

http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2018.4.3.221

JCCT 2018-8-28

## 특수목적용 차량의 원격 고장진단 시스템에 대한 연구

# A Study on Remote Fault Diagnosis System of Special-purposed Vehicle

표세영\*, 김기환\*\*

Se Young Pyo\*, Kee Hwan Kim\*\*

**요약** 특수목적 차량은 일반적으로 사용자의 요구에 따라 주문 제작된다. 이러한 차량들이 고장을 일으키는 경우에는 수리비용 및 시간이 많이 든다. 이러한 문제점들을 해결하고자 차량의 이상여부를 원격으로 점검하고 고장부위를 원격에서 파악하여 수리비용 및 수리 기간을 단축하고자 한다. 본 연구에서는 전기제어부의 고장부위를 자동으로 판별하고 이를 사용자의 휴대폰앱을 통하여 바로 파악하여 즉각적인 고장코드를 특장차 제조사측에 통보하여 고장수리를 빠르고 원활하게 하고자 한다. 이를 구현하기 위하여 IoT 사물인터넷의 기술을 이용하여 특수목적의 차량 분야의 현장에서 요구되는 항목에 따라 고장부위를 스스로 판단하고 기기 자체적으로 제작사측에 고장여부를 알려주는 시스템을 구축하고자 한다.

**주요어** : 특수목적 차량, 코드시스, 원격진단 시스템, CANOpen 프로토콜, 고장 코드

**Abstract** Special-purposed vehicles are customized according to the user's requirements. When these vehicles are out of order, they are costly and time consuming to repair. In order to solve these problems, we want to remotely check whether the vehicle is abnormal and remotely identify the fault area, thereby shortening the repair cost and the repair period. In this study, the faulty part of the electric control part is automatically identified, and it is immediately grasped through the user's mobile phone application and an instant fault code is notified to the car manufacturer for quick and smooth fault repair.

In order to realize this, we want to build a system that uses the technology of IoT to determine the fault area according to the items required in the field of the special purpose vehicle and notify the manufacturer of the fault on its own.

**Key words** : Special-purposed Vehicle, CodeSys, Remote Diagnosis System, CANOpen Protocol, Fault Code

### 1. 서 론

사회 전반에 걸쳐 여러 용도로 사용되는 특수목적용을 위해 제작된 특장차량은 그 용도와 사용범위가 다양하

다. 흔히 볼 수 있는 제설차량, 소방차, 화선차와 같이 그 활용범위는 실로 무궁무진하다 할 수 있다. 이런 특장차량은 특수한 목적을 위해 제작되어지므로 주로 대량생산보다는 소비자의 요구사항에 따라 제작되어지는

\*정회원, 세명대학교 전자공학과 (제1저자)

\*\*정회원, 세명대학교 전자공학과 (교신저자)

접수일: 2018년 5월 2일, 수정완료일: 2018년 6월 19일

게재확정일: 2018년 7월 26일

Received: May 2, 2018 / Revised: June 19, 2018

Accepted: July 26, 2018

\*Corresponding Author: khkim@semyung.ac.kr

Dept. of Electronic Engineering, Semyung Univ, Korea

소비자주문제작 형태를 띠고 있다[1]. 이런 특장차는 대부분 중소기업이나 중견기업이 제작하고 있는 실정이고 인력과 비용의 측면에서 소규모의 제작사의 서비스망 구축이 쉽지만은 않다. 대기업이나 국가 기관에서처럼 전국적인 서비스망을 구축하는 것은 자금력이나 인력구성, 비용 등의 이유로 쉽지 않고 제한적인 지역에서 서비스를 제공할 수밖에 없다. 또한 특장차량의 경우 그 부품이나 장비들이 손쉽게 구하기도 어렵고 부품제조사에서 제공하는 제품만을 사용해야 하는 경우가 대부분이므로 제품고장 시 수리에 많은 시간과 비용이 지출될 수밖에 없다. 이는 소비자의 불만으로 이어지며 이를 해결하기 위해 특장차 제조사에서 무겁고 부피가 큰 부품을 모두 구비하고 현장으로 출동할 수는 없기에 현장에서 고장부위를 파악하고 부품 제조사측에 부품요청을 하고 수급될 때까지 기다려야 한다. 특장차 제조사측에서는 서비스요원이 고장의 원인과 부위를 파악하여 부품을 주문한 후 다시 현장에 파견되어 부품교체를 하고 수리를 하는 이중 삼중의 고충을 겪게 된다. 국내에서의 고장인 경우에는 그나마 나은 편이나 해외에 수출된 제품의 경우 고장 수리 시 그 비용은 실로 막대할 수밖에 없다. 이는 제조사의 이미지 실추와 인력낭비, 비용낭비를 모두 가져올 수밖에 없다.

