

진단 통신을 활용한 차량 진단데이터 처리 연구

장문수*

한국폴리텍대학

A Study of Vehicle Diagnostic Data Processing using Diagnostic Communications

Moon-soo Chang

Korea Polytechnics

E-mail : avecmschang@kopo.ac.kr

요 약

자동차 진단을 위해서는 자동차 전자 장치인 ECU(Electronic Control Unit)로 구성된 전자 장치를 통해 다양한 통신방식을 활용하여 ECU 내 또는 ECU 간 진단 데이터를 수집하고 진단데이터를 관리하여 이뤄지고 있다. 통신 방식으로는 LIN, CAN, FlexRay 등이 주로 사용되고 있다. 최근에는 Ethernet 기반으로 유선/무선 통신을 활용하고 있다. 자동차 진단을 수행하려면 ECU에서 발생하는 진단코드를 알고 있어야 하고, 진단통신을 이용하여 진단 데이터를 수집할 수 있어야 가능하다. 또한, 자동차 진단에 필요한 응용소프트웨어가 구성되어야 ECU로부터 진단데이터를 관리할 수 있다. 많은 자동차 제조사가 자동차 전장 표준인 AUTOSAR 표준을 기반으로 ECU를 제작하고 있으면, 소프트웨어 구조 또한 표준에 따라 적용될 수 있도록 구성되어 있다. 본 논문에서는 AUTOSAR 표준의 자동차 진단 통신 방식을 이해하고 진단 데이터 구성과 처리 방식에 대해서 연구하였으며, 소프트웨어 컴포넌트와 진단통신, 진단 이벤트 처리에 대한 내용에 대해서 연구하였다.

ABSTRACT

In order to diagnose a vehicle, it is achieved by collecting diagnostic data within the ECU or between ECUs and managing the diagnostic data by utilizing various communication methods through an electronic device composed of an ECU(Electronic Control Unit), which is an automotive electronic device. As communication methods, LIN, CAN, FlexRay are mainly used. Recently, wired/wireless communication is being used based on Ethernet. In order to perform vehicle diagnosis, it is necessary to know the diagnosis code generated by the ECU and to collect diagnosis data using diagnosis communication. In addition, diagnostic data can be managed from the ECU only when the application software required for vehicle diagnosis is configured. If many automobile manufacturers are manufacturing ECUs based on the AUTOSAR standard, which is an automotive electronic standard, the software structure is also configured to be applied according to the standard. In this paper, we understand the vehicle diagnosis communication method of the AUTOSAR standard, study the configuration and processing method of diagnosis data, and study the contents of software components, diagnosis communication, and diagnosis event processing.

키워드

DEM, DCM, AUTOSAR, Diagnostic, Vehicle Diagnostic Service, DTC

1. 서 론

내연기관 위주의 자동차들은 전자부품보다는 기

* corresponding author

계적인 부품 위주로 구성되어 화석연료를 연소하여 발생하는 에너지를 통해 구동된다. 최근의 자동차들은 전자장치와 다양한 센서들의 조합으로 자동차가 만들어지며, 전기자동차의 경우 내연기관이 아닌 배터리에서 발생한 전기에너지를 통해 자동차 모터를 구동하여 이동하는 형태로 변모하고 있다. 그럴 경우, 자동차는 많은 센서들의 센싱 데이터를 통해 액츄에이터가 수행되는 형태로 많은 부분이 전자부품으로 구성되어 ECU(Electronic Control Unit)가 많아지는 형태로 변하고 있다[1].

이에 본 논문에서는 AUTOSAR(AUTomotive Open System ARchitecture) 표준을 적용하여 만들어진 ECU의 진단표준에 대해서 이해하고, 진단 데이터 처리를 위한 과정을 통해 진단 데이터 처리를 테스트 하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 AUTOSAR 표준 아키텍처에 대해서 이해하며, III장에서는 진단 시스템 구성을 통해 진단 데이터 처리 시스템을 구성하고, 진단 데이터를 테스트 하는 방법을 설명한다. IV장에서는 ECU와 테스트 간의 진단 테스트를 통해서 진단 데이터 처리 수행에 대한 내용을 분석하여 결과를 확인하고, 마지막으로 V장에서는 테스트 결과에 따른 ECU와 테스트 간의 차량 진단 처리에 대하여 구현 결과를 기술한다.

