

◆특집◆ 자동차 제어 및 전자화 기술

지능형자동차 통합샤시제어 기술

박기홍\*

Global Chassis Control Technologies for Intelligent Vehicles

Kihong Park\*

**Key Words** : Global Chassis Control(통합샤시제어), Intelligent Vehicle(지능형자동차), Hierarchical Functional Architecture(계층적 기능구조)

1. 서론

기존의 전자식 샤시제어 시스템은 제동, 현가, 조향, 등에 있어서 독립적인 기술개발이 이루어진 결과 각각의 개별시스템내에서만 성능 최적화가 이루어져 왔다. 반면에 2000년대 첨단 샤시 시스템은 네트워크 기술 활용에 의한 개별시스템간의 한계를 극복하는 이른바 Global Chassis Control (GCC) 시스템의 개발이 매우 중요하게 인식되고 있다.<sup>1-4</sup> Fig. 1은 통합샤시제어의 개념도를 보여준다.

Fig. 1로부터 안전도, 안락함, 운전 편의성 측면의 성능 극대화를 위해서 '운전자-차량-환경' 요소에서 발생되는 각종 주행 정보를 공유화하여 지능적으로 통합 제어하기 위한 이른바 ECU-Supervisor 기능의 Global Chassis Management의 중요성을 알 수 있다. 이제까지 다양한 전자화 시스템들이 독립적으로 개발된 후에 순차적으로 통합되어 오던 기술개발 방식은 샤시시스템의 총체적인 성능 최적화 측면에서 각종 개별샤시시스템간의 네트워크 기술을 통한 총체적 설계 및 제작 방식으로 전환되어져야 한다.

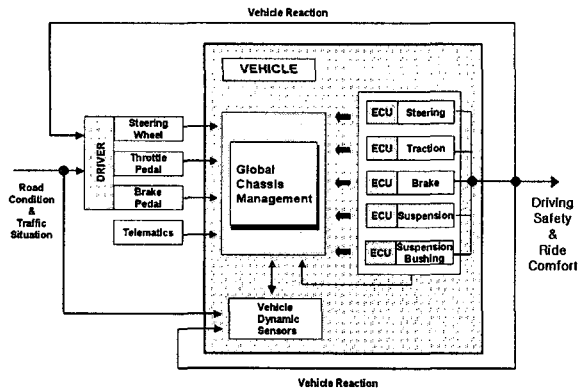


Fig. 1 Global chassis management concept

자동차업계에서는 통합샤시제어에 관한 연구가 매우 활발하게 이루어져 왔다. 외국의 기술동향을 살펴보면 조향, 제동, 현가 장치에 대한 기술을 동시 보유한 Delphi, TRW사 등이 기술 선점을 확보키 위해 치열한 선두 경쟁을 하고 있다. 반면 제동, 조향, 현가의 샤시 핵심 기술을 동시에 보유하지 못한 Sachs, Bosch, ZF, Conti-Tevs등은 서로 협력관계 구축을 통하여 각자 보유한 기술 중심으로 통합 제어 장치를 개발 중이다. 대표적인 선진 자동차 회사인 Benz, GM, BMW, Porsche 등이 현가와 제동 그리고 제동과 조향을 통합한 시스템을 장착하여 출시하고 있다.

\* 국민대학교 기계자동차공학부

Tel. 02-910-4689, Fax. 02-910-4839

Email kpark@kookmin.ac.kr

지능형차량, 통합샤시제어, 자동제어 분야에 관심을 두고 연구활동을 하고 있다.

예전의 사시제어 시스템들은 주로 극한 주행상황에서 차량의 안정성과 제어성을 향상시키는데 설계목표를 두었으나, 최근에 출시되는 시스템들은 한걸음 더 나아가 일상적인 주행상황에서도 차량의 응답성, 주행성, 운전의 즐거움을 향상시키도록 설계가 되고 있다. 즉 점차 사시제어 시스템의 작동 범위가 물리적 극한 영역에서 일상적인 주행상황 영역으로 확장이 되고 있다.

이렇게 작동 범위가 일반 주행상황으로까지 확장된 사시제어 시스템은 한 대의 차량에도 여러 장치가 장착되어 운전자에게 최상의 운전을 경험하도록 해준다. 그러나 다수의 사시제어 시스템이 함께 작동할 때, 각각의 개별 시스템이 서로에게 간섭을 일으킬 수 있기 때문에 이들에 대한 연구가 필요하며, 이러한 점이 계기가 되어 통합사시제어의 연구가 시작되었다. 자동차업체의 상당한 R&D 투자와 노력으로 현재 부분적인 통합사시제어 시스템이 출시되고 있다. 본 논문에서는 통합사시제어 시스템의 위상과 기술적으로 해결해야 할 문제점들로서 어떤 것이 있는지 최근 BMW사의 사례를 중심으로 살펴보고자 한다.<sup>1</sup>

## 2. 사시제어시스템 로드맵

사시제어시스템 가운데 가장 성공적인 시스템, 즉 출시 이후 가장 많은 차량에 장착된 시스템으로 ABS, TCS, VDC를 들 수 있다. 이들은 모두 제동시스템으로 각 바퀴에 독립적인 제동력을 가함으로써 바퀴의 슬립을 제어한다.

