

## 농업 로봇의 품질을 위한 가속 수명평가 방법 및 장치 개발

김경철\*, 홍영기, 김국환, 권경도, 양창주, 이기범  
국립농업과학원 농업공학부 스마트팜개발과

## Development of Accelerated-life Evaluation Method and Device of Quality of Agricultural Robots

Kyoung-Chul Kim\*, Youngki Hong, Gookhwan Kim,  
Kyeong-do Kwon, Changju Yang, Ki-Beom Lee  
Division of Smart farm Development, Department of Agricultural Engineering,  
National Institute of Agricultural Sciences

**요약** 농업 생산 인구 감소로 식량 자급률이 감소하고 있다. 로봇 기술의 발전으로 농업 분야에 로봇을 적용하는 사례가 증가하고 있다. 하지만, 농업 현장에 적용되는 농업용 로봇은 아직 미흡한 상황이다. 농업 현장에 로봇이 활용되기 위해서는 품질 향상이 요구되며, 이는 고장 빈도를 줄이기 위한 평가 기술이 필요하다는 것이다. 이를 위해 본 연구에서는 온실 로봇 3종에 대한 내구성 검증 연구를 수행하였다. 이를 위해 온실 로봇의 주요 부품인 구동 모터에 대한 수명평가 시험방법을 고안하였으며, 수명평가의 경우 가속수명 시험방법을 적용하였다. 그리고 수명평가를 위한 가속수명시험 장치를 개발하였다. 고안된 시험방법과 시험 장치를 활용하여 3종의 온실 로봇에 대한 수명평가 시험을 실시하였다. 평가 결과 농업기계에서 요구되는 최소 기대 수명 5년을 만족하는 결과를 얻을수 있었다. 이를 통해 온실 로봇의 상용화를 위한 평가 지표로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

**Abstract** The food self-sufficiency rate is decreasing due to the decline in the agricultural production population. Advances in robot technology are increasing the number of robot applications in agriculture, but agricultural robots applied to agriculture are still inadequate. Quality improvement is required for robots to be used in agriculture, so evaluation technology is needed to reduce the frequency of failures. This study examined the durability of three types of greenhouse robots. A life evaluation test method was designed for the drive motor, a major component of the greenhouse robot, and the accelerated life test method using an accelerated life test device was applied for a life evaluation. Life evaluation tests were conducted on three types of greenhouse robots using the designed test method and test equipment. As a result of the evaluation, it was possible to obtain results that satisfied the minimum expected lifespan of five years required for agricultural machinery. The study result can be used as an evaluation index for commercializing greenhouse robots.

**Keywords** : Accelerated Life Evaluation, Agricultural Robot, Greenhouse, Mobile Robot, Reliability

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(PJ01587501)의 지원에 의해 이루어진 것임.

\*Corresponding Author : Kyoung-Chul Kim(National Institute of Agricultural Sciences)  
email: kkcsmole@korea.kr

Received September 27, 2023

Revised October 31, 2023

Accepted November 3, 2023

Published November 30, 2023

## 1. 서론

미래 핵심 기술 분야 중 하나인 로봇은 다양한 기술이 결합된 융복합분야로, 산업적 파급효과가 매우 크다[1]. 특히, 우리나라는 로봇 활용 확대를 정책적으로 추진하고 있어, 세계에서 두 번째로 로봇 밀도가 높은 국가로 알려져 있다[2]. 이러한 로봇 기술의 발전은 타 산업으로 확대되어 다양한 사업 구조를 변화시킬 것으로 예상된다[3]. 그중 농업 분야는 농업 생산 인력 감소, 고령화 및 기후변화 등으로 최근 농업 생산 환경이 빠르게 변화하고[4] 있어, 로봇 기술의 적용 요구도가 매우 높아지고 있다.

다양한 농업 환경 중 로봇 기술을 우선 적용하기 쉬운 환경이 시설재배 작물이다. 특히 스마트 온실은[5] 기후변화에 대비할 수 있으며, 작물의 생육환경을 적정하게 유지 및 관리할 수 있어 재배 면적이 매년 증가하고 있다[6]. 스마트 온실의 재배 면적이 증가함에 따라 관련 농작업 자동화, 무인화 요구가 증대되고 있다. 이러한 이유로 스마트 온실 농작업 로봇 기술의 다양한 연구가 진행되고 있다. 하지만, 대부분 농작업 성능을 위한 요소기술 연구가 진행되고 있어, 농업 현장에 활용성을 높이기 위한 연구가 미흡한 실정이다. 스마트 온실 로봇의 현장 적용성을 높이기 위해 농업용 로봇의 품질 향상이 필요하다.

