

무인운반차 RCS(Remote Control System)의 신뢰확보를 위한 연구

전형모*, 강상원**
한국해양수산개발원 전문연구원*
(주)메인텍 기술연구소 연구원**

A study for Secure the Reliability of Automated Guided Vehicle Remote Control System

Hyong-Mo Jeon*, Sang-Won Kang**
Korea Maritime Institute*
Main-tech Research Institute Co., Ltd**

요 약 세계는 급속한 IT 기술의 발달과 생명공학의 발달로 인간 수명이 급격하게 연장되어 노령화가 사회문제가 되는 시대에 살고 있다. 이러한 노령화 문제는 제조공장 또는 물류창고의 물류운송공정에서의 인력을 대신할 수 있는 무인운반차가 대체로 옮겨지고 있다. 이러한 무인운반차 사용의 증가세는 매년 큰 폭으로 상승하고 있으며, 스마트공장 내에서만 사용하던 무인운반차는 항만의 거대한 컨테이너를 운반할 수 있는 컨테이너 운반용으로 변모하고 있어 실내에서 실외로 그 활용성을 더욱 확장하고 있다. 이렇게 활용도가 증가하고 있는 무인운반차의 중요도가 높아짐에 따라 이를 제어하는 RCS(Remote Control System)의 중요성도 역시 증가하고 있다. 본 연구에서는 무인운반차 RCS의 품질평가체계의 확립을 위해 다양하게 발전하고 있는 무인운반차의 특성과 기술동향 그리고 무인운반차 RCS의 기술적 특징을 조사 분석하여 이를 바탕으로 무인운반차 RCS의 신뢰확보를 위해 국제품질평가 표준인 ISO/IEC 25000 시리즈를 참조하여 기능적합성과 사용성의 평가항목을 도출하고, 도출된 기능적합성과 사용성의 평가항목을 통해 평가모델을 개발하고자 한다.

주제어 : 무인운반차, RCS, ISO/IEC 25000, 품질항목, 평가모델

Abstract With rapid development of IT technology and biotechnology, human lifespan is extended rapidly, and we are living in the era where aging becomes the social issue. Due to this aging problem, manpower is mainly replaced by Automated Guided Vehicles (AGV) in manufacturing factories or warehouse logistics transportation. Rate of AGV use increases sharply every year. AGVs, which were used only in Smart Factories, extends its usage into indoor and outdoor operation by changing their usages to container transportation that can carry huge containers in the harbor. With the expansion of AGVs usage, the importance of RCS (Remote Control System) is also increased. In this study, we surveyed and analyzed the characteristics and technology trends of technical features of AGV's RCS that are developing in various ways to establish quality evaluation system of AGV RCS. Based on this, and by referring to international quality assessment standards, ISO/IEC 25000 series, we derived evaluation items on functional suitability and usability to secure reliability of AGV RCS. Also, it is our intention to develop evaluation model using those derived usability and reliability evaluation items.

Key Words : Automated guided vehicle, RCS, ISO/IEC 25000, Quality Evaluation, Evaluation Model

* This research was a part of the project titled 'Technological Development of Low-Carbon Automated Container Terminals', funded by the Ministry of Oceans and Fisheries, Korea.

Received 17 March 2017, Revised 27 April 2017

Accepted 20 May 2017, Published 28 May 2017

Corresponding Author: Sang-Won Kang

(Main-tech Research Institute Co., Ltd)

Email: myksangwon@daum.net

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

우리가 살고 있는 현대 사회의 산업에서는 생산된 물품을 신속하게 유통시키는 기술이 물류 산업에 종사하고 있는 업체들에게는 핵심 경쟁력이 되고 있는 실정이다. 또한 경쟁력을 높이기 위해 무인 자동화 시스템을 도입하고 인력으로 작업하기 힘든 곳에 로봇을 확대 사용하고 있어, 인건비 절약 및 작업의 효율성과 생산성을 높이고 있다.

이러한 자동화 시스템에서 많이 사용하고 있는 장비 중의 하나가 무인운반차이다. 무인운반차는 자동화 시스템의 중요한 기술 집약체 중 하나이며, 물류 이송과 적재 등의 작업을 효율적으로 수행 할 수 있다. 무인 운반차는 사용되는 목적, 환경에 따라 요구되는 기술들과 사용되는 분야도 다양하다[1]. 최근에는 공장자동화는 물론, 골프카트, 항만 물류 시스템, 실외 자동화 시스템 등 실외에서 주행 및 작업 등이 가능한 곳에 사용이 증가하고 있는 추세이다[2]. 또한 이산화탄소 제로 물류체계 구축에 관심 역시 높아 환경 유해물질이 없이 친환경 기술에도 관심이 높다.

