

# 승객 안전 구속 시스템을 위한 분산 제어 방식

## Distributed Control Approach for Occupant Safety Restraint System

박 서 욱 · 현대오토넷 수석연구원  
Seo-Wook Park · Hyundai Autonet Co., Ltd.



### 1. 서론

차량충돌 사고시 승객의 안전을 위한 안전 구속 시스템(Occupant Safety Restraint System)의 기술은 최근 급속한 발전을 거듭하고 있다.

불과 수년 전만 하더라도 안전 구속 장치의 개발은 주로 기계공학을 전공한 엔지니어들의 몫이었다. 즉, CAE 또는 실험 등에 의한 차량 구조 설계, 에어백 가스 발생장치(Inflator) 및 백, 카바 등으로 구성된 에어백 모듈의 설계, 기계식 충돌 감지 센서의 개발, 시트 벨트의 설계 등을 위한 핵심 기술들은 거의 기계 공학적인 지식을 기반으로 한 것들이 대부분이었다.

그러나, 최근의 시장 기술 동향 및 차량 안전에 관한 법규 강화 등에 대응하기 위해서는 단지 기계적인 시스템 만으로는 그 요구 사항들을 만족시킬 수 없는 상황에 이르게 되었다. 이는 자동차 기술의 전반적인 기술 동향과도 그 흐름을 같이하는 것이라고 볼 수 있다 즉, 최근의 반도체 기술, 센서 기술, IT 기술 등의 눈부신 발전에 힘입어 차량 전자화의 가속화가 일어나고 있는 것이다. 이제는 점차 자동차 전자(Automotive Electronics)의 중

요성이 커지고 있다. 즉, 자동차의 기계적 시스템을 이해하고 있으면서 동시에 전자공학의 기반 기술을 갖춘 전문 엔지니어들을 절실히 필요로 하고 있다.

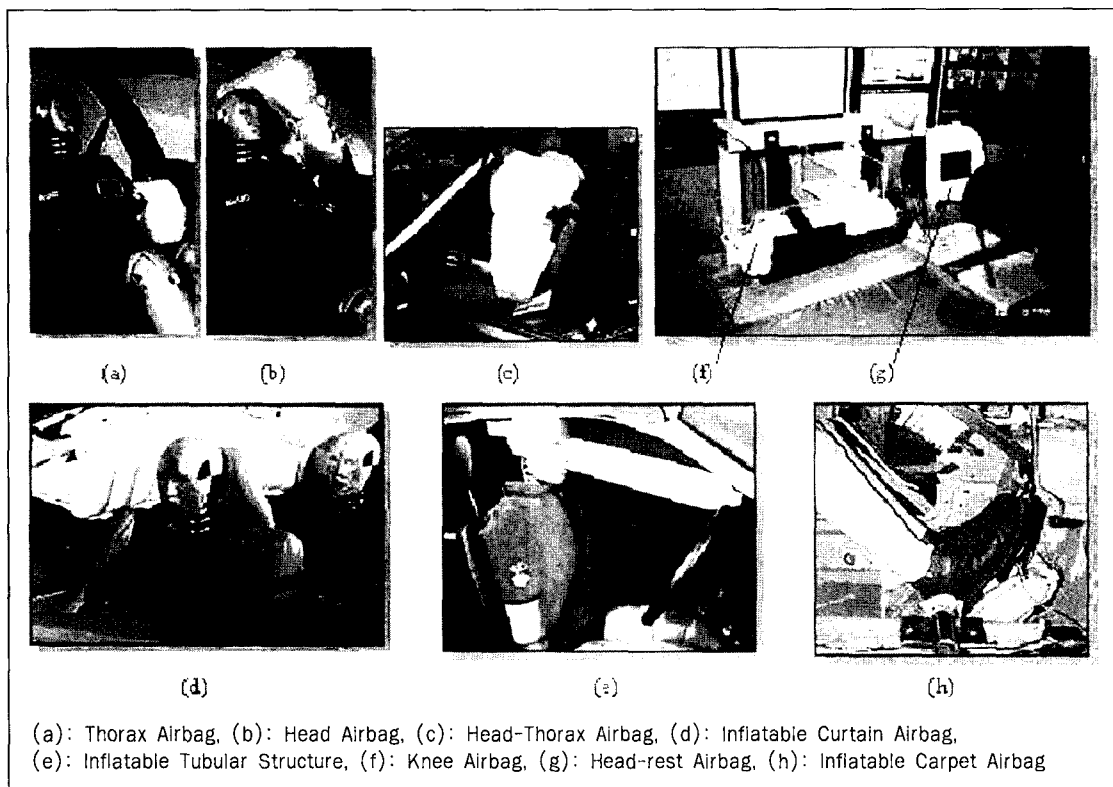
본 논문에서는 차량의 안전 구속 장치의 개발에 있어서의 전자 시스템에 그 초점을 맞추고, 그 중에서 그 필요성이 점차 대두되고 있는 분산 제어 방식에 대해서 최근 기술 동향을 소개하고자 한다.

