

항만하역장비 ATC 무인자동화기술 개발 로드맵

Road-Map for Automation Technology Development of Port Equipment's ATC

홍동희*, 선수균**

지펜스 부설연구소*, 동원대학 관광과**

Dong-Hee Hong(dhhong@gpans.com)*, Su-Kyun Sun(sksun@tw.ac.kr)**

요약

선선대부두에 국내 최초로 ATC가 도입됨으로써 생산성이 50% 향상되었으나 세부 자동화기술 개발 미진으로 더 이상의 생산성 향상이 기대되기 어려운 실정이다. 따라서 세계 최고 수준의 완전 무인화 기술의 필요성에 의해 정부는 2009년 10월에 '고효율 ATC 기술 개발'에 착수했다.

그러나 세계 최고 수준의 생산성을 나타내는 ATC를 개발하기 위해서는 이미 개발된 선진 기술들과의 중복을 피하고 차별화된 독자적인 기술 개발이 무엇보다도 중요하다. 이를 위하여 본 연구에서는 기술 개발의 성공을 위해 사전에 반드시 필요한 국내외의 기존 기술에 대한 면밀한 분석과 세계 최고 수준에 대한 명확한 목표 설정, 그리고 기술개발의 성공을 위한 합리적인 개발 로드맵을 제시하였다.

이를 통한 ATC 무인자동화기술 개발로 국내 항만이 주변국 항만과의 경쟁에서 우위를 점하고 동북아 물류허브항만으로의 도약과 함께 우리나라의 차세대 성장 동력으로서의 역할을 할 수 있을 것이다. 또한 기술 개발의 결과가 국내 자동화터미널의 관련 기술의 성능 평가의 표준이 되고 선진 자동화터미널로서의 입지를 다지게 될 것이다.

■ 중심어 : | 항만하역장비 | ATC | 무인자동화기술 | 개발 로드맵 |

Abstract

Though the productivity increased by 50% as KBCT was the first to use ATC System in Korea, productivity is unlikely to be improved any longer because of unsatisfactory detailed automation technology development. Accordingly, the government embarked on 'high efficiency ATC technology development', but it is important to avoid overlapping with other advanced technology which is already developed, and to develop differentiated technology which has the way about it. To accomplish this, this paper suggested in-depth analysis about established domestic and overseas technologies, clear goal setting to achieve world-class level productivity, and rational development road map for success in technology development.

Through this, as to the ATC automatization technology development, the ports of our country precedes in a competition with the ports of the neighboring country, and it will jump to the Northeast Asia Logistics-Hub-port and a role as growth engine for next-generation in our country will be played.

In addition, the result of the technology development will become the standard of the performance evaluation of the relative technique of the domestic automated terminal, and will be leads the world in this field of technology.

■ keyword : | Port Equipment | ATC | Automatic Crane Technology | Road-Map |

* 본 연구는 국토해양부 R&D 과제로 수행되었습니다.

접수번호 : #100928-014

접수일자 : 2010년 09월 28일

심사완료일 : 2010년 12월 15일

교신저자 : 선수균, e-mail : sksun@tw.ac.kr

1. 서론

초대형선 출현으로 인해 세계 해상컨테이너 물동량은 연간 8.4%씩 증가하는 추세이며 중국의 급속한 경제성장으로 2010년에는 동아시아의 비중이 세계 무역량의 38%를 넘어설 것으로 예상된다. 같은 기간 미주는 18.7%, 유럽은 22%로 둔화됨에 따라 세계 물류환경의 중심축은 동북아 중심으로 재편될 것으로 전망된다.¹⁾

그러나 국내 최대항인 부산항은 2000년까지 세계 3위를 유지하였지만, 2004년에는 중국의 상해항 및 심천항에 밀려 5위로 추락하였으며 더욱이 물동량 증가에 따라 선진국의 항만들은 안벽 하역장비 및 야드 크레인의 생산성 향상과 더불어 효율적인 터미널 운영과 하역, 보관, 이송능력 향상 및 높은 수준의 서비스를 제공하는 컨테이너터미널 하역시스템 개선 방안을 지속적으로 연구 개발하고 있다. 특히 일본의 경우 재래식 컨테이너 터미널의 생산성 제고를 위해 항만하역장비의 자동화 기술을 개발하였으며, 독일의 CTA(Container Terminal Altenwerder)에서는 야드에서의 완전 무인자동화 시스템을 운영하고 있다.

우리나라도 그동안 정부 차원에서 ATC(Automated Transfer Crane), AGV(Automatic Guided Vehicle)기술, RFID(Radio Frequency Identification) 기반 컨테이너추적 기술 등 연구개발 사업이 추진되어 왔으며 ATC의 경우 부산항 KBCT(대한통운부산컨테이너터미널, 舊. 신선대 부두)에 5대를 설치([표 1] KBCT의 ATC 제원), 실용화에 성공한 바 있다. 그러나 국내에서는 아직 컨테이너터미널 하역시스템 기술에 관한 연구가 부족한 실정이며, 향후 개장 예정인 광양항 자동화 터미널과 2011년 완공 예정인 부산항 신항 건설에 있어서도 국내 기술로 자동화하기에는 아직 미진한 기술들이 있어 해외 제품을 구입하여 적용하고 있는 실정이다. 따라서 급변하는 국제물류의 경쟁시대에서 국가경쟁력 제고를 위해서는 ATC의 보다 높은 성능의 자동화장비 기술 개발과 노하우 축적이 필요하다[3]. 이를 위해 국토해양부에서는 2009년 10월부터 고효율 친환경

경적인 항만하역장비 자동화 시스템 개발에 착수하였으며, 이러한 고효율 친환경 항만 구축을 통하여 우리나라 컨테이너항만의 국제 경쟁력을 유지하고 항만기술 분야의 선도 기술을 확보하여 동북아 허브항만으로서의 위상을 제고할 수 있을 것이다.

