

CAN 통신과 LabVIEW

이 승 하 / (주)한국내쇼날인스트루먼트

andrew.lee@ni.com

컴퓨터 기반 기술의 진보는 소프트웨어 기술의 발전을 부추겼다. 하지만 높은 기술적 난이도를 요구하는 산업에서 사용할 수 있는 개발 소프트웨어는 좀처럼 찾을 수 없었다. 이러한 시장의 문제를 극복하고자 개발된 것이 내쇼날인스트루먼트의 LabVIEW이다. LabVIEW는 새로운 패러다임의 프로그래밍 언어로서, 엔지니어라면 매우 친숙한 개념인 순서도 작성과정을 프로그래밍 기법으로 활용해 복잡한 텍스트 기반 명령문을 숙지해야 했던 엔지니어의 개발 부담을 낮추고 어플리케이션의 질적 향상을 불러왔다.

출시 후 20년이 지난 현재, LabVIEW는 다양한 산업 영역에서 널리 사용되고 있다. 그 중, 자동차 산업에서는 차량에 각종 센서를 부착해 데이터를 수집하고 다양한 수학적 분석 기법을 통해 성능을 평가하는 작업에서 주로 응용된다. 게다가 최근에는 CAN 통신이 오토모티브 분야에 널리 적용되면서 LabVIEW도 더불어 적용되는 사례가 증가하기 시작했다.

본 고에서는 빠른 속도로 확산되고 있는 CAN 통신의 일반적인 특성과 LabVIEW를 비롯한 내쇼날인스트루먼트의 CAN 솔루션에 대해 소개한다.

CAN 통신의 기원, 구성, 그리고 발전

CAN 통신이란 'Controller Area Network'의 약자로, 1985년 세계적인 자동차 부품업체인 Bosch社에 의해 개발됐다. CAN 통신이 개발되기 전, 차량 내의 모든 전기/전자 부품들은 포인트 투 포인트(Point-to-Point) 방식으로 연결됐다. 하지만 신규 차종에 다양한 고급 기능들이 탑재되면서 전기/전자 부품의 적용 빈도가 증가했고, 이들을 각각 연결하기 위해서는 구리 전선의 양도 증가할 수밖에 없었다. 이와 같은 현상은 차량의 무게를 증가시켰고, 생산 비용을 높였으며, 차량 수리 시 많은 불편을 초래했다. 1993년에는 국제표준 프로토콜인 ISO 11898로 승격돼 오토모티브 시장에서 빠르게 도입되기 시작했다. CAN 통신이 본격적으로 Powertrain에 적용될 초창기인 1997년에는 ECU의 수가 6~8에 불과했으나, 1999년도 이래 CAN 통신이 Body에까지 확산되면서 ECU의 수는 40~60으로 늘어났다. 이를 가능하게 했던 근본은 CAN 통신의 도입이라고 평가된다. 국내에서는 고급 차종을 선두로 Powertrain 부에 CAN 통신이 적용되기 시작했으며, Body 및 Multimedia에도 점차 적용되는 중이다.

CAN 통신은 CAN 네트워크라고도 불린다. 차량의 ECU, ABS, Emission System 등의 지능형장치가 동일한 버스 라인에 연결되어 메시지를 서로 주고 받게 된다. CAN 네트워크 상의 모든 장치는 CAN 컨트롤러 칩을 탑재하게 된다. 모든 장치는 CAN 버스 상에 띄워진 메시지를 보지만 이를 활용할지에 대한 여부는 필터링을 실시한다. 또한 CAN 컨트롤러는 수신 필터를 설정할 수 있어 필터가 어떻게 설정됐느냐에 따라 중재용(Arbitration) ID의 지능형 장치, 특정 그룹 또는 전체 수신을 수행한다.

CAN 통신은 멀티 마스터(Multi Master) 방식의 통신이다. 구조상으론 유사한 RS-485 직렬 통신 방법은 하나의 마스터와 여러 개의 슬레이브(Slave)로 구성되며, 마스터 장치가 슬레이브 장치에 요청을 할 때만 수동적으로 반응한다. 하지만 CAN 네트워크 상의 지능형 장치는 모두 마스터의 역할을 수행하기 때문에 능동적으로 실행한다. 각각의 지능형 장치는 우선 순위를 부여 받으며, 이 우선 순위에 따라 상대 장치의 데이터를 먼저 처리할 수 있다. 또한 모든 메시지도 우선 순위를 부여 받기 때문에, 동시에 여러 장치가 메시지를 전송할 경우 중재용 ID가 낮은 메시지부터 CAN 버스에 올려지게 된다.

