

2007 DARPA Urban Challenge 소개

2004년의 대회에서 우승한 팀이 없어 개최된 2005 DARPA Grand Challenge는 2005년 10월 8일부터 미국 Los Angeles, CA 근교 Bastow를 출발하여 Las Vegas, NV의 Primm까지 약 150마일의 On-road와 Off-road를 무인자동차로 주행함으로써 군사 목적으로 활용할 수 있는 무인자율 주행의 기술과 성능을 시험하는 대회이다.



■ 김 정 하
(국민대학교 기계자동차공학부)

1. 서론

세계적으로 무기의 집적화, 첨단화가 이뤄지고 있는 가운데 미국은 다양한 군사 목적의 인공위성을 띄워 올리고 원거리에서도 조종 가능한 무인항공기를 만드는 등 무기 첨단화에 주력하였다. 또한 JRP(Joint Robot Program), J-UCAS(Joint Unmanned Combat Air System), JAUS(Joint Architecture for Unmanned System) 등 다양한 프로그램을 통해 무인 시스템 개발을 위한 연구를 하고 있다.

이러한 계획의 구체적인 실행 단계로 사막주행을 목표로 한 2004, 2005 DARPA Grand Challenge와 도심지 완전 자율 주행을 목표로 한 2007 DARPA Urban Challenge를 들 수 있다. 이 대회는 미국 국방성 산하 고등 연구 계획국(Defense Advanced Research Project Agency: DARPA)이 주최한 대회이며, 대학 및 민간 기업 연구소에서 개발하도록 하였다.

2. 2005 DARPA Grand Challenge

2.1 대회 개요

2004년의 대회에서 우승한 팀이 없어 개최된 2005 DARPA Grand Challenge는 2005년 10월 8일부터 미국 Los Angeles, CA 근교 Bastow를 출발하여 Las Vegas, NV의 Primm까지 약 150마일의 On-road와 Off-road를 무인자동차로 주행함으로써 군사 목적

으로 활용할 수 있는 무인자율 주행의 기술과 성능을 시험하는 대회이다. 단순히 출발점과 도착점을 직선 주행하여 도달하는 것이 아니라 중간에 Waypoint를 주어 그 지점을 통과해야 하며, 각종 센서를 이용하여 장애물을 회피하여 도착점까지 10시간 이내에 완주를 해야 한다.

2005년 3월 11일까지 약 200개 참가팀 접수를 받아 그 중 140개 팀이 그들 작품의 구성과 성능을 담은 영상을 제출하였으며, 이 가운데 118개 팀이 Site Visit를 받을 수 있게 되었다. Site Visit는 DARPA에서 파견된 Judge들이 직접 참가팀을 방문하여 경로 설정과 장애물 회피 등을 통하여 평가하는 것으로 National Qualification Event(NQE)에 참가할 수 있는 기회를 부여하게 된다. NQE는 2005년 9월 26일부터 10월 6일까지 California Fontana에 있는 California Speedway에서 시행되었으며, 여기서 Final Event로 갈 수 있는 참가자를 선정하였다. NQE에서는 무인자동차의 안전과 요구사항들을 엄격하게 검사를 하게 되며, Speedway에 설치된 경로를 진행함으로써 평가를 받게 된다. 평가 내용에는 Waypoint를 따라 경로를 생성하고 설치된 장애물을 회피해야 하며, 터널을 통과하여 GPS 데이터가 없을 경우에도 주행이 가능한가에 대한 테스트를 하게 된다. 또한 가속 구간, 급커브 및 언덕 등의 구간이 있으며, 완벽하게 통과한 팀만이 Final Event에 참가할 기회가 주어진다.

150마일의 거리를 10시간 내에 완주해야 하는 Final Event의 루트는 다양하다. 포장된 도로, 자갈길 및 주변지역과 도로의 구

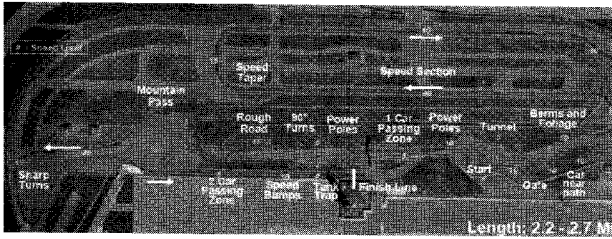


그림 1. 캘리포니아 스피드웨이에서의 NQE

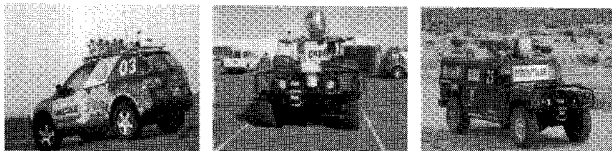


그림 2. 스탠리(좌), 샌드스톰(중), 하이랜더(우)

분이 애매한 도로 등이 있으며, GPS 수신에 안 되는 지형과 수신데이터에 영향을 주는 지역을 통과하게 된다. 대회의 결과로 우승은 Stanford Racing Team의 Stanley가 차지하였으며, 2위와 3위는 Carnegie Mellon 대학 Red Team의 Sandstorm과 Highlander가 차지하였다.