이러한 문제점들을 해결하고자 차량의 고장부위를 원격으로 점검하고 고장부위를 원격에서 파악하여 이를 미리 대비하고 찾아가는 서비스를 구축하여 제조사의 위상을 높이고 서비스 품질을 향상시켜 비용을 절감하고 품질을 높여 기업을 활성화 시키는 데 본 연구의 목적이 있다.

대체적으로 기계부품에 대한 고장은 현장의 실무자들손에서도 파악이 되나 전기 제어부는 일반적인 사람들이 파악하기가 쉬운 일은 아니다. 이에 본 연구에서는 전기제어부의 고장부위를 자동으로 판별하고 이를 사용자의 휴대폰앱을 통하여 바로 파악하여 즉각적인 고장코드를 특장차 제조사측에 통보하여 고장수리를 빠르고 원활하게 하고자 한다.

이를 구현하기 위하여 IoT 사물인터넷의 기술을 이용하여 특수목적의 차량 분야의 현장에서 요구되는 항목에 따라 고장부위를 스스로 판단하고 기기 자체적으로 제작사측에 고장여부를 알려주는 시스템을 구축하고자 한다[1][2].

## II. 시스템구성

특장 차량의 원격점검 시스템을 구축하기 위하여 그림 1과 같은 특장차량인 유원산업의 다목적 로더를 그 대상으로 본 연구를 진행하였다.



그림 1. 다목적 로더  
Figure 1. Multi-Purpose Loader

### 2.1 원격 진단 시스템의 전반적인 시스템 구성 개요

각종 동작 센서에서의 이상값을 차량 제어장치로 보내면 이를 제어장치에서 통신모듈을 통해 데이터 수집장치로 보내고 이를 서비스 센터로 보내 필요한 조치를 받을 수 있게 한다[3]. 중대한 결함의 경우 현장 출동팀에서 즉시 출동하거나 비상조치를 취할 수 있도록 제어시스템에 명령을 내리게 한다. 다음 그림 2는 원격진단 시스템의 전반적인 흐름을 나타낸다.

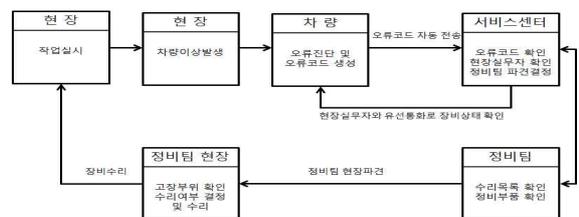


그림 2. 원격진단 시스템의 전반적인 개요  
Figure 2. Overview of Remote Diagnosis System

시스템의 구성은 다음 그림 3과 같이 차량의 제어기와 디스플레이 모듈인 HMI(Human-Man-Interface)를 차량에서 많이 사용하는 CANOpen프로토콜을 이용하여 구성하였으며 휴대폰과 HMI는 블루투스 통신을 통하여 정보를 주고받게 구성하였다[4].

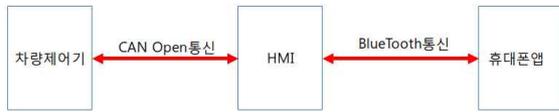


그림 3. 시스템구성도  
 Fig. 3 System Diagram

다목적 로더의 제어를 통하여 여러 가지 고장코드를 정리하고 이를 디스플레이 모듈에 탑재되어있는 블루투스모듈을 통하여 휴대폰 앱으로 전송하게 구성하였다. 전송되어진 고장코드는 휴대폰 앱을 통해 간략한 설명을 확인 할 수 있으며 이 고장코드를 제작사로 메시지 형태로 전송하게 하였다.

본 연구에서 사용한 센서는 다목적 로더의 특성과 관련된 붐 길이센서, 각도센서 및 로드셀을 기본적으로 사용하였다.

