

# 차량용 네트워크 Fail-Operational 알고리즘 구현

최혁준<sup>1</sup>, 오성빈<sup>2</sup>, 전재욱<sup>3</sup>

<sup>1</sup>성균관대학교 전자전기공학부 학사과정

<sup>2</sup>성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 박사과정

<sup>3</sup>성균관대학교 반도체시스템공학부 교수

[mick95@g.skku.edu](mailto:mick95@g.skku.edu), [osb8252@g.skku.edu](mailto:osb8252@g.skku.edu), [jwjeon@skku.edu](mailto:jwjeon@skku.edu)

## An implementation of Fail-Operational Algorithm with automotive network

Hyeok-Jun Choi<sup>1</sup>, Sung Bin Oh<sup>2</sup>, Jae Wook Jeon<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Electronic and Electrical Engineering, Sungkyunkwan University

<sup>2</sup>Dept. of Electronic and Electrical Engineering, Sungkyunkwan University

<sup>3</sup>Dept. of Electronic and Electrical Engineering, Sungkyunkwan University

### 요 약

자동차 산업 기술이 빠른 속도로 발전되고 E/E(Electrical/Electronic) 시스템의 기능 안전 메커니즘이 중요시되고 있다. Renesas 社의 차량용 MCU 와 차량용 네트워크인 CAN(Controller Area Network) 과 Ethernet 을 사용하여 통신이 끊기거나 Noise 가 발생해도 정상동작이 가능하도록 하는 Fail-Operational 알고리즘을 구현하였다. 이 연구를 통해 현재 기능 안전의 중요도가 높아지고 있는 자동차 기술 시장의 수요를 맞출 수 있을 것으로 기대한다.

### 1. 서론

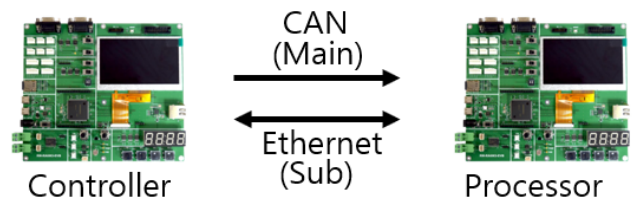
현재 자율주행과 같이 자동차 산업 기술이 빠른 속도로 발전되고 사람의 힘을 대신하는 많은 기능들이 생기고 있어 E/E(Electrical/Electronic) 시스템의 기능 안전 메커니즘의 중요도가 높아지고 있다.

차량의 조향 장치의 동향에서 살펴보자면 차세대 조향 장치로 주목받고 있는 Steer-by-Wire 시스템은 기구적 연결없이 전기적인 신호를 통해 차량을 조향하는 시스템까지 개발되고 있다. 하지만 Steer-by-Wire 시스템은 시스템 고장 시 조향이 거의 불가능해지는 문제가 발생한다. 차량의 조향이 불가능해지면 사고로 직결되기 때문에 Fail-Operational 시스템의 중요도가 높아졌다 [1]. Fail-Operational 이란 기능 안전성의 중요성이 높은 시스템에서 결함이 발생하더라도 시스템이 계속해서 작동할 수 있는 것을 뜻하며, 차량 안전을 보장하기 위해 반드시 구현되어야 한다.

본 논문에서는 Renesas 社의 차량용 MCU 기반 임베디드 보드와 차량용 네트워크인 CAN(Controller Area Network)과 Ethernet 을 사용하여 통신이 끊기거나 Noise 가 발생해도 정상동작이 가능하도록 하는 Fail-Operational 알고리즘을 구현하였다.

### 2. 구현 방식

사용한 장비는 그림 1 과 같이 Renesas 社의 차량용 MCU 인 RA6M3 기반 임베디드 보드 2 대로 Controller 와 Processor 를 구성하였다. Main 통신으로는 CAN 통신을 사용하고 Sub 통신으로 Ethernet 통신을 사용하여 이중성을 보장하였다.



(그림 1) 구현 시스템 개요.

구현 방식은 CAN 통신과 Ethernet 통신에 같은 제어 데이터를 payload 에 담아 Processor 에 전달하고, Processor 에서는 Ethernet 통신을 통해 받은 데이터를 전부 통합하고 데이터의 상태를 확인하는 error bit 를 추가하여 Controller 로 전송한다. 제어 데이터는 모터의 속도를 의미하는 ‘motorsp’에 alive counter 를 추가하여 8bit 로 구성하였다.

Controller 는 통신에 이상이 있을 시 Sub 통신을 Main 통신으로 사용하게 구현하였다. 이상이 생긴 상

황은 다음 두 가지 상황으로 구성하였고 Processor 가 제어할 때 사용한 데이터를 확인하기 위해 PC 로 UART(Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) 통신을 통해 제어 데이터를 확인하였다.

