정보의 미흡으로 효율적인 장치계획 수립이 이루어지지 않고 있는 실정이며, 또한 실시간으로 자료입수가 가능한 자동 장치계획의 수립에 대한 개선이 시급하다고 판단된다.

(2) 신선대 컨테이너터미널

신선대 컨테이너터미널은 안벽길이 1,200m에 5만 2천TEU의 장치적재능력으로 장치면적에 있어 가장 규모가 크며, 국내에서는 자성대 다음으로 운영과 관련한 많은 경험이 축적된 터미널이라 할 수 있다. <표 3-7>은 신선대 터미널의 운영시스템에 대해 현재 가장 개선이 시급한 운영시스템 영역을 조사하여 그 현황과 문제점을 정리한 것이다.

<표 3-7>

신선대 컨테이너터미널 현황 및 문제점

	작업영역	현황 및 문제점
신선대	장치장 안벽	<ul style="list-style-type: none"> - 장치장 상황을 고려하지 못한 양적하계획 수립으로 과도한 장치장 재조작 작업이 발생됨 - CCT가 현재 거의 무시되는 추세에서 재계획을 수립하기 어려움 - 신속한 재계획을 위해서는 자동계획 수립 기능을 탑재한 시스템이 요구됨 - 장치장 면적이 부족함 - 장치장 부족으로 장치계획과 상이한 적재현상이 빈번히 일어남 - 장치계획 수립시 현재 장치장 상황을 고려하지 못함

<표 3-7>에서 신선대 컨테이너터미널에서 가장 개선이 시급한 운영시스템 작업 영역은 장치장과 안벽으로 조사되었다. 내용의 주안점을 보면 장치장 상황을 고려하지 못한 양적하계획 수립으로 현장감이 떨어진다는 것이다. 이것은 실시간으로 장치장 현황을 파악할 수 있는 모니터링 기술이 요구된다고 볼 수 있으며, 계획수립의 신속성 측면에서 자동계획시스템의 요구가 많이 거론되고 있다고 판단된다. 한편, 장치장 면적이 자성대에 비해 크에도 불구하고 장치장 면적의 협소함이 큰 문제점으로 지적되고 있어 장치계획의 효율성이 자성대에 비해 떨어진다고 판단된다.

(3) 감만(허치슨, 한진) 컨테이너터미널

감만(허치슨) 컨테이너터미널의 경우 운영경험이 자성대나 신선대에 비해 떨어지나 자성대와 동일한 운영사이므로 운영시스템 측면에서는 효율적이라 할 수 있다. <표 3-8>에서 보듯이 감만(허치슨) 터미널의 경우도 장치장의 운영시스템이 가장 시급한 개선사항이라고 응답하였으며, 장치면적 부족현상을 효율적인 장치계획의 수립을 통해 해결하려는 방법을 취하고 있는 것으로 보인다.

감만(한진) 컨테이너터미널의 경우 감만(허치슨)에 인접한 선석을 운영하고 있다. 감만(한진)의 경우 장치장 부족보다는 장치장 운영상의 문제점을 지적하였으며, 효율적인 장치장 운영을 위한 모니터링, 관련자료 제공 등의 IT 기술의 개선에 많은 관심을 보이는 것으로 조사되었다.

<표 3-8>

감만(허치슨, 한진) 컨테이너터미널 현황 및 문제점

	작업영역	현황 및 문제점
감만 (허치슨)	장치장	<ul style="list-style-type: none"> - 물량증가에 대비하여 장치능력을 높일 수 있도록 해야 함 - 장치능력을 높이기 위해서는 자동 장치장 계획이 가장 시급함
감만 (한진)	장치장 안벽 IT 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 장치장 운영시 Monitoring이 되지 않아 현 작업상황을 판단하기 어려움 - 장치장 계획시 관련 자료가 부족함(실시간 정보제공이 되지 않음) - 선석배정계획의 유연성이 떨어짐

(4) 우암, 감천 컨테이너터미널

우암과 감천의 경우 규모 측면에서 자성대와 신선대에 비해 차이가 난다. 자성대, 신선대의 경우 4개 선석을 운영하는 데 비하여 우암과 감천은 동일하게 2개 선석으로 운영되는 터미널이다.

<표 3-9>

우암·감천 컨테이너터미널 현황 및 문제점

	작업영역	현황 및 문제점
우암	게이트 장치장 IT 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 처리물량에 비해 터미널내 장치장 공간이 부족함 - 장치장 부족으로 고단적재가 불가피 - 고단적에 따른 작업량 증가(Re-Handling 과다) - 반출입 차량 예약제도 미비 - 환적화물 증대로 야드 혼잡도 증가 - 웹 기반을 통한 실시간 자료 및 모니터링 제공이 미흡함 - 관련업체 및 선사와의 자료 전송 및 호환성이 떨어짐 - 장치장 면적의 협소로 인해 원활한 반출입 작업이 수행되지 못하고 있으며 본선 양적화 작업 또한 상당한 지장을 받고 있음
감천	장치장 IT 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 장치장 계획 및 야드 장비계획이 미흡 - 운영 노하우의 미정립 만연 - 기술축적이 되지 않아 인력에 의한 판단에 의존 - 운영 Rule이 부족한 단순전산화 수준에 머물고 있음 - 단순 모니터링 외에 자동 작업지시 등과 관련한 진보된 시스템이 요구됨

우암터미널의 경우 안벽길이 500m에 장치규모 8천TEU급의 소규모 터미널로서, 비교적 다수의 작업영역에 대한 운영시스템 개선사항을 지적하였다. 특히 2개 선석을 운영하고 있으므로 안벽 작업영역에 대한 선석계획의 문제점과 같은 측면은

없었으며, <표 3-9>에서와 같이 장치장 작업영역에 대한 개선사항들은 타 터미널과 동일하게 많이 지적되었다. 또한, 웹을 통한 선사 및 화주와 같은 관련업체에 대한 자료교환에도 많은 관심을 보인점이 주목할만한 내용이다.

감천터미널도 우암터미널과 마찬가지로 안벽길이 600m에 2개 선석을 운영하고 있으며, 장치장 운영에 있어 계획수립과 관련된 운영 노하우의 축적을 재사용할 수 있는 계획시스템의 지원이 필요한 사항이라고 언급하였다. 이것은 숙련자의 경험에 의한 계획 수립과 운영기술이 아직 시스템에 적용되지 못하고 있는 것이라 판단된다. 두 터미널의 게이트 운영에 있어서는 우암이 바코드, 감천이 영상인식 기술을 사용하고 있다.

(5) 동부(신감만, 광양) 컨테이너터미널

타 터미널에 비해 운영기간이 짧은 동부(신감만, 광양) 터미널의 경우에도 기존 터미널과 유사한 개선사항을 지적하였다. <표 3-10>에서 보듯이 장치장의 문제점을 두 터미널이 동시에 지적하였는데, 동부의 경우 장치장 부족의 측면도 있겠으나 운영경험의 부족과 계획시스템의 제공기능 미비에 따른 비효율적 계획으로 판단된다. 동부터미널의 경우에도 비교적 장치장 운영시스템에 대한 기능부족의 문제점을 많이 지적하는 편이었다.

<표 3-10>

동부(부산, 광양) 컨테이너터미널 현황 및 문제점

	작업영역	현황 및 문제점
동부 부산	장치장 IT 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 장치장 면적이 부족함 - 현 시스템에서 제공하는 기능으로 효율성을 기대하기 어려움 - 현 시스템의 개선을 위한 투자지원이 되고 있지 않음
동부 광양	장치장 안벽	<ul style="list-style-type: none"> - 운송사와의 자료 교환이 원활하지 않음 - 자료교환 양식이 표준화되지 않음 - 야드 장비계획이 인력에 의존함 - 실제 장비의 투입운영에 있어 계획과 차이가 남 - 인력에 의한 선석계획 및 양적하계획으로 숙달이 어려움

2. 해외 컨테이너터미널 운영시스템 현황 분석

1) 홍콩 HIT

(1) 선석 운영시스템

- ① 본선작업 중 양적하를 동시에 수행하는 Dual Cycle System(양적하 동시배차 시스템)인 Internal Tractor Deployment System(ITDS)을 사용하고 있다.
 - 본선 생산성 25% 향상
 - 양적하 동시배차 및 자동 배차 알고리즘 개발 중
- ② 터미널 운영규칙 및 환경을 고려한 자동 선석배정 기능의 Intelligent Berthing Plan System(IBPS)를 사용하고 있다.
 - C/C의 자동 배정, 야드의 효율적인 관리 및 체계적인 반출입 관리 기능으로 선사 및 운송사에 대한 신뢰성 향상
 - 선석 이용률 20% 향상, C/C 이용률 25% 향상
- ③ Integrated Yard & Vessel Planning Strategy를 뒷받침해 줄 수 있는 Vessel Planning Module을 보유한 Vessel Explorer System 사용하고 있다.
 - Yard 및 C/C의 생산성 30% 증대

(2) 장치장 운영시스템

- ① C/C에 배정되는 YT를 풀(pool)로 운영하는 Pooling System개념을 도입하여 지리적으로 협소한 장소에서도 최대의 야드 장치율이 가능하도록 신기술의 알고리즘을 적용해 시스템을 운영하고 있다.
 - 항만생산성 약 25~30% 향상
- ② 정밀위성위치확인(Differential Global Positioning System : DGPS)을 이용하여 야드 장비 및 컨테이너의 위치를 실시간으로 자동 추적하는 APIS(오차범위 15mm)시스템을 사용하고 있다.¹⁰⁾
 - 야드 장비의 효율적인 관리와 터미널 내 반출입 시간 최소화
 - 운송사의 물류비 절감 효과, 터미널 서비스 향상

10) 자료 : 한국허치슨터미널(Hutchison Korea Terminals) 내부자료.

- ③ Automatic Grounding Strategy로 지식기반 개념의 알고리즘을 도입한 Rule-base Yard Auto Planning System인 Yard Allocation Planning시스템을 사용하고 있다.

- 공간활용도 30% 향상, 작업생산성 40% 향상

- ④ Voice, PDA 및 EDI를 활용한 반출예약시스템인 Tractor Appointment System(TAS)을 사용하고 있다.

- 야드의 효율적 관리
- 트럭 Turn-around Time 감소

(3) 운영통제시스템

- ① 실시간 터미널 작업상황 감시 및 통제시스템(Integrated Real-Time Monitoring & Control System)으로 게이트, 야드 및 선박의 통합 모니터링시스템(OMS : Operation Monitoring System)을 사용하여 작업생산성 향상 및 최적화된 터미널 운영업무를 수행하고 있다.

- ② Ship-Side, Repair Shop, ESA 등에서 PDA를 활용한 Real-Time Inventory Service인 Inventory Management System을 사용하고 있다.

- 우선적인 고객관리 서비스

- ③ CCD 영상인식 기술을 활용한 게이트 반출입작업 및 본선 양적하작업의 무인자동감시시스템인 Image Recognition System(IRS)을 사용하고 있다.

- 자동 손상 관리 기능
- 터미널 신뢰성 향상 및 타 물류시스템 자동화 파급 효과

- ④ 1998년 4월부터 메인프레임방식의 운영 통제시스템을 BEA Systems사가 제작한 'BEA TUXEDO'라는 3Tier 방식의 Middleware로 개선하여 사용하고 있다.

- 선박의 선적 및 하역 속도를 높이고 트럭 순환 시간을 개선하며 시스템의 신뢰도를 향상시키기 위하여 도입
- 선박의 선적 및 하역 생산성 25% 개선
- 피크시 크레인 작업효율 30% 향상
- 트럭 순환 시간 20% 감소(대개의 경우 50분에서 40분 미만으로 감소)

2) 싱가포르 PSA

(1) 선석 운영시스템

선사의 컨테이너 환적과정을 용이하게 하기 위한 시스템으로 EZShip을 개발하여 운영 중이다.

- 생산성 향상과 비용절감에 초점을 두어 인터넷으로 싱가포르 내 선사의 사무실에서도 이용 가능하며 Portnet시스템과 연계하여 이용할 수 있도록 되어 있다.

(2) 장치장 운영시스템

- ① 개별 컨테이너선사의 전 세계적인 공컨테이너 재고관리를 지원하기 위한 e-business 솔루션으로 GEMS(Global Equipment Management System)를 개발하여 운영 중이다.
 - 컨테이너터미널, 부두 내 데포, 내륙데포, 기타 지역에 위치한 컨테이너선사의 공컨테이너에 대한 정보를 제공하고 있다.
- ② 컨테이너선사의 공컨테이너 재배치시 컨테이너당 350~600달러씩 소요되는 비용을 절감시킬 수 있도록 공컨테이너의 수요와 공급을 조정해 주는 역할을 수행하는 기능의 BoXchange 개발 운영 중이다.
 - 중립적인 위치에서 선사, 리스업체, 기타 컨테이너 소유자의 공컨테이너 관리를 효율화하기 위한 시스템이다.
- ③ 원격 조정되는 브릿지 크레인 자동 위치지시시스템을 설치하여 운영 중이다.
 - 자동 위치지시시스템은 야드를 모니터링 하면서 컨테이너가 적재되거나 반출될 때 마다 컨테이너 위치에 관한 데이터베이스를 갱신시킨다. 야드는 트랜스폰더 네트워크를 사용하여 모니터링한다.
 - 이 시스템은 지속적으로 야드 예측을 실시하면서 2시간 이후의 상황을 예측한다. 이러한 예측 자료는 장비 배치 및 작업 지시를 조정하는 데 사용된다. 전반적으로 컨테이너 야드 운영은 폐쇄 회로 TV, 무선 시스템 및 고성능 첨단 워크스테이션 장비를 이용하여 지속적으로 모니터링된다. 이렇게 함으로써 해소되어야 할 작업 정지 상황이나 정체 현상을 아주 신속히 해결할

수 있다.

(3) 게이트 운영시스템

컨테이너 번호 확인시스템과 컨테이너의 이동을 처리하는 게이트 통과시스템(Flow Through Gate System: FTGS)이 함께 사용되고 있다.

- FTGS는 육상 운송업자들에게 메모 페이징 장치나 인쇄 출력 장치를 사용하여 컨테이너를 수거하거나 적재해야 할 위치를 통보해 준다.
- Flow Through Gate System을 포함한 정보기술 및 장비를 운영함으로써 약 85%의 컨테이너가 도착 후 30초 이내에 신속하게 정문을 통과할 수 있도록 지원하고 있다.
- 컨테이너 번호 확인시스템을 사용하여 컨테이너 측면에 있는 확인 번호를 자동 판독한다. 그 후 이 번호를 이미 EDI를 통해 접수한 화주의 신고서상의 번호와 비교한다. 두 번호가 일치하면 컨테이너는 터미널 반입이 허용된다. 이 방법은 보다 안전을 기할 수 있고 선적 신고서상의 하자 발견도 가능하다.
- 카메라, 전자식 센서 및 트랜스폰더로 구성되어 있는 네트워크를 사용하여 게이트를 통과하는 컨테이너의 이동을 모니터한다.

(4) 운영통제시스템

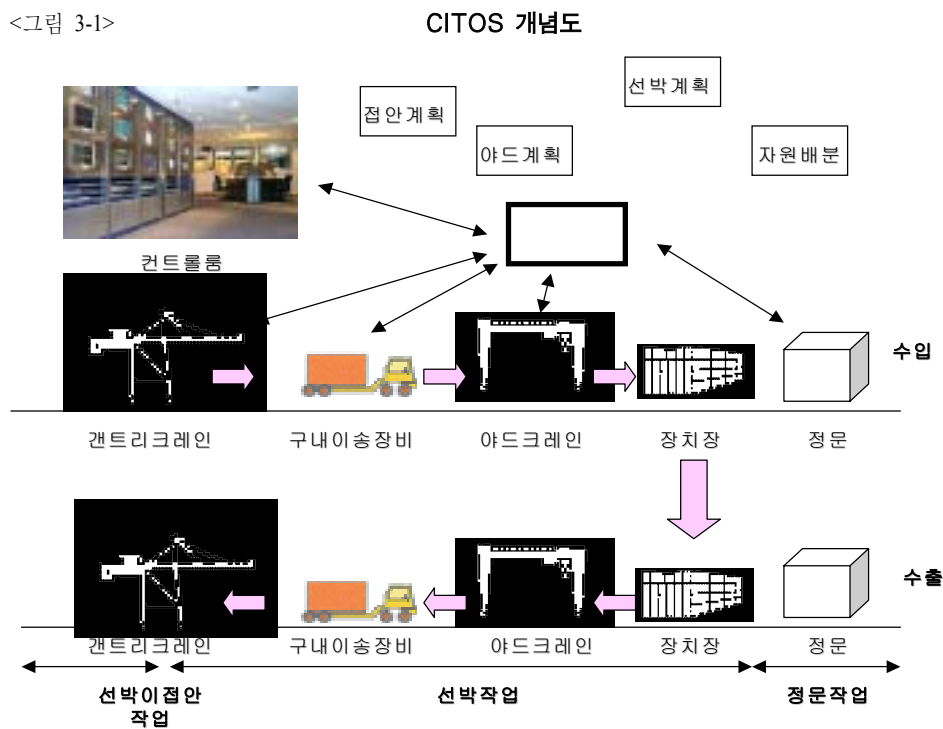
- ① 정보시스템 등 기술과 훈련된 전문인력을 최대한 활용하여 터미널 생산성 향상과 고객서비스를 개선하기 위한 이들 시스템은 컨테이너의 환적, 집안 계획, 컨테이너 양적하작업, 야드 내 수송 등을 최적화 및 체계화된 설계로 개발되어 시스템을 운영 중이다.
- ② Portnet은 PSA를 해운업계에 연계시키기 위한 B2B 전자상거래 시스템으로 항만관련 서비스의 예약, 선박의 입항 및 출항 추적, 정부기관에 대한 전자 서류 작성 및 보고, 컨테이너의 추적 등의 업무를 수행 중이다.
 - 2001년 말 현재 7천명의 고객이 Portnet을 통하여 연간 7천만건의 거래를 서류 없이 실시간으로 24시간 화물과 선박에 대한 정보 교환이 이루어지고 있다.
- ③ CITOS(Computer Integrated Terminal Operations System)는 1988년 개발된

ERP(Enterprise Resource Planning)시스템으로 PSA의 항만운영을 통합하고 조정함으로써 효율성 증대와 생산성 향상을 도모하고 있다.

- PSA사가 싱가포르항 및 세계 주요 항만 운영시 핵심역할을 수행하는 시스템으로 항만운영과 관련한 모든 작업흐름을 정확, 신속, 최적화하여 이루어질 수 있도록 지원하는 시스템이다.
- 항만활동을 관리하기 위한 자료전송을 실시간, 무선으로 항만운영자에게 제공하고 있다.
- CITOS와 Portnet을 통하여 싱가포르항의 4개 터미널과 야드를 경유하는 모든 컨테이너의 추적과 서류작성 및 통관이 수초내로 이루어지고 있다.

- ④ 정보기술(IT : Information Technology) 분야를 향후 개발해야 할 가장 중요한 부분으로 인식하고 이미 개발된 시스템 외에 e-Solutions 및 eMart분야의 TRAVIS, COPLAN, EquipMart 등의 시스템을 현재 개발 중이다.

<그림 3-1>



자료 : 한국컨테이너부두공단, 「우리나라 컨테이너부두 생산성 향상방안 연구」, 2002. 4. p.281.

3) 독일 HHLA

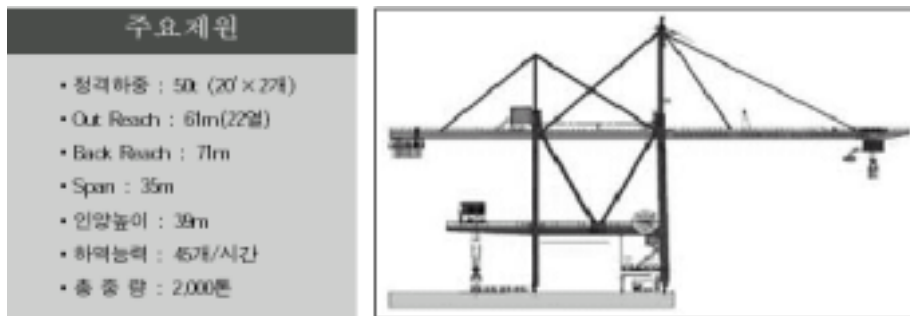
(1) 선석 운영시스템

슈퍼 포스트파나막스급(Dual Trolley, Twin-Lift 스프레더) 컨테이너크레인 3기에 자동작업할당시스템을 사용하고 있다.

- 선박에 컨테이너를 양적하하는 First Trolley는 반자동(Semi Automatic)으로 운영되고 선박과 Lashing Platform 사이를 운행한다. 선박의 Deck 위에 실리는 컨테이너를 위한 Twist lock은 Lashing Platform에서 제거되거나 장착된다.
- Portal Beam 위에 설치된 Second Trolley는 완전자동(Fully Automatic : Driverless)으로 운영되며 Back Reach 지역까지 오는 AGV(Automated Guided Vehicle)의 컨테이너를 집어서 First Trolley에 넘겨 주고, 배에서 하역하는 컨테이너를 First Trolley로부터 받아서 AGV에 실어 주는 작업을 담당한다.

<그림 3-2>

C/C 주요 사양



자료 : 한국컨테이너부두공단 내부자료.

(2) 장치장 운영시스템

- ① DGPS/Laser를 이용한 위치확인시스템을 사용하고 있다.
 - GPS방식의 정밀도를 높이기 위해 개선된 방식으로, 이미 위치를 알고 있는 정밀위치 기준국을 설치하고 이 기준국을 상시 또는 주기적으로 측량하여 위치 등을 파악하는 방식이 DGPS이다.
- ② 컨테이너 장치장 한 블록당 2기의 RMGC(대형은 10열 4단의 RMGC)를 사용하고 있다.

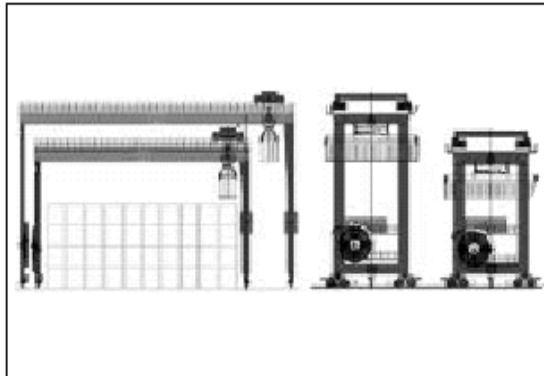
- 블록당 1기의 ASC를 배치한 ECT의 운영상의 문제점인 생산성 향상을 보완하기 위하여 한 블록에 대형 RMGC 1기와 소형 RMGC 1기씩을 설치하여 언제나 2기의 RMGC가 서로 간섭 없이 통과하여 작업할 수 있도록 하였다.
- 이들 RMGC는 중앙컴퓨터에 의해 운전수 없이 자동으로 운영되고, 처리능력은 시간당 컨테이너 20개를 처리한다.

③ CTA에서는 AGV 주행방식으로 Cross Lane 방식(Dynamic Routing 방식과 유사)을 사용하고 있다.

<그림 3-3>

RMGC 주요 사양

구 분		사 양
정격하중(톤)		42
Span (m)	大	40.1
	小	31
속도 (m/min)	Hoist	50/90
	Trolley	60
	Gantry	180
인양높이(m)		20
주행거리(m)		320



자료 : 한국컨테이너부두공단 내부자료.

<표 3-11>

Closed Loop 방식과 Cross Lane 방식의 장단점 비교표

구 분	Closed Loop 방식	Cross Lane 방식
장 점	<ul style="list-style-type: none"> ○ 10년 이상 사용된 검증된 방식 ○ AGV가 한 방향으로 움직이므로 교통 통제 및 제어가 용이 ○ 각 C/C별 일정 레인수가 할당되어 AGV의 할당이 용이 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Closed Loop방식에 비해 약 30% 생산성 향상 ○ AGV의 주행길이 약 30% 단축으로 인한 AGV 투입대수 감소 ○ 대기 중인 AGV가 타 지역으로 빠른 이동 가능
단 점	<ul style="list-style-type: none"> ○ 레인 수가 5개 이상 초과하기 어려움 ○ C/C와 AGV의 주행로상의 간섭으로 C/C 이동에 제한 ○ 선박의 간격이 상대적으로 넓어야 함 ○ AGV의 주행거리가 김 ○ 배정된 AGV의 작업순서 변경 어려움 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 아직 검증이 되지 않음(시운전 중) ○ 크레인에 대한 AGV의 작업 할당 복잡 ○ 장치장착 주행레인에서 AGV의 정체현상 및 간섭 발생 가능성 있음

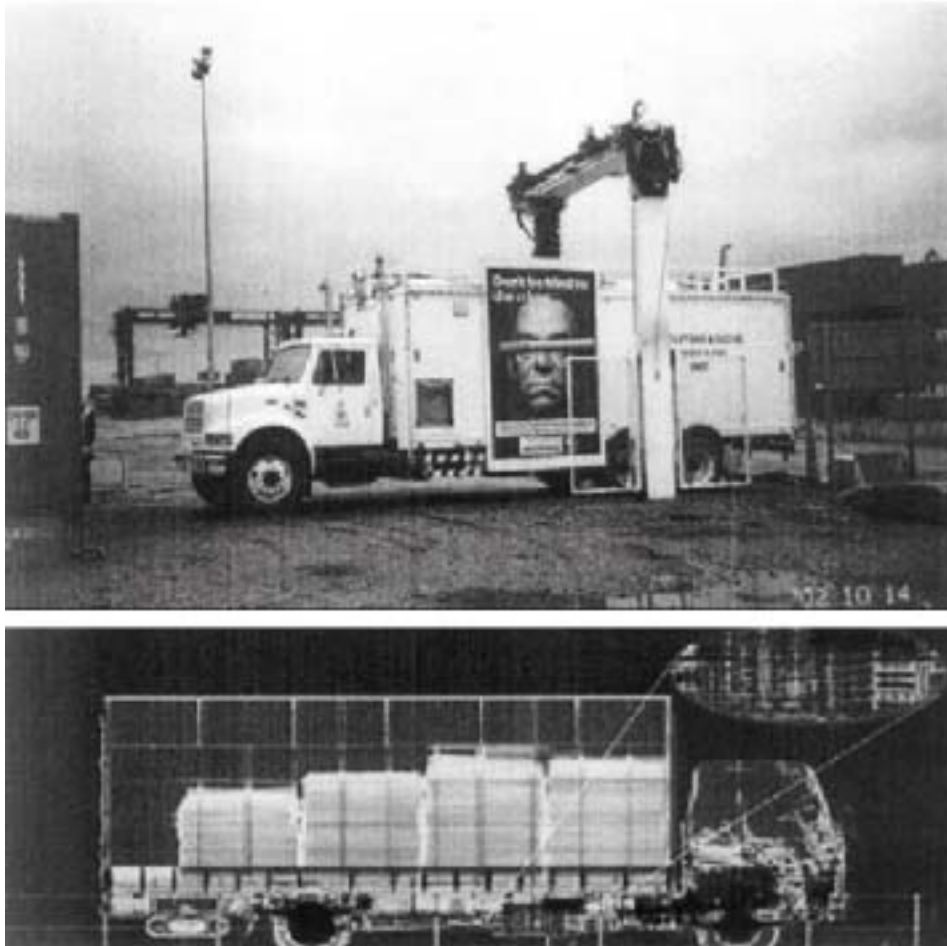
(3) 게이트 운영시스템

최첨단 이동식 X-Ray 투시기를 이용하여 세관에서 임의로 선정된 컨테이너에 대하여 검사를 실시하고 있다.

- 검사소요시간 : 4~5분 정도 소요

<그림 3-4>

이동식 X-Ray 투시기 및 투시영상



자료 : 한국컨테이너부두공단 내부자료.

(4) 운영통제시스템

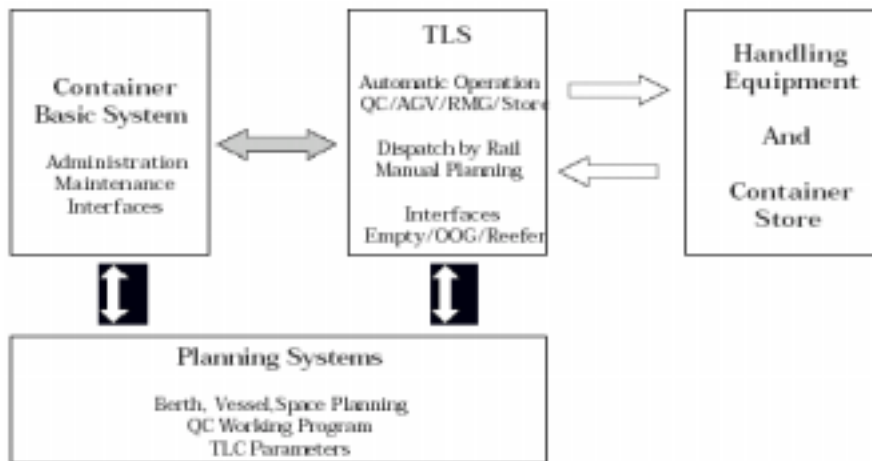
- ① 중앙컨트롤 룸에서 CCTV로 잡은 화상을 보면서 원격 조정하는 원격통제시

시스템을 사용하고 있다.

- 안벽측에는 컨테이너 크레인과 RMGC 사이를 오가는 AGV와의 작업은 전자동으로 처리되고, 외부 트럭에 의해서 반출입이 이루어지는 지역에서는 중앙컨트롤 룸에서 CCTV로 잡은 화상을 보면서 원격조정으로 작업을 수행하고 있다.
 - 시간당 180개의 컨테이너를 처리하여 트럭의 대기시간을 최대한 단축시키고 있다.
- ② 정보기술을 활용한 운영시스템으로는 터미널운영시스템인 TLC(Terminal Logistics & Control), 터미널관리시스템인 TMS (Terminal Management System) 및 일반관리시스템인 ERP(Enterprise Resource Planning) 패키지를 운영하고 있다.
- 터미널운영시스템(TLC : Terminal Logistics & Control)의 개발 목표는 운영비용의 최소화, 생산성 향상, 자원(장비, 장치장)의 집중적 활용, 높은 신뢰성, 예외사항에 대한 유연성 및 변경에 대한 대처 능력 등이다.

<그림 3-5>

TLC 시스템의 통합 및 정보 흐름도



자료 : 한국컨테이너부두공단 내부자료.

4) 네덜란드 ECT

(1) 선석 운영시스템

- ① 세계 최초로 Two-Trolley System 컨테이너 크레인을 사용 중이다.
 - 현재 Twin-Lift 스프레더, Dual-Cycle을 자동화터미널에 적용할 수 있는 운영 시스템을 개발하기 위하여 계속적으로 연구 중에 있다.
- ② C/C당 자동화 장비 투입대수를 자동화장비 제어시스템 및 정보시스템의 개선을 통해 단계적으로 감소시킬 계획으로 있다.
 - AGV : 8 AGV (현재) → 4 AGV (계획)
 - ASC : 7 ASC(현재) → 4 ASC(계획)
- ③ 크레인의 운전 및 유지보수에 관련된 정보를 컴퓨터를 통하여 신속히 제공받아 운전, 정비 및 사전관리를 목적으로 CMS(Crane Monitoring System)을 크레인 내부전기실에 설치하여 운영 중이다.
 - CMS와 ASC 제어시스템용 PC를 공유하여 사용하고 있다.
- ④ C/C 주행레일에 트랜스폰더(Transponder)를 설치하여 C/C 위치를 자동으로 파악하고 있다.

<그림 3-6>

C/C 주행레일에 설치된 트랜스폰더



자료 : 한국컨테이너부두공단 내부자료.

(2) 장치장 운영시스템

- ① 야드 운송장비로 Multi-Trailer(컨테이너 5개 동시 운반)를 사용하고 있다.
- ② C/C와 장치간의 운송에 AGV를 사용하고 있다.
 - 동시에 20' 컨테이너 2개 운송(운반능력 40t → 60t)
 - AGV 급유장치 완전 자동화
- ③ 야드 블록에는 ASC(Automated Stacking Crane)를 사용하고 있다.
 - DDN(Delta Dedicated North)부두에 사용 ASC는 1 Over 3 방식이다.
 - DDW(Delta Dedicated West)부두에 사용 ASC는 1 Over 4 방식이다
- ④ AGV 주행방식 변경
 - 2002년 5월부터 기존의 Closed Loop방식에서 Dynamic Routing (DynaCore)방식으로 변경하여 운영 중이다.
 - AGV의 투입대수 감소 : 15%
 - C/C 생산성 향상 : 27~28개/시간 (목표: 36개/시간)
- ⑤ 트랜스폰더 및 Infrared를 이용한 센서를 사용하여 AGV가 C/C와 작업시 정확한 지점에($\pm 20\text{mm}$)에 접근하기 위한 목적으로 AGV Docking System을 사용하고 있다.
 - Infrared 센서는 C/C의 컨테이너 가이드 옆에 부착되어 있고 AGV가 접근하면 AGV의 앞면에 부착된 반사판에서 빛을 반사하여 위치를 감지하고 AGV를 접근시키고 있다.

<그림 3-7>

AGV에 설치된 반사판



자료 : 한국컨테이너부두공단 내부자료.

(3) 게이트 운영시스템

- ① 운전자 신분조회시스템으로 생체 인식시스템을 활용한 화물 카드시스템 (Cargo Card)을 1998년 5월부터 운영하고 있다.
 - 운전자의 신분은 칩 카드 번호와 운전자의 원손을 판독하여 확인된다. 보조 확인표시인 운전자의 원손 장문을 판독하는 운전자 확인 카드시스템이다.
 - 트럭의 터미널 진입을 원활하게 하고 컨테이너가 터미널에서 규정하고 있는 모든 규정의 준수 여부를 확인하는 데 사용되고 있다.
 - 3천명 이상의 운전자들이 이미 이 카드를 사용하고 있다.
 - 이 카드는 항만 어디에서든 운전자를 조회하는 데 사용된다. 이것은 컨테이너가 터미널 보고, 검사, 통관, 선적/하역, 출발 등과 같은 필요한 과정을 모두 거쳤다는 것을 확인하는 데 사용될 수 있다. 이 시스템은 운전자들이 보다 신속히 지원을 받을 수 있도록 해 준다.

3. 컨테이너터미널 운영시스템 개발 및 개선 방안

지금까지 국내외 컨테이너터미널에서 운영 중인 운영시스템들을 살펴보았다. 결론적으로 국내 컨테이너터미널들은 복합형 컨테이너터미널(Intermodal Container Terminal) 운영방식을 사용하고 있는 것으로 조사되었다. 즉 야드 장비 분류기준에 의하면 TC를 주로 사용하는 C/C(Container Crane)-TC(Transfer Crane)-YT(Yard Tractor) 복합운영시스템이다. 이 경우 운영시스템의 개발 및 개선사업에는 C/C, TC, YT 등의 다양한 하역 및 이송장비를 사용하므로 배후 물류단지, 컨테이너 운송트럭 운송 선호시간, 컨테이너 장치일수 등 외생적인 변수 이외에도 터미널 내의 장치단적 수, 장비할당 전략, 작업/장치계획과 장비의 제원/대수 및 장비유동성 등이 고려되어야 한다.

국내외의 많은 컨테이너터미널들은 컨테이너를 신속하고 원활하게 하역, 보관할 수 있는 컨테이너터미널의 운영시스템을 개발 또는 개선사업을 진행하고 있다. 이러한 터미널 운영시스템 개발과 개선사업에는 고도의 기술적 장비와 인력을 확보함으로써 생산성의 향상과 함께 선사, 화주 등의 항만이용자에게 질 높은 서비스를 제공하는 것을 주목적으로 하고 있다. 이러한 목적을 달성하기 위해 터미널

의 시설, 장비, 운영시스템의 향상을 지속적으로 도모하며, 터미널의 운영 절차를 개선시키려고 노력한다. 그러나 이러한 운영시스템 개발 및 개선작업에 투입되는 많은 시간적·인적·금전적 비용에 따라 상대적으로 적용 실패에 따른 위험부담이 발생되기 때문에 많은 컨테이너터미널에서는 일반적으로 검증된 운영시스템 모듈을 도입하거나 자체개발 지향 경향이 두드러진다. 이러한 방법에 대한 대비책으로 컨테이너터미널 현장 운영 상황과 똑같은 상황을 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 구현하여 그 결과를 분석하여 분석 결과를 실제 시스템에 반영하는 방법이 더욱 경제적인 것으로 판단된다. 시뮬레이션 분석 결과물로는 개발 및 개선하고자 하는 컨테이너터미널 운영시스템 개발 및 개선계획의 타당성 검증, 작업 통제 논리의 합리성 테스트, 터미널 운영시스템 설계 대안의 최적성 테스트 등이 있다.

컨테이너가 어디에 있는지를 나타내는 화면을 통하여 살펴보고, 컨테이너 위치에 대한 계획을 수립함으로써 다음 선박을 위하여 모든 컨테이너를 적재단 상부에 적재되도록 하는 데 필요한 각종 계산 작업은 그리 복잡하지 않다. 컨테이너 야드에 있는 크레인이나 이송 장치를 가장 효율적으로 사용하고 선박이 어떤 컨테이너 중량을 가져야 부유할 것인지를 도출해 내는 것은 그리 어렵지 않다. 복잡한 문제는 이러한 프로그램을 모두 통합해야 할 때 발생한다. 터미널 운영시스템은 터미널을 통과하는 모든 컨테이너에 관한 기록들을 관리하고 컨테이너의 예정 위치, 컨테이너의 이동 방법, 트럭과 크레인 운전자에 대한 작업 지시 방법에 대한 계획을 사전에 계획해야 하며, 작업상황 발생 중에도 실시간으로 재수립하여야 한다. 이러한 상황이 발생할 때 마다 데이터베이스는 갱신되고 계획이 다시 작성되며 보다 많은 작업 지시를 내리게 될 것이다. 동시에 컴퓨터시스템은 선박 회사, 운송 대리인, 운송업자 및 화차 운영 회사들로부터 항만 진입 컨테이너에 관한 정보를 수집하고 컨테이너에 관한 정보를 다른 항만, 고객, 선박 회사 및 기타 오퍼레이터들에게 전송한다. 즉 완벽한 터미널 통합운영시스템은 주요 송하인과 수하인의 컴퓨터시스템과 원활하게 연결되면서 정보제공망으로 통합되면 된다. 터미널 예약, 고객, 운송 및 서류 작업과 같은 제반 필요한 조치는 자동적으로 이루어진다. 컨테이너가 선적되는 동안 하주와 다른 모든 관련 회사는 컨테이너 위치에 관한 정보를 직접 제공 받을 수 있다. 완벽한 컨테이너터미널 운영시스템에서는 모든 일이 자동으로 이루어진다. 컨테이너는 모두 사전에 시스템에 등록되며 게이트에 도착하면 운전자에게 터미널 내 어느 장소에서 대기하여야 하는지 신속하게 알려 준다. 컨테이너 운송트럭이 도착하기 전에 야드하역장비는 작업 데이터를 미리 접수

받아, 이동하거나 해당 컨테이너를 트럭에서 들어올려 야드에 적재시킨다. 터미널의 야드 운영컴퓨터는 가장 효율적인 방법으로 운영 계획을 수립하고 완벽하게 작업 지시를 내린다. 운영시스템이 결코 정지되거나 속도가 떨어지는 일이 없이 컨테이너터미널의 모든 업무가 가장 효율적으로 운영되어지는 것이다. 전 세계적으로 컨테이너터미널은 이러한 완벽함 쪽으로 서서히 이동하고 있으나, 아직은 극복해야 할 문제점들이 많이 있다. 이러한 문제점으로는 국제적인 컴퓨터 통신 기준의 확립과 신속한 정보 전달을 가능하게 하는 네트워크의 확립 등이 있다. 터미널 내부적으로 보면, 터미널 진입 트럭의 처리 시간을 줄이고 터미널 내에서 컨테이너를 보다 정확하게 추적할 수 있는 기술들이 개발되고 있다. 터미널 운영시스템의 기술개발을 향한 전진이 이루어지고 있는 것이다.