### 2. 승객 안전 구속 시스템의 요구 사항

과거에는 주로 차량 정면 충돌시 승객과 운전대 간의 2차 충돌에 의한 승객 상해를 저감시킬 목적으로 한 운전석 정면 에어백이 승객 안전 구속 시스템의 주류를 이루었다. 이미 북미, 유럽, 일본 등에서는 운전석 및 조수석 에어백이 거의 표준 사양으로 자리 잡은 지 오래다.

최근에는 신차 안전도 시험제도(New Car Assessment Program: NCAP) 등에 대비하기 위해 추가적인 안전을 목적으로 하여 전자식 벨트 프리텐셔너가 표준 사양으로 장착되고 있다.

또한 측면 충돌에 대한 북미 법규(FMVSS



〈그림 1〉 Various Kinds of Airbags

214) 및 유럽 법규(EU Directive 96/27/EC)에 대응하기 위한 사이드 에어백의 장착도 점차 보편화되고 있는 추세이다. 특히 측면 충돌의 경우는 생존 공간이 매우 협소 할 뿐만 아니라 측면 구조물의 밀림(Intrusion)으로 인하여 승객의 심각한 상해를 유발할 가능성이 높다. 따라서 사이드 에어백의 중요성은 매우 높다고 할 수 있다. 사이드 에어백에는 머리를 보호하는 헤드 에어백(Head Airbag), 가슴을 보호하기 위한 가슴 에어백(Thorax Airbag), 머리 및 가슴을 동시에 보호하기 위한 머리-가슴 에어백(Head-and-Thorax Airbag) 등이 있다(〈그림 1〉 (a)-(c) 참조).

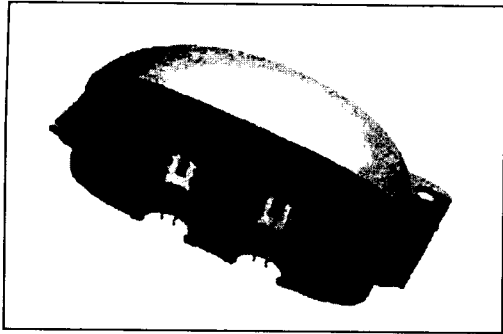
최근에는 측면 충돌 및 전복시 승객의 머리를 보호하기 위한 팽창형 커튼 에어백(Inflatable Curtain Airbag) 또는 팽창형 튜브 구조(Inflatable Tubular Structure) 등이 소개되어

지고 있다(〈그림 1〉 (d),(e) 참조).

또한 무릎을 보호하기 위한 무릎 에어백(Knee Airbag), 발목 부위를 보호하기 위한 팽창형 카펫 에어백(Inflatable Carpet Airbag), 후방 충돌시 승객의 목 부위를 보호하기 위한 헤드 레스트 에어백(Head Rest Airbag) 등의 매우 다양한 형태의 에어백이 소개되고 있다(〈그림 1〉 (f)-(h) 참조).

기존의 운전석 및 조수석 정면 에어백은 에어백 전개 에너지(Airbag Deployment Energy)가 지나치게 강하여(Aggressive) 승객이 에어백 모듈에 지나치게 가까운 경우(Out-of-Position) 또는 노약자나 몸집이 작은 여성 운전자 혹은 유아 승객에 대해서는 에어백이 오히려 흉기가 될 수 있다는 사실이 필드 사고 사례 또는 해석적 방법, 실험적 방법 등에 의해 확인되어 졌다.

## 특집 자동차 전장 및 전자 기술



〈그림 2〉 Dual-Stage Inflator (by Autoliv)

따라서, 승객의 무게, 크기 또는 충돌의 심각도 (Crash Severity)에 따라서 에어백 전개 에너지를 제어 할 수 있는 이단계 가스 발생장치(Dual-stage Inflator)를 필요로 하게 되었다. 이러한 가스 발생 장치가 장착된 에어백 모듈을 제어하기 위해서는 두개의 점화 회로(Firing Circuit or Firing Loop)가 필요하게 되었다(〈그림 2〉참조).

