

논문 2011-48SC-6-4

Pseudo MOST 프로토콜 기반 자동차용 네트워크 통합 게이트웨이 시스템 개발

(Development of Automotive Gateway System Using Pseudo MOST
Network as Backbone)

안 성 수*, 김 우 현**

(Sung-Su Ahn and Woo-Hyun Kim)

요 약

본 논문은 다른 종류의 프로토콜을 가지는 자동차 네트워크를 통합하기 위해 MOST 네트워크를 백본으로 하는 게이트웨이 시스템에 대한 것이다. 서로 다른 프로토콜들의 상위 계층의 메시지와 데이터 구조에 상관없이 서로간의 통신을 위해 MOST와 비슷한 구조를 가지는 Pseudo MOST 프로토콜을 설계하여 이를 데이터 수송을 위한 매개체로 이용하였다. 자동차 네트워크에 적용하기 위해 일체형 게이트웨이와 소형 독립형 게이트웨이 두 가지 타입이 개발되었다. 일체형 게이트웨이는 이더넷 포트, 영상 및 음성 포트를 가지고 있는 반면 소형 독립형 게이트웨이는 영상, 음성, 블루투스 그리고 Flexray용으로 각각 개발되었다. 소형 독립형 게이트웨이를 이용한 네트워크 시스템 실험을 통해 개발된 게이트웨이가 서로 다른 프로토콜간의 데이터 송수신이 효율적으로 수행될 수 있음을 보여주었고 자동차 네트워크 통합용으로도 활용이 가능함을 보여주었다.

Abstract

This paper describes a gateway system based on a MOST network for integrating several different automotive network protocols. For transparent data communication among different protocols regardless of the high-level messages and the data format, Pseudo MOST frame was designed based on MOST frame and this pseudo MOST data frame is used as the data carrier. For automotive application, two types of gateways were developed, one board-type gateway and small-sized module-type gateways. One board-type gateway has ethernet port, video port and audio port. Meanwhile, small-sized module-type gateways are developed for video, audio, bluetooth and Flexray, respectively. Experiments with a network system using several small-sized module gateways verified efficient data communication among different network protocols and confirmed the effectiveness of the proposed gateway system for automotive network integration.

Keywords : MOST, gateway, network integration, automotive network, optical ring network

I. 서 론

1970년대 이후부터 자동차용 전자 시스템들이 폭발적으로 증가하기 시작하였고 이들은 기존 기계 시스템

혹은 유압시스템들을 대체하기 시작하였다. 이로 인해 차량 내부에 수많은 ECU(Electronic Control Unit)들이 채용되었고 따라서 차량 내부의 신호 체계와 제어가 복잡해지게 되었다. 자동차 내 복잡한 배선 및 신호체계를 단순화하고 경량화하기 위해 1990년대 들어 자동차 ECU간의 데이터 통신을 위해 전송 매체, 망의 형태, 상위 프로토콜 등을 포함하는 네트워크가 도입되기 시작하였다.^[1] 이러한 네트워크들을 위해 다양한 프로토콜들이 이용되는데 대표적으로 CAN(Control Area Network), LIN(Local Interface Network), Flexray,

* 정회원, (재)대구기계부품연구원
(Daegu Mechatronics & Materials Institute)

** 정회원-교신저자, 영남이공대학
(Yeungnam College of Science & Technology)

※ 본 논문은 지식경제부에서 시행한 지역산업기술개발사업의 결과임(과제번호: 10027531).

접수일자: 2011년3월23일, 수정완료일: 2011년9월26일

MOST(Multimedia Oriented System Transport) 등을 들 수 있다. 이중 CAN, LIN, Flexray는 자동차 기기와 기계의 제어 명령 송수신 및 상태정보 취합을 위한 제어신호들을 네트워크화 하는데 주로 이용되는 프로토콜이며, MOST는 차량내부의 멀티미디어 기기를 위해 멀티미디어 정보의 안정된 전송, 사용의 효율성 및 편의성을 위한 프로토콜이다.^[2~3] 근래에는 특히 자동차의 안전과 편의성에 대한 기능적인 요구가 증대됨에 따라 차량 내부의 네트워크 역시 점점 더 복잡해지고 있는 추세이며 이를 단순화하면서 궁극적으로 이종(異種)의 프로토콜들이 존재하는 차량내부의 네트워크를 통합하고자하는 관심과 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 이종의 프로토콜이 존재하는 네트워크의 통합은 게이트웨이 시스템을 이용함으로써 가능해진다.

Seo 등은 마이크로컨트롤러 기반으로 자동차 ECU를 위한 CAN과 Flexray간의 임베디드 게이트웨이 시스템을 개발하였다.^[4] 또한 Kim 등은 LIN, CAN, Flexray를 위한 마이크로컨트롤러 기반의 게이트웨이를 개발하였다.^[5] Puhm 등은 FPGA를 기반으로 유연하면서도 확장성을 가지는 게이트웨이 플랫폼을 개발하였고, WAN 등은 Flexray와 CAN간의 게이트웨이 제작에 DSP(Digital Signal Processor)를 채용하였다.^[6~7] 그리고 Lee 등은 리눅스커널을 기반으로 하여 MOST와 CAN간의 게이트웨이 모듈을 개발하였다.^[8] 이외에도 다양한 방법 및 기능을 가지는 차량용 게이트웨이에 대한 연구 및 개발이 활발하게 진행되고 있으며 이러한 연구 결과물들이 가까운 미래에 상용화되어질 것으로 판단된다.

