

# 자동충돌예방 시스템의 한국 무인체 적용

2018. 7 월

방 위 사 업 청  
정 미 향

# 목 차

1. 서론 -----	1
2. 자율주행차가 바꿀 미래 도시 풍경 -----	4
3. 자율주행차와 융합된 미래자동차 -----	6
4. 한국, 영국 등 현황과 제반 여건 -----	8
5. 항공기 충돌 회피 탑재 장비 개발 역사 및 향후 발전 방향 -----	56
6. 결론 -----	106
참고문헌 -----	115

## 1. 서 론

자동충돌예방 시스템 기술은 이미 우리 일상생활 가운데 많이 적용되고 성숙한 기술이다. 자동 충돌 예방 시스템의 대표적인 기술이 바로 자동차 충돌예방시스템(Collision Avoidance System, CAS) 이다. 따라서 자동충돌예방 시스템의 한국 무인체 적용을 위해서는 가장 활발히 개발되고, 적용된 자동차 분야에 대해 살펴볼 필요가 있다.

자동차의 충돌예방시스템은 차량 여러 곳에 장착된 센서와 카메라에서 레이더나 초음파를 보내 전방의 거리와 장애물을 감지, 수집된 정보를 분석해 운전자에게 경고를 주거나 브레이크와 조향장치 등록 직접 제어한다. 보통 초음파는 주차 보조에 많이 활용되고 있으며, 레이더는 충돌 예방이나 주행지원 용도의 센서로 사용된다. 브레이크와 엔진 등의 통제는 기본적으로 지능화를 위한 컨트롤 '전자제어장치(ECU)'가 핵심 역할을 맡고 있다.

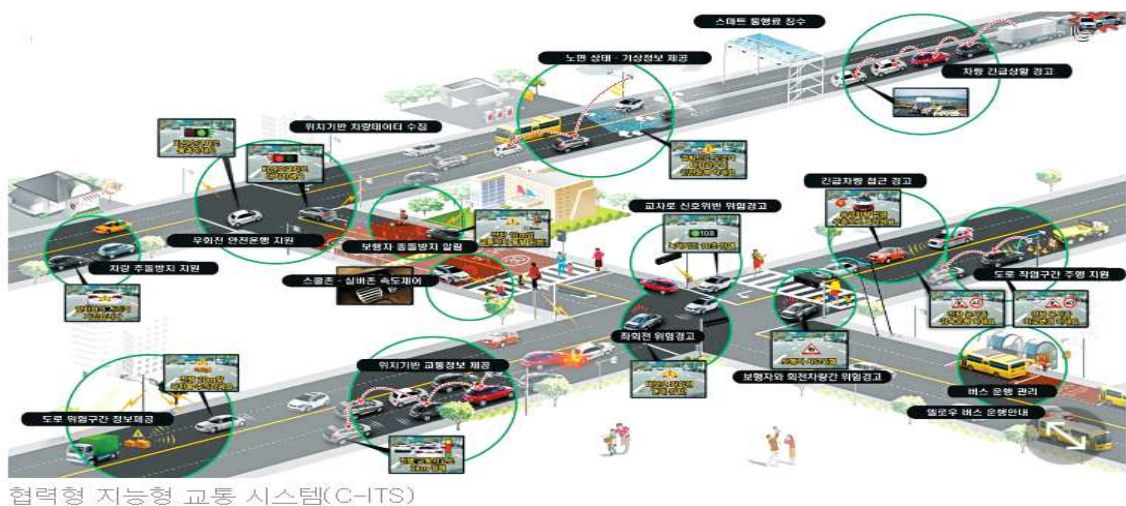
충돌예방시스템 유형으로는 먼저 레이더로 전방 차량과의 안전거리를 유지하면서 자동으로 주행할 수 있도록 하는 차간거리제어시스템이 있다. 독일의 continental 과 Bosch 가 세계시장 점유율을 양분하고 있으며, 주로 벤츠나 BMW 아우

디 등의 고급차종의 옵션으로 장착되어 있다.

또 전방의 장애물을 감지해 충돌 위험성에 따라 운전자에게 경고하고 충돌이 불가피한 경우 모터로 안전벨트를 최적의 위치로 제어하여 에어백에 의한 운전자의 충돌상해를 경감할 수 있는 '충돌피해경감시스템' 이 있다.

이 외에도 후방 차량의 운전자가 선행 차량의 급제동 등 상황을 늦게 인지한 경우 충돌사고의 위험성을 운전자에게 통보하는 '교차로충돌경보시스템' 등도 있다.

우리나라도 이 분야 연구가 활발하게 진행되고 있다.





< 사진 출처: 연합뉴스 TV >





아이오닉 자율주행차를 시승 중인 정의선 현대차 부회장. [사진=현대차]



< 사진 출처: JTBC 뉴스 >

## 2. 자율주행차가 바꿀 미래 도시 풍경

기술의 발전이 생활을 바꾼다는 말을 우리는 실감하며 살아간다. 아주 쉬운 예로 스마트폰이 있다고 예를 들면 사람들은 스마트폰으로 소통하고 필요한 정보를 얻고 새로운 일을 만들어 내기도 한다. 그렇다면 스마트폰 다음으로, 우리

생활에 큰 변화를 가져올 기술혁명으로 무엇이 있을까? 여러 가지 중에서도 자율주행차를 빼놓을 수 없을 것이다. 전문가들은 앞으로 20년 안에 도로의 자동차들이 3단계 이상의 자율주행차로 바뀔 것이라고 예상하고 있다.

그러면 자율주행차로 맞이하는 미래 생활 가상 시나리오를 소개 하고자 한다.

때는 2025년, 장소는 한국 서울의 한 학교 앞, 수업을 끝내고 나온 아이와 기다리는 차가 있다. 차 안에는 하루 휴가를 낸 부모가 영화를 보며 자식을 기다린다. 평소엔 자식 혼자 타를 타고 집으로 돌아오지만, 오늘은 좀 특별한 일정이 있다. 저녁에 가족이 캠핑을 가기로 했기 때문이다. 가족을 태운 자율주행차는 시내에 있는 마트로 향한다. 가는 동안 가족들은 차 안에 장착된 태블릿 스크린을 통해 e메일을 몇 개 확인하고 회신도 한다. 마트에 도착한 가족들은 캠핑장에서 먹을 음식을 가득 사서 차에 싣는다. 또한 좌석에 비치된 건강 마사지 기능을 이용해 마사지를 받으며 휴식을 취할 수 있다. 교통상황 등 모든 원하는 정보가 실시간으로 제공된다.

### 자율주행차를 이용한 미래의 생활 모습



### 3. 자율주행차와 융합된 미래자동차

자율주행차란 쉽게 말하면 자동차 스스로 주행 환경을 인식하고 위험을 판단하며 주행 경로를 인식해 안전하게 달리는 차를 말하며 자율주행의 수준에 따라 미국 도로교통안전국(NHTSA)이 다음과 같이 4단계별로 제시를 하였으며 자율주행차의 개념이 '스스로 생각하고 움직이는 기계'라는 점에서 4단계 이후에도 진화할 여지는 많다고 본다.

0단계(수동): 운전자가 모든 모니터링 조작에 책임.

1단계(특정 기능 자동): 한 가지 자동주행 기능을 자동으로 수행.



2단계(조합기능 자동): 두 가지 이상의 자동 주행 기능이 동시에 조화롭게 수행.

3단계(제한적, 부분적 자율주행): 특정 교통 환경에서 자동차가 모든 기능을 수행.

4단계(완전 자율 주행): 자동차가 스스로 모든 기능을 제어하고 모니터.

환경오염과 교통사고, 도로혼잡, 바로 현재의 자동차가 일으키는 대표적인 문제들인데 환경오염의 원인 자동차의 화석연료고, 교통사고는 인간이 차를 운전하기 때문이다.

도로혼잡은 도로의 수용 능력 이상으로 운행되는 많은 자동차 때문이며 이 세가지 문제를 해결할 방향으로 나온 대안이 바로 전기자동차와 자율주행차, 공유자동차이다.

모두 IT 기술의 발달로 이루어 낸 성과로 이 세 가지가 결합한 것이 바로 미래 자동차가 될 것이라고 말한다.

적어도 10년 후에는 전기를 동력으로 하는 자율주행차를 사람들과 공유해 활용하는 삶이 시작될 것이라는 예측이다.



아이오닉 자율주행차를 시승 중인 경의선 현대차 부회장. [사진=현대차]

앞으로 상용화된 자율주행차에는 스마트폰의 역할이 더욱 커질 전망이다.

#### 4. 한국, 영국 등 현황과 제반 여건

환경 오염에 대해 세계에서 제일 앞서 나가면서 앞으로 오염의 주 원인 에너지인 화석 연료를 없애고 영국 정부가 앞으로 4년 내 자율주행차가 일반 차량과 함께 일반 도로에서 운행할 수 있는 시대를 열겠다고 밝혔다.

Philip Hammond 영국 재무장관은 대중 지 '더 선' 기고에서 신기술 투자 예산을 소개하면서 '오는 2021년까지 영국 도로에서 완전한 자율 주행차가 운행 할 수 있도록 하는 기반을 준비할 것' 이라고 밝혔다.

헤먼드 장관은 '자율주행차는 한때 개발자들의 꿈에 그쳤지만, 조만간 현실이 될 것' 이라며 오는 2035년까지 영국 내 자율주행차 시장이 280억 파운드(약 42조원)에 달할 것이며 이는 수만개의 새로운 일자헤먼드는 강조했다.

예전 산업혁명의 시초였고 '해가 지지 않는 나라'라 불리었던 영국이 자율주행차 시장의 세계 선두주자로 앞서 나가고 있으며 정부도 적극 지원하고 있다.

이와 함께 영국 하원도 2017. 10월 정부가 제출한 자율주행차 - 전기차 법안(Automated and Electric Vehicles Bill) 심의 절차에 본격 착수했다. 법안은 자율주행차 운전자의 자동차 보험 가입을 의무화하고, 교통사고를 낸 자율주행차가 피해자에게 보상하도록 하는 내용 등 자율주행차 시대 도래에 앞서 보험관련 사안들을 마련해 두는 것이다.

이미 영국에선 Jaguar Land Rover 가 최근까지 수 주일 동안 중부 도시 Coventry 시내 공공도로에서 자율주행차 운행을 시험하고 있다.

이전까지 시험 운행은 일반 차량이 다니지 않는 도로에서만 허용 되었지만 일반 도로망 시험 운행은 아주 짧은 기간에만 국한 되었다.

차량, 보행자들, 교통신호 등을 감지하는 센서를 단 Jaguar Land Rover의 시험용 자율주행차가 계속해서 시내 일반 도로를 달리며 기능을 시험하는 것이다. 다만 이 차량에는 긴급 상황에 대비해 운전자가 타고 있다.

또한 영국 정부가 앞으로 4년간 자율주행차가 일반 차량과 함께 일반도로에서 운행할 수 있는 시대를 열겠다고 밝혔다.

영국 재무장관은 2017. 11. '우리는 향후 미래 기술인 이에 대비하고 우리 앞에 있는 현실을 최대한 활용할 것' 이라고 단호하게 각오를 밝혔다.

우리나라도 4차 산업혁명의 대표주자로 꼽히는 자율주행차 시장이 뜨겁다.

자동차, 통신업계는 시장 선점 효과를 노리고 일찌감치 경쟁에 뛰어들었다.

상용화에 앞서 보험업계도 물밑 작업에 분주한 모양새다.

2017. 11월 초 삼성화재와 현대해상은 시험용 자율주행자동차 전용 보험을 출시했다. 자동차 보험을 의무적으로 운행 전 모든 차량이 필수적으로 가입해야 하는 상품이다.

시험용 자율 주행 차 란 본격적으로 상용화되기 전 자율주행차를 시험용으로 사용하는 차를 말한다.

현재 자율주행차 제조에 나선 업체의 경우 관련 보험상품이 없어 시험용 자동차 보험을 가입할 수 밖에 없었다.

문제는 일반 보험으로는 자율주행 사고 시 보험적용이 애매하다는 점이다.

자율주행차는 자율주행과 개인운전 두가지 모드로 운전이 가능한데 이때 자율주행차의 경우 사고시 배상책임이 운전자에게 있는지 제조사에 있는 지의 여부가 불투명하기 때문이다.

또한 과실을 가리기도 쉽지 않다.

삼성화재가 업계 최초로 실시한 '시험용 운행담보 특약'은 자율주행 중 사고가 났을 때 모호할 수 있는 차량의 자율주행차 여부, 비상책임, 운전자의 피보험자 여부를 명확화 했다.

이 보험은 스스로 운행이 가능하면서 임시운행 허가를 받은 자동차를 자율주행차도 인정한다.

또한 사고가 발생했을 때 피보험자의 손해배상을 지원하고 자율주행차의 운전자를 피보험자로 인정한다.

삼성화재 관계자는 '자율주행모드에서 사고가 났을 때 탑승

운전자도 피보험자로 인정돼 보상해준다' 며 사고 원인에 관계 없이 보험금을 우선 지급하는 점도 특징 이라고 밝혔다.

현대해상의 '시험용 자율주행차' 보험은 자율 주행 중 사고로 타인에게 발생한 모든 손해를 보상한다.

자율주행차로 인한 사고가 자동차 제조사나 기술업체 등 과실 여부를 당장 따지기 어렵다는 점을 감안해 사고 발생 시 대인, 대물 등의 피해에 대한 보상을 먼저 진행한다.

이후 사고 조사를 통해 책임자에게 배상의무를 청구하는 것이 특징이다.

현대해상은 기존 시험용 자동차보험료와 비슷한 수준의 보험료를 책정했다. 삼성화재는 기존 시험용자동차 보험료 수준인 102%로 보험료를 책정했다. 현재 두 상품 모두 법인만 가입이 가능하지만 추후 가입 범위를 확대할 계획이다.

국토교통부는 2016년 9월 보험연구원에 자율주행차 상용화에 따른 '자동차 손해 배상 보장 법'등 관련 법령 제정안과 사고 피해자 보호를 위한 보험 제도 개선 등 전반적인 제도 개선 방안을 마련 할 계획이다.

국토교통부에 따르면 국내에서는 오는 2020년까지 앞에서 언급한 조건부 자율주행 가능 한 차(레벨 3) 수준의 자율 주행 자동차 상용화를 추진 중이다.

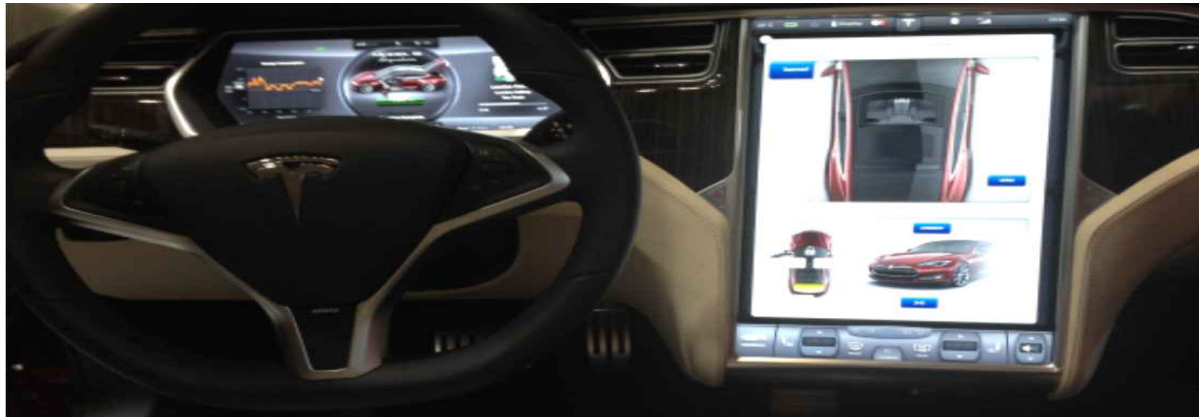
완전 자율 주행이 가능한 수준 까지는 기간이 걸리겠지만 레벨 3부터 자율 주행 운전 사례가 많아서 전용 보험의 중요성이 제기 된다.

보험업계 관계자는 '전기차의 경우도 시장에 출시되고 상용화 되기 까지 매우 짧은 시간이 걸렸다' 며 '자율주행차는 다양한 산업 분야에서 주목하고 있는 시장으로 보험업계도 이에 발 맞추려는 노력을 주행해야 할 것' 이라고 내다 봤다.

지금가지로 보아 우리나라도 정책적으로 준비를 이미 완료했고 향후, 기술적인 개발이 이루어지면 조만간 미래 산업혁명의 '자동 충돌 회피 시스템의 한국 무인 이동체 적용'은 상용화와 더불어 우리나라를 경제를 견인 할 것으로 전망 된다.

테슬라는 자율주행차 시대의 대표주자로 손꼽히고 있는 기업입니다. 전기차에서 자율주행 자동차까지 미래 자동차의 트렌드를 이끄는 선구자가 되고 있다. 테슬라는 자율주행차 시장에서 가장 먼저 완전 자율주행이 가능한 하드웨어를 모든 차량에 탑재 했다. 테슬라에 의하면, 기존보다 40배 이상 성능이 향상된 차량 내장형 컴퓨터를 탑재해 완전 자율주행이 가능토록 했으며, 8개의 surround 카메라가 최대 250미터 범위까지 360도 사이를 제공하고, 업데이트 된 12개의 울트라소닉 센서들이 기존보다 두 배 이상 넘는 거리에 위치한 사물을 감지할 수 있게 되었다고 한다.