이들 시스템을 뒤이어 나온 사시제어시스템으로 능동형 4륜구동시스템을 들 수 있다. 초기의 4륜구동시스템은 대부분, 미끄러운 노면에서 구동성능을 향상시키기 위해 온오프 방식의 클러치 장치를 사용하였으며, 이들이 안정성 향상에 미치는 효과는 제한적이었다. 반면 최근에 출시되는 능동형 4륜구동시스템은 보다 정밀한 클러치 메커니즘과 토크 벡터링 기술<sup>5</sup>을 채택하여 앞뒤차축 및 전후 바퀴에 독립적으로 구동력을 배분함으로써, 조향 특성을 상당히 향상시킬 수 있게 되었다.

현가제어시스템의 발전을 살펴보면, 80년대에 주행상황에 따라 적응식으로 댐퍼특성을 변화시켜 승차감 향상을 주는 적응식 전자제어 현가장치가 개발되었다. 그 후 차량의 수직역학은 보다 정밀한 유압 댐퍼와 제어로직에 의해 능동적으로 제어할

수 있게 되었으며 능동형 스테빌라이저가 또한 출시되었다.

후륜조향시스템은 90년대 초기에 처음 출시되었으나 기존 차량과 다른 거동에 대한 일반 운전자들의 거부감으로 시장에서 거의 사라졌다가, 최근 들어 다시 개발되고 있다. 이와 함께 최근에는 AFS(Active Front Steering)로 불리는 능동형 전륜 제어장치가 개발되어, 2003년 Toyota와 BMW에 장착되었다. 이들은 최신의 토크 벡터링 기술을 사용하여 구동성능과 조향성능을 향상시켰다.

Fig. 2은 사시제어시스템의 로드맵을 보여준다.

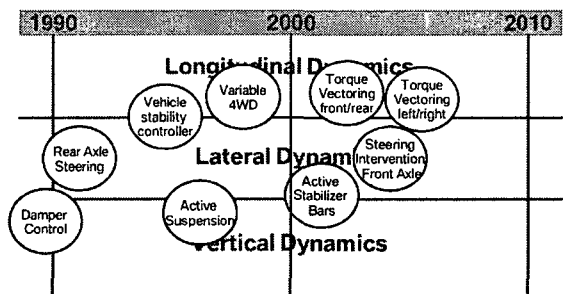


Fig. 2 Chassis control systems roadmap<sup>1</sup>

이제까지의 사시제어시스템 개발과정으로부터 몇가지 중요한 결론을 내릴 수 있다.

- ABS와 TCS는 이제 거의 승용차의 기본 필수장치가 되었으며, VDC는 최근들어 매우 급속히 보급이 되고 있다. 특히 유럽에서는 VDC의 의무장치가 법규화되었다.
- 차량 안정성 향상을 위해 여러 시스템이 개발되었지만, VDC 만큼 효율적이지는 못하다.
- 하지만 점차적으로 사시제어시스템의 설계목표가 극한상황에서의 안정성을 높이는 것 뿐 아니라 승차감, 반응의 민첩성, 운전의 즐거움까지 향상시키는 방향으로 옮겨가고 있다.
- 기술적인 관점에서 보면, 이제는 차량에 작용하는 모든 힘 즉 종방향, 횡방향, 수직방향의 힘을 제어할 수 있는 액츄에이터 기술을 갖게 되었으며, 경제적인 관점에서, 대량생산이 가능한 수준에 근접해 있다. 새로운 사시제어시스템의 설계를 위해 향후에는 다음과 같은 이슈가 고려되어야 할 것이다.
  - 액츄에이터의 적절한 선정과 조합
  - 다수의 액츄에이터(또는 개별 사시제어시스템)들

이 서로의 기능에 간섭을 주지 않도록 협력할 수 있는 방안

· 개별 샤시제어시스템이 기능적으로 또 경제적으로 낼 수 있는 시너지 효과

### 3. 샤시제어시스템의 통합

샤시제어시스템의 통합은 크게 보면 개별 시스템의 기능적 통합을 목표로 하지만, 이를 실질적으로 구현하기 위해서는 Fig. 3에 나타난 것과 같은 4가지 면에서의 통합이 고려되어야 한다. 이 장에서는 그 각각에 대해 살펴보고자 한다.

