

효율적인 시스템 운영을 위한 상태 관리 시스템 구축 방안 연구

김정은*¹, 홍수운*², 정석호*³, 황정은*⁴, 서주상*⁵

A Study on Establishment of State Management System for Efficient System Operation

Jung-Eun Kim*¹, Su-Woon Hong*², Suk-Ho Jung*³, Jung-Eun Hwang*⁴, and Ju-Sang Seo*⁵

이 논문은 2026년 한화시스템 학술연구비 재원으로 수행된 연구임

요 약

현재 모든 산업 분야는 급속도로 발전하여 시스템은 점차 커지고 알고리즘은 복잡하게 변화하고 있다. 시스템이 운영될 때 가장 중요한 것은 각각의 CSCI(Computer Software Configuration Item)의 상태를 관리하고 전체 시스템 상태(System Status)를 판단하여 동작해야 한다. 전체 시스템을 효율적으로 사용하기 위해서는 시스템 각각의 CSCI의 상태를 효율적으로 관리하여 시스템 상태를 정확히 파악해야 한다. 각각의 CSCI와 통신 규칙(IDD, Interface Design Description)을 정하여 상태를 관리하고 상태를 종합하여 시스템 상태를 판단해야 한다. 본 논문에서는 효율적인 시스템 상태관리를 위한 시스템 구성, 메시지 구조, 시스템 상태관리 알고리즘을 제시하고자 한다.

Abstract

Currently, all industrial fields are developing rapidly, and systems are becoming larger and algorithms are becoming more complex. The most important thing in the system is to manage the status of each Computer Software Configuration Item (CSCI) and determine the status of the entire system before operating. In order to use the entire system efficiently, the status of each CSCI of the system must be efficiently managed to accurately determine the status of the system. Each CSCI and communication rule (IDD, Interface Design Description) must be determined to manage the status, and the status must be synthesized to determine the system status. In this paper, we aim to present system configuration, message structure, and system state management algorithm for efficient system state management.

Keywords

CSCI, computer software configuration item, system status, IDD, interface design description

* 한화시스템 통신연구소 SW팀(*¹ 교신저자)
- ORCID¹: <https://orcid.org/0009-0003-9947-3499>
- ORCID²: <https://orcid.org/0009-0000-3058-2169>
- ORCID³: <https://orcid.org/0009-0006-2328-8707>
- ORCID⁴: <https://orcid.org/0009-0008-7739-5721>
- ORCID⁵: <https://orcid.org/0000-0002-5949-1401>

· Received: Jun. 22, 2026, Revised: Jul. 22, 2026, Accepted: Jul. 25, 2026
· Corresponding Author: Jung-Eun Kim
Dept. of SW Team(C4I), Hanwha Systems, Seongnam
Korea
Tel.: +82-31-8091-7197, Email: jjungeun88@hanwha.com

I. 서 론

현대 산업사회의 발달로 인하여 제어시스템은 복잡하고 다양하므로 고 기능과 고 신뢰성이 요구되고[1], 시스템의 신뢰성을 높이기 위하여 이중화 시스템이 일반적으로 고려된다[2]-[4]. 자동차, 반도체, 조선, 통신 등에 산업의 규모가 커지고 있다. 이에 따라 각종 사업에서 사용하는 제어기기의 수도 함께 증가하였고 시스템은 대부분 자동화되도록 설계되어 있다[5]. 규모가 커지고 복잡해지면서 다양한 형태의 알고리즘 제어기술이 요구된다. 또한 인간의 생명과 밀접한 시스템에서 높은 신뢰도(Reliability)와 안전도(Safety)를 요구하고, 결함(Fault)을 허용(Folerance)할 수 있는 시스템이 요구되어 왔다[6]. 이러한 요구사항을 충족하는 복잡한 알고리즘 제어 기술을 구현하기 위해서는 체계 시스템 상태를 정확히 파악해야 한다. 상태를 파악하기 위해서는 각각의 CSCI 별 통신방식이 존재한다. 통신 방식에는 Ethernet통신, CAN통신, UART통신, 사물인터넷(Internet of Things)에 활용되는 WAN/LAN이 있다. 사물인터넷(Internet of Things)은 통신 기능이 없던 유형 혹은 무형의 객체들이 다양한 방식으로 서로 연결되어 개별 객체들이 제공하지 못했던 새로운 서비스를 제공할 수 있는 통신기술이다[7]-[9]. 이러한 통신 방식들을 활용하여 하나의 체계시스템을 효율적으로 사용하기 위해서는 각각의 CSCI 의 상태를 종합하여 전체 시스템 상태를 관리해야 한다. 전체 시스템의 상태를 관리하게 되면 어떤 종류의 상태일 때, 상황에 맞는 알고리즘을 사용하여 시스템을 오류 없이 정확한 동작을 할 수 있게 한다. 전체 체계시스템의 상태를 효율적으로 관리하기 위해서는 각각의 CSCI 상태를 어떻게 수신하고 각각의 CSCI 상태를 종합하여 판단하는 알고리즘이 활용되어야 한다. 그리고 전체 시스템 상태를 송신하여 어떠한 상황에서 시스템 상태를 바탕으로 정확한 제어를 통해 효율적인 시스템을 만들 수 있다.