본 연구에서는 이전에 연구되고 개발된 게이트웨이와는 달리 표준화된 상용 MOST 프로토콜을 분석하여 이를 기반으로 Pseudo MOST 프로토콜이라 불리는 구조가 간단한 데이터 전송 프로토콜을 설계하였다. Pseudo MOST는 표준 MOST 프로토콜의 궁극적인 기능인 멀티미디어 데이터 전송 기능을 가지면서 동시에 Flexray와 블루투스(Bluetooth) 데이터를 전송할 수 있도록 설계되어져 있다. 이와 더불어 Pseudo MOST 프로토콜을 네트워크의 백본망으로 이용하는 링형의 네트워크상에서 멀티미디어 데이터, Flexary 데이터 및 블루투스 데이터를 Transparent mode로 경로 처리하여주어 향후 다양한 네트워크 프레임들이 존재하는 자동차 네트워크 통합에 이용될 수 있는 게이트웨이 시스템을 개발하였다.

Pseudo MOST는 MOST 프로토콜과 같이 동기영역, 비동기영역, 제어영역 등을 가지고 각 영역에 이종의 네트워크 프로토콜 데이터들이 위치하게 된다. 이를 이용한 게이트웨이 시스템은 이종의 프로토콜간의 대역폭에 유연하게 대처할 수 있도록 FPGA(Field Programmable Gate Array)를 기반으로 개발되었고, 데이터 전송 물리계층으로 광섬유(POF: Plastic Optic Fiber) 네트워크망을 이용함으로써 데이터의 전송 손실을 최소화할 수 있는 구조로 개발되었다.

논문의 구성은 먼저, 자동차 네트워크 통합을 위한 시스템에 대한 개념을 설명하고 다음으로 상용 MOST 프로토콜 분석을 바탕으로 간단하게 설계된 Pseudo MOST 프로토콜에 대해 논한 후 개발된 게이트웨이들을 소개한다. 몇 가지 실험을 통해 Pseudo MOST 프로토콜을 채택한 게이트웨이들의 성능을 검증하고 마지막으로 결론을 맺는다.

II. 자동차 네트워크 통합 시스템 개념

이종의 프로토콜들이 산재하는 자동차 내부의 네트워크 데이터들을 광섬유 네트워크상에서 운용될 수 있는 프로토콜을 기반으로 통합할 수 있는 시스템을 설계하였다. 그림 1은 이러한 광섬유를 백본망으로 하는 네트워크 통합 시스템에 대한 예를 나타낸 것이다.

현재 상용의 MOST를 적용하기 위해서는 적지 않은 비용이 발생하게 되며 전송되어지는 데이터들의 안정성

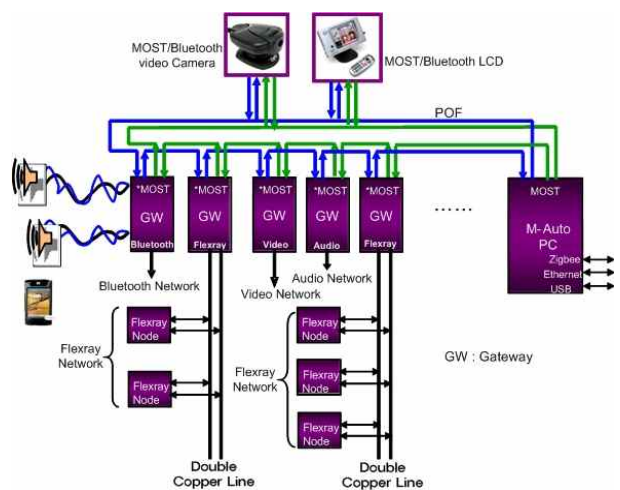


그림 1. 광섬유 네트워크를 이용한 자동차 네트워크 통합 개념

Fig. 1. The concept design for automotive network integration using POF network.

을 고려했을 때 MOST 내부 프로토콜 구조와 인터페이스, 프로토콜간의 대역폭간 문제점 등이 발생할 수 있다. 그리고 현재 차량용 네트워크에 적용이 증가 추세에 있는 CAN과 LIN, 가까운 미래에 적용이 될 가능성이 높은 Flexray 및 기타 다른 네트워크 프로토콜들의 네트워크 통합 기술 등을 접목하기 위해서는 각 프로토콜들의 프레임 구조 및 상위의 메시지 프로토콜의 내용을 충실히 분석하여야 하는 문제가 수반된다. 그러나 자동차 제조사들이 자동차 내부의 장치를 제어하는 데이터 구조를 개방하거나 이를 분석하는 것을 허락할 가능성이 없으므로 본 시스템은 상위의 메시지, 데이터 구조에 대한 분석이 불필요한 구조로 개발되어야 한다. 따라서 이러한 현실적인 문제들을 고려하여 보다 간단하고 투명하게 데이터들을 전송하기 위한 프로토콜로써 MOST 프로토콜을 모사한 Pseudo MOST를 설계하여 광섬유 네트워크상에서 영상 및 음성 신호를 포함하는 멀티미디어, 블루투스 및 Flexary 기기들 간의 데이터 송수신을 위한 데이터 전송 프로토콜로 이용하였다. 링형 광네트워크 망에서 자동차의 네트워크 표준 프로토콜중의 하나인 Flexray 데이터 송수신이 가능함을 통해 이러한 방법이 적은 비용으로도 향후 CAN, LIN 및 기타 미래의 프로토콜들을 사용하는 기기들 간의 데이터 송수신에도 적용될 수 있는 가능성을 엿볼 수 있다.

