

ACC와 Vehicle Platoon System을 중심으로 살펴본 차량추종제어 시스템

장 광 수 교수 · 홍익대학교 기계공학과

1. 머리말

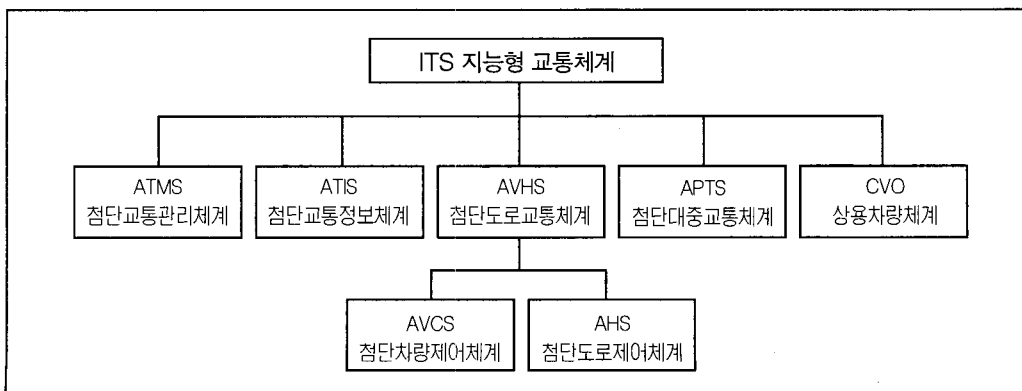
지능형 교통체계(ITS: Intelligent Transportation Systems)의 한 분야인 첨단도로 교통체계(AVHS: Advanced Vehicle and Highway System)는(그림 1) 컴퓨터, 전자제어, 센서등의 첨단 시스템을 이용하여 차량간의 주행 간격을 현재의 인간 운전자에 의한 주행 안전 간격보다 훨씬 좁힘으로써 단위 도로 면적당, 또 단위 시간당 주행할수

있는 차량의 댓수를 2배, 혹은 3배까지도 증가시키는 것을 목표로 하는 미래형 교통체계이다. 이는 현재와 같이 대도시에서 교통 혼잡의 감소를 위한 도로신설이 토지보상비, 건설비용의 급증으로 인하여 점차 어려워지고 있다는 사실을 감안할 때, 그 중요성을 인식할 수 있다. 이 외에도 이 시스템은 안전성 제고, 운전 편의성 증대, 환경 오염 감소 및 소통효율의 개선을 추구하는 체계로 이의 목표와 정의는 그림 2에서

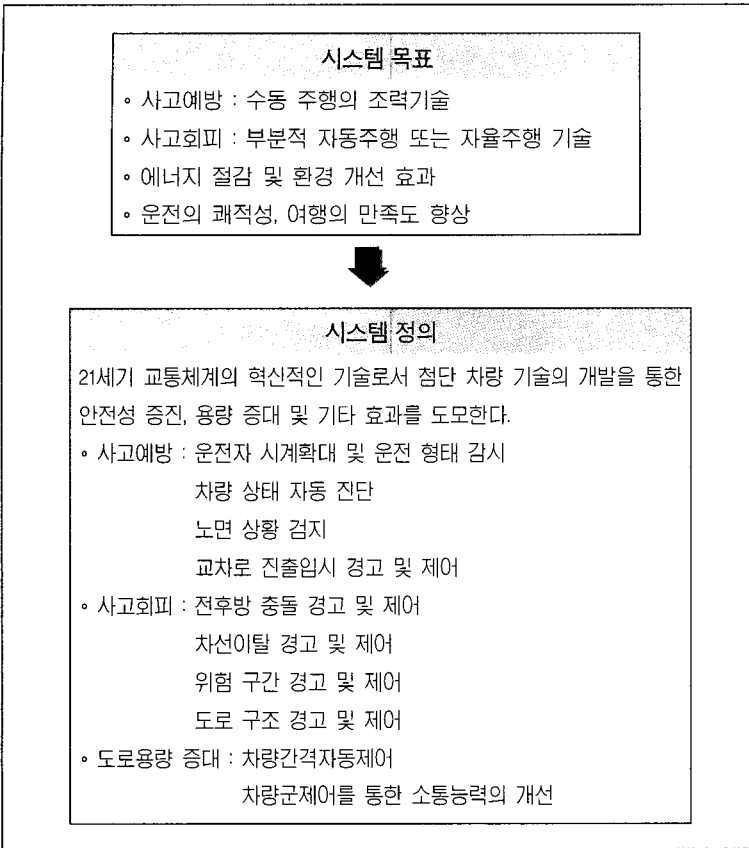
와 같이 나타낼 수 있다. 이 시스템의 기능별 구성 요소는 자동차와 도로기반시설이 되며 본고에서는 차량에 초점을 맞추어 차량추종제어 시스템에 관하여 기술하고자 한다.