이에 본 논문에서는 효율적인 시스템 상태관리를 위한 시스템 구성, 메시지 구조, 시스템 상태관리 알고리즘을 제시하고, 이를 통해 시스템 운영 효율성과 신뢰성을 향상시키는 것을 목표로 한다.

II. 관련 연구

이중화 상태 모니터링을 다룬 기존 연구는 크게 두 흐름으로 구분된다. 첫 번째는 하드웨어 수준의 이중화 설계에 초점을 맞추어 시스템 장애 시 자동 전환을 구현한 방법이다. 두 번째는 소프트웨어 레벨에서 상태 정보를 표준화하는 전송·집계하는 프로토콜을 제안한 연구이며, 특히 IEC 61850 기반의 전력 시스템 상태 통신이 대표적이다[10]. 그러나 이러한 연구들은 대부분 정적인 주기에 의존하거나 단일 통신 프로토콜에 제한되어, 복잡한 통신 환경에서의 확장성이 부족하다. 본 논문은 다중 통신 방식(Ethernet, UART)을 통합하고, 가변 주기와 우선 순위 기반 판단을 도입함으로써 기존 접근의 한계를 보완한다.

III. 시스템 구성

3.1 Platform(System)별 CSCI 구성

체계 시스템의 각각의 CSCI 구성 및 구성품의 필수 여부가 다르다. 체계시스템의 필수는 1로 표시되어있고 0으로 표시된 것은 필수는 아니지만 체계 시스템의 구성에 포함된 CSCI 이다.

체계 시스템 상태 판단 알고리즘은 그림 1에 나와있는 숫자를 통해 구분할 수 있다. 그림 2는 하나의 시스템에서 관리하는 CSCI 를 나타낸 것이다. 어떤 체계 시스템의 필수 CSCI 이지만 같은 기능을 하는 CSCI 의 CSCI Type 은 같고 CSCI ID는 1, 2, 3으로 표시된다. 그림 1에서 2로 표현된 CSCI에는 암호/복호화(EDS, Encryption/Decryption Software), 제어/화면(CDS, Control & Display Software) CSCI, 모뎀(Basic Modem, Satellite Modem, HP(High Performance) Modem) CSCI가 2개 이상 존재하고 사용 가능한 상태인 가용(Available) 또는 기능 저하(Degraded)가 하나만 존재하고 체계 시스템의 하나만 존재하는 필수 CSCI가 모두 가용 또는 기능 저하이면 체계 시스템 상태를 사용 가능한 상태인 기능 저하로 판단한다. 각각의 체계 시스템은 각각의 CSCI 구성품으로 구성되고 똑같은 기능의 CSCI의

Type은 동일하지만 CSCI ID가 다른 것으로 구성하며 체계 상태를 결정하는 필수 조건이 존재한다.

CSCI / Platform	TOTAL System	Middle System	Ground System	Air System	Marine System
SSMS	1	1	1	1	1
DPS	1	1	1	1	1
Basic Modem	2		2		2
Satellite Modem	2	2			2
HP Modem	2	2	2	1	2
GPS	1	1	0	1	1
NMSS	1	1	1	1	1
EDS1	2	2	2	1	2
EDS2	2	2	2		2
CDS1	2	1	1	1	2
CDS2	2				2

*SSMS : System Status Management Software
 *DPS : Data Processor Software
 *CDS : Control & Display Software
 *NMSS : Network Management System Software
 *EDS : Encryption & Decryption Software
 *HP Modem : High Performance Modem
 *1: Required, 0: Not required,
 2: Required, but if only one of the two exists, the system is activated.