앞에서 설명한 최근의 시장 동향 및 법규 동향에 따라서 도입되고 있는 각 종 승객 안전 구속 시스템의 종류를 〈표 1〉에서 정리하였다.

이 표에서 보는 바와 같이 현재의 승객 안전 구속 시스템은 대개 6개의 점화 회로가 필요로 하였으나(운전석, 조수석 정면(2) 및 측면 에어백(2), 벨트 프리텐셔너(2)), 앞으로는 그 요구 숫자가 점

〈표 1〉 Types of Occupant Safety Restraint System(SRS) and Required Number of Firing Circuits.

Safety Restraint System	운전석	조수석	뒷자석
Dual-stage Front Airbag	2	2	
Belt Pretensioner	1	1	3
Thorax Airbag	1	1	2
Inflator Curtain Airbag	1	1	
Knee Airbag	1	1	
Inflator Carpet	1	1	
Head-rest Airbag	1	1	
Total No. of Firing Circuit		21	

차 늘어서 많게는 21개 이상이 될 수도 있다.

이러한 점화 회로 숫자가 늘어남에 따라 에어백 제어장치 내의 점화 제어를 위한 주문형 반도체(ASIC)의 집적도가 점차 높아져야 한다.

또한 콘넥터의 핀 수 및 크기가 점차 커져야 하며 전기 배선(Wiring Harness)의 굵기도 점차 커져야 한다. 그러나 일반적으로 전자식 에어백 제어장치의 장착 위치는 프론트 터널(Front Tunnel) 부위이므로 주변 제어장치 및 차량 내부 배치(Vehicle Layout) 등에 의해 여러 가지 제약 조건이 주어진다. 따라서, 현실적으로 〈표 1〉에서 제시된 모든 승객 안전 구속 시스템을 하나의 중앙 제어 장치 내로 집적 시킨다는 것은 매우 힘든 일이다.

### 3. 스마트 에어백을 위해 요구되는 센서들

미연방 도로교통 안전국(NHTSA) 에서 2000년 5월에 제정, 공표한 소위 스마트 에어백(Smart Airbag) 에 관한 신 법규(FMVSS208) 를 만족하기 위해서는 많은 요소 기술들이 요구되고 있다. 그 중에서 특히 기존의 에어백 시스템과 비교 시, 많은 종류의 센서를 필요로 하고 있음을 알 수가 있다.

이러한 소위 스마트 센서는 그 감지 대상에 따라 〈표 2〉와 같은 4가지 종류로 분류 할 수 있다.

〈표 2〉 Four Categories of Smart Sensors

	Type	Sensing Objects
VIMS	Vehicle Inertial Movement Sensors	Acceleration
VITS	Vehicle Intrusion Sensors	Intrusion, Crash Severity Sensing
VENS	Vehicle Environment Sensor	Pre-crash sensing
INST	Interior State	Occupant Weight, Child Seat, Seat Position, Seat-belt Buckle Status

이러한 스마트 센서 중에서도 특히 차량 내부 상태를 감지하는 센서(Interior Sensor)의 성능이 스마트 에어백 시스템의 성능을 좌우할 정도로 매우 중요하다. 따라서 본 논문에서는 이러한 센서 중에서 대표적인 몇 가지를 간단히 소개하고자 한다.

1) 승객 분류 센서(Occupant Classification Sensor)

미연방 도로교통 안전국(NHTSA) 신 법규에 의하면 조수석에 있는 여러 가지 형태의 승객 종류를 신뢰성 있게 감지할 수 있어야 하며 그에 따라 적절히 안전 구속 장치를 제어해야 한다.

즉, 유아시트에 있는 12개월된 유아, 3살 또는 6살 유아, 또는 몸집이 작은 여성을 감지시, 안전 구속 장치의 동작을 금지(Suppression) 하던지 또는 낮은 에너지로 에어백을 전개(Low-risk Deployment) 해야 한다".

이와 같이 조수석 승객을 분류하기 위한 센서로는 <그림 3>과 같이 크게 시트 쿠션에 장착된 센서 매트에 의해 승객의 압력 분포를 감지하는 방식과 시트 프레임에 장착된 스트레인지이지 또는 로드 셀에 의해 승객의 무게를 직접 감지하는 무게 감지 방식(WCS: Weight Classification Sensing)으로 나눌 수 있다.

