

부품 단종정보 수집 효율화 방안 연구 : Computer Vision을 적용한 RPA 설계 및 구현과 부품 단종정보 수집 효율 개선의 정량적 측정

박연경^{1*}, 이익도¹, 신상희¹, 김진만¹, 박우재²
¹LIG넥스원 IPS연구소, ²국방기술품질원

Study on efficient part's DMSMS info gathering method : RPA design and implementation using Computer Vision technique and measure efficiency of RPA

Yun-Kyung Park^{1*}, Ik-Do Lee¹, Sang-Hee Shin¹, Jin-Man Kim¹, Woo-Jae Park²
¹IPS R&D LAB, LIG Nex1 Co., Ltd
²Defense Agency for Technology and Quality

요약 국내 무기체계는 8개 대분류, 36개 중분류 122개 소분류로 구분되어 있을 만큼 다양하며, 수명주기는 25년 이상으로 장기 운용된다. 그러나 과학기술의 발전으로 소자 수준의 부품의 수명주기는 4~7년이며, 메모리류의 경우 2년 주기로 신제품이 나오고 있어 무기체계 운용에 있어 단종 문제를 발생시킨다. 단종관리를 위한 제도 연구, 조직 구성 등에 대한 논의는 꾸준히 진행되어 성과를 보이고 있으나, 효율적인 단종정보 방안 등 실무적 효율성 향상에 관련한 연구는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 효율적인 단종정보 수집을 위한 방안으로 Computer Vision 기술을 활용한 RPA 적용을 제시하였고 이를 설계, 구현하여 효율성을 정량적으로 제시하였다. 또한 인간 작업자의 단종정보 수집 실험을 수행하여 RPA와의 비교를 통하여 시간 효율성 개선 정도를 분석하여 제시하였다. 결론에서는 Human Worker 대비 RPA 도입 시, 시간 효율성 향상결과 및 비용 감소가 기대되는 이유와 Rule 기반 RPA의 한계를 기술하였으며, 보다 발전적인 RPA 적용을 위한 A.I 활용을 제안 하였다.

Abstract The domestic weapons system is diverse enough to be divided into eight large and 36 medium categories, and their life cycle is longer than 25 years. However, due to the development of science and technology, element-level components have a life cycle of only four to seven years, and the memory products have newer versions every two years, causing DMSMS problems in weapon system operation. Discussions on the system research and organization composition for DMSMS have steadily progressed, but research on improving practical efficiency, such as efficient DMSMS information methods, is insufficient. Therefore, in this study, RPA application using Computer Vision technology was proposed to collect efficient discontinued information, and efficiency was quantitatively presented by designing and implementing it. Furthermore, the degree of improvement in time efficiency was analyzed and presented through comparison with RPA by conducting discontinued information collection experiments on human workers. In conclusion, this study comprehensively organized, identified, and described limitations and improvement measures.

Keywords : DMSMS, RPA, Computer Vision, Software-Bot, Office Automation

*Corresponding Author : Yun-Kyung Park(LIG Nex1)

