

대학생 자율주행자동차 경진항목 연구

최경호* · 이재천** · 안상호*** · 조광상**** · 오유근*****

Study on Undergraduate-Driven Autonomous Vehicle Competition

Gyeong Ho Choi*, Jae-Cheon Lee**, Sang Ho Ahn***,
Kwang Sang Cho****, Youkeun Oh*****

Key Words : Autonomous vehicle(자율주행차), competition(경진항목), development plan(발전방안), undergraduate-driven(학부생 주도)

ABSTRACT

The current autonomous vehicle competitions are dominated by a few leading research institutions and universities. Since the leading research groups have been able to accumulate their knowledge and to develop their own algorithms for autonomous vehicle for many years, the technology gap seems too big for other followers to catch up with. On the other hand, recent researches predict that there would be a sharp rise in demand for engineers with background in autonomous vehicle technology. Therefore, it would be warranted to further expand the base of the academia and autonomous vehicle industry. In an effort to achieve this goal, it would be beneficial to hold a new format of autonomous vehicle competition event where undergraduate students can play a leading role. So, this study is to analyze the current autonomous vehicle competitions and thus to establish a strategic plan to develop a unique and improved competition event. This study investigates the pros and cons of the domestic and international autonomous vehicle competitions. Based on the analysis for the current autonomous vehicle competitions, the authors suggest a strategic plan to initiate an autonomous vehicle competition. To implement the aforementioned strategic plan, it is necessary to develop a systematic environment where the education and communication are actively available. Through the strategic plan the authors propose, the newly launching autonomous vehicle competition will able to encourage the undergraduate students and professors to dive in the cutting-edge technology thereby increasing technology competitiveness.

1. 서론

자율주행자동차의 핵심 기술은 크게 인지, 판단, 구동으로 나누어 생각할 수 있다. 보다 정확한 인지 능력

을 갖추기 위해서는 컴퓨터 임베디드 알고리즘 뿐 아니라 항법장치, 라이다, 레이더 등 고가의 정밀 센서가 필수적이다. 또한 조향-제동-가속의 차량제어를 위한 액추에이터 설계와 CAN(Controller Area Network), Flex Ray 통신 등에 의한 차량네트워크(in-vehicle network) 개발이 요구된다. 따라서, 매우 높은 연구개발 비용이 필요하며, 이는 후발 연구자들에게 높은 진입장벽으로 작용한다. 자율주행자동차 연구는 기계-전기·전자-컴퓨터·통신공학을 아우르는 다학제적 융복합 전공지

* 대구경북과학기술원 융복합대학
** 계명대학교 기계자동차공학과
*** 신한대학교 기계자동차융합공학과
**** 한국교통안전공단
***** 홍익대학교 기계시스템디자인공학과, 교신저자
E-mail : youkeun@hongik.ac.kr

식을 요구한다. 그러나 대부분의 대학이 다학제적 연구 저변이 폭넓지 못하며, 이에 따라 개별 전공의 대학 연구실 노력만으로는 산업계와 국제 학회에서 인정받을 만한 연구 성과를 얻기 매우 어려운 상황이다.

이와 더불어, 자율주행차 대회에서 우수한 성적을 내기 위해서는 선행적 엔지니어링 경험이 누적되어야 하는 특성으로 인해 현재의 자율주행자동차 대회는 다수의 대학이 참여를 주저하는 가운데 소수의 참가대학만을 위한 대회로 전락하고 있는 실정이다.

따라서 향후 개최되는 자율자동차 경진대회는 고가의 장비 구입비로 대변되는 기존 국내의 자율주행자동차 대회의 높은 진입 장벽을 허물고 자율주행 기술의 저변을 확대할 수 있어야 한다. 또한 기존의 석/박사 대학원생 혹은 연구원 위주의 좁은 연구개발 생태계를 넓게 확장하여 향후 급증할 자율주행 관련 기술인력 수급에도 크게 이바지 하여야 할 것이다.

자율주행자동차 개발은 특성상 기계공학, 전기·전자공학, 컴퓨터·통신·임베디스 S/W 공학의 다학제적 연구가 요구된다. 나아가, 4차 산업혁명이라는 시대적 흐름은 이공계 대학교육에 미래지향적 산업수요기반의 창의적 설계 교육 및 당면 문제를 협업을 통해 해결하도록 하는 팀워크 교육을 요구한다. 따라서, 본 연구는 이러한 자율주행자동차 개발의 특성과 시대적 흐름을 반영하며 자율자동차 경진대회 미션항목들에 대한 분석을 통하여 향후 대회가 지향하는 방안을 제시하고자 한다.