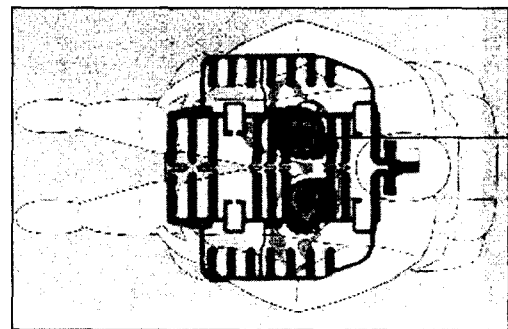
승객의 무게 뿐 아니라 승객의 위치나 자세 등을 감지하는 센서(Occupant Position Sensor or OOP Sensor)도 개발 중에 있다. 주로, 초음파 센서, 적외선 센서, 전자 필드 센서 등을 이용한 연구가 활발히 진행 중에 있다.

2) 시트 벨트 버클 센서

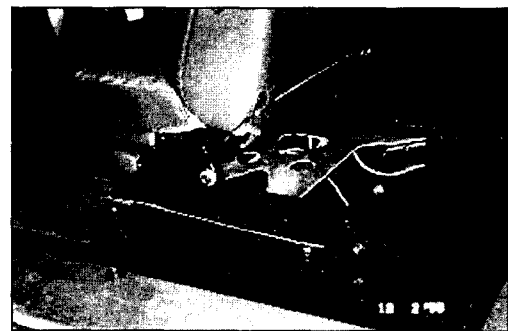
승객의 시트 벨트 착용 유무를 감지하는 센서이다. 시트 벨트 미 착용시, 경고등을 점등시킴으로써 시트 벨트 착용을 경고하기도 하고(Seat-belt Reminder), 시트 벨트 착용에 따른 에어백 전개 에너지를 제어할 수도 있다.

3) 시트 트랙 위치 센서

시트가 정상 위치에 있는지, 에어백 모듈에 지나치게 가까이 있는지를 감지하는 일종의 On-off 센서이다. 주로 리드 스위치(Reed Switch) 또는 홀 센서(Hall-effect Sensor) 를 이용한 방식들이 개발 중에 있다. 이 센서가 주는 정보를 이용하여 승객이 에어백 모듈에 지나치게 가까이 접근해 있는 경우에는 이단계 가스 발생기(2nd-stage Inflator) 의 동작을 금지시킴으로써 에어백 전개 에너지를 줄일 수 있다.



(a)



(b)

(a): Pressure Profile Sensing Type (by IEE)  
(b): Weight Sensing Type (by Autoliv)

<그림 3> Occupant Classification Sensor

4. 분산 제어 시스템 (Distributed Control System)

앞 절에서 설명 한 바와 같이 승객 안전 구속 장치의 기술적 경향에 따라 점화 회로 수 및 필요한 센서 입력 수가 점차 증가 됨에 따라 중앙 제어 유닛(Central Control Unit) 내부에 모든 기능을

## 특집 자동차 전장 및 전자 기술

접적 시키기에는 많은 난제가 있다. 따라서 필요한 접화 회로 및 센서를 소위 안전 버스(Safety Bus)로 연결한 분산 제어 방식이 그 대안으로 부상하고 있다.

### 1) 가격 및 시스템 복잡성의 절감

여러개의 센서 및 접화 회로를 단지 2개 선(two-wire)으로 구현된 안전 버스(Safety Bus)로 연결함으로써, 전체 전기 배선(Wire Harness)이 단순해지고 그 무게도 줄어든다. 따라서 전체 시스템 가격도 저렴해 진다. 또한, 중앙 제어 유닛의 콘넥터 핀 수가 줄어들기 때문에 유닛의 크기 및 가격이 절감된다.

### 2) 시스템 기능 확장의 유연성 증대

새로운 감지 기술의 발전이 있을 경우, 기존의

안전 버스에 새로운 센서나 접화회로를 "Plug-and-Play" 방식으로 쉽게 추가하거나 삭제할 수 있다. 즉, 신기술의 도입이 용이하고 새로운 기능의 확장에 대한 유연성이 증대된다.