제품의 품질 향상을 위해서는 다양한 방법들이 활용되고 있으며, 이중 본 논문에서는 제품의 신뢰성을 평가하기 위해 가속수명시험 연구를 수행하였다. 신뢰성은 시간을 고려하여, 제품의 의도된 기능을 특정 조건에서 정해진 시간 동안 만족스럽게 수행할 수 있는 능력으로 정의된다[7]. 가속수명시험은 제품을 정상 사용조건보다 더 가혹한 조건에서 시험하여 조기에 고장을 유발하고, 이때 얻은 정보를 분석하여, 정상 사용 조건에서의 제품 신뢰성을 평가하는 방법이다[8]. 가혹한 조건이 더욱 혹독해지면, 시험시간을 줄어둘 수 있으나, 데이터의 신뢰도가 낮아지는 문제가 발생한다.

이동형 로봇 및 무인 이동체의 경우 다양한 분야에서 모터의 신뢰성 평가연구가 수행되고 있으며, 주로 감속기와 모터의 기계적인 고장을 대상으로 가속수명시험 연구가[9-12] 주를 이루고 있다.

본 연구에서는 온실 로봇의 주요 부품인 구동 모터의 내구성 검증 방법으로 시간과 비용을 절감할 수 있는 수명평가 시험 방법을 개발하고, 개발된 시험 방법을 평가할 수 있는 가속 시험 장치를 개발하였다. 개발된 시험

방법과 장치를 활용하여 현재 농업 현장에 적용된 대표적인 로봇의 구동 모터에 대한 수명 가속시험을 실시하였다.

## 2. 분석 대상 온실 로봇

본 논문에서는 스마트 온실에서 사용되기 위한 로봇 중 현재 농가에 시범적으로 적용되고 있는 Fig. 1의 방제[4], 운반[13], 모니터링[14] 로봇을 대상으로 연구를 수행하였다. 방제 로봇의 경우 구동부의 무게는 약 220kg이며, 최대 적재량은 300 l (kg) 이다. 운반 로봇과 모니터링 로봇은 구동부의 무게가 약 80kg이며, 최대 적재량은 운반 로봇 60kg, 모니터링 로봇 40kg이다.



Fig. 1. Currently developed robots for greenhouse (pest control, transport, monitoring)

각 로봇의 구동부 관련 주요 성능 인자들은 Table 1과 같다.

Table 1. Results of driving motor robot's driving motor capacity for greenhouse(Pest contro., Transport, Monitoring)

	Pest Control Robot	Transport Robot	Monitoring Robot
Max. Weight(kg)	520	160	140
Weight per Motor(kg)	130	40	35
Wheel Diameter(m)	0.28		
Max. Speed(%)	2.8	3.4	3.4
Rotation Speed(R.P.M.)	3	2.47	2.47
Load Moment of Inertia	1.274	0.392	0.343
Acceleration Torque(kgm)	0.816	0.207	0.245
Constant velocity Torque(kgm)	0.910	0.280	0.245
Reduction Ratio	200:1	100:1	100:1
Motor Capacity(W) Safety factor(1.5)	158.613	89.462	78.280

### 3. 수명평가 연구 방법

신뢰성 시험 중 가속수명시험의 경우 주요 부품 중 고장 빈도가 높고, 가장 문제가 치명적인 부품에 대한 대표 평가를 수행하고 있어, 본 연구에서는 로봇 구동부의 주요 부품인 모터를 선정하였다. 분석 대상 온실 로봇의 구동부는 주로 BLDC 모터를 활용하고 있다.

온실 로봇은 저속, 고중량 적재로 동작한다. 운행조건을 고려하여 온실 로봇의 수명평가를 위한 신뢰성 시험 방법을 고안하였다. 이를 위해 무고장 수명 시험시간과 가속 시험시간을 산출하고, 이를 위한 가속시험 장치를 개발하였다. 이때, 최소 요구수명은 “농업기계화촉진법 시행규칙 별표2”를 기준으로 활용하였다.