CAN 통신은 외부 노이즈에 강하다. 신호 레벨은 다르지만 RS-485와 유사한 Twisted Pair(2선) 구조의 Differential 통신 기법을 적용해 노이즈에 매우 강하다. 한 개의 CAN 네트워크에는 최대 5억 개의(CAN 2.0B 표준 기준) 노드/지능형 장치를 연결시킬 수 있다. 최대 통신 속도는 1 Mbps이며, 저속 전송 시에는 최대 1000m까지 전달할 수 있다.

1994년부터는 여러 하이-레벨 통신 프로토콜이 CAN 통신을 기반으로 개발됐다. 대표적인 통신 방법으로는 CANOpen과 DeviceNet이 있다. 최신 차량용 통신 방법으로는 CAN 외에도 Sensor/Actuator 분야의 LIN(Local Interconnect Network), 통신 데이터가 비교적 많은 차량용 멀티미디어 분야의 MOST, 고도의 안정성 및 통신 속도가 요구되는 분야의 FlexRay 등이 있다.

CAN 데이터의 구조

CAN 장치는 프레임이라고 불리는 패킷 형태의 메시지를 전송한다. 프레임의 첫 비트인 SOF(Start of Frame) 비트는 메시지의 시작을 표시하는 비트로, Logic 0이 우세한 값이다. 중재용 ID는 총 29개의 비트(Standard 11 비트 + Extended 18 비트)로 구성되며, 네트워크에서 고유한 값이다. IDE(Identifier Extension) 비트는 Standard 프레임과 Extended 프레임을 구분하는 비트이다.

RTR(Remote Transmission Request) 비트는 원격 프레임과 데이터 프레임을 구분한다. RTR이 Logic 0이면 데이터 프레임이며, Logic 1이면 원격 프레임이다. DLC는 데이터 필드(Data Field)를 구성하는 바이트 크기이다. 데이터 필드는 0~8 바이트의 데이터를 내장한다. CRC(Cyclic Redundancy Check)는 15 비트의 주기 반복 체크 코드를 내장하여 여러 체크에 사용된다. 어떤 CAN 컨트롤러든지 정상적으로 메시지를 전송 받을 경우, 메시지의 마지막 비트에 ACK(Acknowledgement) 비트를 활성화 시킨다.



그림 1. CAN 프레임의 구조

CAN 통신은 피어 투 피어(Peer-to-Peer) 네트워크이다. 이 의미는 각각의 노드/지능형 장치가 CAN 버스에서 데이터를 읽거나 쓸 때 이를 제어하는 마스터가 존재하지 않는다는 것이다. 즉, CAN 노드가 데이터를 전송할 준비가 되면 먼저 버스가 복잡한지를 점검한 다음에 CAN 버스에 데이터를 쓴다. 전송된 CAN 프레임은 데이터를 전송한 노드/지능형 장치나 데이터를 받아야 하는 노드/지능형 장치의 주소를 포함하지 않는다. 대신, 프레임의 초기부에는 전체 네트워크 중에도 고유한 중재용 ID가 위치한다. CAN 네트워크의 모든 노드/지능형 장치는 이 프레임을 받게 되며 중재용 ID에 따라 각각의 노드/지능형 장치는 이 CAN 프레임을 수용할지 결정짓는다. 만약 여러 개의 노드/지능형 장치에서 동시에 메시지를 CAN 버스에 쓰게 될 경우, 노드/지능형 장치 중 가장 우선 순위가 높은(가장 낮은 중재용 ID를 갖는) 노드/지능형 장치가 자동적으로 버스의 접근을 획득한다. 상대적으로 낮은 우선 순위의 노드/지능형 장치는 CAN 버스가 비워질 때까지 기다린 다음 데이터 전송을 재시도 한다. CAN 노드의 이러한 속성은 CAN 네트워크에서의 결정적인(Deterministic) 통신을 보장한다.