레이더 기능도 크게 향상되어 호우, 안개, 미세먼지 등의 기상 악화 상황 속에서도 차량 통행 유무를 쉽게 감지시킬 수 있다고 한다.



<사진 출처: <https://blog.naver.com/dukuby/221228557203>>

또한, 미국 투자매체 CNBC에 따르면 Apple Inc.의 연구원은 3-D 문제를 인식할 수 있는 기술에 관한 보고서를 작성했다.

이 기술을 통해 운전자 없는 자율 주행차가 도로와 거리에



서 차량에 접근하는 보행자나 자전거를 인식해 사고를 방지할 수 있다

보고서에서 애플의 한 연구원은 이른바 'LIDAR' 기술을 근간으로 자율 주행차의 보행자 감지 시스템을 구축할 수 있다고 주장 했다.

컴퓨터 시상과 요즘 바둑을 통해 부각이 되고 있는 인공지능(AI)을 접목해 주행 안전을 확보하기 위한 기능을 갖출 수 있다는 추론이다.

Apple Inc. 이 내부적으로 자율 주행차 기술을 개발하고 있다는 것은 지금까지 공공연한 비밀이었다. 내부 소식통을 통해서 같은 사실이 확인 되었고 최고경영자(CEO) 역시 모호한 발언으로 기술 개발에 나선 것을 드러냈다.

최고경영자는 실적 발표 현장에서 애널리스트(analyst)들에게 자동화 시스템 개발이 모든 AI 프로젝트의 궁극적인 지향점 이라고 강조 했다.

그는 또 애플이 핵심 기술 측면 에서 시스템을 개발하고 있다고 밝혔다.

이에 대한 시장 전문가들은 애플이 실제 자동차가 아니라 운전자 없는 자동차의 핵심 software를 개발 중인 것으로 해석을 했다. 서울대도 SNUVI 를 통해 열심히 개발을 하고 있다.



서울대 자율주행차 '스누버', 도심 주행 '걸음마'



자율주행차 '스누버', 국내 도심 주행 '첫발'

< 사진 출처: 서울대학교 >



< 사진 출처: 서울대학교 >

우리나라의 사례를 알아보자.

2017년 11월 오후 서울 광화문 광장 앞 세종도로 사람이 운전하지 않는 자율주행 전기차 AMONIC 이 뒤에 좌석에 초등학생 손님을 태우고 도로에 진입했다.

운전석에는 안전을 위해 한국전자통신연구원(ETRI) 관계자가 타고 있었지만 운전대를 잡지는 않았다.

운전을 차 내에 설치된 인공지능(AI) 알고리즘(어떤 문제를 해결하기 위한 절차, 방법, 명령어들의 집합) 이 했다.

자율주행차는 일반 차량이 앞에 끼어들다 속도를 줄였다가 앞차가 속도를 높이면 다시 속도를 끌어올려서 무리 없이 도로를 달렸다

과학기술정보통신부서가 이날 개최한 '2017 혁신 성장 동력 challenge 퍼레이드' 에서는 전기차와 AI 알고리즘 기술이 융합된 자율 주행 전기 자동차가 일반 시민 50여 명을 태우고 도심을 질주를 했다.

자율 주행 차량이 테스트 지역이나 도로 통제 상황이 아닌 일반 차량이 주행 중인 실제 도심 도로에서 시연하는 것은 국내 처음이다.





자율주행차를 시험 운행하고 있는 모습. 자율주행차가 도로 위를 안전하게 달리려면 자율주행차에 장착된 센서의 기능도 개선돼야 하지만 도로 시설 차원에서도 자율주행차의 운행을 지원해줄 수 있는 '자율 협력 주행 도로 시스템'이 구축돼야 한다./교통안전공단 제공

일반 시민 시승에 앞서 과기 정통부 과학 기술 혁신 관계자가 스마트위치로 자율 주행 전기차를 호출한 뒤 직접 탑승해 도심 도로를 300m 가량 주행했다.

부모와 함께 자율주행 전기차를 체험한 초등학생은 '처음에는 사고가 날까 봐 걱정 했지만, 아빠보다 운전을 더 잘하는 것 같다'며 활짝 웃었다.

혁신 성장 challenge 퍼레이드는 과기 정통부와 4차 산업혁명 위원회, 중소벤처기업부, 산업통상자원부, 국토교통부, 해양수산부 등 6개 부처가 모여 미래 정상을 이끄는 4차 산업혁명 신기술을 시연하는 자리다.

국토부의 전기차, 해수부의 심해 탐지 로봇, 산업부의 수직 이착륙 무인 비행기 등 30여종의 신기술이 시연 되었다.

심해에서도 수중 유영과 해저 보행이 가능한 다 관절 로봇 CRABSTER 도 눈길을 붙잡았다.

CRABSTER는 수심 200m 바닷속을 게처럼 기어 다닐 수 있는 탐사로봇으로, 추가 개발을 통해 남극 등 환경이 열악한 지역에서도 임무를 수행할 수 있다.

시민들은 연구원들의 도움을 받아 직접 CRABSTER 로봇을 움직여 보기도 했다.

소방관이 60kg 무게의 물체를 쉽게 옮길 수 있게 도와주는 '입는 로봇'을 장착하고 시민들을 옮기는 시연도 펼쳐졌다.

영화의 날씨 속에서도 이천여명의 시민이 행사에 참여 했고 600여명의 참가자가 직접 미래 신기술을 체험했다.

지금까지 기술한 것처럼 '자율주행차' 와 무인 자율 비행기 등이 미래 신기술을 대표를 한다 볼 수 있다.

협력형 지능형 교통 시스템(C-ITS)에서 ' 자율 협력 주행 도로 시스템'까지 도로가 더 똑똑해 질수록 운전자들은 편리하고 안전하게 자동차를 운전할 수 있게 된다.

한국도로공사는 '차와 차(V2V) '차와 도로시설(V2I)' 사이 통신

으로 안전하게 운전 할 수 있는 환경을 만들어 주는 C-ITS 를 도로에 적용 하고 C-ITS 를 더 발전 시킬 자율 협력 주행 도로 시스템도 구축해 자율 주행차의 안전한 운행을 지원 할 계획 이라고 밝혔다.

그러면 위험 요소를 알려 주는 C-ITS 에 대해 알아 보자.

C-ITS 는 차량이 주변 차량, 도로 시설과 정보를 주고 받으면서도 주행 하는 첨단 도로 시스템 이다.

이를 위해 차량에는 다른 차량, 도로 시설과 정보를 주고 받을 수 있는 통신 장치를 설치해야 한다.

이렇게 되면 차량은 현재 위치 및 주변 정보를 다른 차 도로 운영자와 통신을 하며 공유 하게 된다.

도로 운전자도 CCTV 나 레이더 등을 통해 획득한 정보를 통신을 통해 차량에 제공 한다.

도로 공사 관계자는 'CCTV와 도로 포장 아래 일정 구간 마다 설치된 노면 검지기 등으로 구성된 기존의 지능형 교통 SYSTEM (ITS) 으로는 도로 위에 모든 지점에 정보를 촘촘하게 수집을 하기는 어려웠다' 며 C-ITS 가 구축이 되면 도로 위의 상황을 실시간으로 도로 위에 모든 지점에서 수집을 할 수 있게 될 수 있다고 말했다.

이렇게 되면 도로 운영자는 차량 운전자에게 전방의 공사-구

간 도로 위의 낙하 된 돌이나, 교통 사고, 고장 등으로 멈춰선 자동차 등을 미리 알면 도움이 될 만한 정보 등을 제공할 수 있게 된다.

뒤에서 구급차가 접근 했을 때도 차량과 차량, 차량과 도로 시설간 통신을 통해 전방에 있는 모든 차가 그 정보를 공유하게 되고 더 신속 하게 길을 양보 해 줄 수 있게 된다.

도로공사 측은 도로 시설과 차량의 통신을 통해 정보를 줄 수 있게 되며 사거리에서 우회전 시 시야에 잘 들어 오지 않는 도로 위 다른 차량이나 횡단보도를 건너는 보행자도 운전자가 더 쉽게 파악 할 수 있게 된다고 했다.

C-ITS 도입으로 사고 위험이 획기적으로 줄어들 수 있다.

실제로 C-ITS 의 효과에 대한 한국 교통 연구원 연구 결과에 따르면 C-ITS 도입으로 교통 사고의 46.3%를 예방 할 수 있을 것으로 예상 된다.

좀 더 효율적으로 도로를 이용 할 수 있게 되어 교통 정체도 함께 줄어들 것으로 기대 된다.

자율 주행차의 완벽 주행을 돕는 자율 협력 주행 도로 시스템에 대해 알아 보면 차와 차 차와 도로 시설 사이 통신을 기반으로 하는 C-ITS를 좀 더 업그레이드한 시스템 이다.

정밀 전자 지도 위에 시설물과 각 종 물체의 이동을 실시간



으로 반영한 지역 동력 지도(LDM, Local Dynamic Map)가 도로의 주변에 기지국을 설치해 GPS 오차를 최소화 하는 GPS 보정 시스템 ' 등이 추가로 필요 하다.

자율 주행 자동차 역시 장착된 비전 센서 카메라와 라이다-레이더 등을 통해 더욱 정밀한 주변 정보를 수집해 도로 운영자 에게 전달 했다.

이러한 도로 시스템은 자율 주행차가 보다 안전 하게 운행 하는 것을 돕는다.

기본적으로 자율 주행차의 센서가 주변 정보를 탐지 할 수 있는 범위는 최대 200m 정도다.

날씨가 안 좋거나 햇빛이 강하게 비치는 경우에는 전방의 상황을 정확 하게 파악 할 수 없다는 한계도 있다.

전문가들은 자율 주행 자동차 센서의 성능을 개선해 이러한 관계를 모두 극복 하려 다 보면 자율 주행 자동차의 가격도 지나치게 비싸게 될 가능성이 있다. 고 말했으며 도로 시설 차원에서 자율 주행 자동차 운영을 돕는 ' 자율 협의 주행 도로 시스템 ' 을 정부가 갖춰 주면 운영을 돕는 자율 주행 과의 가격을 합리적인 수준으로 만드는 데 도움이 될 것 이 라고 말했다.

도로 공사는 경기도 여주에 7.7km 구간 시험 도로를 마련 하

고 ‘ 자율 협력 주행 도로 시스템 ’ 주요 기술 개발에 박차를 가하고 있다.

도로공사가 2024년 개통을 목표로 하는 서울 ~ 세종 고속도로 에도 이러한 자율 협력 주행 도로 시스템이 반영 될 예정이다. 실용화를

도로 공사 관계자는 정부가 목표로 하는 2020년 자율 주행자 동차 상용화를 적극 지원 하는 차원에서 자율 협력 주행 도로 시스템을 완벽 하게 구축 하겠다고 말했다.

기존 제조업에 인공지능(AI), 로봇 기술, 무인 비행기 등을 융합 하여 새로운 시스템을 구축 하는 혁신적인 변화를 4차 산업 혁명 이라고 하며 빅데이터, 인공지능, 자율 주행 자동차, 무인 비행기 등이 4차 산업 혁명을 대표하는 기술로 꼽힌다.

다음은 레이더 기반 무인 비행기 충돌회피 기술 현황에 대해 알아 보자.

미국 및 유럽의 무인 비행기 공역통합 로드맵은 무인기가 유인기와 유사한 수준의 충돌회피 능력을 확보하는 것을 유/무인기의 완전한 공역통합을 위한 필수 요소로 인식 하고 있다.

무인 비행기의 충돌회피에는 지상 레이더, 비행체 탑재 레이더, ADS-B, 레이저, 영상 센서 등 주변 상황을 인식할 수 있는 다양한 센서들이 이용될 수 있다.

최근 GA-ASI(General Atomics Aeronautical Systems)는 PEURODETEO B 가 무인 비행기 탑재 충돌 회피 레이더 시제품을 탑재를 하여 비행 시험을 성공적으로 수행을 하였으며, 국제 공역에서 충돌 회피 운영을 위한 요구 조건을 충족 했다고 발표 하였다.

비행 시험에서는 PEURODETEO B 무인 비행기 탑재 충돌 회피 레이더의 기능과 현재 많은 상용 유인기에서 상용 유인기에서 사용이 되고 있는 공중 충돌 회피 시스템 기능과 현재 많은 상용 유인기에서 사용되고 있는 공중충돌회피시스템 2와의 통합 시스템을 검증을 하기 위해 충돌 회피 기능이 자동으로 수행을 하게 되었다.

PEURODETEO B 무인기가 다양한 소형, 중형, 유인기와 조우하는 환경 하에서 비행을 하는 동안 충돌 회피 레이더는 넓은 시야를 연속적으로 탐지했으며, 복수 타겟을 추적을 하였다.

GA-ASI의 충돌 회피 레이더는 현재 TRL(Technical Readiness Level: 기술 준비 수준) 7로 사용자가 운용 시험 및 평가를 수행 할 수 있는 상태이며, 충돌 회피 레이더와 TCAS 2를 통합한 충돌 회피 시스템은 TRL 6으로 RTCA의 요구도를 만족 하기 위해서 기술이 더 성숙될 필요가 있다.

통합 충돌 회피 시스템은 2015년에 NASA의 지원 하에 다양한 상황에서 전체 시스템의 성능을 측정하기 위한 비행 시험이 진행 될 예정 이다.

미국은 텍사스 Fort Hood에 지상 기반 충돌 회피 레이더를 설치 하였다고 발표 하였다.

Fort Hood에서는 PEURODETEO B 무인기의 개량형인 MQ-1C Gray Eagle 무인 비행기 2대가 운영 되고 있다.

그동안 정부는 무인 비행기 정부 법규에서 요구 하고 있는 공역 내 안전을 위한 충돌 회피 능력을 확보 하기 위해 지상 또는 공중 에서의 육안 관측을 이용해 왔다.

새로 설치된 지상 레이더 기반 충돌 회피 시스템은 무인 비행기 관련

훈련과 테스트를 수행 하는데 더 안전 하고 효율적인 방식을 제공 하여 줄 것이다.

미군이 개발한 지상 기반 충돌 회피 시스템은 3차원 레이더, 데이터 퓨전 시스템과 추적기기, 분류기 등으로 구성 되고 있으며 추가적으로 항공기간 분리 알고리즘 등을 포함 하고 있다.

다양한 무인 비행기 시스템과 호환이 되는 이 시스템은 초기 에는 무인 비행기가 비행장에서 시험장인 제한 공역 내로 이

동할 때 이용될 것이며, 추후 다른 군 작전 영역으로 사용이 확대될 것이다.

또한, 미국 자율 주행 자동차는 급속하게 발전 할 것으로 예상 되며 국경과 마주하고 있는 멕시코의 낮은 인건비를 활용 하는 이점도 있다.



< 사진 출처: KBS1 >

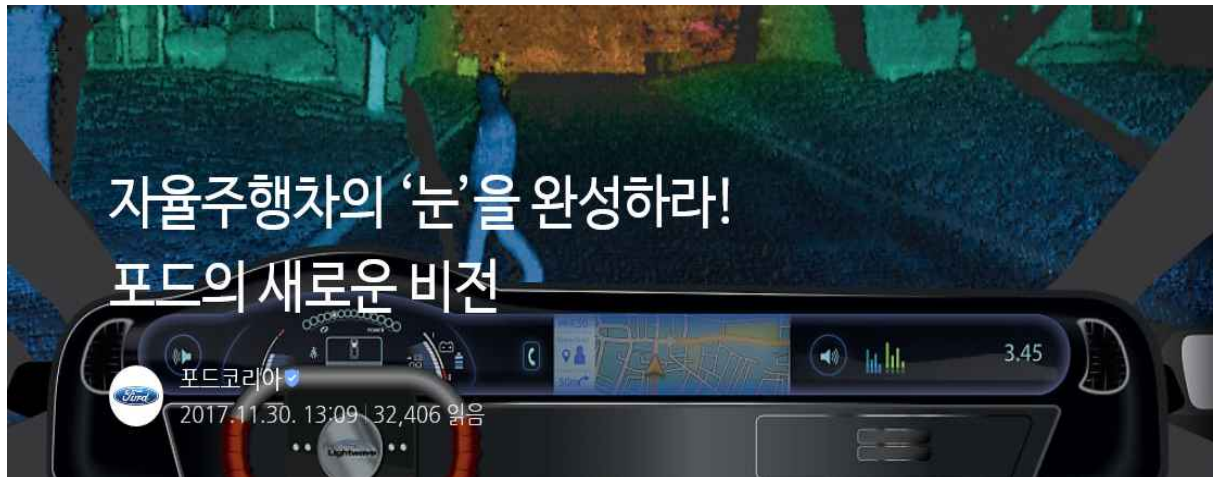
포드는 미시간 공장 내 자율 주행 자동차 생산 라인을 확대 할 방침 이라고 밝혔다.