email: yunkyung.park@lignex1.com

Received August 20, 2021

Revised September 1, 2021

Accepted January 7, 2022

Published January 31, 2022

1. 서론

국내 무기체계는 국방전력발전훈련령 무기체계 세부분류 기준 1.지휘통제·통신, 2.감시, 정찰, 3.기동 등 8개의 대분류 36개 중분류, 122개 소분류로 구분 되어 있을 만큼 다양하여, 무기체계의 효율적인 개발, 운용, 유지, 정비, 보급, 폐기를 위한 PSM(Product Support Management)과 IPS(Integrated Product Service)의 중요성은 항상 강조되고 있다[1]. 다양한 무기체계의 가용도 보장을 위해서는 수명주기간 정비를 위한 LRU(Line Replacement Unit)·SRU(Shop Replacement Unit) 보급이 확보되어야 한다. 그러나 과학기술의 발전에 따라 25년 이상의 무기체계의 수명 주기 대비 LRU·SRU를 구성하는 부품의 수명주기는 4~7년으로 단축되었고, 메모리류의 경우는 2년 주기로 신제품이 나오고 있어 기존 부품에 대한 단종 문제를 발생시키고, 이는 무기체계의 전투준비태세 유지 곤란과 수명주기비용 증가를 유발시킨다[2]. Fig. 1은 부품 수준에서의 수명주기와 무기체계 수준에서의 수명주기 차이를 보여주고 있다. 무기체계 초도 양산 시점에서 부품 수준 수명주기는 노후화 단계에 진입하였으며, 양산이 본격화 되는 시점에서 해당 무기체계에 적용된 부품은 이미 단종되어 원활한 무기체계 운용유지 및 정비관리를 어렵게 한다.

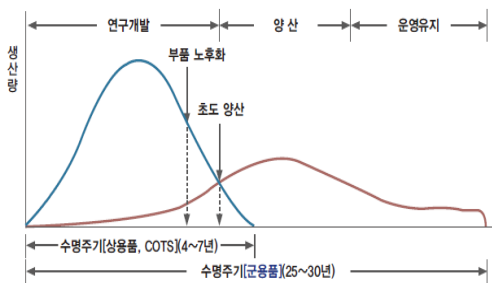


Fig. 1. Weapon System and Commercial parts Life Cycle[6]

미국 등 선진국에서는 무기체계 LRU·SRU를 구성하는 부품 단종 현상을 완화하기 위한 정책을 수립 추진 중이며, 국내에서도 관련 정책 수립 및 사업을 추진하고 있다[4]. 다만, 부품 단종 관리를 위한 제도 연구, 조직 구성, 운영 방안 등에 대한 논의와 성과는 꾸준히 제시되었으나[2-5], 효율적인 부품 단종정보 수집 업무 방안 등 실무적 효율성 향상에 관련된 연구는 미흡한 실정이다. 주 52시간 근로시간 준수, 일과 삶의 균형 중시, 저출산

에 따른 가용 인력 감소 등은 업무 생산성과 효율성을 향상을 위한 당위로 작용하며, 이는 제조영역의 공장자동화 분야 외 사무업무에서도 요구된다. 특히 반복적이며, 예외가 적고, 소요시간이 긴 사무 업무는 RPA(Robotic Process Automation)를 적용하여, 생산성 및 효율성 향상, 비용 감소 등에 대한 효과를 달성하고 있으며, 창의적이고 복합적인 사고를 요구하는 업무에 보다 집중할 수 있게 한다[10]. 특히 4차 산업혁명의 주요 기술인 A.I를 활용한 RPA는 기존 대체가 불가능하다고 생각되던 사무업무에 대해서도 적용 가능성을 보여주고 있다[7].

본 논문에서는 부품 단종 관리의 핵심적 업무인 부품 단종정보 수집 업무 효율화를 위하여, RPA 관련 조사(본론 2.1)와 기존 단종 정보 수집의 문제점 및 효율성 개선을 위한 방안을 제시 할 것이다. (본론 2.2) 또한 이를 설계, 구현 하여 효율성을 정량적으로 제시하고, 기존 업무 대비 개선 효과를 소요 시간 기준으로 비교 평가 할 것이다. (본론 2.3 ~ 2.4) 마지막으로 결론에서는 연구내용을 요약하여, 효율화 방안의 장단점을 기술하고, 향후 연구 및 개선 방향에 대하여 정리 할 것이다.