CAN 통신 어플리케이션

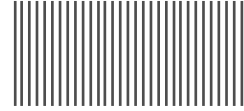
CAN 통신은 태생적으로 오토모티브 분야에 맞게 설계됐기 때문에 자동차 산업에서 가장 널리 적용되고 있다. 하지만 최근에는 다양한 산업 영역에서 CAN 통신이 적용 및 검토되고 있다. 이중 배선처리가 복잡한 의료 분야 중 토모그래피 장비, 디지털 엑스레이 장비, 치과의자, 전동식 휠체어에서 이미 CAN 통신이 적용되고 있다. 그리고 일부의 기계제어 장비, 반도체 공정제어 장비, 빌딩자동화(냉난방, 전등, 엘리베이터, 에스컬레이터) 시스템, 대형 사무자동화(복사기) 장비 등도 CAN 통신의 활용이 확장되고 있다.

내쇼날인스트루먼트의 CAN 통신 하드웨어

내쇼날인스트루먼트는 CAN 통신을 위해 PCI, PXI, PCMCIA(노트북PC용), NI CompactRIO용 CAN 하드웨어를 제공한다. 특이사항으로 내쇼날인스트루먼트의 PCI 및 PXI용 CAN 하드웨어가 동일한 하드웨어에서도 CAN 통신의 대표적인 규격인 High-speed, Low-speed/Fault-tolerant, 그리고 Single-wire 모드를 모두 사용할 수 있다는 것이 타



그림 2. 대표적인 NI CAN 하드웨어 - PCI, PXI, PCMCIA(노트북PC용) 솔루션



사 CAN 솔루션과의 차이점이다. 즉, 소프트웨어적으로 CAN 통신 모드를 가변시켜 프레임 전송 속도를 변경할 수 있기 때문에 CAN 통신 어플리케이션의 개발 시 주로 사용된다.

앞서 소개된 내쇼날인스트루먼트의 CAN 하드웨어는 NI-CAN으로 불리는 고성능 드라이버 소프트웨어와 함께 제공되며, NI CAN 하드웨어를 설치하면 내쇼날인스트루먼트의 하드웨어 설정 소프트웨어인 Measurement & Automation Explorer(MAX)에 CAN 채널 테스트 패널, CAN 버스 모니터, 그리고 CAN 데이터베이스 편집기 등의 기능이 추가적으로 나타난다.

내쇼날인스트루먼트의 CAN 통신 소프트웨어

NI-CAN 드라이버 소프트웨어는 사용이 편리한 하이-레벨(High-level) API 함수를 내장하므로 개발 시간과 비용을 절감하면서도 강력한 CAN 어플리케이션을 개발할 수 있다. NI-CAN은 두 종류의 API를 내장한다. 프레임 API 모음은 CAN 프로그래밍을 위해 개발된 원조 API로 Raw 데이터를 내포한 CAN 프레임을 전송하거나 수신할 때 사용할 수 있

다. 이러한 데이터는 파싱(Parsing)이나 스케일링을 거쳐야만 엔지니어링 유닛으로 변환된다. 채널 API는 사용자의 편의를 강화시킨 함수 모음으로 데이터 베이스 파일(.dbc 또는 .ncd 양식)에 정의된 채널 명을 이용해 CAN 프레임을 전송하거나 수신할 수 있다. NI-CAN은 타사 CAN 통신에 비해 범용 데이터 수집(DAQ) 하드웨어와 긴밀한 동기화가 가능해 자동차 부품의 개발 분야에서 널리 사용되고 있다. 특히 데이터 수집 영역에서 폭넓게 사용되는 LabVIEW에서도 쉽게 프로그래밍할 수 있는 API 구조를 갖은 것도 장점으로 작용한다. 그리고 LabVIEW의 ECU Measurement and Calibration Toolkit은 ECU 개발 및 평가를 위한 함수를 제공한다. 이 툴킷은 ECU 디자이너, 테스트 엔지니어, 그리고 기타 오토모티브 개발자가 맞춤형 측정 및 보정 어플리케이션을 개발할 수 있도록 CAN Calibration Protocol(CCP)를 제공한다. 그림 3은 자동차의 ECU 개발 단계에서 CAN 및 DAQ의 동기화 샘플링 사례를 표시하며 차량의 속도 감지 장치의 Vehicle Speed 신호와 스티어링 감지 장치의 Steering Torque 신호를 아날로그 신호와 CAN 프레임 데이터 형태로 동시에 수집해 CAN 통신의 진위 여부를 평가하고 있다.

