

차량의 자동주행을 위한 목표물 추적 알고리즘: AIMM-UKF

김용식*(부산대 대학원 지능기계공학과), 홍금식(부산대 기계공학부)

주제어: 운전자 보조시스템 (driver assistant system), 지능형 자동차, 비선형 필터링, 상호작용다중모델 (interacting multiple model), 칼만필터 (Kalman filter), unscented 칼만필터

운전자 보조시스템에는 적응순항제어 (adaptive cruise control), 차선변경 (lane change), 충돌경고 (collision warning), 충돌회피 (collision avoidance), 및 자동주차 (automatic parking) 등이 있다. 이런 운전자 보조시스템은 어떤 목적을 가지고 있다. 운전자의 부담을 줄이고 안전을 위하여 차량의 주행방향에 있는 장애물이나 차량을 감지하여 차량간의 안전거리를 유지하고 자동차가 일정 속도를 유지하도록 한다. 운전자 보조시스템의 효율은 센서들로부터 얻어진 정보의 해석에 달려있다. 이러한 센서들은 주변의 차량의 환경과 운전자 보조시스템이 적용된 차량자체에 대한 정보를 제공한다. 제어기가 운전자가 만족할 수 있는 결정을 하기 이전에 주변차량의 운동은 이용 가능한 센서 정보로부터 적절히 해석되어야 한다. 선행하는 차량의 운동을 정확히 예측하기 위한 능력은 운전자 보조 시스템이 적용된 차량의 레이다가 다른 차량을 얼마나 잘 추적하는가에 달려 있다. 센서로부터의 정보를 이용하여 차량을 추적하는 방법으로서 베이시안 (Bayesian) 방법에 의한 기동하는 표적을 추적하는 기법들이 사용되고 있다. 기동하는 표적의 추적기법으로 대표적으로 사용되는 방법으로는 다중모델을 사용하는 상호작용모델 기법이 있다. 뿐만 아니라, 최근 들어 이 기법을 이용한 퍼지(fuzzy) 상호작용다중모델, 적응 (adaptive) 상호작용다중모델 및 증가된 (augmented) 상호작용다중모델 등이 있다. 이러한 알고리즘은 군사용 목적뿐만 아니라 이미 민간 항공기 분야에서 항공교통통제 (air traffic control)를 위하여 사용되고 있다. 본 논문에서는 증가된 상호작용다중모델을 이용하여 센서로부터 얻어진 정보를 바탕으로 해서 주변의 다른 차량의 움직임을 감지하고 해석한다. 항공기의 기동에 관해서는 이미 국내외에서 많은 연구를 통해 기동패턴이 알려져 있으며 추적용 필터 알고리즘의 운동모델도 잘 구비되어있다. 일반적으로 사용되는 운동모델로서는 등속운동모델과 등가속운동모델이 있으며 회전운동을 나타내는 균형선회 (coordinated turn) 운동모델이 있다. 자동차의 운동패턴도 이들 모델로서 나타낼 수 있으며 본 논문에서도 등속운동모델과 균형선회 운동모델을 사용하여 도로 위에서 발생할 수 있는 주행시나리오를 제시할 것이다. 고속도로 위에서의 차량의 기동을 균형선회 운동모델로 나타낼 때, 제어 파라미터인 회전률 (turn-rate)이 상수가 아니면, 모델은 필수적으로 비선형이 된다. 따라서 증가된 상호작용다중모델 알고리즘에 사용되는 칼만필터도 비선형을 고려한 칼만필터가 요구된다. 하지만 비선형 칼만필터는 선형화 과정에서 자코비안 (Jacobian)의 계산을 수반하며 테일러 급수 (Taylor series) 전개에서 미분 1차항까지 포함한 근사화로 인하여 정확한 추정값을 얻을 수 없다. 오히려, 추정필터가 발산할 수도 있다. 또한 칼만필터는 본질적으로 가우시안 (Gaussian) 가정을 포함하고 있는데, 비선형시스템에서는 더 이상 그런 가정을 할 수 없게 된다. 이에 따라 확장형 칼만필터 (extended Kalman filter)는 상대적으로 큰 오차를 발생시킨다. 최근에 들어 비선형 시스템에 적용될 수 있는 unscented 칼만필터가 연구되어 확장형 칼만필터보다 제곱근평균제곱오차(root mean square error)를 많이 감소시켜준다. 본 논문의 기여도는 다음과 같다. 첫째, 적응순항제어시스템이 적용된 차량이 고속도로 위를 주행할 때 주변의 다른 차량이 겪게 되는 다양한 주행패턴을 제공한다. 둘째로, 차량에 장착된 센서들로부터 얻어진 정보를 바탕으로 다른 차량을 탐지하고 해석하기 위해 등속운동모델과 균형선회 운동모델을 가진 증가된 상호작용다중모델 알고리즘을 개발한다. 셋째로, 가변적인 회전율에 의한 비선형특성을 unscented 칼만필터를 이용하여 해결한다. 마지막으로, 본 논문에서 제안하는 알고리즘에 의해서, 비기동시에 추정오차를 감소시키고 기동할 때는 다른 차량의 기동을 신속히 탐지하여 모드전환에 대처하게 한다.