2. 본 론

2.1. 국내외 경진대회 현황

국내 자율주행자동차 경진대회는 현대자동차가 주최하는 자율주행자동차 경진대회와 산업부가 주최하는 자율주행자동차 경진대회가 대표적이다. 국외 자율주행자동차 경진대회는 미 국방성 주최의 DARPA Grand Challenge와 Urban Challenge가 대표적이며, 중국도 지능자동차 미래도전 대회를 개최하여 자율주행자동차와 관련된 연구개발에 노력을 기울이고 있다.

2.1.1. 현대자동차 주최 경진대회^(4,5)

현대자동차그룹 연구개발본부 주최로 이루어지는 경진대회는 미래 자동차기술의 핵심분야인 자율주행 기술에 대한 대학의 연구활성화와 연구인력 저변 확대 지

원을 목적으로 한다. 나아가 미래 자동차 산업의 주역인 대학의 우수인재를 발굴, 육성하고 차세대 자동차 기술에 대한 국내 자동차 산업의 기술 발전 도모를 목적으로 한다.

본 대회는 자율주행 가능하도록 개발된 차량이 도로 및 주변 환경을 실시간으로 인식하고 다양한 미션을 수행하며 목적지까지 주행하는 경진대회이다. 실차를 기반으로 자율주행자동차를 제작하여 종합 주행성능을 평가하는 차량경주분야와 시뮬레이션 기반의 주행상황 인식성능을 평가하는 영상인식분야로 나뉜다.

주행 코스에는 총 9개의 미션이 있으며, 주최측은 별도의 시설물과 장애물을 임의로 설치할 수 있다. 대회의 성공적인 운영과 참가차량의 안전한 주행을 위해 주최측은 주행미션을 변경할 수 있다. 참가차량은 차로 및 중앙선을 준수하여 주행해야 한다. 9개 미션은, 고속도로 램프 진입, 최고속도 고속 주행, 지정 탑승대기자 인지/정차, 교차로 상황 판단/통과, 선행차량 추종, 선행차량 낙하물 인지/회피, 안개구간 통과, 교통표지판 인지/주행, 주차공간 인지/주차로 구성하고 미션완성도와 미션수행 시간으로 순위를 결정한다.

2.1.2. 산업자원부 주최 경진대회⁽⁷⁾

산업자원부가 주최하는 자율주행자동차 경진대회는 자율주행 차량의 핵심기술인 센서융합 기반의 주행상황 인지와 판단, 자율주행 경로생성에 대한 원천기술을 개발하고 자동차 부품업체가 직면한 기술적 난제를 해결함으로써 자율주행 원천기술의 내재화와 대학의 기업 맞춤형 인재양성을 목적으로 한다. 특히, 자율주행 차량에 장착되는 센서의 사양과 수량을 제한하고 부품업체가 양산/개발 중인 센서를 최대한 활용함으로써 상용화 연계가 가능한 자율주행 원천기술을 개발하는 것을 목표로 자동차부품연구원에서 제공한 공용 플랫폼 차량을 사용한 것이 특징이다.

본선주행 코스는 대구 지능형자동차부품진흥원 고속주행시험로 총 길이 약 3.7km, 도로폭은 상행구간 편도 3차로 구간 약 11m, 하행구간 편도 3~4차로 구간 약 11~15m의 도로이며, 미션을 수행하는 구간의 도로경사는 평지구간으로 한정한다. 본선주행 코스에는 총 6개의 메인 미션이 있으며, 메인 미션 별 세부적인 서브미션이 존재하며 총 15개의 서브미션이 존재한다. 도로경계가 불분명할 경우 주최측은 추가적인 시설물을 설치할 수 있으며, 6개 메인 미션은 교통신호등 인식 및

정지구간 정지 미션, 보행자 인식 및 정지 미션, 차선 인식, 방지턱 인식 및 정지 미션, 전방 선행차량 인식, 속도제한 교통표지판 인식으로 구성되었다.