컨테이너터미널의 최적 운영시스템을 이룩하기 위하여 전제되어야 할 기본 방향은 다음과 같은 조건에 따라 그 내용이 달라질 수 있다. 즉 기존의 운영시스템을 Upgrade하는 경우와 신규 컨테이너터미널의 건설 계획 수립단계에서 운영시스템을 적용하고자 하는 경우이다. 전자의 경우, 컨테이너터미널의 하드웨어적인 요소(야드, 게이트시설, 하역장비의 수 및 제원 등)가 결정되거나 제한된 상태에서의 운영시스템 Upgrade 계획을 수립하기 때문에 하드웨어적인 요소의 일정한 틀에 제한된 환경 하에서의 운영시스템 Upgrade 계획이 추진된다. 일반적으로는 기본설계나 실시설계와 병행하여 정보시스템 계획을 수립하는 경우가 많은데, 이 경우도 Upgrade하고자 하는 운영시스템 계획의 내용을 컨테이너터미널 개발 전체 공정에 우선적으로 반영하는, 기본설계와 실시설계가 되지 못하고 있다. 컨테이너터미널 운영시스템 개발에 있어서는 운영시스템에 대한 방향설정이 우선적으로 이루어져야 하며, 그에 따라 하드웨어적인 요소가 결정되는 것이 컨테이너터미널을 가장 이상적이고 효율적으로 운영하는 것이기 때문이다. 또한 일정한 업무의 틀에 예속됨이 없이 운영시스템을 구축할 수 있기 때문에 필요한 업무의 Upgrade 계획을 장기적으로 수립하여 시행할 수 있는 장점이 있다. 또한 부산신항만과 광양항 등 신규항만 건설이 지속적으로 이루어지고 있는 시점에서 신규 컨테이너터미널 계획 수립단계에서는 장기적인 선박 대형화 추세 등 컨테이너터미널을 둘러싼 변화에 효율적이고 능동적으로 대처 가능할 수 있도록 고도화된 운영시스템의 설계가 요구되고 있다. 즉 H/W적인 측면에서 하역장비의 제원 및 생산성과 S/W적인 측면에서는 운영시스템의 고도화가 요구되고 있다. 이것은 컨테이너터미널의 효율적인 운영시스템 구축 목표가 기항 선박 대형화에 따른 재항시간 단축 등 운영서비스

수준 향상, 운영시스템의 고도화를 통한 운영원가의 절감 및 하역장비 생산성의 극대화에 있기 때문이다.

국내 대부분의 컨테이너터미널은 제어와 계획시스템, 문서처리와 관련해서 컴퓨터를 활용하고 있어 2단계에 머물고 있으며, 장치장에서 개별 취급 장비는 작업 지시서에 의해 수동으로 운전이 되고 있다. 특히 1978년 개장된 부산항 자성대부두, 1991년 완공된 부산항 신선대부두, 1996년 완공된 부산항 우암부두, 1997년 준공된 부산항 감만부두 등은 현재 3단계로 자동화 수준을 높이기 위해 장치장에서 취급 장비에 필요한 실시간 데이터 처리로 운영 착오를 줄이고 생산성을 높이려는 작업이 시도되고 있다. 부산신항만의 운영시스템 자동화단계는 3단계의 자동화 운영시스템 터미널로 개장될 전망이다.

<표 3-12>

컨테이너터미널의 자동화 정의 단계

단계	연간 컨테이너 처리 능력 범위(TEU)	제어, 계획, 문서 시스템	장치장 취급 장비로의 데이터 변환 시스템	장치장에서 취급 장비의 운전 시스템
1	~ 60,000	수동	작업지시서 휴대전화	수동
2	60,000 ~ 150,000	전산화		
3	150,000 ~		수동 (부분적인 컴퓨터 시스템)	
4				컴퓨터에 의한 자동화

자료 : 이철영, 「항만물류시스템」, 1998.

국내 컨테이너터미널의 운영시스템은 이전의 수작업에 의한 계획 및 통제방식에서 관련요소기술의 발전에 힘입어 부분적으로 운영 작업을 전산화 및 자동화하는 방향으로 전개되어 왔다. 기존에 단순한 수작업으로 진행되어 오던 것이 컴퓨터 기술을 도입하여 터미널의 각종 계획들을 컴퓨터시스템으로 처리함으로써 작업편의성을 도모하고 있다.

국내 컨테이너터미널의 운영시스템 개발 및 개선내용을 살펴보면 다음과 같다. 먼저, 자성대 터미널의 경우 계획시스템은 1999년 이전에 BCTOC가 사용하던 양적화 계획시스템인 CATOS시스템을 현재까지 계속사용하고 있으며, 운영관리 부분에 대한 전반적인 시스템을 자체 개발하여 사용 중에 있다. 게이트운영시스템은 현대상선, 허치슨으로 인수되면서 바코드에서 영상인식시스템으로 전환하였다.

<표 3-13>

국내 터미널 운영시스템 기술수준 비교

운영시스템	세분류	자성대	신선대	감만(한진)	감만(허치슨)
선석 운영시스템	작업계획	본선작업자동 (전문가시스템)	본선작업자동 (전문가시스템)	Computer Aided	Computer Aided
장치장 운영시스템	장비배정	경험	경험	경험	경험
게이트 운영시스템	게이트 자동화	영상인식	바코드 & 영상인식	바코드	영상인식
통합 운영시스템	통합관제	인력 (음성통신)	인력 (음성통신)	인력 (음성통신)	인력 (음성통신)
	작업지시	인력 (Touch Screen)	인력 (Touch Screen)	인력 (Touch Screen)	인력 (Touch Screen)

자료 : (주)토탈소프트뱅크.

신선대에서는 터미널 운영시스템인 PECTOS를 2002년에 계획시스템 부분만 한국 물류정보통신(KL-Net)에서 개발한 ATOMS(Advance Terminal Operation Management System)로 교체하여 현재 운영하고 있으며, 현재 터미널 내의 각 운영시스템을 하나로 통합하는 통합물류정보시스템 구축 계획을 갖고 있다. 게이트운영시스템은 바코드체제에서 바코드(일반)와 영상인식(On-Dock)을 병행하는 체제로 변경되었다. 한진이 운영하는 감만과 감천터미널의 경우는 개장 초기에 선석, 장치장, 양적하계획용으로 TRAK(호주제품)이라는 터미널 운영시스템을 사용하였으나 최근에 들어 HANTOS(2002, 토탈소프트뱅크) 시스템으로 교체하여 현재 시험 운영 되고 있다. 게이트운영시스템은 개장 초기부터 사용하던 시스템(감만 : 바코드, 감천 : 영상인식)을 현재까지 계속 유지하고 있다. 우암터미널의 경우에도 개장 초기에 사용하던 운영시스템인 CATOS(1996, 토탈소프트뱅크)시스템을 현재까지 계속 사용하고 있으며, 동부부산 컨테이너터미널은 2002년에 개장하면서 운영관리부분은 KL-Net에서 개발한 ATOMS시스템을, 계획시스템 부분은 CATOS(2002, 토탈소프트뱅크)시스템을 사용하고 있고, 자체 개발한 시스템도 상당부분 사용하고 있는 것으로 조사되었다.

외국의 경우 PSA, HIT의 경우 이미 3단계의 자동화 수준에 올라 있으며, 조만간 4단계의 자동화 터미널로 나아가기 위하여 지속적으로 운영시스템을 개선하고 있다. ECT의 경우 이미 자동화 컨테이너부두를 운영 중에 있으며, 4단계의 완전 자동화 컨테이너터미널 운영시스템을 개발하기 위해 컴퓨터 네트워크로 통합된 취

급 장비를 사용할 전망이고, 이를 위한 통합운영시스템의 개발을 활발하게 진행하고 있다.

<표 3-14>

국외 터미널 운영시스템 기술수준 비교

운영시스템	세분류	HIT	PSA	ECT	함부르크
선석 운영시스템	선석배정계획	Computer Aided	Expert System	Computer Aided	Computer Aided
	선박 적부계획	Computer Aided	Expert System	Option에 의한 반자동	Computer Aided
장치장 운영시스템	야드장치계획	Computer Aided	Expert System	N/A	Computer Aided
게이트 운영시스템	게이트 자동화	○	○	○	○
통합 운영시스템	Real-Time 모니터링	자동	자동	자동	자동
	작업통제 시스템	반자동	자동	자동	반자동

자료 : (주)토탈소프트뱅크.

Hong Kong International Terminals(HIT)의 운영시스템 개선의 경우를 예로 들어 보고자 한다. HIT는 1996년부터 선박의 선적 및 하역 속도를 높이고 트럭 순환 시간을 개선하며 시스템의 신뢰도를 제고하기 위하여 새로운 터미널 운영시스템 개선 계획을 수립하면서, 직원들이 운영시스템을 준비하는 과정에서 계획수립에 보다 많은 시간을 투자하였다. 이후 HIT의 운영시스템은 BEA Systems사가 제작에 들어가 개발을 1998년 4월에 완료하면서 종전의 메인프레임/텀브 터미널시스템과 대체되었다. BEA TUXEDO를 사용함으로써 선박의 선적 및 하역은 25% 개선되었으며 피크시 크레인 효율은 30% 향상되었다. 트럭 순환 시간은 20% 감소하였는데, 대개의 경우 50분에서 40분 미만으로 줄었다고 한다.

영국의 Thamesport의 경우 유럽의 다른 자동화 터미널보다 자동화 기술이 낮은 수준임에도 불구하고 고객에 대한 서비스 질 향상에 초점을 두고 차세대 운영시스템 기술을 개발 및 운영하고 있으며, 이를 최대한 이용한 새로운 마케팅 전략을 수립하여 21세기를 선도하는 터미널임을 고객에게 적극적으로 홍보하고 있는 점은 국내 컨테이너터미널 운영업체에 시사하는 내용이 크다고 볼 수 있다.

제 4 장 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술대안 분석

1. 서 론

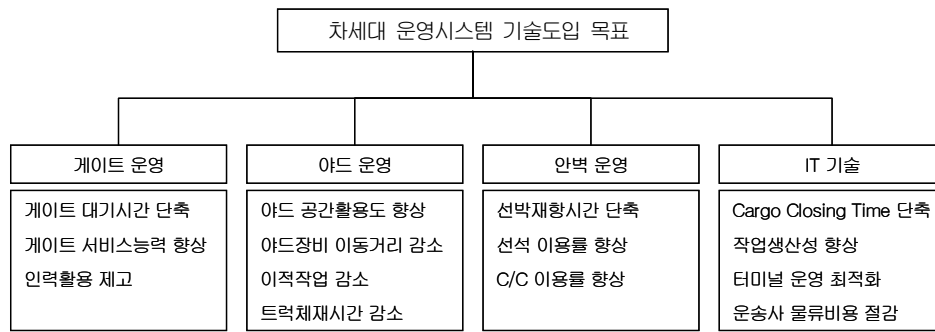
3장에서 살펴본 국내외 컨테이너터미널 운영시스템 현황분석 결과와 같이 국내 컨테이너터미널의 환경이 운영시스템 측면에서 선진 항만에 비해서 기술적으로 열악하다는 것과 현재 수준보다 효율적인 차세대 컨테이너터미널 운영기술이 필요하다는 것을 알 수 있다. 따라서 국내의 컨테이너터미널 환경에 적합한 운영시스템 기술대안을 선정할 필요가 있으므로 각 운영시스템 기술별로 장단점을 파악하고 수용여부를 판단하기 위한 기술대안 분석을 수행하였다.

기술대안 분석을 통해서 선정된 운영시스템 기술은 우리나라 컨테이너터미널 환경에서 컨테이너터미널의 생산성과 고객에 대한 서비스 질이 항만의 자체 경쟁력이 될 수 있도록 하는 기술이어야 한다. 이를 위하여 차세대 운영시스템 기술을 그 사용범위에 따라 종합관제시스템, 운영시스템, 계획시스템, IT 기술 등의 기능별로 구분하였으며, 각 기능별 운영시스템 기술대안은 첫째, 현재 국내 컨테이너터미널에서 적용되는 하역시스템에 기술의 변경이 없이 적용이 가능하며, 둘째, 국내에서 신규로 건설될 컨테이너터미널에도 적용이 가능한 현재 기술보다는 진보된 기술이어야 하며, 셋째, 실제 터미널에 적용되었거나 개발업체에 의해서 검증된 기술이어야 한다는 세 가지 기준으로 선정하였다.

세 가지 선정기준에 <그림 4-1>의 차세대 운영시스템의 각 기능별 도입목표를 반영하여 기술대안에 대한 세 가지 선정기준을 만족시키는 운영시스템 기술대안을 도출하기 위하여 TOC(Terminal Operations Conference) 발표자료, 해외 선진 터미널 자료, 각종 문헌자료, 운영소프트웨어 개발업체의 자료 등을 조사하였으며, 너무 개념적이거나 국내 컨테이너터미널에서 사용되고 있는 운영시스템보다 기술적인 면과 효율성 면에서 낙후된 기술들은 배제하였다.

<그림 4-1>

영역별 운영시스템 기술도입 목표



본 장에서 분석된 각 기능별 운영시스템 기술대안은 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 대안을 선정하기 위한 설문 및 면담에서 운영시스템 기술대안으로 사용되며, 기술대안에서의 주요 시스템 기능은 <표 4-1>과 같다.

따라서 본 장에서는 <표 4-1>에 정리된 운영시스템의 기능별 기술대안에 대해서 기술분석을 수행한다.

<표 4-1>

운영시스템 기술트리

현재 시스템 기능분류	기술명	적용기술
종합관제 시스템 (Monitoring & Control System)	① 문제 발생시 자동 문제해결 기술	Rule-base Planning 전문가시스템, 인공지능
	② 안벽작업 통제 기술	CCD, Rule-base Planning 전문가시스템, 인공지능
	③ 야드작업 통제 기술	CCD, Rule-base Planning 전문가시스템, 인공지능
	④ 게이트작업 통제 기술	CCD, 지능형 의사결정 인공지능, 전문가시스템
	⑤ 실시간 모니터링 기술	Remote Crane Monitoring System 냉동 Yard Monitoring
운영 시스템 (Operation System)	① YT 동시 배차 최적화 기술	YT Dual Cycle Rule-base Planning
	② 자동 Remarshaling & 구내이적 최적화 기술	Rule-base Planning, 전문가시스템, 인공지능
	③ C/C 자동 양적하 최적화 기술	C/C Dual Cycle
	④ 실시간 장비 배정 및 제어 기술	인공지능, 전문가시스템
	⑤ 반출입 예약제	Rule-base Planning 인공지능
	⑥ YT 운영 규칙 최적화 기술	YT pooling
	⑦ 게이트 자동화 기술	반출입 트럭 자동작업지시 및 위치안내, Damage Check

운영시스템 기술트리(계속)

현재 시스템 기능분류	기술명	적용기술
계획 시스템 (Planning System)	① 본선계획 최적화 기술	전문가시스템
	② 수출입장치장 활용계획 최적화 기술	인공지능, Rule-base Planning
	③ 선석배정계획 최적화 기술	인공지능, Rule-base Planning 지능형 선석배정계획시스템 (Intelligent Berthing Plan System)
	④ 자원배정 최적화 기술	인공지능, 전문가시스템
IT 기술 (Information Technology)	① 데이터 송수신 네트워크 기술	유선네트워크, 무선네트워크
	② 하역장비 추적기술	DGPS/Laser, RFID
	③ 주전산기 및 응용 S/W 기술	주전산기 성능 및 운영체제 Application S/W

2. 기술트리별 기술 내용 및 개발·적용 동향

1) 종합관제시스템 관련기술대안(Monitoring & Control System)

(1) 문제 발생시 자동 문제해결 기술

① 기술 개요

컨테이너터미널에서 발생하는 여러 가지 문제들은 주로 계획에 의한 운영시 예기치 못한 작업들로서 장비의 간섭, 충돌, 차량혼잡 등 실제 현장 작업시에 발생하는 것들이다. 일반적으로, 이러한 현장 작업시 발생하는 문제들은 작업의 난이도에 따라 다르지만 대체적으로 작업자에 의해 해결된 뒤 통제실로 그 결과가 전달되는 업무처리가 이루어지고 있다.

터미널에서 발생하는 운영상의 문제들 중에 장비의 작업과 관련된 내용은 다음 <표 4-2>와 같다.

이러한 운영상의 문제들은 실제 작업현장에서 예기치 못하게 발생하는 경우가 많으나, 터미널의 운영이 계획에 의해 이루어진다는 점을 감안하고, 또한 사전에

인력에만 전적으로 의존하는 방식을 개선하여 문제에 대한 예측을 통해 그것을 신속하게 해결하기 위한 여러 가지 방안들이 터미널 운영시스템에 접목되는 추세에 있다.

<표 4-2>

장비별 작업 문제 및 해결방식

운영 문제	현수준	개선방안
- C/C간 작업 Hatch의 시간대 중복현상 - C/C 장비 간의 간섭문제	- 신호수 및 C/C 장비기사에 의한 문제해결 후 관제실에 통보	- 운영시스템의 자동 검출기능을 통한 (Rule-base, 전문가시스템, 인공지능) 문제해결 - 시뮬레이션을 통한 단기/장기 문제 예측 및 경보
- 미반입 컨테이너 발생 - TC 장비간의 충돌 및 간섭문제 - 컨테이너의 작업 순서 변경	- TC 장비기사에 의해 문제해결 후 관제실에 통보	
- 차량의 운행 중 블록 내 혼잡문제 - 반출입 컨테이너의 부재	- 차량기사 및 관제실에 의한 문제해결	

<표 4-3>

터미널 문제해결 기술 및 주체

구분	과거	현재	향후
적용기술	경험적 + 직관적	직관적 + 전문가	Rule-base, 전문가시스템, 인공지능
해결주체	현장작업자	현장작업자 및 통제자	운영시스템

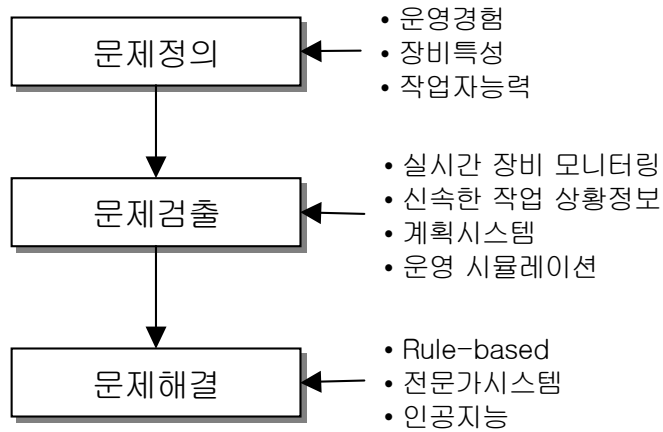
② 개발 동향

터미널의 운영상에 발생하는 문제들은 계획당시의 작업상황과 작업진행시의 작업상황의 차이에서 발생하게 된다. 현재 운영시스템의 개발은 이러한 문제발생을 사전에 예측하는 기능을 계획기능에 삽입하여 해결하는 기술을 고려 중에 있으나, 현재까지는 개념적인 수준에 머물고 있다고 할 수 있다.

터미널 운영상의 문제를 해결하기 위한 개념적인 과정을 살펴보면 우선, 발생 가능한 운영상의 문제들이 난이도에 따라 사전정의를 이루어져야 할 것이다. 이러한 문제의 정의들은 과거의 운영 경험에서 얻어진 내용을 포함하게 된다. 문제가 정의된 이후에는 이들 문제를 시뮬레이션을 이용하여 검출하고, Rule-based, 전문가시스템, 인공지능 기법으로 해결하는 것이다.

<그림 4-2>

터미널 운영시 문제해결 과정



이러한 문제검출 및 해결과정을 구체적으로 살펴보면, 문제 예측에 있어서는 작업계획과 관련하여 작업상황을 사전에 시뮬레이션을 통하여 예측하고 문제가 발생될 가능상황을 사전에 제거하는 것이다. 또한, 예측된 문제에 대해서는 터미널의 운영시스템에서 자동적으로 해결할 수 있도록 시스템의 해결 기능이 갖추어져야 하며, 작업계획의 수정이 신속하게 이루어지고 수정된 작업계획을 현장에 반영하도록 해야 한다. 한편, 검출된 문제에 대한 해결은 기존의 인력에 의해 문제발생 후 사후 통보 방식에서 터미널 운영경험자의 지식을 Knowledge Base로 구축한 전문가시스템기법으로 해결하거나, 인공지능기법을 사용하여 자동처리가 가능하도록 개발하는 것이다.

<표 4-4>

문제 예측 정보 및 시뮬레이션에 의한 문제 검출

문제예측에 필요한 정보	시뮬레이션을 통한 문제 예측
<ul style="list-style-type: none"> - 과거의 작업 경험 및 실적물 - 현재의 작업상황 및 향후 작업목록 - 계획시스템의 작업계획 정보 - 사전 예약 정보 및 변경사항 	<ul style="list-style-type: none"> - 장비(C/C, TC, YT)간의 간섭 및 충돌 예측 - 게이트 반입 및 반출 차량 집중 예측 - 야드의 장비 집중 예측 - 각 장비의 예상 작업량 산출 - 작업의 생산성을 저하시키는 작업 예측

<표 4-5>

시뮬레이션을 통한 문제 예측 및 해결

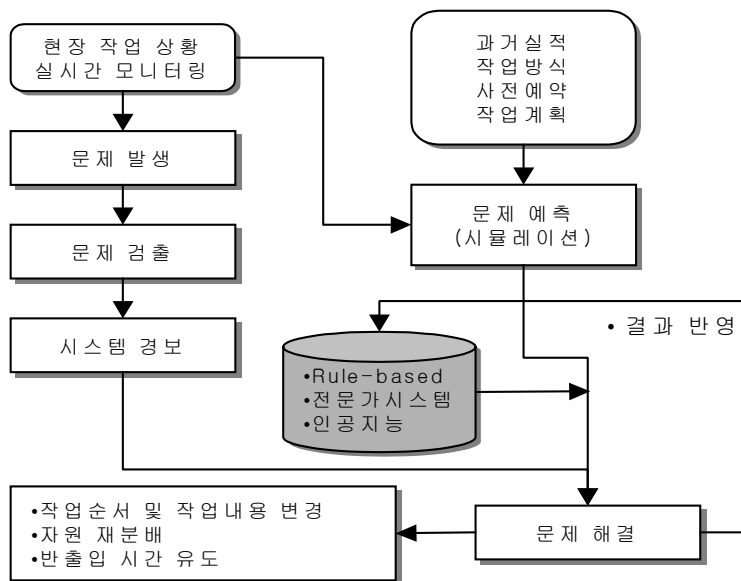
구분	내용
문제예측에 필요한 정보	<ul style="list-style-type: none"> - 과거의 작업 경험 및 실적물 - 현재의 작업상황 및 향후 작업목록 - 계획시스템의 작업계획 정보 - 사전 예약 정보 및 변경사항
시뮬레이션을 통한 문제 예측	<ul style="list-style-type: none"> - 장비(C/C, TC, YT)간의 간섭 및 충돌 예측 - 게이트 반입 및 반출 차량 집중 예측 - 야드의 장비 집중 예측 - 각 장비의 예상 작업량 산출 - 작업의 생산성을 저하시키는 작업 예측
문제 해결	<ul style="list-style-type: none"> - 터미널에서 발생가능한 모든 문제의 정의 - 문제의 해결방안을 경험자의 지식베이스로 구축 - 문제발생시 Rule-based, 전문가시스템, 인공지능 기법을 활용하여 해결 - 문제해결 결과를 신속하게 현장에 반영 - 하나의 문제해결로 발생하는 부가적인 문제발생에 대해서 조정

③ 적용 동향

이러한 터미널에서 발생하는 문제들을 해결하기 위한 기술들이 운영시스템에 적용될 경우에 전체적인 개념도는 다음과 같이 구성된다.

<그림 4-3>

문제해결 기술을 적용한 터미널 운영시스템 개념도



문제검출 및 해결과 관련하여 터미널 운영자에게 문제 상황을 신속하게 전달할 수 있는 기능이 시스템 내에 구비될 필요가 있다. 시스템의 해결 기능으로 문제 상황을 해결하기 힘들 경우에는 운영자가 직접 작업상황을 인지하고 현장 작업자와 교신을 통해 해결할 수 있는 통신망 구축도 필요하다. 이를 위해서 사전에 문제의 중요도에 따른 정보체계 및 관련자에 대한 Auto Paging 체계도 갖추어야 한다.

(2) 안벽작업 통제 기술

① 기술 개요

안벽작업 통제 기술은 선박의 양적하 작업을 효율적으로 관리하고 안벽크레인(C/C)의 생산성을 높이기 위한 기술로서, 하역생산성을 향상시켜 선박의 터미널 재항시간을 상당부분 단축시킬 수 있으며, 장비의 가동률과 안전성을 높일 수 있는 기술이다. 여기에 장비의 실시간 모니터링과 유지관리시스템 기술을 도입하여 터미널의 서비스 능력을 높일 수 있다.

② 개발 동향

안벽 통제 기술은 안벽작업상황을 실시간으로 모니터링하여 사전에 계획되지 않은 미반입 컨테이너나 계획수립 후 발생한 예약컨테이너에 대한 원활한 처리와 안벽작업의 안전성을 확보하는 기술이다. 여기에는 안벽작업을 실시간으로 모니터링할 수 있는 CCD와 GPS 기술이 접목된 운영시스템을 들 수 있다.

영상인식 기술인 CCD는 현재 보편화된 기술로서 터미널의 작업 상황을 감시하는 데 사용될 뿐만 아니라 영상을 통한 문자인식이 가능하여 안벽작업시 본선의 컨테이너 조화를 실시간으로 파악할 수 있어 안벽 작업통제에 유용한 기술로 평가된다. 위치 측정 시스템인 GPS(Global Positioning System)는 인공위성을 이용한 지구위치 결정체제로 정확한 위치를 파악하고 있는 위성에서 발사한 전파를 수신하여 관측점까지의 소요시간으로 사물의 위치를 검색하는 기술로 안벽하역작업에 요구되는 새시위치 검출, 장비 위치 제어, 최단거리 운전 등에 적용될 수 있다.

또한, 안벽통제 기술로 유지관리시스템을 들 수 있는데, 이 시스템은 장비의 고장진단시스템(CMS: Crane Management System)으로 크레인의 원격제어, 상태감시, 이력관리, 자기진단(Self Diagnostics) 정보를 실시간으로 제공하는 시스템이며, 운영정보시스템과 연계하여 장비의 운영상태를 모니터링할 수 있다.

<표 4-6>

고장진단시스템의 주요 기능

구분	주요 기능
원격제어 및 편집	<ul style="list-style-type: none"> - 크레인의 주요 Parameter 원격 조정 (속도, 위치, Bypass 기능 설정 등) - 사용자 정의에 의한 정보 편집
상태감시	- 장비운전 상태 및 주요부품의 상태
자기진단	- 고장검출, 분석, 수리방안 제공
정보수집, 통계 및 보고	- 장비운행정보, 상태정보를 통계적으로 구성하여 사용자 편의에 따른 정보 제공
Historical Trending	- 고장 당시의 상황을 정확히 해석할 수 있는 정보 제공
장표/데이터 관리	- 주기적 작업용 장표와 작업에 관련된 실행 데이터 유지관리
도면, 매뉴얼 관리	- 모든 장비의 도면과 매뉴얼을 On-Line으로 제공

③ 적용 동향

현재 이들 기술은 해외 선진 터미널에서 사용되고 있거나 개발 중이며, 국내의 경우 부산신항만에 안벽크레인에 대한 새시위치 검출시스템, GPS 기술을 사용한 장비위치제어, 최단거리 운전, 원격장비 상시감시시스템이 적용될 계획으로 있다.

(3) 야드작업 통제 기술

① 기술 개요

야드작업 통제 기술은 터미널의 야드작업시에 발생하는 각 장비 및 현장 작업자의 작업부하의 정도를 파악하고 운영시스템과의 실시간 정보연계와 실시간 작업처리체계를 구축하기 위한 기술로서 터미널의 통제실과 현장과의 업무적 연계 처리를 위한 기술을 말한다.

특히, 야드장비(TC) 및 이동장비(YT, RS, FL, TH 등)와 현장 작업자들의 작업지시와 작업처리, 각종 현황조회업무를 실시간으로 처리하여 능동적인 업무처리를 수행하고 장치위치의 실시간 관리 및 운영시스템의 장비 Pool 운영을 위한 것으로 여기에는 위치전송기술, 적재운곽시스템, Remote Control, 새시위치 검출 기술 등이 접목되어 야드의 효율적 관리가 이루어질 필요가 있다.

<표 4-7>

야드 통제 기술 도입 목적

기술	내용
위치전송	- 장비의 작업위치를 실시간으로 파악하여 효율적인 작업지시와 작업 상황을 파악하기 위한 기술
적재윤곽시스템	- 장치장의 컨테이너 적재상황을 실시간으로 파악하기 위한 기술
Remote Control	- 관제실을 통하여 원격조정이 가능하여 일괄적인 작업통제
새시위치 검출	- 야드자동화를 위해서는 이송장비의 위치감시 기술이 필수적임

② 개발 동향

현재 터미널의 통제실과 야드 작업장 사이에 원활한 통신수단으로 고려되는 기술로는 작업자에게 휴대용 개인 무선단말기를 지급하는 것과 장비에 무선LAN Touch PC를 장착하는 기술이 있다.

<표 4-8>

무선단말기시스템과 무선LAN시스템의 주요 특징

구분	내용
무선단말기시스템	<ul style="list-style-type: none"> - 개인별로 현장작업에게 지급하여 통제 수단으로 사용 - 휴대하기 쉬워 도입의 장벽이 적으며, 설치에 비용부담이 적음 - 기동성이 뛰어나며 타 운영시스템과의 연계성이 없이도 작업장의 통제가 가능
무선LAN시스템	<ul style="list-style-type: none"> - 장비별로 무선LAN시스템을 설치하여 통제수단으로 사용함 - 안정적이고 빠른 정보의 교환으로 신속한 업무통제가 가능함 - 시스템을 사용하기 위해서는 표준 Interface가 구축되어야 함 - 향후 자동화 야드시스템 구축시에 필수적인 기술임

이들 무선단말기시스템과 무선LAN시스템을 효율적으로 활용하면 야드작업의 통제가 원활하게 이루어질 뿐만 아니라 자동화된 야드작업을 할 수 있게 된다. 현재에는 인력에 의한 무선단말기를 통한 야드작업의 통제가 이루어지고 있으며, 자동화 야드시스템을 구축하기 위해서는 무선LAN시스템이 적용되어야 할 것이다.

<표 4-9>

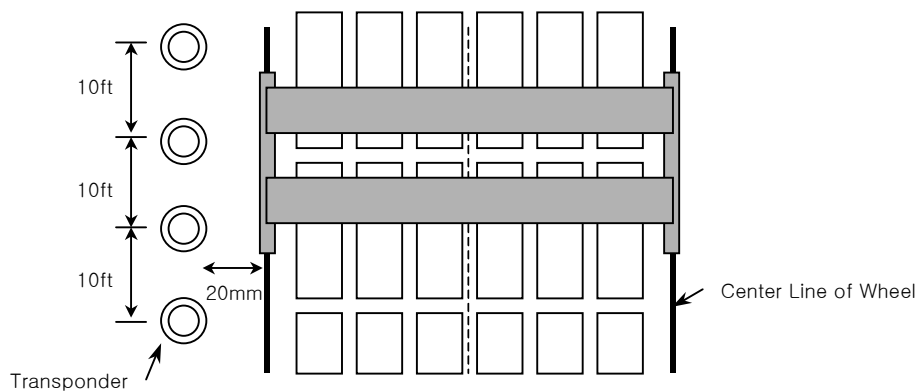
야드 통제 기술을 이용한 야드 자동화 시스템 효과

구분	내용
신속한 작업처리	- 작업처리와 동시에 연계된 표준 운영시스템, 게이트 자동화 시스템으로 연동처리가 가능함
업무능률의 향상	- 데이터의 직접적인 연계시스템으로 각종 통계자료와 현황 자료를 실시간으로 제공할 수 있음 - 현장에서 직접 각종 통계와 현황 자료를 조회하여 업무를 능동적으로 처리할 수 있음
타 시스템과의 원활한 연계	- 게이트 자동화 시스템, 표준운영시스템과 실시간 연동함으로써 정보의 실시간 처리가 가능 - 타기관과의 연계가 필요한 시스템으로 정보의 실시간 전송이 가능함

야드 장비의 효율적인 작업지시를 위해서는 장비의 현 위치를 신속·정확하게 파악할 필요가 있는데 야드 하역장비인 TC의 위치를 추적하기 위한 자동 검출장치(Automatic Position Identification System)로 트랜스폰더를 터미널의 TC 주행로에 설치하여 장비의 이동 및 컨테이너의 위치를 자동으로 감지하는 기술이 개발되고 있다. 이 기술은 장치장 블록의 TC 주행로 인접에 트랜스폰더를 설치하고 TC의 호이스트와 트롤리에 엔코더 장치를 장착하여 장비위치와 컨테이너의 적재위치를 검출하는 방식이다.

<그림 4-4>

Transponder 설치도



자료 : (주)싸이버로지텍, (주)토탈소프트뱅크.

<표 4-10>

Transponder & 엔코더 개념

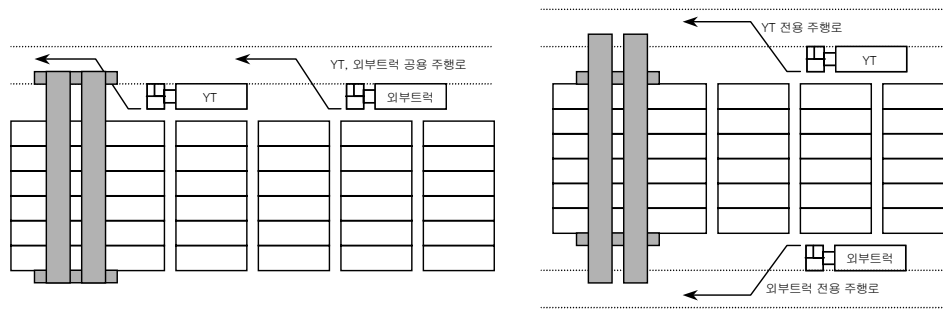
구분	주요 특징
Transponder	<ul style="list-style-type: none"> - Reader, 안테나, 본체로 구성됨 - Reader는 안테나를 통해 주기적으로 Radio Frequency Wave Energy를 송신하고 데이터 정보를 수신하여 Decoding 함 - Reader의 안테나에서 송신된 Radio Frequency Wave Energy를 받아 콘텐서에 저장한 후 데이터 정보를 송신함 - RS-422 인터페이스를 통해 접속모듈에 입력되고 입력되어진 자료는 터치스크린에 출력하거나 주전산기로 송신하게 됨
Hoist	<ul style="list-style-type: none"> - 호이스트가 상승 또는 하강 운전할 때, 호이스트 모터드럼에 설치된 엔코더의 피드백(Feedback)을 받아 위치를 감지 - 엔코더 신호는 고속 펄스 카운터 모듈에 입력되어 거리값으로 변환되어 매 스캔마다 연산을 수행함 - 작업 시작·종료시 마다 절대 위치값을 산출하여 오차를 교정하고 정확한 높이 측정을 유지함
Trolley	<ul style="list-style-type: none"> - 트롤리가 후진 또는 전진 운전을 시작하면 트롤리 모터에 설치된 엔코더의 위치자료를 산출하게 됨 - 엔코더 신호는 고속펄스 카운터 모듈에 입력되어 거리값으로 변환되어 매 스캔마다 송신함 - 작업 시작·종료시 마다 절대위치를 비교하여 위치 이동값과 오차를 교정하여 정확한 트롤리의 위치를 검출함

자료 : (주)싸이버로지텍, (주)토탈소프트뱅크.

또, 하나의 야드 통제 기술로 야드장비유형과 블록설계 변경을 통하여 차량통행 및 장비의 작업효율성을 높이는 방법이 있다. 기존 터미널의 야드크레인과 블록설계는 한쪽 측면에서만 작업이 가능하도록 설계되어 본선 양적하 작업을 수행하는 YT와 반출입 작업을 위한 외부트럭과의 혼선이 많이 발생하고 있다. 이러한 작업 혼잡을 해결하기 위한 방안으로 블록의 양측에 주행로를 두고 양방향으로 작업이 가능한 Cantilever형 크레인을 장치장에 도입하여, YT와 외부트럭의 혼선을 방지하여 차량주행을 작업성격에 따라 분산시키는 기술이 있다. 이렇게 함으로써 장치장 작업의 효율성을 높일 수 있을 뿐만 아니라 차량의 통제가 매우 용이하게 된다.

<그림 4-5>

YT와 외부트럭의 전용 주행방식 개념도



<표 4-11>

No Cantilever 크레인과 Cantilever 크레인의 작업 비교

구분	No Cantilever	Cantilever
차량통행	YT와 외부트럭이 공용으로 주행함	전용주행레인으로 구별하여 YT와 외부트럭을 분산시킴
장비효율성	양적하 및 반출입 작업을 병행하여야 하므로 장비생산성이 낮음	일괄적인 양적하 및 반출입 작업이 가능하므로 장비생산성이 높음
작업 통제	양적하 및 반출입 차량의 혼선이 많이 발생하여 통제가 어려움	주행레인별로 차량이 구별되므로 작업통제가 용이함
장치면적	공용주행로를 사용하므로 장치면적이 늘어남	차량별로 전용주행로를 가지므로 장치면적이 줄어듦

③ 적용 동향

현재 부산신항만의 경우에 야드크레인의 하역작업 효율성을 높이기 위해 다양한 신기술의 적용을 고려하고 있다. 기존 국내 터미널의 야드크레인 생산성은 15개 내외로 선진 터미널의 23개에 비해 낮은 생산성을 보이고 있어 장치장 운영시스템의 신기술 도입은 필수적이라 할 수 있다. 부산신항만에 도입될 야드크레인의 신기술 내용은 <표 4-12>와 같다.

<표 4-12> 부산신항 남컨테이너 부두의 야드크레인 운영 신기술 적용 계획

구분	기존터미널	부산신항
장비유형	No Cantilever	Cantilever
장비보조기능	새시위치 검출기능 없음	새시위치 검출시스템 적용
장비위치 제어	없음	GPS 기술을 적용하여 장비제어
원격장비감시	없음	통제실과 정비실 내에 RCMS를 설치하여 원격으로 크레인 작업 현황 감시
트럭보호시스템	없음	외부트럭의 보호시스템 장착 (차량 lift 방지)
권상능력	Single Lift (20/40ft 컨테이너 1개씩 하역)	Twin Lift (20ft 2개, 40ft 1개 동시 하역)

자료 : (주)싸이버로지텍, (주)토탈소프트뱅크.

(4) 게이트작업 통제 기술

① 기술 개요

터미널의 게이트 통제 작업은 대부분이 인력에 의해 이루어진다. 특히, 국내 터미널의 경우 게이트에서 발생하는 차량의 혼잡이나 반출입 사전정보의 누락 등으로 문제 발생 트럭에 대하여 효율적인 대처가 부족하다. 현재 국내 터미널의 경우 외부트럭에 문제가 발생할 경우에 차량운전자와 통제실의 의사소통 방법은 <표 4-13>과 같다.

<표 4-13> 국내 터미널의 게이트 문제발생 트럭과의 의사소통 방식

구분	의사소통방식	내용
A사	- 스피커를 사용한 일방 소통 - 운전자가 직접 게이트 통제실을 방문하여 의사를 교환함	- 사전정보 도착 여부에 대한 확인 - 반출입시 발생하는 각종 에러 코드에 대한 문의
B사	- 게이트 통제실에서 처리상태에 대한 안내 방송 - 인터폰으로 의사소통도 가능 - 처리상태 확인 가능한 자료를 화면상에 Display함	- 반입 불가시 반입 불가 내역에 대한 안내 방송 - 차량 카드 발급 안내
C사	- 인터폰 및 스피커를 이용한 양방향 소통 가능 - CCTV로 모니터링하여 게이트 통제실에서 직접 처리 - 원격 통제가 불가능할 시에는 운전자가 통제실을 방문하여 문제해결	- 문자 인식에 오류가 발생한 경우 의사소통이 필요 - 사전정보 미도착 또는 사전정보와 일치하지 않을 경우에 사전정보와 관련한 질의 등
D사	- 인터폰 및 스피커를 이용한 양방향 소통 가능	- 사전정보, 모선정보, 컨테이너정보 등에서 오류가 발생했을 시 그 정보들에 대한 질의 및 응답

② 개발 동향

국외 선진 터미널에서는 이와 같은 게이트에서 발생하는 문제트럭에 대하여 자동화 게이트시스템을 도입하여 많은 부분을 해결하고 있으며, 게이트의 정체현상을 해소하기 위해 문제발생 트럭을 별도로 처리할 수 있는 장소를 터미널 내에 설치하여 운영하고 있다. 국내의 경우는 문제가 발생한 트럭에 대해서는 다음과 같은 방식으로 처리하고 있다.