그러나 세계 최고 수준의 성능을 나타내는 ATC를 개발하기 위해서는 이미 개발된 선진 기술들과의 중복을 피하고 차별화된 독자적인 기술 개발이 무엇보다도 중요하다. 이를 위해서는 국내외의 기존 기술에 대한 면밀한 분석과 세계 최고 수준에 대한 명확한 목표 설정, 그리고 기술개발의 성공을 위한 합리적인 개발 로드맵 등 보다 체계적인 개발 전략 수립 연구가 필요하다.

표 1. KBCT의 ATC 제원

구분	속도 (m/분)	속도 (m/초)	가속 시간	감속 시간	가속도	감속도	가속 거리	감속 거리
Hoisting-Load	35	0.58	2.00	2.00	0.29	0.29	0.58	0.58
Hoisting-Empty	75	1.25	4.50	4.50	0.28	0.28	2.81	2.81
Lowering-Load	35	0.58	2.00	2.00	0.29	0.29	0.58	0.58
Lowering-Empty	75	1.25	4.50	4.50	0.28	0.28	2.81	2.81
Trolley-Load	120	2.00	5.00	5.00	0.40	0.40	5.00	5.00
Trolley-Empty	120	2.00	5.00	5.00	0.40	0.40	5.00	5.00
Gantry Travelling Speed	150	2.50	8.00	8.00	0.31	0.31	10.0	10.0

자료 : 임성택(2007), 「ATC 도입현황 및 향후 전망」, PECT, p.13.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 국내외 관련 기술을 조사·분석하여 기존 기술의 개발 여부를 파악, 중복성을 배제한 주요 대상기술을 도출하며 III장에서는 주요 대상기술의 개발 목표를 설정한다. 그리고 IV장에서는 효율적인 기술 개발을 위해 개발 우선순위를 설정하고 기술 개발 로드맵을 작성한다.

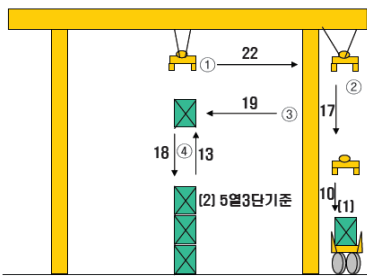
II. 국내외 관련기술 분석

1. ATC 관련 기술의 분류 방법

1) 국제컨테이너연감(Containerization International Yearbook), 각 년도(2006~2009).

ATC 관련 국내외 기술 분석은 국내 최초로 도입된 KBCT의 ATC를 대상으로 문제점을 분석하여 성능 향상을 위한 대상 기술을 선정할 필요가 있다. KBCT에서 운영 중인 ATC의 문제점은 장치장 상황을 고려하지 못한 양·적하 계획수립으로 과도한 장치장 재 조작 작업이 발생되고 있으며 실질적인 작업 생산성(시간당 처리개수=25개)도 [그림 1]에 나타난 바와 같이 장비 제작 시 구현한 이론적인 작업 생산성(시간당 처리개수=29.5개)에 미치지 못하고 있다[5]. 즉, 국내 최초 캔틸레버 타입의 ATC로써 50%정도의 생산성을 향상시켰으나 항만운영시스템과의 효율적인 연계 체계 구축 미흡과 ATC 자동화 요소기술이 현장에서 100% 성능을 발휘하지 못함으로 인하여 더 이상의 생산성 향상을 기대하기 힘든 상황이다. 따라서 ATC와 연계된 자동계획수립기능 탑재 시스템이 요구되며, 작업 생산성(시간당 처리개수)을 보다 높일 수 있는 ATC 자동화 요소기술 개발이 필요하다.

ATC자동화 요소기술은 크게 크레인 자체 요소기술과 외부와의 연계 기술로 나뉠 수 있다. 크레인 자체 요소기술은 [그림 1]에 나타난 바와 같이 각각의 작업이 이루어지는 것과 관련하여 여러 요소기술들이 존재하며, 외부와의 연계 기술도 항만 내의 다양한 요인들과의 관계에 따라 여러 요소 기술들이 존재한다.



순서	작업 구분	시간(초)
①	이동 작업	22
②	집기 작업	47
	Y/T 확인	3
③	이동 작업	19
④	놓기 작업	31
총 작업시간		122
시간당생산성		3600/122=29.5개

그림 1. KBCT의 ATC 이론적 생산성(시간당 처리)

따라서 국내 ATC의 성능 향상을 위해서는 [그림 2]에 나타난 연구 수행 전략에 의해 어떤 요소기술들이 우선 개발 대상이 되어야 하는지, 그리고 개발 대상 기술은 기존 선진 기술을 적용할 것인지, 새로운 기술 개발을 할 것인지 아니면 기존 기술을 토대로 보다 향상된 기술을 개발할 것인지를 결정하여 로드맵이 작성되어야 한다.

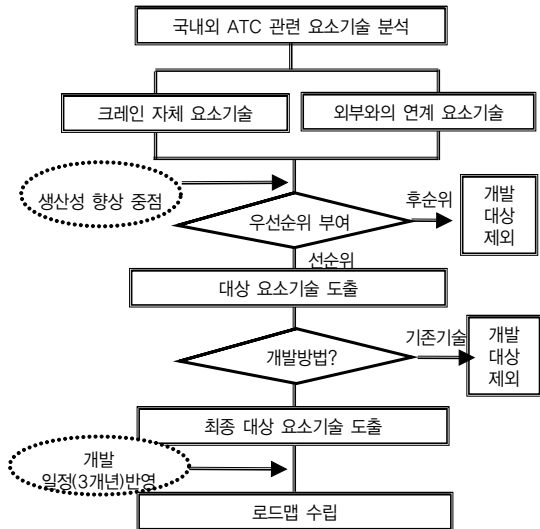


그림 2. 연구 수행 전략

2. 국내외 관련 기술의 분석

2.1 관련 기술의 동향 분석

2.1.1 국내동향[6]

한진해운 선항만에서는 RTGC(Rubber Tired Gantry Crane)가 아닌 RMGC(Rail Mounted Gantry Crane)형태로 국내에 최초로 무인 자동화 크레인을 부산신항 북 컨테이너 터미널에 42기를 설치하였다. 이 무인 자동화 크레인은 자동으로 야드의 빈 공간을 인식하여, 야드 트랙터의 컨테이너를 집어 올리고, 내릴 수 있는데 RFID기술을 통해 RMGC가 야드 트랙터의 위치정보를 계산하여 야드 트랙터가 도착한 장소에 스스로 이동한 후 컨테이너를 집어 올려 빈 공간으로 옮기는 기술을 사용하고 있다[7].