## 2.2 원격 진단 시스템의 고장 분류

고장의 종류는 모두 36개로 특정 지었으며 이들 36개의 고장은 5가지로 분류하였다. 이들 5가지의 분류는 다음과 같다.

CAN 통신 배선 및 전원이상, 전원 키 ON 시 신호 입력 이상, 주행 시 페달 입력 이상, 조이스틱 조작 시 입력 이상 및 유압제어 밸브 코일의 이상유무로 특징 지었다.

1) CAN 통신 배선 및 전원이상 분류에는 컨트롤러 이상, 차량 각도센서 이상, 디스플레이 고장, 파워트랙 고장, 리모컨 고장, 붐 길이센서 고장, 붐 각도센서 고장 및 중량표시 고장이 있으며

2) 전원 키 ON 시 신호 입력 이상에는 어태치먼트 A/B 조이스틱 초기진단 고장, 버킷 상승/하강 조이스틱 초기진단 고장, 붐 상승/하강 조이스틱 초기진단, 붐 인입/인출 조이스틱 초기진단 고장, 전진 페달 초기진단 고장, 후진 페달 초기진단 고장이 있으며

3) 주행 시 페달 입력 이상에는 전·후진 페달 고장으로 스위치 입력 이상과 아날로그 입력 이상이 있으며

4) 조이스틱 조작 시 입력 이상으로는 어태치먼트 A/B 조이스틱 이상, 버킷 상승/하강 조이스틱 조작 이상, 붐 상승/하강 조이스틱 조작 이상, 붐 인입/인출 조이스틱 조작 이상이 있으며

5) 유압제어 밸브 코일 이상에는 주행 전·후진 유압제어 밸브코일 이상, 붐 상승/하강 유압제어 밸브코일 이상, 붐 인입/인출 유압제어 밸브코일 이상, 버킷 상승/하강 유압제어 밸브코일 이상, 그리고 마지막으로 어태치먼트 A/B 및 조항 A/B 유압제어 밸브코일 이상이 있다[5][6].

## 2.3 CANOpen 프로토콜

상기의 36가지 고장 종류를 갖고 본 연구에서 사용한 다목적로더의 차량제어기와 HMI의 통신을 위하여 CANOpen Protocol을 이용하여 프로토콜을 제작하였다. 이 프로토콜의 경우 유원산업의 다목적로더에만 사용가능하나 타 장비에서의 사용은 약간의 변경으로 타 장비에 맞춘 프로토콜을 쉽게 구성할 수 있다.

일반 차량의 경우 CAN통신 프로토콜 중 J1939 규격을 사용한다. 이는 범용 차량의 대부분의 기능정의에 의해 사용되어지나 특수한 목적으로 제작되어지는 특장차량의 경우 그 활용범위가 넓고 일반적인 기능을 가지지 않기에 J1939규격을 사용하기에는 적합하지 않은 부분이 많다. 이에 CAN 프로토콜에서는 CANOpen이라는 규격을 제작하여 사용자 정의로 사용가능한 범위가 넓은 프로토콜을 제공한다. 이에 본 연구에서 사용한 유원산업의 대부분의 특장차량이 그렇듯이 CANOpen프로토콜을 사용한다[7][8][9]. CANOpen프로토콜을 이용한 고장코드 프로토콜은 다음의 그림 4와 같다.



### III. 실험 및 결과

테스트 지그에서는 임의로 고장코드를 발생 시킬 수 있도록 제작하였다. 임의 발생된 고장코드는 그림 7에 보이는 것과 같은 HMI 장비를 통해 휴대폰으로 전송되고 고장 내역을 휴대폰 앱에서 통해 확인하여 임의 고장 내역과 동일한 가를 확인하였다. 그림 7에서 보는바와 같이 HMI를 통해 붐각도, 길이, 작업차량의 회전 반경, 높이, 전복률, 엔진 RPM 및 주유상태 등을 알 수 있다.

또한 사용자가 접하게 되는 앱은 다음의 그림 8, 9와 같이 제작하였다. 그림 8은 특장차량에 대한 정보 및 이상 유무 발견 시 메시지를 보낼 전화번호를 등록하는 화면이며 그림 9는 이상의 종류 및 고장 진단에 대한 화면이다. 이렇게 확인된 고장코드는 다음의 그림과 같이 전송된 고장코드를 제조사측에 전달 가능하게 제작하였다.



