

자동화창고 시스템의 신뢰성 확보를 위한 연구

이양규*, 양해솔**

호서대학교 벤처대학원 융합공학과*, 호서대학교 벤처대학원 교수**

A Study for Secure the Reliability of Automated Warehouse System

Yang-Kyu Lee*, Hae-Sool Yang**

Dept. of Convergence Engineering, Graduate School of Venture, Hoseo University*

Graduate School of Venture, Hoseo University, Professor**

요 약 최근 국내·외 물류환경이 급변하고 있어 국내기업들은 물론이거니와 해외기업들까지 자동화창고 개발 및 투자를 확대하고 있다. 이러한 환경속에서 자동화창고 시스템은 급변하고 있으며, 그에 따라 다양한 기능을 갖춘 자동화창고 시스템이 개발되고 있다. 이렇게 자동화창고 시스템의 새로운 기술들이 많이 개발되어 양적인 면은 커져가고 있지만, 자동화창고 시스템의 제품 품질평가체계인 질적인 면은 제자리걸음이다. 본 논문에서는 자동화창고의 제품평가체계 확립을 위해 다양하게 발전하고 있는 자동화창고 시스템의 특성과 기술의 동향을 분석하고, 이를 기반으로 자동화창고 시스템의 기능성과 신뢰성을 확보하기 위해 제품평가에 관한 국제품질평가 표준인 ISO/IEC 25000 시리즈를 참조하여 기능적합성과 신뢰성의 평가항목을 도출하였으며, 도출한 평가항목을 통해 평가모형을 개발하였다. 본 논문을 통해 자동화창고 시스템의 품질수준을 높이기 위한 기능적합성과 신뢰성의 평가기준을 확립할 것으로 사료된다.

주제어 : 자동화창고, 신뢰성, 기능적합성, 품질평가, 평가기준

Abstract Recently, not only domestic businesses but also overseas businesses are expanding development and investment in automated warehouses as domestic and foreign logistics environments undergo drastic change. In such an environment, automated warehouse systems are being rapidly changed, and automated warehouse systems equipped with diversified functions are being developed accordingly. But the assessment systems of developed automated warehouse system is at a standstill. In the present article, characteristics of the automated warehouse systems in diversified development and trends of technology were analyzed, based on which evaluation items of functional suitability and reliability were derived by referring to ISO/IEC 25000 as the international quality assessment standard to secure reliability of the automated warehouse system, and an evaluation model was developed through the derived evaluation items. Through the present article, evaluation standards of functional suitability and reliability to enhance quality levels of automated warehouse systems are considered to be secured.

Key Words : Automated Warehouse, Reliability, Function Suitability, Quality Evaluation, Evaluation Standard

Received 4 August 2016, Revised 23 September 2016

Accepted 20 October 2016, Published 28 October 2016

Corresponding Author: Hae-Sool Yang

(Graduate School of Venture, Hoseo University)

Email: hsyang@hoseo.edu

© 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.

ISSN: 1738-1916

1. 서론

21세기 들어서, 인터넷 쇼핑, 홈쇼핑의 종류가 많아지고 다품종 소량주문 같은 소비패턴이 변화함에 따라 기업의 물류환경이 급변하고 있다. 또한, 수도권 중심으로 해서 물류창고의 역할과 기능이 최첨단화를 추진하고 있어, 새로운 부가 가치를 창출할 수 있는 인공지능 물류창고 센터로 발전하고 있다. 이렇게 급변하는 물류환경 생태계 변화로 인해 대다수의 기업들은 경쟁력을 확보하기 위해 중요한 방안으로 자동화창고의 기능 및 투자를 확대하고 있다.

이러한 물류시스템은 한기업의 경쟁력을 나타내는 핵심요인이 되고 있고, 수많은 기업들은 효율적인 물류기술과 새로운 물류 솔루션 개발을 위해 노력하고 있다. 더욱이 물류산업의 생태계가 자동화 및 기계화가 점진적으로 고도화되면서 관련 장비와 설비도 상대적 의존도 역시 점차적으로 높아지고 있어, 앞으로 우리가 살아갈 미래사회에서는 더욱더 지능화되고 에너지 효율적[1, 2]이며 친환경적인 물류기술 개발이 요구되고 있다.