III. Pseudo MOST 프로토콜 설계

표준 MOST 네트워크 프레임은 그림 2에서와 같이 64바이트로 구성되어 있다. 음성신호와 같은 스트리밍 데이터는 동기 영역에 위치하고 영상신호와 같은 패킷

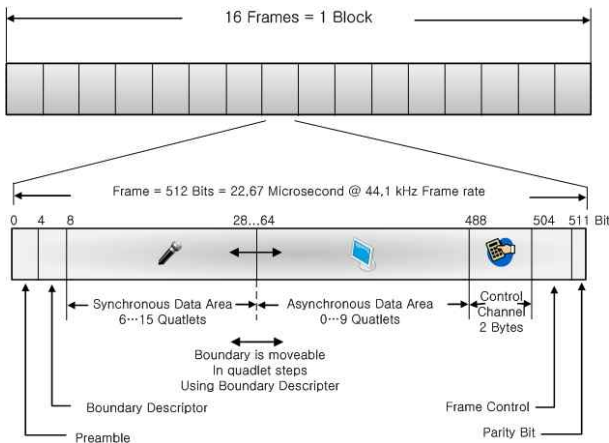


그림 2. 표준 MOST 프레임 구조
Fig. 2. The structure of MOST frame.

데이터는 비동기 영역에 위치하며 총 60바이트의 데이터 영역과 네트워크 관리와 노드관리를 위해 전체 32바이트로 구성되는 제어 메시지의 일부인 2바이트로 구성된다^[3].

동기식 영역에서는 스트리밍 소스와 싱크들 간의 연결이 제어채널을 통해 이루어지고 44.1kHz 혹은 48kHz의 샘플링 주파수를 사용하여 데이터가 전송되게 된다. 비동기 영역에서는 영상 신호와 같은 비실시간 패킷 데이터를 전송하며 이때 60바이트의 데이터 영역에서 동기 영역을 제외한 나머지 영역을 통해 전송된다. 이 영역의 구분은 Boundary Descriptor를 통해 4바이트 단위로 조정되는데 동기 영역은 최소 24바이트에서 최대 60바이트, 비동기 영역은 최소 0바이트에서 최대 36바이트로 설정할 수 있다.

이러한 표준 MOST 네트워크 프레임을 바탕으로 프로토콜 프레임이 간단하게 설계된 Pseudo MOST의 최상위 프로토콜 코드는 그림 3과 같다.

우선 헤더 구조는 하드웨어 스위칭 부담을 줄이기 위해 3바이트로 단순화하고, 헤더의 상위 첫 번째 바이트는 송신노드의 ID로, 두 번째 바이트는 수신노드의 ID로, 헤더의 마지막 바이트는 프로토콜 ID로 각각 할당되어진 구조를 가지고 있다. 네트워크상에서의 노드들은 백본망에 바로 연결된 마스터 노드들과 각각의 마스

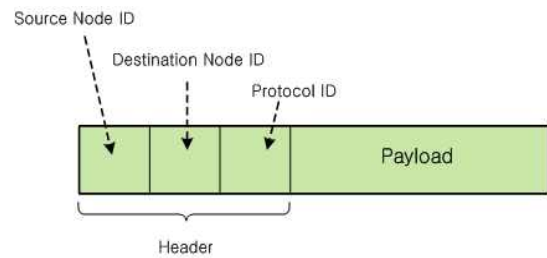


그림 3. Pseudo MOST 프레임 구조
Fig. 3. The structure of Pseudo MOST.

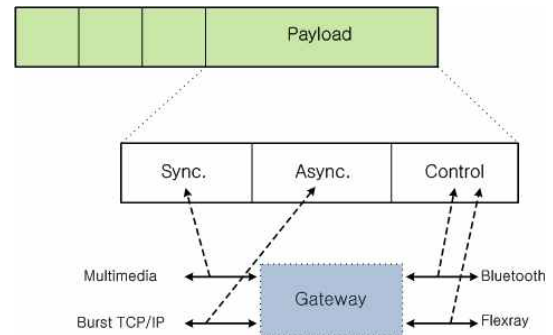


그림 4. Pseudo MOST의 payload 구조
Fig. 4. The payload structure of Pseudo MOST.

터 노드에 연결된 슬레이브 노드들로 구성이 된다. 마스터 노드 ID는 0x1X로 표현이 된다. 즉, MSB를 1로 고정하고 하위 4비트를 순차적으로 증가하여 노드 ID를 부여한다. 각 마스터 노드에서 분기되는 슬레이브 노드의 ID는 0xXY로 표현되는데 상위 4비트에 자신의 마스터노드를 부여하고 하위 4비트에 슬레이브 노드 ID가 부여되게 된다. 프로토콜 ID의 경우 상위 4비트를 5로 고정시키고 하위 4비트는 각 프로토콜에 대해서 적절히 할당한다. 개발된 게이트웨이 시스템에서는 0x50 MOST 프로토콜, 0x51 블루투스 프로토콜, 0x52 지그비(Zigbee) 프로토콜, 0x53 Flexray 프로토콜, 0x54 이더넷(ethernet) 프로토콜로 할당하여 사용하였다. 그림 4는 Pseudo MOST 프레임에서 데이터 Payload의 구성을 나타낸 것이다. Payload는 동기영역, 비동기영역, 제어영역으로 나누어져 있는데, 동기영역에는 영상 및 음성신호를 포함하는 멀티미디어 데이터, 비동기영역에는 이더넷 데이터, 제어영역에는 블루투스와 Flexray 데이터를 각각 할당하였다.

IV. 게이트웨이 시스템 구현

1. 일체형 게이트웨이

일체형 게이트웨이는 초기에 개발된 것으로 이더넷 포트, 영상 및 음성 포트를 가지고 있다. 그림 5에 일체형 게이트웨이와 외부 기기간의 연결에 대한 시스템 블록도를 나타내었다.