### 3) 개발 기간, 비용의 단축

각 개별 부품 단위로 별도의 신뢰성 시험을 통하여 개발 및 설계 검증이 일단 완료되면, 이 검증된 부품을 안전 버스에 연결한 전체 시스템은 별도의 개별적인 신뢰성 시험을 추가로 필요치 않게 된다. 단지 전체 시스템에 대한 설계 검증에만 주력하면 되는 것이다. 따라서, 신뢰성 시험의 시간 및 비용을 절감할 수 있게 된다.

### 4) 전체 시스템의 신뢰성 향상

버스 선 상에서 전원 단락(Battery Short) 또는 접지 단락(Ground Short) 등의 고장 상황이

〈표 3〉 Standards for Safety Bus System

Protocols	DSI <sup>2)</sup>	BST <sup>3)</sup>	Byteflight <sup>4)</sup>
Participants	Motorola, TRW	Bosch, Siemens, Temic	BMW, Motorola, ELMOS, Infineon, Tyco
System Architecture	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daisy Chain with Programmable switches</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Parallel</li> <li>Daisy chain ring</li> <li>Mixed daisy chain &amp; parallel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Star -shaped bus</li> </ul>
Physical Layer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Two-wire interface</li> <li>Single master/ multiple slave</li> <li>One master up to 15 slaves</li> <li>Multiple Buses</li> <li>3 Level Voltage Bus</li> <li>Full Duplex with Voltage and Current Mode Encoding</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Two-wire Interface</li> <li>Single master/ multiple slave</li> <li>One master up to 12 slaves</li> <li>Up to 13V modulation voltage</li> <li>Manchester code</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asynchronous and synchronous transmission</li> <li>Fiber optics transmission</li> <li>Optical transceiver</li> </ul>
Data Rate	<ul style="list-style-type: none"> <li>Max. 150kBd (bus loading and device dependent)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diagnostic commands and sensor data at 30KBd</li> <li>Firing Commands at 125KBd</li> <li>Pure Sensor Bus at 250KBd with parallel architecture</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>10 Mbps gross up to 53% net</li> </ul>
Available	MY2002	MY2004	MY2002

발생했을시, 전체 버스 시스템의 기능이 완전히 중지(Shut Down)되면 안된다. 이를 위해 버스 상에서의 고장 상황에 대한 진단 기능이 있어야 되며, 단지 고장을 진단할 뿐 아니라 고장 발생 위치를 파악하여 그 고장을 격리시킴으로써 전체 시스템의 동작을 정상 상태로 유지할 수가 있다.

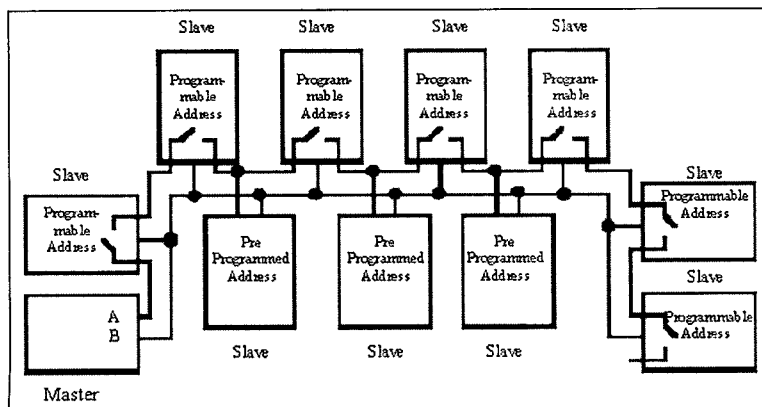
안전 버스 상에 연결된 센서 및 접화 회로 등의 독립된 여러 개의 구성 부품이 여러 다른 회사에서 개발될 경우, 통신 규약에 대한 개방된 표준화(Open Standard)가 필수적이다.

〈표 3〉에서는 현재 양산 또는 개발 중인 몇 가지의 대표적인 안전 버스에 대한 표준화 개발 현황 및 그 주요 특징을 정리하고 있다.

### 5. DSI(Distributed Systems Interface) 프로토콜

본 논문에서는 〈표 3〉에서 소개한 세 가지 표준화 방안 중에서, 양산화 개발이 가장 앞서 있으면서 단기간에 실용화가 가능하다고 여겨지는 DSI(Distributed Systems Interface) 프로토콜을 중심으로 그 내용을 보다 상세히 설명하고자 한다.