<표 4-14>

국내 터미널의 문제발생 트럭 처리방법

문제발생 원인	처리방법
사전 정보가 없을 경우	운송사에 재전송 의뢰하여 관련 자료 수신 후 처리
현금 수납 관련 문제일 경우	비용 정산 후 처리
세관의 반출 미승인 컨테이너인 경우	업체에 세관 승인여부 확인 의뢰 후 처리
D/O Booking 문제 발생	D/O 미도착시 발생하는 문제이므로 확인 후 반출
반입자료 미전송 시	운송사에 자료전송 요청 후 처리
도주차량으로 등록된 차량	담당자 확인 후 도주차량 등록 해제
반출시 운송사 관련 선사 미등록	선사로부터 반출허가 운송사 문서 접수, 등록 후 반출
위험물 미확인	위험물 담당자가 확인하고 정보 입력 후 반입
모선, 양하항, ISO번호 오류 등 사전 정보와 일치하지 않을 경우	오류자료 수정, 재전송 자료 수신 후 반입
사고, 착오 등으로 지연 도착	Planner실에서 정보 확인 후 조치
Yard Plan 이전에 도착	Yard Plan 실시 후 처리
세관의 반출 미승인	세관의 통관 허가 후 반출
야드 보관 일수 초과	경과보관료 처리 후 반출
야드 내 컨테이너 미 존재	야드에 컨테이너가 없으면 자료 확인 후 반출

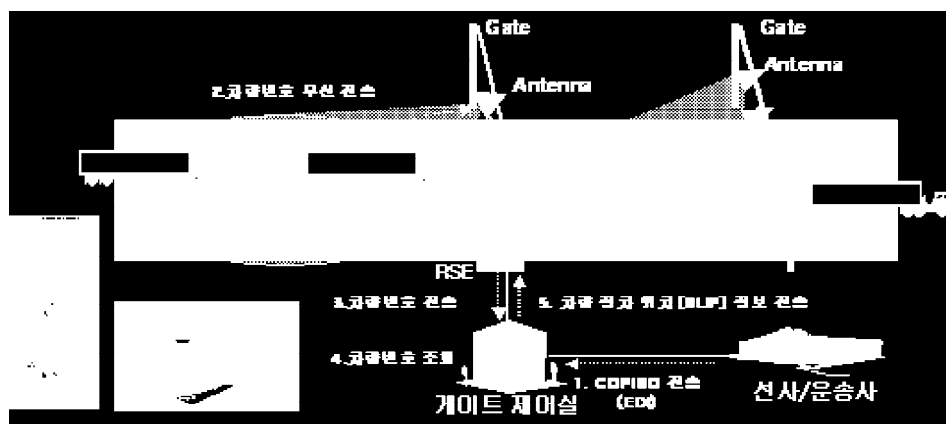
이러한 게이트에서 발생하는 문제트럭의 원활한 해소를 위해서는 게이트에서 발생하는 문제의 유형을 사전에 정의하고 이에 적절한 처리 프로세스를 운영시스템이 갖추도록 해야 한다. 이를 위해서는 게이트에 도착하는 트럭에 대한 정확한 정보의 검색을 위한 영상인식 기술과 트럭의 게이트 도착 이전에 반출입과 관련한 정보를 신속하게 입수하여 문제발생이 예상될 경우 사전에 이를 처리하는 시스템

이 구축될 필요가 있다.

문제발생 트럭을 사전에 처리하기 위한 기술로 게이트 도착 이전에 차량의 정보를 신속히 입수할 수 있는 기술이 현재 개발되고 있는데, 그 대표적인 것이 컨테이너와 차량의 위치를 원격지에서 인식할 수 있는 DSRC(Dedicated Short Range Communication) 기술이다. 이 기술은 외부트럭이 게이트의 인접 지역에 도착하면 무선으로 자료를 송수신하여 반출입 통과에 필요한 작업을 사전에 확인하여 관련조치를 할 수 있기 때문에 게이트의 정체현상을 상당부분 해결할 수 있는 기술로 평가된다. 또한 이 기술을 사용하면 터미널 내에서 외부트럭의 추적이 가능할 뿐만 아니라 차량의 통제에도 활용할 수 있어 효율적인 게이트 통제 기술이라 할 수 있다.

<그림 4-6>

DSRC를 이용한 게이트 통제



자료 : 정봉식 외, 「단거리전용통신(DSRC)망을 이용한 자동게이트통관시스템」, 특허출원번호 2000-15248, Korea, Mar, 2000.

③ 적용 동향

DSRC 무선 통신방식은 지능형교통시스템(ITS: Intelligent Transport Systems)에서 고속도로를 주행하는 차량에 대한 자동요금징수서비스(ETCS: Electronic Toll Collection Service)를 위해 개발된 것으로 유료고속도로의 톨게이트에서 많이 활용되고 있으며, 국내의 경우에도 1997년부터 한국도로공사에서 이 기술을 시험한 결과 기존의 차량 통과시간을 상당부분 단축하였다.¹¹⁾ 현재 국내 터미널에서는 이

11) 1997년부터 ETCS에 대한 시험성능 결과 기존 8초의 통과시간이 2.6초로 줄어들어 차량소통이 3배 이상 증가할 것으로 예측됨.

기술을 이용한 게이트시스템을 개발하고 있다.

(5) 실시간 모니터링 기술

① 기술 개요

컨테이너터미널의 종합관제시스템의 근간이 되는 기술로서 실시간으로 발생하는 터미널의 작업상황을 감지하여 통제하기 위하여 터미널 내에 모니터링시스템을 구축한다. 감시 및 통제의 대상은 하역장비, 작업자, 작업상황 등이며 이들에 대해 장비별 작업내용, 작업자별 작업내용을 실시간으로 파악하여 터미널의 각종 작업결과를 산출하는 데 사용되어진다. 터미널에서의 모니터링 분류는 일반적으로 <표 4-15>와 같다.

<표 4-15>

터미널 모니터링 분류

분류	주요 내용
자원 현황	<ul style="list-style-type: none"> - 장비별 작업 모니터링 - 작업자별 작업 모니터링 - 장비별/작업자별 필요 예상치 조회
자원 배정 조회	<ul style="list-style-type: none"> - 작업자 및 장비 배정
리포트 및 질의	<ul style="list-style-type: none"> - 장비별 생산성 Summary - 작업자별 생산성 Summary - 항로/선박/기간별 작업 예상치 조회

또한, 터미널의 실시간 모니터링에서 얻어진 각종 정보가 실시간으로 제공되어야 하며, 이를 관리자가 쉽게 인지할 수 있도록 통계 처리하는 기능도 함께 구비되어야 한다.

<표 4-16>

작업영역별 모니터링 정보의 가공처리

분류	주요 내용
안벽	<ul style="list-style-type: none"> - CCD 카메라를 통한 작업상황 실시간 제공 - C/C의 작업위치, 생산성, 대기시간 등 실시간 통계처리
야드	<ul style="list-style-type: none"> - CCD 카메라를 통한 작업상황 실시간 제공 - 장치장 컨테이너 적재상황 및 재고현황 실시간 제공 - TC의 작업위치, 생산성, 대기시간 등 실시간 통계처리 - YT, 외부트럭의 통행량 분석정보 실시간 통계처리
게이트	<ul style="list-style-type: none"> - CCD 카메라를 통한 반출입상황 실시간 제공 - 반출입 차량의 평균통과속도, 대기차량 수 등 실시간 통계처리

실시간 가공 처리된 정보는 타 운영시스템의 기초 자료로 활용되어 현 터미널 상황에 맞는 작업의 재분배로 이어지게 된다. 모니터링 항목별 작업내용은 <표 4-17>과 같다.

<표 4-17>

모니터링 항목별 작업내용

대상	주목적
하역장비	터미널 하역장비(C/C, TC, YT 등)의 작업상태, 고장, 대기상태를 파악하여 작업지시를 하기 위한 것이 주목적임
작업자	하역장비 작업자의 작업수행도를 측정하고 작업자별 생산성 결과를 산출하는 것이 주목적임
작업상황	터미널 내 장비 및 작업자의 작업위치, 작업과정을 실시간으로 파악하여 작업간섭이나 작업부하 지역을 검출하고 이를 해소하기 위한 것이 주목적임

② 개발 동향

터미널의 모니터링 기술로서 Nascent Software사의 MIV(Mobile Inventory Vehicle)는 작업자의 최소한의 간섭으로 야드 내의 컨테이너 재고를 실시간으로 관리하는 차량을 이용하는 운영시스템이다. 고성능 카메라와 OCR 기술을 접목한 차량으로 장 치장 재고를 실시간으로 파악하며, 변화된 재고수준을 자동으로 갱신 처리할 수 있다.

정해진 야드의 열을 따라 차량이 주행하면서 전체 터미널의 새시 점유를 파악한다. 컨테이너가 ISO 규격을 준수한 것이어야 하며, 이를 준수할 경우 규격화된 정보를 처리하게 된다.

현재 보증된 재고 정확도는 90%정도이며, 주간과 야간작업에 대해서도 시스템의 성능은 검증되었으며, ISO 규격의 설비를 사용할 경우 RF(Radio Frequency)를 통한 무선관리의 기능을 제공하고 있다. 월 컨테이너 야드에 대해서는 검증된 기술이나, 고단적의 야드에 대해서는 아직 적용되지 못하고 있다.

이 시스템을 이용하여 롱비치항의 머스크시랜드/APM 터미널에서 월 컨테이너 재고관리를 자동화하기 시작하였다.

<그림 4-7>

Mobile Inventory Vehicle 적용 예

자료 : <http://www.nascentsoftware.com>

미국의 Nascent Software사의 RemoteView 시스템은 윈도우 환경에서 Web-Cam 장비 및 비디오 서버를 사용하여 자동으로 설정된 시간간격으로 터미널 상황을 영상캡처하여 전송하는 저비용, 고효율의 감시시스템이다.

터미널의 전체 상황을 비디오 영상으로 기록하는 것을 자동으로 할 수 있어 컨테이너터미널의 전반적인 작업을 실시간 감시하고 모니터링할 수 있으며, 무선 작업관리, 보안, 장비통제 기능을 제공한다.

<그림 4-8>

Nascent Software의 RemoteView

자료 : <http://www.nascentsoftware.com>

또한, 터미널 냉동컨테이너를 관리할 수 있는 모니터링 시스템으로 RCMS (Reefer Container Monitoring System)이 도입되고 있는데, 기존에는 인력에 의해 주기적인 온도검사, 플러그 검사를 하였으나, 본 기술은 냉동컨테이너를 자동으로 모니터링하여 인력절감 및 클레임(Claim)에 대한 대비를 할 수 있다. 현재 원격지

인 관제실에서 모니터링이 가능한 기술수준이며, 원격제어까지 가능한 시스템 개발이 이루어지고 있다.¹²⁾

<표 4-18>

냉동컨테이너 관리방식 비교

구분	재래 방식	RCMS 방식
관리 방식	매 2시간 간격 순찰/기록	관제시 Console에 의한 관리
근무 형태	3교대 방식으로 운영	근무환경 개선으로 2교대 가능
문제점	관리자 근무태만 장애 발생시 즉시 대처 부족	초기 투자비가 많이 소요됨 장애 발생시간 기록을 통하여 관리 자의 근무 파악 가능

자료 : (주)싸이버로지텍, (주)토탈소프트뱅크.

<표 4-19>

RCMS의 주요 기능

구분	내용
4-Pole 전용 모니터링 방식	<ul style="list-style-type: none"> - 컨테이너에 부착되어 있는 4-Pole Signal Plug에서 출력되는 각 Signal들의 상관 관계를 연산하여 이상 상태를 감시 - 4-Pole 신호선을 이용하여 4가지 상태를 관리할 수 있음 <ul style="list-style-type: none"> • Temperature In Range: ON/OFF (AC 24V) • Compressor Running: ON/OFF (AC 24V) • Defrost Running: ON/OFF (AC 24V) • Power Connection: ON/OFF (AC 24V)
PCT (Power Cable Transmission)	<ul style="list-style-type: none"> - 냉동컨테이너 내부에 온도를 조절하는 소형 컴퓨터가 장착되어 있음 - 사용자가 유지해야 될 온도(Set Point)를 설정하면 이를 기준으로 하여 냉매 순환기능(Compressor)과 서리 제거기(Defroster)를 동작시켜 온도를 조절하며 이상이 발생할 경우 이를 사용자에게 알리는 기능 - 외부기기와 연결을 위한 직렬통신(Serial Communication: RS232C) 단자를 장착하고 있어 냉동컨의 상황을 파악 - Container ID, Set Point, Return air temperature, Supply air temperature, Conditions/Status, Alarms 관리 가능

자료 : (주)싸이버로지텍, (주)토탈소프트뱅크.

12) (주)싸이버로지텍 · (주)토탈소프트뱅크, 「부산신항 남컨테이너부두 정보 System 구축방안」, 2003.

③ 적용 동향

장치장 재고 관리시스템인 MIV는 롱비치항의 머스크시랜드/APM 터미널에서 월 컨테이너 재고관리를 자동화하기 시작하였으며, CSX World Terminals, 머스크시랜드와 같은 운송업체에서도 게이트, 야드, 선박, 철도 작업을 모니터링하는 기술로 RemoteView를 사용하고 있고, 푸에르토리코(Puerto Torico), 도미니카 공화국(Dominican Republic), 홍콩, 독일, 호주, 미국 등의 터미널에 설치되어 있다.

부산신항 남컨테이너부두의 경우 냉동컨테이너의 관리를 위해 RCMS 시스템의 도입을 계획하고 있으며, 본 기술 구축시 기본 구성도는 다음과 같다.

<표 4-20>

부산신항 남컨테이너부두의 RCMS 구축시 기본 구성도

구 분	내 용
고려사항	<ul style="list-style-type: none"> - 실시간 중앙 집중식 냉동컨테이너 관리 - 4-Pole 방식, High/Low Band PCT 방식의 혼합형 모니터링 - 무선통신과 SCADA에 의한 각 냉동컨테이너 상태 관제 - 관제실에 Console 설치 및 최소의 유지보수 인력 배치 - 관제시스템, Yard/Billing System과 인터페이스 통합
- RCMS 구성	<ul style="list-style-type: none"> - Main Monitoring Unit 구성 및 기능 - 사용자와 직접 Interface 하는 최상위 시스템으로 GUI환경으로 구현 - 무선 모뎀으로 Sub Monitoring Unit와 통신구축 - 냉동/냉장컨테이너 온도 및 이상상태 감시 - 컨테이너 상태 정보 Display 및 문제발생시 Alarm 기능
	<ul style="list-style-type: none"> - Sub Monitoring Unit 구성 및 기능 - PCT Master Modem은 Slave Model이 장착된 컨테이너와 직접 전력선 통신이 가능하도록 함 - 수집된 정보를 가공하여 무선 모뎀으로 Main Monitoring Unit에 전송
	<ul style="list-style-type: none"> - Local Master Unit 구성 및 기능 - PCT Slave Modem, 4개의 SCADA DAU(데이터 Acquisition Unit)로 구성 - PCT Slave Modem이 장착되지 않은 컨테이너의 상태를 감시

자료 : (주)싸이버로지텍, (주)토탈소프트뱅크.

현재 컨테이너터미널의 모니터링은 터미널 내의 장비 및 컨테이너 감시 및 제어수준에서 안벽하역작업에서 취급되는 컨테이너의 인식에까지 범위가 넓혀지고 있다.

2) 운영시스템 관련기술대안(Operation System)

본 절에서는 컨테이너터미널 하역작업의 실제 장비의 운영, 게이트의 처리 등에 적용하여 터미널의 생산성을 향상시킬 수 있는 신기술에 대하여 분석하였다.

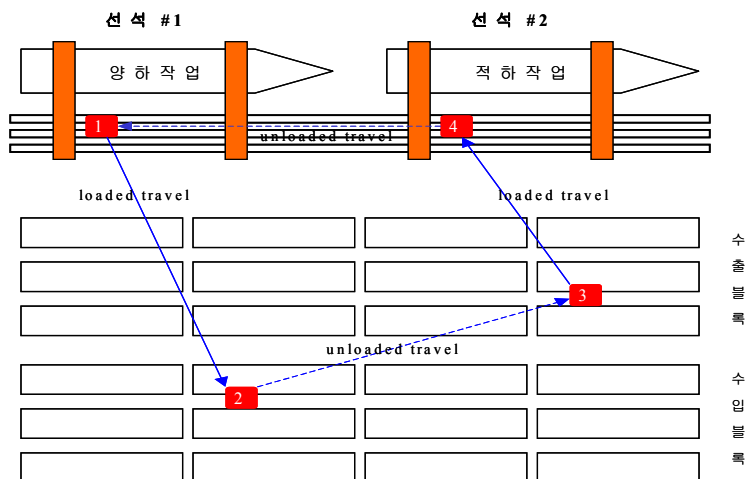
(1) YT 동시 배차 최적화 기술

① 기술 개요

기존의 YT 작업이 양하작업이송이 완료된 후에 적하작업이송을 수행하여 1회 작업 Cycle에서 50%정도의 공차운행을 하게 된다. 그러나, YT Dual Cycle은 양하작업이송과 적하작업이송을 동시에 수행할 수 있도록 YT이송작업과 작업배정을 개선한 운영방식이다. 이 방식으로 하역작업을 수행할 경우에 기존의 YT 공차운행률을 상당히 줄여 이송작업의 효율성을 상당히 높일 수 있어, 일부 선진 터미널에서는 이미 적용되고 있다.

<그림 4-9>

YT Dual Cycle 개념도



YT Dual Cycle 운영의 효율성을 한층 높이기 위해서는 본선 양적하 작업을 하는 C/C의 Dual Operation이 가능해야 하며, 일반적으로 1개 선석으로 운영될 경우에는 YT와 C/C 모두 Dual Cycle로 운영이 되어야만 할 것이다. 그러나, 2개 선석 이상으로 운영될 경우에는 YT 단독으로 Dual Cycle을 적용할 경우에도 작업효과를 볼 수 있다.

<표 4-21>

YT Single Cycle 운영과 Dual Cycle 운영 비교

구분	YT Single Cycle 운영	YT Dual Cycle 운영
운영방식	양하작업후에 적하작업을 수행	양적하 작업을 동시에 수행
차량운행	양하시 장치장→안벽간 공차운행 적하시 안벽→장치장간 공차운행	장치장→장치장⇔안벽→안벽
공차율	50%가량의 공차운행	30% 이하의 공차운행 기대

② 적용 동향

YT 동시 배차를 하기 위해서는 YT의 운영방식뿐만 아니라 계획시스템의 지원이 뒷받침되어야 하며, 실제 현장에 적용하기 위해서는 YT pooling 및 C/C 양적하 운영이 병행되어야 그 효과를 크게 기대할 수 있다. 현재 본 운영기술은 HIT에서 선구적으로 개발하여 터미널에 적용하여 장비 및 안벽의 생산성을 높이고 있으며, 국내에서는 허치슨 부산터미널에서 HIT의 ITDS(Internal Tractor Deployment System)를 국내 실정에 맞게 도입할 계획으로 있다. 또한 부산신항 북측터미널에서도 3개 C/C작업에 본 기술을 적용할 계획으로 설계가 이루어지고 있다.

(2) 자동 Remarshaling과 구내이적 최적화 기술

① 기술 개요

선박의 하역작업시간을 단축시키기 위한 방안으로 본선에 적재될 컨테이너에 대하여 본선적재순서의 역순으로 컨테이너를 운반 장치하는 Remarshaling은 본선 적하작업시 재조작을 감소시켜 작업생산성을 향상시킬 수 있는 기술이다.

이 기술은 야드장비의 유휴시간을 효율적으로 활용하기 위한 방안으로, Remarshaling에 소요되는 시간을 단축하기 위한 최소작업계획이 병행되어야 한다. 대부분의 터미널 계획시스템에 최소작업계획 수립 기능이 구현되어 있어 자동 Remarshaling의 기술의 적용은 작업량이 적은 시간대에 원활한 작업지시가 이루어지면 적용 가능한 기술이라 할 수 있다.

② 개발 동향

자동 Remarshaling 및 구내이적을 위해서는 이와 관련한 최적화 기술의 도입이 이루어져야 한다. 특히, Remarshaling의 경우 반입된 컨테이너를 선박도착 이전에 신속히 재조작하여야 할 필요가 있기 때문에 최적화된 기법과 함께 전문가의 경험

에 의한 규칙베이스의 작업계획이 병행된 운영시스템이 구축되어 최소작업이 이루어질 수 있도록 해야 한다. 또한, 작업지시의 인공지능화가 구비되어 작업가능한 시점을 자동으로 판단하여 작업지시가 이루어지도록 해야 한다.

반출컨테이너나 선적취소, 선사요청 또는 사후 선적예약된 컨테이너에 대한 블록의 적재위치를 변경하는 구내이적의 경우에도 터미널의 작업량이 적은 시간대에 야드장비 작업량을 최대한 줄이고 계획의 변경없이 원활히 이루어질 수 있도록 과거 경험에 의한 작업규칙이나 인공지능적으로 해결할 수 있도록 하는 시스템의 구축이 필요하다.

<표 4-22>

수출입 Remarshaling 계획시 고려사항

구분	고려사항
수출장치장 Remarshaling	<ul style="list-style-type: none"> - 자동 및 수동 계획에 의해 이적 되어야함 - Second Carrier가 정해진 환적 화물 - Free Time 이전에 반입된 수출 화물 - 선석이 변경된 수출화물 - POD나 모선이 변경된 수출 화물 - 반송 컨테이너, Distri-park과 CY사이의 Remarshaling
수입장치장 Remarshaling	<ul style="list-style-type: none"> - 자동 및 수동 계획에 의해 이적 되어야 함 - 장기 체화된 화물 - 반출 요청이 있는 화물 - Distri-park CY사이의 Remarshaling

자료 : (주)토탈소프트뱅크.

③ 적용 동향

국내 터미널의 경우에는 협소한 장치장 면적과 야드 장비의 부족, 낮은 장비 가용, 높은 인력의존도로 인해 본선적하용 컨테이너에 대한 Remarshaling 작업이 원활히 진행되고 있지 않으나, HIT 등 선진터미널에서는 야드 장비의 유휴시간대나 작업 상황을 고려하여 상당부분 적용되고 있다. 향후 개발될 부산신항의 경우에는 작업량이 적은 야간시간대를 활용하여 무인 Remarshaling 운영시스템을 도입할 계획으로 있다.

(3) C/C 자동 양적화 최적화 기술

① 기술 개요

기존의 터미널에서는 본선 작업시에 C/C의 하역작업순서가 양하작업을 마친 후

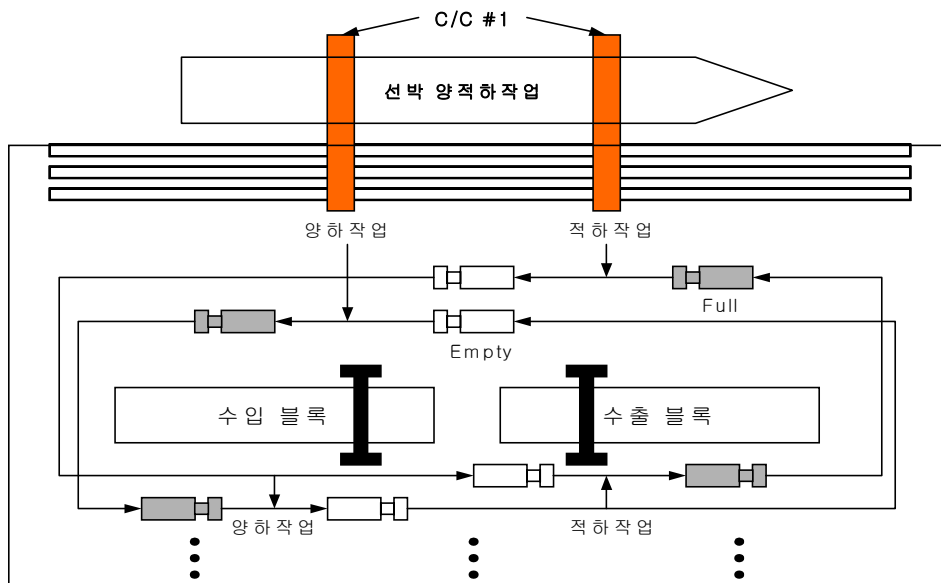
에 적하작업을 수행하였으나, C/C 자동 양적하는 컨테이너의 양하 및 적하작업을 동시에 작업하는 것이다. 이 기술을 C/C dual operation으로 정의할 수 있는데, C/C dual operation은 C/C의 1회 작업 Cycle에서 양하컨테이너를 본선에서 YT에 상차한 후 다른 YT의 적하컨테이너를 선박에 싣는 작업을 동시에 수행하는 것이다. C/C dual operation은 선박의 적부계획에 따라 그 효과가 상당히 차이나게 되는데, Deck 상단의 컨테이너 작업시에는 효과가 적으나, Hold상의 컨테이너 양적하 작업시에는 상당한 작업효과를 기대할 수 있는 운영기술로 평가된다.

② 개발 동향

Dual Cycle System 운영을 위해서는 본선 양적하 작업시에 C/C작업과 YT작업의 Dual Cycle이 동시에 구축되어야만 그 효과가 매우 유용한 시스템이다. 이를 위해서는 본선작업에 투입되는 YT의 추가투입도 고려되어야 하며, 안벽주행레인의 설계에도 다소 영향을 미치게 된다. Dual Cycle System 적용시 C/C 및 YT는 1회 작업 Cycle 동안에 2개의 컨테이너를 하역 또는 운반하게 되며, Dual Cycle 운영기법의 효과는 선박 및 장치장의 컨테이너 적재계획에 따라 매우 큰 차이가 발생하므로 본선계획시 이를 고려한 최적계획 수립이 필요하다. Dual Cycle System의 일반적인 개념도는 다음과 같다.

<그림 4-10>

C/C의 Dual Cycle System 개념도



③ 적용 동향

HIT, CSX 등 일부 선진터미널에서는 본 시스템을 도입하여 운영 중에 있으며, HIT의 경우 본 기술을 적용하여 기존의 하역작업 생산성이 25% 향상되었고,¹³⁾ 국내의 경우에는 부산신항 북측터미널의 3개 C/C작업에 대해 Dual Cycle System을 도입할 계획이다.

(4) 실시간 장비 배정 및 제어 기술(Equipment Real-Time Dispatch)

① 기술 개요

터미널에서 이루어지는 각종 하역작업에 대한 장비의 관리를 실시간으로 모니터링하여 작업지시를 내릴 수 있는 기술로서 기존의 터미널 하역작업에 대한 장비의 작업지시는 무선통신을 이용한 음성이나 무선단말기를 통해서 장비별 기사에게 작업리스트를 부여하는 방식으로 업무가 이루어졌다. 본 기술은 실시간으로 장비들의 상태를 점검하여 최적의 작업지시를 부여하기 때문에 장비의 작업생산성을 높일 수 있다.

또한, 기존의 장비 작업지시는 인력에 의해 직관적으로 지시되거나 선입선출의 방식이며, 작업지시 시점에서의 터미널 상황만을 고려하여 이루어지기 때문에 운영 중에 발생하는 애로사항들에 대한 계획의 변경이 원활하게 이루어지지 않고 있다. 현재 운영 중의 애로사항들은 장비기사의 숙련된 경험에 의존하여 처리되고 그 결과를 중앙통제실로 통보하고 있는 상황이다.

② 개발 동향

최근에 와서는 이러한 장비의 작업배정 및 제어에 있어 수동적·직관적·선입선출의 작업지시에서 더 나아가 실시간으로 장치장의 작업상황을 고려하여 효율적인 작업이 이루어지도록 하는 신기술이 운영에 도입되고 있는 추세이며, 작업지시 후 작업상황의 변경을 재 반영하여 작업순서를 변경할 수 있기 때문에 장비의 작업효율을 높일 수 있는 기술로 인식되고 있다.

본 기술이 실제 실용화된 시스템으로 Navis사의 PrimeRoute¹⁴⁾와 COSMOS사의 TRAFIC¹⁵⁾이 있다.

Navis사의 경우 본 시스템들은 내부에 수리적 최적화 도구(Mathematical

13) 한국허치슨 터미널 주식회사 내부자료(2002)

14) <http://www.navis.com>

15) <http://www.cosmosworldwide.com>

Optimization Tools)가 내장되어 있으며, 터미널 운영시스템과 연동되어 작업상황을 실시간으로 파악하여 장비별 작업목록을 생성해 주는 기능을 갖추고 있다. 야드크레인과 야드 트랙터 장비를 실시간으로 배차(Dispatch)하기 위하여 선박에 대한 작업계획이 초기에 수립되면 이 계획을 최적화하기 위한 도구와 실시간으로 재할당하기 위한 도구를 동시에 사용한다. 최적화된 장비의 pooling 알고리즘으로 장비의 활용도(작업시간, 이동거리)를 극대화시키는 기술이다. 수리적 최적화 도구의 대표적인 것으로는 최근에 도입된 유전자 알고리즘(GA: Genetic Algorithm)과 제약 프로그래밍(Constraint Programming)을 사용한다.

<표 4-23>

터미널 하역장비 배정 및 제어 기술 개발 동향

구분	과거	현재	향후
작업배정	작업리스트 송부	인력에 의한 음성, 무선	실시간 배정
계획수립	인력 + 경험적	직관적 + 전문가	인공지능 + 최적화
작업변경	매우 제한적	부분적이 변경가능	실시간 변경가능
장비관리	일정시점 장비관리	주기적인 장비관리	실시간 장비관리
장비효율	▶ 작업배정에 따라 생산성의 격차가 상당히 크게 발생함	▶ 작업배정에 따라 생산성의 격차가 다소 발생함	▶ 기계적 성능수준에 근접한 작업생산성이 기대됨

<표 4-24>

Navis 시스템과 COSMOS 시스템의 비교

구분	Navis	COSMOS
적용기법	Mathematical Optimization(수리모형) & 유전자 알고리즘(GA)	Heuristic Method(탐색적 기법) Tour Construction&Improvement
적용대상	TC, YT에 작업할당 및 배차	TC, SC, YT, RS의 작업할당 및 배차

자료 : <http://www.navis.com>, <http://www.cosmos.be>

COSMOS사의 TRAFIC의 경우 장비를 효율적으로 통제하기 위한 시스템으로 이미 10년 전에 설계가 되어 터미널의 범용적인 시스템으로 개발되었다. 주요 구성 모듈은 장비할당(Equipment Allocation), 작업대기관리(Task & Work Queue Management), 할당최적화(Assignment Optimization), 교통통제 등으로 구성되어 있다.

장비할당과 작업관리 모듈에서는 모든 작업에 대한 대기를 순서화된 리스트로 관리하고 순서조정(re-sequence)이나 그룹화가 가능하도록 설계되어 이들 자료를 토대로 할당최적화 모듈에서 작업배정을 하게 된다. 작업배정시 고려사항은 총 주행거리, 빈차 주행거리 등의 비용모수에 대해서 가장 비용절감 효과가 큰 할당전략을 자동으로 수립하는 것으로 도로지도(road map)와 작업영역(work area)을 가지고 이송경로를 최적화하여 순서를 도출하는 것이다. 주요 특징은 교통흐름(Traffic Flow)을 최적화하고 모든 유형의 장비에 적용가능하고 비용모수에 기초한 알고리즘을 적용하는 것이며, 장점으로는 장비배차자의 업무부하를 줄이고 장비의 활용도를 높일 수 있다는 것이다.

③ 적용 동향

장비 작업배정 및 제어 기술과 관련하여 대부분의 컨테이너터미널에서는 기존의 수작업을 전산화하여 사용상의 편의성을 많이 적용하였으며, 자체개발에 의존하는 터미널도 상당부분을 차지한다.

<표 4-25>

장비 배정 및 제어 기술 적용

구분	내용
적용기술	시뮬레이션, 전문가시스템, 최적화 기술, 탐색적 해법
주요개발사	Navis(미국), COSMOS(벨기에), TSB(한국)
주요시스템	SPARCS/PrimeRoute, TRAFIC, Resource Planning
적용성	<ul style="list-style-type: none"> - TC 및 YT 장비의 작업지시에 효율적으로 적용할 수 있음 - 국내 터미널의 경우 적용되고 있지 않음 - HIT등 선진터미널에서는 적용 중에 있으며, 국내에서도 곧 적용할 것으로 보임(HBCT) - 야드 장비의 비적재거리 30% 감소, 장비효율 10% 향상효과가 있음

Navis PrimeRoute는 유전자 알고리즘과 제약 프로그램으로 장비의 작업할당을 하고, 장비에 대한 동적인 작업 재할당을 위해서 SPARCS Simulation 기능도 활용되고 있다. 이 때 사용되는 시뮬레이션은 다른 운영 전략을 평가하여 사후 분석을 한 후 터미널 재구성에 대한 영향을 평가한 후 다시 단기간에 대한 예측을 통해서 학습효과를 가지도록 설계되는 것이 일반적이다. 이 시스템을 적용할 경우 생산성 향상효과는 야드 장비의 비적재거리가 30% 감소되며, 장비효율이 10% 향상되는

효과가 있는 것으로 조사되었다.¹⁶⁾

COSMOS사의 TRAFIC은 장치장 하역장비인 스트래들 캐리어(Straddle Carrier), RTG, RMG, 리치스테커, 포크리프트트럭(Forklift Truck) 등의 모든 사용 가능한 장비의 컨테이너 이송에 대해서 작업할당이 가능하여 본선 양하 또는 적하, 트럭 작업, 철송작업, 야드작업 등에 적용이 가능한 시스템이다. 본 기술을 실제 터미널에 활용하기 위해서는 장비의 모니터링이 필수적으로 갖추어져야 한다.

(5) 반출입 예약제

① 기술 개요

반출입 예약제는 화주 또는 화주를 대신하는 경제주체(포워더, 운송회사)가 수입 컨테이너 화물의 도착정보를 컨테이너터미널로부터 사전에 입수하여 화물을 인출하고자 하는 날짜와 시간을 터미널 운영자와 협의를 거쳐 결정한 후 정해진 반출입 일자에 맞추어 컨테이너가 반출되도록 터미널 운영자와 컨테이너 운송을 책임진 경제주체들이 서로 협조하도록 하는 예약시스템이다.

② 개발 동향

현재 반출입 예약제는 외부트럭이 터미널 방문 이전에 반출입 시간을 터미널에 통보하는 단계에서 터미널 측에서 반출입 시간대를 권장하는 방안도 함께 고려되고 있는 수준이다. 터미널에서 반출입 시간대를 사전에 권유하기 위해서는 트럭 도착시간대에 터미널의 작업상황을 충분히 예측하는 시스템의 기능도 구비되어야 할 것이다.

반출입 예약제가 원활히 시행될 경우에 터미널에서는 크게 다음과 같은 세 가지의 작업효과를 기대할 수 있다.

가. 컨테이너 재조작(rehandling) 감소

반출입 예약제 시행으로 인해 반출입 컨테이너에 대한 사전 예약 정보를 활용한 야드 운영으로 평균작업 횟수는 4회에서 2회로 감소되어 장비의 활용도가 제고되고 야드의 생산성이 향상된다.

16) Andreas Neyer, "Optimal Real-Time Dispatch to Maximize Equipment Utilisation", *The Terminal Operations Conference & Exhibition 2002 ASIA*, 2002.

나. 장치 효율 증가

계획된 반출입으로 컨테이너 장치효율 향상에 따른 소요 장치면적이 1/2로 감소되며, 신규 터미널의 경우 장치 단적을 줄일 수 있고 기존 터미널의 경우 물동량의 증가로 인한 야드의 부족현상을 해소할 수 있는 운영방안이라 할 수 있다.

다. 외부트럭 대기시간 및 터미널 내 체류시간 단축

반출입 계획으로 야드 내의 원활한 차량흐름을 유도할 수 있고 이에 따른 터미널내부의 체류시간(truck turnaround time)이 단축되며, 운송사와 화주 입장에서 터미널에서 정확하고 신속한 서비스를 제공받을 수 있다.

또한, 반출입 예약제의 시행은 터미널 운영자의 입장에서 원할한 야드 운영계획을 수립할 수 있어서 경쟁력 확보에 유리하며, 운송사의 화주는 물류비 절감에 크게 도움을 받을 것이다. 또한, 터미널의 운영패턴의 변화로 인해 운송사의 업무패턴이 예약제로 변경되어 상호 신뢰성에 바탕을 둔 효율적인 운영방안이 될 수 있다.

③ 적용 동향

홍콩의 HIT에서는 실제 적용 중이지만 국내 터미널은 통신 여건 및 충분한 정보 공유가 미비하여 시스템이 운영되고 있지 않다. 그러나 반출입 예약에 필요한 업무 프로세스 및 기술적인 요소들을 해결한다면 국내 실정에 맞는 새로운 표준모델을 개발할 수 있을 것이다.

(6) YT 운영 규칙 최적화 기술

① 기술 개요

YT 운영 규칙 최적화 기술은 기존의 터미널에서 본선작업시 C/C와 YT 조별 편성작업을 하는 형태의 틀에서 벗어나 다수의 C/C에 대해 다수의 YT를 유동적으로 최적배차하여 장비의 효율성을 높이는 기술로서, 일반적으로 YT pooling System으로 정의한다. 통상적으로 YT 최적배차에는 차량의 작업 현황을 실시간 모니터링하여 최적배차계획을 실시간으로 지시하는 시스템이 구축되어야 한다.

② 개발 동향

본 기술은 터미널의 운영규모에 따라 한 선석을 대상으로 하는 YT pooling과 2개 이상의 선석을 대상으로 하는 YT pooling으로 구분지어 장비의 효율적 운영을 가늠할 수 있다.

가. 한 선석을 대상으로 하는 YT pooling

한 선석에 할당된 다수의 C/C에 대해서 YT가 조별 작업을 할 경우, 각각 C/C작업 상태에 따라 YT를 유연성 있게 배차할 수 있다. 특히 C/C가 해치커버 작업 중일 경우는 인접한 C/C의 컨테이너 이송작업에 할당되어 작업할 수 있어 효과적이기는 하지만 전체 본선작업의 생산성에서의 효과는 크지 않다.

나. 두 선석 이상을 대상으로 하는 YT pooling

두 선석 이상을 대상으로 하는 YT pooling은 두 선석에 접안한 선박의 작업이 YT 진행방향에 대해서 적하작업과 양하작업의 순서를 따라야 한다. 두 선석에 작업이 할당된 YT 모두를 하나의 작업조로 할 경우 선석별로 구분된 조별 작업에 비해서 어느 정도 효과적인지는 수출 컨테이너와 수입 컨테이너의 장치위치에 영향을 받으므로 터미널의 장치장 계획에 따라 그 성능이 다르게 나타날 수 있어 효율적인 장치장 계획과 병행하여 도입될 필요가 있다.

<표 4-26>

YT 조별운영과 pooling 운영 비교

구분	YT 조별운영	YT pooling 운영
운영방식	C/C별로 고정된 YT대수 투입	C/C별로 유동적인 YT 투입
대기시간	조별운영으로 YT의 C/C 대기시간이 많이 발생함	유동적 운영으로 YT의 C/C 대기시간을 상당부분 줄일 수 있음
작업생산성	YT가 특정 C/C에 종속되어 작업의 가용률이 낮음	YT가 여러 C/C에 자유롭게 작업이 투입되므로 장비의 가용률이 높음

YT pooling을 본선작업에 효과적으로 적용하기 위해서는 YT기사에게 실시간 작업지시를 위한 통신용 단말기를 지급하여 매번 최적 작업지시가 이루어져야 한다. 또한 전체 YT의 작업상황을 모니터링하는 기술과 최적 배차 기술이 필수적으로 요구되며, 신속한 작업지시를 위해서 무선LAN시스템도 구축되어야 한다.

③ 적용 동향

HIT, CSX World Terminal 등 선진 터미널에서는 이미 도입되어 운영 중에 있으며, 국내에서는 한 선석 대상의 pooling을 적용할 계획으로 있다.¹⁷⁾

17) 허치슨 부산 컨테이너터미널은 HIT에서 사용되는 운영기법을 2004년에 도입할 계획으로 있음.

(7) 게이트 자동화 기술

① 기술 개요

게이트 업무는 터미널에 반출입되는 외부트럭과 컨테이너의 관련정보를 신속·정확하게 입수하고 인력에 의한 작업이 아닌 무인화하는 시스템을 구축하고 있는 추세이다. 이러한 무인화된 게이트 업무를 위해서 관련 요소 기술(Bar-code, Smart Card, OCR 등)이 접목된 게이트시스템이 많이 개발되고 있다.