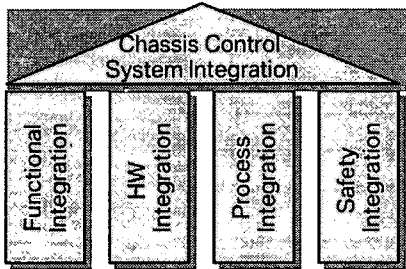


Fig. 3 Chassis control systems integration<sup>1</sup>

#### 3.1 기능적 통합

개별 샤시제어 시스템의 기능적 통합은 통합샤시제어 시스템의 궁극적인 개발 목표이다. Fig. 4은 중방향, 횡방향, 수직방향 동역학 영역에서의 개별 샤시제어시스템과 그들의 기능을 보여준다.

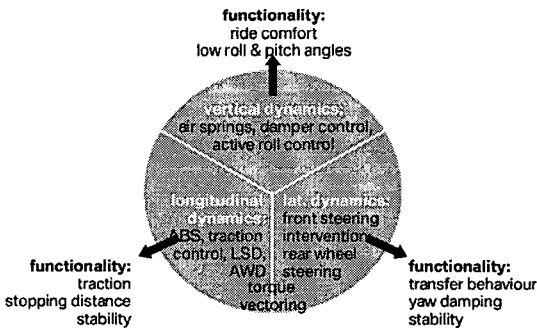


Fig. 4 Chassis control system functionality<sup>1</sup>

개별 샤시제어시스템이 동시에 작동하게 되었을 때, 한 영역에서의 액추에이터의 동작은 다른 영역에 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어 능동형 롤

제어로 인해 차축 사이의 롤강성 배분이 변화하면 이는 차량의 조향특성에 영향을 주게 되며, 제동력을 좌우 바퀴에 비대칭적으로 가하게 되면 요모멘트가 발생하게 된다.

위의 예로부터 차량에 하나 이상의 개별 샤시제어시스템이 장착되는 경우, 기능적인 통합이 필수적으로 고려되어야 함을 알 수 있다. 이는 개별시스템 간의 기능적인 간섭을 피하기 위해서 필요할 뿐 아니라 전체 성능의 향상 즉 시너지 효과를 얻기 위해서 필요하다.

오늘날 샤시제어시스템을 구매하는 소비자의 반응은 크게 두가지로 볼 수 있다. 첫째는 기본적인 기능의 차량만을 원하는 경우이며, 둘째는 옵션으로 제공되는 제어장치는 모두 원하는 경우이다. 일반 소비자들은 샤시제어시스템에 대한 전문적인 지식이 부족하기 때문에 특정 샤시제어시스템 한두가지만을 선별적으로 원하는 경우는 드물다. 따라서 다수의 개별 샤시제어시스템이 장착되었을 때 이들이 기능상으로 통합이 되어 있지 않으면, 많은 문제가 발생할 수 있다.

샤시통합을 통해 얻을 수 있는 시너지효과와 실차의 장착 예를 몇가지 살펴보면 다음과 같다.

·  $\mu$ -split 노면에서 제동을 하는 경우 차량은 비대칭 마찰력으로 인해 고마찰 노면쪽으로 향하게 된다. 이를 제동력만으로 대처하는 경우 보상요모멘트가 형성될 때까지 시간지연이 생기지만, 조향과 제동을 통합하여 대처하면 보상요모멘트가 형성되기 전에 역조향을 발생하여 보다 빠르게 대처할 수 있다. 이에 따라 제동거리는 단축되며 차량의 조정성도 향상된다. 이러한 장치는 BMW의 3시리즈에 옵션으로 장착되고 있다.

· 앞서와 유사한 상황은  $\mu$ -split 노면에서 차량이 가속을 하는 경우에도 생긴다. 구동력 제어 또는 구동축에서의 토크 벡터링으로 보상요모멘트를 발생시킬 수 있으며 여기에 능동형 조향제어가 추가되면 차량이 원하는 궤도를 벗어나는 것에 대해 더욱 효율적으로 대처할 수 있게 된다. 이러한 장치는 2005년 Lexus GS모델에 장착되어 나오고 있다.

· 능동형 스테빌라이저바를 사용하여 앞뒤 차축 사이의 롤강성비를 변화시키면 두 가지 효과를 얻게 된다. 먼저 차량의 고유조향 특성이 직접적으로 영향을 받게 되어 차량은 중저속 구간에서 보다 민첩한 반응성을 보이게 되며 과소조향 특성

이 감소하게 된다. 둘째로 뒷차축의 롤강성을 감소시키면 선회시 하중이동이 적어지는데, 이는 차량이 선회하면서 가속하는 경우 접지성능을 향상시키게 된다. 따라서 구동제어와 능동형 롤제어를 통합하면 차량선회시 LSD(Limited Slip Differential)와 유사한 효과를 얻을 수 있어, LSD가 차지하는 무게와 비용을 줄일 수 있다. 이 기능은 아직까지 상용화되지 않고 있다.