무인운반차 사용량이 증가함에 따라 무인운반차의 RCS(Remote Control System) 관심이 높아지고 있으며, 그에 따른 새로운 프로그램 개발도 증가하고 있는 추세이다. 더욱이 실내가 아닌 실외에서의 무인운반차의 사용도가 증가하고 있어 실내에서의 한정된 공간은 물론이고, 변화무쌍한 기후 날씨에도 지장을 받지 않고 사용될 수 있는 프로그램과 유도방식에 대한 연구가 진행되고 있다.

본 논문에서는 무인운반차 RCS 프로그램의 높은 품질수준을 충족시키기 위해 무인운반차 RCS의 요구사항에 적합한 시험 모듈 개발과 결과를 그 분석하고 국제품질평가표준 규격인 ISO/IEC 25000 시리즈를 참조하여 무인운반차 RCS의 프로그램의 신뢰 높은 품질체계를 확립하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다.

2장에서는 다양하게 변화되고 있는 국내외 물류 정책 동향과 급속도로 발전되고 있는 무인운반차 특성과 기술 동향에 대해 살펴보고, 3장에서는 M사에서 개발할 무인운반차 RCS의 특성과 요구사항을 분석하고 4장에서는 국제품질평가표준인 ISO/IEC25000 시리즈를 참조하여

무인운반차 RCS의 고유품질특성을 반영한 기능적합성, 사용성의 평가모델 체계를 구축하고 5장에서는 결론과 향후 연구과제를 제시하였다.

2. 관련 연구

무인운반차는 신기술 친환경 기술들을 융합하여 새롭게 변모하고 있으며, 다양한 액추에이터 기술, 정보 교류의 네트워크 기술, 배터리 전력사용으로 이산화탄소 공해없는 친환경인 기술들이 다양하게 개발되고 있다.

2.1 국내외 물류 정책 동향

최근 선진국 및 개발도상국의 물류정책은 물류거점화 추진, 물류인프라 확충, 정보화·표준화를 통한 물류시스템의 고도화, 물류보안관련공조와 친환경적 물류활동을 중시하는 추세이다.

유럽(EU)에서는 2030년까지 이산화탄소 제로 도심 물류체계 구축, 300km 이상 화물운송 철도, 해운으로 전환 목표로 하는 유럽 단일교통체계 구축로드맵을 수립(11)하고, 「유럽 2020전략과 Horizon 2020」 추진 정책이다. 또한, 교통수단의 수송 경쟁력을 높여 온실가스 배출량을 2050년까지 '90년 배출량의 60% 감축 추진하여 '스마트·녹색·통합 운송' 분야의 연구개발 추진하고 있다.

네덜란드에서는 해양클러스터와의 확고한 협력 및 소통을 기반으로 한 해양전략 수립을 통해 국제적 지속가능한 항만구축 목표로 해양클러스터를 통한 고용촉진 정책, 혁신을 통한 해양클러스터의 경쟁력향상, 국제적 협력을 통한 무역 경쟁력 향상에 힘쓰고 있다[3].

미국에서는 연방교통 예산법 MAP-21의 국가화물정책에 따라 인프라, 관련기관, 자원 문제를 해결하기 위한 국가 화물운송전략 제시 화물운송시스템 관련 인프라 개선, 효율적인 물류체계 정비 및 화물운송계획을 수립하였다.

국내에서는 해외 물류 정책에 발맞춰 국가물류기본계획('11~'20) 추진실태, 국내외 물류여건 및 미래 전망등을 바탕으로 미래 물류정책 추진방향을 제시하였으며, 아래와 같은 목표로 진행하고 있다[3].

- 고부가가치 물류 신산업 창출
- 물류 신산업 창출을 위한 지원체계 마련

- 물류허브 경쟁력 강화
- 한국형 GTO육성 등 글로벌 물류거점 진출
- ‘핵심 스마트 물류기술’ 개발 추진
- 30년 온실가스 감축목표 달성 기반조성
- 친환경 녹색물류 추진
- 국가 위험물 안전관리 시스템 구축 등

2.2 무인운반차 시장동향

무인운반차는 자재 운반용 무인운송 시스템으로, 창고, 컨테이너 그리고 반도체 LCD 공정에서 자재 이송에 널리 사용되고 있으며 자동화 생산시스템의 일부로 구성되어 각 공정의 부품공급, 생산라인 사이의 물류이동 등을 수행하여 자동화 생산 설비에 유연성을 보장하는 용도로 사용되고 있다[4].