자율 주행 차량 수요가 당초 예상 보다 커서 생산 라인을 늘 리려는 것이다.

그러면서 생산성을 높이는 레이 아웃도 LAY-OUT도 같이 검토 하고 있다.

포드는 미국, 차량 공유 업체 리프트, 도미노 피자 등과 자율

주행 자동차 부문에서 협력 하고 있다.



< 사진 출처: 포드 자동차 >

포드 자율 주행차의 담당 부사장은 ' 우리가 오는 2021년에 첫 번째 모델을 출시 하고 나서 자율 주행 택시와 배달 차량에 대한 수요가 급속 하게 커질 것으로 예상 된다 ' 며 ' 차량을 출시 할 때 미시간 공장 생산 능력이 충분 하기를 원한다 '고 말했다.



< 사진 출처: KBS1 >

이어 ' 미시간 공장 투자액이 종전의 7억 달러에서 9억 달러 (약 9,833억원) 로 늘어 날 것이라며 일자리도 850개를 창출 하여 종전 계획 보다 150개 늘어 날 것 ' 이라고 강조 했다.



< 사진 출처: KBS1 >

우리나라도 세계적인 추세에 발 빠르게 노력과 연구를 열심히 하고 있다.





< 사진 출처: KBS1 >

지난 2007년 조성을 계획한 서울대학교 시흥 캠퍼스가 10년 만에 첫 삽을 떴으며 서울대는 경기 시흥에 스마트캠퍼스 선포식을 갖고 자율 주행 자동차 MOBILITY 센터와 조성 협약을 맺었다.



< 사진 출처: KBS1 >



앞으로 정부의 꾸준한 정책과 자금 지원을 통한 인프라 구축을 지속 확장 하여 우리나라의 향후 신성장 동력으로 발전시켜 청년 실업 문제 1인당 국민소득 4만달러 시대 등을 열어야 한다고 전문가 들은 입을 모았다.



< 사진 출처: 연합뉴스 TV >



< 사진 출처: KBS1 >



< 사진 출처: KBS1 >

장애인을 위한 자율 주행 자동차 울리에 대해서 소개 하겠다. 미국 자동차 회사 로컬 모터스가 개발한 '울리(olli)'는 자율 주행 가능한 미니버스 이다.

스마트폰으로 출발지와 목적지를 입력 하면 스스로 출발지와 픽업을 하여 목적지로 데려다 준다.

IBM 슈퍼 컴퓨터 플랫폼 왓슨을 내장해 탑승자와 대화도 가능하다.

최대 12명의 승객이 탈 수 있는 이 자율 주행 자동차는 장애인을 위해 만들어 졌다.

음성 인식 시스템에 탑재된 것은 물론, 휠체어를 위한 경사 받침대, 청각 장애인을 위한 스크린, 시각 장애인을 위한 좌

석 감지기, 알츠하이머 환자를 위한 감지기도 갖추어져 있다. 또한 이들이 불편한 장애인이나 고령자를 위하여 미래의 이동 수단이 될 것으로 기대 되고 있는 올리는 놀랍게도 요즘 신 기술로 부각 되고 있는 3D 프린터를 이용 하여 만들어 지고 있다.

이처럼 상상에서나 가능 했던 기술이 현실화 되면서 자율 주행차 시장은 현재 대중화를 위한 개발에 박차를 가하고 있다.

해킹 으로 인한 보안과 프라이버시 문제도 반드시 해결 해야 할 과제로 여겨지고 있다.

자율 주행 자동차의 발달은 자동차 시장의 부흥은 물론, 부품 산업의 성장과 운송, 물류 산업의 혁신을 가져온 것으로 기대 되고 있다.

그리고 이를 위해서는 IT 기술의 발전과 개발자 들의 땀과 노력이 반드시 필요 할 것이다.

KG 아이크 बैं크는 미리 사회를 이끌 트렌드에 앞서 전문 실력을 갖춘 인재 양성에 총력을 기울 이고 있다.

최첨단 시대의 주역이 되는 길, KG 아이티 बैं크가 미국에서 선도 하고 있고 이끌고 있다.

세계의 각 대형 자동차 제조사 들은 디지털 및 IT 부문에 어떤 형태로든 적극적으로 투자 하고 있다.

각 제조사들은 직접 핵심 기술을 개발 하기 위해 사업부를 새로 만들기 보다는 전문 기업을 인수하는 방식과 투자 하는 방식으로 자금 운영 위험 요소를 줄이고 확실한 성과를 얻는 방식을 취하고 있다.

그렇다면 아르고 AI 와 포드의 미래 자동차 전략에 힘이 되어 줄 새로운 기술은 어떤 것이 있는지 살펴 보면 우선 레이저를 물체에 조사 한 후 반사 되는 신호를 디지털 방식으로 검출 하는 가이저 모드(Geiger-mode) 탐지기 기술인 가이저 크루저(Geiger-cruizer) 를 들 수 있다.

이는 상당히 먼 거리의 물체를 식별 하여 안전 운전을 돕는다.

우리나라 현대 자동차의 공장이 있는 도시 울산 에서 자체 제작 된 자율 주행 자동차가 조만간 도로를 달리는 모습을 볼 수 있을 것 같다.

자율 주행에 필요한 핵심 부품 들이 속속 개발 되어 시험 주행을 해보는 단계를 눈 앞에 두고 있다.

세계 자동차 업계의 화두는 단연 자율 주행 자동차 이며 완성차 업계와, IT 기업, 부품 소재 회사 여기에 각 국 정부까지

앞장 서서 사활을 건 기술 개발에 속도를 내고 있다.

울산시를 비롯 하여 지역의 9개 기관과 회사가 1년 6개월째 차량 개발에 매달리고 있다.

거리 자동 측정 장치인 레이더와 센서 등 9개 핵심 부품도 대부분 장착이 완료 된 상태 이다.

핵심 부품 들이 다 완료 되어 장착이 되었고 핵심 부품 들이 서로 호완, 연결, 지시하는 시스템을 시행 착오를 거치 면서 업그레이드 시켜서 완공 하고 있는 단계 이다.

앞으로 부품과 부품 사이에 정보 호환성을 검증 하고 실제 도로를 달리며 안전성을 확인 하는 과제가 남았다.

조만간 '옥동'과 '능소' 간 도로 상에 자동차와 도로간 정보 연동 체계인 V2X를 구축 하여 주행 실험을 실시 할 계획 이다.

울산시는 자율 주행 자동차의 상용화를 앞당 서기 위해 차량 과 사물 정보 들이 연동 되는 스마트 도로 개발 에도 속도를 높이기로 했다.

울산에서 자체 제작 되는 자율 주행 자동차가 세계 자동차 개발 전장에서 어느 정도 경쟁력을 보여 줄 지 주목 된다.

애플은 자율 주행 자동차의 탑승 핵심 기술을 개발 했다.

보행자와 자전거를 감지 할 수 있는 기술을 확보 했다고 전

해 진다.

이는 자율 주행 자동차의 안전성에 핵심적인 기술로 애플이 차세대 자동차 시장에 적극적으로 선도 하고 있다는 정황을 확인 해 주는 부분 이다.

전 세계 자동차 시장의 최대 경쟁이 되며 사활을 걸고 있는 자율 주행 무인 자동차 개발은 방대한 정보력이 필요 한데 정보력에서 앞서는 구글(google) 그리고 애플, 소니 등 앞다투어 그 뒤를 이어 가고 있다.

국내도 삼성, LG 등 IT 기술력을 갖춘 대기업이 합류 하면서 미래 시장을 선점 하려는 뜨거운 노력이 진행 중이다.

하지만 이 가운데 가장 눈부신 성장력을 보인 브랜드는 다름 아닌 산학 연구를 하고 있는 서울대학교 이다.

서울대 교수가 이끌고 있는 지능형 자동차 IT 연구센터 에서 연구 중인 자율 무인 자동차 기술력을 STEP BY STEP 과정을 거치며 현재 국내 독보적인 위치에 올랐다.

몇 년 전에 앞서 소개한 SNUVI 가 대중들 에게 첫 공개가 되자 뜨거운 반응을 일으켜 왔다.

특히 세계적으로 공신력 있는 대중 매체 들이 메인 뉴스로 기사를 했으며 이에 관한 동영상을 수십만 명이 시청 하여

화제가 되었다.

2년 동안 서울대학교 campus 내에서 2만 km 실험 주행 과정을 거쳤으며 테스트 기간 동안 '무사고' 라는 명찰을 달게 되었다.

노력과 경력이 쌓인 SNUVI 3는 더 강력해진 실력을 바탕으로 캠퍼스 밖을 벗어나 복잡한 서울 여의도 도심에서 첫 주행에 성공을 했다.

이는 공식적으로 대한민국 자율 주행 자동차 역사상 첫 도심 주행 이었다.

자율 주행 택시로 개발 중인 SNUVI 역시 UPGRADE 되어 오는 8월에 대중들에게 공개를 앞두고 있다.

서울대학교와 루프징은 명실 공히 각 분야 최고의 기술력을 지닌 브랜드로서 매번 최상의 결과물을 만들어 창출 하였다.

또한 비가 오나 눈이 오나 바람이 불어도 날씨에 제약을 받지 않는 자율 주행 자동차를 국내 최초로 독자 개발 하여 앞으로는 다양하고 많은 빅 데이터를 구축 하여 시간을 단축할 전망 이다.

4차 산업 혁명을 선도 하는 미국 실리콘 밸리에선 요즘 자율 주행 자동차 분야에 뛰어드는 기업 들이 눈에 띄게 늘고 있다고 한다.

본격적인 자율 주행 자동차 시대를 앞두고 활력이 넘치고 있는 실리콘 벨리에 대해 최근 뉴스에 보도된 내용을 살펴 보자.

자율 주행 자동차 부품 분야에선 '엔비디아'가 가장 앞서 나가고 있다.

컴퓨터 그래픽 카드를 만들었던 이 회사는 자동차 부품 업체 BOCHÉ 와 협력을 하여 자율 주행 자동차의 뇌 기능을 하는 칩을 생산을 하고 있다.

차 번호판 정도 되는 크기의 인공 지능 컴퓨터 칩은 초당 엄청난 양의 계산이 가능 하여 자율 주행 자동차가 스스로 의사 결정을 내리도록 한다는 것이 개발 담당자의 설명 이다.

요즘 세계 최고 고수 바둑 프로기사를 연파 하여 혁명을 일으키며 부각 된 인공 지능 기술을 자율 주행 자동차에 도입하기로 했다.

이 회사는 TESLA 뿐만 아니라 벤츠와 TOYATA, 포드 등 완성 자동차 업체와 협력을 강화를 하고 있다.

사무기기 자동차 제조업체에서 떨어져 나와 1년전 창업한 이 회사는 자율 주행 자동차 센서 분야 연구에 집중 하고 있다.

대화를 통하여 자유 롭게 의사소통을 할 수 있는 사람과 달리 사물끼리 통신을 하려면 몇가지 기술이 더 필요 하다.



그 중 하나가 중요하고 핵심적인 센서 기술이다.

복사기나 프린터 등에 썼던 센서 기술을 더욱 확장 하여 발전시켜 주변 교통 상황을 감지 하는 레이더 개발에 나선 것이다.



< 사진 출처: KBS1 >

레이더 센서 없이는 자동차의 시각, 거리, 속도, 지능을 부여할 수가 없다.

이런 이유 때문 개발자들이 땀과 노력과 돈을 여기에 투자하는 것이며 이 글의 제목인 충돌 회피 시스템도 이 레이더 센서에 달려 있는 중요한 포인트다.

실리콘 밸리에서 한 해 동안 창업을 하는 회사는 평균 이 만여 개 정도이며 이 가운데 상당수가 첨단 기술의 총체로 불리는 자율 주행 자동차 분야에 몰려 들고 있다.

세계적으로 본격화 된 자율 주행 시대, 선택과 집중, 꿈과 노력, 개발과 발전, 경쟁과 협력을 통하여 핵심 역량을 키울 수 있는지 여부에 기업의 성패가 달려 있다 고 볼 수 있다.

앞에서 언급 했지만 3년전 미시간 대학안에 세워진 M시티는 가로, 세로 360m 대략 축구장 10개 넓이 땅에 모형 건물과 원형 교차로, 건물목, 고속도로 까지 만들어 놓았다.

자율 주행 자동차 운행을 실험 하는 가상 도로 인데 눈길이나 빗길의 안전 운행까지 점검 할 수 있다.

대학 연구소에서는 자동차 제조 업체 들에게 엄청난 돈을 투자 하여 자율 주행 자동차와 관련된 빅 데이터를 모으고 있다.

미시간대 연구 공동체는 연결 되고 자동화된 차량 기술 결과를 신속 하고 안전 하게 시장에 출시 할 수 있도록 지원 한다.

한때 이류로 물러났던 자동차 본고장의 자존심을 회복 하고 자율 주행 자동차의 개발을 꿈꾸며 전력을 기울이고 있다.

또한 유명 공과대학 교수도 미래를 전망 하고 실리콘 벨리에 자율 주행 자동차 인공 지능 컴퓨터 칩 개발 회사를 최근에 설립 했다.

아이디어를 남들 보다 빠르게 산업화 할 수 있는 분위기와

근처 유명 대학 출신의 우수 인력과 쉽게 협력 할 수 있는 장점이 실리콘 밸리를 선택 하고 있다.

그러나 자율 주행 자동차의 급속한 발전과 함께 경각심도 부각 되고 있다.

최근에 미국에서 인공 지능을 활용 한 자율 주행 차량이 보행자를 치어 숨지게 하였 습니다.

자율 주행 자동차 관련 사고는 여러 번 있었 지만 보행자 사망 사고가 처음 발생 하면서 안전성 논란이 크게 일고 있습니다.

보행자를 치어 숨지게 한 SUV 자율 주행 차량은 오른쪽 범퍼와 엔진 덮개 부분이 움푹 찌그러져 있었고 도로를 건너던 40대 여성을 치어 숨지게 하였다.

교차로 부근에서 자율 주행 하던 차량이 횡단 보도가 아닌 곳에서 길을 건너던 사람을 피하지 못한 것이다.

운전석에 사람이 있었지만 방심 했는지 모르겠지만 사고를 막지 못 하였다.

차량은 시속 65km로 달리고 있었고, 충돌 전에 속도를 줄이지 못한 것으로 조사 되었다.

사고 난 회사는 사고 직 후 자율 주행 자동차 시험 운영을

전면 중단 하였다.



< 사진 출처: SBS >

지난 2016년에는 자율 주행 하던 TESLA 전기 자동차가 대형 트럭과 충돌을 하여 운전자가 숨졌고, 지난해에는 자율 주행 셔틀 버스가 트럭에 받히는 사고도 발생 했었다.



< 사진 출처: SBS >

하지만 이번에는 보행자를 치어 숨지게 하면서 자율 주행 안전성 논란이 더욱 커지고 있다.

여러 선진국과 많은 기업 들이 2020년 까지 자율 주행 자동차를 상용화 할 것 이라고 말하고 있는데, 이번 사건은 조급한 기술 개발의 문제점을 보여 주고 있다.



< 사진 출처: SBS >

이번 사건으로 규제 강화 여론이 커지 면서 자율 주행 자동차의 조기 현실 도입에 상당 한 영향을 받을 전망 이다.

하지만 나는 이것이 하나의 발전 하는 과정 이라고 생각 하며 물론 사람을 숨지게 한 안전 장치를 소홀 하게 한 건 큰 문제 지만 이런 안전 장치를 간과 하지 않고 안전 장치와 병행 하며 꾸준하게 개발에 매진 하면 계획 된 시기에 꿈의 자동차가 현실화될 것이라 확신 한다.

자율 주행 자동차 분야에서 우리나라의 논문 수는 선진국 수준 인데 반해 논문의 질적 수준은 다소 떨어 진다고 전문가 들은 분석 하고 있다.

과학 기술 정책 연구원(STEPI) 이 최근 6년간 (2012 ~ 2017 년) 세계 최대 학술 연구 분야 출판사인 ' 엘스 비어 ' 에 실 린 자율 주행 자동차 관련 논문을 분석 한 결과 우리나라의 논문 수는 4~5위 권에 달했다.

이 기간 전체 논문의 수는 1,030편으로, 미국이 274편으로 가장 많았다.

이어 독일이 155편, 중국 112편, 한국이 71편, 영국 70편 순 이었다.

우리나라의 6년간 낸 논문 수는 미국의 1/4 수준 이었다.

논문의 질을 평가하는 기준인 ' 피인용지수 ' 는 미국이 2.96 으로 전체 평균 보다 2배 높았다.

반면 우리나라의 피인용지수는 1.55로 평균을 약간 웃돌아 상위 10개국 중 7위에 그쳤다.

지난해 가장 많은 논문을 발표한 대학은 United States of Stanford University, 우리나라에서는 서울대가 18위를 차지했 다.

공공기관 중에선 프랑스 국립 과학 연구소(CNRS)가 1위에 올랐고, 한국전자통신 연구원(ETRI)이 뒤를 이어 2위를 차지했다.

한국항공우주연구원과 한국표준과학연구원도 상위 20위에 포함 되었다.