위에서 살펴본 예는 통합으로 인해 성능의 향상을 확실하게 얻을 수 있는 경우이다. Fig. 5는 중방향, 횡방향, 수직방향 영역의 통합으로 인해 얻을 수 있는 성능 향상의 가능성을 종합적으로 보여준다.

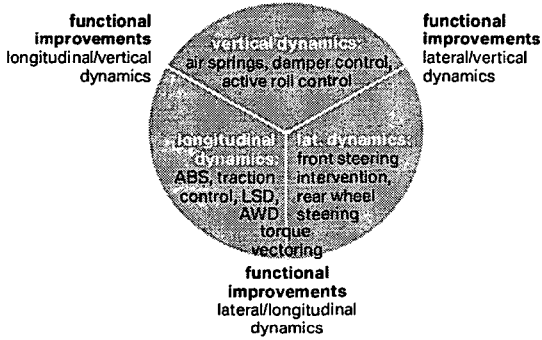


Fig. 5 Potentials for functional improvement between dynamics domains.<sup>1</sup>

오늘날 샤시제어시스템은 대부분 부품업체에 의해 공급이 된다. 이러한 샤시제어시스템은 센서, 액츄에이터, ECU, 시스템을 동작시키기 위한 소프트웨어로 구성되며, 완성차업체에 턴키 방식으로 공급된다. Fig. 6은 하나의 차량에 이러한 시스템이 여러 대 장착되어 있는 경우 전체 구조를 보여준다.

Fig. 6에서 볼 수 있는 것처럼 각각의 샤시제어 시스템은 자신의 전용 센서 및 액츄에이터를 포함하며, 이러한 시스템이 다수가 존재하는 경우 구성요소와 소프트웨어 모듈의 중복이 발생하게 된다. 그러나 한대의 차량에 일반적으로 다수의 샤시제어시스템이 옵션으로 장착되기 때문에 이러한 중복성은 없애는데는 어려움이 따른다. 더욱이 이러한 구조에서는 기능적 통합을 구현하는 것이 매우 어려운데 그 이유는 통합을 위해서는 각 공급업체가 제공하는 개별시스템의 소프트웨어와 하드웨어

의 변경이 수반되기 때문이다.

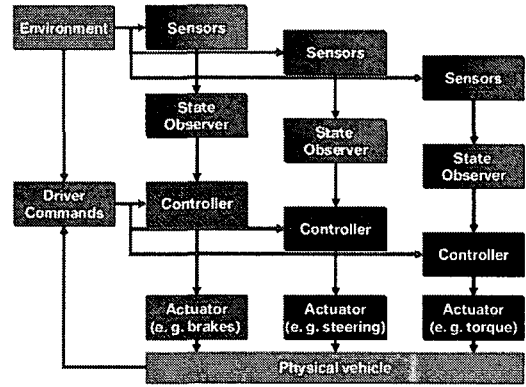


Fig. 6 Architecture of current chassis systems<sup>1</sup>

따라서 위와 같은 구조는 다수의 개별 샤시제어 시스템을 통합하고자 하는 완성차업체에게는 적합하지 않으며, 이는 특히 두개 이상의 개별시스템이 동일한 성능향상을 목표로 하는 경우 더욱 그러하다. 서로 다른 자유도의 영역(예를 들어 롤과 요) 사이에는 복잡한 연계성이 내재하며, 이에 따라 서로 별개의 영역을 제어하는 개별 샤시제어시스템들 사이에도 간섭이 생길 수 있다.

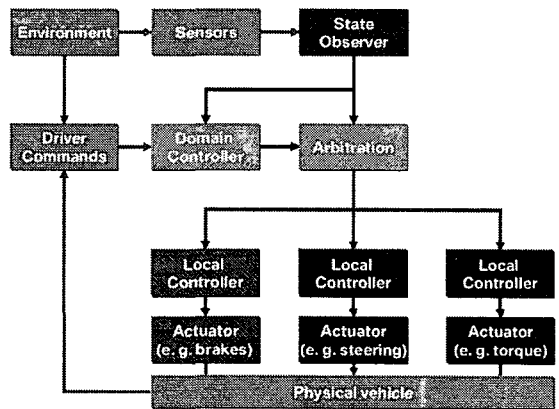


Fig. 7 Hierarchical functional architecture<sup>1</sup>

Fig. 7은 개별 샤시제어시스템 통합에 보다 적합한 계층적 구조를 보여준다. 이러한 구조에서는 공통적으로 사용될 수 있는 모든 기능은 서로 공유된다. 예를 들어 신호처리, 변수추정, 현재 주행상

황에 대한 판단, 운전자 의도에 대한 판단 등을 들 수 있다.