3. 2007 DARPA Urban Challenge

3.1 대회 개요

DARPA Grand Challenge와는 달리 타 국가의 기업과 학교가 출전이 가능했던 2007 DARPA Urban Challenge는 California의 Victorville에서 개최되었다. 이 대회의 목적은 도심지 완전 자율주행이다. 기본적으로 Waypoint 주행을 해야 하며, 60 마일을 6시간 내에 주행을 해야 한다. 주행하는 동안 교차로, 주차, U-Turn, 추월 등의 미션이 부과되며 과거의 대회보다 난이도가 상당히 높아졌다. 센서들도 과거 대회에서는 SICK社의 2차원 레이저 스캐너를 주로 사용하였지만, 이번 대회에서는 그 외에 Velodyne社의 회전식 고해상도 3차원 광선 레이더를 이용한 팀이 많았으며, ibeo社의 5개의 광선을 가진 레이더를 사용한 팀도 많았다. 또한 차량에 있어서도 과거보다 실용차량을 이용한 팀들이 대부분이었다.

2007년 대회의 진행도 2005년의 대회진행과 같은 내용의 일정을 가지고 진행하였다. 우선 2006년 6월 23에 192개의 참가팀 접수를 받았으며, 그들 작품의 구성과 성능을 담은 영상을 제출하였고, 이 가운데 53개 팀이 Site Visit을 받을 수 있게 되었다. 2007년 6월 11에서 20일까지의 Site Visit를 통해 NQE에 참여할

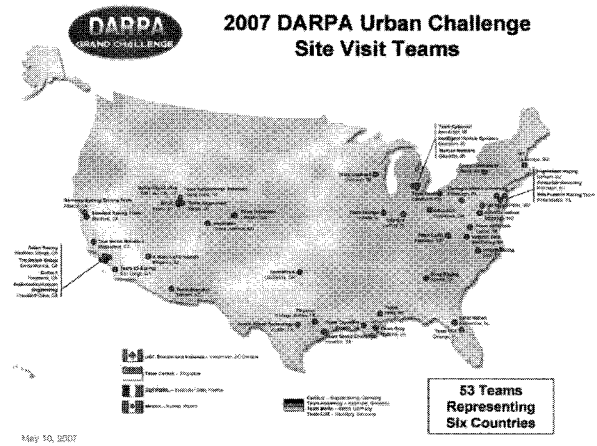


그림 3. 2007 DARPA Urban Challenge Site Visit 팀

수 있는 기회를 얻은 팀이 36개 팀이었다. NQE에서는 E-Stop, Stop-sign Stop, Intersection, Parking, U-Turn 등의 테스트를 받았다. 이를 통해 Final Event에 진출한 팀은 11개 팀으로 처음 계획의 절반밖에 진출하지 못하였다.

3.2 NQE(National Qualification Event)

NQE는 2007년 10월 27일부터 11월 1일까지 시행되었으며, E-Stop test, Test A, Test B, Test C로 구분되어 실행되었다. 6일 동안 E-Stop Test를 제외하고 이 테스트를 두 번씩 하게 되며, 이 테스트의 성적으로 Final Event에 참여할 기회를 얻게 된다.

3.2.1 E(Emergency)-Stop Test

E-Stop은 DARPA에서 가장 중요하게 생각하는 기능이다. 이것을 위해 추측에서 E-Stop Remote Control Module을 각 팀마다 나누어 주었으며, 보통 500m 거리 이하에서 작동하였다. 또한 차량에 여러 개의 E-Stop 스위치를 설치하여 비상시에 차량이 멈출 수 있도록 하였다.

E-Stop Test는 차량에 설치된 스위치와 Remote Controller가 잘 작동되는지 여부를 확인하는 테스트이며, 작동을 해지했을 경우 무인자율차량이 다시 주행을 해야 한다. 또한 이 테스트에서 Stop-sign 구역에서 차량이 멈추는 테스트도 함께 하였다. 이 테스트를 가장 처음 하였으며, 안전을 가장 우선시 했다는 것을 확인 할 수 있다.