[Fig. 1] Various Commodity AGV

무인이송 LGV, AGV는 다양한 분야에서 철강재, 자동차, 선박 등의 중량물의 생산 및 조립 공정, LCD 패널, 반도체, 전자제품 등의 생산 공정, 물류 창고 및 기타 물류 시스템 자동화에서 사용되고 있다.

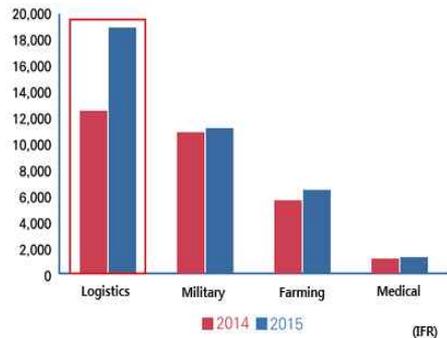
또한, 산업 현장에서 무인운반차는 공정사이의 자재 이송의 역할을 담당하고, 적용되는 공정에 따라 다양한 형태로 제작되고 있다[5].



[Fig. 2] Port Container AGV

[Fig. 3]은 2014-2015년 전문용 서비스 로봇 주요 카테고리 판매대수를 나타낸 그래프이며, 물류 로봇은 2015년 1만 9000대가 판매되어 2014년 91만 2652대에 대비 약 50%가 급증하였다. 물류로봇이 전문용 서비스 로봇 판매대수의 46%, 매출액 기준으로는 17% 상당을 차지하고 있다.

전문용 서비스 로봇의 하위 카테고리 중 가장 높은 비중을 차지하고 있다는 것을 확인할 수 있다. 물류로봇은 매출 기준으로도 급격한 성장을 보였다. 2015년 물류로봇의 매출규모는 7억 7900만 달러(한화 약 9000억원)로 약 1조원에 근접하는 규모를 형성하고 있으며 이는 2014년 대비 약 52% 증가한 규모이다[6]. 앞으로 그 증가세는 계속 이어질 것으로 전망되며, 미국 글로벌 기술 리서치 업체 테크나비오(TechNavio)가 2020년 세계 물류 로봇 시장이 연평균 32% 성장해 21억 5000만달러(한화 2조 4520억원)에 이를 것으로 전망하고 있다.

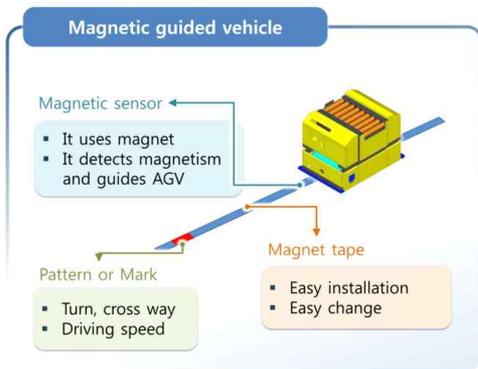


2.3 무인운반차 기술동향

무인운반차 기술중 핵심기술로 볼 수 있는 기술이 주행시스템이다. 주행 시스템에 따라 유선 주행방식과 무선 주행방식으로 분류되는데 대부분 실내 창고에선 사용되는 무인운반차는 유선 주행방식으로 사용되고 있다[7].

유선 주행방식은 센서가 감지해야 할 대상체인 유도선, 마그네틱 광학테이프를 바닥에 설치하고 이를 감지하여 무인운반차를 라인에 따라 주행하는 방식으로 고정밀 무선 유도 방식에 사용되는 센서로 대상체 분별하는데 높은 정밀도의 결과를 나타낸다.

대표적으로 사용되는 무인운반차 유선 주행방식으로는 광학, 자기-자이로, 전자기, 마그네틱 방식으로 분류할 수 있다.