〈표 3〉 현재 양산 또는 개발 중인 안전 버스 시스템



〈그림 4〉 Example of DSI System Architecture

〈그림 4〉에서 보는 바와 같이 하나의 중앙 제어 장치(Master)에 여러 개의 하위 장치(Slave)가 연결된 소위 단일 중앙 제어 장치 - 복수 하위 장치(Single Master - Multiple Slaves)의 구조로 되어 있다. DSI 버스 상의 최대 가능 노드(Node)는 16(= 1 master + 15 slaves)이다.

각 장치 간에는 두 개의 선으로 연결되어 있다(Two-wire Interface). 그 중 상위 한 선은 전원 및 신호 선으로 사용되고, 하위 한 선은 접지 선으로 사용된다. 하나의 차량 내에서 여러 개의 영역으로 나눌 수 있도록 다중 버스(Multiple Buses)로 구현 할 수 있다.

프로그램이 가능한 버스 스위치(Programmable Bus Switch)를 갖는 장치들은 데이지 체인(Daisy Chain) 형태로 연결하고, 장치 주소가 기 프로그램된 장치들은 병렬 연결(Parallel Connection)도 가능하다.

#### 1) 데이터 비트 인코딩(Data Bit Encoding)

DSI 는 두 개의 모드를 사용한다. 즉, 중앙 제어 장치에서 하위 장치로의 메시지 전송은 전압 모드(Voltage Mode)를 사용하고, 반대로 하위 장치에서 중앙 제어 장치로의 메시지 전송은 전류 모드(Current Mode)를 사용한다.

〈그림 5〉에서 보는 바와 같이 전압 모드는 듀티 사이클 변조된 신호(Duty cycle modulated Signal)를 사용한다.

즉, 논리 "0"는 비트 주기의 초기 2/3 가 "Low"이고 나머지 1/3 이 "High"인 경우이다. 그 반대는 논리 "1"에 해당된다.

하위 장치에서 중앙 제어 장치로의 전류 모드는 하위 장치에 의한 전류 변조 신호(Current Modulated Signal)

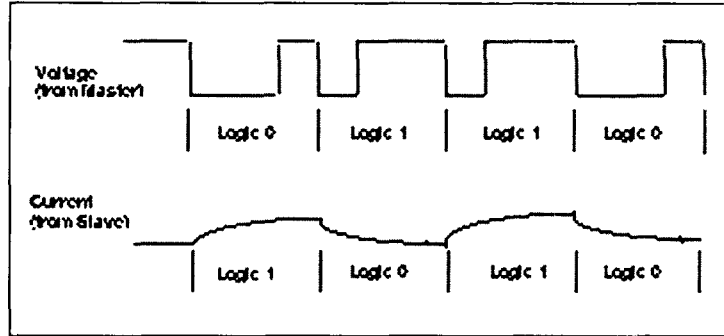
## 특집 자동차 전장 및 전자 기술

을 이용한다. 중앙 제어 장치로부터의 전압 신호의 Falling Edge에서 하위 장치에 의한 전류 변조값을 읽어서 그 신호를 해석한다.

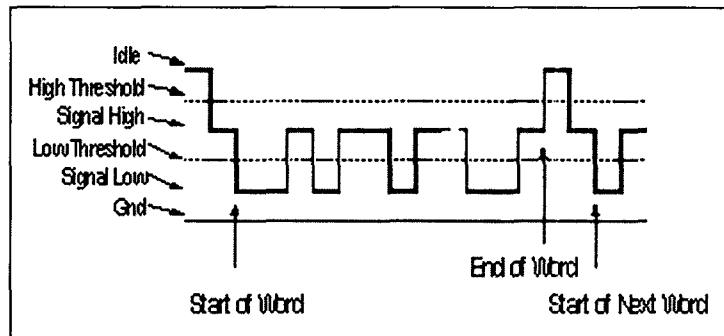
### 2) 버스 전압 수준 (Bus Voltage Level)

전압 모드의 신호는 <그림 6>에서 보는 바와 같은 3단계 버스 전압(Tri-level Bus Voltage)을 사용한다.

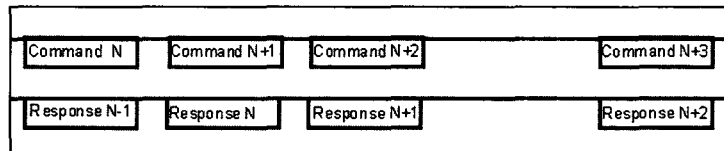
버스 전압이 상위 임계치 및 하위 임계치 이하로 연속해서 하강하면 메시지 전송의 시작을 의미하고, 상위 임계치 이상으로 전압이 상승하면 메시지의 종결을 의미한다. 각 메시지 간은 유힬(Idle) 상태로 25V 수준을 유지한다. 이때 중앙 제어 장치는 하위 제어 장치로 전압을 공급한다.