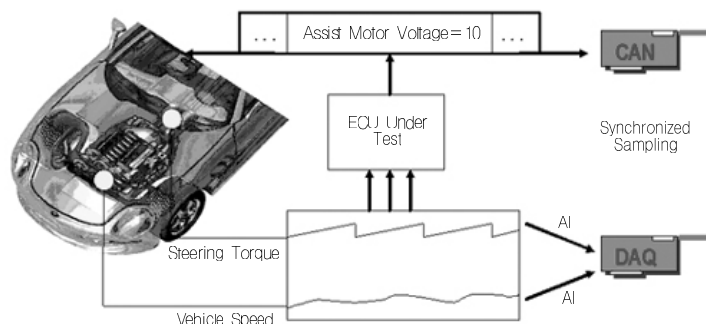


그림 3. NI-CAN은 일반 데이터 수집(DAQ) 하드웨어와 긴밀한 동기화가 가능해 오토모티브 개발 분야에 널리 사용된다.

산업용 네트워크의 범주를 확장시키고 있는 NI CANopen 라이브러리

최근 CAN 산업의 새로운 범주는 CANopen이다. CANopen은 CAN 하드웨어 구조에 기반한 하이-레벨 프로토콜로서 최초에는 모션 컨트롤 어플리케이션을 위해 설계됐으나 의료장비, 공공 교통기관, 빌딩 자동화를 포함한 많은 산업 영역에까지 널리 확장되고 있다. 내쇼날인스트루먼트는 모션 드라이브, 스마트 센서, 분산 I/O 장치와 같은 수백 가지의 산업용 CANopen 장치를 제어할 수 있는 CANopen용 LabVIEW 라이브러리를 개발했다. 이 함수는 High-Speed 모드의 NI CAN 시리즈 2 하드웨어를 마스터 인터페이스로 변신시킬 수 있는 사용하기 용이한 LabVIEW 함수들을 제공한다. 따라서 이제 엔지니어는 자동화된 CAN (CiA) DS301 기준과 일치하는 CANopen 마스터 어플리케이션을 제작하기 위해 LabVIEW와 CANopen 라이브러리를 사용하여

사용자들이 손쉽게 모션 CANopen 네트워크에 CANopen I/O를 추가시킬 수 있다.

적용사례 - CAN 데이터 비교분석 시스템

국내의 오토모티브 솔루션 개발 기업인 (주)플렉스 시스템은 내쇼날인스트루먼트의 CAN 솔루션을 이용해 CAN 데이터 비교분석 시스템을 개발했다. 이전 솔루션은 CAN 통신 데이터의 모니터링만 가능했고 각 시험 과정의 결과 데이터를 엔지니어가 일일이 분석하고 수작업의 리포트 작업을 수행했다. 즉, 50가지의 테스트 항목을 시험/분석/리포트까지 완성하려면 약 3일이 소요됐다. 새 시스템은 엑셀 파일에 작성된 레퍼런스(Reference) 데이터를 순서에 맞춰 작업자가 시험하게 되며 측정된 데이터와 판정 결과를 지정된 양식의 엑셀 파일에 자동으로 저장하도록 구성되어 약 6시간 내로 모든 항목의 시험/분석/리포트까지 완료 됐다.