#### 3.1 무고장 수명 시험시간 산출

평가 방법 개발을 위해 로봇들의 작업 특성에 따른 최소 주행 시간을 산출하였다. 이를 위해 국내 시설 원예 최대 생산 작물인 토마토 농가를 대상으로 조사를 하였다. 방제작업의 경우 법적 잔류 농약 기준 고시를 준수하기 위해 동일 약제의 경우 주당 1회 3주에 걸쳐 작업을 하고, 습도가 높아지는 오후 1시 이후에는 작업을 하지 않는다. 병충해 정도에 따라 차이가 있으나, 예방 차원의 방제작업은 연간 최소 30시간 정도이다. 운반의 경우 1일 평균 6시간 정도의 작업을 수행하고 있다. 토마토의 경우 타 작물에 비해 수확이 빈번하게 이루어지고 있으며, 최소 연간 40회 수확으로 240시간 운용된다. 마지막으로 모니터링 로봇의 경우 수확 시기 전·후로 활용한다. 평균 온도가 높은 여름에는 수확 시기 확인이 자주 필요하여 최소 80시간 운용된다. 각 로봇의 연간 최소 운용 시간을 기반으로 온실 농작업 기계의 기대 수명인 5년을 적용하여 요구수명을 도출하였으며, 다음의 수식[15]을 이용하여 무고장 시험시간을 산출하였다. 산출된 결과는 Table 2와 같다.

$$t_n = B_{10P} \left[ \frac{\ln(1-CL)}{n \times \ln(1-p)} \right]^{\frac{1}{\beta}} \quad (1)$$

$t_n$  : No-failure life test time

$p$  : Unreliability(in case  $B_{10}$  life,  $p=0.1$ )

$\beta$  : Shape parameter(motor,  $\beta=1.2$ )

CL : Confidence level(in case 80%)

Table 2. Calculation results of trouble-free test time

	Pest Control Robot	Transport Robot	Monitoring Robot
Min. working hours per year(hr)	30	240	80
Durable years	5		
Min. required life(hr)	150	1,200	400
Trouble-free test time(hr)	1454.640	11,637.120	3879.040

#### 3.2 가속모델 적용 및 가속 시험시간 산출

가속 수명 시험에서 가속 스트레스 수준은 사용조건에서 관측하고자 하는 고장을 유발할 수 있는 범위 내에서 선택되어야 하며, 사용조건에서 발생하지 않는 고장모드를 유발하는 가속 스트레스 수준은 제외되어야 한다[15]. 가속수명시험을 위한 스트레스 수준은 요구한계를 초과하여야 하나, 설계한계를 초과하지 않아야 한다. 또한 스트레스 수준이 높아질수록 시험시간은 단축되지만, 추정치의 불확실성은 증가하는 점도 고려되어야 한다. 스트레스 수준을 설정하는데 이해하기 쉽도록 시험 대상품의 시험에 필요한 범위를 나타내고 있다. 이러한 요인을 고려하여 다음의 수식을 이용하여 가속 시험시간을 산출하였다.

$$AF = \frac{L(T_{field})}{L(T_{test})} = \left( \frac{I_{max}}{I_Q} \right)^n \quad (2)$$

AF : Acceleration factor

$L(T_{field})$  : Life on field load

$L(T_{test})$  : Life on test load

$I_{max}$  : Current of allowable load

$I_Q$  : Current of constant load

상시 전류값은 각 로봇의 공차 중량에서 단순 이동을 위해 소모되는 전류량을 측정하여 적용하였다. Table 3은 각 로봇의 작업에 따라 발생하는 최대 부하를 고려하기 위해, 최대 허용 적재가 발생하는 각 구동 모터의 전류량을 측정하여 적용한 결과이다.

Table 4는 각 로봇의 구동 모터가 허용하는 요구한계를 적용한 결과이다. 제품의 설계한계를 초과하지 않는 범위에서 시험시간을 단축하기 위한 목적으로 산출하였다.