2.1.3. 미국 DARPA Grand & Urban Challenge⁽³⁾

국의 대회로는 미 국방성 최고 연구기관인 국방고등기획국(Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA)이 후원하는 무인 자동차 경주대회이다. 미 의회의 허가를 얻어 DARPA는 임무를 진척시키기 위해 큰 상금을 제시하였다. DARPA Grand Challenge는 세계 최초의 무인 자동차 장거리 대회로써, 이 행사를 통해 DARPA는 최초로 실질적인 험로 구간을 제한된 시간 안에 주파할 수 있는 완전 자율주행 지상 차량을 개발하기 위한 기술을 확증하게 되었다.

주행 코스는 미국 캘리포니아-네바다 주 근처의 사막지대에 위치하고 있으며 총 132마일의 거리를 6시간 이내에 완주하는 것을 목표로 한다. 최근 대회는 앞선 대회보다 곡선 코스가 훨씬 적고, 도로의 폭이 더 넓어 차량 간 추월이 가능하다. 좁은 터널 3개와 100개 이상의 좌/우회전 급커브를 포함한다. 또한 맥주병 구간은 굽은 산길로 길 양쪽 낭떠러지를 포함한다. 시작시간 2시간 전 주행코스 정보를 제공받아 주행한다.

DAPA Urban Challenge 주행코스는 폐쇄된 캘리포니아 빅터빌 소재 조지 공군기지에 시가지지를 본떠 만들어졌다. 이전 대회와 달리 도시환경에서 60마일(96km)의 주행 코스를 모든 교통규칙을 준수하며 6시간 이내 완주하는 것을 목표로 한다. 다른 차량, 장애물, 그리고 합류하는 차량들 속에서도 안전하게 운전하며 대회를 완주하여야 한다.

2.1.4. 중국 지능자동차 미래도전 대회⁽⁶⁾

중국 지능자동차 미래도전 대회는 중국 자연과학재단 중대연구계획 “시각과 청각 정보의 인지 계산”의 일환으로 추진되었으며, 중국 창수 시 첨단기술 개발특구 관리위원회, 그리고 중국 지능자동차 종합 기술연구개발 및 시험센터(iVPC)에서 주관하였다. 본 대회는 차량의 안전성, 편의성, 민첩성, 그리고 지능성의 구현을 목적으로 한다. 2016년 대회는 오프라인 테스트와 실제 종합 도로 테스트로 나뉘어 진행되었으며, 도로 테스트에는 고가도로 고속 주행 (약 22km)과 시내 주행 (약 5km)구간을 포함하였다.

경진항목은 교통신호 인지, 앞 차량 인지, 차선 인지를 포함하는 오프라인 테스트가 있다. 또한 온라인 테스트는 22km의 고속도로 주행과 5km의 시내도로 주행으로 구성되었다. 시내도로 평가항목은 보행자 인식 및 회피, 공사구간 우회 통행, 교차로 통행, 합류, 터널 통행, 터널 속 장애물 회피, 제한속도 준수, 차선변경 및 추월등 8개 항목으로 구성되었다.

2.2. 국내외 경진대회 문제점⁽¹⁾

현대자동차가 주관하는 자율주행자동차 대회 그리고 산업자원부가 주관하는 자율주행자동차 대회는 10개 이내의 소수 대학만이 참여하고 있으며, 많은 대학들이 참여하기에 많은 기술적, 경제적 제약사항이 존재한다. 두 대회 모두 현재 상용화된 차량을 활용하고 우수한 성적을 거두기 위해서는 1억원 이상의 연구개발 및 고가의 센서 구매가 필수이기 때문에 매우 많은 연구개발 비용이 필요하다. 대회에 석/박사급 대학원생들이 참여하고 있지만, 우수한 성적을 거둔 인력들에 대한 인센티브가 명문화되어 있지 않거나 크게 매력적이지 못하다. 이에 따라 많은 시간과 노력이 요구되는 자율주행 자동차대회 참가보다는 학과목과 영어성적이 우선시되는 취업 현실에서 우수한 학생들이 대회참가에 적극적이지 않다, 지도교수 또한 업적평가에 실적 반영되지 않아 자기희생적으로 참여할 수밖에 없는 것이 현실이다.

국외대회인 DARPA Urban Challenge 대회에 참여한 연구팀 수는 제1회 대회에 참여했던 연구팀 수와 비교했을 때 많은 증가했음을 알 수 있다. 그럼에도 불구하고, 여전히 대부분의 참여팀은 미국 대학교 혹은 미국 기반의 완성차 업체로 구성되어 있으며, 대회 결과를 보았을 때 소수의 연구기관에 의해서 주도되고 있음을 알 수 있다.

