

CAN 및 10Base-T1S 이더넷 통합 차량용통신

민지현, 정소영, 박영일
국민대학교 대학원 전자공학과

jhmin@kookmin.ac.kr, ypark@kookmin.ac.kr

In-Vehicle Networking by Integration of CAN and 10Base-T1S Ethernet

Ji Hyun Min, Soyoung Jung, Youngil Park
Electronics Engineering Department, Kookmin University

요약

차량 내에서 파워트레인, 바디 및 새시 제어에 기준에 적용되어 온 캔 통신과 ADAS 및 자율주행을 위해 새롭게 이용되는 이더넷은 차량 내에서 서로 분리된 배선을 이용하고 있다. 본 논문에서는 차량 네트워크의 배선을 줄이고 성능을 향상하기 위해 캔 통신과 10Base-T1S 이더넷의 통합 네트워크를 제안한다. 또한 통합망에서 캔 신호에 우선순위를 부여하고, ECU 간 원활한 신호 전달을 위한 방식들을 제시한다.

I. 서 론

캔 (CAN, Controller Area Network) 통신은 1980년대에 개발되어 현재 대부분의 자동차와 기차, 배 등의 운송기관 뿐 아니라 산업 제어 시스템에서도 사용되고 있다[1]. 캔 통신은 네트워크 길이가 40 미터 이하일 때 1 Mbps의 속도로 한 프레임에 0~8 바이트의 데이터를 전송할 수 있다. 그러나 자동차 기술이 빠르게 발전하면서 훨씬 많은 센서를 갖춰 복잡해진 전자제어 장치(ECU)는 기존보다 더 큰 대역폭을 요구하고 있고, 이를 위해서 캔 네트워크보다 가벼운 케이블을 이용하면서도 고속의 데이터를 전송할 수 있는 차량용 이더넷 연구가 활발하게 진행되고 있으며[2], 주 적용 대상은 자율주행, ADAS, 인포테인먼트, 차량 내 통신, 계측, 진단 등을 들 수 있다.

캔, 이더넷 등 차량 내부 통신에 사용되는 케이블 하니스는 엔진과 새시 다음으로 무겁고 고가인 제품으로 특히 케이블 하니스의 중량은 엔진 효율에 직접적으로 영향을 준다. 따라서 캔 통신과 차량용 이더넷을 독립적으로 배선, 운영하는 것은 하니스의 중량을 키우고 조립 작업 또한 복잡하므로 이를 통합할 필요가 있다. 기존의 캔 버스를 사용하는 네트워크와 차량 내 통신의 백본으로 사용될 이더넷을 연결하기 위해서는 캔-이더넷 게이트웨이가 필요하다[3]. 본 연구에서는 캔과 10Base-T1S 이더넷 통합을 이용해 차량용 통신의 성능을 향상할 방법을 제시한다.

II. 캔 신호의 이더넷 통합

캔 통신과 차량용 이더넷을 차량 내에서 함께 이용하기 위해서는 현재 그림 1(a)와 같은 별도의 네트워크가 필요하다. 이때 이더넷에는 PLCA (Physical Layer Collision Avoidance)를 적용하는 버스구조의

10Base-T1S를 적용하였다[4]. 차량용을 위해 개발된 100Base-T1 이더넷은 점대점 구조이고 많은 스위치를 필요로 하기 때문에 현재의 차량구조를 고려할 때 비용이 많이 증가하는 단점이 있으므로 본 연구에서는 캔과의 통합에 같은 버스구조를 갖는 10Base-T1S를 선택했다. 그림 1(b)는 캔과 이더넷을 통합한 네트워크에 해당한다. 이 경우 공통 경로에 해당하는 배선을 많이 줄일 수 있고 이더넷의 넓은 대역폭을 이용하여 캔 신호를 더욱 빨리 처리할 수 있는 장점이 있다.