2. 차량추종제어 시스템 (Vehicle Following Control System)

선행 차량을 추종하는 자동제어 시스템은 종방향 제어



〈그림 1〉



(그림 2)

(Longitudinal Direction Control)라 하여 차선을 추종해 나가는 횡방향제어 (Lateral Direction Control)와 구별하고 있다. 이 두 방향사이의 동역학적 연계(coupling)를 연구하기도 하지만 초기에는 대체로 개별적으로 개발이 진행되고 있다.

이 종방향제어에서는 제어 목표가 차량간의 간격, 상대속도의 regulation이 되며 이 때 선행 차량의 주행 프로파일을 인간보다 훨씬 빠른 센서, 액추에이터를 사용하므로써 시간지연 없이 추종하도록 하는 것이다. 이에 따라

수동 운전에서 흔히 볼 수 있는 차량간 시간 지연 전파 현상 (shock propagation)을 현저히 감소시킴으로써 도로 용량 증대를 도모할 수 있다.

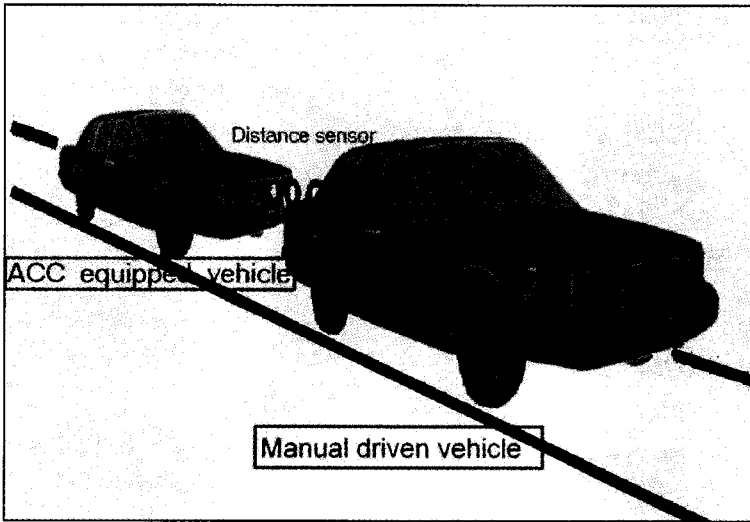
이러한 차량추종제어 시스템에는 대체로 ACC와 Vehicle Platoon이라고 하는 두 시스템이 현재까지 연구되고 일부 상용화 까지도 되고 있는 실정이다.

2.1 Adaptive Cruise Control (ACC)

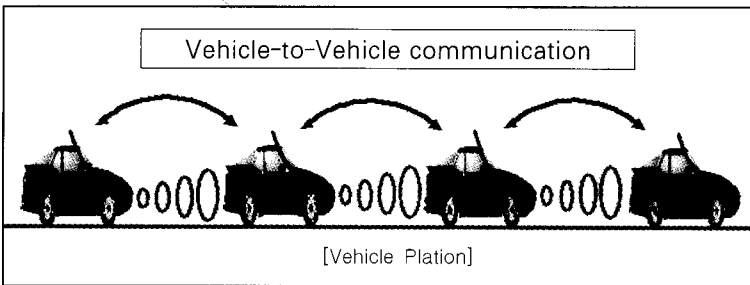
ACC는 자율자동주행 시스템으로서 자차에만 거리측정 센서 (예

를 들어 레이다), 액추에이터, 제어기등을 장착하므로써 주변의 차량이나 도로와는 아무런 정보통신 교환 없이 자율적으로 주행하는 장치이다.(그림 3) 이 시스템은 모든 신호처리나 정보처리등이 자차내에서 이루어 지기 때문에 제품개발, 책임소재 규명등이 뚜렷한 장점이 있다. 이러한 이유로 인해 이미 일본, 미국, 유럽등 선진 각국에서 많은 연구가 수행되어 왔고, Mitsubishi, Bosch등 자동차 회사들에서는 상용화 단계에 있기까지 하다.