중국 자연과학재단 중대연구계획의 일환으로 추진되어진 미래도전대회에서는 고가도로(고속) 주행에서의 미션은 공사구간 U턴 이었다. 실제 고가도로나 고속도로에 U턴이 없다는 사실이며 이미 시내 주행 테스트 시에 U턴이 또한 고가도로 고속주행 테스트에서 제한속도가 40km/h 로 제한하며 고속 주행 테스트의 의미가 미흡하였다. 시내도로 주행 테스트 항목이 주변도로와 장애물이나 경계선으로 격리되었지만 참가팀의 팀원이나 관계자 외 인원이 주행 중인 무인차를 접근할 수 있어 사고 위험성과 원거리조작 가능성이 존재하였다. 또한 이동장애물(차량이나 보행자) 미션에서는 조직위원

대학생 자율주행자동차 경진항목 연구

Table 1. Comparison for international and domestic autonomous vehicle competitions

구분	현대 자율주행자동차 경진대회	자율주행자동차 경진대회	미국 DARPA Grand/Urban Challenge	중국 지능자동차 미래도전 대회
평가방법	주행시간 + 미션 수행결과	주행시간 + 미션 수행결과	완주시간	미션 수행결과
미션	<ol style="list-style-type: none"> 고속도로 램프 진입 고속주행 지정 탑승 대기자 인지/정차 교차로 상황 판단/통과 선행차량 추종 선행차량 낙하물 인지/회피 안개구간 통과 교통표지판 인지/주행 주차공간 인지/주차 	<ol style="list-style-type: none"> 교통신호등 인식 보행자 인식 낙하장애물 인식 차량 간 보행자 인식 곡선 주로 차로 인식 방지턱 인식 정지차량 인식 속도제한 교통표지판 인식 교차로 진입차량 인식 	<ol style="list-style-type: none"> 자연지형 지물 통과(Grand Challenge) 교통 규칙 준수하며 도심 주행 코스 통과 (Urban Challenge) 	<ol style="list-style-type: none"> 모의 톨게이트 통과 유턴 보행자 인식 및 회피 공사구간 우회 통행 교차로 통행 합류 터널 통행 터널 속 장애물 회피 제한속도 준수 차선변경 및 추월
미션특징	환경센서 중심, 인지분야 강화	주변 상황 인식(환경센서) 중심	높은 수준, 높은 진입장벽	시뮬레이션 오프라인 테스트
지원내용	제작지원금 (신규 팀 9,000만원+차량, 전년도 팀5,000만원)	연구개발비 팀 당 3,000만원 (차량 별도 제공)	연구지원금 백만 달러 (Track A 기준)	-
상금	2억원	1억원	350만불	-

회 직원이 직접 밀거나 자율자동차의 돌진으로 인한 직원들의 안전에 대한 대책이 미흡하였다.

2.3. 대학생 자율주행자동차 경진대회⁽²⁾

2017년 국제대학생 창작자동차 경진대회는 자율주행기술의 저변확대를 위해 학부생 중심의 경진대회를 도입하였다. 본 경진대회는 학부 학생들로 하여금 환경센싱, 신호처리 및 알고리즘 설계 등 자율주행과 관련된 기술을 직접 경험할 수 있도록 하여, 미래 자동차산업을 선도할 글로벌 융합기술 인재 및 이공계 전문기술 인력으로 성장할 수 있도록 하는 학술의 장을 마련하기 위함이다. 더불어 본 경진대회를 통하여 자율주행자동차에 대한 국민적 관심을 고취시키고 국내 자동차 산업의 기술발전을 도모하고자 하였다.