<그림 5> Data Bit Encoding (Voltage and Current Mode)



<그림 6> Tri-level Bus Voltage



<그림 7> Bus Traffic Example

### 5.3 DSI 네트웍 데이터 링크 계층 (DSI Network Data Link Layer)

#### 1) 메시지 포맷

DSI 메시지는 최소의 프레임 시간 지연(Min. Frame delay)으로 구분된 각 워드의 연속으로 구성되어 있다.

메시지 전송은 Full Duplex 방식으로, 중앙 제어 장치로부터의 명령 메시지(Command Message) 전송과 하위 장치로부터의 응답 메시지(Response Message) 전송이 동시에 이루어진다. 즉, 하위 장치의 응답은 다음 명령 전송 시 동시에 이루어진다. <그림 7>은 버스 통신(Bus Traffic)의 한 예를 보여 주고 있다.

#### 2) 메시지 크기

짧은 워드 메시지는 8 비트 데이터와 4비트의

에러 체크 비트(CRC = Cyclic Redundancy Check)로 구성되어 있다. 이는 주로 상태나 진단 정보를 전송하는 데 사용되며, 주로 이루어지는 메시지 전송이다.

긴 워드 메시지는 16 비트 데이터와 4비트의 에러 체크 비트로 구성되며, 점화 신호 전송이나 프로그래밍에 사용된다.

### 5.4 DSI 인터페이스용 IC 들

<표 5>는 Motorola 에서 공급하는 DSI 인터페이스용 IC 들에 대한 설명이다. 이들 IC 로 구현한 간단한 DSI 인터페이스의 한 예는 <그림 8>과 같다.

<표 5> DSI Components from Motorola

Part Number	Description
MC68HC55	DSI Master Protocol IC Makes any MCU with a SPI port a bus master
MC33790	DSI Master Physical Layer Interface Bus master transceiver
MC33793	DSI Sensor IC Connects analog output sensors to the bus
MC33791	DSI Slave IC Makes any MCU with a SPI port a bus slave
MC33792	DSI Firing Unit Connects remote squibs to the bus

DSI Bus는 버스 스위치를 갖는 데이터 체인(Daisy Chain with Bus Switch)이 표준 연결 방식이다. 만일 DSI 버스 상에서 어떠한 고장(예로써, 전원 또는 접지 단락)이 발생한 경우 전체 시스템의 기능이 중지(Shut Down)되면 안된다.

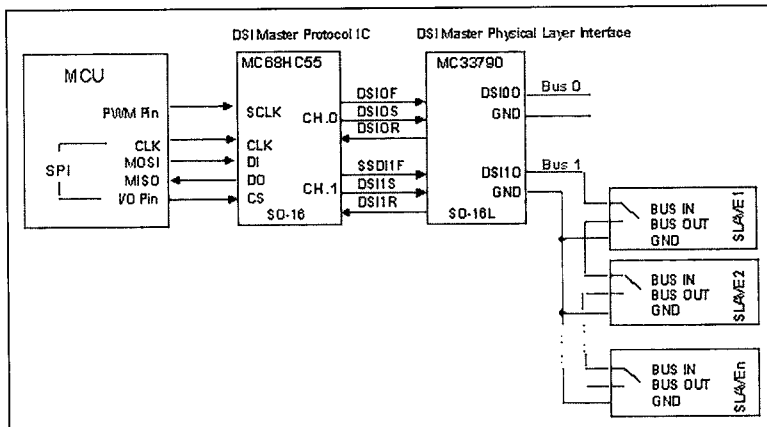
이 경우, <그림 9>와 같이 마지막 하위 장치의 버스 선을 다시 중앙 제어 장치로 연결하는 루프백선(Loop Back)을 추가 하면, 고장이 발생한 부위를 분리(Isolation)시켜 전체 시스템의 동작 상태를 정상적으로 유지 할 수 있게 된다.