ACC의 구체적인 작동 개념을 살펴보면 인간 운전자의 스톱 및 브레이크 조작은 전혀 없이 차량 전면부에 부착된 거리 및 상대 속도 측정 센서로부터 실시간으로 측정된 데이터들이 신호처리 장치를 거쳐 차량내의 각종 센서로부터 측정된 데이터들과 함께 컴퓨터내의 제어 알고리즘에서 이용할 수 있도록 한다. 제어 알고리즘에서는 선행차량의 프로파일 일을 오차없이 추종하기 위한 traction 토크를 계산한 후 이 토크를 달성할 수 있는 스톱들 각, 혹은 브레이크 압력을 계산하여 스톱들과 브레이크에 부착된 높은 주파수 대역의 액추에이터를 구동시키는 적절한 신호양으로 바꾸어 내 보낸다. 이러한 일련의 과정이 모두 실시간으로 이루어지기 때문에 (예를 들어 초당 20번의 신호처리) 인간 운전자로써는 불가능한 차량 추종 오차제어가 가능하다. 이와 같은 시스템을 개발하기 위해서는 먼저 차량의



〈그림 3〉



〈그림 4〉

되 여기에 차량간의 통신, 차량대 도로간의 통신 기능을 추가하여 10대, 혹은 20대 정도의 차량들을 하나의 차량군으로 묶어 자동으로 주행시키는 장치이다.(그림 4) 이 통신기능은 선행차량의 속도, 가속도 정보등을 후속 차량에 전달함으로써 후속차량의 주행제어에 이용할 수 있다. 또한 차량대 도로간의 통신도 필요로 하는 이 시스템은 차량의 진출입 제어 까지도 도로상의 컴퓨터와의 통신에 의해 제어받게 된다. 현재까지 선진국에서 활발히 수행되고 있는 이 분야의 연구 결과를 검토하면 보다 많은 도로수용능력의 증대는 차량의 개별적인 자동주행(즉, ACC)에 의해서는 기대할 수 없고 차량간의 통신을 이용한 차량군집 주행에 의해서 이루어 질 수 있다고 알려져 있다. 즉, ACC는 차량의 개별적인 자체 제어으로써 주행되기 때문에 평균적으로 성취할 수 있는 차량 간격이 차량군집 주행의 경우보다는 클 수 밖에 없는 것이다. 또한 ACC 시스템은 일반 도로상에서 인간 운전자에 의한 차량주행 모드와 함께 주행하는 혼합주행(mixed flow)을 대상으로 하기때문에 적극적 개념의 도로용량 증대를 목표로 할 수는 없고 안전성 제고와 운전 편의성 증대를 목표로 하는 개념의 시스템이다.

이에 반하여 차량군집 제어 시스템은 일반 도로 환경이 아닌 고속도로와 같이 상당히 잘 제어된 교통 환경에서 전용차선을 이용할 경우 그 효과를 기대할 수 있

동역학적 거동을 충분히 이해하여 입력에 대한 응답특성을 모델링할 수 있어야 한다. 차량의 경우 흡기관, 엔진 자체특성, 파워트레인등 상당 부분이 비선형 특성을 보인다는 점에 유념해야 하며 따라서 자동제어기의 설계도 이를 반영할 수 있어야 넓은 속도 범위에서 최소화된 오차를 성취할 수 있다.