본 게이트웨이를 이용한 네트워크 운용은 PC와 Flexray 모듈, 게이트웨이로 구성된다. PC의 이더넷 포트에 게이트웨이의 이더넷 포트가 서로 연결되고 게이트웨이의 광 포트를 통해 광섬유 네트워크에 연결된다. PC의 USB 포트를 통해서 블루투스 모듈, 지그비 모듈, Flexray모듈이 연결되는 구조를 가지고 있다. 프레

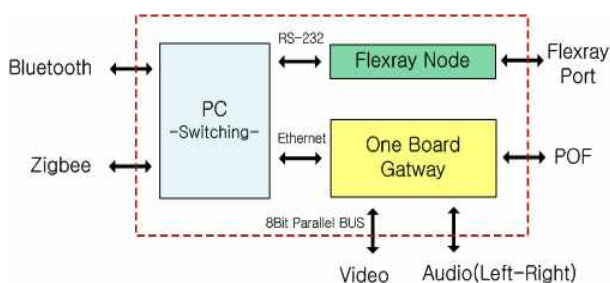


그림 5. 일체형 게이트웨이 시스템 블록도
Fig. 5. The one board gateway system block diagram.



그림 6. 개발된 일체형 게이트웨이
Fig. 6. The one board gateway.

임 구조 변경은 외부에서 PC를 통해 수행될 수 있으며, 게이트웨이 내부의 FPGA에 의해 전송되는 데이터 프레임 변경 및 분석이 가능하다. 그림 6에 개발된 일체형 게이트웨이를 나타내었다. 일체형 게이트웨이를 이용하여 차량 탑재 전 광섬유 네트워크상에서 데이터 송수신 실험에 이용하였다.

2. 프로토콜 독립형 소형 게이트웨이

2.1 영상 게이트웨이

영상 게이트웨이는 영상 송신부와 영상 수신부로 구성된다. 그림 7은 영상 게이트웨이의 송신부 및 수신부에 대한 동작을 보여주는 블록도이며 두 가지 모듈의 기능을 같이 나타내었다. 영상 송신부는 카메라 등을 포함하는 영상 디바이스로부터 획득되어진 영상신호를 링형 광섬유 네트워크상으로 전송하는 기능을 하며 영

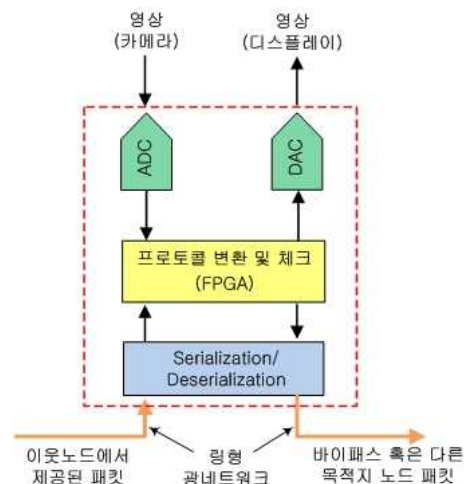


그림 7. 영상 게이트웨이 동작 블록도
Fig. 7. The operation block diagram of video gateway.

상 수신부는 전송되어진 영상 신호를 링형 광섬유 네트워크상에서 획득하여 디스플레이기기로 전달하는 기능을 가진다. 외부기기로부터 획득된 영상신호는 영상 송신부 내부에서 ADC를 통해 거쳐 디지털신호로 바뀌고 헤더를 붙여 1.25GBPS로 serialization하여 전송한다. 전송된 영상 신호 패킷은 영상 수신부에서 헤더 분석을 통해 수신 혹은 바이패스를 결정하고 수신이 결정되면 이를 다시 de-serialization한다. 이는 다시 DAC를 통해 아날로그 신호로 변환되어 디스플레이 기기에 제공되어 영상이 복원되는 구조이다. 영상 송신부에서 목적지 헤더를 붙이고 영상 수신부에서 헤더분석을 통해 목적지 노드ID의 일치 여부에 따라 수신 혹은 바이패스를 판단하는 것은 FPGA에서 일어나게 된다.

2.2 음성 게이트웨이

음성 게이트웨이는 영상 게이트웨이와 마찬가지로 음성 송신부와 영상 수신부로 구성되어 있다. 음성 송신부는 외부 기기를 통해 들어오는 음성 신호를 ADC하여 획득된 디지털 신호를 코딩하며 이후의 과정은 영상 게이트웨이의 송신부와 같은 과정을 거쳐 광섬유 네트워크로 전송된다. 전송된 음성 신호 패킷은 FPGA에서 영상 수신부에서와 같은 과정을 거친 후 수신을 결정하게 되고 수신이 결정되면 다시 디코딩, DAC과정을 통해 아날로그 신호로 변환되며 이는 스피커 등을 포함하는 오디오장치에 제공되어 출력되는 구조로 되어 있다.

그림 8은 앞서 설명한 음성 게이트웨이의 송신부와 수신부의 동작을 나타내는 블럭도이며 영상 게이트웨이

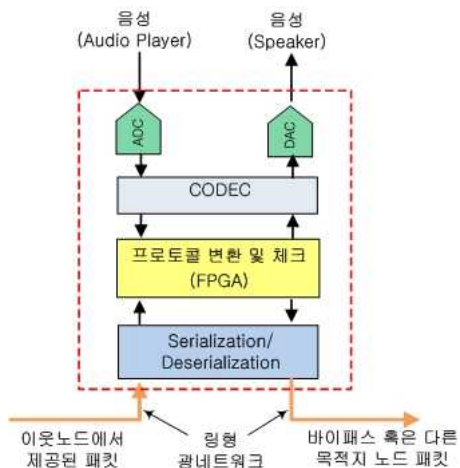


그림 8. 음성 게이트웨이 동작 블럭도
Fig. 8. The operation block diagram of audio gateway.