Table 3. Calculation results of accelerated life evaluation time (When applying allowable load)

	Pest Control Robot	Transport Robot	Monitoring Robot
Max. Wattage(W)	147.047	147.047	60.462
Failure-free Evaluation time(hr)	816.390	6531.120	2612.448
Applicable Current(A)	6.127	4.988	2.519
Constant Current(A)	1.123	0.594	0.506
Acceleration Factor	5.458	8.392	4.976
Min. Working time(hr)	150	1,200	400
Acceleration Evaluation time(hr)	149.581	778.272	437.534

Table 4. Calculation results of accelerated life evaluation time (When applying Maximum allowable current)

	Pest Control Robot	Transport Robot	Monitoring Robot
Max. Wattage(W)	147.047	147.047	60.462
Failure-free Evaluation time(hr)	816.390	6531.120	2612.448
Max Allowable Current(A)	13	13	6
Constant Current(A)	1.123	0.594	0.506
Acceleration Factor	11.580	21.873	11.851
Min. Working time(hr)	150	1,200	480
Acceleration Evaluation time(hr)	70.498	298.597	183.709

### 3.3 가속시험 장치 개발

농업 로봇 산업의 경우 아직은 연간 생산 대수가 500 대 미만으로 규모가 작고, 로봇의 연간 운용 시간이 낮아 저가의 가속시험 장치 개발이 필요하다. 온실 로봇의 경우 저속 회전하며 고중량의 부하가 적용되기 때문에 이를 최대한 유사하게 구현하기 위해 파우더 브레이크를 활용하여 시험 대상 모터의 극관성모멘트값을 증가시켜 모터 부하를 증가시키도록 구성하였다.

파우더 브레이크는 Fig. 2의 형태로 구성되어 있어, 코일에 전압을 통과시켜 발생한 자력에 따라 파우더가 채상으로 연결된다. 이때 파우더간의 결합력과 동작면간의 마찰력에 의해 동력이 전달된다. 코일에 전압이 흐르면 자력에 의해 동력이 전달되며 전압을 가감하면 파우더의 결속 역시 가감되어 전달된다[16].

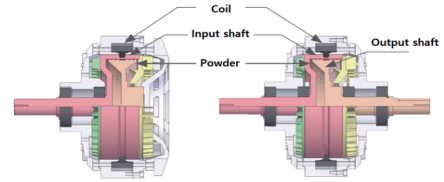


Fig. 2. Structure of power break

이러한 파우더 브레이크의 특징을 고려하여, 고가의 토크 컨버터를 사용하지 않고도 구동 모터에 극관성모멘트 값을 증가할 수 있다. 이를 통해 모터에 적용되는 부하(전류)량을 조절할 수 있다. Fig. 3과 같이 구동 모터의 가속시험 장치를 고안하였다. Fig. 4는 최종 제작된 시험 장치이다.

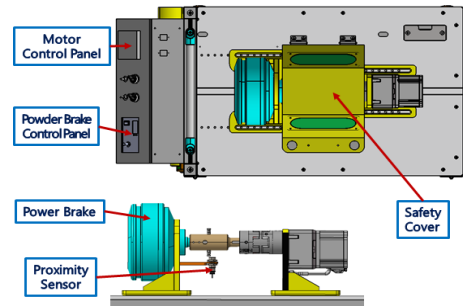


Fig. 3. Configuration of acceleration test equipment



Fig. 4. Acceleration test equipment

파우더 브레이크에 시험을 위한 구동 모터를 결합하고, 안전을 위한 커버를 적용하였다. 조작부는 모터의 회전 방향 및 속도를 제어할 수 있도록 구성하였으며, 파우더 브레이크의 전압값을 조정하여 결합력을 조절할 수 있도록 구성하였다. 이때, 시험 조건 부합 여부를 위해 모터의 회전수를 측정하기 위해 근접센서를 활용하여 회전수를 측정하였으며, 모터에 공급되는 전류를 측정하기 위해 전류 센서를 적용하였다. 적용된 전류 센서의 성능은 Table 5와 같다.

Table 5. DC Current Transducer specifications

Power Supply	24 VDC (12~40V)
Output Signal	4~20 mA, loop-powered
Output Limit	23 mA
Accuracy	1.0% FS
Response Time	100 ms (to 90% step change)
Range	0~20 to 0~400 DC, see ordering information
Isolation Voltage	UL listed to 1270 VAC, tested to 5 KV

## 4. 시험방법 및 결과

### 4.1 시험방법

3장에서 산출된 가속수명 인자와 시간에 대해서 파우더 브레이크를 활용하여 개발된 시험 장치에 적용하여 시험을 하였다.

