

차량 안정성 제어 시스템 기술 동향

곽 병 학*, 박 영 진**

* (주) 만도, 한국과학기술원 기계공학과 소음 및 진동제어연구센터

** 한국과학기술원 기계공학과 소음 및 진동제어연구센터

1. 서론

차량의 대중화가 급격히 진행됨에 따라 차량 기본 성능 및 안정성, 편의성에 대한 운전자들의 요구 수준도 점차로 높아지고 있다. 이런 추세에 부응하기 위하여 국내외에서는 자동차 각 사를 중심으로 하여 80년대 중반부터 엔진, 샤시 부문에 대한 전자 제어 기술 개발이 이루어져 왔으며 엔진 및 샤시 부분에서는 전자 제어 시스템이 성공적으로 도입되어 엔진 제어, ABS/TCS, 에어백 시스템등에 활용되고 있다. 이와 함께 차량의 고성능화에 따라 소비자들이 점차 승차감(Ride Comfort) 이외에 차량의 조종 안정성(Handling Stability)에 관심을 가짐에 따라 국내외의 각 자동차 회사에서는 차량 사고 방지 및 안전 장치에 대하여 여러 연구들이 진행시켜 왔으며 최근에는 전자 및 제어 분야의 비약적인 발전에 힘입어 능동 안전 제어 시스템(Active Safety Control System) 개발이 활발히 진행 되고 있다.

대표적인 능동 안전 제어 시스템으로써는 저마찰 노면 상에서의 급 제동시 각 바퀴의 제동 압력을 조절하여 바퀴의 잠김을 방지, 차량의 안정성 및 조향성을 확보하는 ABS(Anti-lock Brake System)와 급 가속시 노면에서 얻을 수 있는 구동력에 비해 과도한 엔진 토크 의한 구동륜의 스피(Wheel Spin)을 방지하여 가속 성능을 향상시키며 고속 선회시의 선회 안정성을 향상시키는 TCS(traction control system)등이 있다. 하지만, 이 제어 시스템들은 운전자의 과도한 제동 및 가속시, 그리고 일반 주행시 타이어와 노면에서 얻을 수 있는 노면 마찰 한계에서 발생할 수 있는 스피 현상을 제어하기에는 제한적인 성능을 가진다. 따라서, 차량의 보상 모멘트를 발생시켜 차량의 자세를 바로 잡고 안정성을 향상시킬 수 있는 추가적인 제어 시스템이 필요하게 된다.

보상 모멘트를 발생 시키기 위한 대표적인 시스템은 차량 안정성 제어시스템과 조향 제어 시스템이 있다. 차량 안정성 제어 시스템은 각 바퀴의 가속이나, 감속을 통하여 구동력, 제동력 분배 제어를 함으로써

차량의 보상 모멘트를 발생시켜 차량의 자세를 바로 잡고 안정성을 향상시키고 타이어와 노면 마찰 한계와 같은 비선형 영역에서의 안정성을 추가적으로 향상시키고자 하는 것이다. 차량 안정성 제어와 관련된 시스템으로는 BOSCH사의 VDC(Vehicle Dynamics Control) [1], AISIN사의 VSC(Vehicle Stability Control) [2], ITT Automotive사의 ASMS(Automotive Stability Management System) [3]등이 있다. 그림 1은 차량 안정성 제어 시스템이 장착된 차량이 저 마찰 노면에서 보상 모멘트를 발생시켜서 차량 미끄럼각(Vehicle slip angle)을 제어함으로써 안정성을 확보할 수 있음을 보여준다.

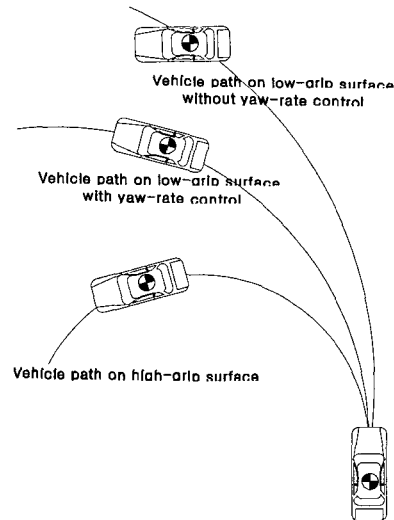


그림 1. 차량안정성제어시스템의 저/고 마찰 노면에서의 횡방향 제어 성능.