### 6. 결론

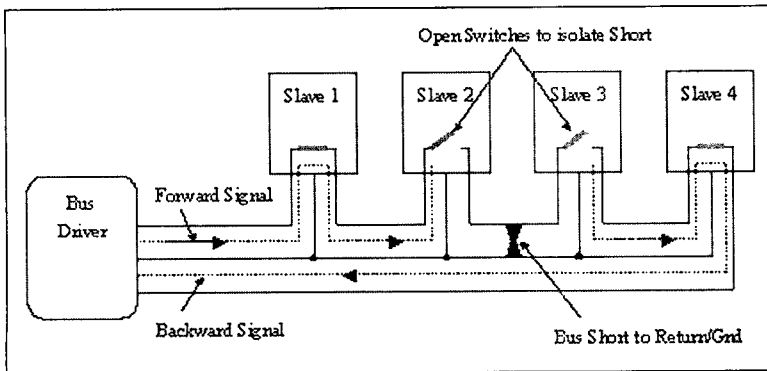
본 논문에서는 먼저 승객 안전 구속 장치의 최신 기술 동향을 소개하였으며, 그 중에서 특히 최근에 소개되어지고 있는 여러가지 다양한 형태의 승객 안전 구속 장치 및 스마트 에어백을 위한 스마트 센서들의 종류에 대해 설명하였다.

이와 같은 최신 기술 들을 차량에 실제로 적용하고자 할 때, 여러가지 난제들에 부딪치게 되는 것을 지적하였는데, 그 중에서 전기 배선 가격 및 부피가 점차 커지게 되고 여러 가지 기능을 하나의 중앙 제어 장치 내에 집적시킬 수 없는 기술적인 문제를 특히 강조 하였다.

이와 같은 난제들을 해결하기 위한 대안으로서, 최근에



<그림 8> DSI Interface Devices



<그림 9> Daisy Chain with Loop Back



## 특집 자동차 전장 및 전자 기술

서서히 연구가 이루어지고 있는 분산 제어 시스템에 대한 기술 소개를 본 논문에서는 주로 다루고 있다.

분산 제어 시스템을 도입함으로써 얻게 되는 이점은 주로 다음과 같이 요약 될 수 있다.

- 1) 가격 및 시스템 복잡성 절감
- 2) 시스템 기능 확장의 유연성 증대
- 3) 개발 기간, 비용의 단축
- 4) 전체 시스템의 신뢰성 향상

이와 같은 이점을 갖는 분산 제어 시스템을 개발하기 위해서는 우선 통신 프로토콜의 표준화가 선행되어야 하는 데, 본 논문에서는 현재까지 소개되어진 대표적인 3가지의 프로토콜, 즉, DSI(Distributed Systems Interface), BST(Bosch-Siemens-Temic), Byteflight 를 소개하고 그 주요 특징들을 비교 분석하였다.

분산 제어 시스템의 특징을 보다 잘 이해하기 위해 DSI 프로토콜을 중심으로 상세한 기술적 설명을 첨부 하였다. Motorola 에서는 DSI 를 위한 필수적인 IC 를 이미 양산화 개발을 완료한 상태이며, TRW 에서는 MY2002 에 DSI 를 이용하여 세계 최초로 분산 제어 시스템을 시장에 선보일 예정으로 있다.

필자가 속해 있는 현대오트넷에서도 이미 2000년 9월에 Motorola 와 양해각서를 교환하고, DSI 를 이용한 스마트 에어백 제어 장치의 개발을

착수 하였으며, 2002년 6월 경에 양산화 개발 완료를 목표로 하고 있다. 이렇게 될 경우, 승객 안전 구속 장치 분야에서의 우리 나라 기술 수준이 세계적인 수준과 어깨를 나란히 할 수 있을 것으로 기대된다.

### 〈참 고 문 헌〉

- 1) NHTSA, "Advanced Airbag Final Rule", Federal Register, Vol.65, No.93, May 2000.
- 2) DSI Bus Standard Release 1.0 by Motorola, 1999.
- 3) Knut Balzer, et. al., "BST Deployment and Sensor Bus", pp.12-1~12-5, 5th International Symposium and Exhibition on Sophisticated Car Occupant Safety Systems, December 4-6, 2000 Karlsruhe, Germany.
- 4) Josef Berwanget, et. al, "byteflight - A 10 Mbps Communications System to Network Passive Safety Electronic Control Units", pp.11-1~11-13, 5th International Symposium and Exhibition on Sophisticated Car Occupant Safety Systems, December 4-6, 2000 Karlsruhe, Germany.

〈박서욱: swpark@haco.co.kr〉