앞서 언급한 바와 같이, 자율주행자동차 구축 비용으로 대변되는 높은 진입장벽을 낮추고자, 본 대회에서는 국토교통부의 후원을 받아 심사를 통과한 참가팀에 소정의 제작지원금이 지급되었다. 참가를 희망한 모든 팀은 1차 이론교육 및 2차와 3차에 걸쳐 실습교육을 받았다. 3차 실습교육 이수 후 “연구개발계획서”를 발표하였으며, 발표내용을 기반으로 연구계획의 타당성 및 적합성 등을 종합적으로 평가하여 10팀의 참가팀을 선정하였다. 선정된 참가팀은 1500만원 상당의 전기 자동차 플랫폼(Table 2)과 센서 및 플랫폼 구축 비용 1000만원을 지원받아 대회를 준비하였다. 사용 가능한 센서는 LiDAR, Vision Camera, IMU, GPS로 제한되었으

Table 2. Platform specifications

구분	사양 (Specification)
조향, 구동	전륜 조향, 후륜 구동
구동축	Differential gear
크기 (mm)	1,800 x 1,100 x 800
지상고 (mm)	200
축거 (mm)	1,070
휠 타이어 (inch)	13 (175/60R13)
원격조정	12ch 송수신, 2.4G-Hz 대역
적재하중	100kg 미만
최대속도	25 kph
운용시간	약 3시간
플랫폼 컨트롤러	Main MCU – 32Bit RISC Input/Output power – 12V/5V Serial – RS232, RS485 CAN / DIO / Encoder Input.

며, 제공된 구축비용 내에서 선택할 수 있도록 하였다.

주행코스는 자동차안전연구원 내에 설치된 트랙으로 총 길이 500m 이내이며, 도로 폭 6m 이내의 왕복 2차 도로로 구성되었다. 조직위원회는 충분한 내부 검토를 거쳐, 대회의 성공적인 운영과 참가팀의 안전한 주행 및 미션 수행 가능성 등을 고려하여, 총 7개의 미션을 주행코스에 설치하였다. 제안된 미션은 횡단보도 일시정지, 협로차선인식 주행, 동적 장애물 인식 및 일시정지 주행, 정적 장애물 인식 및 회피 주행, U턴 주행, 곡선 코스 주행, 자동주차로 구성되었다.

경기 평가는 사전평가와 주행평가로 나누어 실시하였다. 주행평가는 2일에 걸쳐 예선주행평가와 본선주행평가로 나누어 시행되었으며, 각 주행평가 성적은 각각 40% 와 60%의 비중으로 반영하였다. 미션 실패 시 각

Table 3. Rules for mission failure

구분	실패 판정기준	페널티
횡단보도 일시정지	<ul style="list-style-type: none"> - 앞바퀴가 정지선을 넘거나 넘는 경우 - 정지선에 3초 이상 정차하지 않은 경우 	2분
협로차선인식 주행	<ul style="list-style-type: none"> - 설치된 경로 유도 장애물과 충돌한 경우 	2분
동적 장애물 인식 일시정지 주행	<ul style="list-style-type: none"> - 돌발물제어 충돌하는 경우 - 기준선 이전에 정지하는 경우 	3분
정적 장애물 인식 회피 주행	<ul style="list-style-type: none"> - 보조센스 및 장애물과 충돌하는 경우 	2분
U턴 주행	<ul style="list-style-type: none"> - 하나 이상의 바퀴가 차선을 밟은 경우 - 유도 장애물과 충돌한 경우 - U턴 중 후진하는 경우 	3분
곡선코스 주행	<ul style="list-style-type: none"> - 곡선유도 장애물과 충돌한 경우 	3분
자동 주차	<ul style="list-style-type: none"> - 4바퀴 중 하나라도 주차선을 밟는 경우 - 10초간 정차하지 못한 경우 	4분
총계		19분

코스 별로 할당된 페널티를 부과하여 최종 완주시간을 기록하였다(Table 3).

Fig 1에서 나타난 것처럼 오직 두 개 팀만이 22분에서 27분대로 예선 및 본선경기 모두를 주행하였다. 나머지 8개 팀들은 실력에 해당하는 39분이상의 기록으로 예선 또는 본선에서 주행하였다. 참가팀 전체의 예선주행과 본선주행에 대한 평균 시간 각각 35분 3.5초와 35분 7.2초였다. 주행시간이 39분을 초과하는 초과하는 경우 혹은 실력의 경우는 최종 주행시간을 39분으로 기록하였다. 이와 같은 기록은 미션의 난이도는 높지 않지만 촉박한 일정으로 참가팀들이 대회를 준비하는 기간이 짧아서 기인한 것으로 판단된다.