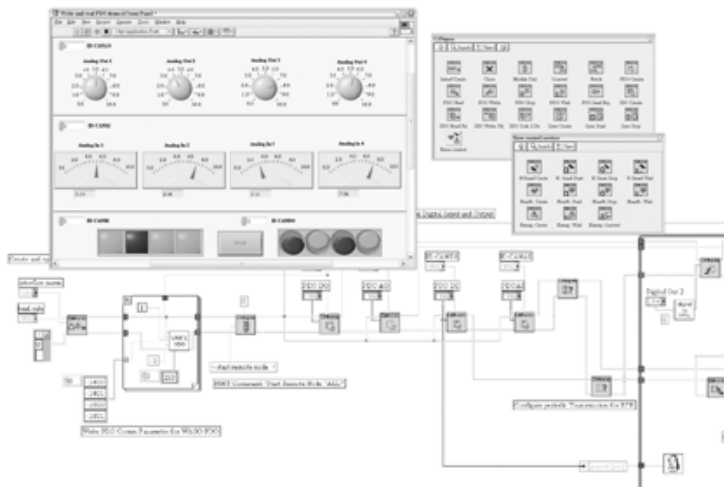


그림 4. WAGO사의 CANopen 장치를 LabVIEW의 CANopen 라이브러리로 코딩한 블록다이어그램

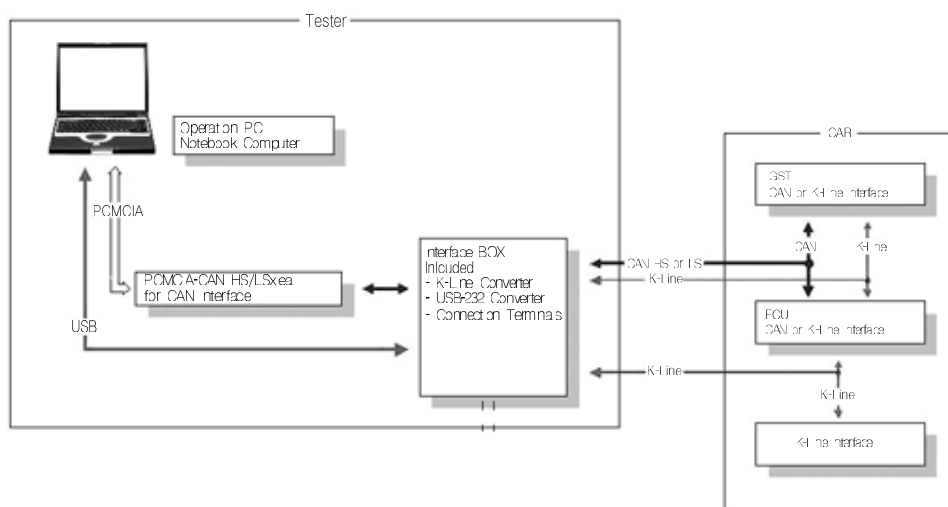
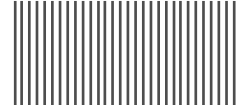


그림 5. (주)플렉스시스템이 NI CAN 솔루션을 이용해 개발한
CAN 데이터 비교분석 시스템의 구성도 및 사용자 인터페이스

결론

CAN 통신은 업계 표준 통신 프로토콜로 다양한 업체에서 제공하는 CAN 장치를 공동의 네트워크에 쉽고 경제적이게 연결할 수 있다. 특히 다중 노드식 통신법이기 때문에 포인트 간의 와이어 작업을 네트워크 방식으로 단순화하여 와이어의 무게를 대폭 줄일 수 있으며, 최근 자동차 산업에서는 물론 다양한 장치 제어 어플리케이션에도 활용되고 있다. 또한 Twisted Pair(2선) 구조의 Differential 통신 기법은 외부 노이즈에 노출될 수밖에 없는 산업 현장에서 긍정적이다.

CAN 프로토콜은 수백만의 메시지 확인자를 지원하며 복잡한 메시지 방식을 사용할 수 있는 유연성을 가지며, 에러 발견 및 대응은 CAN 칩 자체에서 처리하므로 그에 따른 중앙의 처리가 현저히 감소된다. 즉, CPU에서 주변기기로 통신작업이 이양되었기 때

문에 CPU는 시스템 태스크만 전적으로 실행할 수 있다는 장점을 갖는다.

내쇼날인스트루먼트는 PCI, PXI, PCMCIA(노트북 PC용), 그리고 NI CompactRIO용 CAN 하드웨어를 포함해 폭넓은 하드웨어 선택권을 제공하며, NI-CAN과 같은 고성능 드라이버 소프트웨어를 지원한다.

특히 산업 전반에서 널리 사용되는 LabVIEW에 CAN 및 CANopen 관련 라이브러리를 추가시킴으로써 깊은 CAN 통신 관련 지식 없이도 CAN 어플리케이션을 개발 및 테스트 할 수 있다. 오토모티브 분야에 있어선 데이터 수집 하드웨어나 영상수집 프레임 그래버를 동기화 시킬 수 있는 기술을 제공함으로써 통합된 CAN 개발 환경이 완성된다. 내쇼날인스트루먼트는 CAN 통신을 포함해 다양한 자동화 기반 통신 네트워크 기술을 지원하기 위해 계속적인 노력을 기울일 것이다.