<표 4-27>

게이트 자동화 시스템

구분	내용
개요	<ul style="list-style-type: none"> - 실시간 반입처리, 반출처리, 기타 컨테이너의 대외 이동에 대한 업무처리와 사전정보시스템 구축 - 야드 장치계획과 연계되어 자동으로 업무를 처리하기 위한 시스템
목표	<ul style="list-style-type: none"> - 게이트의 인력의존을 제거한 완전 무인화와 업무의 무인화를 달성 - 자동처리로 인한 업무효율을 증대시키고 실시간으로 처리된 정보를 시스템과 연계처리
고려사항	<ul style="list-style-type: none"> - 자동처리를 위한 업무의 표준화 작업 - 작업의 성격에 따라 최소한의 게이트 업무만을 재정의 - 외부트럭기사와의 업무분쟁을 해소하기 위한 명확한 증빙서류 체계 등

② 개발 동향

실제 사용되고 있는 시스템의 예로 광학문자인식시스템(Optical Character Recognition System)은 차량번호와 컨테이너번호를 영상으로 촬영하여 광케이블로 영상정보를 게이트운영컴퓨터로 전송한다. 전송되어진 영상정보는 게이트운영컴퓨터에서 번호를 해독하여 데이터베이스에 저장되게 된다. 아직까지는 글자식별이 곤란한 경우가 다소 발생하여 인력의 지원을 받고 있다. 특히 컨테이너의 Damage 관리기능이 큰 약점으로 인식되고 있다. 그러나 이를 보완하여 형상(Image)을 인식하는 기술의 진보가 최근에 많이 발전되어 형상인식에 기초한 게이트시스템(OCR-based gate system)의 개발 및 도입이 가속화되고 있는 상황이며, 바코드와 영상인식의 단점을 보완한 게이트 무정차인식시스템으로 DSRC시스템이 개발되고 있다. 이 기술은 외부트럭이 게이트의 인접 지역에 도착하면 무선으로 자료를 송수신하여 반출입 통과에 소요되는 시간을 대폭적으로 단축할 수 있다.

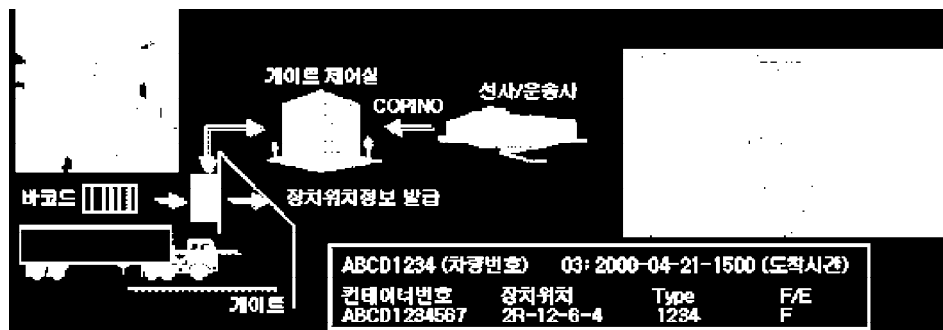
국내 터미널의 경우 현재 사용되고 있는 게이트 업무는 크게 Bar-Code와 문자인식시스템이 도입되어 있으며, 각 기술의 장단점은 다음과 같다.

<표 4-28> Bar-code시스템과 문자인식시스템 비교

구분	Bar-code시스템	문자인식시스템
인식대상	외부트럭 번호	외부트럭 번호 + 컨테이너 번호
신뢰성	Bar-code에 입력된 정보이므로 거의 100%의 인식보장	현재 기술로 80-90%의 인식률을 보임
대체성	Bar-code 체계의 변경이나 차량번호의 교체시에 Bar-code 신규발생이 필요함	부분적인 S/W의 변경이 요구됨
확장성	신규차량 발생시 마다 Bar-code 발생이 필요함	특별한 변경사항 없음
보안성	분실 또는 차량변경시에 신규발행	보안성이 높음

<표 4-28>에서 시스템의 대체성이나 확장성 측면에서는 문자인식기술을 이용한 영상인식시스템이 전체적으로 우수한 운영방식으로 평가될 수 있으나, 현재까지는 인식률의 저하가 가장 단점으로 지적되고 있다. 그러나, 현 개발 추세는 영상인식기술을 활용한 게이트시스템이 주도적이며, 이러한 게이트 자동처리시스템의 개발로 이스라엘의 Hi-Tech Solution사의 SeeGate System, 벨기에 Camco Technologies사의 SuperGate System,¹⁸⁾ 미국 Nascent Software사의 SYNAPSE¹⁹⁾ 등이 있다.

<그림 4-11> Bar-code시스템과 문자인식시스템 운영방식



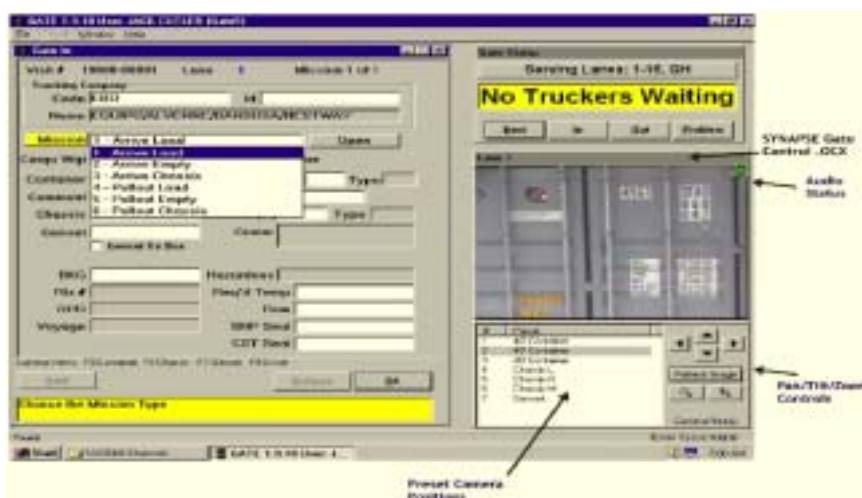
자료 : 정봉식 외, “단거리전용통신(DSRC)망을 이용한 자동게이트통관시스템”, 특허출원번호 2000-15248, Korea, Mar, 2000.

18) <http://www.camco.be>

19) <http://www.nascentsoftware.com>

특히, SYNAPSE의 AGS(Automated Gate System)는 OCR/CCR 기술과 같은 최신의 하드웨어 기술을 접목하여 차량인식 및 화물의 손상여부 파악이 가능하며, 일기변화에도 무난하게 사용이 가능한 시스템이다. 또한, 컨테이너 및 새시에 대한 95% 인식률을 보장하고 있다. ISO 규격의 컨테이너에 대해서는 100%의 정확도를 가지는 것으로 발표되고 있으며 하드웨어, 소프트웨어, 케이블(cable) 모두를 turn-key로 설치하며, 2096RGB라인 스캔 카메라를 채택하여 2mm 이하의 형상도 인식이 가능하며 최대 차량 주행속도 25mph(miles per hour)까지도 검출할 수 있다. PC 기반의 조작시스템으로 운영이 간편하고 터미널 운영시스템 및 중앙시스템과의 연결이 가능한 인터넷 기반으로 구축이 가능하다는 장점도 가지고 있다.

<그림 4-12> Nascent Software사의 SYNAPSE AGS



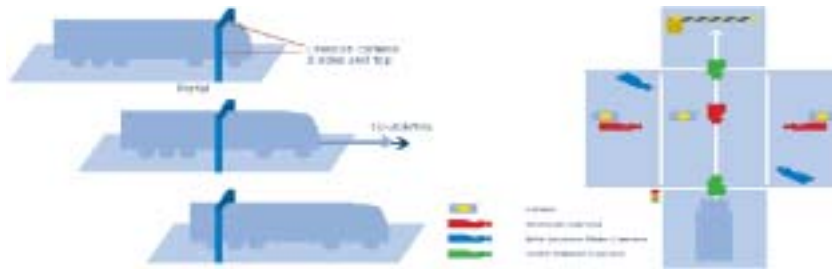
자료 : <http://www.nascentsoftware.com>

High-Tech Solution사의 SeeGate System은 H/W, S/W가 통합된 게이트시스템으로 반출입 처리시간이 10초 이하이며, 레인별로 설치가 가능하도록 한 시스템이다.²⁰⁾ Camco사의 SuperGate System 또한, 모든 게이트 업무를 자동으로 처리할 수 있는 시스템으로 터미널의 보완성에 특히 중점을 두고 개발되었으며, 인력에 의한 사고 방지 및 반출입되는 차량 및 컨테이너의 정보가 실시간으로 시스템에 입수되며, 화물의 손상여부를 영상으로 저장하여 인터넷으로 제공하는 기능도 갖추고 있어

20) Cargo Systems, *Terminal Automation*, November 2002.

선사 및 화주의 클레임에 대비성을 높인 시스템이라 할 수 있다.

<그림 4-13> Camco Technologies사의 SuperGate System



자료 : <http://www.camco.be>

<표 4-29> 주요 개발사 게이트시스템

구분	개발사	시스템 특징
SNAPSE AGS	Nascent Software (미국)	<ul style="list-style-type: none"> - OCR/CCR 기술을 접목하여 차량인식 및 화물손상 파악 - 컨테이너 및 새시에 대한 95%의 인식률 보장 - H/W, S/W, Cable 설치 모두 제공 - 일기변화에 상관없이 운영이 가능 - PC 기반의 간단한 조작으로 운영이 가능 - TOS/Hoist System과 손쉬운 연결이 가능(인터넷 포함) - 자동처리뿐만 아니라 인력에 의한 Remote 운영이 가능 - 하드웨어 설치에 고비용이 소요됨
SeeGate System	Hi-Tech (이스라엘)	<ul style="list-style-type: none"> - 통합된 컨테이너 문자인식시스템(컨테이너 ID코드, 트럭 라이선스 플랫폼번호, 새시 번호 등) - 레인별로 설치가 가능하여 선별설치가 좋음(7개의 CCD Camera 설치) - 10초 이내의 게이트 반출입 업무처리가 가능 - H/W, S/W의 통합 설치 - 연속적인 노출방식을 사용하여 저에너지 소비 - 높은 정비수준 및 저비용의 시스템 구축가능 - 한 대의 PC에서 여러개의 레인을 통합 관리함
SuperGate System	Camco Technologies (벨기에)	<ul style="list-style-type: none"> - 차량기사, 차량번호, 화물 손상유무 파악이 가능하며 보완성을 높인 게이트시스템 - 기상여건에 영향이 적은 영상인식시스템 - 30km의 차량주행에도 인식이 가능함 - 시스템 설치시 가격대를 맞춘 시스템(25만달러 정도) - 라인스캔과 배열스캔 카메라를 동시에 사용하여 정보인식의 에러율을 2% 이내로 줄임

③ 적용 동향

SYNAPSE AGS시스템은 미국의 Nascent Software사에서 1999년 이후 북미지역의 게이트 운영을 성공적으로 자동화시켰으며, Sealand, CSX World Terminals, Norfolk Southern, CSX LLC에서도 사용되고 있는 게이트시스템이다. 이 시스템은 하드웨어 설치시에 고비용이 소요되는 단점이 있다.

High-Tech Solution사의 SeeGate System은 현재 미주 지역의 로스앤젤레스항(12개 레인에서 사용), 롱비치항에 현재 68기가 운영 중에 있으며, San Pedro 터미널에서는 56기의 SeeGate System이 발주된 상태이다. SuperGate System도 Harwich의 UK항만에 2002년 9월에 설치되었고, 벨기에 안트워프의 투르크(Turku)항과 한코(Hanko)항에서 현재 운영 중에 있다.

영상인식 기술을 이용한 게이트 자동화 기술도 국내 터미널에 일부 적용되고 있는데, 현재까지는 영상인식의 인식률 오차가 있어 100% 신뢰성을 가지고 있지는 않지만 기술의 진보로 볼 때 차세대 게이트 운영시스템의 주류가 될 것으로 보인다. 대표적인 터미널은 허치슨 부산, 한진(감천), 신선대 등이며 이들 터미널에서는 컨테이너와 차량의 번호인식에만 본 기술을 접목하여 사용하고 있으나, 컨테이너의 Damage 관리는 인력에 의존하고 있다. 부산신항 남컨테이너터미널의 경우는 개장 시점을 고려하여 영상인식에 대한 기술적 신뢰성이 많이 개선될 것으로 예상하여 터미널의 자동화 추세를 고려하고 있다.

<표 4-30>

게이트 자동화 도입

구분	설치지역
SNAPSE AGS	- 북미지역에 주로 도입되어 있음 - Sealand, CSX World Terminal, Norfolk Southern, CSX LLC 등
SeeGate System	- 로스앤젤레스항(12개 레인), 롱비치항(68기 발주) - San Pedro 터미널에서 56레인 발주
SuperGate System	- Harwich UK, Antwerp Turku, Hanko
국내 터미널	- 영상인식시스템 기술 도입(자성대, 신선대, 한진감천 등) - 컨테이너 Damage Check는 인력에 의존 - DSRC 기술을 접목한 무정차인식시스템 개발 중

3) 계획시스템 관련기술대안(Planning System)

(1) 본선계획 최적화 기술(Integrated Yard/Vessel Planning)

① 기술 개요

본선계획 최적화 기술은 본선뿐만 아니라 장치장의 작업상황을 실시간으로 파악하여 본선계획을 수립하며, Planner에 의한 작업뿐 아니라 자동계획수립이 지원되어 신속한 터미널 계획업무를 수행할 수 있도록 하는 기술이다. 이 기술은 터미널의 생산성 향상과 자원의 효율적인 관리를 가능하게 하며, 특히 2개 선석 이상을 운영하는 규모가 큰 터미널의 경우 도입효과가 크다. 자동계획 수립시 본선 및 야드 상황을 동시에 고려한 작성규칙을 부여하게 되면 장비의 불필요한 작업량을 줄일 수 있어 계획수립과 장비효율성을 높일 수 있는 기술이라 할 수 있다.

<표 4-31>

본선계획 최적화 기술

구분	과거	현재	향후
계획자	인력	인력 + 전용도구	전용시스템
기술성	직관적 + 경험적	규칙베이스 + 전문가	전문가 + 최적화
확장성	제한적	관련업무와 부분연계	계획시스템과 통합
생산성	과다한 작업시간 소요	시간 및 편의성 높음	실시간의 계획수립

② 개발 동향

이전의 터미널 본선계획 수립은 수작업에서 단순전산화를 거쳐 자동계획 수립으로 기술이 진보되어 왔다. 그 결과로 현재 전문 솔루션 업체에서는 최적화 기술들이 다수 개발되어 있으며, 시스템을 계속 업그레이드 하고 있는 중이다. 대표적인 시스템으로 Navis사의 SPARCS, COSMOS사의 SHIPS, TSB의 CATOS 등이 있으며 이들 솔루션은 모두 단순전산화 수준을 넘어 최적화·자동화 수준의 기능들을 제공한다.

<표 4-32>

본선계획 수립 형태

구분	과거	현재	향후
작성수준	수작업 및 단순전산화	부분 자동계획	수동/자동 통합계획

본선계획 시스템과 관련하여 주요 개발사의 내용을 살펴보면, Navis사에서 개발한 SPARCS(Synchronous Planning and Real Time Control System)는 대표적인 터미널 계획 관련 솔루션 패키지로 사용자의 편의성을 높인 시스템으로 평가되고 있다. 본 시스템은 최적화된 자동계획수립 기능을 제공하며, 각 기능은 모듈단위로 구성되어 있기 때문에 필요시 선택적으로 기능의 확장이 가능하다는 것이 특징이다. SPARCS는 양적하계획뿐만 아니라 장치장계획, 철송계획, 장비할당전략 등의 기능확장도 가능하며, 각 기능은 자동계획을 지원하도록 설계되어 있다. 또한, PowerStow 시스템은 선사에서 사용하는 선박의 Stowage Plan(선적계획)용 솔루션으로 대부분의 선사에서 널리 사용되고 있으며, 터미널의 선적계획 솔루션과 유사하다.

<표 4-33>

Navis사의 SPARCS

주요기능	내용
AutoStow	컨테이너속성을 고려한 수동 및 자동양적하계획 수립기능으로 장비의 작업스케줄 작성과 작업상황을 실시간으로 모니터링할 수 있는 기능이 추가로 제공되며, 장치장의 RTG 이동거리를 최소화하는 계획수립이 가능함
Expert Decking	터미널의 장치장 현 상황을 고려하여 컨테이너의 장치장 위치를 사용자 지정에 따라 자동으로 지정하며, 재조작 작업을 최적화하는 계획수립 기능을 구비하고 있음
PrimeRoute	Straddle Carrier에 대한 장치장 재조작 작업지시 기능
Stability, Stress	선박 안정성(복원성) 테스트 기능
Reefer Monitoring	냉동컨테이너의 전원관리를 위한 모니터링 기능
Quay Commander	안벽의 작업상황, 작업생산성, 작업시간 등을 실시간으로 파악할 수 있는 기능
ShipEditor	선박의 Loading Profile 작성기능

자료 : <http://www.navis.com>

<그림 4-14>

Navis사의 PowerStow

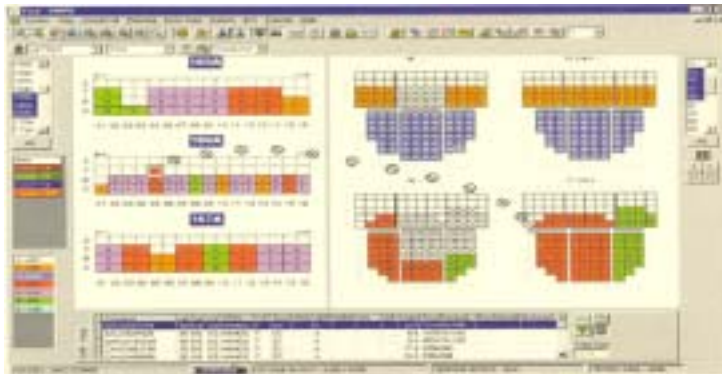


자료 : <http://www.navis.com>

COSMOS사에서 개발한 본선계획시스템으로 SHIPS가 있다. 이 시스템은 선박의 양적하계획을 수동/자동으로 수립할 수 있으며, 생성된 결과를 EDI로 변환하여 선사에 쉽게 전송할 수 있도록 설계되었고, 또한 컨테이너선뿐만 아니라 연안선, 바지선 등의 양적하계획을 최적화하는 알고리즘도 추가 제공 가능하며, Window 2000기반에서 설치·운영되는 시스템이다.

<그림 4-15>

SHIPS 시스템 예



자료 : <http://www.cosmosworldwide.com>

국내에서도 전문개발업체인 (주)토탈소프트뱅크에서도 본선계획을 최적화하는 CATOS(Computer Aided Terminal Operation System)를 오래 전부터 국내외 터미널에 제공하고 있으며, 시스템의 개선을 해 왔다. 이 시스템은 본선계획뿐만 아니라 장치장계획, 작업통제 및 관리기능도 지원하고 있는 통합계획시스템이라 할 수 있다.

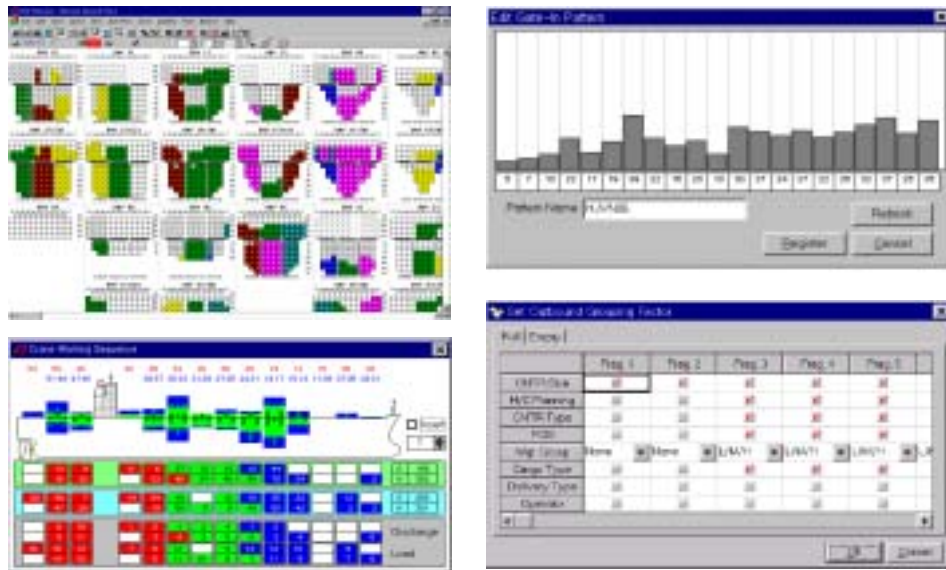
<그림 4-16>

CATOS에서 제공하는 본선계획시스템



자료 : (주)토탈소프트뱅크.

<그림 4-17> Ship Planning 및 Yard Planning 통합시스템 Prototype



자료 : (주)토탈소프트뱅크.

<표 4-34> 주요 개발사 기술 비교

구분	NAVIS	COSMOS	TSB
설립년도	1988년	1992년	1988년
주요제품	SPARCS	CTCS, SHIPS	CATOS
Server 환경	MAC OS	AS/400	UNIX, Win2000(NT)
자동화수준	Expert Level	Basic Level	Expert Level
시장점유율	22.0%	6.6%	6.3%
비교우위	▶ M/S 1위 기업 ▶ 북미 지역 강세 ▶ 시스템의 폐쇄성	▶ 유럽지역 강세 ▶ 확장성 부족	▶ 전 제품의 수직계열화 ▶ 아시아지역(국내) 강세 ▶ 자동화, 최적화

자료 : (주)토탈소프트뱅크.

③ 적용 동향

본선계획과 관련하여 대부분의 컨테이너터미널에서는 기존 수작업을 전산화하여 사용상의 편의성을 많이 적용하고 있으며, 자체개발에 의존하는 터미널도 상당부분을 차지하고 있다.

<표 4-35>

본선계획 최적화 기술 적용

구분	기술 내용
적용기술	최적화 기술 및 전문가시스템 기술 접목
주요개발사	Navis(미국), COSMOS(벨기에), TSB(한국)
주요시스템	SPARCS, PowerStow, SHIPS, CATOS
적용성	- 주요 선진 터미널(HIT, 싱가포르)과 일부 터미널에서는 자체개발에 의존하고 있음(65.1%) - 전문개발업체에 의존한 터미널도 상당수 있음(34.9%)

(2) 수출입장치장 활용계획 최적화 기술

① 기술 개요

장치장 할당계획(Yard Allocation Planning) 기술은 효율적인 장치장 작업을 위해 수출입 컨테이너의 야드 내 최적장치위치를 결정하는 계획수립 기술이다. 여기에는 컨테이너 속성에 따라 수출 장치장계획, 수입 장치장계획, 개별 컨테이너 할당 계획으로 구분된다. 컨테이너의 최적장치위치를 결정하기 위해서는 하역작업시 재조작 작업을 최대한 줄일 수 있는 Rule-based, 전문가시스템, 인공지능 수준의 계획수립이 필요하게 된다.

② 개발 동향

장치장 할당계획시스템 기술은 장치장 계획을 최적화함으로써 컨테이너터미널의 처리능력을 기존 방식에 비해 향상시키는 기술이라 할 수 있으며, 장치장계획과 관련하여 다양한 연구들이 수행되어 왔다.

<표 4-36>

장치장 할당계획 기법 연구문헌조사

저자	장치장 할당계획 기법
D.J.Kim & Y.T.Park ¹⁾ (1999)	<ul style="list-style-type: none"> - 컨테이너 장치위치 결정법에 출고지역, 출고날짜, 무게 등의 복합 결정요소를 적용하여 이를 자동화하는 계획시스템을 구현한 사례임 - 장치위치를 결정하는 요소로 반출시간, 무게, 목적지의 복합요소를 고려하였음 - 실제로 근거가 입증된 논리를 이용하여 실제적인 시스템을 구현하려는 개발자들에게 필요한 내용들을 담고 있음
K.H.Kim, et al. ²⁾ (1997)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수출 장치장 장치위치계획 - 수출 컨테이너 장치문제 중에서 도착하는 수출 컨테이너에 대하여 구체적인 장치위치를 결정하는 슬롯위치결정문제를 동적계획법을 이용하여 모델링하였음 - 도착하는 컨테이너에 대하여 무게를 고려하여 재취급이 최소화되는 장치위치를 결정하는 방법을 제시하였음 - 개발된 의사결정규칙은 최적의사결정방법과 비교하여 효율성이 검증되었음

장치장 할당계획 기법 연구문헌조사(계속)

저자	장치장 할당계획 기법
김갑환, 박강태 ³⁾ (1997)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수출 장치장 공간할당계획 - 수출용 컨테이너의 도착에 관한 정보와 장치장 정보를 이용하여 앞으로 도착하는 컨테이너를 위하여 어느 블록에 얼마만큼의 공간을 예약해 놓을 것인가를 계획함 - 순차적인 의사결정(Sequential Decision Making)에 의한 발견적 기법과 라그랑지 완화법(Lagrangian Relaxation)에 기초한 발견적 기법으로 문제를 풀었음 - 탐색 알고리즘으로는 빔 서치(Beam Search) 방법을 사용하였음
K.H.Kim & H.B. Kim ⁴⁾ (1999)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수입 장치장 공간할당계획 - 수입 컨테이너의 도착비율이 constant, cyclic, dynamic 경우로 구분하여 각각에 대하여 재취급(rehandle)을 최소화하는 수입 컨테이너 장치장의 공간을 할당하는 문제의 해법을 제시하였음 - 수입장치장의 stack의 높이와 재취급의 관계식을 제시하였음

주 : 1) D.J.Kim & Y.T.Park, "A Planning Based Slot Assignment System for Containers", 「한국지능정보시스템학회논문지」, 제5권, 제1호, 1999.

2) K.H.Kim, Y.M.Park, and K.R.Ryu, "Deriving Decision Rules to Locate Export Containers in Container Yard", *European Journal of Operations Research*, Vol.124, 1997.

3) 김갑환 · 박강태, 「모델변경의 용이성을 고려한 컨테이너터미널의 공간할당 계획」, 부산대학교 공학석사논문, 1997.

4) K.H.Kim & H.B.Kim, "Segregating Space Allocation Models for Container Inventories in Port Container Terminals", *International Journal of Production Economics*, Vol.59, 1999.

장치장 할당계획의 내용을 영역별로 살펴보면, 수출 장치장 할당 모듈은 적하 컨테이너에 대해서 놓여질 특정 장치위치를 계획하는 것으로 본선작업에서 적하작업이 보다 신속하게 진행될 수 있도록 비슷한 특징을 가지는 컨테이너들을 인접한 지점에 장치하는 것인데, 장치공간 할당과 장치지점 할당으로 구분된다. 장치공간 할당은 적하 컨테이너를 지닌 선박의 물량을 어느 블록에 적재할 것인가를 결정하는 것이며, 장치지점 할당은 장치공간이 정해진 선박의 컨테이너에 대하여 어느 베이에 장치할 것인가를 결정하는 것이다.

수입 장치장 할당 모듈은 터미널에 입항하는 선박의 양하 컨테이너에 대해서 장치될 블록과 베이를 결정하는 것으로 정책적 장치높이 결정과 장치가능공간 산정이 필요하다. 정책적 장치높이 결정은 계획 시점인 선박의 접안시점 직전마다 장치장 현황과 기존의 능력계획 정보를 참조하여 결정하는 것이고 장치가능공간 산정은 작업소요시간, 작업시간, 장비의 작업용이성을 고려하여 각 블록별 및 각

베이별 평가치를 산출하여 결정하는 것이다.

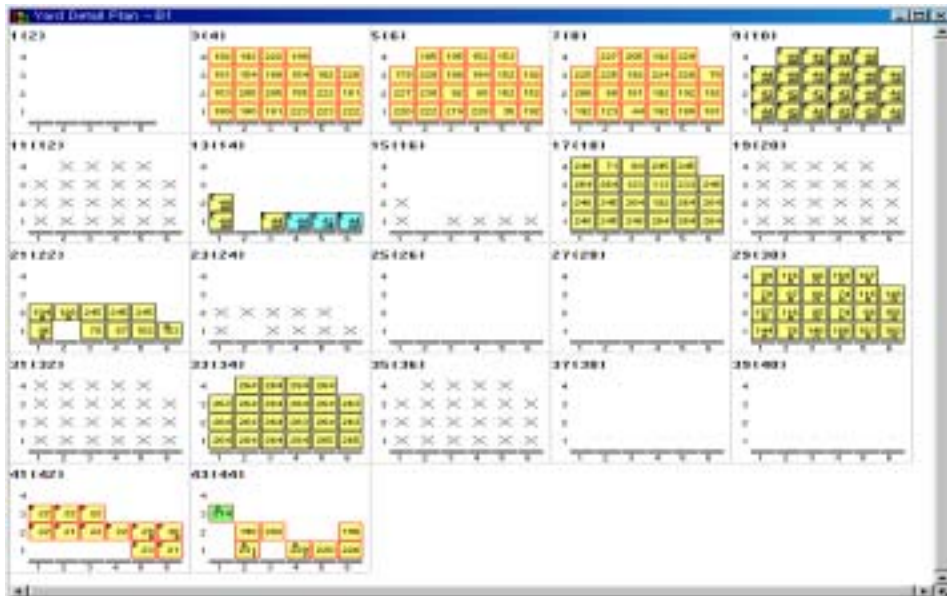
개별 컨테이너 할당 모듈은 게이트에 도착하는 개별 수출 컨테이너의 장치위치를 실시간으로 결정하는 것과 양하되는 개별 양하 컨테이너의 장치 위치를 실시간으로 결정하는 두 가지를 포함한다.

③ 적용 동향

홍콩과 싱가포르항의 경우는 협소한 야드공간 내에서도 최대의 야드 장치율이 가능하도록 다양한 최적기법이 반영된 시스템이 구축되어 있으나 국내의 경우는 아직까지 Planner의 경험에 상당부분 의존하고 있는 실정이다. 물론 국내외 현실상의 차이에서 오는 점을 감안하더라도 최적기법을 적용할 수 있는 시스템의 도입이 필요하다.

<그림 4-18>

CATOS의 수출입 장치장 계획시스템



자료 : (주)토탈소프트뱅크.

국내에서도 장치장 계획과 관련하여 전문업체인 (주)토탈소프트뱅크의 CATOS에서도 본 기능을 제공하고 있으며, 사용자 편의성의 GUI 환경을 제공하며 Client/Server환경에서 구동된다. 본 시스템은 국내 일부 터미널에 설치·운영되고 있다.

(3) 선석배정계획 최적화 기술

① 기술 개요

선석배정계획 기술은 각 컨테이너터미널이 가지고 있는 운영규칙과 환경(예를 들면, 선석의 수)을 고려하여 최적의 선석을 배정하는 것으로 C/C의 자동배정 기능을 포함하는 기술이다. 이 기술을 적용하면 야드의 효율적관리와 반출입에 대한 체계적인 관리가 가능하여 선사뿐만 아니라 운송사에 대해서도 정보 신뢰성을 높여 영업적인 측면에서 경쟁력을 확보할 수 있는 장점을 가지고 있다.

선석배정에는 최적선석배정을 자동으로 수립해 주는 전문가시스템과 지능형 선석배정기법이 적용되어야 하는데 지능형 선석계획은 터미널에 입항예정인 선박들의 도착시간과 작업소요시간, 컨테이너의 양적하 장치블록 등을 고려하여 자동으로 집안위치를 결정하는 것이며, 또한 각 선박들의 선호선석 및 출항시간을 감안하여 집안시간과 선석을 결정하게 된다.

② 개발 동향

선석계획과 관련하여서는 기존에 다양한 연구들이 수행되어 왔으며, 그 내용은 <표 4-37>과 같다.

<표 4-37>

선석계획 기법 문헌조사

저자	선석계획 기법
이흥걸, 이철영 ¹⁾ (1995)	<ul style="list-style-type: none"> - 발견적 알고리즘으로 선석배정을 하는 세가지 모델로 구성됨 <ol style="list-style-type: none"> 1) 선박별 재항시간의 합을 최소화하는 모델 2) 계류시간의 합을 최소화하는 모델 3) 선석별 계류시간의 최대값을 최소화하는 모델 - 선박의 도착순서와 집안순서의 최대 허용차이를 나타내는 순서변동허용폭 (Maximum Position Shift) 개념을 적용하여 선박의 도착순서와 터미널의 운영을 고려한 선석계획을 수립하는 방법을 제시함 - 발견적 알고리즘을 제안하여 수치실험으로 검증한 연구임
Andrew Lim ²⁾ (1998)	<ul style="list-style-type: none"> - 각 선박의 선박길이, 집안시간, 작업소요시간, 선박간 최소간격, 선석 끝으로부터의 최소 거리가 주어진 경우에 연속선상인 선석상에 선박의 집안위치를 결정하는 방법을 제시함 - 선석계획을 2차원 Packing 문제로 다루었음 - 집안시간이 고정되어 있고 임의의 시점에서 사용하는 선석 구간의 총길이를 최소화하는 방법을 연구함 - 선석계획을 그래픽 형태로 표현하였으며 휴리스틱 알고리즘을 적용하여 각 선박의 집안위치를 결정하였고, 싱가포르항의 실제 자료로 실험 분석하였음

선석계획 기법 문헌조사(계속)

저자	선석계획 기법
Chung-Lun Li, et al. ³⁾ (1998)	<ul style="list-style-type: none"> - 선석할당문제를 단일프로세스(Berth)에 여러 개의 작업(Vessels)을 할당하는 스케줄링문제로 정의하였음 - 한번 선석에 접안하여 작업을 완료하는 경우와 선박의 작업위치를 옮길 수 있는 경우로 구분하여 작업완료시간을 최소화하는 스케줄링문제로 접근하였음 - Binpacking 문제와 유사성에 근거한 First-Fit Decreasing 휴리스틱을 적용하여 실험하였음
김갑환, 박강태 ⁴⁾ (2000)	<ul style="list-style-type: none"> - 선석계획을 컨테이너터미널의 운용비와 선박들의 운용비를 최소화하는 접안 위치와 접안 시각을 결정하는 문제로 정의하였음 - 선석계획 문제를 정수계획법으로 모델링 하여 LINDO 소프트웨어를 이용하여 해를 구하였음 - 정수계획법의 계산 시간문제를 해결하는 방안으로 라그랑지 완화법을 이용한 발견적 기법을 사용하여 계산시간을 단축시킴

주 : 1) 이홍걸·이철영, “발견적 알고리즘에 의한 컨테이너터미널의 선석배정에 관한 연구”, 「한국항만학회지」, 제9권, 제2호, 1995.

2) Andrew Lim, “The Berth Planning Problem”, *Operation Research Letters*, Vol.22, 1998.

3) Chung-Lun Li et al., “Scheduling with Multiple-Job on One Processor Pattern”, *IIE Transactions*, Vol.30, 1998.

4) 김갑환·박강태, “컨테이너터미널에서의 라그랑지 완화법을 이용한 선석계획”, 「Working Paper」, 2000.

선석계획의 원활한 관리는 선석과 C/C의 이용률을 동시에 높여 항만 생산성을 크게 향상시키며, 선석 스케줄 작성시 지능형 배정 알고리즘(Intelligent Allocation Algorithm)과 시물레이션기능을 구축한다면 효과적인 시스템을 구축할 수 있으므로 선석계획과 병행하여 야드와 게이트를 통합 관리하도록 시스템을 통합화하는 노력이 필요하다.

<그림 4-19>

선석계획시스템의 예



③ 적용 동향

선석운영계획은 터미널의 장기간에 걸친 전략적인 계획으로 여기에는 해당 터미널의 여건에 따라 적절한 운영방식을 취하는 것이 일반적이다. 최근에 와서는 선사들의 정요일 서비스(Weekly Service), 선사별 지정선석 운영, C/C배정대수 사전 계약 등에 부응하여 해당 선박에 고정적인 선석배정을 취하고 있어, 터미널별로 이들 조건을 고려하여 최적선석배정계획이 수립되고 있는 추세이다.

(4) 자원배정 최적화 기술

① 기술 개요

터미널에서의 자원배정계획은 본선계획, 수출입 장치장계획, 선석배정계획에 투입될 장비와 작업자를 배정하는 것으로 장비와 작업자의 능력치를 고려하여 터미널의 작업편성계획을 수립하는 것이다.

이러한 작업배정계획은 작업자 및 장비 간의 작업량을 평준화시키는게 주목적으로 장기적인 계획뿐만 아니라 운영에서 발생하는 작업불균형을 최대한 해결하기 위하여 실시간으로 재편성 계획을 수립할 필요가 있기 때문에 Rule-base, 전문가시스템 및 인공지능 기법이 목적에 따라 선별적으로 적용될 수 있도록 해야 한다.

<표 4-38>

수작업과 지능적 자원배정 계획의 비교

구분	내용
주목적	<ul style="list-style-type: none"> - 작업 배정 계획 수립시간의 최소화 - 장비 및 작업자의 작업 평준화 - 하역장비의 특성을 감안한 작업배정으로 장비 효율성 향상
수작업 자원 배정	<ul style="list-style-type: none"> - 계획 수립의 비효율성으로 인한 장비 및 작업자의 병목 현상 초래 - 작업 상황에 따른 실시간 재 배정계획의 어려움 - 계획 수립시간의 과다 - 인력에 의한 수작업의 계획은 단기적인 목적에만 가능 - 검증되지 않은 계획 수립이 이루어짐 - 전문가의 양성에 장기간이 소요됨
지능적 자원 배정	<ul style="list-style-type: none"> - 제한된 작업자 및 가용장비를 고려하여 계획 수립 - 작업자의 능력치 및 장비의 성능을 충분히 고려한 계획 수립 - 작업의 상황을 고려하여 작업 재할당 - 장비의 진행방향, 작업의 난이도 및 특수성을 고려하여 작업배정

② 개발 동향

자원배정계획과 관련하여서는 크게 장비배정과 작업자 배정으로 구분할 수 있다. 장비의 작업배정시에는 장비의 현재 작업 상황(작업지점, 작업시간, 투입 인력, 장비의 고장, 수리 등)뿐만 아니라 장비의 생산성을 고려한 자원배정이 이루어져야 한다. 작업자의 경우에는 개인별, 작업조별로 현재 할당된 작업시간과 작업 부하의 정도를 파악하여야 하며, 여기에는 개인 이력 정보를 관리하는 시스템을 구축하여 효율적인 인적 자원배정을 유도하도록 할 필요가 있다. 그리고 이러한 자원배정의 결과를 통계처리하여 차후의 자원배정에 반영하도록 해야 한다.

<표 4-39>

터미널 작업자 및 장비의 작업배정

구분	작업편성
장비운영 및 자원배정	<ul style="list-style-type: none"> - 선박의 규모와 선사요청을 기준으로 일정대수의 장비투입 - 선박의 하역작업시간을 단축하기 위하여 최대한 가용장비 투입 - 장비기사의 경우 3조 2교대로 작업조 편성 - HIT의 경우 선박당 최대 5-6대의 C/C 배정(시간당 200개 처리) - 국내 터미널의 경우 최대 4대의 크레인 작업(시간당 100개 처리) - TC의 경우 보유장비의 70%이하의 가용률로 운영(고장, 수리 등) - YT의 경우 C/C별 조별작업으로 C/C장비의 대기시간이 많음
기타	<ul style="list-style-type: none"> - 국내 게이트 운영은 24시간 개방이나 장치장 작업관계로 반출입 차량처리 불가 - 일일 평균 20시간 작업 및 연간 363(2일 휴무)일 작업일수로 운영

특히, 작업자 배정의 경우 작업시간, 작업자의 숙련도, 작업의 난이도 및 특수성, 작업순서 등을 충분히 고려해야 하기 때문에 이에 적합한 전문가시스템으로 제약 조건 만족 해법(Constraints Solving)과 선형계획모형(Linear Programming)을 이용한 자원배정계획을 수립할 수 있다.