2. 본론

2.1 RPA 개념 및 도입 효과

RPA(Robotic Process Automation)는 사람이 수행하는 업무의 자동화[6]라고 할 수 있으나, 일반적으로 컴퓨터에서 수행하는 비교적 표준화되고 반복적인 업무를 소프트웨어 구현으로 자동화하는 것을 말한다[7-10]. 전통적인 RPA 기술은 로그인, 복사-붙여넣기, E-mail 열기, Form 자동 채우기와 같이 상대적으로 규칙 기반이며, 예외 상황이 적고, 다수의 반복적 수행으로 소요 시간이 긴 업무의 자동화를 주요 목적으로 한다. 최근에는 인지(Cognitive) 기술, 자연어 처리(NLP: Natural Language Processing)기술 등을 활용하여 보다 복잡하고, 예외 상황이 많은 업무에 대해서도 적용하는 방향으로 진화 하고 있다[10]. RPA의 도입은 단순 반복 업무를 자동으로 처리하고, 작업자는 보다 창의적인 업무에 집중 할 수 있게 함으로써, 업무 효율과 비용 절감의 효과를 기대 할 수 있다. 향후 사무 업무의 45%가 RPA로 대체되고 전 세계적으로 2400조의 비용 절감 효과가 발생할 것으로 기대 하고 있다[11].

2.2 부품 단종정보 수집 효율화 방안 제시

무기체계 부품 단종정보 수집은 단종 관리 업무 중 핵심적인 정보 수집 업무이나, 정보 제공 DB에 접속하여, 각 부품 별 부품 번호(Part Number) 입력, 관련 정보 저장 업무를 반복적으로 수행하여야 하며, 관리 및 활용의 용이성을 위하여 저장된 정보를 통합하기 위한 추가적인 반복 업무를 수행하여야 한다. 일부 부품 단종정보를 제공하는 SP(Service Provider)에서는 장비의 형상정보와 부품 정보를 등록하면, 해당 장비, 구성품 또는 하위 부품에 대한 단종관리 등의 서비스를 제공하고 있으나, 무기체계 특성 상 보안정책의 제약으로 관련 정보의 반출이 어렵고, 무기체계 관련 정보가 부품 정보 제공 SP에게 넘어가게 되므로 효율성만을 중요시하여, 업무 개선 방안을 제시 할 수 없다.

본 논문에서는 부품 단종정보 수집 업무에 대하여 현재 수행 중인 업무 절차를 준수하면서, 효율을 최대화하는 방안으로서 업무 수행 간 발생하는 예외 상황을 CV(Computer Vision) 기술 기반으로 인식 및 판단하여, 적절한 절차를 진행 할 수 있는 상황 인지 (Recognition)기능을 탑재한 RPA 적용을 제안 한다.

본 논문의 RPA 개발 프로세스는 ①부품 단종정보 수집 Task를 분석하여, RPA적용 가능 Task를 식별하고, ②이를 구체적인 하위 Task로 분할한다. 이후 ③부품 단종정보 수집 절차를 구체적인 하위 Task로 재 정의하여, ④이를 RPA로 구현하며, 효율을 측정하는 것으로 정리 할 수 있다. Fig. 2은 이를 도식화 하여 나타낸다.

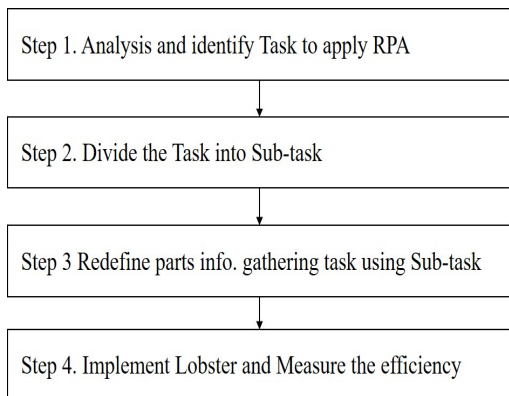


Fig. 2. Research process

RPA 개발 및 구현을 위한 설계 개념은 Fig. 3과 같으며, 부품 단종정보 수집 효율 개선을 위하여 구현된 CV 기반 RPA의 명칭은 Lobster로 명명 한다. Lobster는

기본적으로 작업자가 하는 Task를 자동화하여 결과를 제공해 주는 Software-Bot으로 작업자의 업무를 분석, 분해, 정제하여 이를 자동화 구현한다. 다만 Task 수행 중 발생하는 예외적인 상황은 작업자의 눈을 모사한 Computer Vision 기술을 활용하여 판단케 하였다.