3종의 로봇에 대하여 신품의 동일 부품 2개를 준비하여 시험을 하였다. 모터의 회전 속도와 공급 전류를 분당 1개씩 계측할 수 있도록 PLC를 사용하여 시스템을 구성하였다. 또한, Fig. 5, 6과 같이 모터와 모터 제어장치의 주요 부품에 대한 발열을 측정하였다. 모터의 경우 모터 축, 감속기 그리고 모터에 대해서 2시간 간격으로 측정하였으며, 모터 제어장치는 콘덴서, 트랜지스터 그리고 전력 공급 전선에 대해서 모터와 동일하게 2시간 간격으로 측정하였다. 이는 구동 모터의 고장 원인이 모터의 기계적인 고장 때문인지, 모터 제어장치 전기부품의 이상 문제인지를 확인하기 위해서이다. Fig. 7은 실제 측정된 장면이다.

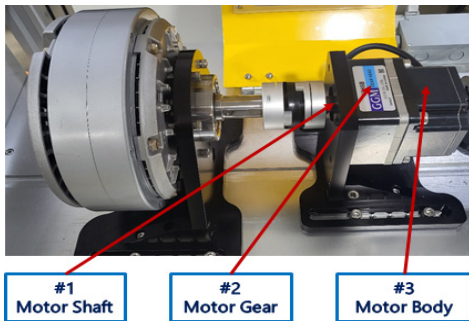


Fig. 5. Measurement heat point of driving motor

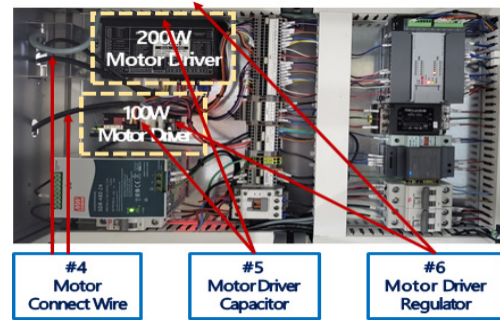


Fig. 6. Measurement heat point of motor driver

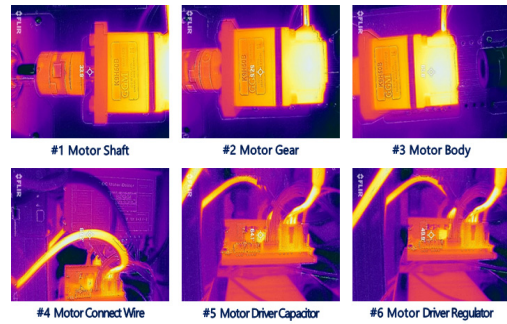


Fig. 7. Example of heat measurement

### 4.2 결과 및 고찰

가속수명 시험은 모니터링 로봇에 적용하는 100W 모터 결과는 Fig. 8과 같이 도출되었으며, 방제 로봇과 운반 로봇에 적용한 200W 모터의 결과는 Fig. 9와 같다. 3장에서 산출된 시간에 대해서 모두 만족하는 결과를 얻었다. 또한, 가속 시험 이후 구동 모터의 주요 구성품의 외관상 판단이 가능한 이상 소음, 오작동 변형 등은 발생하지 않았다.

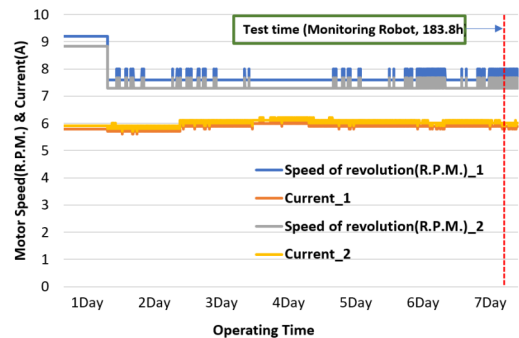


Fig. 8. Result of accelerated life test (100W, Motoring Robot)

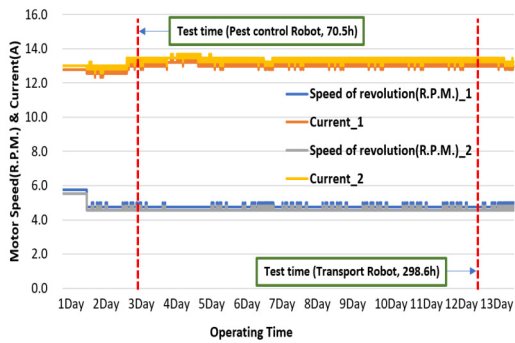


Fig. 9. Result of accelerated life test  
(200W, Pest control & Transport Robot)

그리고 모터와 제어장치의 발열 상태는 Table 6과 같은 결과를 얻었다. 이때 실험 조건은 평균 온도 24.6℃, 습도는 64.7% R.H. 에서 수행되었다. 온도 변화는 Fig. 9와 같이 도출되었다.