조향 제어 시스템은 후륜 조향 시스템을 포함하여 4륜 조향(4WS) 시스템이 있다. 4륜 조향 시스템은 적은 횡 가속도 영역에서 조향각 입력에 따라 후륜 조향각을 조정하여 타이어의 횡력으로부터 보상 모멘트를 발생시켜 안정성을 확보하고자 하는 시스템이다. 이 시스템은 큰 횡 가속도 영역에서 타이어의 비선형

성으로 조향각에 따라 횡력이 비례하여 발생하지 않고, 타이어 수직 하중과 종 방향 힘에 따라서 변화하기 때문에 차량 운동 거동과 주행 조건에 따라 민감하게 된다. 따라서, 차량의 횡 방향 가속도가 작은 영역에서의 차량의 횡 방향 거동의 제어는 4륜 조향 제어 시스템이 효과적이고, 횡 방향 가속도가 큰 영역에서는 롤 모멘트 제어 방법이 효과적이다. 반면 차량 안정성 제어 시스템은 눈길과 같은 저마찰 노면에서 미끄럼각이 과다하게 발생하는 한계 조향 상황을 포함한 모든 횡 가속도 영역에서 효과적이다.

이 차량 안정성 제어 시스템은 기존의 ABS/TCS 시스템과 같은 차량의 종방향 운동의 제어 개념에 부가적으로 센서를 추가하여 차량의 상태를 파악하고 운전자가 의도하는 차량 상태와 비교하여 바람직하지 못한 거동을 방지하는 차량의 횡방향 제어 개념을 추가한 시스템으로써 기존 ABS/TCS 시스템의 기능을 포함한 한 단계 발전된 차량의 표준 안전 장치로 인식되고 있다. 이 시스템에 대한 연구는 3가지 분야로 구분될 수 있다. 차량 주행 상태에 대한 차량의 횡방향 안정성 제어 알고리즘 설계 분야와 직접적인 측정이 어려운 차량의 상태를 예측하는 관측기 설계, 그리고 제동력의 분배에 의한 보상 요 모멘트를 발생시키는 슬립 제이기 설계 분야로 나눌 수 있다.

본 논문은 이 차량 안정성 제어 시스템 개발 분야에 대한 기술적 고찰과 학계 및 자동차 산업 전반에서의 개발 동향을 기술하고자 한다. 차량의 횡방향 운동에 연구 동향은 Yoshimi[4] 등이 정리하였으며 국내에서는 허건수[5], 두민수[6]등에 의하여 소개되었다.

2. 시스템 구성 및 업계 동향

2.1 시스템 구성

차량 안정성 제어 시스템은 다수의 센서와 각 차륜의 제동력을 제어하기 위한 Actuator 인 HU(Hydraulic Unit) 그리고, 전자제어 장치인 엔진 제어 유닛(ECU) 등으로 구성되어 있다. 그림 2는 각 부품들의 배치를 나타낸다. 주요 센서는 운전자의 의지를 예측하기 위한 조향각 센서, 브레이크 압력 센서, 쓰로틀 개도 센서 등과 차량의 운동을 측정하기 위한 차륜속도 센서, 횡가속도 센서, 요율(Yaw rate, yaw velocity) 센서등이 사용된다. HU는 운전자의 의지와 무관하게 차량 안정성 제어 시스템을 작동시키기 위하여 충분한 제동압력을 발생시킬 수 있어야 한다. 이와 같은 기능을 위하여 Bosch는 ABS/TCS 모듈과 별도의 Pre-charge Pump Unit를 추가적으로 부착하였으며 ITT 는 Active Vacuum Booster를 이용하고 있다. 과도한 엔진 출력의 제어를 위하여서는 쓰로틀 개도각 제어를 통한 흡입 공기량 제어 방식과 ECU와 통신을 통하여 연료 분사량과 점화 시기를 제어하는 엔진 직접제어 방식이 사