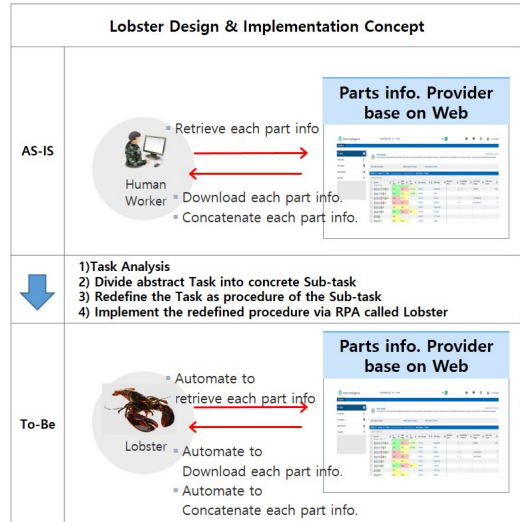


Fig. 3. Lobster Design & Implementation Concept

2.3 부품 단종정보 수집 Task 식별 및 Human Worker 단종정보 획득 효율 분석

무기체계 부품 단종정보 수집 Task는 해당 체계를 구성하는 부품에 대한 단종 정보를 획득하여 이를 관리함으로써 운용, 정비, 보급 간 단종으로 인하여 발생이 예상되는 문제를 사전에 식별하여, 해당 무기체계의 적절한 가용도를 보장하기 위하여 수행된다. 부품 단종정보 수집 Task는 ‘① 무기체계 부품 목록 획득(BOM)’, ‘② 각 부품에 대한 단종 정보 수집’, ‘③ 수집된 정보의 종합’ 이란 Sub-Task로 구분, 분할, 구체화 할 수 있으며, 식별된 Task 중 RPA 업무 적용이 가능한 Task를 판단 할 수 있다.

본 논문에서 식별한 RPA 적용 가능 Sub-Task는 ‘② 각 부품에 대한 단종 정보 수집’, ‘③ 수집된 정보의 종합’이다. 각 업무의 특성은 비교적 예외 상황이 적으며, 단순한 반복 작업의 연속이지만, 작업 소요시간은 긴 업무로서 전통적으로 RPA 적용을 통해 개선 효과가 높을 것으로 예상되는 업무이다. 이와 대조적으로 ‘① 무기체계 부품 목록 획득(BOM)’ 업무는 권한이 있는 담당자에게는 비교적 단순하고 1회성 업무로 판단되므로, RPA

적용 대상 업무에서는 배재하였다.

무기체계 부품 단종정보 수집 Task 분석 결과로 식별된 하위 Task는 Table 1과 같으며, Sub Task 기준으로 Task를 재정의 하고, 순차적(Task Sequence)으로 나열한 결과는 Table 2와 같다.

Table 1. Identify Task Lev. and Task name

ID	Task Lev.	Task Name
1	1	Collect Parts DMSMS info.
2	2	Get list of parts of System (BOM)
3	2	Gather each data of the part, which includes DMSMS info.
4	3	Connect specific web-site where provides parts info.
5	3	Input a part number and searching
6	4	Input specific part number
7	4	Click Searching button
8	4	Click Export button
9	4	Click file format confirming button
10	3	Download the part data
12	2	Concatenate each data
13	3	Open data file and copy data
14	3	Paste that on some specific format file

Table 2. Refined Task Sequence

ID	Task Seq.	Task Name	Note
2	1	Get list of parts of System (BOM)	-
4	2	Connect specific web-site where provides parts info.	
6	3	Input specific part number	Iterate ID.6 to ID.10 until the end of part list
7	4	Click Searching button	
8	5	Click Export button	
9	6	Click file format confirming button	
10	7	Download the part data	
13	8	Open data file and copy data	Iterate ID.13 to ID.14 until the end of data files
14	9	Paste that on some specific format file	

재 정의된 Task는 부품 단종정보 수집 담당자 3명에게 절차를 준용하여 수행 하게 함으로써 검증하였다. 또한 임의의 55개 부품을 식별하여, 이에 대한 단종정보 수집 실험을 실시함으로써, 부품 단종정보 수집에 대한 인간 작업자(Human Worker)의 수행 시간과 효율을 측정하였다.