II. 표준 아키텍처

AUTOSAR의 차량 진단을 위한 진단 표준 스택에 대하여 서술한다. AUTOSAR 표준은 ECU에 포함될 수 있는 계층화된 소프트웨어 아키텍처를 가지고 있다. Application 계층, RTE(RunTime Environment)계층, 서비스 계층, 하드웨어 추상화 계층, 드라이버 계층, 마이크로컨트롤러 계층으로 구성되어 있다[2].

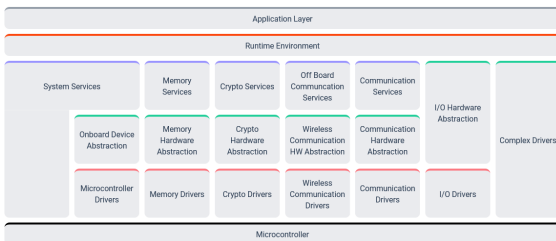


그림 1. AUTOSAR 소프트웨어 아키텍처

AUTOSAR는 자동차 전장에 필수적인 표준 플랫폼으로써 AUTOSAR Classic Release R20-11이 최신 버전이다. 다양한 소프트웨어 아키텍처가 계층적으로 연결되어 있으며, ECU에 포함될 수 있는 다양한 센서, 모터 등과 LIN(Local Interconnect Network), CAN(Controller Area Network), FlexRay, Ethernet 통신 등 다양한 하드웨어를 사용하여

ECU를 구성할 수 있도록 계층화된 소프트웨어 아키텍처를 제공하는 플랫폼이다. 그 중에서 자동차 진단데이터 처리 및 관리를 위한 계층화된 아키텍처를 제공하고 있다.

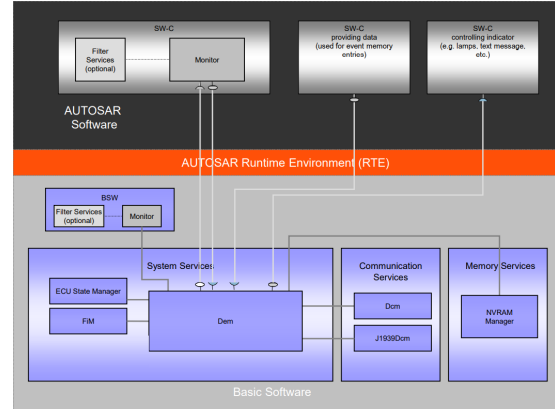


그림 2. 차량 진단을 위한 AUTOSAR 아키텍처

그림2와 같이 AUTOSAR 표준을 적용하는 진단 관련 소프트웨어 계층 구조는 SW-C(Software-Components)와 RTE(AUTOSAR RunTime Environment)를 사이에 두고 Basic Software 모듈중에서 Monitor, System 서비스 계층의 ECUM(ECU State Manager), FIM(Function Inhibition Manager), DEM(Diagnostic Event Manager), Communication 서비스 계층의 DCM(Diagnostic Communication Manager), J1939Dcm(Diagnostic Communication Manager for J1939), Memory 서비스 계층의 NVRAM(NVRAM Manager)의 요소로 진단 데이터 관리 및 처리를 수행하고 있다[2].

III. 진단 시스템 구성

여러 ECU들은 모든 진단 데이터를 포함하고 있지 않기 때문에 ECU 특성에 맞는 진단 데이터를 처리해야 하므로 전체 모듈이 필요하다기 보다는 응용에 따른 필요한 진단 데이터 처리를 위해 DEM, DCM, NVRAM, ECUM 등의 모듈만으로 진단서비스 구성이 가능하다. 다만, 통신을 위한 프로토콜 스택을 감안한다면, LIN, CAN, FlexRay, Ethernet에 필요한 통신 스택, IO 모듈을 추가적으로 구성하고 SW-C의 응용에 따라서 진단데이터를 처리할 수 있다면 최적화된 구성이 가능하다. 본 논문에서는 자동차 통신에서 많이 사용하는 CAN 통신을 통해서 진단 데이터 요청 및 DTC(Diagnostic Trouble Code) 데이터 처리를 구성하였다. 사용해야 할 진단 관련 AUTOSAR 모듈은 그림 3과 같은 소프트웨어 구성 절차를 통해서 C언어를 활용할 수

있는 구조로 설정 및 구성된다. 생성되는 C 코드는 MISRA(Motor Industry Software Reliability Association) 룰을 적용하여 자동차 산업에서 요구하는 기준을 맞추어야 한다.