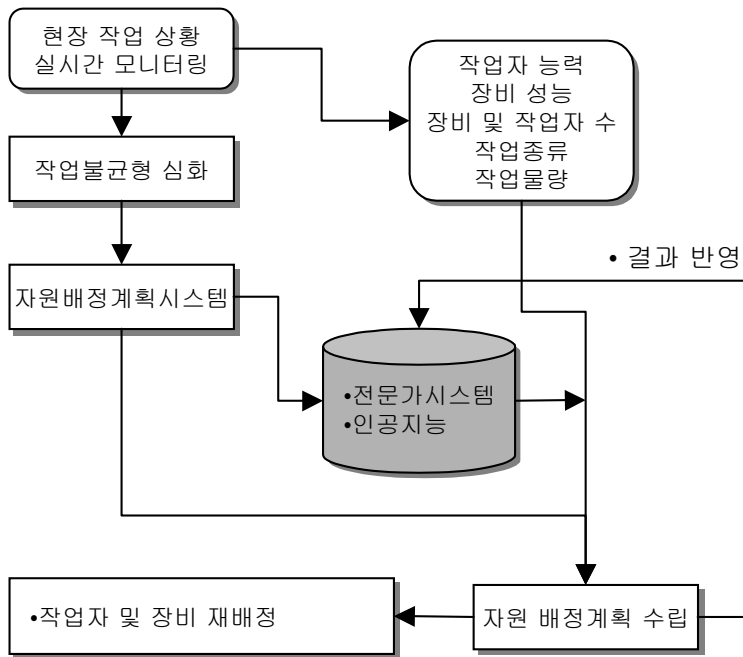
<표 4-40>

제약조건 만족해법과 선형계획모형의 비교

구분	내용
제약조건 만족 해법	<ul style="list-style-type: none"> - 현실적이고 다양한 제약 조건의 사용으로 최적해를 도출 - 추정 소요시간이 짧으며, 분산이 적은 제약 조건을 우선 수행 - 제약 조건의 확장 및 변환을 통해 해의 탐색 시간을 최소화함 - 신경망을 이용하여 효율적인 해를 도출
선형계획모형	<ul style="list-style-type: none"> - 주어진 제약조건에서 최적의 해를 도출 - 제약조건이 많아질수록 해를 구하는 시간이 과다하게 소요됨 - 제약조건의 성격에 따라 모형의 수립에 어려움이 있음

<그림 4-20>

자원배정계획시스템 개념도



<표 4-41>

자원배정 실적 결과 항목

구분	분석항목
장비 가동 실적	<ul style="list-style-type: none"> - C/C별 하역 실적 및 장비 가동률 - 장비 전력 및 경유 소모량, 장비 고장률 - 장비 및 작업자 생산성 결과 - 장비 및 작업자 스케줄

③ 적용 동향

일반적으로 터미널의 자원배정계획 또한 선석배정과 같이 전략적인 계획 수립의 형태를 띠고 있기 때문에 터미널 별로 작업환경의 특수성을 감안한 자원배정계획 수립이 이루어지고 있다.

4) IT 관련기술대안(Information Technology)

(1) 데이터 송수신 네트워크 기술

① 기술 개요

데이터 송수신 네트워크 기술은 첨단 네트워크 장비 및 네트워크 통신망을 구성하여 컨테이너터미널의 운영시스템 효율을 극대화하기 위한 기술이다. 컨테이너터미널에서 사용되어지는 데이터 송수신 네트워크는 구조화된 네트워크 기반구조 및 신기술의 도입으로 송·수신 데이터서비스 응답시간을 향상시키고, 컨테이너터미널 운영시스템의 기반 구조인 클라이언트/서버 구조를 효율적으로 지원할 수 있게 구성되어져야 한다.

컨테이너터미널의 효율적인 **Monitoring & Control**작업을 위하여 데이터 송수신 네트워크 기술은 하역장비와 컨테이너터미널의 분산된 운영시스템 모듈과 **Message** 교환 및 **Event** 추적에 의한 상호 연계작업을 최단시간 내에 효율적으로 수행하여야 한다.

② 개발 동향

컨테이너터미널에서 사용되는 데이터 송수신 네트워크 기술은 LAN 접속속도가 10Mbps인 Ethernet이 보편화되어 있으며, LAN 접속속도가 100Mbps인 Fast Ethernet 및 1Gbps인 Gigabit Ethernet가 향후 컨테이너터미널 운영시스템 LAN 백본의 주요 기술로 개발되고 있다. 네트워크의 이용형태 또한 과거의 독자적인 통신망 이용형태에서 개방형 네트워크 형태인 인터넷/인트라넷 등 인터넷과 Life Cycle이 공존하는 형태로 변화하고 있다. 네트워크 구조 및 구성체계는 과거의 저용량, 단일매체 네트워크 구조에서 탈피하여 현재는 고용량의 복합매체네트워크 구조로 변화하고 있으며, 향후, 유/무선 고속복합매체 네트워크 상태의 복합망 구조로 진일보할 것으로 판단된다.

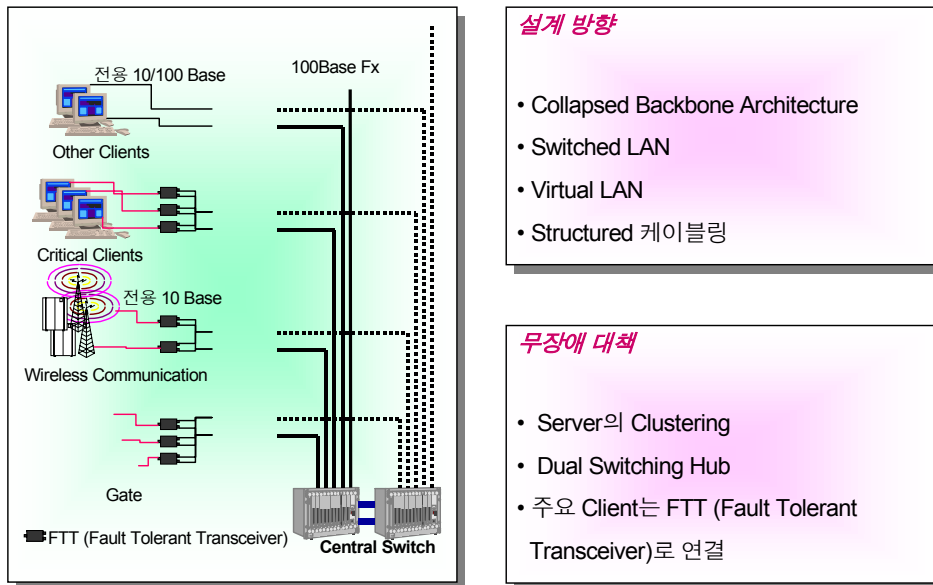
<표 4-42>

데이터 송수신 네트워크 기술개발 동향

구 분	현 재	신기술
백본망 (전송 속도)	10 Mbps Ethernet	100 Mbps Fast Ethernet → 1 GbpsGigabit Ethernet
통신망 구조	저용량/단일매체/ 중앙집중식 처리 형태 (대형 컴퓨터 ↔ 광역통신망)	고용량/유무선 고속복합매체/ 분산 처리 형태 (클라이언트 · 서버 방식)
유선 통신 기술	LAN(Local Area Network)	Internet(TCP/IP)
무선통신 기술	RDF(Radio Direction Finder)	Wireless LAN
통신 프로토콜	FDDI (100Mbps)	ATM Switching (155Mbps-2Gbps)

<그림 4-21>

컨테이너터미널 운영시스템 데이터 송수신 네트워크 기술



자료 : (주)토탈소프트뱅크 내부자료.

③ 적용 동향

국내외 대부분의 컨테이너터미널에서는 내부통신망으로 유선망을 주통신망으

로 사용하고 있으며, 무선망을 보조통신망으로 구성하여 무결점 정보망을 확보하는 유연성 있는 LAN을 사용하고 있다. 컨테이너터미널 내에서 사용되어지는 통신은 Under Man, Deck Cleck, C/C, 야드크레인, 야드트럭 기사와 단말기를 통하여 자동무선 송수신이 이루어진다.

(2) 하역장비 추적 기술

① 기술 개요

주로 DGPS를 이용하여 야드장비의 효율적인 관리를 위해 야드장비의 위치를 실시간으로 추적하는 모니터링기능과 통제기능의 기술이다. 하역장비의 추적 기술에는 DGPS/ Lader, RFID를 이용하는 방식이 주로 사용되어진다. RFID Tag를 이용하여 컨테이너의 위치를 실시간으로 모니터링하기 위한 하역장비의 추적을 목적으로 일부 터미널에서 적용되고 있다.

② 개발 동향

터미널 운영에 있어서 터미널에서 C/C 및 컨테이너 하역장비 등의 효과적인 통제체제를 구축하고 하역/이송장비의 위치를 효과적으로 모니터링하기 위한 통신방법으로 실시간 연속적인 통신연결 방식을 활용하고 있으며, 미국의 LXE사와 Teklogix사가 선도적으로 기술을 개발하고 있다. 컨테이너터미널에서 사용되는 통신방식은 이전에는 음성과 데이터 전송을 위하여 대부분의 무선 채널에 주파수협대역 모바일 어플리케이션을 사용하였으나, 정보 전송량의 제한과 고정 유선시스템보다 패킷 전송비용이 비싼 이유로 지금은 Spread Spectrum방식을 사용하고 있는 추세이다. 스웨덴의 에릭슨, 미국의 모토로라, Lucent Technologies, 다국적 통신장비업체인 CISCO, 유니퍼그룹 및 독일의 Siemens사가 무선통신 기술개발을 주도해 가고 있는 실정이다.

③ 적용 동향

DGPS를 이용하는 장비추적 기술의 적용은 Rohde사와 HHLA가 협력하여 개발한 Schwarz의 CONtainer LOcation System(COLOS)과 두바이(Dubai)의 라시드(Rashid)항에서 사용되는 STN Atlas Elektromix의 CONtainer LOcation System(CONLOC)이 있다. 두바이의 라시드항은 터미널 근처에 높은 빌딩이 없고, Straddle Carrier를 선박에 직접 사용하지 않고 있다. 함부르크의 HHLA는 Straddle Carrier를 사용하여 선적작업을 한다. HHLA의 장비추적 기술은 DGPS와 LADAR시스템을 병행하여

사용하고 있다. RFID Tag를 이용하여 하역장비의 추적에 사용하고 있는 터미널은 캐나다 밴쿠버의 Vanterm과 Deltaport 터미널에서 ‘Smart Yard’ 시스템을 사용하고 있다.

(3) 주전산기 및 응용 S/W 기술

① 기술 개요

주전산기 및 응용 S/W 기술은 터미널의 최신 운영정보시스템 환경을 체계적으로 구축하여, 선사, 화주 및 관련기관들의 정보요구화에 실시간으로 대응하고, 컨테이너터미널의 운영정보 자원의 효율을 극대화하기 위한 기술이다. 즉 데이터, 응용시스템 및 고객에 대한 정보서비스를 효율적으로 구현할 수 있도록 지원하는 기술적인 하위시스템 구성과 이와 관련된 요소기술의 집합체를 의미한다.

② 개발 동향

H/W측면에서 서버시스템은 Enterprise Server를 통한 집중 설계로 터미널 정보시스템 하드웨어 및 네트워크 장애에 대응하도록 이중화(Redundancy)체제로 개발되어지고 있다. Computing Architecture는 과거의 메인프레임(Mainframe) 형태의 중앙집중식 처리방식(1-Tier)에서 Client/ Server 형태의 분산처리방식(2-Tier, 3-Tier)을 거쳐 개방형 네트워크 중심의 분산처리방식(Web-based Multi-Tier)으로 발전하고 있다. 중앙집중식 처리방식(1-Tier)은 1대의 주전산기에 대하여 터미널 운영에 필요한 운영시스템을 단위업무별로 개발하여 운영되는 방식이다. 분산처리방식은 터미널 운영에 필요한 각각의 고유한 기능별로 서버시스템을 구축하여 대량의 정보 처리 및 데이터 처리속도 향상 등 인공지능적이면서 복잡한 계획 및 통제업무를 수행하여야 하는 차세대 운영시스템에 필수적인 방식이다.

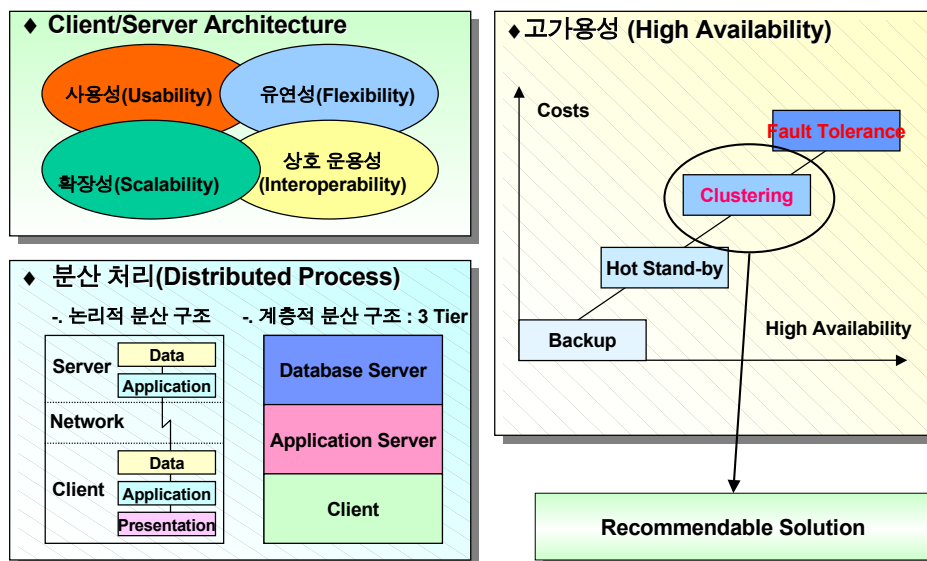
S/W측면에서는 과거의 중앙집중처리 환경의 업무단위 하위시스템 기능별로 구축된 구조적 프로그래밍 형태의 운영시스템에서 발전하여 계획·통제·운영 등의 각 기능이 상호 연계되고, 데이터베이스의 효율적인 활용이 가능한 분산처리 환경의 객체지향 형태의 통합운영시스템으로 개발되는 추세이다. 향후 컨테이너터미널의 최신 주전산기 및 응용 S/W 기술은 개방형 구조의 정보공유 및 객체지향형 프로그래밍의 의미가 더욱 강조될 것으로 판단되며, 모든 응용프로그램이 웹 브라우저로 전이하게 될 것으로 전망된다.

<표 4-43>

주전산기 및 응용 S/W 기술개발 동향

구 분	과 거	현 재	미 래
Computing Architecture	Mainframe 중앙집중처리방식 (1-Tier)	Client/Server 분산처리방식 (2-tier 또는 3-Tier)	네트워크 중심 분산처리방식 (Multi-Tier)
Application Programming	구조적 프로그래밍	객체지향 프로그래밍	Web-Based 객체지향 프로그래밍
File & DBMS	File, 계층형 DBMS	관계형 DBMS	객체지향 DBMS, 멀티미디어 DBMS

<그림 4-22> 컨테이너터미널 운영시스템 주전산기 Computing Architecture 동향



자료 : (주)토탈소프트뱅크 내부자료.

③ 적용 동향

국내 컨테이너터미널은 정보기술을 적극적으로 도입하여 상당한 수준의 터미널 운영정보시스템을 운영하고 있다.

H/W측면에서는 중앙집중처리 환경의 메인 프레임 방식(1-Tier)을 많이 사용하고 있지만, 분산처리환경의 클라이언트/서버방식(2-Tier, 3Tier)을 도입하는 컨테이너터미널이 늘고 있다.

S/W측면에서 대부분의 터미널 운영시스템은 중앙집중처리 환경의 메인 프레임 방식 또는 분산처리환경의 클라이언트/서버방식(2-Tier)의 기능별 하위시스템으로 개발하여 운영 중이다. 그러나 기존의 운영시스템은 각 하부 기능별로 개발되거나 도입되고 있어 하위시스템에 포함된 기능들도 100% 활용하지 못하고 있는 실정이다. 컨테이너터미널의 운영시스템은 제한된 터미널 자원을 최대한 활용하고 컨테이너터미널의 생산성을 극대화하기 위해서는 계획·통제·운영 등 터미널 운영시스템의 각 기능들이 고용량의 복합매체 네트워크체제에서 상호 연계될 수 있는 통합운영시스템의 개발 및 운영이 필수적으로 요구된다.

3. 터미널 운영시스템 기술 비교

이상의 내용을 바탕으로 운영시스템의 현재 국내터미널에 적용된 기술과 신기술과의 특징 및 기술 수준을 정리하면 다음과 같다.

1) 종합관제시스템

종합관제시스템은 터미널의 모든 운영현황을 중앙관제실에서 모니터링할 수 있는 기술의 집목체이며, 그 주요 기술은 현장상황을 화면으로 제공하는 CCD 카메라, 안벽장비의 위치추적을 위한 DGPS 기술, 야드 장비통제를 위한 무선단말기, 무선LAN시스템과 게이트의 통제를 위한 DSRC 기술 등이 있다. 현재 국내 터미널의 종합관제시스템은 인력과 CCD 카메라 기술을 위주로 한 부분적·일시적 모니터링 단계에 머물고 있으며, 단순히 현장상황을 관망하는 수준에 있다.

향후에는 이러한 종합관제가 터미널의 전면적·실시간 모니터링 수준으로 기술의 개선이 이루어져야 하며, 모니터링에서 얻어진 각종 영상정보와 작업데이터가 실시간으로 통계처리되어 관리자에게 쉽게 전달될 수 있도록 하여야 할 것이다.

2) 운영시스템

터미널의 운영시스템 기술들은 안벽, 야드, 게이트에서 이루어지는 작업과 장비

의 효율성을 높이기 위하여 다양한 운영기법 및 기술이 도입되고 있다. 현재 국내 터미널의 운영시스템은 터미널 개장당시의 운영방식에서 크게 벗어나지 않는 단편적인 기법들이 사용되고 있다. 그러나 향후에는 작업의 효율성을 높이기 위하여 다양한 운영기법(YT 동시 배차, 실시간 장비 배정, YT 운영 규칙 최적화 등)이 도입되어야 할 것으로 보이며, 이를 위해서는 기존의 **Rule-based** 방식에서 전문가시스템이나 인공지능적인 기법이 도입되어야 할 것이다.

3) 계획시스템

터미널 계획시스템은 하역작업을 효율적으로 처리하기 위하여 장비 및 작업자의 작업계획을 수립하는 것으로 최적화 기술들이 시스템 내에 도입되고 있는 추세이다. 계획시스템에 도입되는 이러한 최적화 기술들은 상당부분 개발되었고 시스템 내에 구현되어 있으나, 국내 터미널의 경우에는 현장업무와의 연계성 부족, 터미널의 고유한 작업환경 등을 이유로 사용빈도가 낮은 편이며, 계획전담자의 경험에 상당부분 의존하고 있는 실정이다. 그러나 향후에는 이러한 직관적·경험적인 부분에서 나아가 가급적 모든 상황을 고려한 최적기법(**Rule-based**, 전문가시스템)들이 도입되어야 할 것이며, 실시간으로 변화되는 현장작업상황을 파악하여 신속한 계획 수정(3초 이내)이 이루어져야 한다는 측면에서 **Rule-based**⇒전문가시스템⇒인공지능기법의 기술이 순차적으로 도입되어야 할 것이다.

4) IT 기술

국내외 대부분의 컨테이너터미널에서는 내부통신망으로 유선망을 주통신망으로 사용하고 있으며, 무선망을 보조통신망으로 구성하여 무결점 정보망을 확보하는 유연성 있는 구조화된 LAN 네트워크를 사용하고 있다. 또한 국내 컨테이너터미널은 정보기술을 적극적으로 도입하여 상당한 수준의 터미널 운영시스템을 운영하고 있으나 기존의 운영시스템은 각 하부 기능별로 개발되거나 도입되고 있어 하위시스템에 포함된 기능들을 100% 활용하지 못하는 등 통합운영시스템보다 운영효율이 낮은 실정이다. 향후, 컨테이너터미널의 운영시스템에 있어서 제한된 터미널 자원을 최대한 활용하고 컨테이너터미널의 생산성을 극대화하기 위해서는 H/W측면에서 과거의 메인 프레임(Mainframe) 형태의 중앙집중식 처리방식(1-Tier)

보다 Client/Server 형태의 분산처리방식(2-Tier, 3-Tier)을 거친 네트워크 중심의 분산처리방식(Web-based Multi-Tier)이 요구된다. 또한 S/W측면에서는 개방형 구조의 정보공유 및 객체지향형 프로그래밍의 의미가 더욱 강조되고, 모든 응용프로그램이 웹 브라우저로 전이하게 될 것으로 전망되는 등 통합운영시스템의 개발 및 운영이 필수적으로 요구된다.

<표 4-44>

운영시스템의 현재 기술수준과 신기술의 비교

구분	현재 기술수준		신기술	
종합관제	부분적&일시적 관제	△	전면적&상시적 관제	○
운영시스템	사전확정적 운영	△	상호유기적 운영	○
계획시스템	직관적&경험적	△	최적화&지능적	○
IT 기술	중앙집중식 처리방식(1-Tier)/ Client/Server 분산처리방식 (2-Tier, 3-Tier)	△	네트워크 중심의 분산처리방식 (Web-based Multi-Tier)	○
	저용량/단일매체, 구조적 프로그래밍, 하위시스템 기능별 개발 및 운영		고용량 복합매체, 웹 브라우저 형태의 객체지향형 프로그래밍, 통합운영시스템 개발 및 운영	

제 5 장 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 우선순위 분석

1. 서 론

4장에서 분석된 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술대안들에 대해서 운영시스템 기술개발 우선순위를 분석하기 위해서는 운영시스템 기술대안들에 대한 평가가 필요하며, 그 방법으로 컨테이너터미널의 운영실무자를 대상으로 한 설문조사 및 현장 전문가 면담방법을 사용하였다. 설문 및 면담방법을 통하여 분석된 주관적인 평가결과를 계수화하기 위하여 평가척도 및 평가모형을 개발하여야 한다.

먼저 설문조사에서는 4장에서 선정한 운영시스템 기술대안에 대한 설문결과를 분석하고, 면담조사에서는 현행 컨테이너터미널에 대한 불편 및 애로사항 또는 운영시스템의 기술별 중요도 등을 분석하였다.

설문조사 및 면담조사를 통해서 분석된 결과를 바탕으로 차세대 운영시스템 기술개발 우선순위를 분석하며, 차세대 운영시스템의 기술개발을 통해서 개발된 기술을 도입 및 적용할 경우 기대되는 생산성 향상을 분석하며, 분석된 생산성 향상에 대한 기대치를 평가하기 위하여 평가모형을 수립한다.

평가모형의 수립은 차세대 운영시스템 기술개발로 인한 생산성 향상을 평가하기 위한 모델이며, 모델의 수립에 대해서는 2장에서 설명한 것과 같이 자연성장 모델은 국내 컨테이너터미널의 실적 및 생산성 분석자료에서 자연성장률 인자를 구하여 작성이 가능한 모델이며, 운영투자성장 모델은 운영시스템의 향상에 대한 인자를 찾아내기 위하여 설문 및 면담자료를 통해 분석한 운영시스템 기술별 가중치 및 선호도 등을 사용하여 수립할 수 있다고 전제하였다.

그리고 평가모형은 기존 컨테이너터미널의 운영시스템을 개선하고자 할 경우와 신규 컨테이너터미널의 차세대 운영시스템을 개발 적용할 경우로 구분하여 타당성 분석을 할 수 있도록 개발한다.

2. 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 우선순위 설문조사

1) 설문 방법

설문조사는 컨테이너터미널의 운영시스템 사용자인데서 운영시스템을 잘 알고 있는 현장의 실무전문가를 각 컨테이너터미널별로 선정하였다. 설문조사는 1차로 2003년 7월 2일 발송하여 2003년 7월 11일까지 10일 동안 도착한 설문응답에 대해서 분석하였으며, 2002년 12월 10일부터 2003년 12월 13일까지 2차 설문조사를 실시하였다. 설문조사와 병행해서 2003년 7월 3일부터 2003년 7월 5일까지 3일간 컨테이너터미널 운영 전문가를 대상으로 설문대상과 동일한 내용을 가지고 면담조사를 실시하였다.

설문응답자는 우암 터미널 3명, 허치슨 터미널 4명, 광양과 부산을 포함한 동부 터미널 5명, 감만과 감천을 포함한 한진 터미널 3명, 신선대 터미널 3명으로 총 18명으로 구성되어 있다. 또한 운영팀 및 운영계획팀, 전산실, 플레너실, 시스템개발팀 등 실제 운영시스템의 문제점과 개선점을 파악하기에 적합한 직무를 가진 다양한 직급 분포로 구성되어 있다.

운영시스템 기술대안은 4장에서 분석한 운영시스템 기술대안 19개로 선정하였으며, 기술대안과 실제 기술을 사용하는 Community의 관계, 기술이 적용되는 터미널의 범위 등은 다음 <표 5-1>과 같다.

종합관제시스템, 운영시스템, 계획시스템 기술대안은 기술이 적용되었을 때 그 적용범위가 그 기술 자체로 국한되거나 다른 기술에 부분적으로 영향을 미치지만 IT영역의 운영시스템 기술대안은 컨테이너터미널 전체에 적용되는 특성을 가지고 있다. 그리고 기술대안은 터미널 운영사에는 전반적으로 영향을 미치지만 선사, 화주, 포워더 등의 Community들에게는 부분적으로 영향을 미치게 되므로 설문대상 Community는 터미널 운영사로 국한하여 선정하는 것이 타당하다.

2) 설문 목표 및 항목 선정

운영시스템 기술대안에 대한 평가를 위한 설문 목표는 다음의 세 가지로 설정하였으며, 세 가지 설문 목표는 운영시스템의 단계적 발전방향을 설정하기 위한 구분이다.

<표 5-1>

운영시스템 기술대안과 적용범위

구분	운영시스템 기술대안	Community	터미널 운영사	선사	화주	포워더	기술 적용범위
종합관계 시스템	① 문제 발생시 자동 문제해결 기술		○				전체
	② 안벽작업 통제 기술		○	○			안벽
	③ 야드작업 통제 기술		○	○			야드
	④ 게이트작업 통제 기술		○		○		게이트
	⑤ 실시간 모니터링 기술		○				전체
운영 시스템	① YT 동시 배차 최적화 기술		○				야드
	② 자동 Remarshaling & 구내이적 최적화 기술		○	○	○	○	야드
	③ C/C 자동 양적하 최적화 기술		○	○			안벽
	④ 실시간 장비 배정 및 제어 기술		○				야드,안벽
	⑤ 반출입 예약제		○	○	○	○	야드
	⑥ YT 운영 규칙 최적화 기술		○				야드,안벽
	⑦ 게이트 자동화 기술		○	○	○	○	게이트
계획 시스템	① 수출입장치장 활용계획 최적화 기 술		○	○	○		야드
	② 선석배정계획 최적화 기술		○	○			안벽
	③ 본선계획 최적화 기술		○	○			안벽
	④ 자원배정 최적화 기술		○				전체
IT 기술	① 데이터 송수신 네트워크 기술		○	○	○	○	전체
	② 하역장비 추적 기술		○				야드,안벽
	③ 주전산기 및 응용 S/W 기술		○	○	○	○	전체

주 : ○표시는 운영시스템 기술대안이 Community에 영향을 미치는 경우를 표시함.

설문 목표 1: 현재 컨테이너터미널의 운영시스템에 대한 의견조사

설문 목표 2: 차세대 컨테이너터미널 운영시스템에 대한 기술수요 의견조사

설문 목표 3: 차세대 컨테이너터미널 운영시스템의 기술개발 방향 의견조사

(1) 현재 컨테이너터미널의 운영시스템에 대한 의견조사

현재 컨테이너터미널에서 사용 중인 운영시스템의 문제점을 도출하기 위하여 운영시스템에 대한 의견조사를 다음의 항목에 대해서 수행하였다.

- 설문1) 컨테이너터미널 이용시 불편사항 및 애로사항 발생 운영시스템
 설문2) 현재 컨테이너터미널에서 사용되고 있는 운영시스템에 대한 기술수준 만족도
 설문3) 현재 컨테이너터미널에서 사용되고 있는 운영시스템 중 가장 생산성에 영향을 미치는 기술부문
 설문4) 현재 컨테이너터미널에서 사용되고 있는 운영시스템 중 가장 개선이 시급한 기술부문

(2) 차세대 컨테이너터미널 운영시스템에 대한 기술수요 의견조사

차세대 컨테이너터미널을 위해서 필요한 운영시스템에 대한 기술수요 의견조사를 다음의 항목에 대해서 수행하였다.

- 설문5) 새로운 운영시스템의 기술개발시 가장 향상될 것으로 기대되는 항목
 설문6) 종합관제시스템 중 기술개발 효과가 크다고 생각되는 운영시스템 기술
 설문7) 운영시스템 중 기술개발 효과가 크다고 생각되는 운영시스템 기술
 설문8) 계획시스템 중 기술개발 효과가 크다고 생각되는 운영시스템 기술
 설문9) IT 기술 중 기술개발 효과가 크다고 생각되는 운영시스템 기술

(3) 차세대 컨테이너터미널 운영시스템의 기술개발 방향 의견조사

차세대 컨테이너터미널 운영시스템의 기술개발 방향 및 전략수립을 위한 설문조사 항목들은 다음과 같다.

- 설문10) 차세대 컨테이너터미널을 위한 운영시스템 기술개발 시기
 설문11) 종합관제시스템 기술 중 기술확보가 필요하다고 생각되는 운영시스템 기술
 설문12) 운영시스템 기술 중 기술확보가 필요하다고 생각되는 운영시스템 기술
 설문13) 계획시스템 기술 중 기술확보가 필요하다고 생각되는 운영시스템 기술
 설문14) IT 기술 중 기술확보가 필요하다고 생각되는 운영시스템 기술

3) 설문 분석방법

설문 응답에 대한 분석은 먼저 항목들의 정량화 가능 여부에 따라 빈도수와 우선순위 방식으로 응답을 받도록 하였으며, 빈도수 응답은 빈도에 대한 가중치 분석을 하고 우선순위 응답에 대해서는 우선순위 빈도수를 분석하였다.

<표 5-2>

설문항목 분석방법

설문유형	설문 번호	설문항목	응답방식	분석방법
현황 조사	1	터미널 이용시 애로사항	빈도수	빈도 가중치 분석
	2	현재 운영시스템 만족도	5점 스케일	평균값 분석
	3	생산성에 영향을 미치는 운영시스템	빈도수	빈도 가중치 분석
	4	개선이 시급한 운영시스템	빈도수	빈도 가중치 분석
기술 수요조사	5	기술 개발시 향상 기대 항목	빈도수	빈도 가중치 분석
	6	종합관제시스템 선호도	우선순위	우선순위 빈도수
	7	운영시스템 선호도	우선순위	우선순위 빈도수
	8	계획시스템 선호도	우선순위	우선순위 빈도수
	9	IT 기술 선호도	우선순위	우선순위 빈도수
기술개발 방향조사	10	차세대 운영시스템 개발 시기	빈도수	빈도 가중치 분석
	11	종합관제시스템 자체 개발 기술 항목	우선순위	우선순위 빈도수
	12	운영시스템 자체 개발 기술 항목	우선순위	우선순위 빈도수
	13	계획시스템 자체 개발 기술 항목	우선순위	우선순위 빈도수
	14	IT 기술 자체 개발 기술 항목	우선순위	우선순위 빈도수

4) 설문 분석결과

(1) 현재 컨테이너터미널 운영시스템의 현황 분석결과

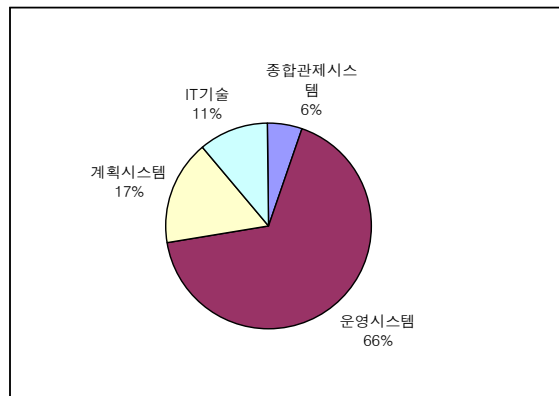
현재 컨테이너터미널에서 사용 중인 운영시스템의 문제점을 도출하기 위하여 운영시스템에 대한 의견조사를 다음의 항목에 대해서 수행하였다.

① 컨테이너터미널 이용시 불편사항 및 애로사항 발생 운영시스템

컨테이너터미널의 운영시스템 중에서 가장 큰 불편사항 및 애로사항이 발생하는 기능은 운영시스템이 전체의 66%로 가장 높았으며, 계획시스템과 IT 기술이 각각 17%, 11%, 종합관제시스템은 6%인 것으로 나타났다. 이러한 결과는 항만 물동량의 급격한 증가로 인해 물동량 대비 야드의 장치공간이 부족하고 환적물량의 증가로 인한 장치장 혼잡도 증가도 반영된 것이며, 장치장 운영에서 장치장 혼잡을 피할 수 있는 효과적인 구내이적이 이루어지지 않고 있기 때문이다. 이에 비해서 상대적으로 종합관제시스템은 터미널 생산성 자체에 미치는 영향이 낮은 것으로 해석될 수 있다.

<그림 5-1>

컨테이너터미널 이용시 애로사항

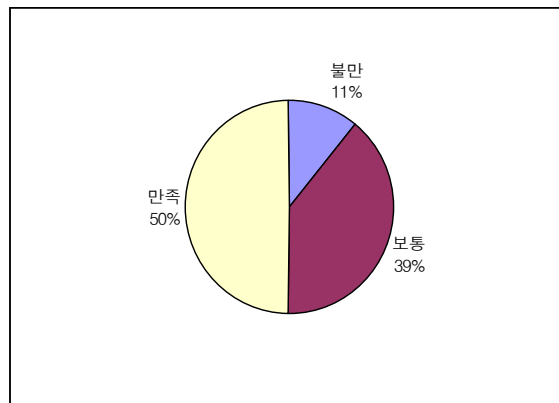


② 현재 컨테이너터미널에서 사용되고 있는 운영시스템에 대한 기술수준 만족도

현재 컨테이너터미널에서 사용되고 있는 운영시스템에 대한 기술수준 만족도에 대해서 i) 매우 불만, ii) 불만, iii) 보통, iv) 만족, v) 매우 만족, 5개 항목으로 설문을 조사하였으며, i) 매우 불만인 경우와 v) 매우 만족인 경우의 극단적인 성향의 응답은 없었으나 ii) 불만은 11%였으며, iii) 보통과 iv) 만족이 각각 39%, 50%로 만족도가 높은 것으로 나타나 운영시스템에 대한 기술수준은 현재의 수준에 대해서 큰 변화는 요구되지 않는 것으로 파악되었다. 그러나 이러한 기술의 만족도는 외국의 사례를 직접적으로 접하지 않은 현실적인 문제에서 발생하는 것으로 신기술에 대한 구체적인 정보가 제한되어 있기 때문이기도 하다.

<그림 5-2>

현재 운영시스템 기술 만족도

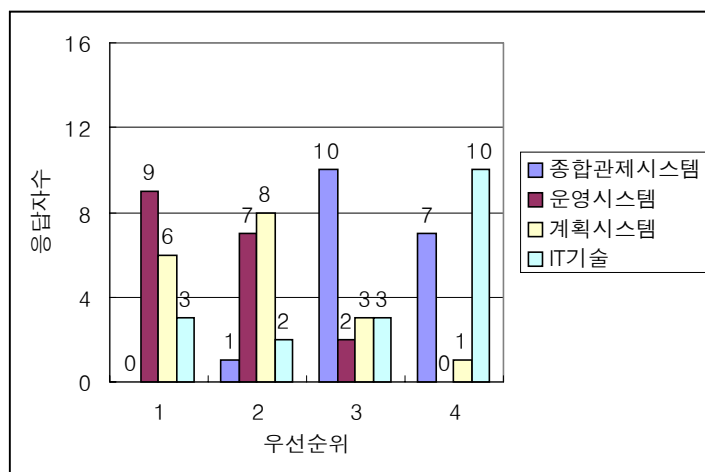


③ 현재 컨테이너터미널에서 사용되고 있는 운영시스템 중 가장 생산성에 영향을 미치는 기술부문

현재 컨테이너터미널에서 사용되고 있는 운영시스템 중 가장 생산성에 영향을 미치는 기술부문을 종합관제시스템, 운영시스템, 계획시스템, IT 기술에 대해서 우선순위를 파악한 결과 운영시스템, 계획시스템, 종합관제시스템, IT 기술의 순으로 나타났다. 파악된 우선순위는 각 기술부문별로 파악된 기술 중 가장 응답비율이 높은 순으로 나열한 것이다. 운영시스템이 생산성에 가장 영향을 미치고 있다고 응답하였는데, 그 이유로 장비배정의 균등화가 이루어지지 않아 특정 공간에 집중화 현상이 발생하여 장비의 분산화와 배차의 공차 최소화 등이 달성되지 않는다는 것 등을 들 수 있다. 계획시스템에서는 운영에서의 변경이 반영된 재계획기능이 신속하게 스케줄 변동에 반영되지 않아 대처능력 부족과 장치장 및 본선 양적화 계획에 지장을 초래한다는 의견이었다. 전체적으로 운영시스템의 생산성 저하가 계획시스템에도 영향을 미치는 것으로 파악되어 운영시스템이 전체 시스템 측면에서는 애로공정에 속하는 것으로 판단할 수 있다.

<그림 5-3>

생산성에 영향을 미치는 운영시스템의 기술부문



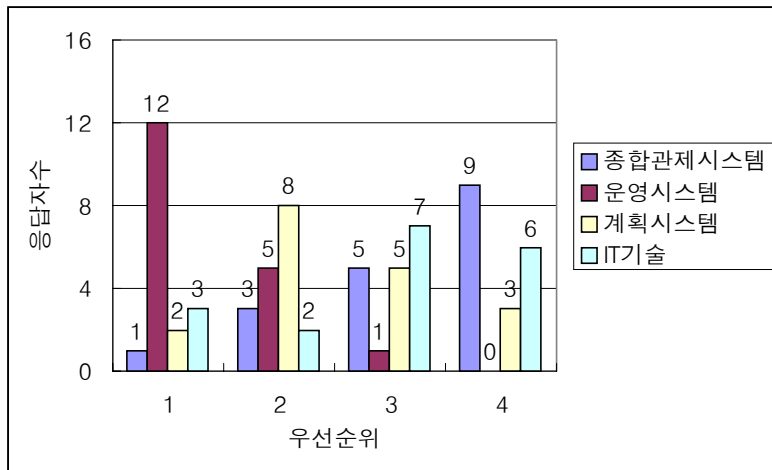
④ 현재 컨테이너터미널에서 사용되고 있는 운영시스템 중 가장 개선이 시급한 기술부문

현재 컨테이너터미널에서 사용되고 있는 운영시스템 중 가장 개선이 시급한 기

술부문을 종합관제시스템, 운영시스템, 계획시스템, IT 기술에 대해서 우선순위를 파악한 결과 운영시스템, 계획시스템, IT 기술, 종합관제시스템의 순으로 나타났다. 우선순위는 각 응답자에게 각 기술부문별로 파악한 기술 중 가장 응답비율이 높은 순으로 나열한 것이며, IT 기술이 각 우선순위에 고르게 분포된 것으로 파악되었고, 이는 운영시스템, 계획시스템, 종합관제시스템에 대한 IT 기술의 반영정도가 높아 IT 기술이 전체적으로 영향을 미친다는 사실을 알 수 있다.

<그림 5-4>

개선이 시급한 운영시스템의 기술부문



(2) 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술 수요조사 분석결과

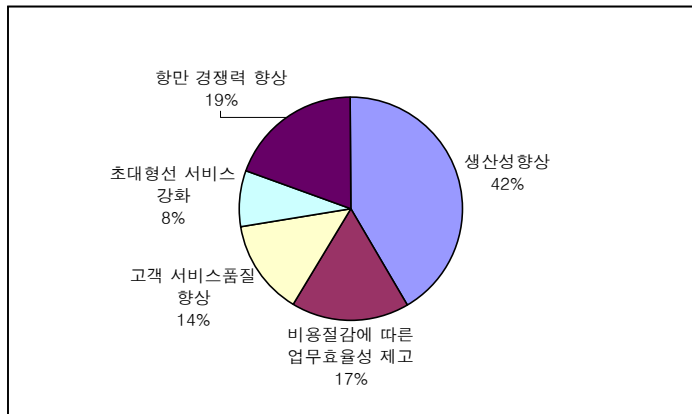
차세대 컨테이너터미널을 위해서 필요한 운영시스템 기술에 대한 기술수요 의견조사의 분석결과는 다음과 같다.

① 새로운 운영시스템 기술의 개발시 가장 향상될 것으로 기대되는 항목

새로운 운영시스템 기술의 개발시 가장 향상될 것으로 기대되는 항목으로는 시간당 처리능력 증가로 인한 생산성 향상이 전체의 42%로 가장 높게 나타났으며, 기술력 확보로 인한 항만 경쟁력 향상과 비용 절감으로 인한 업무효율성 제고가 각각 19%와 17%를 차지하였다. 고객 서비스 품질 향상과 초대형 컨테이너선에 대한 서비스 강화는 각각 14%와 8%가 응답하여 서비스 수준 향상을 위한 새로운 운영시스템 기술의 개발은 중요하게 고려하고 있지 않음을 알 수 있다.