ESP - Complete closed-loop control system (component locations):
 1 Wheel brakes.
 2 Wheel-speed sensors.
 3 ECU.
 4 Primer pump (eVLP).
 5 Steering-wheel sensor.
 6 Brake booster with master cylinder.
 7 Hydraulic modulator with primary-pressure sensor.
 8 Yaw sensor with lateral-acceleration sensor.

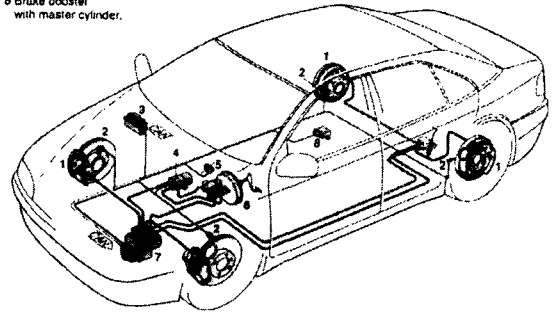


그림 2. 차량안정성제어시스템의 구성도.

용되고 있다.

2.2 업계의 동향

해외 자동차 업계에서는 차량 안정성 제어 시스템에 대한 연구 및 개발을 오래 전부터 수행하여 왔으며, 상당한 기술 수준을 확보하여 이를 각각 M-Benz, Toyota, BMW사의 고급 차종에 이미 적용하였으며 국내 업계에도 이들의 기술을 적용한 차량을 생산하고 있다. 국외에서는 차량의 운행 조건을 파악하기 위한 다양한 시도가 결실을 이루어 몇몇 기업 연구소에 의한 연구 발표와 특허 등록이 증가하고 있는 실정이다. 이중 특히 독일의 BOSCH사의 경우, ABS 및 TCS 시스템 개발 중 축적된 기술을 발전시켜 차량 안정성 제어 시스템에 대한 연구를 실용화하여 95년 말 Mercedes-Benz S 600 COUPE에 장착한 바 있으며, 그 이후에도 Audi사와의 공동 개발한 ESP를 Audi A8를 비롯하여 전 차종에 적용 결정하여 장착하고 있으며, BMW사의 5, 7 series 와 Mercedes-Benz C, CLK, SLK, E 와 S-Class에 적용하였다. 일본의 도요타 사는 이에 대응하기 위해 VSC 시스템을 자체 개발하여 Majesta 모델에 95년에 장착 하였으며 미국의 ITT Automotive 사도 관측 기술을 이용한 ASMS를 Chevrolet Corvette, Cadillac Seville, Eldorado 등의 차량에 장착하고 있으며 이러한 경향은 ABS의 보편화와 맞물려 더욱 증가할 것이다.

3. 제이기 설계에 관한 연구

차량 안정성 제어 시스템은 과도한 제동력 및 엔진 출력에 의한 차륜의 슬립을 방지하여 최적의 제동력과 구동력을 확보하는 차륜 슬립 제어 로직인 ABS/TCS 로직과 차량의 요 모멘트와 미끄럼각을 방지하여 차량의 안정성을 제어하는 차량 안정성 제어 로직부 그리고 차량의 상태를 추정하기 위한 관측기로 구성된다. 그림 3은 차량 안정성 제어 시스템의 제어 흐름

도이다. 본 논문에서는 차륜 슬립 제어부를 제외한 차량 안정성 제어 시스템의 안정성 제어 로직부와 관측기 설계부에 대하여 학계의 연구 동향을 중심으로 살펴본다.