그림 1. Platform(System)별 CSCI
 Fig. 1. CSCIs by platform(System)

CSCI Type	CSCI ID	Mandatory (1 : Essential , 0 Not Essential)
SSMS	1 (Only One)	1
DPS	1 (Only One)	1
Basic Modem	1 (Only One)	1
Satellite Modem	1 (Only One)	1
HP Modem	1 (Only One)	1 or 0
GPS	1 (Only One)	1 or 0
NMSS	1 (Only One)	1
EDS1	1	1
EDS2	2	1
CDS1	1	1
CDS2	2	1
CDS3	3	1

그림 2. Platform(System) configuration file 설정
 Fig. 2. Platform configuration file setting

3.2 Platform(System)별 CSCI 구성 설정

각각의 체계 시스템의 CSCI 구성 및 구성품의 우선순위가 정의되어야 한다. 우선순위를 나타내는 필수 여부는 시스템 상태정보 관리(SSMS, System Status Management Software) 설정 파일(Config)을

수정하여 설정한다. 설정 파일(Config)은 시스템이 처음 실행될 때 읽어 체계 시스템 종류 및 구성품인 각각의 CSCI 등록하고 CSCI 상태를 종합하여 체계 시스템 상태를 관리한다.

3.3 효율적인 시스템 관리 통신방식

효율적인 시스템 관리를 하기 위해서는 하나의 방식이 아닌 각각의 CSCI에 맞는 연동 통신 방식이 필요하다. 연동 방식이 하나의 통신 방식이면 기존에 개발되었던 통신방식과 맞지 않으면 통신이 불가능하기 때문이다. 상태정보 관리 CSCI 통신방식은 크게 두 가지, RS422 방식과 Ethernet 방식으로 분류할 수 있다. RS422 방식 같은 경우 대부분의 MNEA를 사용하는 GPS CSCI가 1초 단위로 사용하고 나머지 최근에 개발된 CSCI 방식의 UDP, TCP 통신을 사용한다.

IV. 메시지 구조

4.1 CSCI 상태정보 메시지 구조

CSCI 상태정보 메시지 구조는 그림 3과 같고 메시지를 구분하는 Message ID, 송/수신을 구분하는 Header(Sender ID, Receive ID), CSCI 정보가 존재하는 Body(CSCI Type, CSCI ID, CSCI Status, CSCI Code[N]), 데이터가 정상인지 확인하는 CRC(Cyclic Redundancy Check)로 구성되어있다. CSCI의 상태에 따라 나타내는 CSCI Code는 여러 가지가 존재하고 그림 3과 같이 CSCI Code 추가 시 메시지 필드는 N 번 반복해서 메시지를 구성한다.

Message ID (CSCI Status)	
Header	
Sender ID	Sender CSCI
Receive ID	Receive CSCI
Body	
CSCI Type	(1~100)
CSCI ID	(1~100)
CSCI Status	(Initialize, Available, Degraded, Not Available)
CSCI Status Code	(1~100) Repeat
CRC	

그림 3. CSCI 상태 메시지 구조
 Fig. 3. CSCI status message structure

4.2 System 상태정보 메시지 구조

System 상태정보 메시지 구조는 그림 4와 같이 메시지를 구분하는 Message ID, 체계를 구분하는 System Type, 같은 체계일 때 구분하는 System ID, 체계의 시스템 상태를 나타내는 System Status, 송/수신을 구분하는 Header(Sender ID, Receive ID), CSCI 정보가 존재하는 Body(CSCI Type, CSCI ID, CSCI Status, CSCI Code), 데이터가 정상인지 확인하는 CRC(Cyclic Redundancy Check)로 구성 되어있다. 그림 4와 같이 CSCI 추가 시 Body의 메시지 필드는 N 번 반복해서 추가하여 시스템 상태 메시지를 구성한다.