하지만 우리나라의 논문 질적 수준은 대학과 공공 연구 기관 간 극명한 차이를 보였다.

서울대는 논문 피 인용 지수가 2.03으로, 가장 높은 미국의 대학교 중 CAMEGIE MEOLLON 대학교의 3.38에 미치지 못했지만 비교적 우수한 것으로 평가를 할 수 있다.

반면 공공기관 중 네덜란드 국립응용과학연구소(TNO)의 논문 피인용지수가 13.2건으로 최고인 반면 ETRI(한국전자통신연구원)는 0.6건에 그쳐 큰 격차를 보였다.

국내 연구기관은 자율 주행 자동차 관련 협력 연구에도 소극적인 것으로 나타났다.

서울대는 ETRI(한국전자통신연구원) 모두 산학 협력 연구 성과 비율이 0%로 공동 연구 결과를 내지 못했다.

국제 협력도 서울대는 22.2%, ETRI(한국전자통신연구원)는 12.5%에 그쳐 미국 Stanford University 39.3% 네덜란드 TNO 83.3% 와 대비가 된다.

STEPI(과학기술정책연구원) 개발자는 ‘ 세계 각국이 자율 주행 자동차 연구를 확대 하고 글로벌 기업들이 관련 기업을 인수 합병(M&A) 하거나 협력에 나서는 상황에서 정부는 상용화 기반 구축과 전문 인력 양성, 핵심 기반 기술 확보 등을 통해 경쟁력을 높여 가야 할 것 ’ 이라고 말했다.

자율주행차(SELF DRIVING CAR)란 운전자가 핸들과 가속페달, 브레이크 등을 조작 하지 않아도 정밀한 지도, 위성 항법 시스템(GPS) 등 차량의 각종 센서로 상황을 파악해 스스로 목적지까지 찾아가는 자동차를 말한다.

엄밀한 의미에서 사람이 타지 않은 상태에서 움직이는 무인 자동차(DRIVERLESS CARS)와 다르지만 실제로는 넓은 의미에서 혼용 되고 있다.

자율 주행 시장은 2020년부터 본격적인 성장세에 진입 할 것으로 전망 되고 있다.

시장 조사 업체 NAVVY 컨트리 SEARCH에 따르면 세계 자율 주행 자동차 시장은 2020년에 전체 시장의 2%인 2,000억 달러를 차지한 뒤 2035년까지 1조 2,000억 달러에 달할 것으로 추정이 되고 있다.

자율 주행 자동차가 실현되기 위해서는 수십가지의 기술이 필요 하다.



차간 거리를 자동으로 HAD 기술이 그 중 하나다.

그 외에도 차선 이탈 경보 시스템(LDWS), 차선 유지 지원 시스템(LKAS), 후 측방 경보 시스템(BSD), advanced 스마트, 크루즈 컨트롤(ASCC), 자동 긴급 제동 시스템(AEB) 등도 필요하다.

앞에서 4단계로 언급을 하였지만 SMART CAR의 핵심 기술로 꼽히는 자율 주행 기술 즉, 자율 주행 자동차의 발달 수준을 미국 자동차 기술 협회(SAE)는 0부터 레벨 5까지 5단계로 나누었다.

레벨 0: 자율 주행 기능 없는 일반 차량

레벨 1: 자동 브레이크, 자동 속도 조절 등 운전 보조 기능

레벨 2: 부분 자율 주행, 운전자의 상시 감독 필요, 필요한 경우 신호

레벨 3: 조건부 자율 주행, 자동차가 안전 기능 제어

레벨 4: 고도 자율 주행, 주변 환경 관계가 없이 운전자 제어가 불필요

레벨 5: 완전 자율 주행, 사람이 타지 않고도 움직이는 무자

## 자동차

중복 되는 사항이 있지만 이 레벨은 우리가 추구 하는 목표가 단계별로 나타내어 중요한 지표가 되며 가장 중요한, 제목 에도 있는 자동 충돌 회피 시스템(쉽게 풀이 하면 스스로 피하는 똑똑한 기능)을 누가 정확하고 빠르게 개발 하는지 그것이 중요한 관건 이라 할 수 있다.

교통 사고로 한해 목숨을 잃는 사람이 전 세계적으로 130만 명에(2010년) 달한다.

부상자는 5,000만명에 이르고 있다.

자동차 오너들이 차량의 안전 성능에 관심을 가질 수 밖에 없는 현실 이다.

이에 발 맞추어 자동차 업체 들도 알아서 충돌을 피하는 똑똑한 자동차 다시 말하면, 자동 충돌 회피 시스템 개발에 꿈과 열정, 자금을 투자를 하고 있으며 개발 성공 여부가 앞으로는 세계 시장을 선도를 한다고 볼 수 있다.

조금 더 자동차 시장에 대해 서술하고 무인기에 대해 알아보기로 하겠다.

자동차 제조사들은 완전한 자율주행차에 가까운 자동차를 구현 하기 위해 자동차 부품 회사, IT, 통신 회사, 컴퓨터 Hardware 제조사 등 다양한 업계 와 협업을 진행을 하고 있다.

중복되는 면도 있지만 핵심이기 때문에 기술 하겠다.



< 사진 출처: KBS1 >

그렇다면 자율 주행차를 완성 하기 위한 가장 결정적인 기술은 무엇 일까?

바로 인간의 눈을 대신 할 수 있는 시스템의 구축 이다.

이 분야에서 가장 각광 받는 기술이 레이저를 이용한 레이더

인 라이더라 할 수 있다.

포드는 미래 자율 주행차를 위한 핵심 기능 라이더 핵심 개발을 안정적으로 추진 하기 위해 사활을 걸고 있다.

미래 자동차공학회(SAE)는 자율 주행 기술의 단계를 5단계로 구분 하고 있다.

2018년부터 각 제조사가 본격적으로 선보일 것으로 예상이 되는 자율주행시스템의 수준은 조건부 자율 주행인 레벨 3에 해당 한다.

자율 주행의 레벨 업그레이드 속도는 점점 빨라지고 있으며 여러 글로벌 자동차 제조사들과 각국 정부는 2020년까지, 운전자의 개입 여지를 남겨둔 상황에서 가장 높은 수준의 자율 주행 능력을 갖춘 레벨4 자율 주행 기술의 상용화 목표로 기술과 제조 등을 마련 하고 있다.

자율 주행 기술이 레벨3에서 레벨4로 발전 하기 위해 서는 다양한 부품들의 개선과 데이터가 필요 하다.

특히 인간의 눈을 대신 할 수 있는 시스템이 전제 되어야 한다.

이 중 핵심은 라이더 (LIDER LIGHT DETECTION AND RANGING) 라 할 수 있다.

라이더는 850~905 나노미터 정도로 직진성이 강한 레이저를 사용을 하며, 레이저가 물체에 부딪힌 후 센서로 되돌아오기까지의 시간을 측정해 거리를 계산을 한다.

일반 레이더에서 역할을 레이저가 대체할 뿐 원리는 동일 하다.

현재 라이더는 글로벌 자동차 제조사들이 앞다투어 적용 중인 테크놀로지로 ADAPTIVE 크루즈 컨트롤, 사각지대 경보 시스템, 전방 충돌 방지에 이용이 되고 있다.

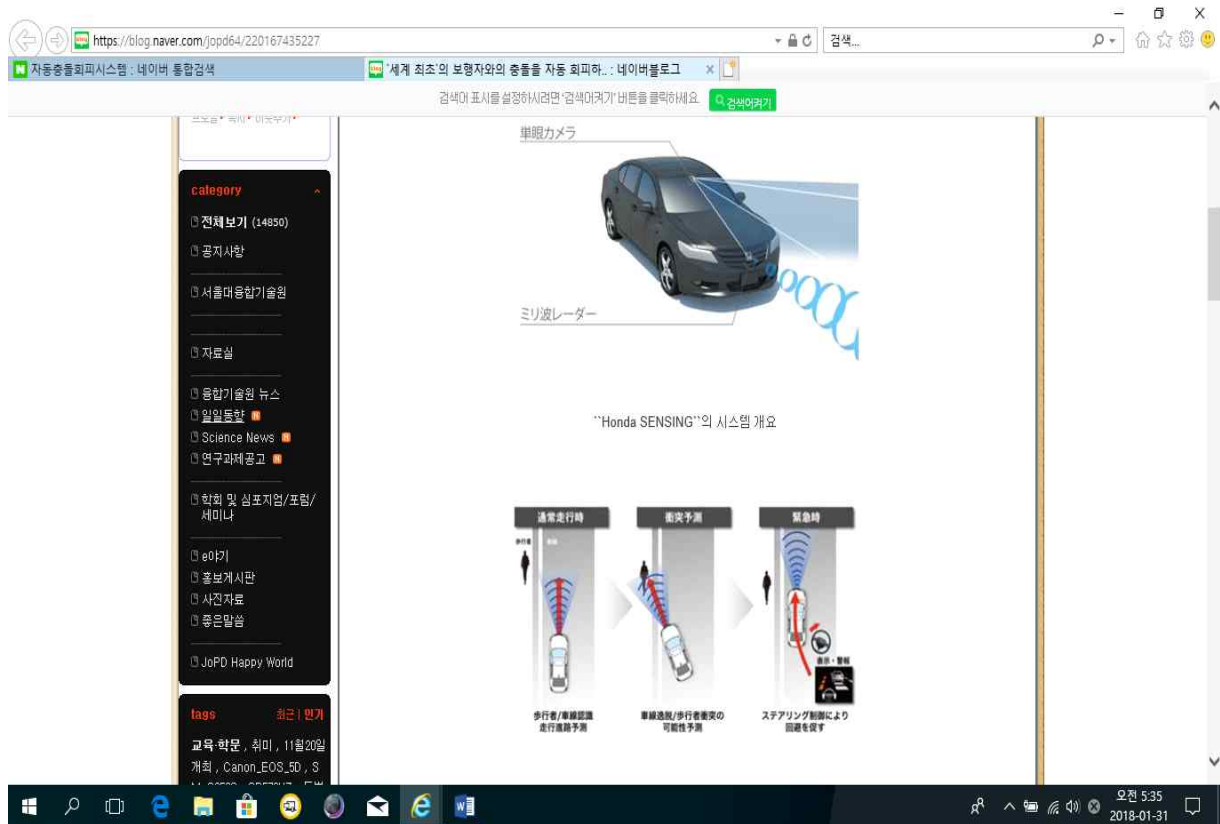
파장의 직진성이 강한 까닭에 자동차와 보행자를 보다 정확하고 빠르게 인식할 수 있으며, 자동차를 중심으로 360도, 즉 전방위 방향을 탐지할 수 있다는 장점이 있다.

실제 라이더는 자동차 분야만 아니라 로봇 청소기 등 인공지능 MOBILITY 전 분야에서 각광을 받고 있기도 하다.

물론 라이더는 아직 감지 거리가 짧고 소형화와 가격의 합리화 등에서 해결 해야 할 과제가 많다.

하지만 가능성도 크다고 볼 수 있는 테크놀로지라 할 수 있다.

또한 Honda SENSING 의 여덟 가지 기능은 새로운 여덟 가지의 기능을 포함 하여 8가지의 기능을 탑재 하고 있다.





미국의 포드는 지난 2017년 가을, 자사 산하의 ARGO AI가 위치한 라이더 개발 기업인 프린스턴 라이트 WARE를 인수한다고 밝혔다.

투자 기간과 투입 금액은 5년간 10억 달러에 달한다고 밝혀져 화제를 모았다.

포드는 ARGO AI와의 협업을 통해 2021 년까지 레벨4 수준의 자율 주행 자동차를 구현을 할 예정이라고 언급한 바 있다.

프린스턴 라이트 웨이브는 지난 2,000년, 러시아 출신의 반도체 공학자 드미트리 가 1940년 설립한 기업으로, 다이오드레이저의 상용화 테크놀로지를 통해 존재감을 드러냈다.

세계적 자동차 제조사 및 MOBILITY 서비스 기업들과 함께 ADAS(ADVANCED DRIVER ASSISTANCE SYSTEM, 첨단 운전 지원 시스템) 개발을 진행을 하고 솔루션을 제공을 하여 왔다.

또한 프린스턴 라이트 웨이브는 상요 지도와 방위 산업 분야에도 진출 해 있다.

즉, ARGO AI는 포드 자율 주행 테크놀로지의 control 타워가 되었다.

향후 자율 주행 자동차가 완전 하게 자리 잡게 되기 전까지, 자율 주행 시스템은 각 기종은 물론 제조사의 경쟁력 차별화에 있어 중요한 요소가 될 것이다.

따라서 무엇보다 원천 기술의 확보가 중요 하다는 점은 거듭



강조 해도 지나치지 않다.

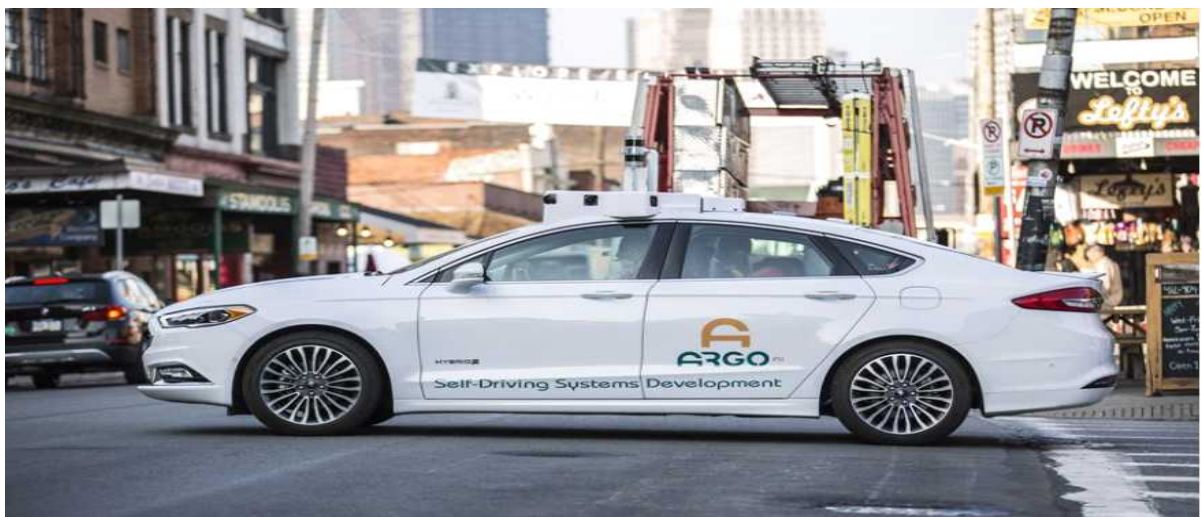
이 부분에 있어 포드는 매우 적극적인 움직임을 보이고 있다.

포드는 오래 되고 낡은 엔진 소리의 로망 만을 안고 사는 전통의 브랜드가 아니다.

오히려 포드는 지금 그 어느때보다 젊은 모습으로 더 젊고 강한 기술 기업들의 가능성을 빠르게 흡수 하고 있다.

그 힘은 포드가 미래의 길을 먼저 인지 하는 힘이 되고 있다.

따라서 자율 주행 자동차의 시장은 세계 에서 포드, 구글 등이 부품 소재 회사들과 선도 하고 있으며 우리나라는 서울대가 산학 협력(현대 자동차, 기아 자동차)과 정책 지원으로 개발에 힘을 쏟고 있으며 조만간 획기적인 개발이 이루어 질 것이라 나는 확신 한다.



< 사진 출처: 포드 자동차 >



< 사진 출처: 포드 자동차 >

이제는 무인 항공기에 대해 기술 하겠다.

## 5. 항공기 충돌 회피 탑재 장비 개발 역사 및 향후 발전 방향<sup>1</sup>

앞으로는 충돌회피 탑재장비에 대한 항공기에 대하여 한국 항공 우주 연구원들에 대한 논문을 근거로 기술 하겠다.

---

<sup>1</sup> LINCOLN LABORATORY JOURNAL Vol. 19. No,1,2012

EUROCONTROL, NETALERT the safety nets newsletter, No.17, Jun, 2013

항공 역사의 초창기 에는 항공 기간 공중 충돌이 가능성이 희박하였다.

하늘은 바다와 같이 넓은 공간 이었다.

1950년대에 이르러 항공기를 이용한 여행이 일반화 되면서 하늘은 항공기 운항으로 점점 붐비게 되었고, 1956년에 미국 ' Grand Canyon ' 에서 항공 기간 공중 충돌이 발생 하여 128명이 희생 되는 사건이 발생 하였다.

당시 이 사건은 항공 역사 상에서 가장 끔찍한 사고 였고 이로 인해 언론은 항공기 안전에 대해 격분 하였으며, 의회 청문회가 열렸고, 미국 FAA가 1958년에 설립 되게 되는 계기다 되었다.

FAA는 공역의 재설계와 항공기 관계 시스템을 대폭 개선하여 항공기 운항 안전성을 향상 시켰다.

그러나 FAA의 노력을 하였음 에도 불구하고 1978년 'California San Diego '의 상공 에서 여객기 간 공중 충돌이 발생하여 144명이 희생이 되었다.

1986년에도 California 상공에서 여객기 간 공중 충돌이 발생 을 하여 82명이 희생이 되었다.