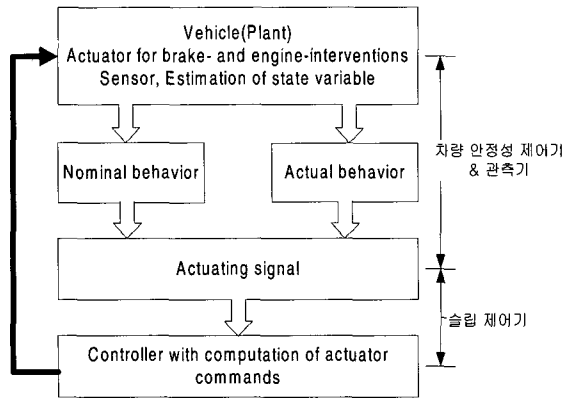


그림 3. 차량안정성제어시스템의 제어 흐름도.

3.1 차량 안정성 제어 로직

차량 안정성 제어기의 목적은 운전자의 의지에 따라 차량의 횡 방향 운동을 제어하여 운전자의 조종 부하를 감소시키고, 차량의 안정성을 확보하는 것이다. 따라서, 차량 안정성 제어기는 운전자의 의지에 해당하는 기준 모델을 추적하게 하는 제어 기법을 사용한다. 기존의 대부분의 연구는 직접 측정이 용이한 요율만을 궤환하여 기준 요율(Desired yaw rate)을 추적하는 방법을 사용하였다. 이 기준 요율만을 궤환하는 방법은 구조가 간단하지만, 빙판과 같은 저마찰 노면에서 차량이 기준 요율을 추정하여도 미끄럼각, 즉 차량의 자세를 제어하지 못하므로 운전자의 운전부하를 증가시키며 이로 인하여 차량이 불안정하게 한다. 이에 따라 미끄럼각을 궤환하는 방법이 최근의 연구에서는 제안되고 있다.

차량 안정성 제어 알고리즘에 대한 연구로 Shibahara[7]는 시스템 해석적인 관점에서 “ β -method”을 제안하였고, 차량의 미끄럼각에 따른 앞뒤 바퀴의 횡력을 어떻게 만들어야 하는지에 대하여 연구하였다. 이 연구에서는 미끄럼각이 적은 영역에서는 미끄럼각에 비례하여 요 모멘트가 발생하나, 미끄럼각을 감소시키기 위한 요 모멘트는 어느 시점부터 포화되고 감소하기 시작하며 이와 같은 현상은 전후륜의 타이어 특성에 기인함을 해석하였다. 이 특성으로 차량은 쉽게 스펀이라 불리는 불안정한 상태를 야기한다. Matsu-moto[8]은 운전자의 조향 입력에 따른 요율 기준 모델을 추정하는 요율 궤환 제어방법을 제안하였으나 저 마찰 노면에서 좋은 성능을 보장할 수 없었다. Alberti [9]는 요율 궤환과 미끄럼각 궤환을 이용한 제어 방법을 제안하였다. Inagaki[10]는 식(1)과 같은 미끄럼각의

위상 평면(Phase-plane)법에 의한 차량 운동의 안정성을 해석하고 제동력에 의한 요 모멘트를 제어하는 방법을 제안하였다.

$$|C_1\dot{\beta} + C_2\beta| < 1, (C_1 > 0, C_2 > 0) \quad (1)$$

Shibahara는 차량의 불안정성 현상이 미끄럼각에 증가에 따른 복귀 요 모멘트의 감소에 의한 것이라 지적하고, 요 모멘트 제어는 요 방향 운동 뿐만 아니라 미끄럼각에 대한 제어가 필요함을 보였다. 이와 같은 시스템에 대한 해석적인 접근과 함께 차량 안정성 제어 시스템에 대하여 비선형 제어기 설계 관점에서의 연구 방향도 다수 있다. 최근에는 적응 제어, $H-\infty$ 제어 그리고 μ -synthesis 방법들에 의한 연구도 이루어지고 있다[11]. 이와 같은 강인 제어 방법과 다르게 비선형 제어 기법에 의한 연구로는 Yoshimi[12]와 Tohru[13]는 미끄럼각과 요율 궤환을 이용한 슬라이딩 모드 제어를 제안하였다. 이 Yoshimi 등의 제어기는 실제 측정이 용이하지 않은 측정항목의 미분치등을 요구하는 등 실제구현에 어려움이 있다.