현재 국내에서는 대부분 외국에서 개발한 물류 장비나 시스템에 의지하고 있는 실정이며, 이는 단순히 국내 물류기술산업의 수준이 선진 기술에 비해 떨어[8]졌다기 보다는 물류기술 분야에 대한 투자가 취약하여 기술 개발의 노력 기회가 적기 때문이다. 그러나 최근 들어 이러한 물류기술산업의 관심이 증가하여 정부에서는 저탄소 녹색성장을 위한 국토해양 R&D 발전 전략을 수립하여 물류장비 인프라 구축 및 고도화에 집중적인 투자를 진행하고 있으며, 그 외 국내 물류회사에서도 다양한 기술 개발에 힘쓰고 있다.

본 논문에서는 다양한 물류기술 중 물류 자동화창고 시스템에 대하여 국제 품질평가표준인 ISO/IEC 25000 시리즈를 기반으로 제품품질평가 체계 확립을 위한 연구를 하고자 한다. 본 논문의 2장에서는 자동화창고 시스템의 관련 기술과 동향에 대해 살펴보고 3장에서는 자동화창고 시스템에 관한 품질 요구사항을 분석하였고, 4장에는 자동화창고 시스템의 고유품질특성을 반영한 기능적 합성과, 신뢰성의 평가모델 체계를 구축하였고, 5장에서는 결론과 향후 연구과제를 제시하였다.

2. 자동화창고 기술 동향

자동화창고는 인건비와 높은 지가 상승으로 집적화와 자동화 등과 같은 최신 기술 도입이 많이 이루어지고 있어, 자동화를 위한 자동화창고시스템개발이 활발히 진행되고 있다.

2.1 컨베이어

자동화창고시스템에서 가장 많은 비율과 가장 큰 시장을 가지고 있는 컨베이어는 작업효율성 향상과 에너지 절약, 지속가능성에 대해 증가하는 수요에 대응하기 위해 물류장비 중 핵심요소이다. 이러한기 때문에 컨베이어 시스템을 지속적으로 계속해서 새롭게 개선[13, 14]하고 있다.

새롭게 개발되고 있는 컨베이어를 살펴보면 모듈식 컨베이어, 양륙컨베이어, 자체구동 컨베이어[4] 등의 새로운 기계적 발전과 함께 전자장치, 소프트웨어의 최신 첨단화를 통해 물류[12]생태계에 신바람이 불러오고 있다.



[Fig. 1] Motorized Conveyor

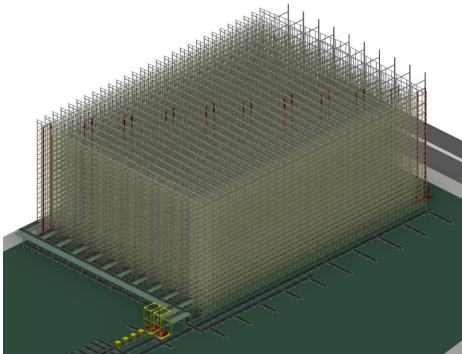
2.2 AIM(Automatic Identification Method)

AIM은 전산 프로그램으로 제품의 정보를 기록하기 위해 자동적으로 또는 반자동적으로 획득하여 사용되는 다양한 기술을 말한다. AIM은 대다수의 기업에서 품질과 생산성향상 그리고 원가절감을 높이기 위해 공장자동화의 기초기술로서 많이 사용되어지고 있다. 또한 AIM은 자료기록 소요시간의 감소와 자료수집의 정확도 향상을 목적으로 사용하며, 사용되고 있는 기술[15]로는 Radio frequency systems, Machine vision, Bar code, Magnetic stripe 등이 있다.

2.3 자동저장시스템(AS/RS)

자동저장시스템(Automated Storage/Retrieval System)은 화물의 보관 및 반성을 자동화하는 장비로써 팔렛트 화물, 박스화물 등을 처리하는 장비로, 비교적 작은 기계화된 시스템에서부터 생산라인, 자동포장라인 등 완전히 하나로 통합되어 있는 매우 큰 자동창고 시스템까지 다양하게 배치되어 사용[21]하고 있다.

최근엔 Mini-Load이나 스택커 크레인으로 대체하여 저장 공간 활용을 극대화하였다.



[Fig. 2] Unit Load AS/RS

2.4 Bar Code System

Bar Code는 숫자와 문자 및 기호 등을 Bar code reader라는 기구를 통하여 판독할 수 있도록 bar와 space의 특정한 조합으로 표현한 것으로 Bar code는 그 자체로 신분증명서의 역할을 한다. 즉 제조의 최초단계에서부터 제품이 만들어지고 출하될 때까지의 일련의 과정에 사용될 수 있다는 것이 최대의 장점[13, 15]이다.