그림 7. HMI  
 Figure 7. HMI



그림 8. 사용자 설정화면  
 Figure 8. Setting Screen



그림 9. 고장코드 전송  
 Figure 9. Transmission of the Fault Code

그림 10은 다양한 붐의 길이와 각도 그리고 하중에서의 정확한 데이터 전송이 가능한지를 실험한 그림이다. 이때 다목적 로더의 상태를 정확하게 CANOpen 통신을 통해 HMI로 전송됨을 볼 수가 있다.



그림 10. 다양한 붐 길이, 각도 및 하중에 따른 데이터 전송  
 Figure 10. Data Transmission for various length, angle and payload of the boom

#### IV. 결 론

본 연구에서는 전기제어부의 고장부위를 자동으로 판별하고 이를 사용자의 휴대폰 앱을 통하여 바로 파악하여 즉각적인 고장코드를 특장차 제조사측에 통보하여 고장수리를 빠르고 원활하게 하는 시스템을 구현하였다. 이를 위해 IoT 사물인터넷의 기술을 이용하였으며 특수목적의 차량 분야의 현장에서 요구되는 항목에 따라 고장부위를 스스로 판단하고 기기 자체적으로 제작사측에 고장여부를 알려주는 시스템을 구축하였다.

본 연구를 통하여 특장차량의 특성상 고장수리에서 발생하는 인적비용, 시간적 비용 등을 줄이며 고장부위의 파악을 위해 수리요원을 파견했다가 부품 수급을 위해 다시 반복해서 수리요원을 파견하는 등의 인적자원 낭비를 막고 빠른 대처가 가능하게 하였다.

본 연구를 기반으로 지속적인 시스템의 추가적인 기능 보완을 통해 이런 시스템이 보편화 될 것으로 예상된다.

#### References

- [1] Joosup Jang, "Type and Using Example of the Special Purpose Vehicle", Auto Journal, Vol.35 No.1, 2013
- [2] Gilho Choi, "Special Purpose Vehicle Hi-TECH", Auto Journal, Vol.35 No.1, 2013
- [3] Chang-Koan Son, Se-Chun Oh, Eui-Ryong Kim, Sin-Ryeong Kim, Young-Gon Kim, "A Study on Automotive Diagnostic System using CAN, CAN FD, FlexRay", JIIBC, Vol.16, No.6 pp. 311-318, 2016  
<https://doi.org/10.7236/JIIBC.2016.16.6.311>
- [4] Park, Gun Woo "A study on the Development of CANopen Protocol using UML", Hanyang Univ. Master's Thesis 2008
- [5] Lenz, W., "Bringing CANopen fieldbus into proportional hydraulics The introduction of proportional valves with CANopen interface marks a new era of valve design", Hydraulics & pneumatics, Vol.56 No.4, 2003
- [6] Zhou, Q.H.; Lu, S.Y.; Li, Q.B., "Study on Universal Intelligent Monitoring System in Heavy Machinery Based on CANopen Protocol", Applied Mechanics and Materials, Vol.552, 2014
- [7] Seung-Shin Han, Sang-Back Lee, Kyung-Sik

Han, "A Study on CANopen Data Transmission Service and Performance Analysis", The Institute of Electronics and Information Engineers, Conference Proceedings Vol.2012 No.6, 2012

- [8] Myung Eui Lee, Keun Soo Shin, Sung Hyun Yang, "Aviation Communication Technique : The Design and Implementation of the Motorized Valve Control System using CANopen Protocol", The Korea Navigation Institute, Vol.14 No.3, 2010
- [9] Jin-young Jang, Jae-ryong Shin, sung-tea Park, Young-jin Yum, Soon-yong Yang, Jin-huck Son, Chan-sae Joung, "A Development of Independent suspension Axle System for Special Purpose Vehicle", The Korean Society of Automotive Engineers Conference Proceedings, Vol.2008 No.11, 2008
- [10] Sangbong Park, Daeseung Jeong, "Design and implementation of Serial Communication for IoT Sensing Technology", JCCT Vol.3 No.3, 2017  
<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2017.3.3.27>

※ 이 논문은 2017학년도 세명대학교  
교내학술연구비 지원에 의해 수행된 연구임