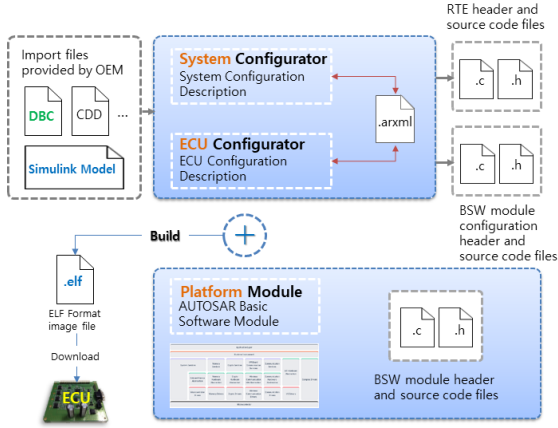


그림 3. 통합 자동차 전장 소프트웨어 구성 절차

자동차 제조사에서 사용되는 응용소프트웨어와 관련된 SW-C 모듈이 필요하며, AUTOSAR 표준에서 제안하는 형태의 개발 방법론에 따라서 목표 ECU의 환경설정에 필요한 시스템 설정, ECU설정을 통해 생성된 코드 파일, 진단관련 AUTOSAR Basic Software 모듈의 코드 파일들을 빌드하여 ELF(Executable and Linking Format) 형식의 이미지 파일을 생성하여 ECU에 다운로드 하여 ECU 구동을 테스트 할 수 있도록 구성되어 있다[4].

진단 데이터 처리를 위해서는 DTC(Diagnostic Trouble Code)를 관리한다. AUTOSAR 표준에서는 DEM 모듈을 통해 DTC를 관리한다[5]. DEM 모듈에서 사용되는 DTC의 구조는 다음과 같다.

non OBD	unused	DTC HighByte	DTC MiddleByte	DTC LowByte
OBD	unused	DTC HighByte	DTC LowByte	0x00
	Byte 3	Byte 2	Byte 1	Byte 0

그림 4. DTC(Diagnostic Trouble Code) 구조

DEM 모듈은 ISO-14229-1, SAE J2012 OBD DTC, SAE J1939-73, ISO 11992-4, SAE J2012 WWH-OBD DTC와 같은 DTC 형식을 지원한다. DEM 모듈은 nonOBD와 OBD 구조를 지원한다. nonOBD 구조는 Byte0 = DTC LowByte, Byte1 = DTC MiddleByte, Byte2 = DTC HighByte, Byte3은 사용되지 않으며 uint32로 DTC를 보고한다. OBD DTC형식은 Byte1 = DTC LowByte, Byte2 = DTC HighByte 2바이트만 사용하고 Byte0은 0x00, Byte3은 사용되지 않고 uint32로 보고된다. 또한, WWH-OBD(World Wide Harmonized-OnBoard

Diagnostics) 형식에도 HighByte, MiddleByte, LowByte 3바이트가 사용되며, SAE J2012-DA 기준에 따르면 DTC의 경우에는 Byte1 = LowByte, Byte2 = HighByte, Byte0은 FTB(Failure Type Byte)로 사용되는 uint32로 보고해야 한다[2].

IV. 진단 테스트

진단 테스트를 위해서는 CAN 통신을 통해 테스트를 수행할 수 있는 CANoe 도구, ECU, ECU에 내장된 AUTOSAR 진단 소프트웨어 모듈의 동작을 확인할 수 있는 Trace32 등과 같은 도구가 필요하다. CAN 통신 기반 진단 데이터 처리를 확인하기 위한 테스트 환경은 그림5와 같다.



그림 5. 진단 테스트 환경

진단 테스트 환경은 DEM, DCM, NVRAM, ECUM 등의 모듈로 구성된 AUTOSAR 소프트웨어 모듈들로 구성된 Target ECU가 필수적으로 필요하다. 또한 CAN 통신을 통한 진단 데이터 처리를 확인하기 위하여 CANoe와 SW-C에 해당하는 응용소프트웨어가 있어야 CAN 통신을 기반으로 하는 진단 데이터 처리에 대한 결과를 확인할 수 있다.

CANoe는 진단 테스트에 필요한 테스트를 통해서 요청받은 OBD, DTC 등에 해당하는 진단 요청을 CAN통신 프레임으로 변환하고 ECU에 전달하여 진단관련 요청 및 응답 결과를 확인할 수 있도록 지원한다. TRACE32는 진단데이터 처리에 대한 AUTOSAR 진단 모듈의 내부 구조를 확인하고 디버깅하기 위한 도구로 활용된다.