본 실험은 실제 업무 환경에서 수행한 실험으로써, 담당자 별 부품 단종정보 수집 업무에 대한 숙련도 및 작업이 수행되는 컴퓨터의 사양의 차이, 시간대별 네트워크 Traffic 차이 등으로 인하여 소요 시간 및 효율성의 차이가 발생 하였다. 실험 수가 적고 실험 환경이 균일하지 않은 문제를 내포하지만 부품 단종정보 수집 Task에 대한 인간 작업자(Human Worker)의 개략적인 효율을 파악하기 위하여 실시된 실험이다. 결과는 Table 3과 같다.

Table 3. Measure elapsed time and efficiency on Human worker

ID	(1)*	(2)**	(3)***	# of Parts	Elapsed Time	Efficiency (# of parts retrieved/min)
A	5	Sun, 1 pm	i5, 4Core	55	39.21 mins	1.40
B	4	Mon, 11 am	i3, 2Core		52.98 mins	1.03
C	10	Thurs, 3 pm	i5, 4Core		12.23 mins	4.49
Mean					34.80 mins	1.58

(1)*: # of Experience on gathering DMSMS Data
 (2)** : Day of Week and Starting time on Conducting Experiment
 (3)*** : PC Specification, OS : Win10 all Same

2.4 CV를 적용한 RPA 설계, 구현, 효율 측정

부품 단종정보 수집 Task의 RPA 적용을 위해서는 정보 수집 간 발생하는 상황을 정의하고, 이를 구분하여 각 상황에 맞는 대응을 하여야 한다. 식별된 업무 중 가장 많은 예외가 발생하는 업무는 ID.6부터 ID.10(Task Sequence 3~7)까지의 업무로 ‘not found error’, ‘network traffic delay’, ‘unknown error’ 등의 예외가 발생하며, 각 발생 상황을 구분하여 적절한 처리 해주어야 재정의된 Task를 수행 할 수 있다.

본 연구에서는 Computer Vision(CV) 기술을 활용하여, 각 상황을 처리, 분석, 판단하였으며, 이를 통해 부품 단종정보 수집 Task에 대한 자동화를 구현하였다. 총 13가지의 예외 상황을 식별하였으며, CV 기술을 적용하여, Current Status와 정의된 예외 상황(Exception) 간 관계를 비교 평가하여 적절한 절차를 선택하여 부품 단종정보 수집 Task를 수행토록 설계하였다. 이에 대한 구현 개념도는 Fig. 4과 같다.

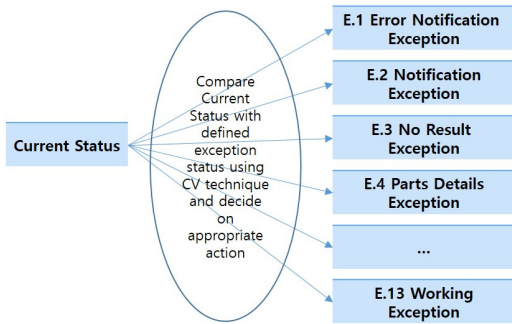


Fig. 4. Concept of deciding current status using CV technique

구현된 부품 단종정보 수집 RPA의 효율을 측정하기 위하여 각 55개, 100개, 500개, 2500개 부품 목록에 대한 단종정보 수집 시험을 각 3회 반복 실험을 하였다. 부품 개수 별 효율 차이는 실험 간 네트워크 Traffic의 변동으로 발생하는 것으로 판단되며, 평균 효율(Efficiency)은 20.86, 표준 편차 1.17, 최소 효율은 17.85로 분석되었다. 본 실험 결과는 Table 4에 종합하여 제시하였다.