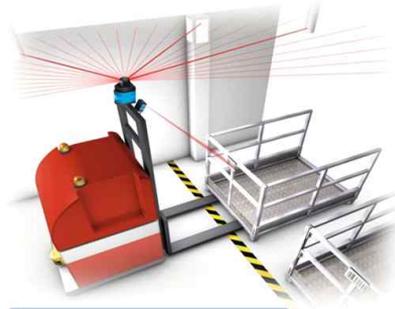


[Fig. 4] Magnetic Guided

다른 방식으로는 무선 주행방식이 있다. 무선 주행방식은 유선 주행방식과 달리 바닥에 경로를 만드는 것이 아니라 가상의 경로를 사전에 생성시켜 놓고, 위치 측정 센서들을 통하여 얻어진 무인운반차의 현재위치를 이용해서 목표지점까지 주행하며, 벽면이나 기둥, 장비에 부착된 반사체를 레이저로 계측하는 방식이다.

무선주행방식은 라인의 주행 라인이 없기 때문에 라인 변경 및 유지보수가 유연하다. 또한 시공 및 측량 작업이 필요 없어 빠르게 시운전이 끝날 수 있고, 정밀도가 높고($\pm 5mm$) 유연한 적용이 가능하다.

하지만, 무선으로 주행하기 때문에 전파의 외란, 빛의 굴절 같은 신호 왜곡 현상이 일어날 수 있고, 장애물로 인해 위치 측정이 정확하게 나타나지 않을 수도 있다.



[Fig. 5] Wireless Guided

3. 무인운반차 RCS 기술 및 요구사항

이 장에서는 무인운반차를 제어하는 RCS(Remote Control System)의 품질평가 체제 도출[8,9]을 위해 무인운반차 RCS 시스템이 갖추어야 할 요구사항을 분석 [10,11,12]하고 기능적합성과 사용성에 대한 품질특성 체제를 구축하였다.

3.1 무인운반차 경로 패킷 설정

RCS에서 무인운반차 경로를 설정할 때, 무인운반차 이동해야 할 경로에 대한 노드를 설정해주는 패킷 설정이 있어야 한다.

경로 설정용 패킷은 AGV상태 응답 요청 및 동작 명령 패킷과 마찬가지로 시작문자(0x02)에서 종료문자(0x03)까지의 패킷 내의 필드들을 조합하여 패킷을 분석한다. 하지만, AGV상태 응답 요청 및 동작 명령 패킷과는 다른 Index를 사용한다. 이는 'Index' 필드에 '1'이 전송되면 AGV는 동작이나 응답에 대한 패킷이 아니라, 경로의 지정에 대한 패킷이라 인식하게 된다.

<Table 1> AGV Routing Packet

Item	Data Type	Dimension	Range	Remark
Start Message	Char	1	-	STX(0x02)
AGV ID	Char	2	"00" ~ "99"	ascii
Index	Char	1	'0' ~ '1'	ascii
RFID No.	int	3	"000" ~ "999"	ascii

Moving speed	Char	2	"00" ~ "99"	ascii
Front sensor	Char	1	'0' ~ '1'	ascii
Station	Char	1	'0' ~ '5'	ascii
Checksum	Char	2	"00" ~ "FF"	ascii
End Message	Char	1	-	ETX(0x03)

3.2 인터페이스 요구사항

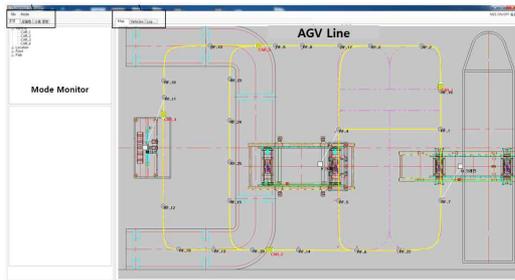
RCS 시스템과 무인운반차의 연동에 있어서 중요한 역할중 하나는 부대장치와의 인터페이스이다. 부대장치는 장소와 상황에 따라 달라지는데, 무인운반차 주행시 동시에 동작하는 주변시설과의 신호를 이상 없이 수신 송신이 되어야 한다.

또한, 무인운반차를 통제하는 RCS 시스템과 주변 부대장치를 통제하는 프로그램과의 연동에 있어서 관련 정보를 제공해야 한다.