Message ID (System Status)	
System Type	Platform (System) Type
System ID	Platform (System) ID
System Status	Platform (System) Status
Header	
Sender ID	Sender CSCI
Receive ID	Receive CSCI
Body	
CSCI Type	(1~100)
CSCI ID	(1~100)
CSCI Status	(Initialize, Available, Degraded, Not Available)
CSCI Status Code	(1~100)
CRC	

그림 4. System 상태 메시지 구조
Fig. 4. System status message structure

V. 시스템 상태관리 알고리즘

5.1 CSCI 별 상태 송/수신 주기 및 관리 알고리즘

체계시스템의 구성품인 CSCI는 3초의 주기로 자신의 상태를 시스템 상태정보 관리 CSCI에게 송신한다(SSMS 수신).

시스템 상태정보 관리 CSCI(SSMS)는 체계 상태를 판단하여 그림 5와 같이 방송망(Broadcast) 방식으로 송신한다(모든 CSCI 수신).

상태 판단 방식은 시스템 상태정보 관리 CSCI(SSMS)는 부팅 시, 체계시스템 구성품들의 각각의 CSCI 모니터링 하는 Class를 생성한다. 그림 6과 같이 각각의 CSCI로부터 상태를 수신하고 시스템 관리

하는 Class에 CSCI 모니터링 한 결과를 전달한다. 각각의 CSCI 모니터링 과정에서 데이터가 정상적으로 수신되면 상태정보를 시스템 상태 관리 Class에 전달하고 연속 3번 수신하지 못하면 CSCI 상태를 비가용(Not available) 상태로 관리 및 시스템 상태 관리 Class에 전달 한다. 시스템 상태관리 Class는 각각의 CSCI 상태 및 필수 여부를 판단하여 Board Cast 방식으로 시스템 상태를 모든 CSCI에게 전달한다.

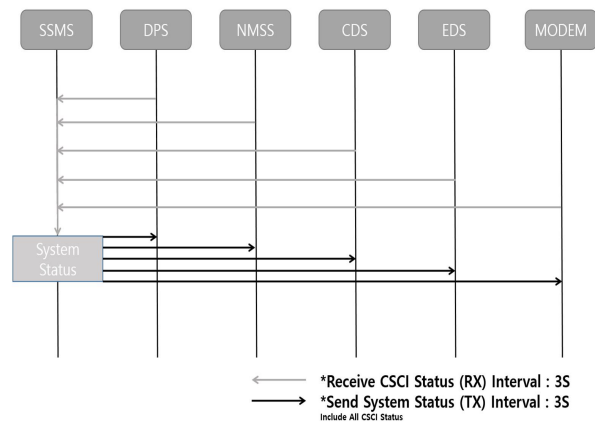


그림 5. CSCI 상태 & system 상태 흐름도
Fig. 5. CSCI status & system status flowchart

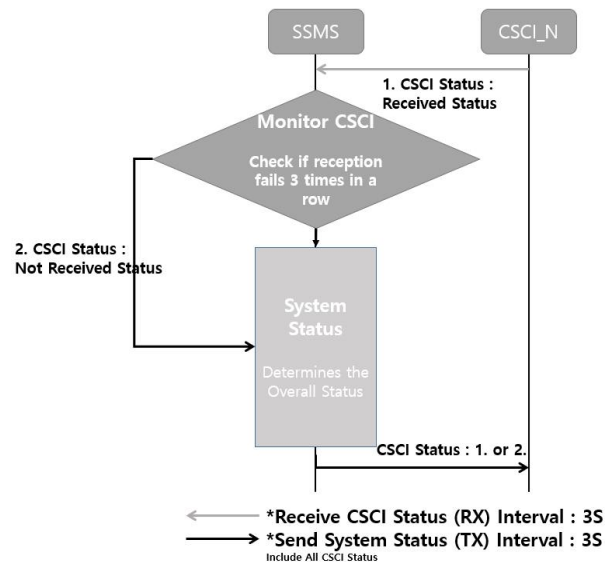


그림 6. CSCI 상태 판단 & system 상태 판단
Fig. 6. CSCI status judgment & system status judgment

5.2 CSCI 상태 상세 코드 정보

체계 시스템의 구성품인 CSCI의 상태 코드를 통해 어떤 문제인지 손쉽게 파악할 수 있다. 예를 들어 그

림 7 GPS의 상태 같은 경우 위성 수 4개 이하일 경우 코드 1, 시간 값이 1초 단위로 증가하지 않는 경우(시간 오류) 코드 2, GPS 수신 품질 오류는 코드 3, CRC 에러 코드 4, 등의 상태 코드를 통해 어떤 문제가 발생했는지 정확히 파악할 수 있다. 모뎀 같은 경우도 시간 동기화 에러 코드 1, 1PPS 에러 코드 2, CRC 에러 코드 3, 등의 통신규약 IDD(Interface Design Description)을 통해 체계시스템의 구성품인 CSCI 의 어떤 문제인지 정확히 파악할 수 있다.