<그림 5-5>

새로운 운영시스템 개발로 기대되는 효과

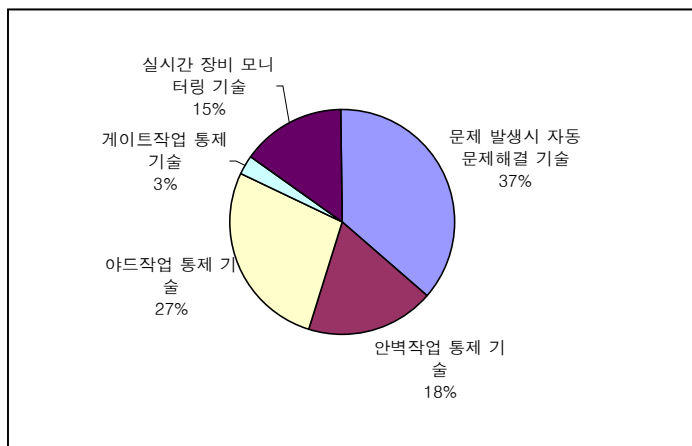


② 종합관제시스템 중 기술개발 효과가 크다고 생각되는 운영시스템 기술

설문에서 제시한 종합관제시스템의 대안 기술 5가지에 대한 응답결과는 먼저 문제 발생시 자동 문제해결 기술이 37%로 가장 효과가 크다고 응답하였으며, 다음으로 야드작업 통제 기술이 27%, 안벽작업 통제 기술이 18%, 실시간 모니터링 기술은 15%가 응답하였다. 게이트작업 통제 기술은 현재 사용하고 있는 바코드 및 영상인식시스템을 전환할 경우 큰 효과를 얻을 수 없다는 인식에서 3%의 낮은 응답을 보였다.

<그림 5-6>

종합관제시스템 중 기술개발 효과가 큰 운영시스템

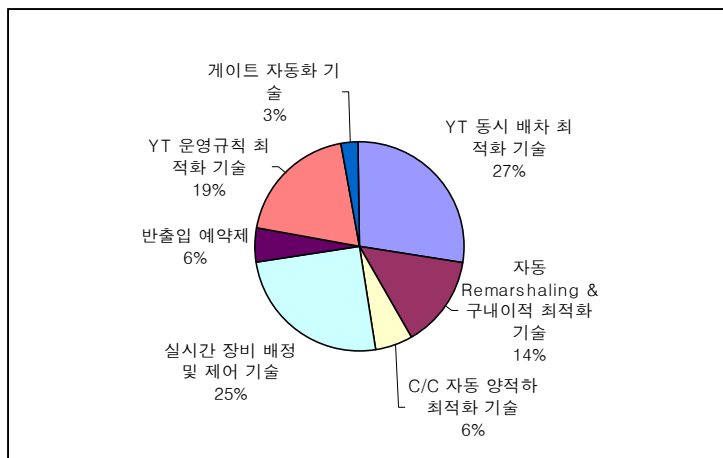


③ 운영시스템 중 기술개발 효과가 크다고 생각되는 운영시스템 기술

운영시스템 중 기술개발 효과가 크다고 생각되는 운영시스템 기술로는 C/C 생산성에 영향을 미치는 YT의 자원평준화 및 공차최소화와 관련된 YT 동시 배차 최적화 기술과 YT 운영규칙 최적화 기술이 각각 27%와, 19% 응답하였으며, 장비 할당에 관련된 실시간 장비 배정 및 제어 기술이 25%로 나타났다. 장치장 계획 및 야드 장비 작업에 관련된 Remarshaling 및 구내이적 최적화 기술은 14%로 나타났다. 반출입 예약제와 게이트 자동화 기술은 인프라 기술로 인식되어 각각 6%와 3%의 낮은 응답결과를 보였다.

<그림 5-7>

운영시스템 중 기술개발 효과가 큰 운영시스템

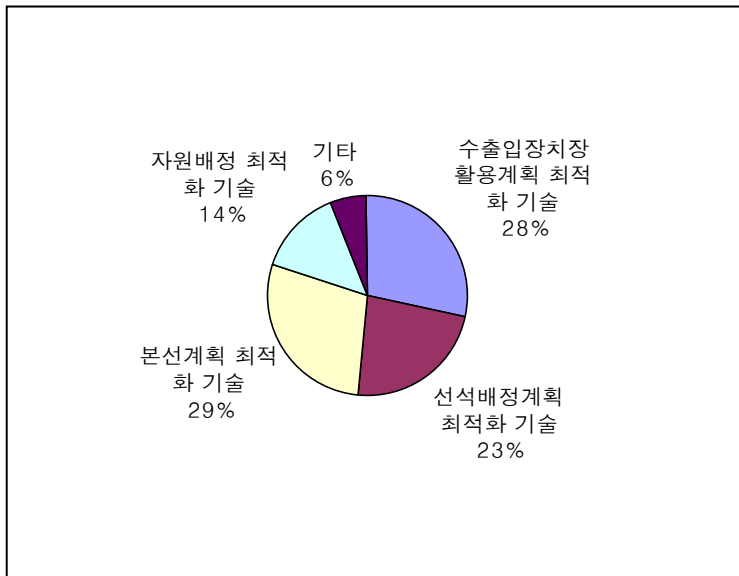


④ 계획시스템 중 기술개발 효과가 크다고 생각되는 운영시스템 기술

계획시스템 중 기술개발 효과가 크다고 생각되는 운영시스템 기술에 대한 응답 결과는 야드 장치장 계획과 본선계획을 동기화시켜 C/C 할당을 하게 되는 본선계획 최적화 기술이 29%로 가장 높았으며, 반입, 반출, 양하, 적하에 대한 작업계획의 변경이 많이 일어나 생산성에 영향을 많이 미치는 수출입장치장 활용계획 최적화 기술이 28%, 상대적으로 선박의 변동성을 반영한 선석배정계획 최적화 기술이 23%로 나타났다.

<그림 5-8>

계획시스템 중 기술개발 효과가 큰 운영시스템

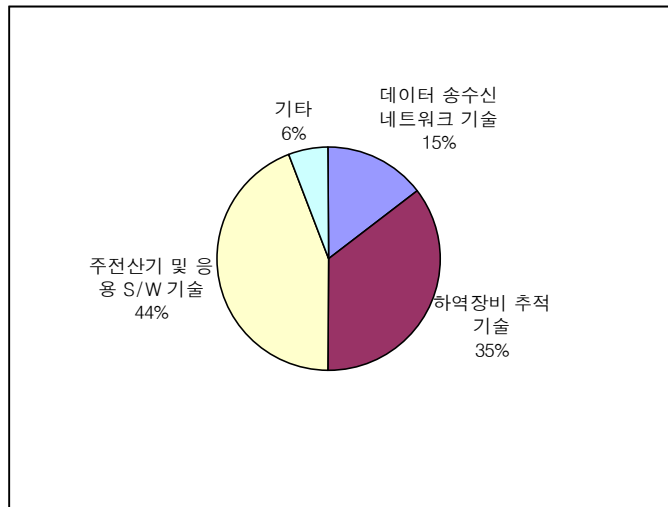


⑤ IT 기술 중 기술개발 효과가 크다고 생각되는 운영시스템 기술

IT 기술 중 기술개발 효과가 크다고 생각되는 운영시스템 기술에 대한 응답결과는 주전산기 및 응용 S/W 기술이 44%, 하역장비 추적 기술이 35%로 높게 나타났다. 이들 IT 기술은 터미널 전반에 걸쳐 적용되어야 하는 기술이며, 터미널의 작업 전반과 장비전반을 포함한 자원을 관리하는 기술로 상호보완적인 관계를 가진다. 특히 주전산기 및 응용 S/W 기술은 실시간으로 정보를 처리하여 시스템의 성능을 향상시키는 S/W 기술로 항만에서 요구하는 차세대 기술로 인식되고 있다. 따라서 터미널 전체에 대한 작업 상황과 장비 상황에 대한 관리에 응용 S/W 기술이 개발 효과가 큰 것으로 파악되었다.

<그림 5-9>

IT 기술 중 기술개발 효과가 큰 운영시스템



(3) 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 방향 분석결과

차세대 컨테이너터미널 운영시스템의 기술개발 방향 및 전략수립을 위한 설문 조사 항목들은 다음과 같다.

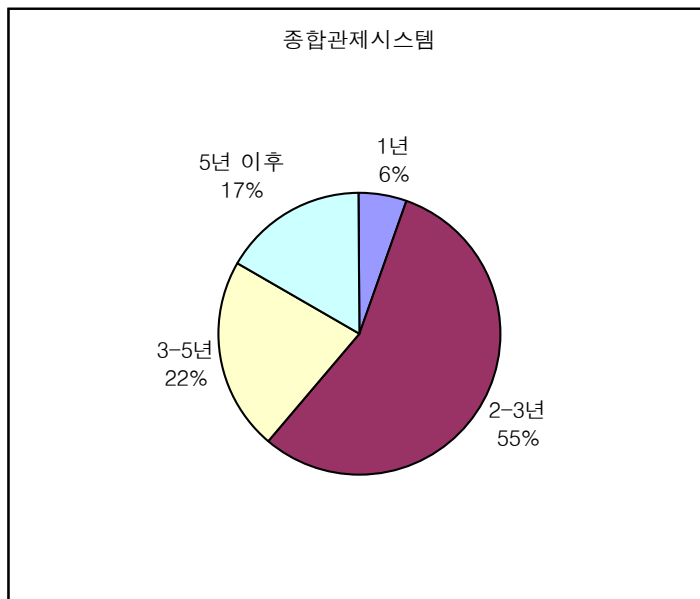
① 차세대 컨테이너터미널을 위한 운영시스템 기술개발 시기

차세대 컨테이너터미널을 위한 운영시스템 기술의 개발시기는 종합관제시스템, 운영시스템, 계획시스템, IT 기술 모두 2~3년 이후로 보는 관점이 높았으며, IT 기술의 경우 2~3년 이후 개발에 대한 의견이 66%로 IT 기술에 대한 개발은 기술의 변화 특성상 신속한 개발을 필요로 하고 있다.

종합관제시스템, 운영시스템, 계획시스템의 경우는 2~3년 이후 개발의 비중이 높으면서도 3~5년, 5년 이후에 순차적으로 개발되어야 하는 것으로 나타났다.

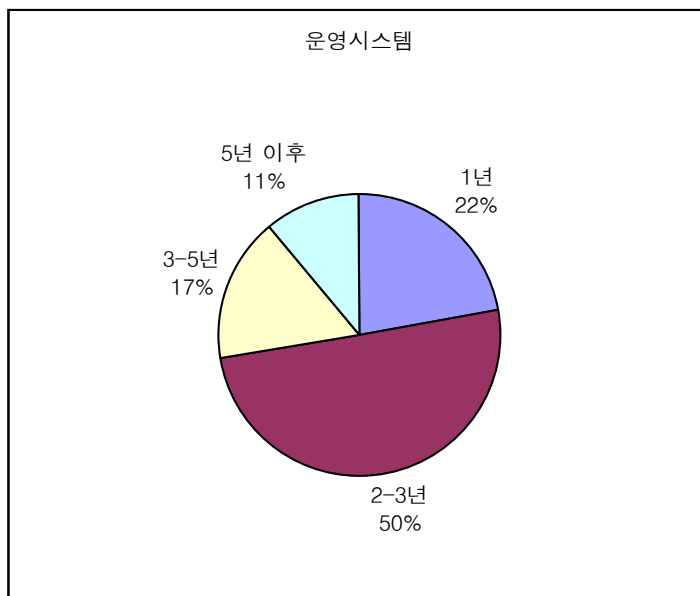
<그림 5-10>

종합관제시스템 기술개발 시기



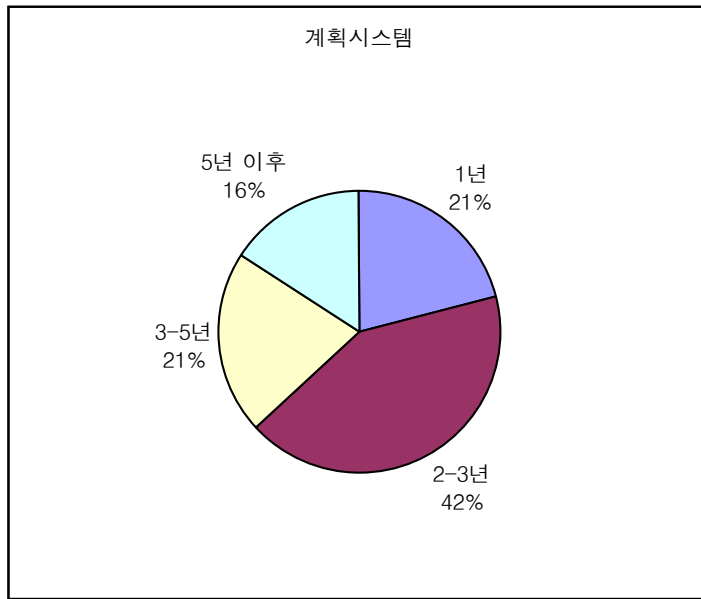
<그림 5-11>

운영시스템 기술개발 시기



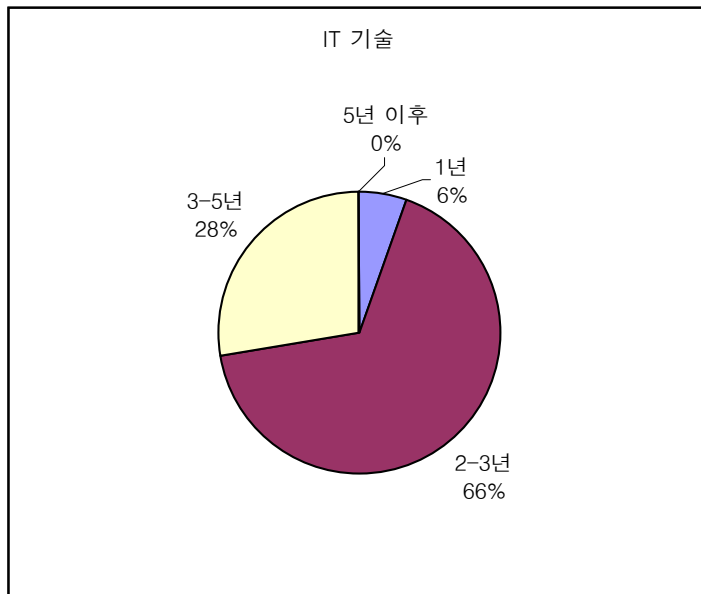
<그림 5-12>

계획시스템 기술개발 시기



<그림 5-13>

IT 기술의 기술개발 시기



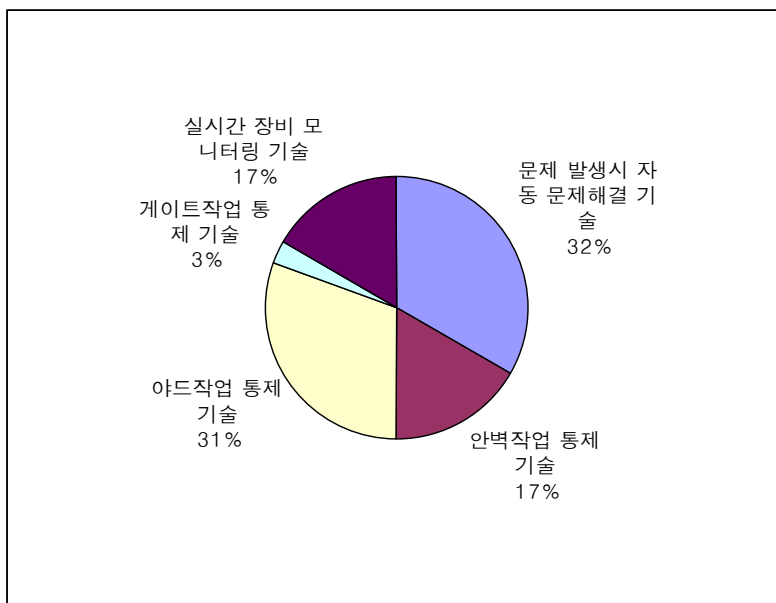
② 종합관제시스템 기술 중 기술확보가 필요하다고 생각되는 운영시스템 기술

종합관제시스템 기술 중 기술확보가 필요하다고 생각되는 운영시스템 기술은 문제 발생시 자동 문제해결 기술이 32%, 야드작업 통제 기술이 31%로 기술확보 필요성이 가장 크다고 응답하였으며, 다음으로 안벽작업 통제 기술이 17%, 실시간 모니터링 기술이 17%이었다. 게이트작업 통제기술은 현재의 시스템에 대한 만족도로 인해서 3%의 낮은 응답을 보였다.

이러한 응답결과는 기술개발 효과가 큰 순서와 동일한 순서를 따르고 있어 기술개발 효과가 큰 기술부터 우선적으로 기술확보가 필요하다고 인식하고 있는 것으로 나타났다.

<그림 5-14>

기술확보가 필요한 종합관제시스템

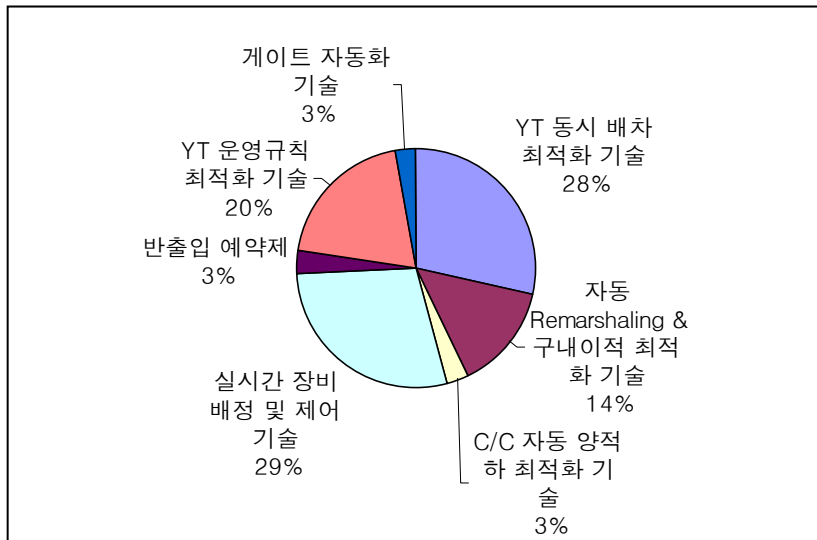


③ 운영시스템 기술 중 기술확보가 필요하다고 생각되는 운영시스템 기술

운영시스템 기술 중 기술확보가 필요하다고 생각되는 운영시스템 기술로는 실시간 장비배정 및 제어 기술, YT 동시 배차 최적화 기술, YT 운영규칙 최적화 기술이 각각 29%, 28%, 20%로 나타났으며, 자동 Remarshaling 및 구내이적 최적화 기술이 14%를 차지하였다. C/C 자동 양적화 최적화 기술과 게이트 자동화 기술은 각각 3%로 기술확보에 대한 필요성이 상대적으로 낮은 것으로 나타났다.

<그림 5-15>

기술확보가 필요한 운영시스템

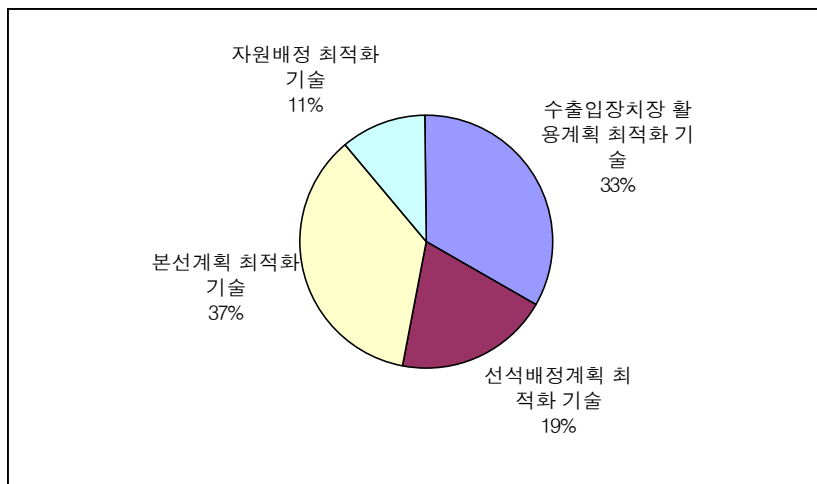


④ 계획시스템 기술 중 기술확보가 필요하다고 생각되는 운영시스템 기술

계획시스템 기술 중 기술확보가 필요하다고 생각되는 운영시스템 기술에 대한 응답 결과는 본선계획 최적화 기술이 37%, 수출입장치장 활용계획 최적화 기술이 33%, 선석배정계획 최적화 기술이 19%를 차지하였다.

<그림 5-16>

기술확보가 필요한 계획시스템

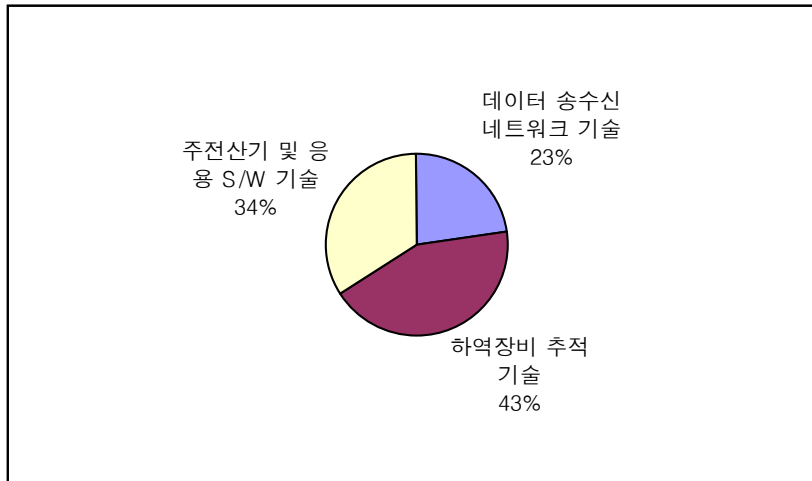


⑤ IT 기술 중 기술확보가 필요하다고 생각되는 운영시스템 기술

IT 기술 중 기술확보가 필요하다고 생각되는 운영시스템 기술에 대한 응답결과는 하역장비 추적 기술이 43%, 주전산기 및 응용 S/W 기술이 34%로 높게 나타났다.

<그림 5-17>

기술확보가 필요한 IT 기술



(4) 설문분석 결과 요약

설문에서의 현황분석 결과는 다음과 같이 요약된다.

- 컨테이너터미널 이용시 불편사항 및 애로사항은 운영시스템, 계획시스템, IT 기술, 종합관제시스템 순으로 응답함
- 현재 컨테이너터미널 운영시스템 중 가장 개선이 시급한 기술부문은 운영시스템, 계획시스템, IT 기술, 종합관제시스템 순으로 응답함
- 현재 컨테이너터미널 운영시스템에 대한 기술수준 만족도는 50%임
- 차세대 운영시스템 개발 시기는 2~3년으로 보는 견해가 가장 많고 다음이 3~5년이어서 적정기간은 3년으로 판단하는 것이 타당함
- 새로운 운영시스템 개발로 기대되는 효과로는 생산성 향상, 비용절감에 따른 업무효율성 제고, 고객 서비스 품질 향상, 초대형선 서비스 강화, 항만 경쟁력 강화 순으로 응답함

<표 5-3>

운영시스템 영역별 우선순위

설문항목	응답 우선순위
터미널 이용시 애로사항 발생 운영시스템	① 운영 ② 계획 ③ IT 기술 ④ 종합관계
현재 운영시스템 만족도	만족도 50%
개선이 시급한 운영시스템	① 운영 ② 계획 ③ IT 기술 ④ 종합관계
차세대 운영시스템 개발 시기	① 2-3년 ② 3-5년 ③ 1년 ④ 5년 이후
새로운 운영시스템 개발로 기대되는 효과	① 생산성 향상 ② 비용절감에 따른 업무효율성 제고 ③ 고객 서비스 품질 향상 ④ 초대형선 서비스 강화 ⑤ 항만 경쟁력 강화

개발이 시급한 기술과 도입효과가 큰 기술이 무엇인지 파악한 결과는 다음과 같다.

- 종합관계시스템은 문제 발생시 자동 문제해결 기술의 개발이 시급하고 도입 효과가 큰 것으로 나타남
- 운영시스템은 YT 동시배차 최적화 기술과 실시간 장비 배정 및 제어기술이 가장 좋은 것으로 나타남
- 계획시스템은 본선계획 최적화 기술이 장치장 활용계획과 선석배정계획보다 좋은 것으로 나타남
- IT 기술은 주전산기 및 응용 S/W 기술과 하역장비 추적 기술이 좋은 것으로 나타남

<표 5-4>

운영시스템 기술개발 시급성과 도입효과 설문 결과

기능	운영시스템 기술대안	비교		도입효과		종합 순위
		비율(%)	순위	비율(%)	순위	
종합관계 시스템	① 문제 발생시 자동 문제해결 기술	37	①	32	①	①
	② 안벽작업 통제 기술	18	③	17	③	③
	③ 야드작업 통제 기술	27	②	31	②	②
	④ 게이트작업 통제 기술	3	⑤	3	⑤	⑤
	⑤ 실시간 모니터링 기술	15	④	17	③	④

운영시스템 기술개발 시급성과 도입효과 설문 결과(계속)

기능	운영시스템 기술대안	비교	개발 시급성		도입효과		종합 순위
			비율(%)	순위	비율(%)	순위	
운영 시스템	① YT 동시 배차 최적화 기술		27	①	28	②	①
	② 자동 Remarshaling & 구내이적 최적화 기술		14	④	14	④	④
	③ C/C 자동 양적하 최적화 기술		6	⑤	3	⑤	⑤
	④ 실시간 장비 배정 및 제어 기술		25	②	29	①	①
	⑤ 반출입 예약제		6	⑤	3	⑤	⑤
	⑥ YT 운영 규칙 최적화 기술		19	③	20	③	③
	⑦ 게이트 자동화 기술		3	⑦	3	⑤	⑦
계획 시스템	① 수출입장치장 활용계획 최적화 기술		28	②	33	②	②
	② 선석배정계획 최적화 기술		23	③	19	③	③
	③ 본선계획 최적화 기술		29	①	37	①	①
	④ 자원배정 최적화 기술		14	④	11	④	④
	⑤ 기타		6	⑤	0	⑤	⑤
IT 기술	① 데이터 송수신 네트워크 기술		15	③	23	③	③
	② 하역장비 추적기술		35	②	43	①	①
	③ 주전산기 및 응용 S/W 기술		44	①	34	②	①
	④ 기타		6	④	0	④	④

3. 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 중요도 면담조사

현장의 터미널 운영 전문가 면담을 통한 기술현안 분석에서는 설문내용에 대한 설명과 함께 현재 컨테이너터미널 운영시스템의 전반에 대한 내용을 면담하였으며, 먼저 운영시스템 사용시 발생하는 불편 및 애로사항과 운영시스템의 개선사항에 대한 방향을 설정하기 위한 면담을 하고 난 후 각 시스템별로 운영시스템의 중요도를 파악하였다. 운영시스템의 중요도는 종합관제시스템, 운영시스템, 계획시스템, IT 기술에 대해서 운영시스템 기술대안별 중요도를 5점 스케일로 파악하였다.

1) 불편 및 애로사항 면담 결과

현재의 운영시스템에 대한 불편 및 애로사항에 대한 면담 결과는 <표 5-5>와 같다. 먼저 종합관제시스템에서는 장치장 운영 모니터링이 실시간 작업 확인에 제한적인 것과 반입 컨테이너에 대한 사전 정보의 부족을 들었다. 운영시스템에서는 장비와 차량의 자원 평준화가 달성되지 않음에 따른 장치장 혼잡도 증가, 장치장 비효율적 운영 등이 가장 큰 문제점이었으며, 특히 환적화물을 포함한 물동량 자체의 증가로 인해 차량의 운행과 작업량이 늘면서 작업부하 분산화가 이루어지지 않아 야드 공간의 절대 부족현상으로 인해 야기된 문제점들이 운영시 다양한 형태의 애로사항으로 나타났다. 계획시스템에서는 본선계획 스케줄의 유동성에 대한 대처능력 부족인데, 이는 계획시스템의 재계획 유연성 부족에 기인한 것이다. IT 기술은 최근의 기술추세를 반영해서 실시간으로 정보처리가 이루어지는 웹기반시스템 및 모니터링시스템의 미비를 들었다. 그 외에 선박대형화에 따른 수심 및 C/C 능력 부족과 처리물량대비 장치장 장치공간 부족과 같은 구조적인 문제에 대해서도 지적되었다.

<표 5-5>

현재의 운영시스템에 대한 불편 및 애로사항 면담 결과

기능구분	애로사항
종합관제 시스템	<ul style="list-style-type: none"> - 장치장 운영 모니터링이 실시간 작업 확인에 제한이 있음 - 반입 컨테이너에 대한 정확한 사전 정보 부족
운영시스템	<ul style="list-style-type: none"> - 반출입차량 예약제도 미비 - 환적물량 증가로 인한 장치장 혼잡도 증가 - 자동화 시스템 개발부족으로 비효율적으로 장치장이 운영 - 야드 내의 잦은 구내이적으로 생산성 약화
계획시스템	<ul style="list-style-type: none"> - 선박스케줄의 유동성에 대한 대처능력 부족 - 자동 장치계획 부족으로 장치능력 저하 - 장치장 협소로 인해서 본선 양적하 작업에 지장을 초래
IT 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 웹기반의 실시간 자료처리 및 모니터링 시스템 미비 - 선사 및 관련업체와의 자료전송 및 호환성 미비 - 각 운송사의 데이터 교환의 어려움과 각종 요구데이터의 비표준화
기타	<ul style="list-style-type: none"> - 선박대형화에 따른 수심 및 C/C 능력 부족 - 처리물량대비 장치장 장치공간 부족

현재의 운영시스템에 대한 개선사항으로는 종합관제시스템에서는 정확한 사전 정보 처리를 들었으며, 운영시스템에서는 장치장 계획 및 야드장비 계획을 지원하는 운영규칙시스템이 필요하고, 장비 및 차량의 자원 분산화를 위한 실시간 운영 기술과 반출입차량 예약제도가 필요한 것으로 나타났다. 계획시스템에서는 선적 및 반입을 반영한 정확한 본선계획이 필요하며, 야드의 장치율을 높일 수 있도록 장치장 계획이 자동화되어야 하는 것으로 나타났다. 또한 IT 기술에 대해서는 기술투자를 통해서 편의성이 높은 사용환경을 구축하는 것이 필요하다고 지적하였다.

<표 5-6>

현재의 운영시스템에 대한 개선사항 면담 결과

영역	개선사항
종합관제 시스템	- 선적을 위한 정확한 사전정보 처리가 필요
운영시스템	- 장치장 계획 및 야드장비 계획을 지원하는 운영규칙 시스템 필요 - 장비 및 차량의 자원 분산화를 위한 실시간 운영기술 - 반출입차량 예약제도 도입
계획시스템	- 선적 및 반입을 반영한 정확한 본선계획 필요 - 야드의 장치율을 높일 수 있도록 장치장 계획이 자동화 되어야 함
IT 기술	- 운영시스템의 사용환경의 편의성 필요 - IT 기술에 대한 투자

현재의 운영시스템에 대한 불편 및 애로사항과 개선사항에 대한 면담결과를 요약하면, 운영시스템에서 가장 많은 불편 및 애로사항이 나왔으며, 또한 가장 개선이 필요한 부분으로 나타났다. 운영시스템에서 많은 불편 및 애로사항이 발생한 원인은 제한된 자원을 실시간으로 운영하는 최적화 전략이 이루어지지 않아 자원을 분산시켜 작업을 균등화하는 운영규칙이 잘 반영되지 않기 때문이다. 따라서 제한된 자원(장비 및 장치장공간)을 효율적으로 운영하기 위한 자동화된 자원 운영규칙과 계획시스템이 가장 시급한 운영시스템 기술임을 알 수 있다. 이는 기술대안으로 운영시스템 기술대안을 가장 많이 선정한 것과도 관련성을 가지며, 운영시스템 기술대안의 경우 선택의 폭을 넓혀 다양한 방안을 모색하는 것이 필요하다.

2) 운영시스템 기술 중요도 면담 결과

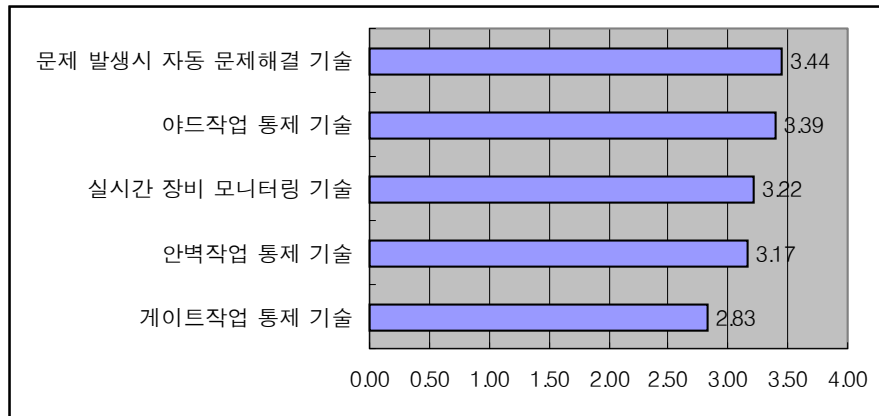
컨테이너터미널의 기능별 운영시스템 중요도를 면담으로 파악한 결과는 다음과 같다.

(1) 종합관제시스템의 중요도

종합관제시스템의 중요도에서는 문제 발생시 자동 문제해결 기술이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 야드작업 통제 기술과 실시간 모니터링 기술이 높게 나타났는데, 이는 하드웨어 장비를 이용하는 자동화된 기술이기 때문이며, 가장 중요도가 낮은 게이트작업 통제 기술은 현재의 운영시스템과 기술 격차가 가장 적어서 낮은 중요도를 보인 것이다.

<그림 5-18>

종합관제시스템별 기술의 중요도

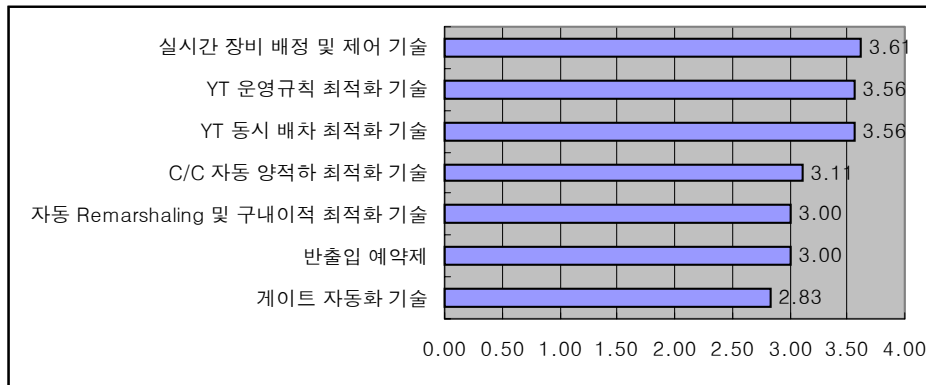


(2) 운영시스템의 중요도

운영시스템의 중요도에서는 TC와 YT의 실시간 장비운영에 관련된 실시간 장비 배정 및 제어 기술이 가장 높았으며, 다음으로 YT 차량배차에 관련된 YT 운영규칙 최적화 기술(YT pooling)과 YT 동시 배차 최적화 기술(YT dual cycle)이 높았다. 이를 제외한 다른 운영시스템들은 상대적으로 낮은 중요도를 나타내었다.

<그림 5-19>

운영시스템별 기술의 중요도

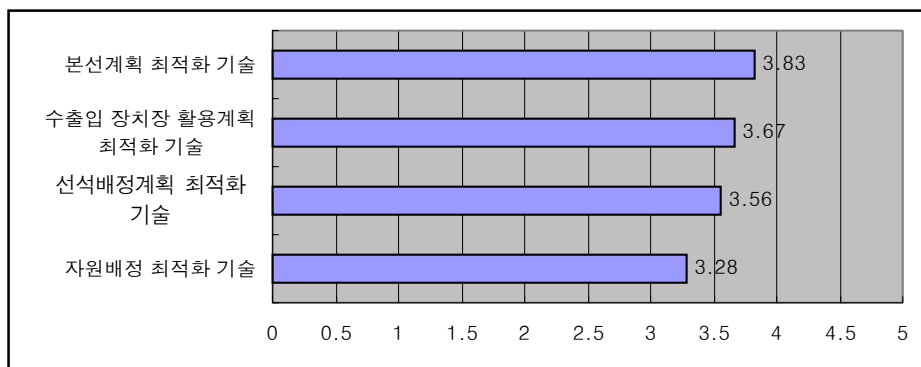


(3) 계획시스템의 중요도

계획시스템의 중요도에서는 선박의 작업과 C/C의 작업배분에 영향을 미치는 본선계획 최적화 기술이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 수출입장치장 활용계획 최적화 기술이 높게 나타났고, 그 다음이 선석배정계획 최적화 기술이었다. 또한 자원배정 최적화 기술은 상대적으로 중요도가 낮은 것으로 나타났다.

<그림 5-20>

계획시스템별 기술의 중요도



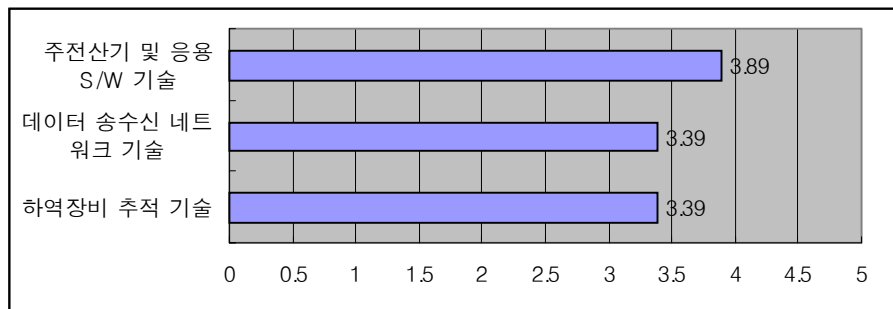
(4) IT 기술의 중요도

IT 기술의 중요도에서는 대량의 정보 처리 및 데이터 처리속도 향상 등 인공지능적이면서 복잡한 계획 및 통제업무를 신속하고 효율적으로 수행하여야 하는 주

전산기와 응용 S/W 기술이 가장 높게 나타났다. 향후 컨테이너터미널의 최신 주전산기 및 응용 S/W 기술은 개방형 구조의 정보공유 및 객체지향형 프로그래밍의 의미가 더욱 강조될 것으로 판단되며, 모든 응용프로그램이 웹 브라우저로 전이하게 될 것으로 전망된다. 데이터 송수신 네트워크 기술 및 하역장비 추적 기술의 중요도는 주전산기 및 응용 S/W 기술 중요도보다는 떨어지지만, 크게 차이가 나지 않는 수준으로 터미널 운영시스템과 관련한 IT 기술의 요소 기술로서 그 중요성이 과소평가되어서는 안 될 것으로 판단된다.

<그림 5-21>

IT 기술 운영시스템별 기술의 중요도



(5) 기능별 운영시스템 기술대안 중요도 요약

- 종합관제시스템은 터미널 전체를 범위로 하여 문제발생시 자동 문제해결 기술이 가장 중요함
- 운영시스템은 TC, YT 등의 야드장비 운영최적화가 중요함
- 계획시스템은 C/C를 포함한 본선계획이 중요함
- IT 기술은 주전산기 및 응용 S/W 기술이 중요함

<표 5-7>

운영시스템의 기능별 기술대안 중요도

운영시스템 기능	기술대안 중요도 순서	기술범위
종합관제시스템	① 문제발생시 자동 문제해결 기술	전체
	② 야드작업 통제 기술	야드
	③ 실시간 모니터링 기술	C/C, TC
	④ 안벽작업 통제 기술	안벽
	⑤ 게이트작업 통제 기술	게이트

운영시스템의 기능별 기술대안 중요도(계속)

운영시스템 기능	기술대안 중요도 순서	기술범위
운영시스템	① 실시간 장비 배정 및 제어 기술	TC, YT
	② YT 동시 배차 최적화 기술	YT
	② YT 운영규칙 최적화 기술	YT
	④ C/C 자동 양적화 최적화 기술	C/C
	⑤ 자동 Remarshaling & 구내이적 최적화 기술	TC, 야드
	⑤ 반출입 예약제	야드
	⑦ 게이트 자동화 기술	게이트
계획시스템	① 본선계획 최적화 기술	안벽
	② 수출입장차장 활용계획 최적화 기술	야드
	③ 선석배정계획 최적화 기술	안벽
	④ 자원배정 최적화 기술	장비, 인력
IT 기술	① 주전산기 및 응용 S/W 기술	전체
	② 하역장비 추적 기술	안벽, 야드
	② 데이터 송수신 네트워크 기술	전체

4. 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 우선순위 종합

설문결과에서 분석된 기능별 운영시스템 기술대안에 대해서 개발이 시급한 기술과 기술도입 효과가 큰 기술을 파악한 기술대안별 우선순위 결과(<표 5-4> 참조)와 면담 결과에서 도출한 기술대안 중요도 우선순위(<표 5-7> 참조)를 종합하면 <표 5-8>과 같다.