와 마찬가지로 송신부 및 수신부의 동작을 같이 나타내었다.

2.3 블루투스 게이트웨이

그림 9는 블루투스 게이트웨이에 대한 블럭도 나타낸 것이다.

외부의 블루투스 기기로부터 링형 광섬유 네트워크로의 데이터 전송 시에는 블루투스 안테나를 통해 수신된 데이터가 게이트웨이 내부에 위치한 블루투스 모듈의 메모리에 저장되고 게이트웨이 내부의 CPU가 인터럽트를 발생시켜 수신된 데이터를 FPGA에 전달해주게 된다. 이후 다른 게이트웨이와 마찬가지로 과정을 거쳐 링형 광섬유 네트워크에 1.25GBPS 속도로 변형된 데이터 패킷을 전송하게 된다. 링형 광섬유 네트워크에서 데이터를 수신하여 블루투스 기기로 전송하는 경우는 게이트웨이에서 수신된 데이터를 de-serialization, 헤더 분석, 노드ID의 일치 여부에 따른 수신여부 결정, FPGA에 의한 제어영역의 블루투스 데이터 필터링 과정을 거치며 이후 CPU가 게이트웨이 내부의 블루투스 모듈의 TX 레지스터에 필터링된 데이터를 저장하게 되면 해당 블루투스 기기로 데이터가 전송되는 구조를 가지고 있다.

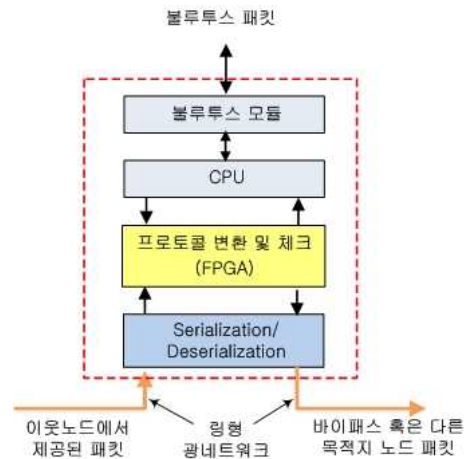


그림 9. 블루투스 게이트웨이 동작 블럭도
Fig. 9. The function block diagram of Bluetooth gateway.

2.4 Flexray 게이트웨이

Flexray의 PHY(Physical layer)칩에 의해 디지털화된 데이터를 Flexray 게이트웨이가 받게 되면 다른 게이트웨이들과 마찬가지로 FPGA내부에서 전송된 데이터에 헤더를 붙이고 serialization후 광섬유 네트워크로

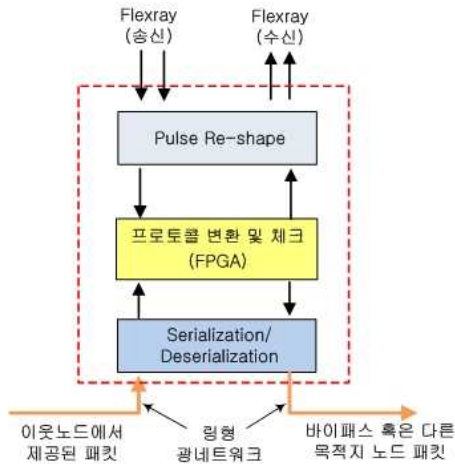


그림 10. Flexray 게이트웨이 동작 블록도
Fig. 10. The function block diagram of Flexray gateway.

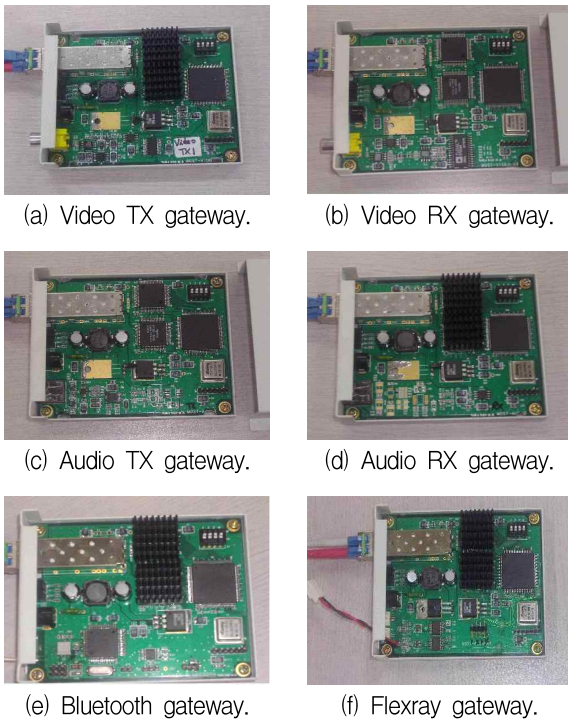


그림 11. 제작된 프로토콜 독립형 소형 게이트웨이
Fig. 11. Small-sized module-type gateways.

전송되게 된다. 광섬유 네트워크로부터 데이터가 들어 오게 되면 de-serialization, FPGA내부에서의 헤더 분석을 통해 수신여부가 결정된 데이터에 헤더가 제거되고 순수 Flexray 관련 데이터가 목적지 Flexray 기기로 전송되게 된다. 그림 11에 개발된 독립형 게이트웨이들을 나타내었다.