Bar Code System의 장점은 고속성, 데이터 입력의 간소화, 정확성, Bar code가 훼손되어도 판독 가능하다는 것이며, 판독과정은 다음과 같다.

1. Bar code를 Scanner에 비춘다.
2. 흰색 bar는 빛을 반사시키고, 흑색 bar는 빛을 흡수한다.
3. Photodetector(scanner)가 빛을 감지하고 빛의 양에 따라 전기적 파장을 형성한다.
4. Analog 신호를 digital 신호로 전환한다.

3. 자동화창고 시스템 기술 요구사항

이 장에서는 자동화창고 시스템의 신뢰성을 중심으로 자동화창고 시스템이 갖추어야할 요구사항을 분석하고 기능성과 신뢰성에 대한 품질특성 체계를 구축하였다.

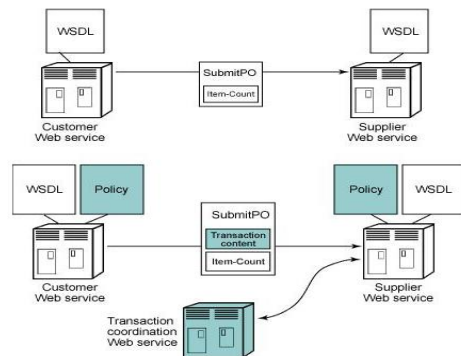
3.1 재고관리 요구사항

생산 및 판매에 필요한 자재 혹은 재료를 확보하기 하기 위해 자금이 자재로 변화하는 과정에서 재고를 어떠한 물품 순으로 얼마나 보유 할 것인가를 결정이 필요하다. 그리고 효과적인 자본 효율을 달성 혹은 유지하기 위해 적정수준으로 재고관리를 운영해야하며, 구매한 자재를 적량, 적소, 적기로 공급이 가능하도록 분배 저장이 필요하다.

주문량에 따라 정적재고를 유지하면서 불필요한 악성 재고를 감소하는 것은 비용 절감에 큰 도움이 된다. 그리고 다양한 물품을 재고로 가지고 있거나 재고관리가 다 거점, 단단계일 경우에는 정확한 재고계획을 제공해야 한다.

3.2 주문처리 요구사항

실시간으로 발생하는 고객의 주문에 대해 능동적으로 또는 즉각적으로 대응하기 위해 축적된 지식기반으로부터 주어진 주문 상황에 가장 효율적인 정책을 실시간으로 도출함으로써 주문들간의 우선순위를 결정[6]하는 것이 필요하다.



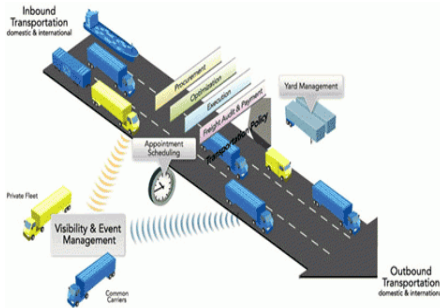
[Fig. 3] Ordering System

주문 처리는 거래의 출발점으로 주문정보는 물류활동의 기초가 되고, 수주부에서 본사와 각 지점 그리고 물류거점에 이르기까지 주문의 진행 상황을 통합 관리해야 한다.

3.3 수·배송처리 요구사항

모든 고객 주문 정보를 바탕으로 운송 계획을 수립(적재 계획, 운송노선계획 등)하여 수·배송 업무에 대한 차량배차 지시, 차량 Tracking, 정산 관리 등 운송 과정을 실행하고 관리하는데 필요한 모든 활동을 지원해야 한다.

또한, 최적운송 계획의 수립과 주문에 대한 배송체제의 확립 그리고 수·배송 비용 절감을 위한 출하계획서 작성, GPS를 이용한 차량 및 화물의 추적, 차량적재효율의 분석, 최적 배송경로의 설정, 명확한 운임계산 등을 명확히 처리할 수 있어야 한다.



[Fig. 4] Transport Management System

3.4 창고관리 요구사항

물류센터내의 재고를 정밀하게 실시간추적 / 통제하여 창고의 적재공간 및 작업효율을 극대화함으로써 Low Cost-Highly Efficient 한 센터운영이 필요하다. 또한 물류 또는 물품을 관리하면서 발생하는 모든 활동인 물품공간 확보와 장비 최적화 유지, 주문 및 입·출고 최적화, 등 물품 흐름 정보를 실시간으로 확인이 가능해야 한다.