통합이 가능한 기능들과 서로 간섭할 수 있는 기능들은 모두 통합제어부(Domain Controller)에서 처리되며, 통합제어부는 개별 액츄에이터들이 취해야 할 적절한 동작을 판단한다. 개별제어부(Local Controller)는 통합제어부의 판단에 근거하여 자신에게 주어진 고유 기능을 수행하며, 이를 위해 개별 액츄에이터를 직접적으로 제어하게 된다. 개별제어부는 통합에 직접적인 관여는 하지 않는다.

궁극적으로는 통합제어부도 차량의 자유도 영역에 맞춰 아래와 같이 둘 또는 세개로 나뉘어 존재하게 될 것으로 예측되며, 서로 다른 통합제어부도 센서신호, 신호처리 및 변수추정 등의 기능은 모두 공유할 것이다.

- . 횡방향 안정성 제어: 요레이트 및 횡가속도
- . 수직동역학 제어: 롤, 피치, 리프트
- . 종역학 제어: 순항제어 및 운전자지원 시스템

Fig. 7과 같은 영역별 통합구조를 기반으로 하는 통합샤시제어 기술은 부분적으로 상용화가 되고 있으며, 중방향 제어와 수직방향 제어의 통합이 그 예이다.

BMW는 차량 안정성 제어기 알고리즘과, 현재 뿐 아니라 미래의 액츄에이터와도 호환가능한 협조 제어 알고리즘을 개발하였다. 이 알고리즘은 요모멘트를 이용하여 차량의 반응이 운전자의 명령에 따르도록 한다. 이 협조제어 알고리즘은 보상요모멘트를 액츄에이터(개별제동장치)에 적절히 배분한다. 이 장치는 2004년 후반에 BMW 3시리즈에 장착되어 출시되었으며, 차량안정성제어기와 능동형 조향시스템의 통합을 이루었다.

Fig. 8은 Fig. 7과 같은 영역별 통합구조를 가지는 통합샤시제어 장치가 차량 선회시 개별 액츄에이터를 어떻게 작동할 수 있는지를 보여준다. 통합샤시제어시스템은 능동 조향장치, 후륜 조향장치, 후륜 토크벡터링, 능동형 스테빌라이저로 구성된 것을 가정한다.

Fig. 8의 통합샤시제어기는 자신의 목표인 중립 조향특성과 최적의 구동성을 얻기 위해 사용가능한 액츄에이터를 모두 활용하는 것을 볼 수 있다. 같은 보상 요모멘트일지라도 여러 액츄에이터들 사이에 이를 어떻게 배분하느냐에 따라 운전자가 받는 느낌은 상당히 다르며, 따라서 이러한 배분의 차이는 차량의 미묘한 조향특징을 결정짓게 된다.

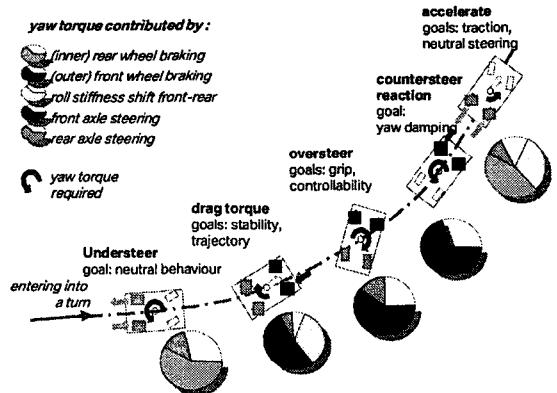


Fig. 8 Cornering with a fully GCC vehicle<sup>1</sup>

통합제어기를 구성하는 액츄에이터 중 하나 또는 그 이상이 없거나 작동하지 않는 경우, 통합제어기는 자신의 기능을 계속적으로 유지해 나가기 위해 제어 알고리즘의 로직을 재정렬하게 되는데, 이러한 경우 필요한 요모멘트를 완전히 내지 못할 수도 있게 된다.

### 3.2 하드웨어 통합

하드웨어의 통합은 통합샤시제어를 하는 직접적인 이유는 아닐지 모르나 이는 기능적 통합에 많은 도움을 준다.

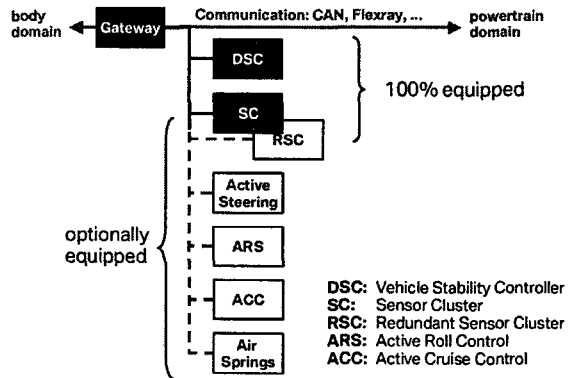


Fig. 9 Typical physical architecture<sup>1</sup>

일반적으로 샤시제어시스템의 대부분은 옵션으로 장착이 된다. Fig. 9는 BMW 차량의 경우를 보여주는데 모든 차량에는 차량 안정성 제어기인 DSC와 이를 위한 센서 클러스터가 기본으로 장착되며, 그 외의 능동형 토크제어기나 능동형 조향장치

와 같은 사시제어시스템은 소비자들이 옵션으로 선택하게 된다.