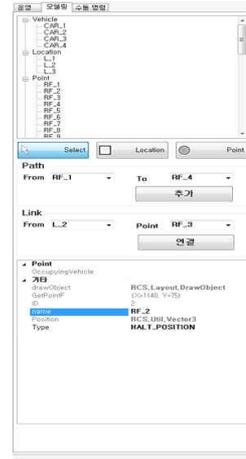
이송 컨베이어와 무인운송차와의 연동에선 물품이 이송 컨베이어에 도착을 하면 컨베이어는 물품이 도착함을 센서로 확인하여 물품을 AGV로 송부한다. 이때 물품이 미리 도착하더라도 물품을 받아줄 AGV가 도착하지 않았다면 물품을 보내지 말아야 하며, 이송 컨베이어에서는 AGV가 도착함을 역시 물품 도착여부와 같이 센서로 확인 하여야 한다.

3.3 운영표시 구성 요구사항

RCS 시스템의 구성은 관제를 위한 UI, 무인운반차의 경로를 셋팅하는 셋팅화면, 무인운반차의 상태를 표시해주는 표시창, 주행 중에 발생한 이벤트를 기록해주는 로그이력 창, 수동 제어를 위한 기능창 등이 구성이 되어 있어야 한다. 이러한 기능들을 통해 RCS 시스템은 무인운반차의 전반적인 제어 및 관리가 가능하기 때문이다.



RCS는 하나의 소프트웨어 모듈로 관제에 대한 UI가 구성되어 현재 무인운반차들의 위치를 나타내주고, 경로 Lay-Out을 토대로 주변 부대장치들의 위치를 UI에 맵핑하여 운영되는 AGV의 상태를 한눈에 인식 할 수 있게 하여야 한다.



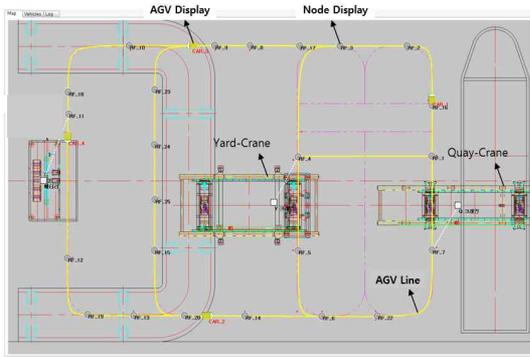
[Fig. 7] AGV RCS Main Modeling Monitor(example)

또한, 별도의 모니터링창을 나타내는 별도의 화면구성 역시 필요하다. 모델링 기능은 RCS를 운영함에 있어 최초 프로그래밍된 무인운반차 경로에서 변경되어야 할 경로가 존재 한다면, 모델링 기능을 이용하여 실제 경로와 마찬가지로 S/W상의 경로를 간단하게 수정이 가능하도록 구현할 수 있어야 한다.

3.4 정보표시 구성 요구사항

RCS 시스템에서는 앞 절에서 설명한 바와 같이 운영에 대한 정보들을 입력하고 표시해주는 기능 외에 실제 운영에서 운영 정보와 관련된 항목들을 실시간으로 표시해주는 정보 표시 기능도 포함하고 있어야 한다.

아래의 그림은 RCS의 'Map'에 해당되는 화면은 모델링 기능을 이용하여 작성된 경로를 바탕으로 실제 운영 하였던 무인운반차의 경로에 대한 Layout을 오버랩하여 작성된 화면이다.



[Fig. 8] AGV RCS 'MAP' Monitor(example)

본 화면은 실제 경로에서 각 AGV들이 실시간으로 이동하고 있는 상황을 한눈에 확인할 수 있도록 구성하였다. 관련 부대장치들이 배치되어 있고, 노란색 라인으로 AGV가 이동해야 할 주행 경로가 표시되어 있다. 경로 중간 중간에는 노드들이 배치되어 있고, 4대의 AGV가 경로를 주행하고 있는 모습을 확인할 수 있어야 한다.

4. 무인운송차 RCS 시스템의 신뢰 확보 평가 모델

무인운송차 RCS 시스템의 신뢰확보 평가 모델은 관련 제품 시스템의 특징과 요구사항, 국제 표준인 ISO/IEC 25000[13,14,15,16] 시리즈를 참조하여 관련 무인운반차 RCS의 기능적합성과 사용성의 품질평가 방안을 확립하고자 한다.

4.1 기능적합성 평가 체제

기능적합성은 RCS에서 무인운반차의 경로 설정과 이동 속도 및 다른 무인운반차와의 충돌 회피에 대한 정보 처리가 가능해야 하며, 제품이 주어진 조건에서 사용되어 질 때, 내재된 요구를 충족시켜야 하는 능력을 말한다. 부특성으로는 기능성속도, 기능 정확성, 기능타당성으로 나뉜다.