그리고 최저비용으로 하역설비, 창고의 공간, 등을 활용할 수 있도록 서비스 수준 제고가 필요하다.

4. 자동화창고 시스템의 평가모델

자동화창고 시스템의 평가모델은 제품 시스템의 특징

과 품질평가 및 국제 표준인 ISO/IEC 25010[16, 17, 18, 19]의 표준 추진 동향에 근거를 두어 기능적합성, 신뢰성[3, 5, 7] 평가모델을 도출하였다.

4.1 기능적합성 평가모델

자동화 창고에서 주문처리시 본사와 각 지점간에 정보처리와 주문량에 따라 적재적소의 재고량이 실시간으로 점검 가능 할 수 있어야 하며, 기능 존재와 규정된 기능 특성과 관련된 속성으로 명시된 요구와 내재된 요구를 만족하는 기능을 제공하는 제품의 능력을 말한다. 기능성에는 기능완전성, 기능정확성, 기능적절성으로 구분된다.

4.1.1 기능완전성의 평가 기준

지정된 작업과 사용자의 목표에 맞게 제공할 수 있는 제품의 능력으로 평가기준은 아래의 표와 같이 구축하였다.

<Table 1> Characteristics to be tested of Functional Completeness

Subcharacteristics	Characteristics to be tested	Evaluation Standard
Functional completeness	Provision of functional information	Measure provision status of the description on all functions provided by the automated warehouse system.
	Completeness in function realization	Measure realization status in the actual software to enable use of functions stated in the document.
	Functional sufficiency	Measure realization status of essential functions suited to the purpose in the automated warehouse system.

4.1.2 기능정확성의 평가 기준

제품 또는 시스템 정밀도에 필요한 정보 제공과 함께 올바른 결과를 제공할 수 있는 제품의 능력으로 평가기준은 아래의 표와 같이 구축하였다.

<Table 2> Characteristics to be tested of Functional Correctness

Subcharacteristics	Characteristics to be tested	Evaluation Standard
Functional correctness	Accuracy of function realization	Measure provision status of processed contents and results, etc. of functions stated in the document with accurate processing by software.
	Accuracy of equipment breakdown	Measure possibility status of appropriate operation in use environments specified in the document of the automated warehouse system.

4.1.3 기능적절성의 평가 기준

지정된 작업과 설정된 기능 실행이 적절하게 지원할 수 있도록 제공할 수 있는 제품의 능력으로 평가기준은 아래의 표와 같이 구축하였다.

<Table 3> Characteristics to be tested of Functional Appropriateness

Subcharacteristics	Characteristics to be tested	Evaluation Standard
Functional appropriateness	Possibility of function control	Measure control status of use to prevent unauthorized person from approaching the software.
	Data exchangeability	Measure accurate exchange status when data stated in the document is made available for exchange.

4.2 신뢰성 평가모델

설정된 환경 내에서 주문 처리시 의도된 기능이 수행되고, 의도치 않는 오류가 일어나지 않도록 사전에 예방하도록 하여 거래 정당성을 인증 할 수 있어야 하며, 구성된 시스템에서 결함 또는 오류 없이 의도한 작업 및 기능을 수행하는 능력을 말한다. 신뢰성에서는 성숙성, 가용성, 결점완화성, 회복가능성으로 구분된다.

4.2.1 성숙성의 평가 기준

소프트웨어 구성요소가 표준적 환경에서 신뢰도 요구를 충족시킬 수 있는 제품의 능력으로 평가기준은 아래의 표와 같이 구축하였다.

<Table 4> Characteristics to be tested of Maturity

Subcharacteristics	Characteristics to be tested	Evaluation Standard
Maturity	Defect solution	Measure solution status of defects and problems discovered in the previous version of the automated warehouse system.
	Test rate	Measure test amounts executed in the unit quantity calculated in development of the automated warehouse system.

4.2.2 가용성의 평가 기준

사용자가 원하는 시간에 사용 및 접근이 가능하도록 하는 제품의 능력으로 평가기준은 아래의 표와 같이 구축하였다.