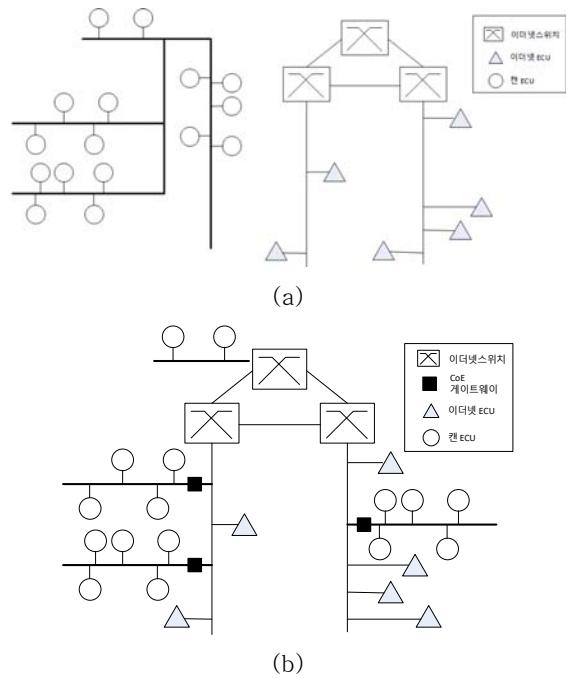


그림 1. 캔, 이더넷 통합 전/후 차량 내 통신 네트워크
(a) 통합 전 (b) 통합 후

한편, 위와 같이 네트워크를 통합하기 위해서는 캔 통신에서 이용되고 있는 중요 신호들을 높은 우선순위를 가지고 처리해줄 수 있어야 한다. 캔 통신은 충돌이 발생할 시 두 메시지의 우선순위를 비교하여 중재에서 진 프레임은 전송을 중단하고, 이진 프레임은 전송을 계속하여 지연 없이 송신이 가능하다는 장점이 있다.

일반 이더넷의 CSMA/CD 방식은 충돌이 발생할 시 송신을 전부 중단하고 Backoff 후 다시 전송을 시작하기 때문에 상황에 따라 긴 지연이 발생할 수 있다. 반면, 10Base-T1S PLCA는 각 노드에 ID를 부여하여 노드마다 일정한 작업 시간을 할당하는 round-robin 방식으로 우선권을 주되 자기 순서에 보낼 데이터가 없으면 다음 노드로 순서를 양보한다. 또한 노드가 송신을 시도할 때 버스가 다른 노드에 의해 사용 중이면 상위 레이어로 충돌 신호를 전달, 송신을 중단시켜 실질적으로 버스 매질에서는 충돌이 발생하지 않아 지연이 감소된다는 장점이 있다[5].

그림 2는 캔 패킷의 이더넷 오버레이 방식을 보여준다. 캔-이더넷 게이트웨이는 캔 패킷을 유지하되 이더넷 제어 비트를 추가한 후, 할당된 슬롯에 실어 전송한다. 이때 높은 우선순위를 갖는 캔 데이터는 지연시간을 최소로 해야 한다. 캔 버스에서 메시지는 기존과 동일한 CSMA/CR 방식으로 처리되어 프레임의 중재영역에 따라 우선순위를 결정한다. 이후 캔-이더넷 게이트웨이에서 패킷이 변환되어 이더넷 버스에 브로드캐스팅 되면 다른 이더넷 노드의 패킷은 작은 크기로 세그멘테이션 함으로써 그림 2의 Max time slot 길이를 짧게 함으로써 지연시간을 짧게 한다. 이후 캔 전송이 완료되면 기존에 전송하던 패킷 길이로 프레임을 전송한다.