3.2.2 Test A

Test A는 주로 T 형태의 교차로에 대한 테스트이다. 사람이 운전하는 일반 차량 12대 정도를 직각 모양의 화살표 방향으로

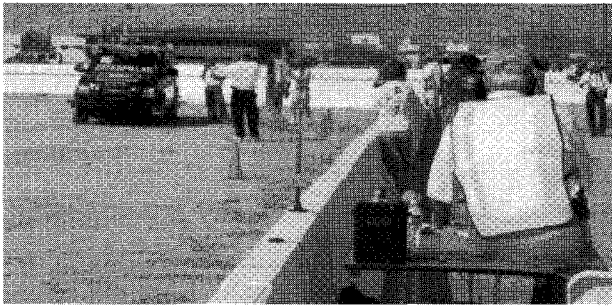


그림 4. 카네기멜론 대학의 비상정지 테스트

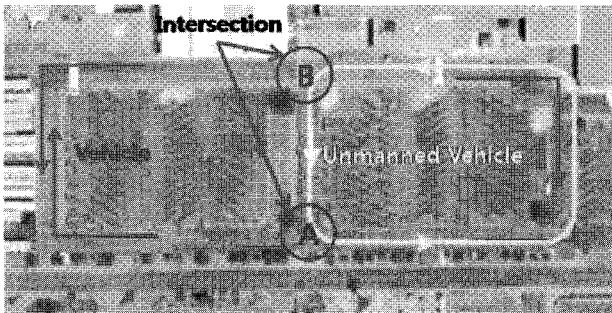


그림 5. 테스트 A의 주행 코스

평균 속도 10mile/h로 주행을 시킨 상태에서 무인자율차량을 곡선 모양의 화살표 방향으로 주행시킨다. 교차로는 A와 B가 되며, 교차로에서 일반 차량이 다가오는 시간이 10초 이상이 되면 교차로에서 출발 할 수 있다. 30분 동안 주행하여 주행횟수와 E-Stop을 한 횟수를 합산하여 성적을 처리하게 된다.

3.2.3 Test B

Test B에서의 주 테스트 요소는 Waypoint 주행과 교차로 통과이다. 이 곳에서 일반 차량은 없으며, 전체적인 주행 성능을 확인하는 테스트이다. 주행 코스는 전부 2차선 도로이며, 차선을 유지하여 주행해야 하고 Stop-sign은 반드시 지켜야 한다.

3.2.4 Test C

Test C에서는 '+' 형태의 교차로와 U-Turn을 중점적으로 테스트하였다. 교차로에서 첫 번째 주행에서는 일반차량이 없이 Stop-sign의 교통규칙을 준수하며 일반적인 주행을 하게 된다. 두 번째 주행에서는 교차로에서 일반 차량이 투입되어 무인자율차량은 이 일반 차량이 이동한 뒤에 이동해야 한다. 그리고 다음 주행 시에는 교차로에 일반 차량을 한 대 더 추가하게 된다. 이 모든 차량이 이동한 후에 무인자율차량이 주행을 해야

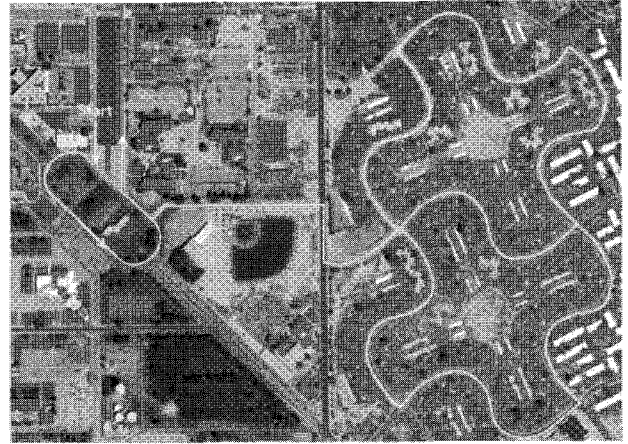


그림 6. 테스트 B의 주행 코스

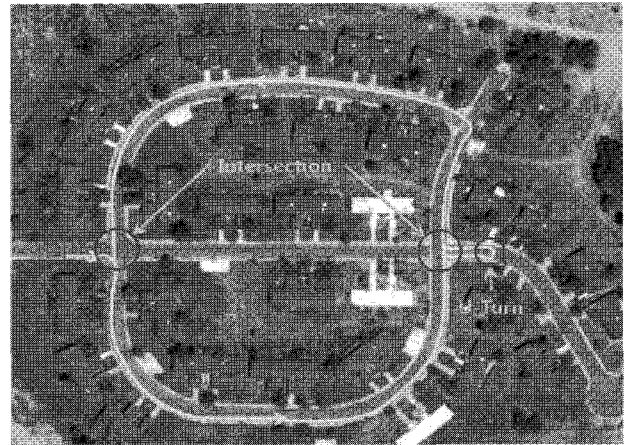


그림 7. 테스트 C의 주행 코스

한다. 네 번째 주행에서도 역시 일반 차량이 한 대 더 추가되어 교차로에는 총 네 대의 차량이 마주하게 되며, 이를 무인자율차량이 판단하여 안전하게 교차로를 통과해야 한다.

