

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

요 약

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

I. 서 론

CAN (CAN, Controller Area Network) 통신은 1980년대에 개발되어 현재 대부분의 자동차와 기차, 배 등의 운송기관 뿐 아니라 산업 제어 시스템에서도 사용되고 있다[1]. CAN 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 CAN 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.

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

II. CAN 신호의 이더넷 통합

CAN 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 CAN과의 통합에 같은 버스구조를 갖는 10Base-T1S를 선택했다. 그림 1(b)는 CAN과 이더넷을 통합한 네트워크에 해당한다. 이 경우 공통 경로에 해당하는 배선을 많이 줄일 수 있고 이더넷의 넓은 대역폭을 이용하여 CAN 신호를 더욱 빨리 처리할 수 있는 장점이 있다.

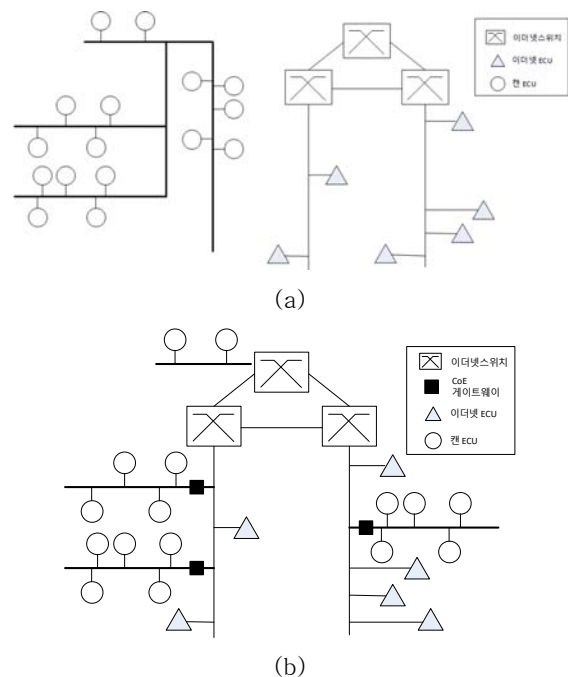


그림 1. CAN, 이더넷 통합 전/후 차량 내 통신 네트워크
(a) 통합 전 (b) 통합 후

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.

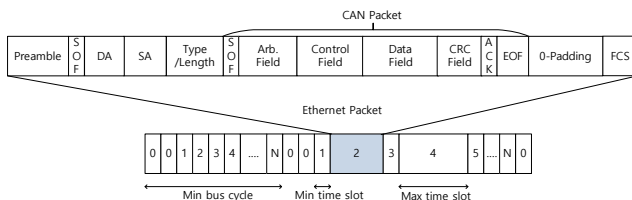


그림 2. 캔 패킷의 이더넷 오버레이

III. 시물링크를 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 메시지에서부터 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.

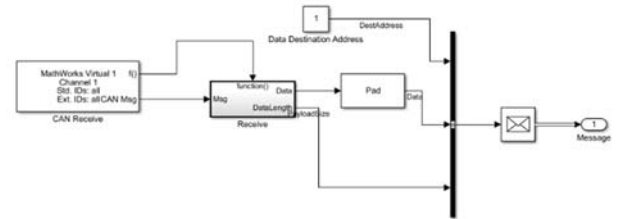


그림 3. 캔-이더넷 게이트웨이

IV. 결론

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.

참고 문헌

- [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.