Fig. 9의 구조는 앞에서 살펴본 두가지 구조 가운데 전자(Fig. 5)에 해당한다. 하드웨어적 측면에서 보면 이러한 구조는 사시제어시스템의 종류가 많아질수록 센서와 기능과 ECU성능에 있어서 불필요한 중복성이 늘어나게 된다. 여기에 파워트레인과 바디 영역까지 고려하게 되면 더욱 많은 중복성이 발견된다.

이러한 불필요한 중복성을 제거하려면 시스템의 구조를 Fig. 7과 같은 계층적 구조로 바뀌어야 하는데 이를 위해 다음과 변화가 필요하다.

- . 모든 센서들을 중앙에 집중화시킨다 (물리적으로 가능한 범위에서)
- . 각각의 개별 사시제어시스템이 모든 센서신호를 받을 수 있을 수 있게 한다.
- . 신호처리와 변수추정과 같은 공통적인 기능들을 중앙집중화시키며, 모든 개별 사시제어시스템이 이들값을 받을 수 있도록 한다.

이러한 변화는 궁극적으로 차량에 헤드유닛(Head Unit)<sup>1)</sup> 개념을 도입하는 것으로, 헤드유닛은 모든 개별시스템에게 필요한 정보를 전달하며 통합제어부(Domain Controller)를 그속에 포함한다. Fig. 10은 이러한 구조를 보여준다.

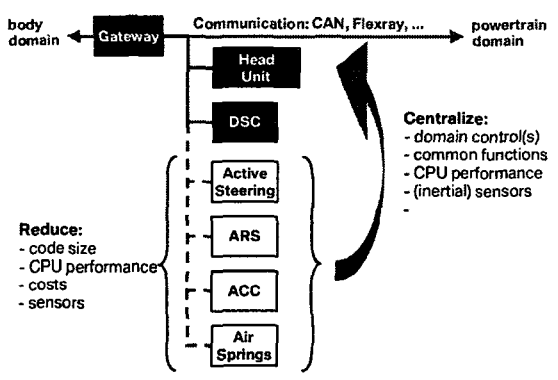


Fig. 10 Hierarchical technical architecture<sup>1)</sup>

위와 같은 변화에 따라 헤드유닛을 중심으로 한

1) 헤드유닛이란 음향시스템에서 사용되는 용어로 스테레오 시스템을 구성하는 모든 콤포넌트 즉 CD플레이어, 스피커, 앰프 등을 서로 연결해주는 통합인터페이스의 역할을 하는 콤포넌트로 receiver라고도 불리운다.

중앙집중화가 이루어진다. 개별시스템들은 계층상 하위에 놓이게 되고, 그들이 담당하는 역할과 구성품의 크기는 줄게 된다.

이러한 변화는 차량 가격 측면에서 두 가지의 상충되는 효과를 나타낸다. 우선 차량의 기본 가격은 중앙집중화로 인해 상승한다. 그러나 옵션으로 추가되는 개별사시제어 장치의 가격이 저렴하기 때문에, 개별사시제어 장치를 많이 달면 달수록 가격 절감효과는 커진다.

Fig. 10과 같은 시스템 구조가 일단 확립되면, 그 후의 추가적인 개발비용은 낮아질 것이다. 왜냐하면 차량 전체로 보면 이전의 중복성이 크게 제거되어 소프트웨어의 크기나 파라미터의 개수가 크게 줄어들기 때문이다.

헤드유닛을 하드웨어적으로 구현하기 위해 두 가지 방법을 생각할 수 있다. 첫째는 헤드유닛 전용 ECU를 두는 것이고, 둘째는 기존 ECU의 일부를 사용하는 것이다. 경제적인 관점에서 보면 두 가지 방법은 다음과 같은 점을 고려하여 선택할 수 있다.

차량안정성제어기(DSC) 이외에 추가로 장착되는 개별시스템의 수가 적은 경우 헤드유닛을 DSC ECU내에 위치시킨다.

추가로 장착되는 개별시스템의 수가 많거나, 엔진과 파워트레인에 따라 DSC의 제조사나 방식이 틀려지는 경우 헤드유닛 전용의 ECU를 둔다.

두가지 가운데 어떤 방법을 채택하던지 Fig. 7에서 본 계층적 구조를 유지함으로써 같은 완성차업체의 여러 차종에 대해 소프트웨어와 기능을 공유할 수 있으며 이로 인해 개발과 양산에 드는 비용을 절감할 수 있다.