<표 5-8>

운영시스템 기술대안의 선정 결과

기능	운영시스템 기술대안	비교	설문결과 우선순위	면담결과 우선순위
종합관계 시스템	① 문제 발생시 자동 문제해결 기술		①	①
	② 안벽작업 통제 기술		③	④
	③ 야드작업 통제 기술		②	②
	④ 게이트작업 통제 기술		⑤	⑤
	⑤ 실시간 모니터링 기술		④	③

운영시스템 기술대안의 선정 결과(계속)

기능	운영시스템 기술대안	비교	설문결과 우선순위	면담결과 우선순위
운영 시스템	① YT 동시 배차 최적화 기술		①	②
	② 자동 Remarshaling & 구내이적 최적화 기술		④	⑤
	③ C/C 자동 양적하 최적화 기술		⑤	④
	④ 실시간 장비 배정 및 제어 기술		①	①
	⑤ 반출입 예약제		⑤	⑤
	⑥ YT 운영 규칙 최적화 기술		③	③
	⑦ 게이트 자동화 기술		⑦	⑥
계획 시스템	① 수출입장차장 활용계획 최적화 기술		②	②
	② 선석배정계획 최적화 기술		③	③
	③ 본선계획 최적화 기술		①	①
	④ 자원배정 최적화 기술		④	④
	⑤ 기타		⑤	⑤
IT 기술	① 데이터 송수신 네트워크 기술		③	③
	② 하역장비 추적기술		①	②
	③ 주전산기 및 응용 S/W 기술		①	①
	④ 기타		④	④

5. 컨테이너터미널 운영시스템 평가모형 분석

차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발을 위한 운영시스템 기술대안을 선정하기 위해서는 컨테이너터미널의 실무자에 대한 설문분석 및 전문가 면담분석 결과를 토대로 운영시스템별 중요도와 생산성 향상에 미치는 영향을 고려하여 향후에 선정된 운영시스템의 개발시 어느 정도의 생산성 향상이 기대되는지를 정량적으로 분석할 필요가 있으며, 이를 위한 평가모형의 수립을 통하여 (1) 과거의 실적에 해당하는 생산성 대비 현재 터미널의 생산성을 분석하여 생산성 향상 지수를 평가하는 기능과 (2) 현재의 생산성을 바탕으로 생산성 향상에 대한 투자노력으로 미래의 생산성을 예측하는 기능을 가질 수 있을 것이다.

1) 평가모형 수립

먼저 평가모형 수립을 위한 가정은 다음과 같다.

- 현재 생산성은 터미널의 대표적인 생산성척도인 안벽생산성(C/C 총작업시간 생산성/순작업시간 생산성)을 기준으로 한다.
- 생산성 향상 지수는 기능별 운영시스템 기술 중에 선택된 기술에 따라 다르게 적용한다.
- 기능별 운영시스템의 터미널 생산성 반영 가중치는 기능별 운영시스템에 따라 다르게 적용되며, 터미널별로 구별되는 특성치이다.

평가모형을 위한 기호 정의는 다음과 같다.

- CP(Current Productivity) : 현재 생산성
 - FP(Future Productivity) : 미래 생산성
 - O_i : 운영시스템 생산성 향상 지수
 - P_j : 계획시스템 생산성 향상 지수
 - I_k : IT 기술 생산성 향상 지수
 - M_l : 종합관제시스템 생산성 향상 지수
 - n : 기능별 운영시스템 기술대안에서 선택한 운영기법의 수
 - w_m : 기능별 기술의 터미널 생산성 반영 가중치
- 단, 가중치는 전문가 면담에서 계산된 운영시스템별 중요도에서 반영시킨다.

IT 기술과 종합관제시스템은 운영시스템이 결정되면 단일 운영시스템으로 사용되므로 하나의 기술만 선택된다. 그러나 운영시스템과 계획시스템은 서로 독립적으로 사용될 수 있는 기술들이 존재하므로 복수개의 운영기법들이 선택되면 그 효과가 배가되도록 기능별 운영기법에 대한 가중치를 <표 5-9>와 같이 구성하였다.

<표 5-9>

기능별 운영기법에 대한 가중치 부여

구분	운영(w_1)	계획(w_2)	IT(w_3)	종합관제(w_4)	가중치 합계
3개 운영기법	0.2	0.15	0.1	0.05	0.5

즉 운영시스템과 계획시스템에서 기능별로 3개의 운영기법을 선택할 경우는 $w_1+w_2+w_3+w_4=0.5$ 가 되도록 운영시스템은 $w_1=0.2$, 계획시스템은 $w_2=0.15$, IT 기술은 $w_3=0.1$, 종합관제시스템은 $w_4=0.05$ 로 가정한다.

따라서 운영시스템 생산성 평가를 위해 수립한 평가모형은 다음과 같다.

$$FP[n>1] = CP* \left\{ \sum_{i=1}^n (w_1 * O_i) + \sum_{j=1}^n (w_2 * P_j) + (w_3 * I_k) + (w_4 * M_l) \right\} \quad \text{식(1)}$$

식(1)에서 운영투자성장률은 $\left\{ \sum_{i=1}^n (w_1 * O_i) + \sum_{j=1}^n (w_2 * P_j) + (w_3 * I_k) + (w_4 * M_l) \right\}$ 이 된다.

이러한 계수치는 새로운 운영시스템의 개발에 따라 기대되는 각 기능별 운영시스템의 생산성 향상을 나타내는 지수들의 합이므로 운영투자성장률 인자로 고려하였다.

2) 기능별 생산성 향상 지수(O, P, I, M)

기술선호도는 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술 수요조사 분석결과를 통해 얻은 기능별 운영시스템 기술들에서 우선순위를 분석한 결과로 선정한 선호도 순위이며, 생산성 향상 지수는 운영시스템 기술을 적용할 경우 기대되는 생산성 향상 비율을 지수로 나타낸 값이다.

<표 5-10> 운영시스템의 기능별 기술선호도 및 생산성 향상 지수

운영시스템 기능	운영시스템 기술대안	기술선호도	생산성 향상 지수
운영시스템	실시간 장비 배정 및 제어 기술	①	$O_1=1.3$
	YT 동시 배차 최적화 기술	②	$O_2=1.3$
	YT 운영규칙 최적화 기술	③	$O_3=1.2$
	C/C 자동 양적화 최적화 기술	④	$O_4=1.1$
	자동 Remarshaling & 구내이적 최적화 기술	⑤	$O_5=1.1$
	반출입 예약제	⑥	$O_6=1.05$
	게이트 자동화 기술	⑦	$O_7=1.05$

운영시스템의 기능별 기술선호도 및 생산성 향상 지수(계속)

운영시스템 기능	운영시스템 기술대안	기술선호도	생산성 향상 지수
계획시스템	본선계획 최적화 기술	①	$P_1=1.25$
	수출입장치장 활용계획 최적화 기술	②	$P_2=1.25$
	선석배정계획 최적화 기술	③	$P_3=1.2$
	자원배정 최적화 기술	④	$P_4=1.1$
IT 기술	주전산기 및 응용 S/W 기술	①	$I_1=1.1$
	하역장비 추적 기술	②	$I_2=1.1$
	데이터 송수신 네트워크 기술	③	$I_3=1.1$
종합관계 시스템	문제발생시 자동 문제해결 기술	①	$M_1=1.1$
	야드작업 통제 기술	②	$M_2=1.1$
	실시간 모니터링 기술	③	$M_3=1.05$
	안벽작업 통제 기술	③	$M_4=1.05$
	게이트작업 통제 기술	⑤	$M_5=1.02$

3) 가중 생산성 향상 지수

생산성에 대한 기능별 운영시스템의 가중치는 현재 컨테이너터미널 운영시스템의 현황 분석에서 사용한 설문에서 현재 컨테이너터미널에서 사용하고 있는 운영시스템 중 가장 생산성에 영향을 미치는 기술분야에 대한 우선순위를 파악하여 얻은 i) 운영시스템, ii) 계획시스템, iii) 종합관계시스템, iv) IT 기술을 가중치를 반영시키는 순위로 선정하였다. 각 기술분야에 대한 가중치를 0.4, 0.3, 0.2, 0.1로 부여하는 순차적인 방법을 적용하였다. 각 기술분야에 부여된 가중치를 이용하여 계산된 가중 생산성 향상 지수는 <표 5-11>과 같다.

<표 5-11>

운영시스템 기술대안별 가중 생산성 향상 지수

운영시스템 기능	운영시스템 기술대안	가중치	생산성 향상 지수	가중 생산성 향상 지수
운영 시스템	실시간 장비 배정 및 제어 기술	$w_1=0.4$	$O_1=1.3$	$w_1*O_1=0.52$
	YT 동시 배차 최적화 기술	$w_1=0.4$	$O_2=1.3$	$w_1*O_2=0.52$
	YT 운영규칙 최적화 기술	$w_1=0.4$	$O_3=1.2$	$w_1*O_3=0.48$
	C/C 자동 양적하 최적화 기술	$w_1=0.4$	$O_4=1.1$	$w_1*O_4=0.44$
	자동 Remarshaling & 구내이적 최적화 기술	$w_1=0.4$	$O_5=1.1$	$w_1*O_5=0.44$
	반출입 예약제	$w_1=0.4$	$O_6=1.05$	$w_1*O_6=0.42$
	게이트 자동화 기술	$w_1=0.4$	$O_7=1.05$	$w_1*O_7=0.42$
계획 시스템	본선계획 최적화 기술	$w_2=0.3$	$P_1=1.25$	$w_2*P_1=0.375$
	수출입장치장 활용계획 최적화 기술	$w_2=0.3$	$P_2=1.25$	$w_2*P_2=0.375$
	선석배정계획 최적화 기술	$w_2=0.3$	$P_3=1.2$	$w_2*P_3=0.36$
	자원배정 최적화 기술	$w_2=0.3$	$P_4=1.1$	$w_2*P_4=0.33$
IT 기술	주전산기 및 응용 S/W 기술	$w_3=0.2$	$I_1=1.1$	$w_3*I_1=0.22$
	하역장비 추적 기술	$w_3=0.2$	$I_2=1.1$	$w_3*I_2=0.22$
	데이터 송수신 네트워크 기술	$w_3=0.2$	$I_3=1.1$	$w_3*I_3=0.22$
종합관제 시스템	문제발생시 자동 문제해결 기술	$w_4=0.1$	$M_1=1.1$	$w_4*M_1=0.11$
	야드작업 통제 기술	$w_4=0.1$	$M_2=1.1$	$w_4*M_2=0.11$
	실시간 모니터링 기술	$w_4=0.1$	$M_3=1.05$	$w_4*M_3=0.105$
	안벽작업 통제 기술	$w_4=0.1$	$M_4=1.05$	$w_4*M_4=0.105$
	게이트작업 통제 기술	$w_4=0.1$	$M_5=1.02$	$w_4*M_5=0.102$

4) 평가모형에 의한 생산성 향상 분석

컨테이너터미널에 적용할 차세대 운영시스템 기술개발 대안은 컨테이너터미널의 각 기능별로 선정된 운영시스템 기술대안 중에서 운영시스템과 계획시스템 세가지와 IT 기술과 종합관제시스템은 중복성이 많은 이유로 최우선안 1가지씩을 갖고 생산성 향상 지수에 기술별 가중치를 반영한 가중 생산성 향상 지수를 구한 다음 가중 생산성 향상 지수가 높은 개발기술 대안을 분석한다.

운영시스템 개발기술 생산성 분석에서는 평가모형의 예를 제시하고, 평가모형에 의한 생산성을 분석하였다.

차세대 운영시스템 기술을 개발할 경우의 운영시스템 생산성은 운영시스템의 자동화 수준을 높여 터미널 전체의 생산성을 향상시킬 수 있는 개발기술 대안을 각 기능별로 선택적으로 선정할 수 있도록 구성되어 있다. 그러므로 IT 기술과 중

합관제시스템과 같이 하나의 시스템을 선택하여야 하는 경우를 제외한 운영시스템과 계획시스템에 대해서 복수개의 대안을 선정하여 그 효과를 최대화할 수 있는 방안을 찾을 수 있으며 여기서는 3개씩의 대안이 선정된 경우에 대해서 분석하였다.

<표 5-12>

기능별 3개 복수 운영기법 대안 선택시의 평가모형

운영시스템 기능	운영시스템 기술개발 대안	기술 선호도	가중치	생산성 향상 지수	가중 생산성 향상 지수
운영시스템	실시간 장비 배정 및 제어 기술	①	$w_1=0.2$	$O_1=1.3$	$\sum_{i=1}^3 (w_2 * O_i)=0.76$
	YT 동시 배차 최적화 기술	②		$O_2=1.3$	
	YT 운영 규칙 최적화 기술	③		$O_3=1.2$	
계획시스템	본선계획 최적화 기술	①	$w_2=0.15$	$P_1=1.25$	$\sum_{j=1}^3 (w_3 * P_j)=0.555$
	수출입 장치장 활용계획 최적화 기술	②		$P_2=1.25$	
	선석배정계획 최적화 기술	③		$P_3=1.2$	
IT 기술	주전산기 및 응용 S/W 기술	①	$w_3=0.1$	$I_1=1.1$	$w_4 * I_1=0.11$
종합관제	문제 발생시 자동 문제해결 기술	①	$w_4=0.05$	$M_1=1.1$	$w_1 * M_1=0.055$

$$\begin{aligned}
 FP[n=3] &= CP * \{ (0.2 * 1.3 + 0.2 * 1.3 + 0.2 * 1.2) + (0.15 * 1.25 + 0.15 * 1.25 + 0.15 * 1.2) \\
 &\quad + (0.1 * 1.1) + (0.05 * 1.1) \} \\
 &= CP * \{ 0.76 + 0.555 + 0.11 + 0.055 \} \\
 &= CP * 1.48
 \end{aligned}$$

따라서 계산된 가중 생산성 향상 지수의 합인 운영투자성장률 인자가 1.48이므로 48%의 생산성 향상이 가능하다고 판단할 수 있다.

예를 들어 현재 생산성으로 C/C의 총작업생산성을 사용하였을 경우 2002년 부산항 컨테이너터미널의 평균 C/C의 총작업생산성 CP=21.6을 가정할 경우는 미래 생산성은 32.0으로 현재 생산성 21.6에 비해 48% 향상된다고 할 수 있다.

<표 5-13>

차세대 운영시스템 대안의 생산성 분석 결과

운영시스템 기능	운영시스템 기술개발 대안	운영투자 성장률	생산성 향상(%)	미래 생산성 (Lifts/h)
운영시스템	실시간 장비 배정 및 제어 기술	1.48	48.0	32.0
	YT 동시 배차 최적화 기술			
	YT 운영 규칙 최적화 기술			
계획시스템	본선계획 최적화 기술			
	수출입 장치장 활용계획 최적화 기술			
	선석배정계획 최적화 기술			
IT 기술	주전산기 및 응용 S/W 기술			
종합관계	문제 발생시 자동 문제해결 기술			

단, 여기서 C/C의 총작업생산성은 차세대 운영시스템의 생산성을 분석하기 위해서 도입한 척도이며, 다른 생산성 척도도 평가기준을 변경하여 적용할 수 있다.

6. 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 분석 결과

설문 결과, 면담 결과 그리고 평가모형 분석 결과를 바탕으로 기존 운영시스템과 차세대 운영시스템 간의 기술적 비교 검토를 통하여 얻은 차세대 운영시스템 기술과 요구사항은 <표 5-14>와 같다.

<표 5-14>

차세대 운영시스템 기능별 기술과 요구사항

운영시스템 기능	기존 운영시스템	차세대 운영시스템 기술	요구 사항
운영시스템	Rule-base 시스템 전문가 시스템 장비 조별 작업	실시간 장비 배정 및 제어 기술	인공지능 실시간 의사결정
		YT 동시 배차 최적화 기술	YT dual cycle
		YT 운영 규칙 최적화 기술	YT pooling
계획시스템	전문가 시스템 수동계획 사전계획	본선계획 최적화 기술	최적화 알고리즘 지능형 의사결정
		수출입장치장 활용계획 최적화 기술	최적화 알고리즘 지능형 의사결정
		선석배정계획 최적화 기술	최적화 알고리즘 지능형 의사결정

차세대 운영시스템 기능별 기술과 요구사항(계속)

운영시스템 기능	기존 운영시스템	차세대 운영시스템 기술	요구 사항
IT 기술	중앙집중처리방식(1-Tier) 또는 분산처리방식 (2, 3-Tier), 구조적 프로그래밍, 기능별 운영시스템 구축	네트워크 중심 분산처리방식 (Multi-Tier)의 첨단 데이터 송수신 네트워크 기술을 기반으로 하는 통합운영 시스템 구축	분산처리방식(Multi-Tier), Web-Based 객체지향 프로그래밍, 통합운영시스템
종합관제 시스템	주기적 감시 및 통제 전문가 시스템	문제 발생시 자동 문제해결 기술	인공지능 지능형 의사결정

운영시스템 기능별 기술의 주요 요구사항은 다음과 같이 요약된다.

- 운영시스템에서 실시간 장비배정을 위한 인공지능이 필요하며, YT의 pooling 과 dual cycle 작업을 위한 최적화 알고리즘이 필요
- 계획시스템에서 실시간 계획을 지원하는 지능형 의사결정과 자동 계획이 가능한 본선계획, 수출입장치장 활용계획, 선석배정계획기술이 필요
- IT 기술에서 주전산기 및 응용 S/W 기술의 성능향상을 위한 분산처리방식의 첨단 통합망 데이터 송수신 네트워크 기술을 기반으로 하는 Web-Based 객체지향 프로그래밍의 통합운영시스템 구축이 필요
- 종합관제시스템에서 문제 발생시 자동 문제해결을 위한 인공지능과 지능형 의사결정이 필요

기술발전 추세 관점에서는 차세대 운영시스템에서 요구되는 기술은 기존의 Rule Based Planning과 전문가 시스템 또는 둘의 혼합시스템(Hybrid System)을 사용 하던 방식에서 지능형 의사결정과 최적화 알고리즘을 적용하기 위한 인공지능을 적용하는 것이 필요하다.

제 6 장 국내 항만의 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 개발방향 및 전략

1. 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 개발방향 선정

차세대 컨테이너터미널 운영시스템의 개발방향을 선정하기 위해서 5장의 설문조사에서 설정한 설문 목표를 바탕으로 현장의 의견을 반영하여 차세대 운영시스템의 개발방향을 선정하고자 한다.

1) 개발 우선순위 선정

차세대 컨테이너터미널 운영시스템 개발기술의 우선순위 선정은 5장의 설문조사에서 설정한 설문 목표 1의 현재 컨테이너터미널의 운영시스템에 대한 의견조사를 통해서 분석한 터미널 이용시 애로사항, 현재 운영시스템 만족도, 개선이 시급한 운영시스템 등에 대한 운영시스템 기능별 우선순위를 파악하였다.

<표 6-1>

운영시스템 기능별 우선순위

설문항목	기능별 우선순위
터미널 이용시 애로사항	운영시스템 > 계획시스템 > IT 기술 > 종합관제시스템
현재 운영시스템 만족도	만족 > 보통 > 불만
개선이 시급한 운영시스템	운영시스템 > 계획시스템 > IT 기술 > 종합관제시스템

분석된 설문항목별 우선순위를 살펴보면, 현재 터미널 이용시의 애로사항에 대한 우선순위와 개선이 시급한 운영시스템의 우선순위가 일치함을 볼 수 있으며, 이에 따라 운영시스템 기능별 우선순위를 운영시스템, 계획시스템, IT 기술, 종합관제시스템으로 설정한다.

2) 기술개발 기간 결정

차세대 운영시스템 개발시기는 5장의 설문조사에서 설정한 설문 목표 3의 차세

대 컨테이너터미널 운영시스템의 기술개발 방향 의견조사에서 분석된 결과를 바탕으로 개발시기를 결정한다.

<표 6-2>

운영시스템 기능별 개발시기

운영시스템 기능	개발 시기 응답비율				개발 기간
	1년	2-3년	3-5년	5년 이후	
운영시스템	22%	50%	17%	11%	5년
계획시스템	21%	42%	21%	16%	3년
IT 기술	6%	66%	28%	0%	5년
종합관제시스템	6%	55%	22%	17%	5년

각 운영시스템 기능별로 운영시스템의 개발 시기를 분석한 결과 2~3년을 개발 시기로 응답한 비율이 가장 높아 운영시스템 개발의지는 3년 정도인 것으로 파악된다. 그렇지만 각 기능별로 운영시스템의 개발 시기가 3년 이내로 파악되었으나 생산성 향상의 주된 목표가 되는 8천~1만TEU급 컨테이너선의 주력선형화는 향후 5년 이후, 1만 2천TEU급 초대형선의 주력선형화는 향후 10년 이후에 일어날 것이라고 추정한다면 기술개발 기간은 5년으로 설정하여 단계별 개발전략을 수립하여 자체기술 확보전략과 병행하는 것이 바람직하다. 또한 5년 이내에 운영시스템 기술대안들을 통합한 운영시스템이 개발되어야 하며, 그 기간에 맞는 구체적인 기술개발 계획을 수립하여야 한다.

그러나 계획시스템의 최적화 기술은 하드웨어와의 연동이 아닌 소프트웨어 기술로 기술발전 속도가 빠르고 개발기간이 하드웨어 개발보다 상대적으로 짧으므로 3년 이내에 개발하는 것이 필요하며, 기술개발 기간에 대한 신속한 대응이 필요하다.

3) 운영시스템 개발 방향

차세대 컨테이너터미널의 운영시스템 개발기술 대안으로 선정된 각 기능별 운영시스템은 장비의 작업정보와 컨테이너 계획정보를 실시간으로 처리하여야 한다는 공통점을 가지고 있어 통합적으로 운영할 수 있는 시스템이어야 하며, 최적의 운영안과 계획 결과를 바탕으로 <표 6-3>의 내용에서 목표로 하는 기술들이 반영되어야 한다. 그리고 개발방향은 운영시스템의 경우 사전확정적이 상호유기적으

로, 계획시스템은 직관적이고 경험적인 것이 최적화와 지능적인 것으로, IT 기술은 기능별 운영이 통합운영으로, 종합관계시스템은 부분적이고 일시적인 것인 전면적이고 상시적인 것으로 가야 한다.

이러한 개발방향을 달성함으로써 구조적으로 기능들이 실시간으로 통합운영되어 최적안을 제시하는 형태의 통합운영 의사결정시스템의 형태를 갖추어야 한다.

<표 6-3>

차세대 컨테이너터미널 운영시스템 개발 방향

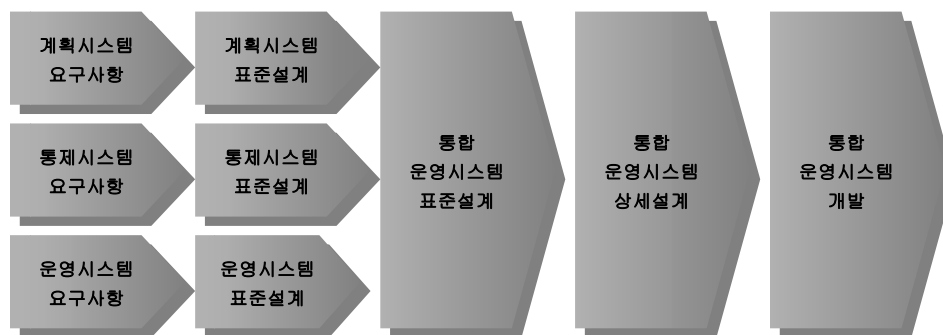
운영시스템 기능		구분	운영시스템	개발방향
운영시스템	야드	현재	- 사전 확정된 야드 장비 배정 - 유인장비에 의한 낮은 장비가동률	사전 확정적 ↓ 상호 유기적
		목표	- 실시간 현장 상황을 반영한 장비 배정 - 무인장비에 의한 높은 장비가동률	
	안벽	현재	- 본선작업의 YT 조별 작업배정	
		목표	- 자동 배차 운영기술(pooling기술) 적용 - 안벽, 장치장간 Dual Cycle System운영기술 적용	
계획시스템	야드	현재	- Planner에 의한 수출입 장치장 계획 수립 - Remarshaling, 구내이적계획 수립 미흡	직관적 & 경험적 ↓ 최적화 & 지능적
		목표	- Planner를 위한 최적화된 의사결정지원시스템구축 - 자동화된 장치장 계획시스템 구축	
	안벽	현재	- 선석계획 수립 및 수작업에 의한 낮은 효율성 - Planner의 직관적인 본선양적하 계획 수립 - 반입마감시간 제약을 가지는 계획 수립	
		목표	- 선석운영규칙, 자동양적하계획수립 알고리즘 개발 - 최적기법이 적용된 의사결정계획시스템 구축 - 실시간 자동 계획수립	
IT 기술	현재	- 기능별 운영시스템 개발 및 운영 - 통합운영시스템 운영이 가능한 네트워크 체계 구축	기능별 운영 ↓ 통합운영	
	목표	- 컨테이너터미널 운영효율의 극대화 - 컨테이너터미널 운영 정보자원 효율 극대화		
종합관제 시스템	현재	- 유인 및 무인을 겸용한 차량 통제 - 인력&자동을 겸비한 차량 정보 입수 - 인력에 의한 컨테이너 검수·검량 - 터미널내 작업영역간 부분적, 단편적 모니터링 - 상당부분이 인력에 의한 데이터수집 및 가공처리 - 경험자에 직관에 의한 자원배정 및 자원계획 - 인력에 의한 터미널 통합관제	부분적 & 일시적 ↓ 전면적 & 상시적	
	목표	- 반출입 차량의 자동 통제 - 무인자동된 차량 정보의 입수 및 가공처리 - 무인장비에 의한 컨테이너 검수·검량 - 터미널내 작업영역간 전면 실시간 모니터링 - 터미널내 정보수집 및 가공의 자동처리 - 자원배정, 자원계획의 지능형 의사결정지원 - 인공지능형 터미널 통합관제		

이러한 통합운영시스템은 터미널 계획시스템, 장비운영시스템, 통제관리시스템이 상호 유기적으로 연동되어 시스템 간의 원활한 정보참조로 터미널의 생산성을 향상시키는 것이다. 기존의 터미널 운영시스템은 각 영역별로 상호 독립적으로 운영되었기 때문에 터미널의 생산성을 높이는 데 그 한계가 있으며 계획수립 이후 운영단계에서 발생하는 각종 문제상황들에 대한 계획시스템의 대처가 부족한 실정이다. 그러나, 통합운영시스템은 운영을 고려한 계획수립이 가능한 시스템을 구축하여, 실시간으로 제공되는 터미널 현장상황을 계획시스템에 반영함으로써 현장업무의 효율성을 높이고 문제사항 발생시에 이를 즉각적으로 대처할 수 있는 유연한 시스템이라 할 수 있다.

차세대 컨테이너터미널 운영시스템은 이상과 같은 3가지 영역의 개별시스템이 수행하던 기능들을 통합하여 설계 및 개발이 이루어져야 하며, 개별시스템 간의 정보공유 및 전송을 위해서는 시스템 간의 각종 자료의 표준화가 선행된 이후에 통합시스템의 세부설계가 이루어질 수 있다.

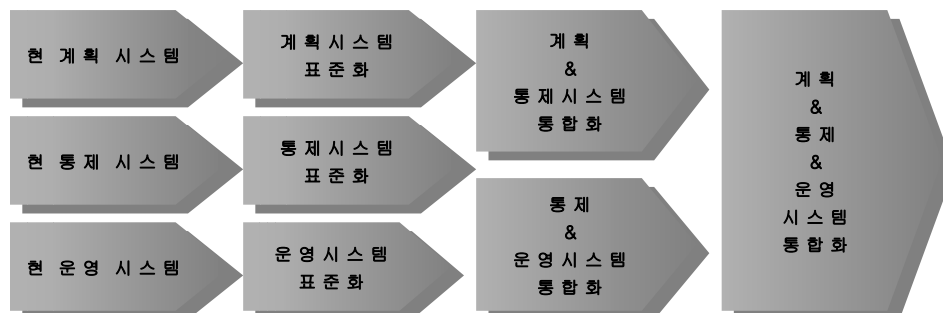
<그림 6-1>

통합운영시스템 개발 과정



<그림 6-2>

기존 운영시스템 통합화 과정



2. 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 전략

차세대 컨테이너터미널의 운영시스템 기술개발을 위한 전략으로 크게 정책적 추진전략, 기술의 확보전략, 자체 개발전략의 3가지로 구분하여, 각각의 전략에 대하여 세부방안을 수립하며, 국내 자체 기술개발 전략의 수립을 위한 기술개발 추진체계, 기술개발 실천 방안 등을 수립하고 개발기술의 활용방안을 제시한다.

1) 정책적 추진전략

정책적 추진전략은 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발과 관련하여 동북아의 물류중심기지로 발전하기 위해서 중장기적 투자, 기술인력 확보 및 연구개발의 활성화, 개발기술의 국제화 및 선도화 등 다양한 방면으로 정책적인 추진전략을 세워 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 개발의 당위성을 나타내고자 한다.

차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발을 위한 정책적 추진전략은 다음과 같다.

(1) 기술개발을 위한 전략적인 목표설정과 효율적인 투자 및 개발을 위한 기술개발 추진

- 항만 생산성 향상을 위한 운영시스템의 기술개발에 대한 전략적인 목표를 제시하고, 급변하는 국제물류의 흐름을 선도해 나갈 수 있도록 전략적인 목표를 설정하며, 기술개발을 효율적으로 추진할 수 있는 투자가 이루어질 수 있는 중점적 기술개발 사업 추진
- 현실적인 문제에 가장 합리적이면서 타당한 대안을 도출하기 위하여 한정된 연구개발 자원과 국내 기술개발 수준 격차 등을 고려하여 경쟁우위를 확보할 수 있는 현실적인 투자대안 선택

(2) 첨단기술의 연구개발을 위한 국내 전문기술개발인력의 확보 및 지속적인 연구개발의 활성화

- 국내 컨테이너터미널의 생산성 향상 및 경쟁력 확보를 위해서 기존 컨테이너터미널이나 신규 컨테이너터미널에 대하여 미래의 상황을 고려하여 효율적인 운영시스템 개발 및 연계 계획 수립

- 상업성 및 투자 가능성의 극대화를 유발하는 운영시스템 기술개발 사업 선정

(3) 동북아 물류중심기지로 발전하기 위한 국가적 위상제고 차원의 첨단기술확보

- 국내 컨테이너터미널 환경에 적합한 운영시스템 개발을 통한 한국형 운영시스템 체계 보유
- 컨테이너터미널 개별적 운영시스템 및 첨단 운영시스템 기술의 정보공유 및 연구인력·기반공유를 통한 기술개발의 효율성 증대와 더불어 항만 운영시스템 기술의 정보화 추진
- 기 개발된 타 산업분야의 첨단기술을 응용하여 항만 운영시스템 기술 적용 가능 방안 수립

(4) 연구개발 기술의 국제화 및 선도화

- 개발 기술의 국제화·첨단화를 통한 국내외 학회 및 국제 세미나 발표, 특허 제안 및 획득 등으로 세계적인 항만 운영시스템 기술개발 강국으로 부상
- 개발 기술의 첨단화로 인한 외국 기술의 수입대체 효과 및 수출로 항만운영시스템 기술의 국제적 수요에 대응
- 개발 기술의 선진화, 첨단화로 항만 운영시스템 기술 관련 산업의 기술력 확보

2) 기술 확보전략

차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발에 대한 기술 확보전략은 기존 국내의 관련기술을 수집하여 개선하는 방안, 새로운 기술을 개발하는 방안, 외국 선진국의 기술을 수입하여 개선하는 방안, 운영정보시스템 제작업체에서 자체개발하는 방안, 여러 관련 기관의 공동개발 방안 등 여러 가지가 고려된다.

차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술 확보전략에 대한 방안을 검토해 보면 다음과 같다.

(1) 산·학·연 공동연구체제 구축에 의한 자체 기술개발 방안

- 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발을 위한 정·산·학·연 공동연구 컨소시엄 구성
- 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술의 모듈별, 특성별 연구체제 활성화

기반 체제 구축

- 정기적인 개발기술 발표와 업계전체의 기술개발 정보 교류

(2) 컨테이너터미널 운영시스템 기술보유 선진국과의 협조를 통한 기술개발 방안

- 컨테이너터미널 운영시스템 선진국의 개발 기술 정보 습득
- 컨테이너터미널 운영시스템 선진국과의 국제 공동연구 협력체제 구축
- 국제 공동연구와 위탁연구의 선별적 추진

(3) 국제적인 연구교류의 활성화

- 해외 전문가 DB 구축과 전문가초청에 의한 기술지도(해외 한인전문가 활용) 체계 구축
- Post-Doc 등 해외 파견 전문가의 활용 방안 수립
- 컨테이너터미널 운영시스템 기술 세미나, TOC 컨퍼런스, 기타 학술회의 개최와 선진항만의 기술연수 등 관련분야 기술개발 연구의 국제화

3) 자체 기술개발 전략

기술 확보전략 중 국내 실정에 가장 적절한 방안은 자체적 기술개발 전략이지만, 외국의 최신 기술개발 노하우 습득이나 공동연구전략 또한 효과적인 방법이 될 것이다. 그러나 장래를 위한 기술개발 전략은 외국의 기술 등에 종속되지 않는 한국 실정에 적합한 자체적인 기술개발이다. 따라서 정부, 산업계, 학계, 연구소 등 각 분야별로 역할분담과 유기적인 공조 등으로 연구개발의 효율성을 높이기 위해서 다음과 같은 분야로 나누어서 기술개발 전략을 추진하여야 할 것이다.

- 정부 : 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 개발을 위한 정책수립, 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 개발을 위한 컨소시엄 구성, 개발기술의 기존 컨테이너터미널 적용 및 신규 컨테이너터미널 계획시 반영을 위한 지원
- 산업계 : 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 관련 개발기술 확보, 소프트웨어 및 하드웨어 제품의 통합 개발
- 연구소 : 차세대 컨테이너터미널 운영시스템의 개념 및 기술개발, 연구방향의 설정 및 조정
- 학계 : 기초과학 및 핵심요소기술의 확보, 기술/연구인력의 양성

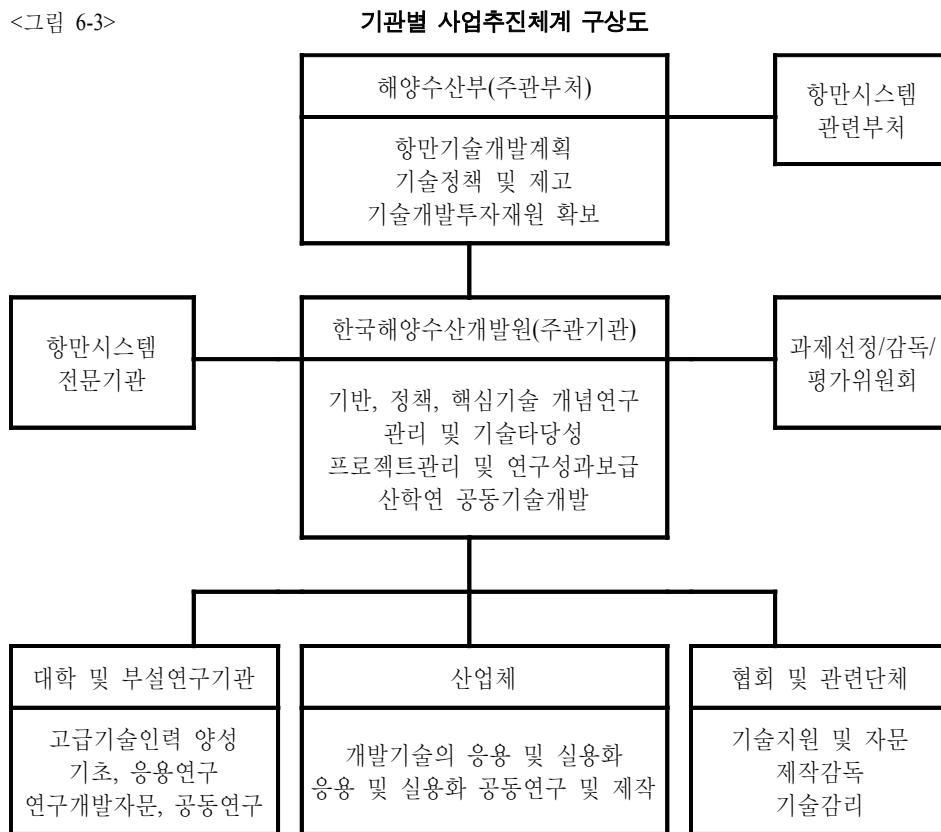
4) 기술개발 추진체계

(1) 추진체계

차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발의 추진체계는 컨테이너터미널 운영시스템의 경우 항만에 적용되는 특성을 고려하여 해양수산부를 주관부처로 한다. 이에 따라 컨테이너터미널 운영시스템 개발계획을 수립하고 기술정책을 시행하며 기술개발의 투자재원을 확보한다.

주관기관은 한국해양수산개발원이 역할을 맡아서 기반, 정책 및 핵심기술의 개념연구와 더불어 개발 기술의 관리, 타당성 검토, 프로젝트의 관리 및 연구성과보급, 산학연 공동 개발 기술의 조율 등을 담당한다. 이 과정에서 각 분야별 첨단 기술 전문기관과의 연계와 더불어 과제선정 및 감독/평가위원회를 구성하는 역할을 가진다.

<그림 6-3>



이러한 주관부처의 정책과 주관기관의 업무성격에 따라 대학 및 부설연구기관은 고급 기술인력의 양성, 기초 및 응용기술의 연구, 연구개발의 자문과 기타 다른 산업체, 연구기관과의 공동연구를 수행토록 한다.

차세대 핵심기술 개발에서 가장 상용화된 개발을 담당하는 산업체는 개발 기술의 응용 및 실용화, 응용화 및 실용화된 기술의 공동연구 및 제품제작 등의 업무를 수행하게 된다.

협회 및 관련단체는 기술지원 및 자문, 제작 감독 및 기술감리를 수행하게 된다.

차세대 컨테이너터미널 운영시스템의 개발은 개발 기술 분야가 매우 넓고 광범위하여 정부로부터 관련단체에 이르기까지 각계의 전문적 기관들이 유기적인 조직으로 구성되어 기술개발을 수행하여야 하며 국내 항만의 장기적인 비전을 가지고 빠른 시일 내에 과제의 선정이나 연구, 정부의 정책결정, 지원 등이 이루어져야 할 것이다.

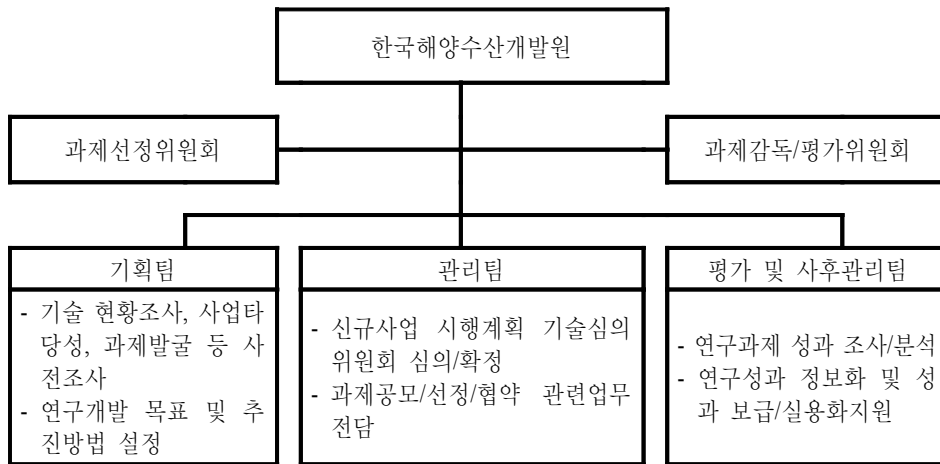
(2) 사업추진의 조직 구성

차세대 컨테이너터미널 운영시스템의 사업추진을 위한 조직구성을 나타내면 <그림 6-4>와 같다.