Fig. 2는 7개 미션 별로 성공한 참가팀 수를 나타내었다. Fig. 2에 보인 바와 같이 횡단보도, 협로구간, 정적장애물에서 10개 참가팀 중 세 개 팀만이 미션을 성공하였으며 자동주차 미션은 성공한 팀이 하나도 없었다. 이 결과로 판단할 때 제안된 미션의 난이도가 높은 순서는 자동주차, 동적장애물, U턴 순인 것으로 생각할 수 있을 것 이다(Fig. 2).

3. 결론 및 제안

2017년 국제대학생 창작자동차 경진대회는 학부생으로 이루어진 팀이 자율주행기술을 이해하고 센싱 및 신호처리 그리고 차량 제어 알고리즘을 구현하기 위하여 개최되었다. 학생들이 교과과정을 통해 습득한 전공 지식을 바탕으로, 각종 환경 센서로부터 취합한 데이터를 분석하고 융합하여 차량을 제어하는 알고리즘을 구현할 수 있음을 확인하였다.

시범대회 성격을 가지고 개최된 대회에서 대회규정

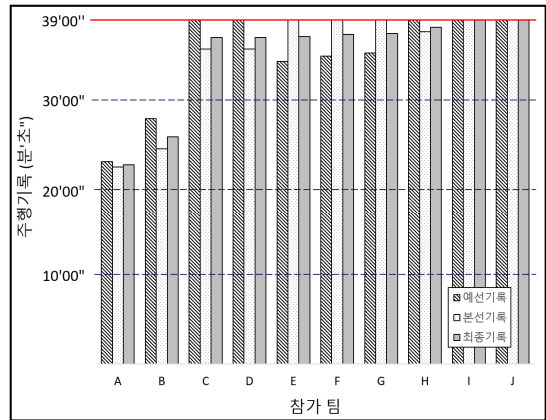


Fig. 1 Final results for the preliminary & main runs

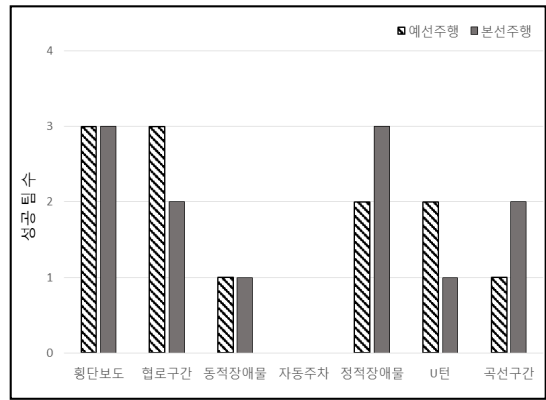


Fig. 2 Number of successful teams for each mission

과 참가팀 선정 및 자율자동차 관련기술 교육들이 합리적이고 효과적으로 진행되었다. 그러나 학부생 눈높이에 맞는 적합한 미션 7개를 선정하였지만 참가팀 중 소수 팀만이 예선 및 본선에서 완주하는 했다는 점은 추후 개선되어야 할 것으로 판단된다.

자율주행 자동차 관련 기술들이 교통혼잡 장치, 차량 대 차량(V2V), 차량 대 인프라(V2X)간 통신 기술을 중심으로 한 차원 격상시킬 것으로 전망된다. 이에 따라 향후에는 해커가 자율주행차의 전자제어장치와 통신망 등을 조작할 경우 보안기술이 필요하게 된다. 따라서 창작자동차 경진대회 자율자동차부문 대회에서도 제시된 기술발전에 병행하여 단계별로 도입되는 것이 바람직할 것이다.

후 기

본 논문은 교통안전공단 자동차안전연구원의 지원을 받아 수행된 “자율주행차 경진항목 도입에 따른 발전 방안” 과제의 결과를 포함하였음.

참고문헌

- (1) 최경호, 이재천, 안상호, 오유근, 2017, “자율주행차 경진항목 도입에 따른 발전 방안”
- (2) “2017 국제 대학생 창작자동차 경진대회 자율주행자동차 부문 규정”
- (3) “DARPA Grand Challenge”. 2016년 12월 기준. Archive.darpa.mil/grandchallenge/
- (4) “제10회 현대·기아 미래자동차 기술공모전 대회 규정집”
- (5) “제13회 현대자동차 그룹 미래자동차 기술공모전 대회규정집” (차량경주분야)
- (6) “China Intelligent Vehicle Championship,” 2016년 12월 기준. <http://www.ciacf.org>
- (7) “2013년 무인 자율주행 자동차 경진대회 (자동차 부품연구원) 대회규정집”