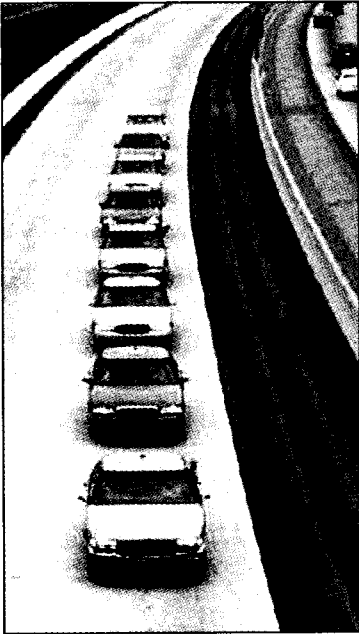
ACC뿐 아니라 차량군집제어 시스템 개발에서도 가장 중요하고 어려운 부분이 거리 및 상대속도 측정 센서라고 볼 수 있다. 현

재까지 레이다, 레이저 레이다, 초음파, vision 센서등이 선진국에서 많이 연구되고 있다. 이 센서들은 모두 장단점을 갖고 있기 때문에 결국에는 어느 한 센서를 사용하기 보다는 센서 fusion등을 이용한 2, 3 종류의 센서를 채택하여 센서 failure에도 대비해야 할 것이다.

2.2 차량군집제어

(Vehicle Platoon Control)

차량군집 제어 시스템은 ACC의 기본 구성요소는 그대로 갖추



〈그림 5〉

다. 예를 들어 서울에서 부산을 주행하는 차량 10여대를 한 차량 군으로 묶어 자동주행하면 수동 주행이나 ACC 시스템을 이용한 주행보다도 더 좁은 차량 간격을 유지할 수 있어 도로수용능력을 증대시킨다.

이 시스템은 National Automated Highway Systems Consortium (NAHSC)에 의해 수년간 개발 지원받은 결과를 1997년 8월 미국 샌디에고에서 AHS Demo를 통하여 전 세계적

으로 성공적으로 발표하였다.(그림 5)

3. ACC와 Vehicle Platoon System의 비교

ACC는 자차에만 차량추종에 필요한 장비를 갖추고 주로 일반 도로상에서 자동주행하는 것을 목표로 하는 운전 편의성을 도모하는 시스템이다. 이에 반해 차량 군집제어는 고속도로상에서 전용 차선을 만들어 통신을 비롯한 첨단장비를 갖추고 자동주행하는 차량군 주행을 목표로 한다. 따라서 장비 구성 요소만을 고려할 때는 차량 군집제어 시스템에서 차량 2대만을 떼어 통신없이 개발하면 곧바로 ACC의 시스템 개발이 되고 이를 기초 연구로 하여 차량군집제어 시스템을 점차 개발하는 것으로 방향을 잡기가 쉽다.

그러나 이 두 시스템은 전술한 바와 같이 그 주행환경 대상이 전혀 다른 것으로 일반도로, 고속도로의 차이, 혼합주행과 전용도로 주행에 기인한 차량 간격 목표의 차이, 통신 정보교환의 유무에 따른 operating medium의 차이, human factor의 차이 등과 같이 개발 환경 및 방향이 다르다는 개

념에서 출발해야 한다.

따라서 국내 실정에 맞는 차량 추종 제어 시스템을 개발하고자 할 경우 이 두가지 시스템의 장단점을 면밀히 연구해 보고 simulation, benefit analysis 등을 충분히 거쳐야 정해진 기간 내에 중복 투자없이 연구 개발이 진행될 수 있다고 본다.

4. 맺음말

ITS내의 첨단 차량제어 시스템은 다른 정보관리, 정보전달 시스템과는 달리 단순한 정보의 교환에 따른 소극적인 교통 문제 해결을 목표로 하는 것이 아니다. 이 시스템은 차량 자동화를 통하여 현재의 도로 용량을 2배, 3배로 증대시키고자 하는 적극적인 교통문제 해결의 방안을 제시하고 있다. 따라서 이의 연구 개발에 관한 정부의 적극적인 지원이 요구된다 하겠으며 구심점을 찾지 못하고 산발적으로 노력하고 있는 산, 학, 연의 연구 개발도 통합할 수 있는 체제가 갖추어져야 하겠다.

(장광수교수 : kschang@wow.hongik.ac.kr)