(주)세아S.A는 CMS(Crane Monitoring System)와

관련 운영 기술을 개발하였는데 CMS는 PLC (Programmable Logic Controller) 기반의 컴퓨터 모니터링 시스템으로 크레인 운전, 고장감시, 조업지원 등 네트워크 기반의 크레인 통합관리 시스템이다. 이 시스템은 자체 개발된 네트워크통신 모듈개발로 네트워크 처리 기술과 듀얼메모리 처리기법으로 정보손실 방지와 자가진단, 자체복구기능을 가지고 있다. 그리고 3D 스캐너를 이용, 컨테이너의 적재 상태를 실시간 감시하여 스프레더와 컨테이너의 충돌을 회피하며 최적의 이동 경로를 확보하여 작업 사이클 타임을 최소화하는 SPSS(Stacking Profile Scanning System) 기술을 개발하였다.

광진정보기술(주)은 CPS(Chassis Position System)를 개발하였는데 이 새시 위치 시스템은 스캐너를 이용하여 새시와 컨테이너를 인식하는 기술로서, 컨테이너를 들어 올릴 때 카메라와 포토센서를 이용하여 컨테이너 들어 올림 상태를 체크, 안전하게 새시를 들어 올리는 기술이다. 또한 3D 스캐너와 스프레더의 카메라를 이용하여 컨테이너의 장치 상태를 인식하고, 스프레더와 컨테이너의 충돌 방지 및 편차 체크가 가능한 자동 장치기술과 전후 4개의 레이저 스캐너가 동시에 3D로 스캔하여 얻은 값을 기준으로 알람 여부를 판단하는 TLPS(Truck Lifting Protection System) 기술을 보유하고 있다. 그리고 동아대에서도 자동 장치기술과 관련하여 컨테이너 자동랜딩 시스템을 개발하였다. CCD(Charge-Coupled Device) 카메라의 영상데이터를 흑백영상 변환, 축소, 윤곽선 검출, 잡음 제거, 직선검출 과정을 통하여 컨테이너 위치를 계산한다.

2.1.2 국외동향

자동 장치 기술인 ALS(Automatic Landing System) 기술 분야는 스위스의 ABB Crane Systems사가 트롤리에 카메라를 부착하여 컨테이너 위치인식과 레이저를 이용한 위치측정을 통해 컨테이너를 장치하는 기술을 보유하고 있으며, 미국의 Maxview사가 켄트리의 지지대 끝부분에 레이저 스캐너를 장착, 트레일러의 전·후 부분을 컴퓨터영상으로 출력하여 트레일러의 끝부분을 인식 후 적재하는 기술을 보유하고 있다. 또한

TLPS 기술 분야는 중국의 Shanghai Haitong Port Safety Equipment사가 레이저 스캐너를 이용, 컨테이너 4면의 고도 차이를 측정하여 전복방지를 위해 신호나 소리로 위험을 알리는 알람 신호 출력 기술을 보유하고 있다. 그리고 SPSS 기술 분야는 일본의 미쓰비시 중공업이 자동화 야드 크레인을 개발했는데 고속의 Anti-Sway와 Skew를 적용하고 켄트리 양단에 레이저 빔과 카메라, 그리고 센서를 사용하여 더미 컨테이너와 충돌을 방지하는 기술을 보유하고 있다[5].

2.2 관련 기술의 특허 분석

ATC 자동화와 관련된 주요 요소 기술을 개발하기 위해서는 무엇보다 기존의 특허 등록 현황을 분석하여, 개발의 중복성과 저작권 침해 논란을 회피하는 것이 중요하다. 따라서 주요 요소기술에 대한 특허등록 상황을 살펴보고, 기존 기술을 어떻게 회피하고 적용할 것인지 를 분석하였다.

먼저 컨테이너를 자동으로 집어 올리고 내리는 ATC의 무인화에 있어서 가장 중요한 기술인 ALS는 국내외 각 개발사마다 나름대로 고유의 방법이 등록되어 있다. 따라서 [표 1]에 나타난 바와 같이 국내 등록되어 있는 특허 기술인 삼성중공업의 레이저 센서 이용 기술과 한국중공업의 스프레더 미세조정장치 기술과는 다른 기술개발 방안을 모색할 필요가 있다.

표 1. 국내외 ALS 기술 특허 현황

업체	특허 등록
삼성중공업	레이저 센서를 사용한 항만용 크레인의 스프레더의 스웨이 및 스큐 측정방법 - 스웨이나 스큐각을 간단한 수식을 통하여 실시간 측정을 가능, 두 개의 레이저 센서를 스프레더를 기준으로 대각선 방향으로 설치, 스웨이 및 스큐각을 계산 - 레이저 센서를 사용한 컨테이너 및 스프레더 자세 인식 방법 및 장치 - 레이저 센서를 사용하여 2차원 좌표로 변환장치, 스프레더와 컨테이너의 가장자리를 찾아 측정, 거리인식, 크레인의 자동화 및 무인화 가능
한국중공업	컨테이너 취급 크레인의 스프레더 미세조정장치 - 슬라이드 빔, 고정 빔, 유압실린더, 방향제어밸브를 사용하여 스프레더의 위치를 종축방향, 횡축방향위치를 미세하게 제어. 수평면으로 회전운동을 시켜 크레인의 스프레더에 매달린 컨테이너를 적재할 위치에 정확하게 적재하는 장치

자료 : 한국중합물류연구원(2009), 「고효율 항만하역시스템 기술 개발」, pp.24-25.