3. 네트워크 운용 소프트웨어

네트워크상의 데이터들을 모니터링할 수 있는 소프

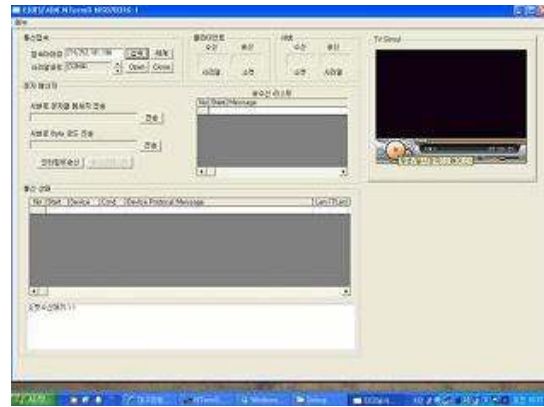


그림 12. PC용 모니터링 소프트웨어
Fig. 12. The monitoring software ported in PC.

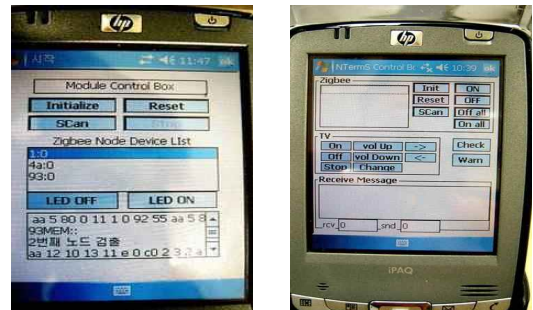


그림 13. PDA용 모니터링 소프트웨어
Fig. 13. The monitoring software ported in PDA.

트웨어를 PC용 및 PDA용으로 각각 개발하였다.

VC++로 개발되었으며, 주요기능은 네트워크의 초기화, 스캔을 통한 네트워크 구조 인식, 테스트 패킷 발생, 각 노드의 ID 인식 등의 기능을 가진다. 그림 12는 PC 상에서 구동되는 모니터링 소프트웨어이며 그림 13은 PDA에 탑재된 모니터링 소프트웨어이다.

V. 시스템 성능 실험

1. 일체형 게이트웨이 동작 실험

그림 14와 같이 일체형 게이트웨이를 이용하여 광섬유 네트워크상에서의 데이터 송수신 가능여부에 대한 확인실험을 수행하였다. 4개의 일체형 게이트웨이는 POF로 연결되어진 4개 노드의 링형 광섬유 네트워크로 구성하고 4개 중 2개의 일체형 게이트웨이를 PC와 이더넷으로 연결시켜 PC에서 각각의 노드를 제어하였다. 1개의 노드에 외부 카메라 신호를 수신하고 다른 1개의 노드는 모니터로 카메라 영상을 출력하며 나머지 2개의 노드 중 PC에 연결된 1개의 노드를 통해 PC에

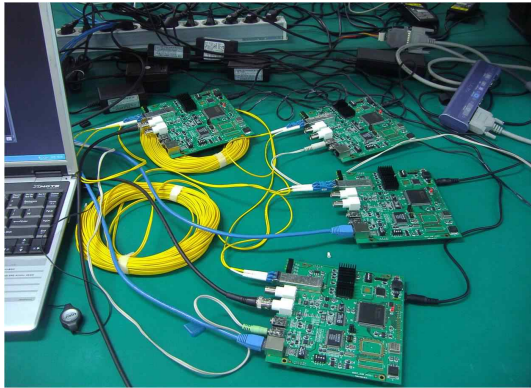


그림 14. 일체형 게이트웨이를 이용한 실험
 Fig. 14. The operation testing set up using one board gateway system.



그림 16. Smartbit2000 기반 성능분석시스템
 Fig. 16. The performance analysis system with Smartbit2000.



그림 15. 동작 실험 결과
 Fig. 15. The view of operation test results.

서 출력되는 음성 신호를 수신하여 나머지 노드에 연결된 스피커로 음성 신호를 출력하는 방식으로 실험을 수행하였다.

그림 15는 일체형 게이트웨이를 통해 외부카메라의 영상이 모니터에 출력되는 상황을 보여준다.

2. 독립형 게이트웨이 데이터 전송 성능 실험

일체형 게이트웨이를 이용하여 Pseudo MOST의 데이터 송수신 가능 여부 확인 후 자동차에 탑재하기 위한 독립형 게이트웨이 시스템에 대한 성능 검증을 위한 몇 가지 실험을 수행하였다. 전체 네트워크의 동작실험에 앞서 먼저 백본망의 전송속도, 게이트웨이 모듈간의 데이터 전송지연시간, 전송 손실률을 포함하는 데이터 전송실험을 수행하였다. 그림 16에서 보는바와 같이 NetCom사의 Smartbit2000을 이용하여 POF로 구성된 광섬유 네트워크 백본에 대한 전송속도, 전송 프레임에 대한 패킷 손실률, 전송지연시간을 측정하였다.

그림 17은 데이터 전송 성능을 보기 위한 실험환경에

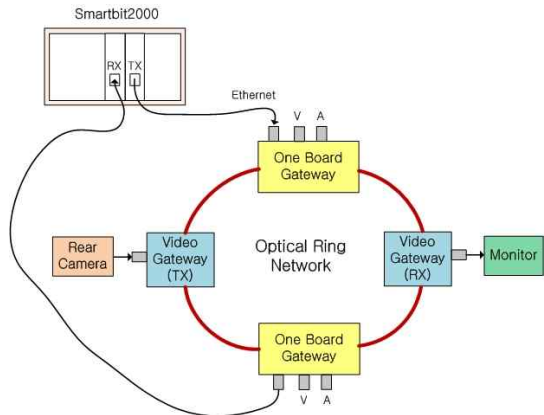


그림 17. 게이트웨이 성능 실험 세팅
 Fig. 17. The performance analysis testing set up.