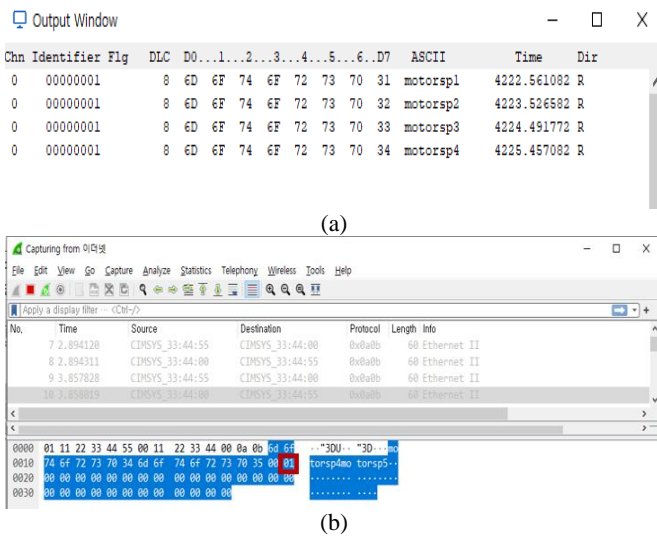
첫 번째는 Main 통신이 끊겼을 때 Fail-Operation 의 구현이다. Processor 에서 Sub 통신을 통해 데이터를 전달받았지만 Main 에서는 데이터를 전달받지 못했을 때 Sub 통신을 통해 전달받은 데이터로 제어하고 Controller 로 Breakage error bit 를 전달한다.

두 번째는 Main 통신에 noise 가 발생했을 때의 구현이다. Processor 는 기존의 전달받았던 메시지와 현재 메시지를 비교하여 현재 메시지가 신뢰할 수 있는 데이터인지 판단한다. 신뢰할 수 없는 데이터인 경우, Sub 통신을 통해 전달받은 데이터로 제어하고 Controller 로 Noise error bit 를 전달한다. 여기서 Noise error bit 는 17 번째 bit, Breakage error bit 는 18 번째 bit 로 전송하게 구현하였다.

3. 실험 결과

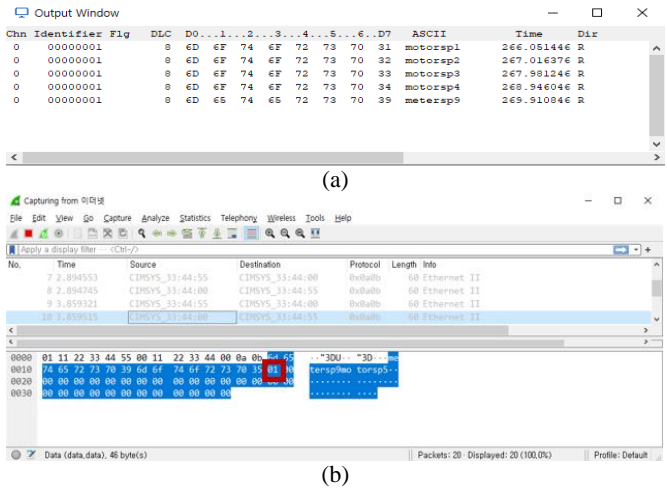
통신의 끊김과 noise 발생은 Controller 에서 의도적으로 Can 통신을 차단하거나 데이터의 noise 를 추가하여 전송하는 것으로 실험환경을 구성하였다.

그림 2 를 통해 4 번째 메시지까지 송신되고 CAN 통신이 끊겼을 때 Processor 가 Controller 로 보내는 Ethernet 메시지에 18 번째 비트가 1로 되며 CAN 통신의 끊김을 Controller 에 알림을 확인할 수 있다.

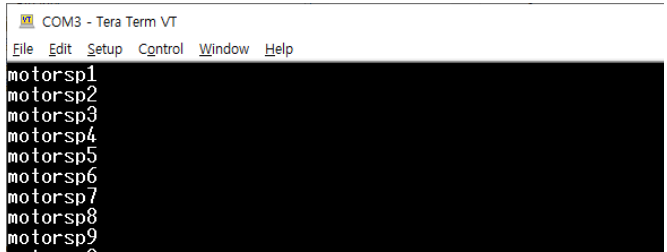


(그림 2) CAN 통신이 끊겼을 때 메시지 측정 결과 (a) CAN 메시지 (b) Controller 에서 수신한 Ethernet 메시지

그림 3 을 통해 CAN 통신의 5 번째 메시지에 Noise 가 송신되었음을 확인할 수 있고 Processor 가 Controller 로 보내는 Ethernet 메시지에 17 번째 비트가 1로 되며 CAN 통신에 Noise 가 발생했음을 Controller 에 알림을 확인할 수 있다.



(그림 3)CAN 통신에 Noise 가 발생했을 때 메시지 측정 결과 (a)CAN 메시지 (b)Controller 가 수신한 Ethernet 메시지



(그림 4)UART 를 통해 PC 에서 확인한 데이터

그림 4 를 통해 alive counter bit 을 확인해 보면 Main 통신에 문제가 발생한 두가지 상황 모두에 대해서 시스템 오류 없이 Fail-Operation 이 정상적으로 동작하였음을 확인할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서 Main 통신에 noise 나 breakage 가 발생하였을 때에 Fail-Operational 이 되는 알고리즘을 구현하였다. 실험을 통해 구현한 알고리즘이 사용된 Fail-Operation 시스템이 제어 데이터에 이상이 없고 정상적으로 동작할 수 있음을 확인하였다. 본 알고리즘을 통해 Sub 통신으로 CAN 통신 대신 Ethernet 통신을 채택함으로써 양방향 통신으로 실시간 피드백이 가능하다. 또한 더 많은 데이터를 전송할 수 있어 통신의 상태 정보를 추가적으로 전달할 수 있어 더 높은 기능 안전성에 기여할 것으로 기대한다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 정부(교육부-산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (P0022098, 2023 년 미래형자동차 기술융합 혁신인재양성사업)

참고문헌

[1] 김경래, 김정래, 구태윤 “미래 차량을 위한 신개념 조향장치, Steer-by-Wire 시스템 양산개발 현황”, 한국자동차공학회, 43 권, 2 호, 13-19, 2021