향후 사업의 추진 결정이 이루어진다면 사업추진을 위한 주관기관의 조직 구성은 한국해양수산개발원에 기획팀, 관리팀, 평가 및 사후관리팀을 두고 여러 전문기관과 전문가들의 협조 아래 과제선정, 과제감독 및 평가, 연구과제의 성과조사, 분석, 보급, 실용화 등을 지원하여야 한다.

<그림 6-4>

사업추진을 위한 주관기관의 조직 구상도



차세대 컨테이너터미널 운영시스템은 전기, 전자, 기계, 토목, 항만 등 다양한 분야의 최신기술들이 결합된 미래의 운영시스템을 좌우할 기술개발 분야로서 과제선정위원회나 과제감독 및 평가위원회의 경우 6개 분야의 전문가들에 의한 적절하고 엄격한 과제의 선정이나 관리가 이루어져야 할 것이다.

5) 기술개발 실천 방안

(1) 기술 분류 기준

차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술에 대한 기술개발 실천 방안을 수립하기 위해서 운영시스템 기술의 개발 특성에 따라 최적화 기술과 성능향상 기술로 구분하였다.

최적화 기술은 본선계획 최적화 기술, 수출입장치장 활용계획 최적화 기술, 선석배정계획 최적화 기술 등이 해당되며, 성능향상 기술은 실시간 장비 배정 및 제어 기술, YT 동시 배차 최적화 기술, YT 운영 규칙 최적화 기술, 주전산기 및 응용 S/W 기술, 문제 발생시 자동 문제해결 기술 등이 포함된다.

개발 대상 운영시스템의 최적화 기술과 성능향상 기술의 기술개발 특성을 반영하여 기술개발 실천 방안을 달리 수립하고 또한 개발 기간도 다르게 산정하는 것이 필요하다.

(2) 최적화 기술의 개발 실천 방안

최적화 기술은 기술개발 특성상 현재의 계획 시스템 성능을 향상시키는 최적화 기술이 요구되므로 새로운 유형의 시스템 개발보다는 시스템 최적화 알고리즘 개발 형태로 개발 실천 방안을 수립하여야 한다.

최적화 기술의 운영시스템을 개발하기 위하여 각 단계별로 나누어 기술개발을 수행하여야 하며, 개발 초기단계인 1단계에서 최종단계인 3단계까지 대학 및 연구소, 운영시스템 개발업체, 터미널운영업체 등이 참여하는 기술개발이 이루어져야 한다.

<표 6-4>

최적화 기술의 개발 실천 방안

개발단계 (소요기간)	개발 목표	개발 내용
1단계(1년)	최적화 알고리즘 설계	- 인공지능 등의 최신기술을 적용한 알고리즘 설계
2단계(1년)	최적화 알고리즘 개발	- 기존 계획 알고리즘을 향상시킬 수 있도록 개발
3단계(1년)	성능평가, 검증 및 보완	- 시뮬레이션에 의한 성능평가, 검증 및 보완

(3) 성능향상 기술의 개발 실천 방안

성능향상 기술은 기술개발 특성상 S/W측면과 H/W측면이 동시에 고려되어야 하는 기술이므로 새로운 유형의 시스템 개발 형태로 개발 실천 방안을 수립하여야 한다.

성능향상 기술의 운영시스템을 개발하기 위하여 각 단계별로 나누어 기술개발을 수행하여야 하며, 개발 초기단계인 1단계에서 최종단계인 4단계까지 총 5년의 개발기간 동안 장비제작업체, 장비부품 및 소재개발업체, 대학 및 연구소, 운영시스템 개발업체, 터미널운영업체 등이 참여하는 기술개발이 이루어져야 한다.

<표 6-5>

성능향상 기술의 개발 실천 방안

개발단계 (소요기간)	개발 목표	개발 내용
1단계 (1년)	개념정리 및 개념설계	- 운영시스템 기술 개념 정립 및 설계
2단계 (1년)	기본설계 및 시스템 구조 설계	- 운영시스템 요구사항을 반영한 기본설계 - 운영시스템의 S/W측면의 구조 설계 - 운영시스템의 H/W측면의 구조 설계
3단계 (2년)	시스템 개발 (S/W와 H/W 병행)	- S/W 시스템 개발 - H/W 시스템 개발 - S/W와 H/W 통합화 및 초기 성능시험
4단계 (1년)	성능평가, 검증 및 보완	- 시스템 통합 운영 및 문제점 보완 - 시뮬레이션에 의한 성능평가 및 검증

6) 개발기술의 활용 방안

(1) 기존 컨테이너터미널 운영시스템 개선

기존 컨테이너터미널의 운영시스템을 개선시켜 생산성을 향상시키고자 하는 경우는 개발할 운영시스템의 자동화 수준 및 생산성 향상 목표를 결정하고 개발기술 대안을 선택하며, 선택된 개발기술 대안의 생산성 향상 지수를 적용하여 생산성 향상 정도를 분석할 수 있다.

① 기존 컨테이너터미널의 운영시스템 개선을 위한 운영기법 도입

현황조사를 위한 설문분석에서 터미널 이용시 애로사항이면서 생산성에 가장 영향을 미친다고 가장 많이 응답한 운영시스템의 개선이 필요하며, 이를 위해 운

영시스템에서 가장 생산성 향상에 기여한다고 판단된 실시간 장비 배정 및 제어 기술과 YT 자동 배차 최적화 기술의 도입이 가장 우선시된다. 이 운영기법은 완벽생산성 향상에도 영향을 미치는 것으로 도입이 가장 필요할 것으로 판단된다. 그 다음으로는 <표 6-1>의 우선순위에 따라 점진적으로 도입하는 것이 적합하다.

② 평가모형 적용에 의한 운영시스템 도입

평가모형에서 제시한 운영투자성장률을 가지는 운영시스템 대안들로 통합운영 시스템을 구성하여 도입하는 것이 타당하다. 이 경우 종합관제시스템과 IT 기술은 단일 운영기법이 선택이 되며, 중복적용으로 효과를 볼 수 있는 운영시스템과 계획시스템은 가중 생산성 향상 지수가 높은 운영기법을 선택할 수 있다.

또한 향후 부산항 및 광양항의 기존 컨테이너터미널에서 운영 중인 운영시스템에 차세대 운영시스템을 적용하고자 하는 경우 생산성 향상 정도는 평가모형으로 분석이 가능하다.

그러나 우암 컨테이너터미널과 감천 컨테이너터미널 등의 선석이 2개 이하인 컨테이너터미널의 경우 계획시스템 중 장치장계획, 본선계획, 선석계획에 최적화 알고리즘을 적용하더라도 터미널 규모면에서 그 효과가 크게 나타나지 않을 수도 있다.

(2) 신규 컨테이너터미널의 차세대 운영시스템 도입 적용

신규 컨테이너터미널의 계획시 차세대 운영시스템 도입을 계획할 경우에는 기능별로 최선의 기술 중 생산성 향상이 가장 좋은 운영시스템 기술들을 반영할 수 있도록 선정된 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 개발기술 대안들을 적용할 수 있다.

그리고 신규 컨테이너터미널의 계획시점에서 운영시스템의 설계시 <표 6-3>과 같은 차세대 컨테이너터미널을 위한 통합 운영시스템의 구조로 설계하고 상세 기술들을 하드웨어 구성요소들의 요구사항에 맞게 개발하여 적용하는 것이 필요하며, 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발 전략에 따라 통합운영 의사결정 지원시스템으로 개발해 나가는 것이 바람직하다.

제 7 장 결론 및 정책건의

1. 결 론

물류적 측면에서 항만은 국제물류 네트워크상 중요한 가치 체인의 역할을 한다고 볼 수 있다. 즉 항만은 화물이 통과하면서 효과적인 육상 및 해상 연계 수송에 의해, 그리고 항만배후부지에서 부가가치 활동을 통해, 상품 및 제품가치가 창출되는 곳으로 이해되고 있다.

이에 따라 여러 나라에서 항만을 물류중심지로 개발하는 정책을 추진하고 있다. 네덜란드와 독일이 유럽의 관문, 물류중심 항만으로 각각 로테르담항과 함부르크항을 개발하고 있으며, 중국의 홍콩항과 선전항, 그리고 상하이항도 배후 공업단지와 연계되어 개발되고 있다. 우리나라도 동북아시아지역의 물류중심 항만으로 부산항과 광양항을 개발하는 정책을 추진하고 있다.

물류중심항으로 개발되기 위해서는 선박이 입항할 수 있는 많은 선석을 건설하는 것이 가장 우선적 요건이 될 수 있다. 이에 따라 부산신항과 광양항에 2002년부터 2011년까지 총 59개 선석이 건설 중에 있다.

그러나 물류중심항의 가장 핵심적 요건은 초대형선의 재항시간을 단축시켜 줄 수 있는 고생산성 항만이 되어야 한다는 것이다. 생산성이 높은 항만이 되기 위해서는 첨단하역장비, 자동화 하역시스템 등이 개발, 도입되어야 한다. 이와 함께 이러한 첨단하역장비, 자동화 하역시스템을 최적으로 운영할 수 있는 자동화된 운영시스템, 그리고 인력으로 하기 어려운 고도의 복잡한 고생산성 운영 방식을 지원하는 운영시스템과 또한 실시간으로 모니터링, 통제할 수 있는 시스템이 함께 개발되어야 차별화된 고생산성의 항만으로 개발할 수 있는 것이다.

홍콩, 싱가포르, 일본의 주요 경쟁항만들은 안벽 하역장비, 야드 장비 및 이송장비의 생산성 향상을 위해 차세대형, 인공지능형 컨테이너터미널 운영시스템 기술 개발에 많은 노력을 기울이고 있다.

그러나 국내 컨테이너터미널의 경우 적용하고 있는 터미널 운영시스템은 아직도 수작업 계획(Planning)과 통제(Control) 수준에 머물고 있어 주요 선진국의 전문

가시스템에 의한 자동계획 및 실시간 모니터링과 통제 방식의 운영시스템에 비하면 낙후되어 있는 실정이며, 질적 향상이 시급한 상황이라 할 수 있다.

본 연구는 국내 컨테이너터미널의 차세대형 운영시스템 기술개발 방향을 제시하는 것을 목적으로 하였다.

이를 위해 우선 국내 컨테이너터미널 운영시스템에서 가장 개선이 필요한 내용과 해외 선진 터미널에서 적용하고 있거나 발표된 신기술 등을 검토하여 차세대 운영시스템 기술대안을 작성하였다.

차세대 운영시스템 기술은 크게 종합관제시스템 관련기술, 운영시스템 관련기술, 계획시스템 관련기술, 그리고 IT 관련기술 등 네 가지로 구분하여 검토하였다.

종합관제시스템과 관련한 기술대안에는 문제발생시 자동 문제해결 기술, 안벽작업 통제 기술, 야드작업 통제 기술, 게이트 작업 통제 기술, 실시간 모니터링 기술을 검토하였다.

운영시스템과 관련한 기술대안은 YT 동시 배차 기술, 자동 Re-marshaling & 구내이적 최적화 기술, C/C 자동 양적하 기술, 실시간 장비 배정 및 제어 기술, 반출입 예약제, YT 운영 규칙 최적화 기술, 게이트 자동화 기술 등을 분석하였다.

계획시스템과 관련한 기술로는 본선계획 최적화, 수출입 장치장 활용계획 최적화, 선석배정계획 최적화, 자원배정 최적화 기술 등을 검토하였고, IT 관련기술로는 데이터송수신 네트워크 기술, 하역장비 추적 기술, 주전산기 및 응용 S/W 기술 등을 분석하였다. 분석한 운영시스템 신기술 중에서 우리나라 컨테이너터미널에서 개발, 적용해야 할 차세대 운영시스템 기술 개발 우선순위와 생산성 향상 효과를 분석하였다.

기술개발 우선순위는 설문조사와 전문가 면담조사를 통해 분석하였다. 총 19개 기술대안에 대한 조사결과 13가지 항목에서 설문조사와 면담조사의 기술개발 우선순위가 일치하였다.

종합관제시스템에서는 문제 발생시 자동 문제해결 기술개발이 시급한 것으로 나타났다. 기존 운영시스템에서는 주기적 감시에 의한 전문가시스템을 사용하고 있으나 문제발생시 인공지능을 활용한 자동 문제해결 모듈이 개발되어야 하는 것으로 분석되었다. 운영시스템에서는 YT 동시 배차 최적화 기술, 실시간 장비 배정 및 제어 기술, 그리고 YT 운영 규칙 최적화 기술개발이 필요한 것으로 조사되었다. 즉 실시간 장비 배정을 위한 인공지능시스템 기술개발과 YT의 Pooling과 Dual Cycle 작업을 지원하는 최적화 알고리즘 개발이 필요한 것으로 분석되었다.

계획시스템에서는 본선계획 최적화 기술, 장치장 계획 최적화 기술, 선적배정 계획 최적화 기술개발이 시급한 것으로 조사되었다. 즉 실시간으로 야드, 본선 등의 계획을 지원하는 지능형 의사결정을 위한 시스템 기술개발이 필요한 것으로 분석되었다.

2. 정책건의

동북아 지역에서 중심항만경쟁이 심화될수록 초대형선의 재항시간을 단축시킬 수 있는 고생산성 항만을 개발하기 위한 터미널의 질적수준 경쟁이 가속화될 수밖에 없는 상황이다.

본 연구에서는 국내 컨테이너터미널이 생산성 향상을 이루기 위해 개발, 적용해야 할 차세대형 터미널 운영시스템 기술개발과제를 제시하였다. 동 기술개발과제가 효과적으로 개발되고, 빠른 시일 내에 터미널에 적용되도록 하기 위해서 다음의 두 가지 정책을 건의한다.

i) 차세대 터미널 운영시스템 기술개발(R&D) 지원

인공지능적 터미널 계획, 통제시스템 기술은 첨단하역장비나 자동화 하역시스템을 최적으로 운영할 수 있도록 지원하는 것으로 부산항이나 광양항을 고생산성의 동북아 물류 중심항만으로 차별화시킬 수 있는 핵심기술이다. 해양수산부의 차세대 성장동력 산업으로 상정하여 기술개발 자금을 확보, 기술개발을 촉진시켜야 할 것이다.

ii) 항만에 대한 외국인 투자시 조세감면대상 신기술 기준으로 활용

항만에 대한 외국인 투자시 조세특례제한법 제121조에 의해 대상사업의 외국기술이 신기술인지 고도기술인지 여부를 판단하여 조세감면을 결정할 수 있도록 되어 있다.

이 경우 항만운영시스템의 신기술 여부 판단이 핵심이 되는데, 본 연구에서 제시한 차세대 운영시스템 기술개발 내용을 신기술 기준으로 활용할 수 있다. 이렇게 하면 외국인 투자기업들의 터미널 운영시스템 고도화를 유도할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

<국내문헌>

- 강현철 · 최종후, “확산모형과 성장곡선모형을 이용한 중장기 수요예측에 관한 연구”, 「응용통계연구」, 제14권, 제2호, 2001.
- 김갑환 외, “자동화 컨테이너터미널의 통제시스템 설계와 운영방법 연구”, 「대한산업공학회/한국공업경영학회 공동학술대회 논문집」, 1999.
- 김갑환 외, “컨테이너터미널에서의 유전자해법을 이용한 적하계획법”, 「대한산업공학회지」, 제23권, 제4호, 1997.
- 김갑환 외, “컨테이너터미널의 효율적 운영을 위한 의사결정지원시스템”, 「산업공학」, 제11권, 제1호, 1998.
- 김갑환 · 박강태, “컨테이너터미널에서의 라그랑지 완화법을 이용한 선석계획”, *Working Paper*, 2000.
- , 「모델변경의 용이성을 고려한 컨테이너터미널의 공간할당 계획」, 부산대학교 공학석사논문, 1997.
- 유영달 · 강대성, “게이트 자동화를 위한 컨테이너 식별자 인식시스템”, 「한국항만학회지」, 제12권, 제2호, 1998.
- 윤원영 외, “시뮬레이션을 이용한 컨테이너터미널의 운영계획 평가”, 「한국시물레이션학회논문지」, 제7권, 제2호, 2001.
- 이흥걸 · 이철영, “발견적 알고리즘에 의한 컨테이너터미널의 선석배정에 관한 연구”, 「한국항만학회지」, 제9권, 제2호, 1995.
- 장성용 · 이원영, “시뮬레이션 기법을 이용한 컨테이너터미널 운영규칙의 평가”, 「한국항만경제학회지」, 제18집, 제1호, 2002.
- 한국컨테이너부두공단, 「우리나라 컨테이너부두 생산성 향상방안 연구」, 2002.
- 황정연, “비선형 성장곡선 모형의 분석 절차에 대한 연구”, 「품질경영학회지」, 제25권, 제1호, 1997.
- Kim, D.J., & Park, Y.T., “A Planning Based Slot Assignment System for Containers”, 「한국지능정보시스템학회논문지」, 제5권, 제1호, 1999.

<외국문헌>

- Baird, Alfred J., "Container Vessels in the New Millennium : Implications for Seaports", *Proceedings of the IAME Conference Liner Shipping*, 1999.
- Cargo Systems, *Terminal Automation*, November 2002.
- _____, *Visual Gate System*, June 2002.
- Kim, K.H. et al., "Deriving Decision Rules to Locate Export Containers in Container Yard", *European Journal of Operations Research*, Vol.124, 1997.
- Kim, K.H. & Kim, H.B., "Segregating Space Allocation Models for Container Inventories in Port Container Terminals", *International Journal of Production Economics*, Vol.59, 1999.
- Li, Chung et al., "Scheduling with Multiple-Job on One Processor Pattern", *IIE Transactions*, Vol.30, 1998.
- Lim, Andrew, "The Berth Planning Problem", *Operation Research Letters*, Vol.22, 1998.
- Neyer, Andreas, "Optimal Real-Time Dispatch to Maximize Equipment Utilization", *The Terminal Operations Conference & Exhibition 2002 ASIA*, Navis Consulting, USA, 2002.
- Port Technology International, *Automated Gate Control System and Port Productivity*, Edition 13, 2000.
- _____, *Container Code Reading System*, Edition 11, 1999.
- _____, *Determination of Handling Systems at Pusan New Port*, Edition 9, 1998.
- _____, *Making a Difference to Container Terminal Operating Systems*, Edition 10, 1998.
- Richter, Michael, "Implementing Automatic Container Yard Systems", *The Terminal Operations Conference & Exhibition 2002 Europe*, Innotech Systems Engineering & Consultancy, Germany, 2002.
- Rijksenbrij, Joan C., "Impact of Tomorrow Ships on Landside Infrastructure", *The Terminal Operations Conference & Exhibition*, 2000.
- Spoormaker, Simon et al., "Recent Experiences with Automated Gate Control", *The Terminal Operations Conference & Exhibition 2002 ASIA*, COPAS, Netherlands, 2002.

<http://www.camco.be/>

<http://www.containershipping.com/>

<http://www.cosmosworldwide.com/>

<http://www.cyberlogitec.com/>

<http://www.isl.org/>

<http://www.mtls.com/>

<http://www.nascentsoftware.com/>

<http://www.navis.com/>

<http://www.rbs.com.au/>

<http://www.seacos.com/>

<http://www.set-network.com/>

<http://www.tsb.co.kr/>

**부록 1 : 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발을
위한 설문조사표**

**차세대 컨테이너터미널
운영시스템 기술개발을 위한 설문조사표**

2003. 12

본 조사표에 기재된 내용은 통계목적 이외에는
사용되지 않으며 대외비로 취급됩니다.

안녕하십니까?

귀하와 귀사의 무궁한 발전과 건승을 기원합니다.

본 연구는 국내 컨테이너터미널 운영시스템의 기술개발을 위한 방향과 전략을 수립하기 위하여 차세대 컨테이너터미널에 요구되는 각종 운영시스템 기술을 발굴하여 정책대안을 제시함으로써 항만 생산성의 향상을 실현하여 궁극적으로는 국가경쟁력의 향상에 그 목적이 있습니다.

이에 따라 본 연구원에서는 귀사의 컨테이너터미널 운영시스템 이용시 다년간 현업에서 많은 실무경험을 쌓으신 귀하의 의견을 조사하기 위하여 다음과 같이 조사서를 준비하였습니다. 아무쪼록 바쁘시더라도 귀사(기관)의 적극적인 의견 개진이 해운·항만분야의 정책수립에 크게 기여한다는 점을 인지하시고 성실히 답변해 주시면 대단히 감사하겠습니다.

설문의 작성으로 인하여 귀하에게 어떠한 책임도 없음을 말씀드리며, 아울러 본 조사결과는 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발을 위한 방향과 전략수립의 목적으로만 사용할 것을 말씀드리며 통계처리 직후 폐기될 것입니다.

※ 본 설문서를 2003년 12월 12일까지 반송해 주시면 고맙겠습니다.

2003. 12

조사기관 : 한국해양수산개발원(KMI) 항만시스템팀

담당자 : 양 창 호, 최 종 희, 최 용 석, 하 태 영

TEL : 02-2105-2881, 2886

FAX : 02-2105-2899

주소 : 서울시 서초구 방배3동 1027-4(수암빌딩)

한국해양수산개발원 항만시스템팀

- 설 문 지 -

1. 본 조사는 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발에 관련하여 기술도입에 대한 각종 현안문제를 파악, 조속히 개선에 나서기 위해 실시하는 만큼 소기의 목적을 달성할 수 있도록 적극 협조하여 주시기 바랍니다.

2. 질문의 요지에 가장 근접하다고 생각되는 답을 기입하여 주시기 바랍니다.

회 사 명				
주 소				
작 성 자	부 서		직 위	
	성 명		전화/팩스	(☎) (팩)

※ 다음의 사항을 양지하시고 설문에 응해 주십시오.

차세대 컨테이너터미널의 운영시스템은 터미널을 효과적으로 운영하여 비용절감과 생산성을 향상시키는 기술을 의미하며, 크게 종합관제시스템, 운영시스템, 계획시스템, IT 기술의 네가지 기능으로 분류하였습니다.

종합관제시스템은 안벽작업 통제, 야드작업 통제, 게이트작업 통제, 문제발생시 자동 문제해결, 실시간 모니터링 기술등을 포함하며, 운영시스템은 야드 운영기술, 선석 운영기술, 게이트 운영기술 등이며, 계획시스템은 장치장계획, 선석계획, 본선계획, 자원배정계획 등이며, IT 기술은 컨테이너 및 하역장비 추적기술, 터미널 계획 및 운영시스템 최적화기술 등을 의미합니다.

각 기능별 운영시스템으로 인한 개선 효과는 다음과 같습니다.

- 종합관제시스템
게이트 대기시간 단축, 게이트 서비스능력 향상, 인력활용 제고, 터미널 서비스 향상
- 운영시스템
야드 공간활용도 향상(무료장치일수 증가), TC 이동거리 감소
트럭의 터미널 체재시간(Turn-around Time) 감소, 이적작업 감소
컨테이너 핸들링 작업 감소
- 계획시스템
선박 재항시간 단축, 본선 생산성(선석 이용률, C/C 이용률) 향상
- IT 기술(e-Business 포함)
Closing time의 단축, 작업생산성 향상, 터미널 운영의 최적화
운송사 물류비 절감, 인력감소로 인한 운영비용 절감

1. 현재 컨테이너터미널의 운영시스템에 대한 의견 조사

1) 주로 이용하고 계신 컨테이너터미널의 운영시스템 중에서 가장 큰 불편사항 또는 애로사항이 포함되는 부분은 어디입니까? (택 1)

- ① 종합관계시스템(H/W와 S/W 측면) ()
- ② 운영시스템 ()
- ③ 계획시스템 ()
- ④ IT 기술(e-Business 포함) ()

2) 1)에서 선택한 운영시스템의 불편 또는 애로사항에 대해 간략히 기술해 주십시오.

3) 현재 컨테이너터미널에서 사용되고 있는 운영시스템에 대한 기술수준 만족도는 어느 정도입니까? (택 1)

- ① 매우 불만 ()
- ② 불만 ()
- ③ 보통 ()
- ④ 만족 ()
- ⑤ 매우 만족 ()

4) 현재 컨테이너터미널에서 사용되고 있는 운영시스템 중 가장 생산성에 영향을 미치는 기술부문은 무엇이라고 생각하십니까?(우선 순위대로 번호 기입)
(), (), (), ()

- ① 종합관계시스템(H/W와 S/W 측면)
- ② 운영시스템
- ③ 계획시스템
- ④ IT 기술(e-Business 포함)

5) 현재 컨테이너터미널에서 사용되고 있는 운영시스템 중 가장 개선이 시급한 기술부문은 무엇이라고 생각하십니까?(우선 순위대로 번호 기입)

(), (), (), ()

- ① 종합관제시스템(H/W와 S/W 측면)
- ② 운영시스템
- ③ 계획시스템
- ④ IT 기술(e-Business 포함)

2. 컨테이너터미널 운영시스템에 대한 기술수요 의견 조사

1) 새로운 운영시스템 기술의 도입 시 가장 향상될 것으로 기대되는 항목은 무엇입니까? (2가지를 선택해 주십시오.)

- ① 시간당 처리능력 증가로 인한 생산성 향상 ()
- ② 비용 절감으로 인한 업무효율성 제고 ()
- ③ 고객 서비스 품질 향상 ()
- ④ 초대형 컨테이너선에 대한 서비스 ()
- ⑤ 기술력 확보로 인한 항만 경쟁력 향상 ()

2-1) 아래의 종합관제시스템 중에서 기술의 도입 효과가 크다고 생각되는 운영시스템은 무엇이라 생각하십니까? (2가지를 선택해 주십시오.)

운영시스템	시스템 설명	선택
① 문제 발생시 자동 문제 해결 기술	문제발생시 처리하는 방식을 개선하여 사전에 계획된 내용을 토대로 운영을 할 경우 예상되는 부분을 검출하는 시뮬레이션 기법을 이용하며, 장비의 간섭이나 차량 트래픽 등에 적용	<input type="checkbox"/>
② 안벽작업 통제 기술	양적하 컨테이너의 작업상황을 모니터링, 미반입 컨테이너나 사후예약 컨테이너에 대해 실제 작업이 이루어지고 있는지 파악하고, 본선작업시 영상인식 기술을 이용하여 컨테이너의 모니터링에 적용	<input type="checkbox"/>
③ 야드작업 통제 기술	야드작업시 발생하는 작업부하의 정도를 파악하기 위한 통제용이며, 야드작업 통제의 목적은 작업 평준화 달성	<input type="checkbox"/>
④ 게이트작업 통제 기술	게이트에서의 통제는 정체현상을 원활히 해결하는 것이며 게이트작업 통제의 목적은 문제발생 트럭의 효율적 처리	<input type="checkbox"/>
⑤ 실시간 모니터링 기술	장비의 고장이나 장비의 유희상황을 판단하여 작업지시하고, 통제실에서 관망하는 것과 장비에서 문제발생시 호출하는 기능도 포함	<input type="checkbox"/>
⑥ 기타		<input type="checkbox"/>

2-2) 아래의 운영시스템 중에서 기술의 도입 효과가 크다고 생각되는 운영시스템은 무엇이라 생각하십니까? (2가지를 선택해 주십시오.)

운영시스템	시스템 설명	선택
① YT 동시 배차 최적화 기술	YT의 공차운행비용을 줄여 생산성을 높이기 위한 목적임 (YT dual cycle)	<input type="checkbox"/>
② 자동 Remarshaling & 구내이적 최적화 기술	본선 적하작업의 효율성을 증대하기 위한 기술이며, 선적시 컨테이너의 재조작을 사전에 수행하는 방안이며, 야드작업을 자동으로 지시하는 기술	<input type="checkbox"/>
③ C/C 자동 양적화 최적화 기술	C/C의 1회 작업사이클에서 양하와 적하작업을 동시에 수행하는 것으로 C/C의 생산성을 향상시키는 기술	<input type="checkbox"/>
④ 실시간 장비 배정 및 제어 기술	작업량이 증가하여 장비의 추가 투입이 필요할 경우 기존의 작업 배정을 실시간으로 변경하여 제어하는 기술	<input type="checkbox"/>
⑤ 반출입 예약제	장치장 작업상황 및 계획을 고려하여 컨테이너의 반출입 시간을 요청하여 반영하는 기술	<input type="checkbox"/>
⑥ YT 운영 규칙 최적화 기술	C/C-YT 조별작업을 개선하여 선석을 대상으로 YT를 pooling하여 YT를 부하평준화하여 최적으로 운영하는 기술	<input type="checkbox"/>
⑦ 게이트 자동화 기술	반출입 차량의 정보를 신속하게 가공처리하고 완전무인화하기 위한 기술로 자동반출입과 Damage관리가 가능하도록 하는 기술	<input type="checkbox"/>
⑧ 기타		<input type="checkbox"/>

2-3) 아래의 계획시스템 중에서 기술의 도입 효과가 크다고 생각되는 운영시스템은 무엇이라 생각하십니까? (2가지를 선택해 주십시오.)

운영시스템	시스템 설명	선택
① 본선계획 최적화 기술	양적화 컨테이너의 작업순서를 주어진 조건에서 자동으로 계획해주는 시스템 최적화 기술이며, 계획수립 시간을 단축하고 실시간계획(3초 이내)이 가능하도록 하는 기술	<input type="checkbox"/>
② 수출입장치장 활용 계획 최적화 기술	작업 컨테이너의 적재위치는 기존의 블록수준에서 베이, 열단위의 지정까지 가능하도록 계획하는 기술	<input type="checkbox"/>
③ 선석배정계획 최적화 기술	선석의 활용을 최대한 높이고 하역시간을 단축하기 위한 기술로 선박에 대한 선석배정과 C/C 작업배정을 수립해주는 기술, 작업 재분배의 자동계획 포함	<input type="checkbox"/>
④ 자원배정 최적화 기술	하역장비 및 작업자의 능력치를 고려하여 작업편성계획을 수립하는 기술이며, 작업불균형 문제를 해결하기 위한 실시간작업 재편성계획 수립기능 포함	<input type="checkbox"/>
⑤ 기타		<input type="checkbox"/>

2-4) 아래의 IT 기술(e-Business 포함) 운영시스템 중에서 기술의 도입 효과가 크다고 생각되는 운영시스템은 무엇이라 생각하십니까? (2가지를 선택해 주십시오.)

운영시스템	시스템 설명	선택
① 데이터 송수신 네트워크 기술	첨단 네트워크 장비 및 통신망을 구성하여 컨테이너터미널 전체의 운영 효율을 극대화하기 위한 기술	<input type="checkbox"/>
② 하역장비 추적기술	DGPS/Laser, RFID(Radio Frequency Identification)를 이용하여 야드장비의 위치를 실시간으로 추적하는 기술	<input type="checkbox"/>
③ 주전산기 및 응용 S/W 기술	최신 운영정보시스템 환경을 체계적으로 구축하여 컨테이너터미널 운영정보 자원을 극대화하기 위한 기술	<input type="checkbox"/>
④ 기타		<input type="checkbox"/>

3) 차세대 컨테이너터미널 운영시스템의 영역별로 분류된 세부기술들 중 컨테이너터미널의 운영에 반영하고자 할 경우의 중요도를 선택해 주시기 바랍니다.(1: 중요하지 않음, 3: 보통, 5: 매우 중요함.)

운영시스템 영역별 기술	운영시스템 세부 기술	중요도				
		1	2	3	4	5
종합관제 시스템	① 문제 발생시 자동 문제해결 기술					
	② 안벽작업 통제 기술					
	③ 야드작업 통제 기술					
	④ 게이트작업 통제 기술					
	⑤ 실시간 모니터링 기술					
운영시스템	① YT 동시 배차 최적화 기술					
	② 자동 Remarshaling & 구내이적 최적화 기술					
	③ C/C 자동 양적하 최적화 기술					
	④ 실시간 장비 배정 및 제어 기술					
	⑤ 반출입 예약제					
	⑥ YT 운영 규칙 최적화 기술					
	⑦ 게이트 자동화 기술					
계획시스템	① 본선계획 최적화 기술					
	② 수출입장치장 활용계획 최적화 기술					
	③ 선석배정계획 최적화 기술					
	④ 자원배정 최적화 기술					
IT 기술 (e-Business 포함)	① 데이터 송수신 네트워크 기술					
	② 하역장비 추적기술					
	③ 주전산기 및 응용 S/W 기술					

3. 차세대 컨테이너터미널 운영시스템의 기술개발 방향 조사

1) 주로 이용하고 계신 컨테이너터미널에 적절하다고 판단되는 차세대 운영시스템의 적절한 도입 시기를 선택해 주십시오.

	< 도입 시기 >			
	1년 이내	2-3년	3-5년	5년 이후
① 종합관제시스템	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
② 운영시스템	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
③ 계획시스템	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
④ IT 기술(e-Business 포함)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2-1) 아래의 종합관제시스템 중에서 기술의 확보가 필요하다고 생각되는 운영시스템은 무엇이라 생각하십니까? (2가지를 선택해 주십시오.)

운영시스템	시스템 설명	선택
① 문제 발생시 자동 문제 해결 기술	문제발생시 처리하는 방식을 개선하여 사전에 계획된 내용을 토대로 운영을 할 경우 예상되는 부분을 검출하는 시뮬레이션 기법을 이용하며, 장비의 간섭이나 차량 트래픽 등에 적용	<input type="checkbox"/>
② 안벽작업 통제 기술	양적하 컨테이너의 작업상황을 모니터링, 미반입 컨테이너나 사후예약 컨테이너에 대해 실제 작업이 이루어지고 있는지 파악하고, 본선작업시 영상인식 기술을 이용하여 컨테이너의 모니터링에 적용	<input type="checkbox"/>
③ 야드작업 통제 기술	야드작업시 발생하는 작업부하의 정도를 파악하기 위한 통제용이며, 야드작업 통제의 목적은 작업 평준화 달성	<input type="checkbox"/>
④ 게이트작업 통제 기술	게이트에서의 통제는 정체현상을 원활히 해결하는 것이며 게이트작업 통제의 목적은 문제발생 트럭의 효율적 처리	<input type="checkbox"/>
⑤ 실시간 모니터링 기술	장비의 고장이나 장비의 유휴상황을 판단하여 작업지시하고, 통제실에서 관망하는 것과 장비에서 문제발생시 호출하는 기능도 포함	<input type="checkbox"/>

2-2) 아래의 운영시스템 중에서 기술의 확보가 필요하다고 생각되는 운영시스템은 무엇이라 생각하십니까? (2가지를 선택해 주십시오.)

운영시스템	시스템 설명	선택
① YT 동시 배차 최적화 기술	YT의 공차운행비용을 줄여 생산성을 높이기 위한 목적임(YT dual cycle)	<input type="checkbox"/>
② 자동 Remarshaling & 구내이적 최적화 기술	본선 적하작업의 효율성을 증대하기 위한 기술이며, 선적시 컨테이너의 재조작을 사전에 수행하는 방안이며, 야드작업을 자동으로 지시하는 기술	<input type="checkbox"/>
③ C/C 자동 양적화 최적화 기술	C/C의 1회 작업사이클에서 양하와 적하작업을 동시에 수행하는 것으로 C/C의 생산성을 향상시키는 기술	<input type="checkbox"/>
④ 실시간 장비 배정 및 제어 기술	작업량이 증가하여 장비의 추가 투입이 필요할 경우 기존의 작업 배정을 실시간으로 변경하여 제어하는 기술	<input type="checkbox"/>
⑤ 반출입 예약제	장치장 작업상황 및 계획을 고려하여 컨테이너의 반출입 시간을 요청하여 반영하는 기술	<input type="checkbox"/>
⑥ YT 운영 규칙 최적화 기술	C/C-YT 조별작업을 개선하여 선석을 대상으로 YT를 pooling하여 YT를 부하평준화하여 최적으로 운영하는 기술	<input type="checkbox"/>
⑦ 게이트 자동화 기술	반출입 차량의 정보를 신속하게 가공처리하고 완전무인화하기 위한 기술로 자동반출입과 Damage 관리가 가능하도록 하는 기술	<input type="checkbox"/>

2-3) 아래의 계획시스템 중에서 기술의 확보가 필요하다고 생각되는 운영시스템은 무엇이라 생각하십니까? (2가지를 선택해 주십시오.)

운영시스템	시스템 설명	선택
① 본선계획 최적화 기술	양적화 컨테이너의 작업순서를 주어진 조건에서 자동으로 계획해주는 시스템 최적화 기술이며, 계획수립 시간을 단축하고 실시간계획(3초 이내)이 가능하도록 하는 기술	<input type="checkbox"/>
② 수출입장치장 활용 계획 최적화 기술	작업 컨테이너의 적재위치는 기존의 블록수준에서 베이, 열단위의 지정까지 가능하도록 계획하는 기술	<input type="checkbox"/>
③ 선석배정계획 최적화 기술	선석의 활용을 최대한 높이고 하역시간을 단축하기 위한 기술로 선박에 대한 선석배정과 C/C 작업배정을 수립해주는 기술, 작업 재분배의 자동계획 포함	<input type="checkbox"/>
④ 자원배정 최적화 기술	하역장비 및 작업자의 능력치를 고려하여 작업편성계획을 수립하는 기술이며, 작업불균형 문제를 해결하기 위한 실시간작업 재편성계획 수립기능 포함	<input type="checkbox"/>

2-4) 아래의 IT 기술(e-Business 포함) 운영시스템 중에서 기술의 확보가 필요하다고 생각되는 운영시스템은 무엇이라 생각하십니까? (2가지를 선택해 주십시오.)

운영시스템	시스템 설명	선택
① 데이터 송수신 네트워크 기술	첨단 네트워크 장비 및 통신망을 구성하여 컨테이너 터미널 전체의 운영 효율을 극대화하기 위한 기술	<input type="checkbox"/>
② 하역장비 추적기술	DGPS/Laser, RFID(Radio Frequency IDentification)를 이용하여 야드장비의 위치를 실시간으로 추적하는 기술	<input type="checkbox"/>
③ 주전산기 및 응용 S/W 기술	최신 운영정보시스템 환경을 체계적으로 구축하여 컨테이너 터미널 운영정보 자원을 극대화하기 위한 기술	<input type="checkbox"/>

※ 설문에 응해 주셔서 대단히 감사합니다.

부록 2 : 차세대 컨테이너터미널 운영시스템 기술개발을 위한 면담조사표

1) 현재 컨테이너터미널 운영시스템에 대한 불편 또는 애로사항은 무엇입니까?

- 2) 차세대 컨테이너터미널 운영시스템의 기능별로 분류된 세부기술들 중 컨테이너터미널의 운영에 반영하고자 할 경우의 중요도를 선택해 주시기 바랍니다.(1: 중요하지 않음, 3: 보통, 5: 매우 중요함.)

운영시스템 영역별 기술	운영시스템 세부 기술	중요도				
		1	2	3	4	5
종합관제 시스템	① 문제 발생시 자동 문제해결 기술					
	② 안벽작업 통제 기술					
	③ 야드작업 통제 기술					
	④ 게이트작업 통제 기술					
	⑤ 실시간 모니터링 기술					
운영시스템	① YT 동시 배차 최적화 기술					
	② 자동 Remarshaling & 구내이적 최적화 기술					
	③ C/C 자동 양적하 최적화 기술					
	④ 실시간 장비 배정 및 제어 기술					
	⑤ 반출입 예약제					
	⑥ YT 운영 규칙 최적화 기술					
	⑦ 게이트 자동화 기술					
계획시스템	① 본선계획 최적화 기술					
	② 수출입장차장 활용계획 최적화 기술					
	③ 선석배정계획 최적화 기술					
	④ 자원배정 최적화 기술					
IT 기술 (e-Business 포함)	① 데이터 송수신 네트워크 기술					
	② 하역장비 추적기술					
	③ 주전산기 및 응용 S/W 기술					

차세대 컨테이너터미널 운영시스템의
기술개발 방향과 전략수립에 관한 연구

2003年 12月 26日 印刷
2003年 12月 31日 發行

編輯兼

發行人

發行處

李 廷 旭

韓 國 海 洋 水 產 開 發 院
서울특별시 서초구 방배3동 1027-4
수암빌딩

전 화 2105-2700 FAX : 2105-2800

등 록 1984년 8월 6일 제16-80호

組版·印刷/서울기획문화사 2272-1533 정가 15,000원

판매 및 보급 : 정부간행물판매센터

Tel : 394-0337, 734-6818

ISBN 89-7998-205-4