트레일러로부터 컨테이너를 안전하게 들어올리기 위한 기술인 TLPS는 [표 2]와 같이 부분적으로 개발되어 사용하고 있으나 아직 시장에 컨테이너 트레일러와 관련하여 완벽한 기능이 도출된 것은 없다. 따라서 현재 보유기술과 다른 관련 센서 기술을 복합적으로 활용하기 위한 방안이 필요하다.

표 2. 국내외 TLPS 기술 특허 현황

업체	특허 등록
현대자동차	적재함 상승 시 차량운동 제한장치 - 트럭의 적재함이 상승된 상태로 운행됨에 따른 사고의 문제점을 개선하기 위하여 적재함의 상승 및 하강을 감지하는 센서를 이용하여 운전자에게 트럭의 상승상태를 경보하고 차량의 운동을 제한함
광진정보기술	Anti-Lift System - 앞과 뒤에 4개의 레이저 스캐너가 동시에 3D로 스캔하여 얻은 값을 기준으로 알람 여부를 판단함 - Deviation check시 차량의 정보를 취득하고 이를 기반으로 Anti Lift 수행 시 해당 3D영역을 재조사하여 새시의 변화로 판단함
세아 S.A	Truck Protection System - 레이저 거리 센서를 이용 트럭에서 컨테이너를 내릴 때 컨테이너와 트럭이 동시에 들어 올려지는 현상을 방지하는 시스템

자료 : 한국중합물류연구원(2009), 「고효율 항만하역시스템 기술 개발」, p.24.

트롤리의 신속한 이동을 위한 장치상태 파악 기술인 SPSS는 [표 3]에 나타난 바와 같이 특허기술이 있다 하더라도 이와는 다른 기능의 센서를 이용하여 부가적인 기술로서 적용이 가능하기 때문에 보다 성능이 향상된 기술이 개발되어야 한다.

표 3. 국내외 SPSS 기술 특허 현황

업체	특허 등록
현대중공업	- 컨테이너 적재윤곽 자동인식 시스템 - 레이저 센서를 이용한 컨테이너 적재형상 자동인식방법 및 장치
서호전기	- 컨테이너의 적재상황 감지 장치 및 그를 갖는 크레인 시스템
광진정보기술	- 3D스캐너와 스프레더의 카메라를 이용하여 컨테이너의 stacking 상태를 인식하여 스프레더와의 충돌을 방지

자료 : 한국중합물류연구원(2009), 「고효율 항만하역시스템 기술 개발」, p.23.

그리고 SPSS와 관련하여 트롤리와 스프레더를 제어하는 Anti-Sway 기술은 [표 4]와 같이 국내 주요 중공업에서 특허기술을 보유하고 있으며 실제로 항만에서 적용되고 있는 기술이다. 따라서 기존 보유기술을 바탕

으로 보다 향상된 기술 개발에 역점을 두어야 한다.

표 4. 국내외 Anti-Sway 기술 특허 현황

업체	특허 등록
현대삼호중공업	- 원추방식을 이용한 기구적 흔들림 방지장치 - 컨테이너 흔들림 제어장치 - 컨테이너의 흔들림을 제어하는 컨테이너이송장치
대우중공업	- 유압실린더 제어를 이용한 스웨이 제동용 슈브 작동 시스템
두산중공업	- 컨테이너 흔들림 방지장치 - 트롤리의 안티 스웨이 장치
삼성중공업	- 컨테이너 크레인의 안티스웨이 시스템
서호전기	- 크레인의 자동 흔들림 방지 시스템

자료 : 한국중합물류연구원(2009), 「고효율 항만하역시스템 기술 개발」, pp.22-23.
현대삼호중공업(2004), (주)PNCT 무인크레인 및 자동화설비 실적 현황, pp. 5-24.

새시 위치시스템 기술인 CPS는 [표 5]와 같이 국내 기업인 광진정보기술과 세아 S.A 등에서 특허를 보유하고 있는 기술이므로 현재 보유하고 있는 국내기술에 3차원 레이저 스캐너와 정위치 인식 알고리즘을 추가로 개발 적용하여 성능이 향상된 기술을 개발할 필요가 있다.

표 5. 국내외 CPS 기술 특허 현황

업체	특허 등록
ABB	새시 정렬 시스템 (Chassis Alignment System) - 컨테이너 적재윤곽 자동인식 시스템 - 레이저 센서를 이용한 컨테이너 적재형상 자동인식방법 및 장치
광진정보기술	컨테이너 승하차 시스템 및 방법 - 3차원 레이저 스캐너와 CCD 카메라를 이용하여 트레일러와 컨테이너의 3차원적인 형태 및 위치를 파악 - 컨테이너의 적재 및 하역 작업 시 보다 정확하고 신속한 작업이 이루어질 수 있도록 하는 컨테이너 승하차 시스템
세아S.A	Chassis Alignment System - 3D 스캐너 센서를 이용 스프레더와 야드 트레일러의 정위치를 제어

자료 : 한국중합물류연구원(2009), 「고효율 항만하역시스템 기술 개발」, p.23.

III. 기술 개발 목표 설정

1. 목표 설정을 위한 대상 기술 분석

ATC 무인자동화를 위한 대상 기술은 II장에서 언급하였듯이 ATC 무인자동화 작업과 직접 관련되며

ATC 자체 생산성을 높이기 위한 크레인 자체 요소 기술로서 크레인 제어 부분과 트롤리/스프레더 제어 부분, 그리고 항만운영시스템, Y/T와 로드 트레일러 등 관련 하역 장비, 게이트 및 부두 내 상황 등 외부 운영 환경과의 인터페이스 부분으로 분류할 수 있다. 따라서 국내의 특허 및 관련 기술의 분석을 통해 [표 6]과 같이 ATC 무인자동화의 핵심 대상 기술을 도출할 수 있다.