CSCI	CSCI Status Code Number	CSCI Status Code Detail
GPS	1	Satellite 4 Under
	2	GPS Time Error
	3	GPS Receive Quality
	4	CRC Error
Modem	1	Time Sync Error
	2	1PPS Error
	3	CRC Error

그림 7. CSCI 상태 code
Fig. 7. CSCI status code

5.3 시스템 상태 판단 기준

그림 8은 각각의 CSCI 상태는 초기화(Initialize), 가용(Available), 기능저하(Degraded), 비가용(Not available)로 총 4가지의 상태를 갖고 있다. 체계 시스템의 종합상태를 결정하는 시스템 상태관리 CSCI 에서 구성품인 CSCI의 상태가 3초 간격으로 수신하고 3번 이상 미수신 시(통신 단절) 상태를 비가용으로 만든다. 시스템 상태 판단 기준은 2.1 Platform (System) 별 CSCI 구성에서 설명한 내용처럼 필수 CSCI의 상태가 모두 가용일 경우 가용이다. 시스템 상태가 기능 저하 인 경우는 크게 2가지로 분류된다.

첫 번째, CSCI 중 하나라도 기능 저하인 경우, 두 번째, 같은 기능을 하는 필수 CSCI 중 하나만 가용 또는 둘 다 기능 저하, 둘 중 하나만 기능 저하인 경우가 있다. 비가용인 경우는 3가지가 존재한다. 첫 번째, 필수 CSCI 중 하나라도 비가용인 경우, 두 번째, 필수 CSCI가 3번 이상 상태를 수신 못 한 경우, 세 번째, 필수 CSCI 중 같은 기능을 하는 종류의 모든 CSCI가 비가용인 경우가 존재한다. 이러한 기준으로 시스템 상태를 3초 주기로 판단하고 판단된 체계 시스템 상태를 3초 주기로 해당 체계 시스템 각각의 CSCI 및 타 시스템에 송신하여 인지할

수 있게 한다. 그림 9은 체계 시스템 상태 정보 교환을 제공함으로써 각각의 체계의 상태를 서로 확인하며 필수 CSCI에 의해 시스템을 운용할 수 없는 조건을 다른 시스템에서 확인하여 불필요한 동작을 통제할 수 있다. 또한 기존 체계 시스템을 포함한 더 큰 체계 시스템 구축을 가능하게 하고 있다.

CI / Platform	TOTAL System	TOTAL System	TOTAL System	TOTAL System	TOTAL System	TOTAL System
SSMS	1	1	1	1	1	1
DP5	1	1(Degraded)	1	1(Not Available)	1	1
Basic Modem	2	2	2(Not Available)	2	2	2(Not Available)
Satellite Modem	2	2	2(Degraded or Not Available)	2	2	2(Not Available)
HP Modem	2	2	2(Not Available)	2	2	2(Not Available)
GPS	1	1	1	1	1(Don't Receive 3 Times Not Available)	1
NM55	1	1	1	1	1	1
EDS1	2	2	2	2	2	2
EDS2	2	2	2	2	2	2
CDS1	2	2	2	2	2	2
CDS2	2	2	2	2	2	2
System Status	Available	Degraded	Degraded	Not Available	Not Available	Not Available