이 두 사건으로 인해 인간의 실수(관제가 및 조종사) 로 인한 공중 충돌을 사전에 방지를 할 수 있는 탑재 장비 개발 필요

성이 부각이 되었다.

공중 충돌 예방을 위한 탑재 장비 기능은 Grand Canyon 사고 직후 개발 되기 시작 하였다.

초기 개념 들은 1차 감시 레이더 기능 구현에 중점을 두었으며, 에너지 펄스를 송출 하여 반사 되어 돌아오는 신호를 검출 하여 상대 항공기의 거리를 계산 하는 방식 이었다.

이 방식은 상대 항공기의 고도를 정확 하게 측정 하지 못하는 등 여러 가지 제대로 기능을 다하지 못 했다.

이후 BEACON 기반 탑재 기능 구현에 대한 개발이 진행이 되었 는데 이는 기존에 탑재된 TRANS PONDER 를 이용이 되는 것으로, 항공기는 무선통신링크를 통해 상대 항공기에 질의를 송출을 하고 상대의 응답 시간을 측정을 하여 거리를 계산 하고, 무선 통신 링크를 통해 고도 및 항공 목표 등에 대한 정보를 상호 교환 하였다.

이러한 방식의 충돌 회피 시스템은 BCAS (Beacon Collision Avoidance System)로 명명 되었으며, 항공 교통량이 적은 공역에 적용 되었다.

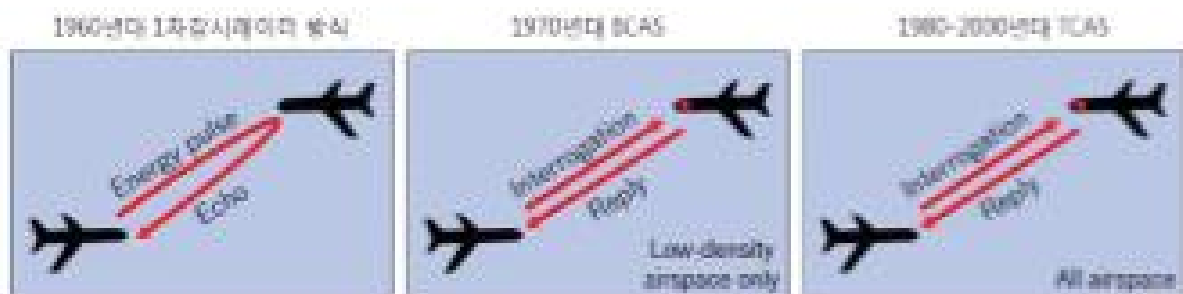
1978년 샌디에이고에서의 공중 충돌 사건은 TCAS(Traffic alert and collision avoidance system) 개발에 박차를 가하는 계기가 되었으며, TCAS는 BCAS를 기반으로 항공 교통량 밀

도가 높은 공역에서 사용 될 수 있도록 개발 되었다.

1986년 SEERITOSEU 사건을 계기로 미국 의회는 미국 내 운항 항공기의 TCAS 의무 장착을 결정을 하였으며, 1995년 12월 31일부로 전면 시행을 하였다.

[표 1] 주요 항공기 공중충돌 사고 일지

년도	지역	충돌항공기	사실자
1956	Grand Canyon, AZ	United DC-7 / TWA L-1049	128
1960	New York, NY	United DC-8 / TWA L-1049	134
1978	San Diego, CA	PSA B-727 / Cessna 172	144
1986	Cerritos, CA	Aeromexico DC-9 / Piper PA-28	82
1996	Charkhi Dadr, India	Saudi B-747 / Kazakhstan IL-76	349
1997	Namibia (off-coast)	USAF C-141 / German AF Tu-154	33
2002	Oberlingen, Germany	Bashkirian Tu-154 / DHL B-757	71



[그림 1] 시대에 따른 충돌회피 장비 발전 개요

TCAS 설계에는 결정모델(deterministic model)을 사용 하였는데, 레이더 data를 분석 해 보면 조종사가 항상 TCAS 로직에 제시 되는 행동을 이행 하지는 않는다.

2002년 독일 상공에서 발생한 공중 충돌 사고의 경우, 조종사는 TCAS에 의한 상승 지시 대신 관제사의 하강 지시를 이행함에 따라 TCAS를 장착 했던 상대 항공기와 충돌한 경우

이다.

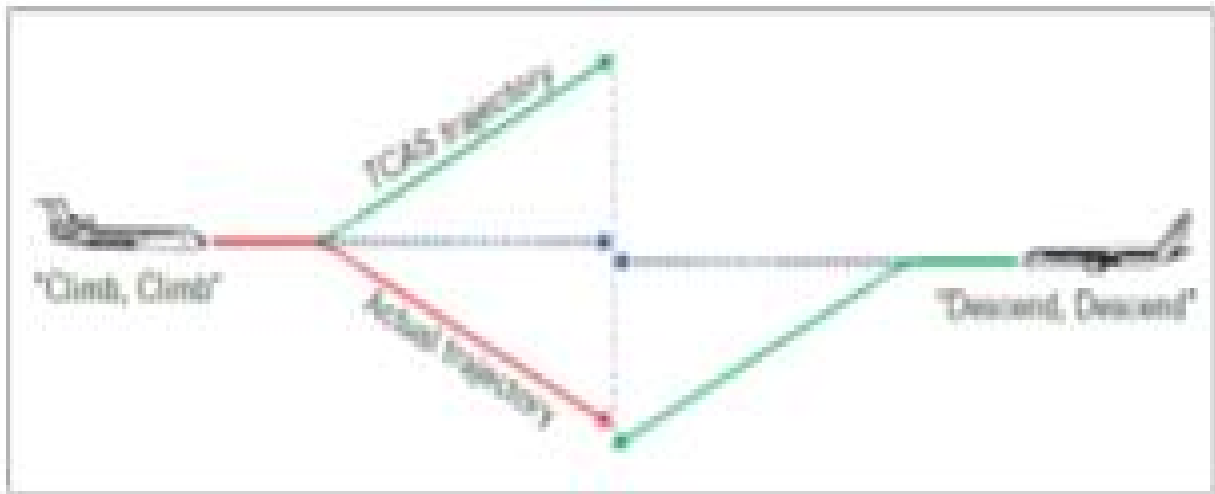


그림 2. 2002년 7월 1일 독일 상공에서 발생한 항공기간 공중충돌 발생 개략도

TCAS가 상당한 기간 동안 항공기의 공중충돌을 성공적으로 예방 하는 역할을 해왔으나, 미래 항공 운항 개념의 변화와 새로운 기술이 출현 함에 따라 개선의 여지가 생겼으며, 이를 반영 하기 위해 2009년부터 ACAS X 장비 개발을 위한 프로그램이 시작 되었다.

ACAS X는 기존 TCAS의 고도 변경 시 항공기의 신속한 수직 방향 상승 하강 속도로 인한 불필요한 경고 작동 개선, 항공 기간 분리 간격을 보다 좁혀 운영 하는 개념을 도입한 미국의 Next Gen, 유럽의 SESAR의 운항 분리 간격 요구도 충족, 일반 항공기(GA) 및 무인 항공기 등으로의 장착 확대, ADS-B 등 새로운 개념의 감시 데이터 활용 등을 목표로 개발이 되

고 있다.

TCAS가 결정 모델을 기반으로 하고 있는데 반해 ACAS X는 확률 모델(probabilistic model)을 기반으로 한다.

TCAS와 ACAS X의 근본적인 차이는 충돌 회피 로직과 감시 data 출처에 있다.

TCAS는 오로지 항공기의 TRANS FONDER를 이용한 질의 응답 방식에 의해 상대 항공기의 위 정보 등을 획득하는 반면 ACAS X는 ADS-B, 위성 통신 링크, 레이더 등 다양한 삼시 데이터를 활용을 할 수 있다.

ACAS X의 경고 발생 로직은 항공기 운항의 고려 사항 및 항행 안전과 공역에 대한 확률적 모델에 대해 최적화된 수치적 정의 표(lookup table)를 기반으로 하고 있다.

ACAS X는 개선된 경고 성능을 제공 하면서도 성능 개선 기간 및 비용 절감을 가져다 준다.

수직적 정의 표의 최신화를 통해 손쉽고 비용 효과적으로 시스템 개선이 가능 하다.

ACAS X에 대한 M&S(Modeling & simulation) 연구결과는 TCAS 대비 불필요한 RA 빈도는 30% 이상 감소, 위험비는 약 50% 개선, 3NM 항로 분리 운용이 가능한 것을 보여 주고 있다.

FAA는 2013부터 ACAS X에 대한 비행 시험을 시작 하였으며, 관련 표준은 RTCA (Radio Technical Commission for Aeronautics)에서 2014년부터 개발 하여 2018년경 마무리 할 예정 이다.

인증된 ACAS X 장비를 장착한 첫 비행은 2020년경 가능할 것으로 보인다.

소형 무인 비행기를 이용한 아마존의 프라임 에어 계획 발표 는 무인 비행기의 상업적 이용에 대한 전 세계적 관심을 불러 일으켰다.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> [https://www.faa.gov/uas/programs\\_partnerships/focus\\_area\\_pathfinder/](https://www.faa.gov/uas/programs_partnerships/focus_area_pathfinder/)

[https://www.meti.go.jp/english/press/2015/0807\\_02.html](https://www.meti.go.jp/english/press/2015/0807_02.html)

<https://www.kiast.or.kr/community/05.htm>

KOTRA, 4차 산업혁명시대, 첨단제품 개발 트렌드와 시사점, Global Market Report 17-014, 2017, pp 56-166

<https://www.icao.int/Meetings/RPAS17/Pages/Presentation.aspx>

<https://www.astm.org/COMMITTEE/F38.htm>

<https://www.iso.org/COMMITTEE/5336224.html>

<https://gutma.org/>

[https://www.sesarju.eu/u\\_space\\_blueprint](https://www.sesarju.eu/u_space_blueprint).

<https://utm.arc.nasa.gov/>

[https://gutma.org/montreal\\_2017/wp\\_content/uploads/sites/2/2017/07/UTM\\_Project\\_in\\_Japan\\_METL.pdf](https://gutma.org/montreal_2017/wp_content/uploads/sites/2/2017/07/UTM_Project_in_Japan_METL.pdf)

<http://www.jutm.org/operation.html>



미국은 공역 현대화 계획에 따른 Next GEN 결과를 기반으로, NASA 주도로 저고도 무인 비행기 교통 관리 시스템인 UTM 개발을 진행 하고 있으며, 일본은 2018년 도쿄 올림픽 기간 중에 무인 비행기를 이용 한 도심 택배 선보 이고자 무인 비행기 주파수 관리를 포함 하는 JUTM 을 본격 적으로 개발 하고 있다. 출처:

무인 비행기의 상업적 이용을 위하 여선 무인 비행기 조종사 및 운용 하는 사람 자격, 무인 비행기 기체 감 항 인증, 무인 비행기 주파수 문제, 안전 운항 인프라 확보 문제 등 많은 선결 문제가 존재 한다.

항공 우주 연구원 논문을 바탕으로 2017년 UTM 개발 구축 사업을 시작한 국내 환경을 고려 하여, 전 세계 저고도 무인 비행기 교통 관리 시스템 개발 현황을 분석 하고 향후 국내 UTM 개발 구축 사업 에서 추가적으로 고려 해야 할 사항 들 을 제시 하고자 한다.

무인 비행기는 4차 산업 혁명의 Data 생산 및 작업 수행 영역의 중요 스마트 디바이스의 하나이다.

---

<http://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/others/drone/>

[http://factor\\_tech.com/roundup/this\\_week\\_facebook\\_dismisses\\_terminator\\_ai\\_bad\\_rabbit\\_strikes\\_in\\_russia\\_and\\_robot\\_assistants\\_at\\_walmart/](http://factor_tech.com/roundup/this_week_facebook_dismisses_terminator_ai_bad_rabbit_strikes_in_russia_and_robot_assistants_at_walmart/)

각 국가는 특별 운항 허가제 도입 등 규제 개선, 비즈니스 모델 발굴을 위한 실증 사업, 공공 수요 창출 등 혁신 제품의 산업화 활성화 정책 추진을 통해 무인 비행기 산업을 활성화 시켜 세계 시장 선점을 추구하고 있다.

결론 부분 에서 언급 하겠 지만 지금 제가 쓰고 있는 제목인 자동 충돌 회피 시스템의 우리나라 무인 비행기 적용에 있어 가장 중요한 포인트는 우리 정부의 정책 이라 할 수 있겠다.

미국은 규제 밖 항목 들에 대한 기술 혁신을 위해 Pathfinder Program을 시행 중이며 전용 시험 공역 6곳을 확보 하여 관련 제도를 정비 중이다 (7 가지 분야 WG으로 구성 했다: 감항 기술 기준, C2 통신 링크, 조종 하는 사람 자격, 운용 하는 사람)

일본은 도심 택배 시스템 개발을 위하여 ' 치 바 현 ' 을 국가 전략 특구로 지정 하였으며 전용 시험 공역 (일본의 도시 후쿠시마 현 로봇 테스트 필드) 확보를 추진 중 이다.

참고로 ASTM은 소형 무인 비행기 표준화 작업에 12개국 약 200여명의 회원이 참여 중이다.

국내 에서도 무인 비행기 관련 규제 free zone 사업 추진과 무인 비행기 장치 활용을 하는 신 핵심 산업 분야 안전성 검

증 시범 사업도 수행 중에 있다.

참고로 ISO 는 무인 비행기 표준화 작업을 위해 ISO TC 20/SC 16 분과 위원회 개설 (2014년, 12. ) 하여 우리 나라를 포함 한 11개국의 국가 표준 단체가 참여 중 이다.

이 외에도 중국, 러시아, 인도, 등도 무인 비행기 산업을 국가 전략 목표 산업으로 선정 하여 집중 육성 하고 있다.

다시 언급 하면 저고도 소형 무인 비행기 교통 관리(UTM), C3 통신 링크, 충돌 회피, 설계 등 이다.

기존 항공사에 종사 하고 있는 사람 들은 민간 항공 분야에 새롭게 등장 하고 있는 무인 항공기의 잠재적 가치에 대한 이해가 부족 하고, 항공 분야에 새로이 등장한 GROOP (드론 운용 자 등) 은 기존 항공 분야 에서 중점을 해 온 비행 안전 준수 의무 등에 대한 지식이 부족 한 상태로, 소통을 통한 상호 간 이해 증진의 필요성이 제기 되어 왔다.

이에 국제 민간 항공 기구(ICAO)는 각 회원국의 항공 당국과 소형 무인 항공기 산업체와 이해 관계자 들이 모여 상호 이해 증진을 위한 소통의 기회를 마련 하였다.

참고로 '16년부터 '24년까지 유럽 연합, 유로 컨트롤, 기업 등이 1/3씩 출자 하여 진행 되는 Single European Sky ATM Research 기술 혁신 Program으로 약 16억 유로가 투입 되었

다.

2017년 9월 19일부터 23일 까지 ICAO HQ (Canada 몬트리올에 위치 하여 있다) 에서 제2회 RPAS 심포지엄 및 UTM 관련 심포지엄에서 무인 항공기의 상업적 활용을 위한 각 이해관계자 들의 의견이 교환되었다.

저고도 무인 항공기 안전 운항을 위한 ICAO의 RFI(자료 의뢰서) 요청에 전 세계에서 76개의 회신이 있었으며, 선택된 회신 들에 대한 상세 소개와 논의가 심포지엄 에서 이루어 졌다.

2017년 4월에 UTM 체계 시스템 연구 개발 사업을 최초로 시작한 국내 환경을 고려 하여, 전 세계 저고도 무인 항공기 교통 관리 시스템 개발 현황을 분석 하고 향후 국내 환경을 고려 한 UTM 체계 연구 개발 사업 에서 추가적으로 고려 할 사항을 알아 보기로 하자.

무인 항공기 구조 및 성능 안전성 인증 기술 기준은 무인 항공기 상용화를 위한 선결 과제 중 하나로, 연료를 제외 한 기체 중량 150kg 초과 무인 항공기에 대한 감 항 인증 기술 기준을 포함한 각 분야별 국제 표준 권고안은 한국을 포함한 20개국, 13개 기관이 참여 한 ICAO RPAS 패널 (7가지 분야 WG 로 구성 되어 있다.

감 항 기술 기준, C2 통신 링크, 조종사 자격, 운용, ATM, Detect & Avoid, Human in the System) 에서 표준화 작업이 진행으로 '18년 조종사 자격에 대한 표준 권고안 발생 이후 2020년까지 나머지 분야에 대한 표준 권고안이 발행 될 예정이다.

기체 중량 25kg 이하의 소형 무인 항공기를 포함한 150kg 이하 무인 항공기에 대한 인증 기술 기준은 국제 표준화 비영리 기구를 통해 산업체 합의 표준화 작업이 진행 중 이다.

고도 150m 이하 저고도에서 운항 하는 무인 항공기 교통 관리 시스템(UTM)은 무인 항공기의 본격 적인 상업적 활용을 위해 선 구축 되어야 하는 중요 인프라로 산업체를 중심으로 주요 국가 에서 구축을 위한 정부 연구 개발 사업이 진행 중 이어서 본격 적인 국제 표준화 작업은 이루어지고 있지 않다.