대한 블록도이다. 광섬유 네트워크상에서 일체형 게이트웨이와 프로토콜 독립형 게이트웨이가 연결되고 일체형 게이트웨이의 이더넷 포트를 Smartbit2000에 연결하여 테스트용 이더넷 데이터를 광섬유 네트워크로 보내고 받는 실험을 수행하였다. 영상 송수신 독립형 게이트웨이에 각각 카메라와 모니터를 연결하여 영상신호들이 광섬유 네트워크상에서 전송되고 있는 상황에서 테스트용 이더넷 데이터들이 전송되게 하였다.

64바이트에서 1280바이트로 구성된 임의의 테스트 패킷들을 순차적으로 총 30초의 지속시간(duration time) 동안 송신과 수신을 반복한 결과들을 표 1, 표 2와 표 3에 각각 나타내었다.

표 1은 광섬유 네트워크 백본망의 전송 속도를 측정 한 것이다. 바이트 수에 관계없이 전송률이 100%이며 Smartbit2000의 이더넷 속도가 100Mbps임으로 광섬유 네트워크의 백본망 전송 속도는 100Mbps의 성능을 보인다고 할 수 있다.

표 1. 백본망 전송속도 테스트 결과

Table 1. The throughput test results for backbone.

Frame Size	Passed Rate (%)	source to destination (pkts/sec)	destination to source (pkts/sec)	Total
64	100.00	148810	148810	297620
128	100.00	84459	84459	168918
256	100.00	45290	45290	90580
512	100.00	23496	23496	46992
1024	100.00	11973	11973	23946
1280	100.00	9615	9615	19230

표 2. 패킷 손실률 테스트 결과

Table 2. The packet loss test results.

Frame Size	Rate Tested (%)	source to destination (%)	destination to source (%)	Average
64	100.00	0.000	0.000	0.000
128	100.00	0.000	0.000	0.000
256	100.00	0.000	0.000	0.000
512	100.00	0.000	0.000	0.000
1024	100.00	0.000	0.000	0.000
1280	100.00	0.000	0.000	0.000

표 3. 전송시간 테스트 결과

Table 3. The latency test results.

Frame Size	Rate Tested (%)	반복횟수	source to destination average time(us)
64	100.00	372025	9.6
128	100.00	211147	14.7
256	100.00	113225	24.9
512	100.00	58740	45.5
1024	100.00	29932	86.3
1280	100.00	24037	106.8

표 2는 전송 프레임의 손실률을 보여주는 것으로 프레임의 크기에 관계없이 손실률은 0이다.

표 3은 전송 패킷이 수신되기까지 경과 시간을 나타낸 것이다. 프레임 사이즈에 따라 프레임의 전체 전송 시간이 차이가 난다. 64 바이트의 경우 평균 9.6us가 경과되고, 1024 바이트인 경우 86.3us가 소요가 됨을 볼 수 있다. 광네트워크상에 연결되는 게이트웨이들의 수가 늘어날수록 전송시간은 비례하여 느려질 것으로 판단된다.

3. 프로토콜 독립형 게이트웨이 동작검증

자동차 내부에 프로토콜 독립형 게이트웨이 장착을

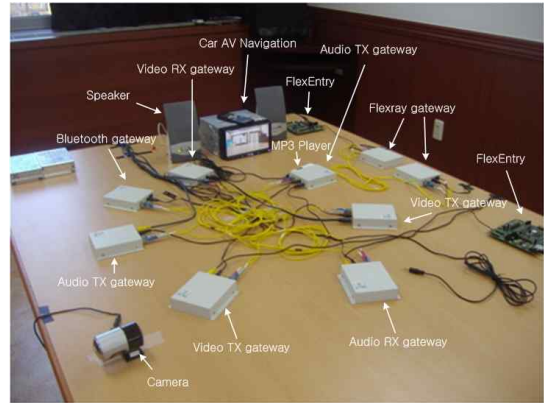


그림 18. 독립형 게이트웨이 동작 시험

Fig. 18. The view of operation testing with small-sized module-type gateway.

가정하여 게이트웨이의 동작 검증에 대한 실험을 그림 18과 같이 실시하였다.

영상 송수신 게이트웨이 1쌍, 음성 송수신 게이트웨이 1쌍, 블루투스 게이트웨이 및 Flexray 게이트웨이 1쌍을 이용하여 POF로 연결된 링형 광섬유 네트워크 망에 연결 하였다. 영상 송신 게이트웨이에 차량용 후방 카메라를 연결하고 영상 수신 게이트웨이에 차량용 네비게이션을 연결하였다. 음성 송신 게이트웨이에 MP3 플레이어를 연결하고 음성 수신 게이트웨이에 스피커를 연결하였고, Flexray 게이트웨이에는 TzMikroelektronik사의 FlexEntry kit를 각각 연결하였다. 차량용 후방 카메라를 통해 들어오는 영상이 광섬유 네트워크를 거쳐 네비게이션에 출력되었으며, MP3 플레이어에서 구동되는 음악이 스피커를 통해 출력되었다. 블루투스를 지원하는 PDA로 FlexEntry kit상의 LED on/off를 제어하



그림 19. 자동차 실내에 장착된 영상 게이트웨이
Fig. 19. The video gateway installed within a car.



그림 20. 자동차 실내에 장착된 음성 게이트웨이
Fig. 20. The audio gateway installed within a car.

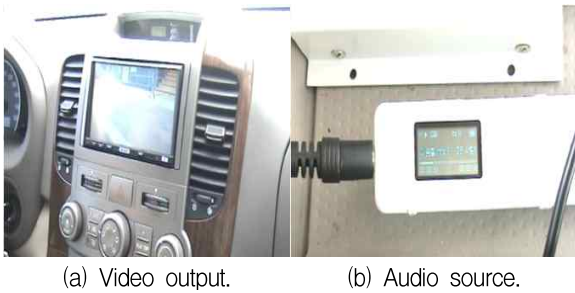


그림 21. 자동차 내부 시험 광경
Fig. 21. The testing within a car.