표 6. ATC 무인자동화 핵심 대상 기술

구분	대상기술	
크레인	크레인 제어 부분	Anti-Collision System
	트롤리/스프레더 제어 부분	Anti-Sway System
		ALS(Auto Landing System)
		TLPS(Truck Lifting Protection System)
외부 인터페이스 부분	SPSS(Stacking Profile Scanning System)	
	CPS(Chassis Positioning System)	
	항만운영시스템 연계 기술 컨테이너 번호 인식 시스템	

1.1 Anti-Collision System

크레인 위치 인식 장치에 사용된 센서를 이용하여 각각의 크레인이나 장치장 컨테이너화물의 위치를 파악, 크레인 간 혹은 컨테이너 간 거리를 유지함으로써 충돌을 방지하는 기술을 개발한다. 크레인 위치 인식 장치에 사용된 센서를 레이저 스캐너 형식으로 변경하여 정확한 충돌 및 장애물 확인 표현이 가능하도록 한다.

1.2 Anti-Sway System

흔들림 방지 제어기술인 Anti-Sway System은 크레인의 브릿지와 트롤리 동작에 사용되는데 속도 제어가 가능한 드라이브와 결부하여 사용한다. Anti-Sway System은 상하좌우 흔들림(Anti-Sway)과 뒤틀림(Anti-Skew) 현상을 방지하는 것은 물론 CCD 카메라와 레이저를 이용하여 각 동작의 안전성과 신뢰성을 개선시키는데 역점을 둔다[8].

1.3 ALS(Automatic Landing System)

스프레더와 컨테이너 상태 인식을 통한 자동 장치작

업이 주목적이다. 그러나 현재 여러 가지 방법으로 다양한 제품들이 있으나, 대부분이 컨테이너 적재 시에는 인식을 잘 하지만, 컨테이너를 스프레더에 장착했을 경우, 그 아래의 상황 파악이 잘 되지 않는 문제가 있다.

따라서 적재 시에도 정확한 랜딩 포인트와 상하 컨테이너 상황을 인식할 수 있는 센서 구성 및 인식 알고리즘 개발이 핵심기술이라 할 수 있다[1]. 이를 위해서는 기존의 방식들과 상품화된 Magic Eye, ZPMC 등의 기술들에 대한 단점들을 개선할 수 있는 방안으로 기술 개발이 이루어져야 한다.

1.4 TLPS(Truck Lifting Protection System)

TLPS는 개별 컨테이너의 Trim/List/Skew 판단과 스프레더와의 거리인식 알고리즘을 개발, 스프레더와의 연동으로 ALS 센서부 구동 시 TLPS와 SPSS로 활용할 수 있는 방안 마련에 초점을 두고 기술 개발이 이루어져야 한다. TLPS는 트럭과 적재컨테이너의 연결 부분 인식에 가장 적합한 센서시스템 구성이 관건이다. 따라서 컨테이너를 들어 올릴 때 트럭의 탈선여부를 판단하기 위한 상부와 측면의 스캐닝 작업을 통해 데이터를 수집하고, 수집 데이터를 2D와 3D로 영상화할 수 있는 스캐닝 데이터 분석 알고리즘 개발이 필수적이다[2].

1.5 SPSS(Stacking Profile Scanning System)

SPSS를 ATC Leg 및 스프레더 측에 장착하여 스캐닝 및 3D화된 프로파일을 생성하고 원격운전 시스템과 데이터를 공유, SPSS의 스캐닝 및 인식 속도가 ATC 구동에 제한이 되지 않도록, 고속 인식이 가능한 센서부와 제어, 인식부 개발이 필요하다[2]. 그리고 실제 환경에서의 실험을 수행하고 수정보환 및 개선을 통해 신뢰성을 확보하는 것이 중요하다.

1.6 CPS(Chassis Positioning System)

야드에서 ATC가 컨테이너 장치 작업 시 3D 레이저 스캐너와 카메라로 ATC에 진입하는 트레일러를 감지하고 그 스캔 데이터를 통한 차량의 정지 위치값의 설정과 보정을 분석하여 차량을 원하는 위치에 정착시킬 수 있는 시스템 개발을 필요로 한다[2].

1.7 항만운영시스템 연계 기술

항만운영시스템 연계 기술은 항만운영시스템으로부터 접수된 작업지시를 ATC 통제시스템이 작업수행 방법을 결정하고 제어명령을 생성하여 ATC 제어시스템에 전달한다. 그리고 ATC 제어시스템은 접수된 제어명령에 따라 ATC PLC를 제어하는 순서로 이루어진다 [2]. 따라서 ATC와 항만운영시스템과의 연계는 ATC가 컨테이너 상하차 작업을 원활히 수행하도록 시스템 간 유기적으로 연동되어야 한다.

1.8 컨테이너번호 인식 기술

현재 운용중인 항만의 컨테이너번호인식 시스템들은 대부분 OCR(Optical Character Recognition;광학문자인식)방식을 채택하고 있다. 이는 RFID등의 다른 기술들에 비해 그 만큼 기술적용면에서 안정화 되었다고 할 수 있다. RFID의 경우 활용에 대한 좋은 연구 성과 및 제안들은 많이 있으나 실제 항만 현장에 적용되어 운용 중인 사례는 부산 신항의 야드 내 차량 이동 상태를 확인하는 시스템에 사용되는 것을 제외 하고는 찾아보기 힘든 실정이다. 자동화 운송 장비를 사용하는 컨테이너 터미널의 핵심은 생산성이다. 생산성의 한 축을 담당하는 것이 설비 시 비용문제와 유지보수비용이 차지하는 부분이 큰데 이러한 면에서 보다 적은 설치비용과 향후 유지보수까지 용이하고 문제 발생 시 시스템에 의해 저장된 데이터(영상과 작업시간에 대한 로그)를 정확하게 제시할 수 있는 OCR을 이용한 컨테이너번호 인식 시스템을 구현해야 한다.