헤드유닛은 ECU 성능에 있어서 확장성(scalability)이 있어야 한다. 확장성을 가지려면, 기본 모듈에, 필요에 따라 마이크로 컨트롤러와 메모리를 추가할 수 있어야 하며, 추가 여부는 차량에 장착되는 개별사시시스템의 조합을 구성하기 위해 필요한 코드의 크기에 따라 결정된다. 이러한 확장성이 기존과 다른 점은, 기존의 차량에서는 통신네트워크에서 이루어졌던 확장이 이제는 헤드유닛의 ECU 내에서 이루어지게 된다는 것이다.

### 3.3 통합 프로세스

사시시스템의 기능과 하드웨어에 있어 전술한 것과 같은 계층적인 구조를 유지하기 위해서는 사

시제어시스템의 개발 프로세스가 달라져야 하는데, 본 절에서는 이에 대해 살펴보고자 한다.

### 3.3.1 완성차업체와 부품업체의 관계

헤드유닛 중심의 통합샤시제어시스템을 개발하기 위해서는 그 시스템을 구성하는 모든 개별시스템에 대한 깊이 있는 지식이 요구된다. 부품업체는 자신들이 생산하는 샤시시스템에 대한 기술을 타 부품업체에 공개하지 않기 때문에, 샤시통합시스템(또는 헤드유닛)의 개발은 완성차업체의 몫이 될 수밖에 없을 것이다.

반면 헤드유닛을 제외한 나머지 시스템과 액추에이터 부분은 이전보다 간단한 구조를 가지게 될 것이며 이에 따라 보다 많은 부품업체들이 개발에 참여할 수 있게 되어 보다 경쟁적인 사업분야가 될 것이다.

최근들어 제동시스템을 생산하는 많은 업체들이 새로운 기능적 - 특히 차량 안정성제어와 관련된 - 요구를 만족시키기 위해 시스템의 성능과 기능을 향상시키는데 노력하고 있다. 하지만 이러한 시스템의 작동범위는 주로 비선형적이며 물리적으로 극한 상태이며, 차량의 선형 거동영역은 포함하지 않는다. 점차 많은 완성차업체와 부품업체들이 샤시시스템 개발에 있어 계층적 구조를 택할 것으로 기대되며, 이에 따라 부품업체에서는 총체적인 시스템보다는 기능이나 제어소프트웨어 분야의 전문적인 지식이 보다 많이 요구될 것이다.

### 3.3.2 개발 프로세스

현재의 샤시제어시스템의 개발 프로세스를 살펴보면 서로 다른 영역의 개별 샤시제어시스템은 대부분 서로 독립적으로 개발되고 있다. 통합은 모든 개별시스템의 개발이 끝나고 테스트 차량에 적용되는 시점에 이루어지며, 이때의 통합이란 기능적으로 서로 상충되고 간섭하는 것을 최소화시키는 파라미터를 찾는 것을 의미한다.

진정한 통합을 위해서는 이러한 프로세스가 변화되어야 한다. 통합은 설계의 초기단계부터 시작되어야 하며, 간섭의 가능성이 있는 모든 기능을 통합하기 위한 올바른 통신방법이 정의되어야 한다. 그리고 나서 비로소 각 개별시스템의 개발 프로세스가 시작된다. 이때 먼저 여러 샤시시스템의 작동을 위해 기반 기능이 되는 신호처리와 변수추정 모듈을 개발한다. 개별시스템을 위한 기능을 적

용하는 것도 더 이상 독립적으로 이루어져서는 안 된다. 기능상의 통합을 얻기 위해서는 통합적인 프로세스가 요구되며, 이를 위해 사용되는 틀은 기능적인 간섭뿐 아니라 비기능적인 간섭(예를 들어 기계적인 간섭)에 대한 정보를 가지고 있어야 한다. 이와 더불어 개발 엔지니어는 기능적으로 유사한 파라미터 조합을 찾아야 한다.

이러한 개발 프로세스에서의 변화는 비용 면에서 변화를 가져온다. 위와 같은 설계 초기단계부터의 통합은 프로젝트의 초기단계에 드는 비용을 높게 된다. 하지만 이러한 초기단계의 추가비용은 개발과정의 효율성을 높여 개발기간을 크게 단축해 줌으로써 전체 개발비용의 절감을 가져다 줄 수 있다.

### 3.4 기능적 안전성

샤시시스템을 개발함에 있어 기능상의 안전성(safety)은 시스템이 어떤 구조를 가짐과 무관하게 반드시 보장되어야 한다. 본 절에서는 위에서 살펴본 계층적 구조가 안전성에는 어떤 영향을 줄 수 있는지 살펴보고자 한다.

기존의 시스템 구조가 가지고 있는 중복성은 대부분 기능적 안전성과는 무관하다. 예를 들어 네비게이션을 통한 요레이트를 추가적으로 센싱하는 것이 차량 안정성 제어기의 안전성은 향상시키지 못한다. 따라서 이러한 중복성을 제거하는 것이 시스템의 기능적 안전성에는 영향을 주지 않는다.