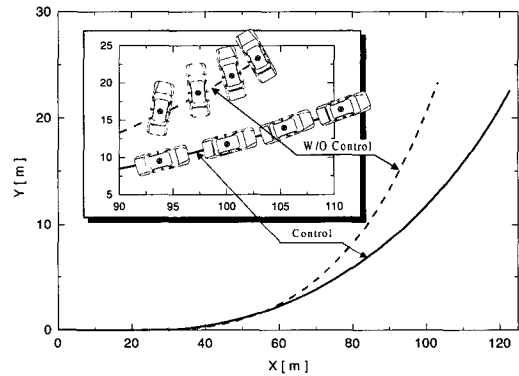


그림 4. 감속($a_x=-0.2g$) 스텝 조향 모의 시험시 차량 궤적.

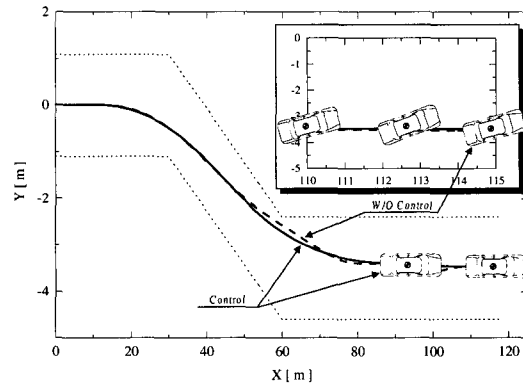


그림 5. 감속($a_x=-0.2g$) 차선 변경 모의 시험시 차량 궤적.

이와 함께 실제 차량이 가지는 설계 변수의 불확실

성과 비선형적인 거동을 극복하고 조종 안정성을 확보하기 위하여 계층 구조를 가지는 다중 가변 구조 (Multiple sliding mode) 제어방법을 이용하여 차량 안정성 제어 시스템을 설계하고자 하는 연구도 있다 [14]. 이 제어 방법은 차량의 운행 조건의 변화에 따라 운전자의 조향 입력에 대한 기준 차량의 미끄럼각 (Desired side-slip angle)을 추정하게 하고, 미끄럼각과 요율을 동시에 케환시킴으로써 주행 안정성을 확보하였다. 그림 4, 5는 다중 가변 구조 제어기에 차량 안정성 제어시스템이 장착된 차량이 저마찰 노면에서의 감속 스텝 조향시의 모의 실험결과이다.

3.2 관측기 설계

차량 안정성 제어 시스템에서는 조향성과 주행 안정성을 유지하기 위하여 가, 감속을 통하여 타이어의 주행 방향, 횡 방향 힘을 효과적으로 제어하여야 한다. 이런 점을 충족하기 위하여는 타이어와 노면의 마찰력을 최적화하여야 하며, 최적의 제동 토크 제어를 위하여서는 현재의 노면 상태인 마찰 계수(Friction coefficient)와 바퀴의 미끄럼(Slip ratio)과 미끄럼각, 차량 횡 속도 등의 정보가 추가로 필요하다. 이런 정보들은 고가의 센서를 이용하여 획득이 가능하지만, 상용화를 목적으로 하는 차량 안정성 시스템에서는 제한된 센서 출력과 차량의 동역학을 이용한 추정만이 가능하다. 따라서, 차량 안정성 제어 시스템은 센서 출력을 이용해 차량 주행 상태와 노면 상태를 정확히 추정하는 관측기의 설계가 필수적이다.