Table 4. Measure elapsed time and efficiency on Lobster

# of Parts	# of Try	Elapsed time (mins)	Efficiency (# of parts retrieved/min)
55	1	2.71	20.29
	2	2.72	20.22
	3	3.08	17.85
	Mean	2.83	19.43
100	1	4.52	22.12
	2	4.52	22.12
	3	4.52	22.12
	Mean	4.52	22.12
500	1	23.54	21.24
	2	23.52	21.25
	3	23.52	21.25
	Mean	23.52	21.25
2500	1	121.06	20.65
	2	121.53	20.57
	3	120.65	20.72
	Mean	121.08	20.64
Gross Mean			20.86

Human Worker와 Lobster에게 수행된 실험을 종합하여 제시하면 Table 5와 같다.

Table 5. Compare efficiency

	Efficiency (# of parts retrieved/min)		Efficiency Improved Lobster Efficiency / Human-Efficiency	
	Human	Lobster		
Max	4.49	22.12	Lobster-min (17.85)	4.92 times
min	1.03	17.85	Human-max	17.33 times
Mean	1.58	20.86	Human-Mean	13.20 times

3. 결론

인구 감소, 주 52 시간 정착 등으로 인적요소의 활용이 제한되고, 부가가치 낮은 작업에 대한 비용 발생 최소화 요구를 만족 시키며, 무기체계라는 특수한 보안 제약 사항을 극복하면서, 성공적인 부품 단종정보 관리를 위한 효율적인 부품 단종정보 수집업무 수행을 위해서는 기존 업무 절차를 준용하되, 이를 자동화하여 효율을 향상시켜, 비용을 절감해야 한다. 본 논문에서는 CV 기반 상황 인식(Recognition) 기술을 접목한 부품 단종정보 수집 RPA 구현함으로써 현재 업무 상황에 대한 판단능력을 향상 시켜 13가지 예외 상황에 대한 자동화를 가능케 하였고, 시간 효율 또한 4.92배 이상 향상 시켰다. 그러나 시간 효율성 개선 효과는 본 연구에서 수행한 단순한 실험 결과 이상의 개선이 예상된다. 본질적으로 RPA는 소프트웨어로 구현된 자동화 툴이므로 24시간 동작시킬 수 있고, Human Worker에게 필요한 휴식 시간 및 업무 환경 보장 등에 대한 요구가 극적으로 감소한다. 이러한 측면까지 고려한다면 시간 효율성 개선과 RPA의 특성을 고려한 비용 감소효과는 보다 클 것으로 기대할 수 있다.

결국 부품 단종정보 수집 작업의 자동화는 Human Error를 감소시킬 것이며, 시간 효율성을 개선하여 비용 절감 효과를 기대할 수 있을 것이다. 또한 보다 복잡한 업무에 대한 Human Worker의 집중이 가능하게 함으로써, 부품 단종관리 업무의 전반적인 품질 향상에 기여할 것이다.

그러나 현재 구현된 부품 단종정보 수집 RPA는 기본적으로 Rule 기반으로 작동하며, 부품 정보 제공 SP(Service Provider)의 Web-Site Rebuilding, 전용 Browser 사용제한, 운영체제(OS) 변경, 작업 해상도

(Resolution) 변경 등과 같이 급격한 업무 상황 변화에 유연하게 대처하기 힘들고, 개선 작업이 필요 할 수 있다. 보다 다양한 환경에서 유연하게 적응하여 자동화의 장점을 취하기 위해서는 AI(Neural Network A.I or Statistic method, etc) 기술을 적용하여 상황에 대한 학습이 가능한 RPA 구현이 필요하다[7]. A.I 적용한 RPA 구현을 위한 개발 기간 및 비용은 Rule 기반의 RPA 개발에 비하여 많을 것으로 예상되나, 시대적 변화와 시간, 비용 효율적인 측면에서 결국은 대체 될 것으로 예상되기에 이에 대한 지속적인 투자와 연구가 필요 하다.