유럽 민간 항공 전자 장비 표준화 기구인 EUROCAE 의 기존 WG73 (Unmanned Aircraft Systems) 이 무인 항공기의 운항 안전을 위하여 '16년 9월 WG 105로 대체 됨으로써, EUROCAE의 WG 105은 국제 항공 표준 개발 기관들 중 유일 하게 공식 적으로 UTM 관련 문서를 개발 하는 유일한 활동 이다.

국제 표준화 기구 등이 UTM 관련 느리게 행보를 보이고 있는 것에 비해, 민간 부분에서는 발 빠르게 행보를 보이고 있다.

'17년 1월, 세계 15개국의 민간 단체 등의 참여로 UTM 관련 비영리 민간 협회인 Global UTM Association (GUTMA) 이 설립 되었다.

GUTMA 는 각 국가 에서 공통으로 활용 가능 한 UTM 의 핵심 공통 구성을 정의 하고 각 국가 회원의 소속 국가 에서 이를 기반으로 자국 내 UTM 개발 구축을 진행 하는 것을 목표로 하고 있다.

GUTMA 는 다음과 같이 3개의 WG을 구성 하여 활동 하고 있다.

(중국의 무인 항공기 총 이륙 중량 기준 분류는 1.5kg이하, 1.5kg이상 7kg이하, 7kg이상 25kg이하, 25kg이상 150kg이하, 식물 보호 류 무인 항공기, 농업용 등, 무인 비행선, 비 가시 비행 분류)

- 1) Overall Architecture WG: 산업체의 표준 UTM 구조를 정의하고 각 국가의 표준 UTM 구조화 작업
- 2) Data Exchange WG: 저고도 무인 항공기 관련 정보 교환을 위한 표준화 프로토콜 개발 작업

3) 등록/식별 WS: 국제 상호 운용 성 요구를 파악 하고 각 국가 정부의 요구 사항 및 관련 기술 솔루션 등 정의

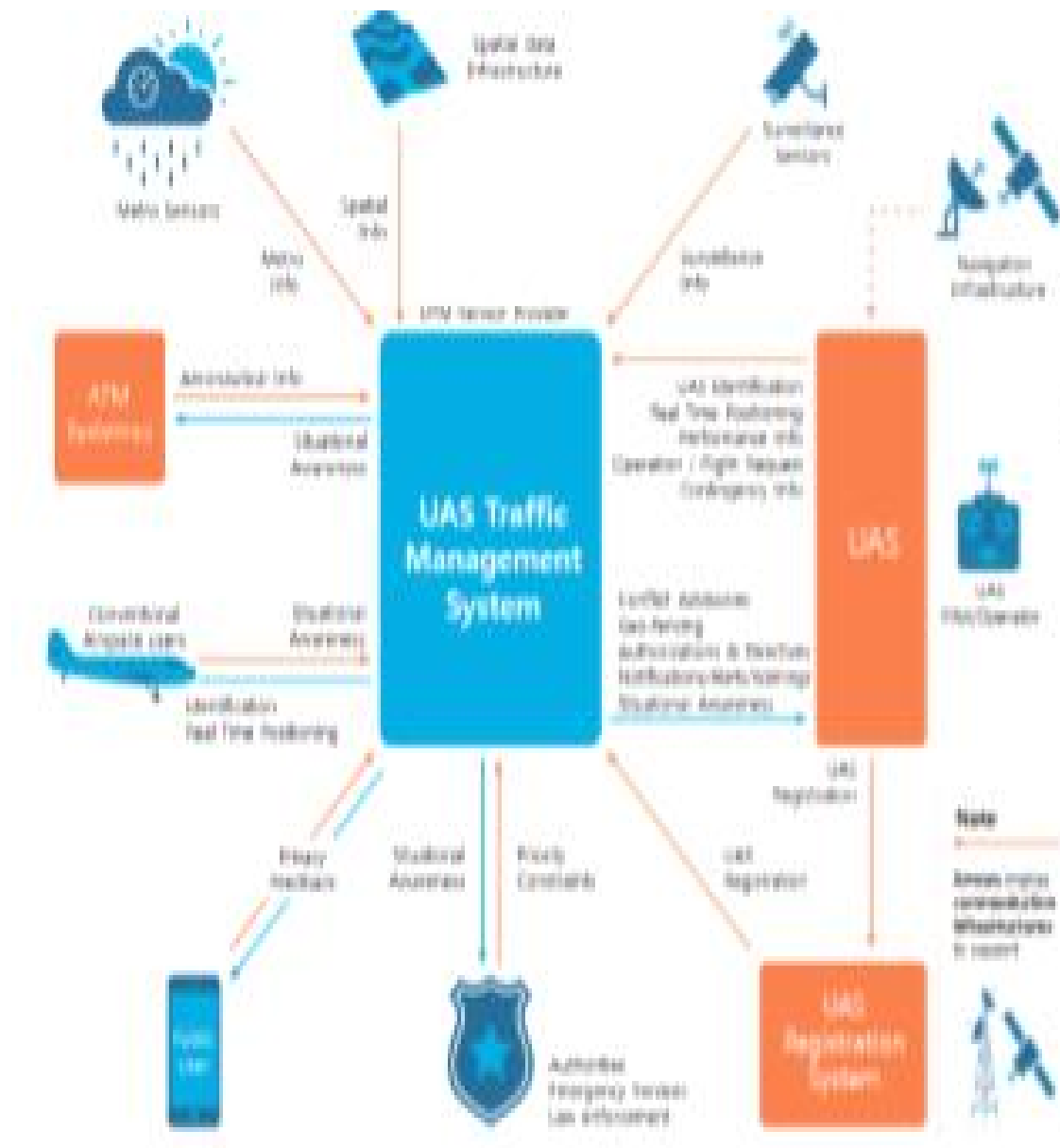


그림 1. GUTMA 정의 UTM 시스템 일반 구성

미국의 NASA는 이동 통신망을 이용 한 UTM 기술 기준을 '19년 까지 개방 예정 이며, 중국은 '15년 2/4분기부터 이동

통신망을 이용 한 U – cloud를 구축 하여 운용 중 이다.

일본은 UTM 개발 관련 컨소시엄을 구성 하여 '17년 7월부터 JUTM을 개발 중 이다.

국가 전체가 도심 환경인 싱가포르는 도심 운용 UTM을 개발 중으로 '18년 중 기술 ' 테 모 ' 를 예정 하고 있다.

유럽에서도 '17년 6월에 UTM 개발 청사진을 발표 하였으며, 유럽 모든 공역 내 무인 항공기 관제를 위한 U-space ('16년부터 '24년 까지 유럽 연합 유로 컨트롤, 기업 등이 1/3씩 출자 하여 진행 되는 Single European Sky ATM Research 기술 혁신 Program 으로 약 16억 유로가 투입) 개발이 진행 중으로 '19년에 초기 운용이 개시 될 예정 이다.

지난 25년 간 공역 내 비행 교통 내 비행 교통 효율 증진, 비행 지연 감소, 연료 소모 및 배출 가스 감소 등 의 연구를 수행 하여 온 NASA는 Ames 연구소를 중심으로 UTM 연구를 FAA 와 협력 하여 진행 중 이다.

NASA 는 COA (Certificates of Waiver or Authorization) 절차를 통하여 UTM 관련 비행 시험을 수행 하고 있다.

NASA UTM 연구에는 아마존을 비롯한 24개의 기관이 참여를 하고 있으며, 4단계의 기술 능력 수준 (TCL: Technology Capability Level) 으로 구분을 하여 기술 검증이 이루어지고



있으며, 관련 표준 기술안이 그 결과로서 '19년에 FAA에 제출이 될 예정 이다.

UTM TCL 1: 인구가 저 밀집한 지역에서의 농업, 산불 진화, 구조물 안전 점검용 무인 비행기 비행 시험('15년 8월 수행)

UTM TCL 2: 인구 밀도 희박 지역 에서의 비 가시권 비행 시험 및 관련 절차 평가('16년 10월 수행)

UTM TCL 3: 인구 중간 밀도 지역에서 유인 및 무인 비행기 통합 운영을 위한 협력적, 비 협력적 무인 비행기 추적 능력 실험('18년 11월 수행 예정)

UTM TCL 4: 인구 고 밀도 지역 에서의 뉴스 영상 촬영, 물품 배송, 우발 사태 위험 저 감안 등에 대한 비행 시험(일정 미 정)

중국과 일본, Singapore, 유럽 및 기타 국가중 우선 중국에 대하여 알아 보면, 중국은 '15년 12월에 소형 DRONE 운행규정을 제정 하여 세계 최초로 UTM 관련 내용을 규정하여 '16년 2/4분기부터 이동 통신망을 이용한 U-cloud를 구축 하여 운용 중으로 중국 항공기 소유자 및 조종사 협회

(AOPA, Aircraft Owners and Pilots Association)에서 관리 하고

있다.

제정된 운행 규정에는 U-cloud에 대한 구체적인 내용이 다음과 같이 정의 되어 있다.

U-cloud 시스템 비 접속 무인 비행기는 비행 전에 유효한 감시 방법과 관리를 당국에 신청 하여야 한다.

민간 무인 비행기 cloud 시스템 접속은 핵심 지역과 공항 에서 무인 비행기 분류 2, 5의 무인 비행기는 U-cloud 시스템 접속, 또는 지상장비(GCS)가 U-cloud 시스템에 접속 하여 최소 1회/분 보고 하고 또한 인구 밀집 지역에서 운용 하는 무인 비행기 3,4,6,7 무인 비행기는 U-cloud 시스템에 접속 하여 최소 1초에 한번 보고, 비 밀집 지역에서 운용 하는 무인 비행기는 최소 30초에 한번씩 보고 한다.

일본은 UTM 개발과 관련한 민간 JUTM 컨소시엄을 구성 하여 본격 적인 UTM 개발 계획을 수립 하고 '17년 7월부터 산업 통상 성 R&D 예산을 지원 받아 3년 계획으로 JUTM 개발을 시작 하였다.

'17년은 가시권(VLOS) 운용 능력을 확보 하고 '18년은 비 거

주 지역 및 인구 비 밀집 지역에서의 비 가시권(BVLOS) 운영 능력을 확보 하며 '20년은 인구 밀집 지역 에서의 BVLOS 운영 능력을 확보 한다.

일본 JUTM 컨소시엄에는 observer 로서 정부 부처 관계자 및 무인 비행기 특구로 지정된 지방 정부 관계자가 참여 하고 있다.

일본 JUTM의 특징은 무인 비행기 비행에 필수 항목인 주파수 관리를 포함 하고 있다는 것이다.

JUTM 이용자는 무인 비행기 운용 예정일 2일 전까지 송출 출력 정보를 포함 한 비행 계획을 JUTM을 통하여 신청 해야 하는데, 상업 무인 이동 채용 주파수로 할당된 대역의 경우 기존 해당 주파수의 무선 당국 사업자와의 조정이 필요한 상황이 발생할 수 있다.

이 경우 JUTM 내 운용 조정 WG에서 주파수 혼선 조정을 관리 하게 되는데 조정이 안 될 경우 기존 무선 당국 사업자와 JUTM 이용자 모두 해당 지역에서 해당 주파수를 해당 일정 내에 사용을 못하게 하는 조치가 취하여진다.

Figure 1: JUTM System Management Framework

- JUTM 총회
  - JUTM 운영위원회
    - JUTM대표
    - 간사
    - 총무국
    - 사무국
  - 부인이용제 영상전송시스템 공동조성WG
    - 기획담당
      - 회의운영
      - WG 활동관리
      - 영상전송시스템 관리
      - 기타 필요사항
    - 운영조성
      - 신규 시스템 운용요령
      - 장비발생시 대응
      - 운영조성WG 업무조치





운용 및 공역 관리에 적용, 이용자가 UTM 비행 계획에 이륙하는 지점과 착륙 하는 지점을 입력 하면 Air Matrix 기반의 위험 분석도 분석을 통하여 경로를 설정해 주게 된다.

'17년 9월 22일 ICAO UTM 심포지엄 에서 버전 1의 싱가포르 UTM이 소개 되어 많은 주목을 끌었다.



그림 5. 싱가포르 도심 UTM 개념도

그러면 다음엔 유럽의 국가 들에 알아 보겠다.

유럽 내 UTM 개발에 대한 계획이 '17년 6월 청사진(U-space blueprint)으로 발표 되었다.

U-space 개발을 위해 '24년까지 유럽 연합, 유로 컨트롤, 기업 등이 1/3씩 출자 하여 총 16억 유로가 투입될 예정 이며, '19년에 기본 서비스 제공 운용 개시를 목표로 본격 적인 개

발 구축이 활발 하게 진행 중이다.



그림 6. 유턴 USpace 개발 계획

그럼 앞으로는 기타 국가 UTM 개발 현황에 대해 알아 보자.

호주는 퀸즈 랜드 지역 에서 지난 5년간 무인 비행기의 상업 적 활용에 대해 보잉사와 협력 하여 오고 있으며, 비 가시권 비행(5,000FT 이상) 운항에 필요한 시스템 개발 및 운용 S/W 를 개발 하여 오고 있다.

‘17년 7월부터 250g 이상의 무인 비행기 등록 의무화를 시행 하고 있는 러시아는, 러시아 위성 항법 시스템(GLONASS)과 이동 통신망 등을 활용 한 UTM을 러시아 우주국 (ROSCOSMOS)을 중심으로 개발 하고 있으며 ‘17년 내에 개 발 UTM 실용 시험을 실시 하겠다고 발표 하였 으나 구체적

인 일정과 시스템 구성에 대해선 알려진 바가 없다.

다음은 제일 중요한 국내 현황에 대해 알아보자.

국내 UTM 개발 구축 사업 에서는 비행 계획 승인과 사용 주파수 할당 문제 연계 방안은 아직 고려되지 않고 있다.

무인 비행기 운용에 배정된 주파수 대역 중에서 동시 사용자가 상호 임무에 간섭을 받지 않을 경우 주파수(채널)를 선택 조정 하는 일은 비행 항로의 중복 방지와 유사 하게 필수적 점검 사항 이 될 것으로 보이기 때문에 비행 계획 승인과 주파수 할당 연계는 UTM 체계의 운용 실증 시험 단계 에서 면밀 하게 고려되고 시험 될 필요가 있다.

소형 무인 비행기의 경우 작은 기체의 협소한 공간, 가용 전력의 한계, 각 구성품의 크기 및 무게의 한계가 있으므로 UTM용 통신 링크(예를 들면 RFID 등) C2용 통신 링크를 개발적으로 장착 하는 것은 바람직하지 않으며, 이동 통신망을 활용한 하나의 통합 통신 링크 활용이 바람직하다.

현재의 이동 통신망은 200ms 이상의 망 지연 시간, 0.01-3.35%에 이르는 통화 끊김이 일어나는 비율로 인 하여 실시간 무인 비행기 제어용으로 사용하기에는 부적합 하다.

이러한 한계 및 제약이 있지만 기술 개발로 인하여 5G 이동 통신이 도입 되면 해결(지연 시간 1-5ms) 될 것으로 예상 되



지만, UTM 접속이 의무화 될 경우 100% 서비스 커버리지 확보 문제와 2중 또는 3중 서비스 커버리지의 필요성 검토 및 다중 커버리지 구축 방안이 모색되어야 할 것이다.

또한 현재 이동 통신망의 무인 비행기 이용은 법적으로 유효하지 않은 상황을 고려하여 전 세계 UTM 관련 이해 당사자들의 합의를 전제로 해결 방안을 모색해야 할 것으로 전망된다.

그러면 무인 비행기 Sense-and-Avoid 충돌 회피 기술 동향과 ADS-B 기반의 무인 비행기 충돌 회피 기술 동향에 대해 알아 보겠다.

최근 무인 항공기의 개발이 가속화 되고 높은 공역에서 무인 항공기를 이용 하고자 하는 요구가 늘어남에 따라 무인 항공기와 유인 항공기의 공중 충돌이 주요 문제로 부각 되고 있고, 이에 따른 무인 항공기의 충돌 회피 기술 개발에 대한 요구도 함께 증가 하고 있다.<sup>3</sup>

상용 유인 항공기는 충돌 방지를 위해 관제 및 TCAS에 의한 지시에 따르고 최종적인 충돌 회피는 조종사의 See-and-

---

<sup>3</sup> 무인항공기 Sense-and-Avoid 충돌회피 기술 동향(한국 항공 우주 연구원 최현진)

Avoid에 따라 수행 하게 된다.

조종사가 충돌 회피를 수행 할 때에는 FAA의 14 CFR 91.113 Right-of-Way Rules에 정해진 Rule에 따라 움직임을 결정 한다.

하지만 무인 항공기는 조종사가 탑승 하지 않기 때문에 유인 항공기와 동등한 충돌 회피 능력을 확보하기 위하여는 주변을 탐지 하고 회피 하는 충돌 회피 기능이 있어야 한다.

이와 관련 하여 미국을 비롯한 많은 국가 에서 무인 항공기의 Sense-and-Avoid 혹은 Detect-and-Avoid를 주요 이슈로 분류 하여 연구 및 개발을 수행 하여 왔다.