<Table 5> Characteristics to be tested of Availability

Subcharacteristics	Characteristics to be tested	Evaluation Standard
Availability	Problem solution	Measure explicit solution of existing problems in the system.
	Reuse	Measure fetching status of previous information without abnormality when the user has reused the system.

4.2.3 결점완화성의 평가 기준

시스템, 제품 및 구성요소가 하드웨어 혹은 소프트웨어에 결함이 존재하더라도 이를 극복하고 의도한대로 작동할 수 있는 제품의 능력으로 평가기준은 아래의 표와 같이 구축하였다.

<Table 6> Characteristics to be tested of Fault Tolerance

Subcharacteristics	Characteristics to be tested	Evaluation Standard
Fault Tolerance	Obstacle avoidance	Measure the extent of preventing occurrence of defects when serious impairment occurs among produced defects or errors.
	Breakdown avoidance	Measure the extent of preventing occurrence of defects brought about by serious system breakdown among produced defects or errors.

4.2.4 회복가능성의 평가 기준

중단 및 실패 발생시, 제품 혹은 시스템이 데이터를 복구할 수 있는 제품의 능력으로 평가기준은 아래의 표와 같이 구축하였다.

<Table 7> Characteristics to be tested of Recoverability

Subcharacteristics	Characteristics to be tested	Evaluation Standard
Recoverability	Data restoration ratio	Measure restored extent of data when defects or errors have occurred in the system.
	Restoration possibility ratio	Measure the restoration possibility of data and the system when defects or errors have occurred in the automated warehouse system.

5. 결론

현재 자동화창고는 화물이나 제품을 단순히 보관하는

기능에서 전체 물류 이동망을 통해 부가가치를 창출하는 기능 및 역할을 수행하고 있다. 또한 자동화창고는 점차적으로 대형화, 첨단-자동화 물류시설로 변화되고 있다.

이와 같은 변화는 상품 유형을 컨테이너에서 날개 상품까지 가능하게 하고, 입고와 보관, 분류/피킹 등의 다양한 물류활동을 효율적으로 수행할 수 있도록 하고 있다. 이러한 다양한 종류의 물류상품들이 증가함에 따라 앞으로 국내뿐만 아니라 해외에서도 다양한 자동화창고가 건설되고 운영될 것으로 전망하고 있어, 자동화창고 시장도 점차적으로 증가하고 있는 상황이다.

이와 같이 자동화창고 시장은 외적인 면에서는 꾸준히 증가하고 있는 실정이지만, 내적인 면에서는 외적인 측면에 비해 성장이 미약한 편이다. 본 논문에서는 자동화창고 시스템의 기술적 요구사항과 국제표준인 ISO/IEC 25000 시리즈를 품질특성 체계를 바탕으로 자동화창고 시스템의 특성을 고려하여 평가체계를 구축하였다.

본 논문을 통해 일반적인 제품평가에 관한 국제표준의 적용만으로 자동화창고 시스템의 고유한 특성을 평가가 어려웠던 점을 해소할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

향후 자동화창고 시스템의 신뢰성과 기능적합성의 대한 실질적인 평가사례를 구축하고 이에 대한 데이터를 축적 및 수집하여 객관적이고 타당성 있는 평가체제로 발전될 수 있도록 지속적인 연구가 진행 되어야 할 것이다.