References

- [1] Integrated Product Support Element Guidebook, DAU, Preface. 5.Background ,2011
- [2] Y.J.CHOI, "DMSMS Conference and DMSMS Policy", Korea Defense Industry Association, 499, 68-77. 2020
- [3] B.H.Shim, K.H.Park, DMSMS Analysis and Management, Korea Defense Industry Association, 486, 120-127, 2019
- [4] DMSMS Manual, DAPA, Preface, 2020
- [5] DMSMS Management Guidebook, DTAQ, Preface, 2017
- [6] Aalst, et al., "Robotic Process Automation", Business & Information Systems Engineering, 60, May 2018 DOI: <https://doi.org/10.1007/s12599-018-0542-4>
- [7] Jorge Ribeiro et al., "Robotic Process Automation and Artificial Intelligence in Industry 4.0", Procedia Computer Science, 181, pp51-58, 2021 DOI: <https://doi.org/10.1007/s12599-018-0542-4>
- [8] Jaewook Choi, Myungsik Yoo, "Study on applying RPA(Robotic Process Automation) and improving the efficiency", Journal of korea information and communication society, Vol 2021 No.2, pp378-380, 2021
- [9] SungYoung Yang, DeaWoo Park, "Study on Robotic Process Automation on public institution", Journal of korea information and communication society, Vol.43 No.9, pp1517-1524, 2018
- [10] Young Geun Hyun, Joo Yeoun Lee, "Trends Analysis and Future Direction of Business Process Automation, RPA(Robotic Process Automation) in the Times of Convergence", Journal of Digital Convergence Vol. 16. No. 11, pp.313-327, 2018
- [11] Thomas Torlone et al., Organize your future with robotic process automation[Internet], PwC, 2016, Available From: <https://www.pwc.lu/en/rpa/docs/robotics-process-automation.pdf> (accessed Aug. 10, 2021)

박 연 경(Yun-Kyung Park)

[정회원]



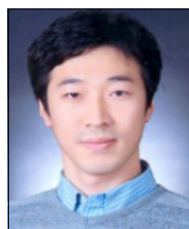
- 2006년 8월 : 고려대학교 산업공학과 (공학학사)
- 2019년 8월 : 고려대학교 소프트웨어 공학과 (공학석사)
- 2006년 7월 ~ 현재 : LIG넥스원 IPS 연구소

〈관심분야〉

RPA, Machine Learning, IPS

이 익 도(Ik-Do Lee)

[정회원]



- 2001년 2월 : 성균관대학교 산업공학 (공학학사)
- 2009년 8월 : 성균관대학교 기술경영학 (공학석사)
- 2001년 1월 ~ 현재 : LIG넥스원 IPS 연구소

〈관심분야〉

체계공학, 기술경영, IPS

신 상 희(Sang-Hee Shin)

[정회원]



- 2010년 2월 : 경희대학교 기계산업시스템공학부 산업공학과 (공학학사)
- 2011년 1월 ~ 현재 : LIG넥스원 선임연구원

〈관심분야〉

국방/과학, 신뢰성분야

김진만(Jin-Man Kim)

[정회원]



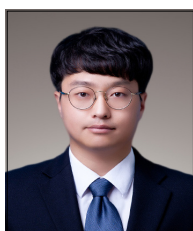
- 2006년 2월 : 성균관대학교 시스템경영공학과(공학학사)
- 2005년 12월 ~ 현재 : LIG넥스원 IPS 연구소

<관심분야>

LCSP, DMSMS

박우재(Woo-Jae Park)

[정회원]



- 2016년 2월 : 창원대학교 대학원 산업시스템공학과 (공학석사)
- 2020년 8월 : 창원대학교 대학원 산업시스템공학과 (공학박사)
- 2020년 9월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원

<관심분야>

신뢰성공학