Table 6. Surface temperature of motor and driver

	100W Motor (℃)			200W Motor (℃)		
	Avg.	Min.	Max.	Avg.	Min.	Max.
#1 Motor Shaft	33.5	29.2	39.9	37.8	35.5	40.9
#2 Motor Gear	47.1	40.7	55.9	58.1	56.4	60.1
#3 Motor Body	55.6	46.7	66.7	65.7	62.7	68.1
#4 Driver Wire	58.6	52.4	66.6	29.3	30.5	28.3
#5 Driver Capacitor	46.0	41.9	51.0	30.0	31.4	29.0
#6 Driver Regulator	59.3	50.6	72.5	55.2	52.1	58.5

## 5. 결론

본 논문에서는 온실 로봇의 구동 모터의 품질을 확인하기 위해 신뢰성 평가 방법 중 하나인 수명시간 측정 방법과 측정 장비를 고안하였다.

이를 위해 온실 로봇의 농작업에 따른 무고장 수명과 가속 시험 시간을 제안하였다. 또한, 온실 로봇 구동 모터의 활용 특성을 고려한 가속 시험 장치를 개발하였으며 이를 활용하여 평가를 수행하였다. 이는 “농업기계화 촉진법 시행규칙” 농업용 기계에서 요구되는 기대 수명 5년 및 농작업 최소 보장 시간을 만족하는 결과를 얻었다.

## References

- [1] J. Lee, M. Park, J.T. Min, M. Park and D. Sohn, "The Impact of the Domestic Robot Industry on the Regional Economy in the cases of South Korea", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.22, No.10, pp.174-186, 2021.  
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.10.174>
- [2] IFR, Investment in Robotics Research – Global Report 2020, Research Report, International Federation of Robotics, Germany, pp.5-14.
- [3] E. Brynjolfsson, A. McAfee, The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies, p.336, W.W.Norton & Company, 2014.
- [4] K.C. Kim, B.S. Ryuh, S. Lee, G. Kim, M. Lee, Y.K. Hong, H. Kim and B.K. Yu, "The Study on Evaluation Method of Pest Control Robot Requirements for Smart Greenhouse", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.20, No.10, pp.318-325, 2019.  
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.10.318>
- [5] Y.G. Park, S. Baek, J.S. Im, M.J. Kim, J.H. Kim. "Present status of smart greenhouses growing fruit vegetables in Korea: focusing management of environmental conditions and pests in greenhouses", Korean Journal of Applied Entomology, Vol.59, No.1 pp.55-64, Feb 2020.  
DOI: <https://doi.org/10.5656/KSAE.2020.02.1.061>
- [6] SmartFarm Distribution status of smart farm. Available From: <https://www.smartfarmkorea.net/main.do> (accessed Nov. 20, 2021)
- [7] M. Kim, B.J. Yum, "Development of Reliability Design Methodology Using Accelerated Life Testing and Taguchi Method" Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.28, No.4, pp.407-414, 2002.
- [8] Y.I. Kwon, "Service lifeA Analysis Economic on Transfer Robot for Smart Greenhouse" Proceedings of the KSAM & ARCS 2021 Spring Conference, pp.175, 2021.
- [9] J.H. Lee, D.S. Kim, J.J. Lee, S.H. Kim and K.M. Kim, "Study on Accelerated Life Test of RV Reducer for Manufacturing Robot" Transactions of KSME, Vol.46, No.5, pp.471-478, 2002.  
DOI: <https://doi.org/10.3795/KSME-A.2022.46.5.471>
- [10] Y.K. Kim, S.H. Kim, H.W. Kim and H.S. Mok, "Accelerated Life Test of In-Wheel Motor for Mobile Robot", Transactions of the Korean Institute of Power Electronics, Vol.15, No.6, pp.498-505, 2010.  
DOI: <https://doi.org/10.6113/TKPE.2010.15.6.498>
- [11] K. Yoo, B. Park, K. Kim, G. Kim, D. Kim and J. Jang, "Reliability Tests for BLDC Motors Used in Green-Cars" Journal of applied reliability, Vol.11, No.1, pp.97-110, 2011.
- [12] S. M. Choi, J.I. Lee, H. J. Kim, S.J. Lee, K.R. Kim and