4.1.1 기능성속도 평가모델

RCS에서 유선 혹은 무선 네트워크를 통해 실시간으로 무인운반차의 실제 이동 위치 및 속도 정보를 알 수 있어야 하며, 시스템내에서 지정된 작업 및 사용자 목적

전체를 다루는 정도를 말한다. 평가 항목 및 기준, 결과 영역은 아래의 표와 같이 구축하였다.

<Table 2> Evaluation Standard of Functional Completeness

Subcharacteristics	Characteristics to be tested	Evaluation Standard	Result Area
Functional Completeness	Diversity of usage rules	Measure whether RCS software provides various usage rules according to their functional types	$0 \leq$ Diversity of usage rules ≤ 1
	Diversity of packaging types	Measure whether RCS software supports the function to select package types according to their needs	$0 \leq$ Diversity of packaging types ≤ 1
	Providing security framework	Measure whether RCS software can guarantee the security quality when controlling AGV	Providing security framework = Y or N or NA

4.1.2 기능정확도의 평가 기준

RCS에서 무인운반차의 경로 설정 변경 혹은 작업설정 변경시 변경된 설정에 따라 이상없이 구동되어야 하며, 주어진 환경에서 기능 실행시 내재된 요구를 만족시킬수 있는 정도를 말한다. 평가 항목 및 기준, 결과 영역은 아래의 표와 같이 구축하였다.

<Table 3> Evaluation Standard of Functional Correctness

Subcharacteristics	Characteristics to be tested	Evaluation Standard	Result Area
Functional Correctness	Control of precise usage rule	Measure whether RCS software accurately operates according to given rules of use	$0 \leq$ Control of precise usage rule ≤ 1
	Accuracy	Measure how accurate it stops at specified position within tolerance range according to executed function	$0 \leq$ Accuracy ≤ 1

4.1.3 기능완수도의 평가 기준

RCS에서 주어진 기능이 명시된 작업 및 목적의 완수를 용이하게 하는 정도를 말하며, 평가 항목 및 기준, 결과 영역은 아래의 표와 같이 구축하였다.

<Table 4> Evaluation Standard of Functional Appropriateness

Subcharacteristics	Characteristics to be tested	Evaluation Standard	Result Area
Functional Appropriateness	Providing execution information	Measure whether RCS software provides guideline according to executed functions	$0 \leq$ Providing execution information ≤ 1
	Control of feedback device	Measure whether feedback device is controllable so that it can be used in RCS application programs	$0 \leq$ Control of feedback device ≤ 1
	Standard protocol support	Measure whether it supports the protocol of sensor output signal to communicate with other AGVs	$0 \leq$ Standard protocol support ≤ 1

4.2 사용성 평가모델

RCS를 주어진 환경에서 사용되어 질 때, RCS 사용자에게 사용하기에 적절한 관련 기능 정보 제공, 기능 학습 관련 설정 제공해야 하며, 사용자가 프로그램을 제어하는데 있어서 관련 정보 제공 능력을 말한다.

4.2.1 타당성식별도의 평가 기준

RCS에서 특정 기능 실행과 사용 조건에서 어떻게 사용되는지를 사용자가 이해할 수 있도록 하는 제품의 능력을 말한다. 평가 항목 및 기준, 결과 영역은 아래의 표와 같이 구축하였다.

<Table 5> Evaluation Standard of Appropriateness Recognizability

Subcharacteristics	Characteristics to be tested	Evaluation Standard	Result Area
Appropriateness Recognizability	Understanding the interface	Measure whether product's functions can be understood by reading/looking at the product menu and other interfaces	$0 \leq$ Understanding the interface ≤ 1
	Understanding the 'Help' items	Measure the level of easy understanding the 'Help' items that are provided when using RCS	$0 \leq$ Understanding the 'Help' items ≤ 1

4.2.2 학습도의 평가 기준

명시된 사용 상황에서 유효성, 효율성, 위험 요소로부터 터 제품 혹은 시스템을 사용하는 것을 배우는 것의 명시된 목적을 달성하는 정도를 말하며, 평가 항목 및 기준, 결과 영역은 아래의 표와 같이 구축하였다.