2. 대상 기술의 개발 목표

2.1 ATC의 성능 목표

항만하역장비인 ATC의 무인자동화기술 목표의 대전제는 현재 국내 항만(KBCT, 부산신항, 한진해운터미널 등)에서 평균 시간당 25개 내외의 컨테이너를 처리하고 있는 ATC를 기술 개발이 끝나는 시점에서 세계 최고의 시간당 컨테이너를 처리할 수 있는 차세대 고효율 ATC를 개발하는 것을 목표로 하며, 항만운영시스템과의 효율적인 연계로 작업의 생산성을 높이고, 100% 무인화가 가능한 시스템 구축이 이루어져야 한다.

2.2 요소 기술의 목표

현재 국내의 장비 자동화 기술은 전체적인 구조적용이나 응용은 가능하지만, 실질적인 요소기술은 개발이나 적용 실적이 미진하기 때문에 ATC 무인자동화 기술에 어떤 방법을 적용하며, 어느 수준까지 개발할 것이며, 어떤 업체의 부품을 응용하고, 우리 실정에 맞고 성능이 보증되어, 향후 기술적으로도 우위에 설 수 있는가를 검토하여 가장 효율적인 방안을 마련하여 개발하는 것이 최선의 방법이 될 것이다.

따라서 국내의 관련 요소기술들의 개발 및 특히 동향 분석을 통해 ATC의 기술 개발 목표인 세계 최고 수준의 성능을 보유하기 위해서는 [표 7]에 나타난 바와 같은 요소 기술별 목표 설정이 필요하다.

표 7. 요소 기술의 목표

부문	요소기술	측정방법	목표
크레인 제어	Anti-Collision/CMS	충돌방지기능/고장진단 예약정비기능	기능개발
	Anti-Sway	입증된 기술도입 및 개선기능	sway "0"
	ALS	열악한 외부환경에서 모든 작업이 신속하게 가능한지의 기능	어떤 환경에서도 100%작업
	TLPS	실제 적용 Truck Lifting 시 인식 및 대처여부 기능	Truck Lifting 방지 100%
	SPSS	컨 '적재 스캐닝 정보와 실제 정보 일치, ATC 동작 중 정보 업데이트 기능 기능	적재상태 100%일치
외부 인터페이스	CPS	시간, 정확도, 위치측정 기능	기존대비 100% 향상(20초)
	운영시스템 연계	슈퍼바이저시스템과 RM간의 통합시스템 기능	연계기능 확인
	컨테이너 번호 인식	측면번호인식 기능	인식률 95%이상

Anti-Collision/CMS기술은 무인 자동화크레인이 운행 중 충돌을 예방할 수 있도록 실시간 모니터링이 이루어져야 하고 원격으로 고장진단이나 정비가 가능하도록 기능이 개발되어야 한다. Anti-Sway는 흔들림이 2회 사이클 내에 "0"로 잡을 수 있도록 기술 개발이 이루어져야 하며, ALS는 어떤 작업환경에서도 3D 스캐너를 통해 컨테이너의 랜딩 부위를 정확하게 인식할 수 있도록 개발되어야 한다.

TLPS는 트럭위에 적재된 컨테이너를 들어 올릴 때

트럭 적재함(새시)의 올림 현상이 나타나지 않도록 기술개발이 이루어져야 하며, SPSS는 컨테이너 적재상태를 정확히 스캐닝하여 야드 장치 작업이 신속히 이루어질 수 있어야 한다.

CPS는 기존 성능보다 100% 향상된 20초 이내에 세시위치를 감지할 수 있도록 개발되어야 하며, 항만운영시스템과 ATC와의 원활한 작업연계가 이루어질 수 있도록 미들웨어기능(슈퍼바이저시스템+RM(원격매니저))이 개발되어야 한다. 또한 야드 상에서 50% 미만의 컨테이너번호 인식도 ATC에서 95%이상 인식률이 나올 수 있도록 개발되어야 한다.

IV. 기술 개발 로드맵

1. 개발 우선순위 설정

개발 우선순위는 다음의 [표 8]과 같은 제약조건에 의해 설정한다. 각 가중치는 주관적이지만 주어진 기간(3년) 내에 성공적인 기술 개발을 위해 단계별 성과를 나타낼 수 있는 기술인가, 즉 1차년도 부터 성과가 도출될 수 있는 기술인가와 개발난이도, 특히 성과를 도출하기 위해 테스트 베드를 적극 활용할 수 있는 기술인가, 그리고 개발기간, 예산적용 시점 등을 고려하여 1차년도 부터 바로 개발이 되어야 할 기술은 10부터, 3차년도에 가장 나중에 개발되어도 될 기술은 2로 하여 각각 10, 8, 6, 4, 2로 부여하였다.

표 8. 제약조건별 가중치

제약조건	내 용	가중치
KBCT의 ATC에 적용된 기술로서 성능 향상이 필요한 요소 기술인가?	기존 기술로서 당장 Upgrade 할 수 있는 기술로 국산화가 가능한 기술	10
기술 개발의 난이도가 높은 신 기술인가?	Upgrade 또는 새로운 기술 분야로 상당한 연구가 필요한 기술	6
선행기술이 있어야만 하는 기술인가?	선행기술을 통해 연계 적용하여야만 하는 기술	4
ATC 자체 동작기술과 밀접한 관련이 있는 기술인가?	ATC 제작과 관련된 크레인 자체 요소 기술	8
기타	상위 내용 이외의 기술	2

이에 따라 [표 7]의 각 요소기술들을 [표 8]의 제약조건별 가중치를 이용하여 개발 우선순위를 주된 조건과

부수적인 조건으로 각기 2개의 제약조건에 해당하는 가중치들의 합에 의해 다음의 [표 9]와 같이 나타낼 수 있다.

표 9. 요소기술별 개발 우선순위

부문	요소 기술	가중치 합	개발 순위	
크레인	크레인 제어	Anti Collision System / CMS 충돌 방지 / 고장진단 시스템	8+4=12	2
	트롤리/스프레더 제어	Anti-Sway 개선	10+8=18	1
		ALS(Auto Landing System)	6+8=14	1
		TLPS(Truck Protection System) Lifting	4+2=6	4
		SPSS(적재윤곽시스템)	4+6=10	3
외부 인터페이스	CPS	10+4=14	1	
	운영시스템 연계	2+10=12	2	
	컨테이너 번호 인식	10+4=14	1	

2. 기술 개발 로드맵

현재까지 대표적으로 나타난 로드맵 작성은 삼성종합기술원의 기술 로드맵, 국가과학기술위원회의 기술 로드맵, 산업자원부의 부품소재기술 로드맵 등 3가지로 나누어볼 수 있다.