무인 항공기의 Sense-and-Avoid를 위한 장비로는 크게 TCAS,

ADS-B와 같이 Transponder를 이용 하여 상대 항공기와의 통신으로 데이터를 주고 받는 협업 센서와 Radar, 영상 센서와 같이 측정으로 정보를 얻는 비 협업 센서로 나뉘고, 측정 원리에 따라 Radar와 같이 외부로 에너지를 방출 하는 타입의 Active 센서, 영상 센서와 같이 에너지를 방출 하지 않는 패시브 센서로 나뉜다.

TCAS는 유인 항공기 조종사에게 충돌 위험 상황에 대한 TA(Traffic Advisory)와 상승 또는 하강의 RA(Resolution Advisory)를 주는 역할을 하기때문에 무인 항공기에 적용 되기 위해서는 적합한 방식의 개조가 필요 하다.

최근에는 TCAS 대신 Transponder를 통하여 상대 항공기의 위치, 고도, 속도의 정보를 주고 받을 수 있는 ADS-B가 차세대 항행 감시 수단으로 조명 되고 있다.

현재 미국, 유럽, 호주 등의 국가 에서는 민간 항공기의 ADS-B 장착 의무화를 추진 중에 있고, 소형 ADS-B Transponder의 개발이 진행됨에 따라 무인 항공기에 ADS-B를 장착 하고자 연구가 국내외로 수행 되고 있다.

Radar 의 경우 기상 변화에 크게 영향을 받지 않으면서 주변 지역을 빠르게 탐색 할 수 있는 장점이 있으나 시스템의 크기가 크기 때문에 적용 되는 무인 비행기 규모에 제약이 따른다.

영상 센서는 크기와 비용 적인 측면 에서 다른 센서 들에 비해 장점을 가지고 있고 영상으로부터 다양한 정보를 얻을 수 있기 때문에 영상 센서를 이용한 인식 및 충돌 회피 방법에

대한 연구가 꾸준히 수행 되고 있다.

최근에는 센서 자체의 성능 향상 및 딥 러닝에 의한 인식 정확도 개선 등의 괄목한 발전에 힘입어 무인 항공기의 Sense-and-Avoid를 위한 센서로 크게 주목 받고 있고, 소형 drone 비행기에 영상 인식을 기술에 접목 하고 실용화 하여 숲 속의 복잡 한 공간을 충돌 없이 비행 하는 연구가 발표 되기도 하였다.

충돌 회피 기술은 다양한 분야 에서 활발하게 연구 되고 있고, 위와 같은 각종 탐지 장비와 연결 하여 무인 항공기의 Sense-and-Avoid를 구현 하려는 연구도 활발하게 수행 되고 있다.

하지만 민간 공역 비행을 위해 무인 항공기가 유인 항공기와 동등한 수준의 탐지 및 회피 능력을 보유 해야 하는 점은 여전히 주요 이슈로 남아 있고, 이에 대한 명확한 기준 수립이 필요한 실정 이다.

이와 관련 하여 국제 민간 항공 기구 (ICAO, International Civil Aviation Organization) 는 무인 항공기의 유인 항공기 공역 진입을 위한 논의를 지속적으로 진행 하여 왔고, 현재 Detect-and-Avoid의 MOPS(Minimum Operational Performance Standards) 에 대한 리뷰를 활발히 수행 중에

있다.

크기가 작은 소형 무인 항공기의 상용화도 급속 하게 진행됨에 따라 미국 정부 기관인 교통부와 연방 항공청은 2015년부터 구글, 아마존, DJI, 인텔 등의 회사를 포함 한 총 26개 기관과 함께 TF를 조직 하여 소형 무인 항공기 규정을 제정하여 2015년 6월 발표 하였다.

발표된 규정 에는 소형 상용화 drone 의 충돌 방지를 위한 ATC 허가, 조종사의 책임, 경로 양보, 충돌 회피 기능 탑재 가능성 등의 규정도 포함 되어 있어 무인 항공기의 충돌 회피 기능의 중요성이 부각 되고 있다.

따라서 국내 에서도 이러한 국제 적인 움직임에 맞추어 무인 항공기 충돌 회피 관련 규정을 정비 하고, 규정에 따른 발 빠른 기술 대응이 요구 되고 있다.

무인 비행기가 다양한 분야 에서 활용 되고 기술 발전이 기대 되면서 민간 항공 분야 에서 유인 항공기가 비행 하는 국가 공역에 진입이 국제적으로 논의 되고 있으며 충돌 감지 및 회피 기술이 중요한 현안으로 제기 되고 있다.

무인 항공기가 충돌 감지 수단으로 다양한 센서가 활용 되고 있으며 차세대 항행 감시 수단인 ADS-B 가 소형 경량, 저비용으로 다양 한 비행 정보를 보다 정확 하고 빠르게 제공 할

수 있어서 무인 항공기 사용에 적합 한 것으로 인식되고 있다.

앞으로 기술한 내용은 항공 분야에서의 충돌 감지 및 회피 기술, ADS-B 기술, 그리고 이를 무인 항공기에 적용한 사례를 통하여 최근의 ADS-B 기반의 무인 항공기 충돌 회피 및 기술 동향을 기술 하겠다.

그림1은 충돌 회피 기술 분류 이다.

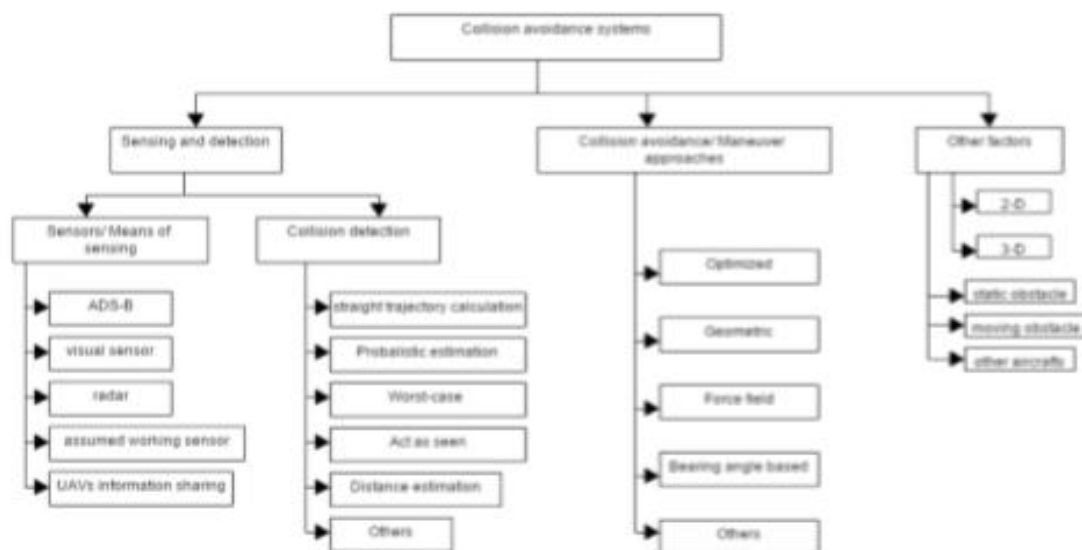


그림 1. 충돌회피기술 분류

오늘날 무인 항공기가 다양한 분야에서 활용 되면서 유인 항공기의 임무를 대체 할 수 있을 정도로 기술 발전이 기대 되고 있으며 민간 항공 분야 에서 유인 항공 비행기가 국가 공역에 진입하기 위한 기술적 논의가 국제 민간 항공 기구 (ICAO)를 중심으로 진행 중에 있다.

유인 및 무인 항공기가 국가 공역 에서 통합 운영 되기 위해서는 여러 가지 해결 해야 하는 것 들 중에 가장 핵심적인 기능인 충돌 감지 및 회피 기술이 중요한 현안으로 제기 되고 있다.

그림1 에서 보는 바와 같이 충돌 감지 및 회피는 항공기 주변 상황을 인지 하여 추출된 장애물에 대한 정보로부터 충돌을 피하는 방법과 이를 구현 하는 방법이 주요 현안 이며 그 밖에 고려 해야 할 공간이 2차원 또는 3차원 인지 회피 해야 할 대상이 정적 인지 동적 인지 또는 항공기 인지에 따라 충돌 감지 수단이 달라질 수 있다.

주요 감지 센서 로는 레이다, 시각 센서, ADS-B(Automatic Surveillance System Broadcast)를 들 수 있다.

레이다는 넓고 먼 지역을 빠르게 탐지 할 수 있으며 기상 영향의 영향을 덜 받으나 시스템이 커서 무인 항공기에 장착하기가 용이 하지 않다.

시각 센서는 경량 소형으로 장착이 가능 하고 이미지 처리를 통한 다양한 연구가 가능 하나 이미지로부터 위치, 거리 정보를 얻기가 용이 하지 않고 이미지 질에 따라 성능에 많은 영향을 받는다.

ADS-B 는 협업 기반 기술로서 GPS를 통해 얻은 위치, 고도,

속도 등의 정보를 주기적으로 전송 함으로써, 항공기와 지상 관제소가 항공기 비행 정보를 공유 할 수 있도록 하며 기존의 레이다 기반의 항행 감시 보다 비행 정보의 갱신율이 빠르며 설치가 용이 하고 낮은 가격 보다 경제적 이다 할 수 있겠다.

협업 센서 로서 ADS-B 를 장착 하지 않은 항공기를 인식 할 수 없는 단점이 있으나 기존의 레이다 정보를 활용 함으로써 보완할 수 있으며 세계 각 국에서 자국의 공역 안에 들어 오는 항공기 들은 장착을 의무화 하고 있다.

ADS-B 는 민간 항공기 의 항공 감시 수단으로서 이용 되고 각 국 에서 인프라를 구축 하고 있어서 충돌 감지 주요 수단 으로 자리를 잡고 있으며 소형 경량화를 통해 소형 무인 항공기 에도 장착이 가능 해지고 있다.

여기에서는 무인기의 민간 항공기 공역 비행을 위한 관련된 법과 제도와 기술에 대한 연구가 각국 에서 진행 중인 시점에서 무인 항공기 기술 현안인 충돌 회피 기술에 있어서 차세대 핵심 항해 기술인 개발 동향을 조사함으로써 국내 연구 개발의 방향을 알아 보겠다.

충돌 감지 및 회피는 무인 항공기가 비분리 공역 에서 비행 하고자 할 때 항공 안전을 위해서 확보해야 할 기술 이다.



표 2. 충돌감지시스템의 비교

Technology	Non-Coop	Airborne	Active	In IMC	Discern Range	Range (NM)	SUAS Capable
Human Visual	Yes	No	No	No	No	< 2	Yes
HD Live Video [17]	Yes	Yes	No	No	No	< 1	Yes
Electro-Optical [18]	Yes	Yes	No	No	No	< 4	No
IR Search & Track [19]	Yes	Yes	No	No	Yes	> 20	No
Passive IR	Yes	Yes	No	No	No	< 4	Yes
Laser [20]	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	< 2	No
GB Radar [21]	Yes	No	Yes	Yes	Yes	> 20	Yes
AB Radar [22]	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	> 20	No
TCAS/ACAS	No	Yes	Yes	Yes	Yes	> 20	No
ADS-B [23]	No	Yes	Yes	Yes	Yes	> 20	Yes [24]
ADS-B Radar[25]	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	< 1	Yes

공역 비행은 감 항 항공기 인증 당국으로부터 특별 감 항 허가를 받고서 비행을 할 수 있지만 항공 안전 자격 여부를 검토를 하는데 상당한 시간이 걸리고 무인 항공기도 유인 항공기 수준의 안전성(ELOS: equivalent level of safety) 을 만족을 하여야 한다.

하지만 아직 이에 대한 규정과 연구가 명확 하지 않다.

유럽의 EUROCAE WG 73 에서 무인 항공기에 대한 안전성에 대한 논의가 다루어진 바에 의하면 기본 적으로 무인 항공기 운용은 다른 항공기를 운용 하는 사람들 에게 위험을 증대 시켜서는 안 되며 무인 항공기 항공 교통 관리 절차는 유인 항공기와 동일해야 하고 무인 항공기에 대한 항공 교통 서비스는 지상 관제사들에게 바로 전달이 되어야 함을 원칙으로 하고 있다.

또한 14 CFR 91.113에 정의 된 Right of Way Rules 는 곧 see and avoid 기능을 발생 하고 있으며 충돌 위험이 발생 할 시 항공기는 우측 회피 기능을 원칙적으로 가동 함으로써 아래의 표1과 같이 규정에 따라 좌우 방향과 상하 방향으로 최소 감지 능력을 각각 요구 하고 있다.

표 1. 충돌감지 요건

문서	Azimuth	Elevation
FAA P-8740-51	± 60 deg	± 10 deg
ICAO International Standards Section 3.2	± 110 deg	± 60 deg
FAA AC 25.773-1	± 120 deg	-25~37deg

또한 FAA 에서 채택 하고 있는 유인기 충돌 감지 및 회피 단계는 크게 분리 하여 자체 분리 ( SELF Separation )와 충돌 회피(Collision Avoidance) 단계로 나누고 있으며 아래에 있는 그림2 와 같이 비행 거리에 따라 항공기 운용 정차에 따른 자체 분리가 이루어지는 단계, 지상 관제소의 관제를 받는 단계, 항공 기간 충돌 가능성을 감지하고 회피하는 단계로 이루어진다.

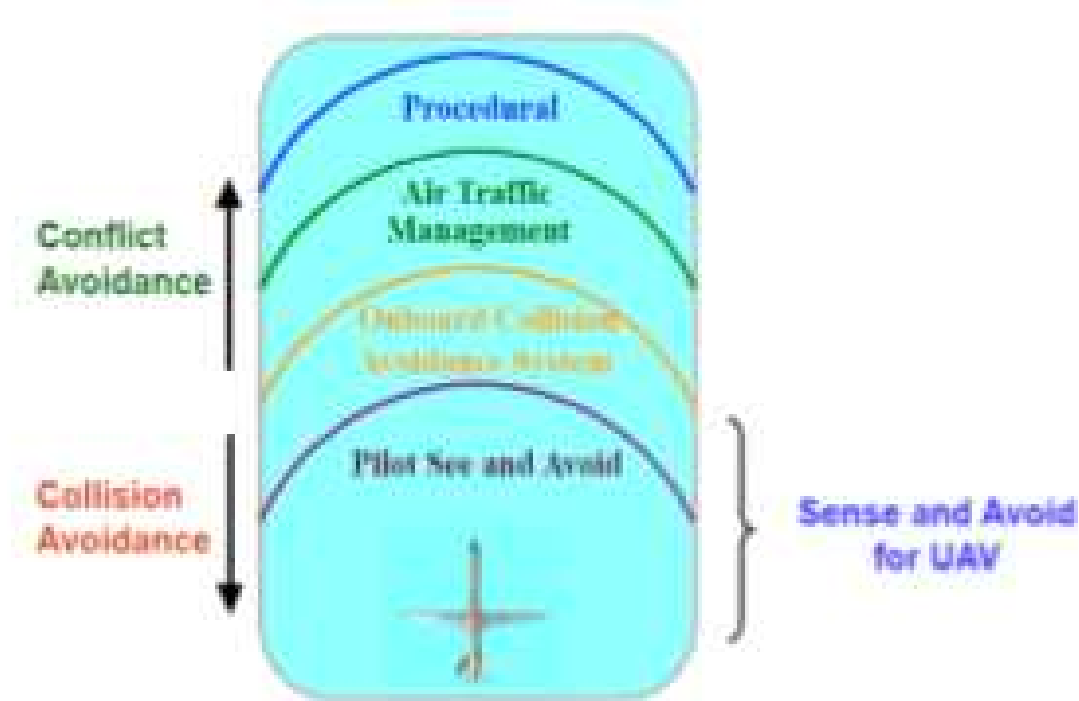


그림 2. 충돌감지 및 회피단계

TCAS 기준에 따르면 아래에 있는 그림3과 같이 충돌로 인식하고 회피 기능을 하게 되는 영역을 고도 1,000ft, 반경 500ft 원통 체적으로 규정 하고 있다.

유인 항공기 충돌 감지 및 회피는 조종사의 육안 확인에 의해 이루어지며 무인 항공기의 경우 이를 대신 할 수 있는 충돌 감지 수단이 요구 된다.

위에 있는 표2와 같이 충돌 감지 수단 들이 사용 되고 있으며 충돌 위험 감지 거리, 기상 조건, 장착성을 고려 할 때 무인 항공기의 충돌 감지 시스템으로는 정확도와 신호도 도달 거리 에서 탁월 하며 소형, 경량화가 가능 한 ADS-B 가 효율

성이 가장 높다.