스스로 완전한 stand-alone 타입의 개별샤시시스템은 다른 시스템과 공유하는 부분이 없기 때문에 자신의 오류에만 영향을 받지만, 그렇지 않은 개별샤시시스템은 공유모듈에서 고장이 생기면 전체 시스템이 멈추게 된다. 그러나 stand-alone 시스템도 파워가 나가거나 CAN 통신이 고장나는 경우 영향을 피할 수 없다. 따라서 전체 시스템이 멈추는 고장에 대해서는 시스템의 구조에 상관없이 적절한 대체기능이 마련되어야 한다.

계층적 구조를 가지는 시스템에서는 개별시스템 간의 상호 연관관계가 보다 잘 규명이 되므로 개별시스템을 보다 쉽게 개발할 수 있다.

계층적 구조를 가지는 시스템에서는 국부적으로 발생하는 오류에 대해서는 로직을 자체변경하여 대처할 수 있으므로, 여러 개별적인 고장상황에 대해 운전자가 보다 쉽게 대처할 수 있게 해준다.

계층적 구조를 가지는 시스템에서는 하드웨어의 중복된 부분이 많이 제거되지만, 입력신호에 오류가 있거나 입력이 되지 않는 경우, 헤드유닛에서 이를 감지하고 다르게 계산된 신호로 고장 신호를 대체하는 것이 매우 쉬워진다. 따라서 소위 가상의 중복성(virtual redundancy)은 더욱 강화된다. 계층적 구조에서는 고장을 찾는 것이 매우 쉬워진다. 정비소에서 하는 고장진단, 정기점검, 수리 등이 훨씬 쉽고 빨라지게 된다.

즉, 샤시시스템을 계층적 구조로 만들면, 시스템이 가지는 기존의 안전성에는 영향을 미치지 않으면서, 동시에 안전성 설계에 있어 보다 많은 자유도를 가질 수 있다.

#### 4. 결론

자동차업계에서는 샤시제어시스템들의 개발에 많은 투자를 하고 있으며, 이 결과 다양한 종류의 샤시제어시스템들이 출시되고 있다. 또한 점차 한 차종에 다수의 샤시시스템이 장착되고 있으며 그 기능에 있어서도 예전에는 위험한 상황에만 작동되던 시스템들이 점차 차량의 민첩한 반응, 운전의 즐거움이 향상되도록 일상적인 주행상황에서도 작동되도록 설계되고 있다.

기능적인 면에서 볼 때 현대의 차량에서 다수의 샤시시스템이 최상의 기능을 내기 위해서는 기존과는 다른 새로운 계층적인 구조가 필요하다. 이러한 계층적 구조는 다수의 개별샤시시스템의 진정한 통합을 가능하게 하여 차량 성능에 있어서도 새로운 시너지 효과를 낼 수 있게 해준다. 이러한 기능적인 변화는 샤시제어시스템의 하드웨어 구조의 재설계를 수반한다. 이러한 구조는 확장성을 가능하게 하며, 지금까지 부품업체 주도로 만들어졌던 stand-alone 타입의 개별샤시시스템을 대체하고, 개발과 생산 비용의 절감을 가져다 줄 것이다.

이러한 기능과 하드웨어의 새로운 구조를 도입하기 위해서는 개발 프로세스의 변화가 필요하며, 완성차업체와 부품업체 사이의 관계의 변화가 또한 필요하다. 개별 샤시제어시스템의 개발은 보다 많은 부품업체가 도전할 수 있는 사업영역이 될 것이며, 시스템의 통합은 소프트웨어기반의 다양한 기능의 개발을 포함하는 첨단기술로 발전할 것이다.

#### 참고문헌

1. Koehn, P., Eckrich, M., Smakman, H. and Schaffer, A., "Integrated Chassis Management: Introduction into BMW's Approach to ICM," SAE Paper No. 2006-01-1219, 2006.
2. Verhagen, A., Futterer, S., Rupprecht, J. and Trachtler, A., "Vehicle Dynamics Management - Benefits of Integrated Control of Active Brake, Active Steering and Active Suspension Systems," Fisita Paper No. F2004F185, 2004.
3. Semmler, S.J., Rieth, P.E. and Linkenbach, S.J., "Global Chassis Control - The Networked Chassis," SAE Paper No. 2006-01-1954, 2006.
4. Hamada, C., Fukatani, K., Yamaguchi, K. and Kato, T., "Development of Vehicle Dynamics Integrated Management," SAE Paper No. 2006-01-0922, 2006.
5. Shibahata, Y. and Tomari, T., "Direct Yaw Control Torque Vectoring," AutoTechnology, No. 3, pp.34-38, 2006.