삼성종합기술원의 기술 로드맵은 시나리오 작성-핵심 기술군 규명-로드맵 전개-후보기술 명시-세부기술별 로드맵 작성-실행계획 작성 등 총 6가지 단계를 거쳐 기술 로드맵을 개발하고 있으며, 국가과학기술위원회의 기술 로드맵 수립은 장기기획의 성격으로서 기획의 범위가 넓고 중장기적 기획을 지원하는데 적합한 방법으로 정부차원의 연구 개발 기획이나 민간 기업에 대한 향후 기술개발 자료로 제공하며 이를 통한 정부의 기술개발 기본계획에 적극 반영함으로써 선택과 집중에 의한 국가 차원의 미래 연구 개발에 중점을 두고 있다. 그리고 산업자원부의 부품·소재 기술 로드맵 수립은 국가과학기술위원회의 로드맵과는 달리 성능목표, 주요 기술 분야 설정을 포함하는 목표설정 단계가 추가되고 기술대안 및 실현시점 전망과 기술 포트폴리오를 수립하는 세부단계가 추가된다[4].

본 연구에서 수행하고자 하는 고효율 ATC 기술 개발 로드맵 수립의 목적은 정부의 향후 기술개발 방향 설정과 연구수행기관의 제품 개발 로드맵 수립을 위한 가이드 제시이다. 따라서 기술개발 로드맵 수립을 위한

세부적인 방법은 [표 10]의 국가과학기술위원회의 기술 로드맵 수립을 위한 방법을 변형하여 [표 11]에 나타낸 바와 같이 본 연구의 기술 개발 로드맵 수립에 적용한다.

표 10. 국가과학기술위원회의 기술 로드맵 수립

단계	세부절차	내 용
1단계	대상제품 / 니즈 도출	- 국내외 산업 및 기술발전 전망 - 환경 및 니즈분석 - 분야별 핵심제품 / 니즈 도출 - 종합검토 및 의견 수렴
2단계	로드맵 작성	- 핵심제품 / 니즈별 핵심기술 도출 - 기술 로드맵 작성 - 종합검토 및 수정 보완

표 11. 본 연구의 기술 로드맵 수립

단계	세부절차	내 용
1단계	기존 기술 분석 / 기술 Upgrade	- 국내외 산업 및 기술발전 전망 - 환경 및 니즈분석 - 기존기술 Upgrade 방안 도출
2단계	니즈(Needs) 도출 및 신기술 개발	- 니즈별 핵심기술 도출 및 신기술 개발
3단계	로드맵 작성	- 기술 로드맵 작성 - 종합검토 및 수정 보완

따라서 정부가 추진 중인 ‘고효율 ATC 기술 개발’의 전체 계획 일정이 5년이지만 요소기술의 개발 난이도 및 적용, 그리고 ATC 제작 등 소요일정을 감안하고 개발완료 후 개발 장비의 제품화 및 상용화 등을 고려할