H. Jeong, "A Study on the Accelerated Life Evaluation of Dual Motor EVT for Pickup Utility Electric Vehicle" Proceedings of the 2022KSAE Conference, pp.154-159, 2022.

- [13] K.C. Kim, Y.K. Hong, G. Kim, K.D. Kwon, A. Seo, Y. Kang, "A Analysis Economic on Transfer Robot for Smart Greenhouse" Proceedings of the KSAM & ARCs 2021 Spring Conference, pp.175, 2021.
- [14] Seo, D.; Cho, B.H.; Kim, K.C. Development of monitoring robot system for tomato fruits in hydroponic greenhouses. Agronomy 2021, 11, 2211. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy11112211>
- [15] H. Lim, B. Cho, Y. Kim, H. Lee and J. Kim, "A Study on Accelerated Life Evaluation Method of Component for Automatic Transmission", Transactions of the KSAE, Vol.25, No.2, pp.250-256, 2017. DOI: <https://doi.org/10.7467/KSAE.2017.25.2.250>
- [16] Pora electric machinery Co., Ltd. - Manual of powder break, pp. 9, [www.pora.com](http://www.pora.com)

## 김 경 철(Kyoung Chul Kim)

[정회원]



- 2009년 2월 : 전북대학교 정밀기계공학과 (공학석사)
- 2015년 8월 : 전북대학교 정밀기계공학과 (공학박사)
- 2016년 7월 ~ 2019년 1월 : 농업기술실용화재단 연구원
- 2019년 2월 ~ 현재 : 국립농업과학원 스마트팜개발과 농업연구사

<관심분야>

농업로봇, 농업인공지능, 농업드론, 스마트팜

## 홍 영 기(Young-Ki Hong)

[정회원]



- 2004년 3월 : 일본 동경농업대학교 생물환경조절학전공 (공학박사)
- 2007년 12월 ~ 2021년 2월 : 국립농업과학원 농업연구사
- 2021년 3월 ~ 현재 : 국립농업과학원 스마트팜개발과 농업연구관

<관심분야>

영상처리, 기계학습, 인공지능

## 김 국 환(Gookhwan Kim)

[정회원]



- 2003년 2월 : 경희대학교 일반대학원 기계공학과 (공학석사)
- 2010년 2월 : 경희대학교 일반대학원 기계공학과 (공학박사)
- 2010년 3월 ~ 2014년 12월 : 농촌진흥청 국립농업과학원 PostDoc.
- 2015년 1월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립농업과학원 농업연구사

<관심분야>

농업로봇, 자율항법기술

## 권 경 도(Kyung-Do Kwon)

[정회원]



- 2017년 2월 : 충남대학교 농업기계공학과 (공학석사)
- 2020년 9월 ~ 현재 : 국립농업과학원 스마트팜개발과 농업연구사

<관심분야>

영상처리, 인공지능

## 양 창 주(Changju Yang)

[정회원]



- 2014년 8월 : 전북대학교 전자공학과 (공학박사)
- 2016년 11월 ~ 2018년 6월 : 전북대학교 산학협력단 계약교수
- 2020년 3월 ~ 2022년 1월 : 국립농업과학원 박사후연구원
- 2022년 1월 ~ 현재 : 국립농업과학원 스마트팜개발과 농업연구사

<관심분야>

농업로봇, 인공지능, 센서기반제어

---

이 기 범(Ki-Beom Lee)

[정회원]



- 2021년 2월 : 전북대학교 컴퓨터 공학과 (공학박사)
- 2022년 1월 ~ 2023년 2월 : 국립 농업과학원 박사후연구원
- 2023년 2월 ~ 현재 : 국립농업과학원 스마트팜개발과 농업연구사

〈관심분야〉

강화학습, 객체인식, 디지털트윈