이와 같은 차량 주행 상태와 타이어 노면 상태를 추정하는 관측기는, 차량 안정성 시스템과 같이 차량의 현재 주행 상태를 필요로 하는 지능형 차량 주행 시스템 등의 개발을 위하여, 많은 연구자들에 의하여 연구가 수행 되어 왔다. Ray[15]는 Extended Kalman Filter를 이용하여 타이어 힘을 추정하여 조건부 확률 방법에 의하여 노면 마찰 계수를 추정하였으며, Gustafsson[16]는 초기 미끄러짐에서의 마찰 계수 기울기와 거칠기 계수로부터 노면 마찰 계수를 추정하였고, Yi[17]는 reduced order observer 와 필터 회귀 (filtered regressor) 모델을 이용하여 Collision Warning 시스템에 사용되는 노면 상태 예측에 대한 연구를 하였다. 그리고, Pasterkamp[18]는 Brush 타이어 모델을 사용하여 타이어와 노면 사이의 마찰 계수를 추정하는 방법을 제안하였다. 이 연구들의 대부분은 차량의 주행 방향 동역학 모델을 사용하여 노면 마찰 계수를 추정하므로 차량 안정성 제어 시스템처럼 차량의 횡 방향 동역학을 고려하여야 하는 시스템에서의 노면 마찰 계수를 실시간으로 예측하기 위한 방법으로는 한계성을 가진다.

실제 적용된 다수의 시스템들은 미끄럼각을 계산하기 위하여 식(2)으로부터 적분으로 인한 오차를 보정

한 유사 적분을 이용하여 계산하였다.

$$\dot{\beta} = \frac{a_y}{v_x} - r \tag{2}$$

선형 관측기를 이용한 방법들은 미끄럼각이 선형 영역에 머무르는 경우에 사용이 국한되었다. 차량 안정성 제어 시스템의 대부분 제어 영역인 비선형 영역에서의 미끄럼각은 타이어와 노면과의 마찰계수와 밀접한 관계를 가지며 따라서 정확한 미끄럼각의 추정을 위하여서는 노면 마찰계수를 동시에 예측하여야 한다. 따라서 미끄럼각과 노면 마찰계수의 동시적인 추정을 위한 연구들이 다수 보고되고 있다. 이와 같은 연구 중 Toyota 사는 실험적인 방법을 통한 노면 마찰 계수 추정 방법을 제안하였다[19]. 식(3)과 같이 센서에 의하여 측정된 현재의 차량의 횡 가속도와 Understeer Gradient 식을 근거로 한 기준 요율과 현재 요율과의 차이인 요율 오차에 의하여 노면 마찰 계수를 추정한다. 그림 6은 요율 오차로부터 μ_{error} 을 계산하는 맵이다. 요율 오차는 측정된 요율 센서신호와 조향각과 횡가속도에서 계산한 기준 요율로부터 식3과 같이 계산한다.

$$\mu = |a_y| + \mu_{error} \tag{3}$$

$$\Delta r = \left(1 + \left(\frac{v_x}{v_c} \right)^2 \right) \frac{(r_{ref} - r) l |r|}{v_x r} \tag{4}$$

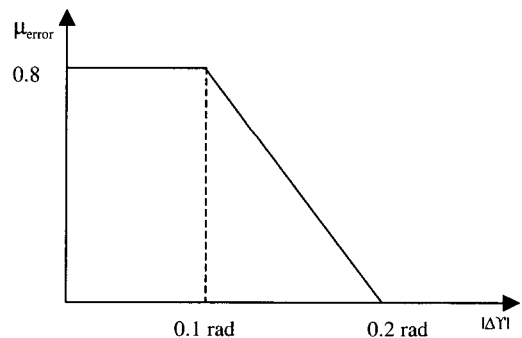


그림 6. μ_{error} Map.

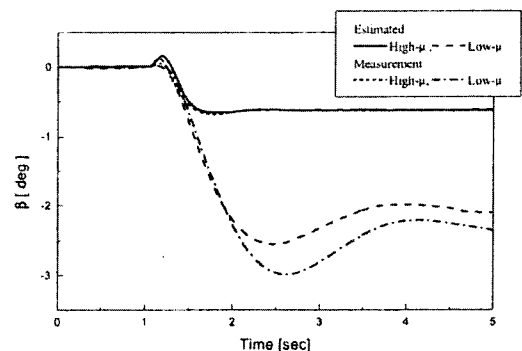


그림 7. 스텝 조향시의 미끄럼각 응답.