Target ECU의 경우에는 자동차에서 활용될 다양한 부품과 함께 응용 SW-C도 탑재되어 운용된다. 예를 들면, 안전벨트 모터제어 ECU, 운전석 포지셔닝 ECU, 에어백 ECU 등과 같이 자동차 부품으로써 센싱/엑츠크에이터 및 모터 등의 제어를 위한 AUTOSAR 소프트웨어 모듈이 탑재된다.

진단 테스트를 위한 AUTOSAR 진단 모듈인 DEM은 Status of DTC 로직 처리를 통해서 진단 데이터 처리를 진행하며, fault 상태에 따라서 그림 6과 같이 작동할 수 있도록 정의하였다. DEM에서는 고장 발생 카운트에 따른 debounce 알고리즘에 따라서 testFailed, confirmedDTC의 값을 통해 fault 여부를 판단하며 고장 발생 주기별 카운트를 통해

서 testFailed를 1로 설정한다.

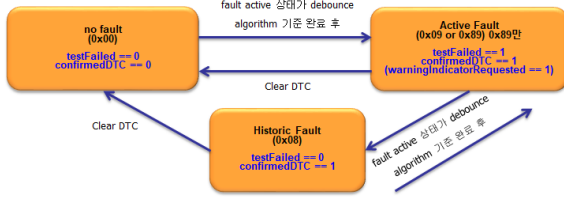


그림 6. statusofDTC에 따른 fault 작동 상태

DEM에서는 DTC와 DTC Group을 통해서 DTC 데이터를 관리하며, Extended Data 구성을 통해서 진단 데이터를 관리한다. DTC, DTCKind, DTCTOrigin, ExtendedDataNumber 파라미터에 따라서 ExtendedDataRecord를 처리한다.

몇 가지 진단 항목을 토대로 CANoe를 이용하여 ClearDiagnosticInformation 진단 데이터 요청에 대한 결과는 그림7과 같다[6].



그림 7. ClearDiagnosticInformation 수행 결과

ClearDiagnosticInformation이 수행되면 DTC에 대한 진단 데이터 정보 삭제 요청이 진행되며, DEM 모듈 내에서 해당 DTC에 대한 진단 데이터가 삭제된다. 이러한 진단 서비스의 종류에는 Sesseion변경, ECU 리셋, 고장 코드 읽기 등과 같은 서비스가 있다.

V. 결론

본 논문에서는 AUTOSAR 표준 아키텍처에 대해서 확인하였으며, 진단 시스템 구성을 통해서 CAN통신을 기반으로 하는 진단 데이터 처리에 대하여 연구하였다. 자동차에는 많은 ECU들이 포함되어 있으며 향후에는 더 많은 ECU들이 장착되리라 생각된다. 이럴 경우 ECU와 ECU간에 많은 진단 데이터 처리를 통해 자동차 부품에 대한 진단을 수행할 있는 것을 확인하였다. DTC 및 OBD 등은 제조자 별로 상이할 수 있으나, AUTOSAR라는 표준 플랫폼을 통해 각 ECU별로 진단 관련 데이터 처리에 대한 표준 메커니즘을 적용하여 벤더 별로 진단 데이터는 다르더라도 표준 구현 방법을 적용하여 표준화된 구현은 가능하다는 것을 확인하였다. 향후에는 보다 많은 진단 데이터 처리와

다양한 ECU간에 진단 통신을 통해 간섭 없는 진단데이터 처리에 대해서 연구하고자 한다.

References

- [1] Byongsu Kim, Seongsu Hong, "Component Development of AUTOSAR Diagnostic Event Manager (DEM)" in 2010 KSAE annual spring conference, BEXCO in Busan, pp. 1192-1200, 2010.5.
- [2] 11.2020:R20-11, Specification of Diagnostic Event Manager [Internet]. Available : <http://www.autosar.org/>.
- [3] 11.2020:R20-11, Specification of Diagnostic Event Manager [Internet]. Available : <http://www.autosar.org/>.
- [4] 11.2020:R20-11, Specification of AUTOSAR Run-Time Interface [Internet]. Available : <http://www.autosar.org/>.
- [5] The Lifecycle of a Diagnostic Trouble Code (DTC) [Internet]. Available : <https://www.kpit.com/>.
- [6] Moon-Soo Chang, "A Study of AUTOSAR Standard Vehicle Diagnosis Service based on CAN Communications" Proceeding of the KIPEE Conference 2020, koreatech in Cheonan, pp.496.