그림 8. 시스템 상태 판단 기준
Fig. 8. System status judgment criteria

VI. 결론 및 향후 개선 방향

시스템 상태정보 판단을 하기위한 메시지 구조와 시스템 설정 및 알고리즘을 통해 효율적인 시스템 상태를 관리할 수 있다. 이러한 효율적인 시스템 상태 관리 시스템을 통해 하나의 사업 전체를 효율적으로 운영할 것이다. 또한 전체를 관리하는 시스템이 정상동작을 하지 않는 경우 시스템 이중화가 필수이다. 이런 경우 효율적인 시스템 상태 관리 시스템을 통해 이중화 시스템도 구성이 가능하다. 하지만 이러한 시스템에도 문제점이 존재한다. 3초 간격으로 시스템을 구성하는 상태 정보를 판단 후 송신하기 때문에 3초라는 시간 동안 구성품의 CSCI가 실제로 통신 단절 및 비가용 상태에서 해당 CSCI 제어가 되지 않아 정상 동작 안 한다. 이것을 해결하기 위해 상태 판단 및 상태 수신 주기를 단축하면 시스템 상태관리 CSCI에 부하가 많이 걸려 프로그램이 오 동작한다. 예를 들어 상태 판단 및 상태 수신 주기를 3초에서 1초로 단축하게 되면 동일한 시간당 처리하는 Data 양이 72 bytes에서 216 bytes로 3배가 되고 3배의 부하가 발생한다.

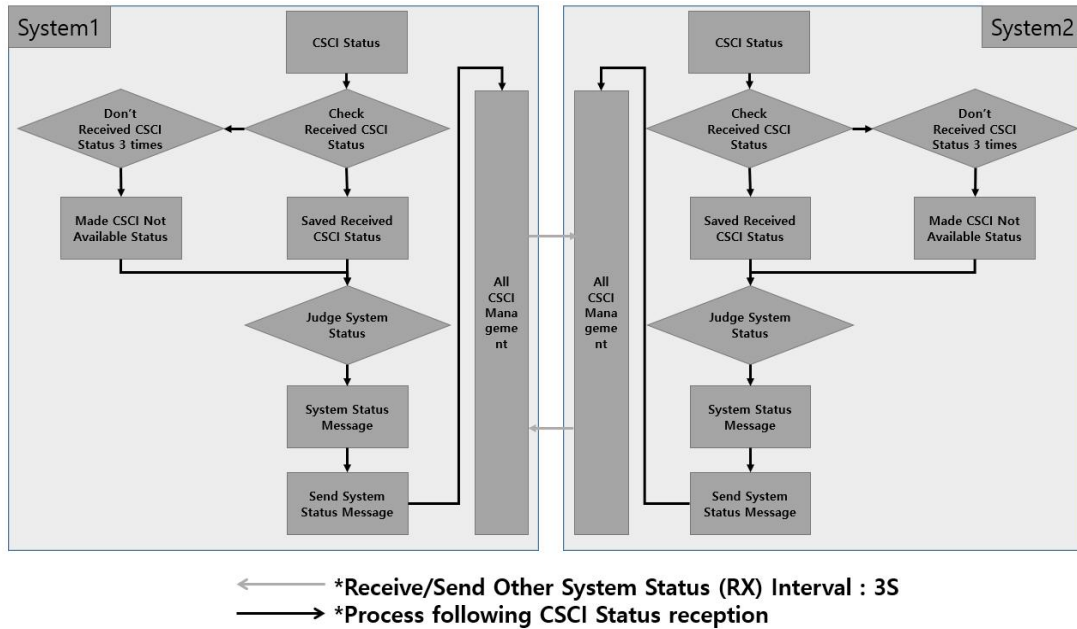


그림 9. 시스템 상태 판단 흐름도
Fig. 9. System status judgment flowchart

향후 최적의 시간을 찾고 제어메시지에 대한 응답메시지 로직을 만드는 것과 시스템 이중화를 구성하기 위한 최적의 알고리즘을 설계하는 것을 목적으로 할 것이다.

References

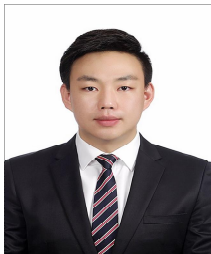
- [1] J. Hwang, "System Redundancy for SCADA System enhanced reliability", Master's Thesis, Chungbuk National University, Aug. 2006.
- [2] S. Lee, I. Cho, and D. Jeon, "Development of Integrated Flight Control Computer for a Tactical UAV", Proc. of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences, Jeju, Korea, pp. 1727-1730, Nov. 2014.
- [3] S. Ahn, H. Ryu, H. Choi, S. Kim, Y. Jung, and S. Kim, "OFP Development for the High Altitude Electrically Powered Unmanned Aerial Vehicle EAV-3", Proc. of Korean Society for Aeronautical and Space Sciences, Jeju, Korea, pp. 972-975, Nov. 2015.
- [4] B. Park, Y. Kang, C. Yoo, and A. Cho, "Development of FCC Redundancy System for Tiltrotor UAV", J. of The Korean Aerospace