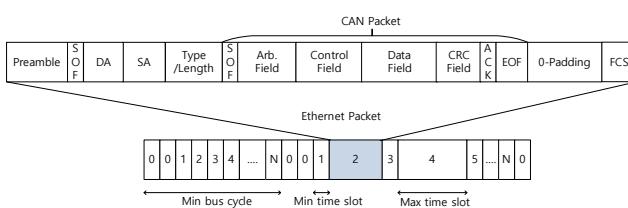


그림 2. 캔 패킷의 이더넷 오버레이

III. 시뮬링크를 이용한 캔-이더넷 게이트웨이

그림 3은 캔-이더넷 통합 네트워크 구조에서 캔 패킷을 이더넷 패킷으로 변환하는 게이트웨이의 구조를 보이고 있다. 게이트웨이 구성을 위해 Matlab/Simulink를 사용하였다. 가상 버스채널을 통해 캔 메시지를 게이트웨이에서 수신하면 수신 메시지로부터 데이터 길이를 판단하고, 이를 이용해 이더넷 패킷을 생성한다. 이 때 이더넷의 목적지 주소(DA)는 브로드캐스트로 처리하고 캔에 연결된 이더넷 노드만 수신하도록 한다. 한편, 최대 8 바이트 길이를 갖는 캔 패킷을 최소 46 바이트 이더넷 패킷에 매핑하기 위해 0-패딩을 이용하였다. 만일 캔 버스에서 연속적으로 신호가 입력되는 경우 0-패딩 대신 캔 신호를 덧붙여 이더넷 패킷에 입력할 수 있도록 한다. 이렇게 생성된 캔-이더넷 패킷은 10Base-T1S의 PLCA 프로토콜을 따라

할당된 슬롯 순서에 따라 이더넷 버스에 전송된다. 이렇게 전송된 캔-이더넷 신호는 이더넷 버스와 스위치를 경유하여 차량 내 모든 이더넷 노드에 브로드캐스트 된다. 또한 해당 이더넷 노드가 캔-이더넷 게이트웨이에 연결되어 있는 경우 메시지는 캔으로 변환되어 캔 버스로 전달되어 캔 통신을 구현할 수 있게 된다.

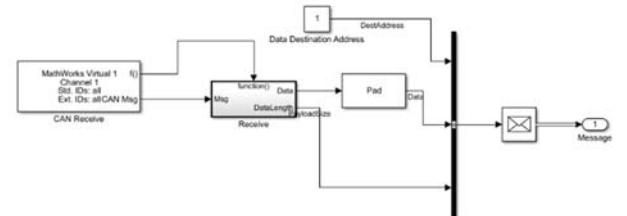


그림 3. 캔-이더넷 게이트웨이

IV. 결 론

자동차 기술이 발전함에 따라 증가하는 차량 내 통신과 ADAS, 자율주행과 같은 고용량의 데이터를 빠르게 전달하는 기술이 실현되기 위해서는 지금보다 훨씬 큰 대역폭과 저지연, 안정성을 가진 차량내통신 네트워크가 필요하다. 기존의 캔 통신 네트워크에 이더넷 버스를 활용하는 방식은 이더넷 스위치의 수를 줄이고 차량 내 케이블 하니스의 무게를 감소시켜 이전보다 성능이 향상되리라 예상된다. 캔-이더넷 통합 네트워크를 제안하고 시뮬레이션, 하드웨어 구현 등을 통해 이를 검증할 계획이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 한국연구재단 기본연구지원사업(NRF-2018R1D1A1A09083825)의 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] Steve Corrigan, "Introduction to the Controller Area Network", Texas Instruments, SLOA101B-August 2002-Revised May 2016.
- [2] "Automotive Ethernet: An Overview", ixia, 915-3510-01 Rev. A, May 2014.
- [3] 정보홍, 김대원, 전부선, 주홍일, 나중찬, "오토모티브 이더넷 보안 기술", 전자통신동향분석 제33권 제5호, pp. 76-85, 10.2018.
- [4] IEEE, "IEEE Standard for Ethernet Amendment 5: Physical Layers Specifications and Management Parameters for 10 Mb/s Operation and Associated Power Delivery over a Single Balanced Pair of Conductors", IEEE 802.3cg, 2019.
- [5] Piergiorgio Beruto, Antonio Orzelli, "802.3cg draft 2.0 PLCA (Clause 148) Overview", Canova Tech, July 2018.