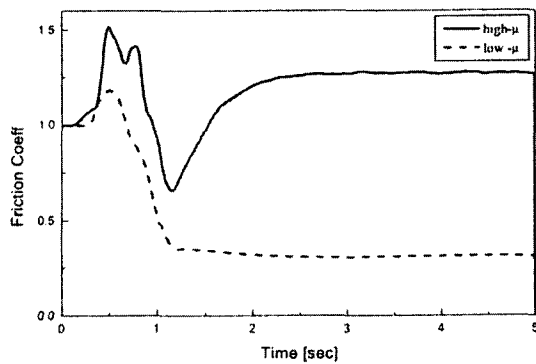


그림 8. 스텝 조향시의 마찰 계수 추정.

이와 함께 노면 상태를 RLS(recursive least square) 방법을 통하여 실시간으로 차량의 노면 상태를 추정하고, 동시에 선형 Kalman 필터를 이용하여 2자유도 차량 모델과 수정된 Dugoff 타이어 모델로부터 차량 상태를 추정하는 방법도 제안되었다[20]. 그림 7, 8은 차량 상태 관측기와 노면 상태 추정 방법을 동시에 이용한 모의 시험한 결과이다.

4. 결론

본 논문은 차량 안정성 제어 시스템에 대한 개념을 소개하고, 이에 관련된 많은 연구들을 간략하나마 정리하였다.

차량 안정성 제어 시스템은 앞에서 지적한바와 같이 차량 동역학과 타이어 동역학의 비선형 영역에서 차량의 운동을 제어하기 위한 효과적인 방법이다. 이와 같은 차량 안정성 제어 시스템에 대한 기술력 확보를 위하여서는 시스템에 적용되는 각종 센서에 대한 연구 및 적용 기술, ABS/TCS 에서 확장된 유압부설계 기술, 나아가 차량의 상태를 판단하고 차량의 횡방향 운동을 제어하는 제어 로직의 개발 및 통합 제어기 설계 기술에 대한 연구 개발이 절실히 요구 된다.

차량의 횡 방향 제어를 위한 향후의 기술은 더욱 효과적인 조정 안정성을 얻기 위하여 4WS를 포함한 조향각 제어 시스템과 안정성 제어 시스템의 단점을 상호 유기적으로 보완한 통합 제어가 될 것이며, 이런 관점의 연구는 차량동역학과 타이어 동역학에 대한 깊은 사고가 필수적이다.

참고문헌

[1] Van Zanten, A. T., Erhardt, R., Pfaff, G., Kost, F., Hartmann, U. and Ehret, T., Control aspects of the Bosch-VDC, Proceedings of the International Symposium on Advanced Vehicle Control, Aachen, Germany, pp. 573-608. June, 1996.
 [2] Yoshiyuki, Y., Kenji, T., Noriaki, H., and