- Research Institute, Vol. 45, No. 2, pp. 133-139, Feb. 2017. <https://doi.org/10.5139/JKSAS.2017.45.2.133>.
- [5] K. Lee, "A study on the Integrated Management Model for an Embedded System", Master's Thesis, Korea National Aeronautics University, Feb. 2015.
- [6] H. Kim, S. Shin, and K. Lee, "A study on the comparison of AVTMR(All Voting Triple Modular Redundancy) and Dual-Duplex system", J. of Korea Information and Communications Society, Vol. 26, No. 5A, pp. 1067-1077, Jun. 2001. <https://koreascience.or.kr/article/JAKO200111920804504.page>.
- [7] S. Choi, N. Sung, J. Yoon, and J. Kim, "IoT Open Source Trends:Focused on the Ocean", J. of The Korean Institute of Communication Sciences, Vol. 32, No. 5, pp. 16-22, Apr. 2015. <https://koreascience.or.kr/article/JAKO201516379139896.page>.
- [8] J. Jun, H. Cha, W. Lee, and H. Kim, "Open Source Iot Trends and Prospects", J. of the Korean Institute of Communication Sciences, Vol. 32, No. 5, pp. 23-30, Apr. 2015. <https://koreascience.or.kr/article/JAKO201516379139897.page>

- [9] D. Kim, C. Lee, and J. Kim, "Design and Implementation of Remote Device Management System based on LoRa Communication", J. of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 24, No. 12, pp. 1654-1661, Dec. 2020. <https://doi.org/10.6109/jkiice.2020.24.12.1654>.
- [10] IEC 61850-8-1:2018, "Communication Networks and Systems for Power Utility Automation - Part 8-1 : Specific Communication Service Mapping (SCSM)", International Electrotechnical Commission (IEC), 2018.

저자소개

김 정 은 (Jung-Eun Kim)



2014년 2월 : 한국교통대학교
전자공학과(공학사)
2023년 2월 : 인하대학교 대학원
컴퓨터공학과(공학석사)
2016년 4월 ~ 2017년 8월 : 백금
T&A 연구원
2017년 8월 ~ 2022년 5월 :

휴니드테크놀로지스 선임연구원
2022년 5월 ~ 현재 : 한화시스템 전문연구원
관심분야 : 전술통신시스템, 네트워크 통신, Link-K,
Link-16, Link-22

홍 수 운 (Su-Woon Hong)



2001년 2월 : 한국외국어대학교
컴퓨터공학과(공학사)
2018년 2월 : 아주대학교 대학원
IT융합공학과(공학석사)
2000년 11월 ~ 현재 : 한화시스템
수석연구원
관심분야 : 전술통신시스템,

네트워크 통신, Link-K, Link-16, Link-22, CDL,
공용데이터링크

정 석 호 (Suk-Ho Jung)



2009년 2월 : 충북대학교
컴퓨터공학과(공학사)
2008년 12월 ~ 2019년 9월 :
쌍용정보통신 과장
2019년 10월 ~ 현재 : 한화시스템
전문연구원
관심분야 : 전술통신시스템,
네트워크 통신, Link-K, Link-16, Link-22

황 정 은 (Jung-Eun Hwang)



2012년 2월 : 한성대학교
정보통신공학과(공학사)
2011년 11월 ~ 2018년 6월 :
쌍용정보통신 과장
2019년 10월 ~ 현재 : 한화시스템
전문연구원
관심분야 : 전술통신시스템,
네트워크 통신, Link-K, Link-16, Link-22

서 주 상 (Ju-Sang Seo)



2020년 2월 : 한국항공대학교
전자및항공전자공학과(공학사)
2022년 8월 : 한국항공대학교
대학원 컴퓨터정보시스템
(공학석사)
2023년 1월 ~ 현재 : 한화시스템
선임연구원

관심분야 : 전술통신시스템, 네트워크 통신, Link-K,
Link-16, Link-22