였다. 실험을 통해 링형 광섬유 네트워크에 연결된 각 게이트웨이들이 문제없이 동작함을 확인할 수 있었다.

실내에서 동작 검증 실험 후 자동차 내부에 영상, 음성 게이트웨이를 그림 19 및 20과 같이 자동차 내부에 장착하였다. 그림 21(a)는 자동차 번호판 근처에 달린 후방 카메라를 통해 들어오는 외부영상이 영상 게이트웨이에 의해 네비게이션으로 출력되는 상황을 보여주는 것이고 그림 21(b)는 음성 게이트웨이를 통해 자동차 내부 스피커로 음성 신호를 출력시켜주는 MP3 플레이어가 동작하는 모습을 보여주는 것이다.

실내 환경과 자동차 내부의 환경이 크게 차이가 나지 않는 관계로 실내에서와 마찬가지로 POF로 구성된 게이트웨이 시스템이 문제없이 동작하였다.

VI. 결 론

본 논문에서는 이종의 프로토콜들이 존재하는 자동차 내부의 네트워크 시스템을 통합하기 위해 네트워크 물리계층으로 광섬유를 사용하고 서로 다른 프로토콜 기기들 간의 데이터 송수신을 위한 게이트웨이 시스템을 구현하였다. 또한 데이터 전송 프로토콜로써 광섬유를 사용하는 MOST 프로토콜을 기반으로 하여 전송되어지는 데이터 내부 구조에 상관없이 데이터 전송이 가능하도록 간단한 구조의 Pseudo MOST 프로토콜을 설계하여 데이터 전송에 이용하였다. 광섬유로 이루어진 링형 네트워크상에서 영상과 음성, 블루투스 및 Flexray 프로토콜들을 사용하는 각각의 기기들이 개발된 게이트웨이와 Pseudo MOST 프로토콜을 통해 데이터의 송수신이 잘 이루어질 수 있음을 실험을 통해 확인하였다.

향후 연구과제로는 CAN 및 LIN 프로토콜을 사용하는 기기들에 대한 검증이 필요하며, 자동차 실내가 아

닌 제어를 위한 ECU보드에 게이트웨이의 임베디드화를 실현해야 할 것으로 판단된다. 또한 현재 시스템에서 백본망에 접속되는 기기들의 수가 늘어났을 때 안정된 데이터 송수신에 대한 연구도 진행되어야 할 것이다. 아울러 향후 자동차 혹은 이종의 프로토콜들이 산재한 네트워크 시스템에 적극적으로 채택이 될 수 있도록 MOST 프로토콜 내부 구조 분석을 통해 표준화된 MOST 프로토콜을 기반으로 하는 네트워크 통합 게이트웨이에 대한 연구도 진행되어야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] N. Nayet, Y. Song, F. Simont-Lion, and C. Wilwert, "Trends in automotive communication systems," *Proc. of the IEEE, special issue on Industrial Communications Systems*, Vol. 96, no. 6, pp. 1204-1223, May 2005.
- [2] Flexray protocol specification v2.1 rev A, 2005. <http://www.flexray.com>
- [3] A. Grzempa, "MOST-The automotive multimedia network", 2008. <http://www.mostcooperation.com>
- [4] S. H. Seo, S. W. Lee, S. H. Hwang, and J. W. Jeon, "Development of network gateway between CAN and Flexray protocols for ECU embedded systems," *Proc. of SICE-ICASE Inter. Joint Conf. 2006*, pp. 2256-2261, Busan, Korea, Oct. 2006.
- [5] S. H. Kim, S. H. Seo, J. H. Kim, T. Y. Moon, C. W. Son, S. H. Hwang, and J. W. Jeon, "Gateway system for an automotive system: LIN, CAN and Flexray," *Proc. of the 6th IEEE Inter. Conf. on Industrial Informatics*, pp.967-972, Daejeon, Korea, July 2008.
- [6] A. Puhm, P. Roessler, M. Wimmer, R. Swierczek, and P. Balog, "Development of a flexible gateway platform for automotive networks," *Proc. of the 13th IEEE Inter. Conf. on Emerging Technologies and Factory Automation*, pp. 456-459, Hamburg, Germany, Sept. 2008.
- [7] Wan Qin, Kong Feng, and Fu Xiuwe, "Research of automotive network FlexRay/CAN gateway based on DSP," *2010 2nd International Conf. on Future Computer and Communication (ICFCC)*, Vol. 2, pp. 837-840, Wuhan, China, May 2010.
- [8] M. Y. Lee, S. M. Chung, and H. W. Jjn, "Automotive network gateway to control electronic units through MOST network," *2010*

Digest of technical papers Inter. Conf on Consumer Electronics, pp. 309-310, Las Vegas, USA, Jan. 2010.

저 자 소 개



안 성 수(정회원)
1996년 경북대학교 전자공학과
공학사
1998년 경북대학교 대학원
전자공학과 공학석사
2007년 경북대학교 대학원
전자공학과 박사수료

1998년~2002년 LG산전 주임연구원
2002년~2005년 LG전자 선임연구원
2005년~현재 (재)대구기계부품연구원
책임연구원
<주관심분야 : 서비스로봇, 임베디드 시스템, 지
능제어, 동역학, 센서융합>



김 우 현(정회원)-교신저자
1994년 경북대학교 전자공학과
공학사
1996년 경북대학교 대학원
전자공학과 공학석사
2000년 경북대학교 대학원
전자공학과 공학박사

2002년~ 현재 영남이공대학 부교수
<주관심분야 : 임베디드 하드웨어, 마이크로프로
세서, 자동제어, 전력변환>