REFERENCES

- [1] Yong-won kim, "A study on Convergent & Adaptive Quality Analysis using DQnA model", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 5, No. 4, pp. 21-25, 2014.
- [2] Hyun-Taek Oh, "A Study on the Effect of Fair Value Hierarchy upon Cost of Capital Through the Convergence of Market Risk Management and Audit Quality", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 6, No. 5, pp. 1-8, 2015.
- [3] Ha-Young Lee, Hae-Sool Yang, "The Evaluation Method of Software Usability based on UI", The journal of digital policy & management, Vol. 10, No. 5, pp.105-117, 2013.
- [4] Young-Joo Kim, Hee-Yang Go, In-Sup Han, Yong-Soo Kim, "Reliability Assessment Criteria of Motorized Roller Conveyor", Journal of the Korean society of manufacturing technology engineers, Vol. 24 No. 5, pp.521-529, 2015.
- [5] Hae-Sool Yang, Sang-Won Kang, "Evaluation Method of Mobile Commerce", Journal of digital convergence, Vol. 13, No. 2, pp.141-151, 2015.
- [6] Suk-Jae Jeong, Ho-Sang Jung, "Development of an Order Processing System using the Business Rules Approach", Entru Journal of Information Technology, Vol. 10, No. 1, pp.89-102, 2011.
- [7] Ha-Young Lee, Hyo-Sik Yang, "Development of Functional Suitability Evaluation Measure OF drm Software", Journal of digital convergence, Vol. 14, No. 5, pp.293-300, 2016.
- [8] Yong-Tae Kim, Dong-Sang Yu, Yun-Seop Yu, Zang-Hwan Park, "The transfer of smart distribution center and equipment storage technology trends", The Magazine of the IEEK, Vol. 39, No. 5, pp.59-68, 2012.
- [9] Yong-Won Kim, "A study on Convergent & Adaptive Quality Analysis using DQnA model", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 5, No. 4, pp. 21-25, 2014.
- [10] Myung-Seong Yim, "Development of Measures of Information Security Policy Effectiveness To Maximize the Convergence Security", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 5, No. 4, pp. 27-32, 2014.
- [11] Sang-Won Kang, Hae-Sool 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] Sik-Wan Cho, Won-Jun Jang, Hyung-Woo Lee, "Development of User Oriented Vulnerability Analysis Application on Smart Phone", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 3, No. 2, pp. 7-12, 2012.
- [13] Evolution of the Smart Logistics, (The)Gyeongnam development, Vol. 121, pp.96-111, 2012.
- [14] Korea Logistics Business Directory, TRUCK+ Logistics, 2015.

- [15] Global Automated Material Handling, Priority Metrics Group, 2012.
- [16] ISO/IEC 25020 Software Engineering - Software Product Quality Requirement and Evaluation (SQuaRE) - Measurement Reference Model and Guide, 2007.
- [17] ISO/IEC 20510, System and Software Engineering - System and Software Quality Requirement and Evaluation(SQuaRE) -System and Software Quality Model, 2011.
- [18] ISO/IEC 25000, System and software engineering- System and Software Quality Requirement and Evaluation(SQuaRE) - Guide to SQuaRE, 2014.
- [19] 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.
- [20] B. J. Park, Busan Development Institute Home Page, <http://bdi.re.kr>, 2015.
- [21] DOI : <http://iconms1.blog.me/50181270611?Redirect=Log&from=postView>, 2013.

이 양 규(Lee, Yang Kyu)



- 1979년 3월 : 우송공업대학 기계설계학과 졸업 (전문학사)
- 2008년 2월 : 호서대학교 졸업 (학사)
- 2014년 2월 : 호서대학교 벤처대학원 졸업 (석사)
- 2014년 3월 ~ 현재 : 호서대학교 벤처대학원 융합공학과 재학중 (박사)
- 1985년 1월 ~ 1987년 6월 : (주)삼진기계 기술부
- 1987년 7월 ~ 1992년 12월 (주)제우산업기계 기술부
- 1993년 1월 ~ 2002년 12월 : 코오롱엔지니어링(주)
- 2004년 6월 ~현재 : (주)메인텍 기술연구소 소장
- 관심분야 : 물류자동화, 자동화창고, 융합공학(자동화 SW, 융합기술경영, 디지털 시스템, 품질관리)
- E-Mail : yklee610@hanmail.net

양 해 술(Yang, Hae Sool)



- 1975년 2월 : 홍익대학교 전기공학과 졸업(학사)
- 1978년 8월 : 성균관대학교 정보처리학과 졸업(석사)
- 1991년 3월 : 日本 오사카대학 정보공학과 SW공학 전공(공학박사)
- 2006년 2월 : Kazakhstan 유러시안 경제대학(명예경영학박사)
- 1975년 5월 ~ 1979년 6월 : 육군중앙경리단 전자계산실 시스템분석장교
- 1980년 3월 ~ 1995년 5월 : 강원대학교 전자계산학과 교수
- 1986년 12월 ~ 1987년 12월 : 日本 오사카대학 객원연구원
- 1995년 6월 ~ 2002년 12월 : 한국소프트웨어품질연구소장
- 2010년 3월 ~ 2012년 2월 : 호서대학교 창업대학원 원장
- 2012년 11월 : 대통령표창(SW산업발전유공) 수상
- 1999년 11월 ~ 현재 : 호서대학교 벤처대학원 교수
- 관심분야 : SW공학(특히, SW품질보증과 품질평가, 품질관리 및 컨설팅, SI), SW프로젝트관리, 품질경영.
- E-Mail : hsyang@hoseo.edu