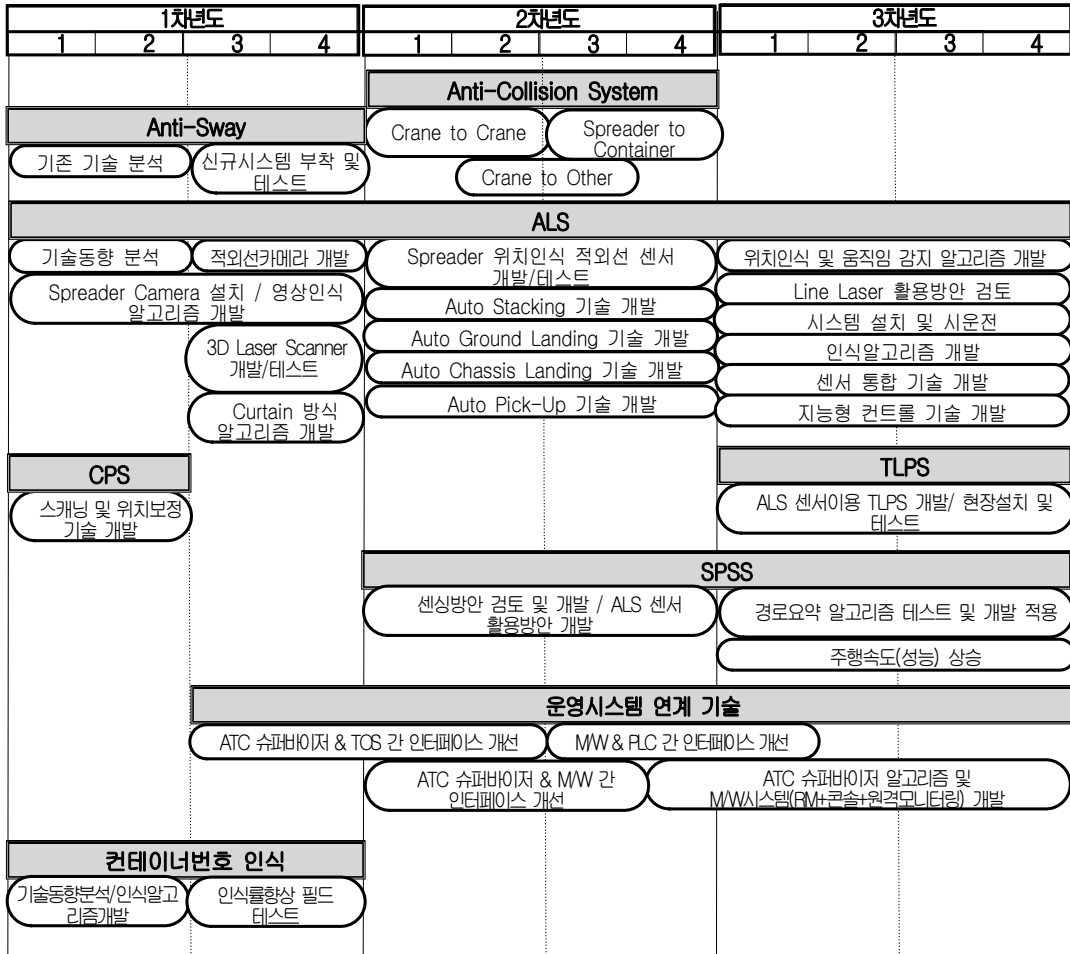


그림 3. 기술 개발 로드맵

때 순수하게 개발에만 필요로 하는 소요기간은 [그림 3]에 나타난 바와 같이 총 3년 정도가 타당하다. 또한 요소기술들은 [표 9]의 우선순위에 의해 개발순위가 1인 요소기술은 1차 년도에 시작하고 개발순위가 2와 3인 요소기술은 2차 년도에 시작하며 개발순위가 4인 요소기술은 3차 년도에 시작하는 것으로 하였다. 다만 운영시스템 연계기술은 개발공정상 2년 이상이 소요될 것으로 예상하여 1차년도 중반부터 수행하는 것으로 하였다.

V. 결론

우리나라는 그동안 정부 차원에서의 ATC 및 AGV 기술, RFID 기반 컨테이너추적 기술 등 R&D 사업이 추진되어 왔으며 ATC의 경우 부산항의 KBCT에 5대를 설치, 실용화에 성공한 바 있다. 그러나 급변하는 국제물류의 경쟁시대에서 국가경쟁력 제고를 위해서는 ATC의 보다 높은 성능의 자동화장비 기술 개발과 노하우의 축적이 필요하다.

항만하역장비인 ATC의 무인자동화 기술은 하역장비 및 관련 부품 제작과 설계 기법, 통합 항만운영시스템 개발, 항만 배후 물류단지와의 연계된 이송 하역시스템 등과 관련된 기술로서 다른 분야에도 폭 넓게 응용될 수 있으며 이 기술은 국산화 기술로 선진항만의 자동화 기술에 비해 우수한 성능을 보유, 수입대체 효과는 물론 첨단기술 장비의 수출효과 및 항만 효율성의 대폭 향상을 꾀할 수 있는 자동화항만의 핵심 기술로 개발되어야 한다.

또한 ATC 개발 기술의 적용으로 국내 항만이 주변국 항만과의 경쟁에서 우위를 점하고 동북아 물류허브 항만으로 도약과 함께 우리나라의 차세대 성장동력으로서의 역할을 할 수 있을 것이고 기술 개발의 결과에 의해 그 성능평가가 국내 자동화터미널 기술 적용의 표준으로서의 역할과 선진 자동화터미널로서의 입지를 다지는 주요 기술로 활용될 것이다.

따라서 본 기술의 성공적인 개발을 위해서는 산학연의 보다 체계적이고 확실한 시스템 개발 체제를 갖추고

명확한 목표와 현상 분석을 통한 실현 가능한 전략을 수립하여야 한다. 이를 위해서는 무엇보다 어떤 요소기술이 필요하며 그 요소기술에 대한 개발 우선순위는 어떻게 설정해야 하는지에 대한 구체적인 로드맵이 없는 상태에서 본 연구가 ‘고효율 ATC 기술 개발’사업에 대한 명확한 방향을 제시한 것이라 생각한다.

참 고 문 헌

- [1] 이권순, “차세대 항만 하역장비 자동화시스템 - 차세대 크레인 편-”, CRANES, 제9권, 제4호, pp.23-26, 2004.
- [2] 이권순 외 4인, “야드 크레인”, 한국특허청 특허출원, 제10-2004-0058711, 2004.
- [3] 임성택, “ATC 도입현황 및 향후 전망”, PECT, pp.9-13, 2007.
- [4] 최상희 외 2인, “국내 컨테이너 항만기술개발 로드맵 수립 연구-항만물류 및 장비기술을 중심으로-”, 한국해양수산개발원, pp.7-12, 2007.
- [5] 한국종합물류연구원, 항만물류시스템 기술개발, 국토해양부, pp.53-64, 2007.
- [6] 한국종합물류연구원, 고효율 항만하역시스템 기술 개발, pp.7-9, 22-26, 33-34, 52-61, 109-113, 116-121, 2009.
- [7] 현대삼호중공업, (주)PNCT 무인크레인 및 자동화설비 실적 현황, pp.5-6, 2004.
- [8] J. H. Suh, J. W. Lee, Y. J. Lee, and K. S. Lee, “Anti-sway Position Control of an Automated Transfer Crane based on Neural Network Predictive PID Controller,” Journal of Mechanical and Science Technology, Vol.19, No.2, pp.505-519, 2005.

저 자 소 개

홍 동 희(Dong-Hee Hong)

정회원



- 1981년 2월 : 홍익대학교 전자계산학과(이학사)
- 1987년 2월 : 연세대학교 산업공학과(공학석사)
- 2004년 2월 : 경희대학교 전자계산공학과(공학박사)

▪ 2005년 ~ 현재 : 지펜스 부설연구소 소장

한국중합물류연구원 선임연구위원

<관심분야> : 물류정보시스템, 인공지능, 소프트웨어 공학

선 수 균(Su-Kyun Sun)

정회원



- 1988년 2월 : 경희대학교 공과대학 전자계산공학과(공학사).
- 1994년 : 경희대학교 전자계산학과(공학석사)
- 2002년 : 경희대학교 대학원 전자계산공학과(공학박사)

▪ 2010년 : 안양대학교 대학원 관광경영학과 박사과정

▪ 1997년 ~ 현재 : 동원대학 관광과 부교수

<관심분야> : 관광정보시스템, u-관광정보, 소프트웨어 공학, S/W 재사용, 자동화시스템