<Table 6> Evaluation Standard of Learnability

Subcharacteristics	Characteristics to be tested	Evaluation Standard	Result Area
Learnability	Ease of learning the functions	Measure the level of learning the functions by users to use the products	$0 \leq$ Ease of learning the functions ≤ 1
	Ease of accessing 'Help' items	Measure the level of referring the 'Help' items by user	$0 \leq$ Ease of accessing 'Help' items ≤ 1
	Ease of accessing manual	Measure the preparation level of reference manual or online manual such as installation manual, operation manual regarding RCS functions	$0 \leq$ Ease of accessing manual ≤ 1

4.2.3 운용도의 평가 기준

제품 혹은 시스템이 작동 및 제어를 하는 것이 쉽게 만들어진 속성의 정도를 나타내는 제품의 능력을 말하며, 평가 항목 및 기준, 결과 영역은 아래의 표와 같이 구축하였다.

<Table 7> Evaluation Standard of Operability

Subcharacteristics	Characteristics to be tested	Evaluation Standard	Result Area
Operability	Consistency of operating procedures	Measure level to which product operation procedures are uniformly structured in RCS program	$0 \leq$ Consistency of operating procedures ≤ 1
	Ability to understand progress status	Level of provided functions that shows the product progress status to user	$0 \leq$ Ability to understand progress status ≤ 1
	Ease of recovery from error	Level that provides way to easily recover from errors while using the product	$0 \leq$ Ease of recovery from error ≤ 1

4.2.4 사용자 오류 보호도의 평가 기준

시스템이 발생한 오류에 대하여 사용자를 보호하는 정도를 나타내는 제품의 능력을 말하며, 평가 항목 및 기준, 결과 영역은 아래의 표와 같이 구축하였다.

<Table 8> Evaluation Standard of User Error Protection

Subcharacteristics	Characteristics to be tested	Evaluation Standard	Result Area
User Error Protection	Error Avoidance Rate	Measure the level of 'No defect occurred' within specified operating period	$0 \leq \text{Error Avoidance Rate} \leq 1$
	Problem Solving Rate	Measure the level where explicit resolution of the problem in RCS is confirmed	$0 \leq \text{Problem Solving Rate} \leq 1$
	Down Avoidance Rate	Measure the level of defects that do not cause system down out of total generated defects	$0 \leq \text{Down Avoidance Rate} \leq 1$
	Data Recovery Rate	Measure the level of data recovery when defect occurs	$0 \leq \text{Data Recovery Rate} \leq 1$

5. 결론

현재 다양한 분야에서 무인운반차의 사용은 급격하게 증가하고 있는 추세이다. 그에 따라 무인운반차를 통제하는 RCS의 사용도 증가하고 있다. 그러나 무인운반차 시장은 해마다 증가하고 있지만 그에 해당하는 무인운반차 RCS의 품질에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 논문에서는 다양한 분야에 활용되고 있는 무인운반차의 기술 동향과 특성 그리고 무인운반차를 통제하는 RCS의 기술적 요구사항을 분석하고 국제품질평가표준규격인 ISO/IEC 25000 시리즈를 참조하여 무인운반차 RCS만이 가지고 있는 특성을 반영한 기능적합성, 사용성에 대한 품질평가 및 기준을 구축하였다.

본 논문을 통해 무인운반차의 RCS의 평가모델을 통해 무인운반차 RCS의 품질 향상에 기대 되고 있으며, 앞으로 RCS 개발에 있어서 경쟁력을 갖춘 제품 개발에 지원 할 것으로 판단된다.

향후 연구과제로는 무인운반차 RCS의 품질체계 중 운영성, 유지보수성, 보안성 등 ISO/IEC 25010에서 나머지 6가지 품질 주특성 평가체제 확립 연구가 지속되어야 할 것이며, 확립한 평가체제의 적용성을 검증하기 위해

실질적인 평가사례를 구축하고 다양한 평가사례를 축적함으로써 객관적인 품질평가 체제를 확립하기 위해 지속적인 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was a part of the project titled 'Technological Development of Low-Carbon Automated Container Terminals', funded by the Ministry of Oceans and Fisheries, Korea.