또한 주행 코스를 막아 이동할 수 없는 길임을 센서를 이용하여 인식하고, U-Turn을 해서 새로운 길을 찾아야 한다. 이 테스트도 역시 30분 동안 실행을 하게 되고, 안전하게 주행 횟수가 많은 팀이 좋은 점수를 얻었다.

3.3 Final Event

Final Event는 2007년 11월 3일, Victorville 근교의 공군기지에서 개최되었으며, NQE를 통과한 11개 팀이 출전할 기회를 얻었다. 주로 2005 DARPA Grand Challenge에서 좋은 성적을 거둔 팀들이 출전권을 얻었으며, 그 이외에 처음 출전한 MIT와 독일 팀들이 있었다.

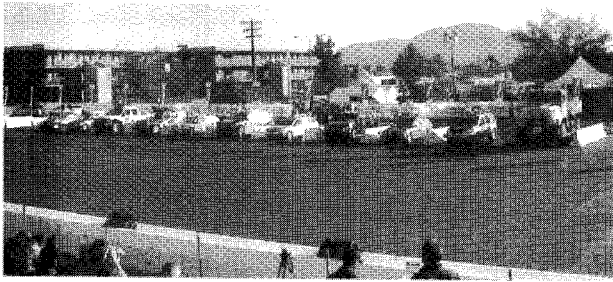


그림 8. 2007 DARPA Urban Challenge 출발점 과 참가 차량



그림 9. Final Event의 주행 코스



그림 10. 2007 DARPA Urban Challenge 결과

주행은 세 번의 Mission으로 구성되어 있으며, 각 Mission을 6 번 반복해서 주행을 해야 한다. Mission에는 NQE에서 테스트 했던 것을 통합적으로 한번에 시행하게 되며, Off-road를 추가 하였다. 또한 실제 교통상황과 비슷한 환경을 만들기 위해 일반 차량 50대를 함께 주행시켰다. 이러한 가상의 도심지 60 마일을 6시간 내에 먼저 완주하는 팀이 우승을 하게 된다. 이 모든 상황을 헬리콥터를 이용하여 중계하였다.

이벤트 중간에 사고가 발생한 차량들을 중간에 탈락시키고, 완주한 팀 중 6시간 내에 통과한 팀은 3팀이었다. 먼저 우승을 차지한 Carnegie Mellon University의 Tartan Racing Team, 그리고 2

위는 Stanford Racing Team의 Junior가 차지 하였으며, 3위는 Virginia Thec.의 Victor Tango가 차지하였다.

4. 결론

DARPA Urban Challenge는 DARPA Grand Challenge보다 더욱 발전된 무인자율차량 경주 대회이다. 2005년의 대회는 단순하게 Waypoint로 정해진 코스를 따라 주행하다가 장애물이 나타나게 되면 회피를 주목적으로 하는 대회였다. 하지만 2007년의 대회는 단순하게 장애물 회피가 아니라 각 지점마다 미션을 수행하게 된다. 교차로, 막다른 도로, 주차, Stop-sign 등의 상황에서 무인자율차량이 스스로 반응하게 된다. 이러한 대회 특성에 따라서 하드웨어 및 소프트웨어의 기술이 과거 대회보다 비약적으로 발전한 것을 알 수 있다. 하지만 아직도 사용하는 센서들이 레이저 센서 및 GPS로 국한되어 있으며, 비전 등의 다른 센서와의 통합이 필요하다.

또한 이번 대회는 미국뿐만 아니라 유럽 등의 타 국가의 대학 및 일반기업까지 참여가 확장되었다는 점에서 2004, 2005년 대회와 다르다. 이것으로 무인자율차량에 대한 관심이 세계적으로 확대되고 있다는 것을 보여준다. 더욱이 2007년부터 군사적인 목적의 로봇 개발을 본격화 하는 단계에서 우리나라도 적극적인 지원과 노력으로 보다 빠르고 집적화된 무인 시스템을 개발해야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Defense Advanced Research Project Agency, "DARPA Grand Challenge 2005 Rules", 2004.
- [2] Defense Advanced Research Project Agency, "DARPA Urban Challenge 2007 Rules", 2006.

저자 약력



김정하

- 1981년 성균관대학교 기계공학과 졸업.
- 1986년 Univ. of Cincinnati, 공학 석사.
- 1990년 Univ. of Pennsylvania, 공학 박사.
- 1991년~1994년 RIST 로보틱스 연구실, 주임연구원.
- 2000년~2003년 Univ. of Florida, Dept. of Mechanical & Aerospace Engineering, Courtesy Professor.
- 1994년~현재 국민대학교 기계자동차공학부 교수.
- 관심분야 : Robotics, Automobile electric control system, Unmanned autonomous vehicle.