Masakazu, S., 1996, Improvement of Vehicle Directional Stability for Transient Steering Maneuvers Using Active Brake Control, SAE 960485.
 [3] Schwarz, R., Willimowski, M., and Isermann, R., 1997, Improved Wheel Speed and Slip Determination Considering Influences of Wheel-Suspension Dynamics and Tire Dynamics, SAE 971117.
 [4] Yoshimi, F., and Masato, A., Advanced Chassis Control Systems for Vehicle Handling and Active Safety, Vehicle System Dynamics, Vol. 28, pp. 59-86. 1997.
 [5] 허건수, 차량 조향 안정성 제어, 자동차공학회지, 8월호, 2000.
 [6] 두민수, 차량 동역학 제어시스템, 자동차공학회지, 제20권, 제6호, pp. 10-16, 1998.
 [7] Shibahata, Y., Shimada, K., and Tomari, T., The Improvement of Vehicle Maneuverability by Direct Yaw Moment Control, Proc. of the International Symposium on Advanced Vehicle Control, pp. 452-457. 1992.
 [8] Matsumoto, S. et al, Brake force distribution control for improved vehicle dynamics, Proc. of the International Symposium on Advanced Vehicle Control, pp. 441-446. 1992.
 [9] Alberti, V. et al, Improved driving stability by active braking of the individual wheels, Proc. of the International Symposium on Advanced Vehicle Control, pp. 717-732. 1996
 [10] Inagaki, S. et al, Analysis on vehicle stability in critical cornering using phase-plane method, Proc. of the International Symposium on Advanced Vehicle Control, pp. 287-292. 1994.
 [11] Masao, N., Yutaka, H., and Sachiko, Y., Integrated Robust Control of Active Rear Wheel Steering and Direct Yaw Moment Control, Vehicle System Dynamics, Supplement Vol. 28, pp. 416-421, 1997.
 [12] Yoshimi, F., and Masato, A., On-Board-Tire-Model Reference Control for Cooperation of 4WS and Direct Yaw Moment Control for Improving Active Safety of Vehicle Handling, Proc. of the International Symposium on Advanced Vehicle Control, pp. 507-526. 1996.
 [13] Tohru, Y., Tomohiko, A., Tetsuro, B., Haruki, O., and Hirota, M., Application of Sliding-mode Control to Control Vehicle Stability, Proc. of the International Symposium on Advanced Vehicle Control, pp. 455-460. 1998.

[14] Kwak B., Park Y., Robust Vehicle Stability Controller by Multiple Sliding Mode Control, 5th International Symposium on Advanced Vehicle Control, August 22-24, Ann Arbor, Michigan USA, 2000.

[15] Ray, L. R., Nonlinear State and Tire Force Estimation and Road Friction Identification: Simulation and Experiments, Automatica, V33, N10. pp. 1819-1833, 1997.

[16] Gustafsson, F., Slip-based Tire-Road Friction Estimation, Automatica, V33, N6, pp. 1087-1099, 1997.

[17] Yi, K. and Jeong, T., Observer Based Estimation of Tire-Road Friction for Collision Warning Algorithm Adaptation, JSME International journal series C, V41, N1, pp. 116-124, 1998.

[18] Pasterkamp, W.R. and Pacejka, H. B., The Tyre as a Sensor to Estimate Friction, Vehicle System Dynamics, V 27, 409-422, 1997.

[19] Yoshiki Fukada, Slip-Angle Estimation for Vehicle Stability Control, Vehicle System Dynamics, V 32, pp. 375388, 1999.

[20] Kwak B., Park Y., Kim D., Design of Observer

for Vehicle Stability Control System, Seoul 2000 FISITA World Automotive Congress, F2000G328, June 12-15, 2000, Seoul, Korea.

곽 병 학

1991년 인하대학교 기계공학과 졸업. 1993년 한국과학기술원 기계공학과 석사 졸업. 1993년~현재 (주) 만도 중앙연구소 재직. 1997년~현재 한국과학기술원 기계공학과 박사과정 재학중. 관심분야는 차량 제어 시스템 설계, 비선형제어.

박 영 진

1957년 9월 30일생. 1980년, 서울대학교 기계공학과 (공학사). 1982년 서울대학교 기계설계학과 (공학석사). 1987년 미국 Univ. Michigan, Ann arbor 기계공학과(공학박사). 1988년~1990년 미국 New Jersey 공과대학교 기계 및 산업공학과 조교수. 1990년~현재 한국과학기술원 기계공학과 교수. 관심분야는 소음 및 진동제어, 견실 및 지능제어, 차량 제어 시스템, 3차원 입체 음장재현, 자기점성유체 응용연구 등. 대한기계학회, 한국소음진동공학회, 한국자동차공학회, 미국기계학회, 전기 및 전자공학회 및 Sigma-Xi 회.