REFERENCES

- [1] Sung wook Cho, Dasol Lee, Yeondeuk Jung, Unghui Lee, Hyunchul Shim, "Development of a Cooperative Heterogeneous Unmanned System for Delivery Services", Journal of Institute of Control, Robotics and Systems, Vol. 20, No. 12, pp. 1181-1188, 2014.
- [2] R. Kent, J. Armstrong, and A. Obrecht, "The future of nongovernmental organisations in the humanitarian sector: Global transformations and their consequences," Humanitarian Futures Programme, King's College London, 2013.
- [3] J. Y. Lee, J. M. Lee, S. Y. Han, "A Study on Public Policy Improvements for Logistics Company Certification Program in Korea", Journal of transport research, Vol. 23, No. 3, pp. 1-19, 2016.
- [4] Hyun-Hak Cho, Sung-Shin Kim, "Development of Magnet Position Device for Outdoor Magnet Guidance Vecicle", Journal of Korea Institute of Intelligent System, Vol 24, No. 3, pp. 259-264, 2014.
- [5] Han Ho Tack and Sung Gab Kwon, "Driving Control of Automated Guided Vehicle Using Centroid of Gravity Method", Journal of the Korea Industrial Information Systems Research, Vol. 19, No. 2, pp. 59-66, 2014.
- [6] T. E. Kim, S. Y. Lee, K. S. Kwon and S. H. Park, "Autonomous Wheelchair System Using Gaze Recognition", Jour. of the Korea Industrial Information

- System Society, Vol. 14, No. 4, pp.91-100, 2009.
- [7] Sung wook Cho, Dasol Lee, Yeondeuk Jung, Unghui Lee, Hyunchul Shim, "Development of a Cooperative Heterogeneous Unmanned System for Delivery Services", Journal of Institute of Control, Robotics and Systems, Vol. 20, No. 12, pp. 1181-1188, 2014.
- [8] H. S. Yang, S. W. Kang, "Evaluation Method of Mobile Commerce", Journal of the Korea Convergence Society, Vol.13, No.2, pp.141-151, 2015.
- [9] Hye-Jung Jung, "The Software Quality Testing on the basis of the International Standard ISO/IEC 25023", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 7. No. 6, pp. 35-41, 2016.
- [10] H. Y. Lee, H. S. Yang, "The Evaluation Method of Software Usability based on UI ", Journal of Digital Convergence, Vol.11, No.5, pp.105-117, 2013.
- [11] S. W. Kang, H. S. Yang, "Quality Evaluation of Criterion Construction for Open Source Software", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 11, No. 2, pp.323-330, 2013.
- [12] H. Y. Lee, H. S. Yang, "Development of Functional Suitability Evaluation Measure OF drm Software", Journal of digital convergence, Vol.14, No.5, pp.293-300, 2016.
- [13] ISO/IEC 25020 Software Engineering - Software Product Quality Requirement and Evaluation (SQuaRE) - Measurement Reference Model and Guide, 2007.
- [14] ISO/IEC 20510, System and Software Engineering - System and Software Quality Requirement and Evaluation(SQuaRE) -System and Software Quality Model, 2011.
- [15] ISO/IEC 25000, System and software engineering- System and Software Quality Requirement and Evaluation(SQuaRE) - Guide to SQuaRE, 2014.
- [16] ISO/IEC 25051, Software Engineering - Systems and Software Quality Requirement and Evaluation (SQuaRE) - Requirement for QuXality of Ready to Use Software Product(RUSP) and Instructions for Testing, 2014.

전 형 모(Jeon, Hyong Mo)



- 2008년 8월 : Lehigh Univ. Industrial Eng. (공학박사)
- 2008년 8월 ~ 2009년 7월 : 고려대학교 연구교수
- 2009년 7월 ~ 현재 : 한국해양수산개발원 기획조정본부 연구기획협력팀 팀장
- 관심분야 : 항만물류시스템 최적화, 항만물류 R&D 기술정책수립, 물류자동화
- E-Mail : hmjeon@kmi.re.kr

강 상 원(Kang, Sang Won)



- 2010년 8월 : 호서대학교 일반대학원 메카트로닉스학과 졸업(석사)
- 2013년 8월 : 호서대학교 일반대학원 메카트로닉스학과 졸업(공학박사)
- 2008년 8월 ~ 2014년 10월 : 호서대학교 S/E Lab 객원연구원
- 2015년 3월 ~ 2017년 2월 : 서울폴리텍대학교 운영교수
- 2014년 10월 ~ 현재 : ㈜Main-Tech 연구소 연구원
- 관심분야 : 소프트웨어공학(소프트웨어 품질보증과 평가 및 프로젝트관리, CBD기반기술), 기계제어 및 물류자동화
- E-Mail : myksangwon@daum.net