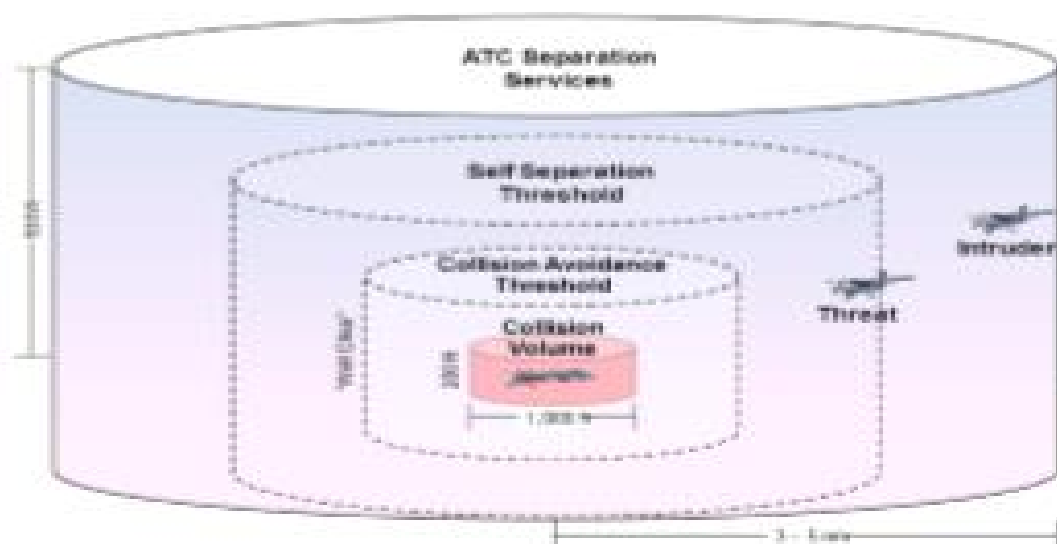


그림 3. 충돌감지 및 회피 영역

무인 항공기 충돌 감지 및 회피 기술의 요구 조건으로는 최소한의 안전 기준 및 수준 적합성을 만족해야 하고 현재의 인프라와 호완성이 있어야 하며 무인 항공기 고유의 운용 개념과 비행 특성을 만족해야 한다.

그러면 국제 기술 표준 동향에 대해 알아보자.

오늘날 무인 항공기 기술의 발전은 무인 항공기 운용 관련 제도와 규정의 제정에 비해 앞서 이루어 지고 있다.

무인 항공기의 유인 항공기 공역 진입을 앞두고 무인 항공기가 제도적으로 허용되기 위해서는 기술 표준 제정과 이에 맞는 기술 발전이 이루어져야 한다.

국제 기술 표준으로는 무인 항공기 운항 안전을 위한 충돌 감지 회피 절차 및 성능 요건에 대한 표준화를 목표로 국제 민간 항공 기구 (ICAO)의 차세대 항공 시스템 구축 사업 (Aviation System Block Upgrades) 으로 유인 및 무인 항공기의 공역내 통합 운영을 위하여 2020년 까지 분리 공역에서 운용, 2024-2028 년 비분리 공역 에서 점진적으로 운용 및 2028년 이후 완전 통합 운용을 고려한 단계적인 표준화를 계획 하고 있다.

ICAO ASBU 는 무인 항공기의 공역 통합을 Block 0 (2013), Block 1(2018), Block 2(2023), Block 3(2028 및 이후) 4개의 단계로 설정 하고 각각 충돌 감지 및 회피 기술의 성능 요건 수립, 충돌 감지 및 회피 기술의 인증, 인증 된 충돌 감지 및 회피 알고리즘 구현을 계획 하고 있으며

미국 FAA는 2012년 2월 미국에서 발효된 FAA Modernization and Reform Act of 2012 에 따라 2013년 11월 민간 무인 항공기 공역 통합이 제도의 성숙 및 기술 발전에 따라 점진적으로 이루어져야 하는 것으로 보고 아래와 같이 3단계의 통합 시나리오를 제시 하고 이 가운데 필수 및 핵심 기술로서 무인 항공기 감지 및 회피 기술을 분류하였다.

Accommodation (2013-2018) – Integration (2018-2023) – Evolution (2023~)

유럽 ERSO (European RPAS Steering Group) 는 2013년 6월 민간 무인 항공기 공역 통합 로드맵을 발표 하고 민간 무인 항공기의 공역 통합은 무인 항공기 감지 및 회피 기술을 포함 한 모든 기술 들이 성숙 되고 표준화 된 상태가 아니기 때문 이며 점진적 이고 진화적인 방법으로 이루어 져야 될 수 있으며 2018년 - 2023년 -2028년을 각각 제도적 개선이 이루어 지는 주요 일정으로 제시 하고 있다.

또한, RTCA WG1 에서는 2003년 12월 무인 항공기 탐지 및 회피 기술 표준 문서 제정을 위한 활동을 시작 하여 2013년 12월 기본 요구 성능을 정의 하고 2015년 7월까지 시험 평가를 위한 최소 요구 성능 초안을 제시 한 후 2016년 7월 완성 하는 것으로 기술 표준 문서 SC-228 제정을 위하여 진행 중에 있다.

그러면 ADS-B 시스템에 대해 좀 더 자세하게 알아 보자.

ADS-B 는 국제 민간 항공 기구를 중심으로 기존의 음성 통신과 레이더 감시로는 미래 항공 교통 이동 인구 증가를 감당하기 어려울 것으로 예상 되어 데이터 통신과 위성 항법을 기반으로 보다 효율 적으로 항공 감시를 수행하기 위한 대체 방안으로 시작되었다.

아래에 있는 그림4는 ADS-B 시스템 구성도를 보여 주고 있

다.

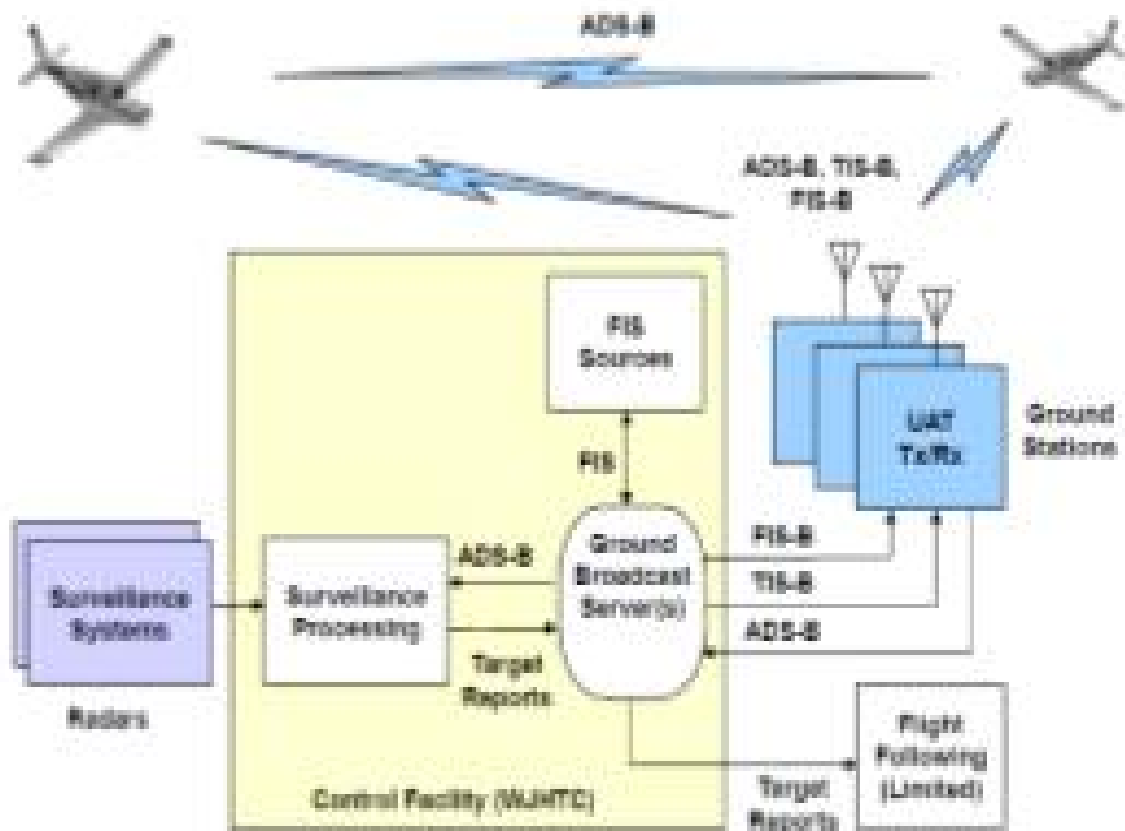


그림 4. ADS-B 시스템 구성도

그림4와 같이 항공기끼리 직접 항공기 식별 번호와 위치를 방송 함으로써 항행 감시 효율성을 높이고 지상 관제소로부터 항공 교통 정보(TIS-B)와 항공 비행 정보(FIS-B)를 수신 함으로써 레이더 감시에 의존 하는 항공기에 대한 정보도 공유 할 수 있다.

데이터 링크 방식에 따라 1090ES와 UAT와 VDL, Mode 4가

있으며 국제 민간 항공 기구에서는 기존에 사용 중인 1090Mhz 의 Trans fonder를 장착 및 확장 시킨 1090ES 방식을 전 세계적으로 채택 하고 지역적으로 UAT와 Mode 4 가 운용이 되고 있다.

그러면 국내외 기술 동향에 대해 알아 보자.

2020년 이후 항공 교통량이 대폭 증가 하는 것으로 예측 됨에 따라 국제 민간 항공 기구에서는 2025 년을 목표로 현행 시설을 다른 정책과 마찬가지로 디지털 데이터 링크와 위성 항법 기반의 기술을 접목 시켜 차세대 항행 시스템을 구축 하고 있는 중이다.

또한 미국은 2013년 까지 미국 전역에 ADS-B 지상국을 이미 구축 하고 2020년 1월까지 미국 모든 영공 내에 모든 비행기에 대하여 ADS-B 시스템의 사용을 의무화 하고 있다.

그에 반하여 유럽은 최대 이륙 중량 5,700kg 또는 최대 순항 속도 250kts 이상 항공기의 경우 신규 제작된 항공기는 2015년 1월, 기존 항공기는 2015년 12월까지 의무적으로 핵심 기술인 Mode-S trans fonder 와 함께 ADS-B를 탑재 할 것을 정부가 요구 하고 있다.

호주는 이미 2009년부터 33개의 ADS-B 기지국을 설치 하고 호주 전 지역에 ADS-B 서비스를 시행 하고 있으며 2013년



12월부터 고도 29,000ft 이상의 자국 상공을 비행 하는 항공기는 ADS-B 를 장착 할 것으로 정부가 요구 하고 있다.

또한 우리 나라도 1998년 항공 감시로서 인천 항공 교통 센터에 ADS-B 시스템을 도입 하여 시험 운용을 시작 하고 있고 2007년 수립 된 차세대 항행 안전 시설 구축 기본 계획에 따라 2014년 개발 된 1090ES ADS-B 기준 국 시스템을 김포 공항에 설치 하고 시범 적으로 운용을 하고 있는 중이다.

그러면 ADS-B 기반 무인 항공기 충돌 회피 기술 연구 사례에 대해 알아 보겠다.

요즘 에는 ADS-B를 이용 한 무인 항공기 충돌 회피 기술 연구에 대한 관심이 증가 하는 추세를 보이고 있으며 국제적으로 민간 항공기에 ADS-B 장착 의무화와 소형 및 경량의 ADS-B transponder 가 개발 됨으로 무인 항공기에 적용 한 사례가 많이 나오고 있으며 획기적으로 발전 하고 있는 추세다.

그러면 충돌 감지 및 회피 기법에 대해 좀 더 알아 보자.

충돌 감지 및 회피 기법 연구는 학계 및 산학 연구 기관을

중심으로 연구가 진행 되고 있으며 수학 적 모델을 이용 한 시뮬레이션 해석 결과 들이 제시 되고 있다.

무인 항공기가 장애물 정보로부터 충돌 가능성을 감지하기 위한 충돌 감지 기법으로 침입 기기 궤적, 항공 기간 거리, 최악의 경우이 수, 확률 기법 등이 사용 되고 있다.

궤적과 거리 추정은 충돌 회피 시 가장 일반적으로 사용이 되는 방법으로 항공기 와 장애물 간 거리를 문턱의 값 (Threshold) 과 비교 하여 최악의 경우 추정은 항공기 와 침입 기간 모든 경우의 궤적을 검토 하여 충돌 가능성이 높은 경우를 식별 하며 확률 추정은 항공기와 침입 기기 모델을 세우고 위치, 속도, 헤딩, 고도 변화를 미지 변수로서 Monte-Carlo 로 시뮬레이션을 통한 충돌 발생 가능성을 계산함으로 식별한다.

감지 센서와 감지 기술을 통해 획득 한 침입 기기 정보를 통하여 충돌이 발생 하지 않도록 회피 기동을 만들어 내는 방법으로는 기하학적 접근, 최적화 궤적, 베어링 각, 역장(force field) 등이 사용 되고 있다.

기하학적 방법은 항공기와 침입 기간 궤적 모사를 통하여 위치, 속도, 헤딩 정보를 이용 하여 두 항공기간 최단 거리가

증대 하는 방향으로 회피 기동을 하도록 하며 ADS-B 를 이용 하는 경우에 적합 하다.

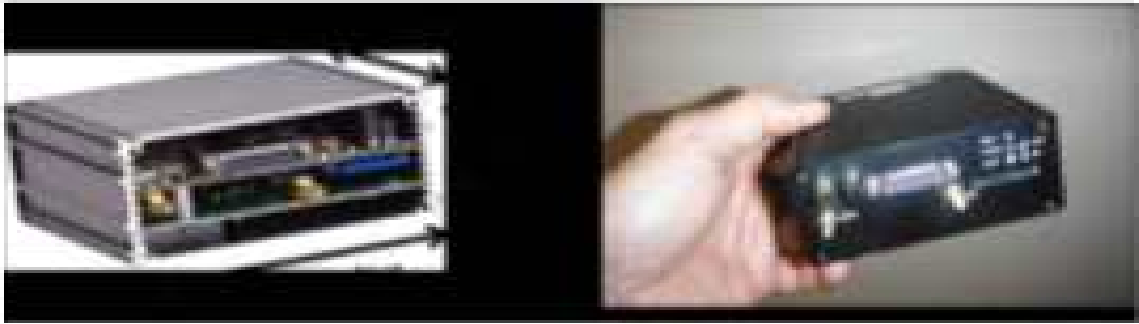
최적화 궤적 방법은 계산된 궤적 가운데 장애물은 피하 면서 목표 궤적에 근접 된 최적화된 궤적을 찾아 가도록 한다.

베어링 각 방법은 시각 센서를 사용 한 예로서 항공기 와 장애물 간 이미지가 시각 센서의 시야 에서 유지 되도록 기동 하는 방법 이다.

역장 방법은 최적화 궤적과 유사 한 방법으로 충돌을 회피 하는 목표 궤적의 척도를 potential 로 정의 하고 이를 식별 한다.



(a) Tiger Shark 무인기



(b) AWSAS 탐제시스템



(c) 충돌감지 및 회피 비행시험  
그림 5. AWSAS UAV 비행시험

AWSAS UAV 비행 시험에 대하여 알아 보자.

AWSAS(All Weather Sense and Avoid System) 는 무인 항공  
기

용으로 설계된 충돌 감지 회피용 UAT ADS-B 시스템 이다.

무인 항공기는 Tiger Shark 3가 사용되었고 2013년 4월 미국

Arizona Yuma 시험장에서 미국 R3 Engineering 사에 의해 비행 시험이 이루어지고 있다.

Tiger Shark 은 장시간 광역 원격 감시용 무인 항공기로서 최대 이륙 중량 200kg, 비행 시간 8-10hr, 임무 장비 30kg, 작전 반경 50-75km 이다.

AWSAS 는 무인 항공기의 비행 궤적을 추적 하고 공중 충돌 가능성을 분석 하여 충돌 위험의 우선순위를 선정 하여 무인 항공기 조종사에게 회피 조종을 하게 하거나 탑재된 자동 조종 컴퓨터에 직접 자동 회피 기술인 기동을 하도록 하였다.

비행 시험을 통해 AWSAS 가 Tiger Shark 무인 항공기의 비행 성능을 저해 하지 않으면서 충돌 회피 기능을 성공적으로 수행함을 확인하였다.

위에 있는 그림 5 c 는 두 항공기의 교차 시험에서 충돌을 회피하기 위하여 선회 비행을 수행 한 결과를 보여주고 있다.

다음은 TR 세기 테크닉 XPS-TR UAV 비행 시험에 대해 기술

하도록 하자.

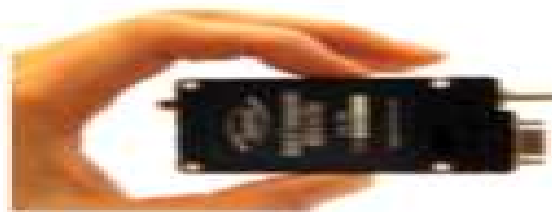
아래에 있는 그림 6 b 의 XPS-TR 세기 테크닉 사에 의해 개발

된 ADS-B Out transponder로서 1초에 2번씩 비행 하는 위치를 전송 하며 지상 관제소의 레이더로부터 호출에 반응하여 항공기의 고유 번호와 고도 정보를 전송하고 무게

100g 의 소형 경량으로 소형 무인 항공기에 장착이 용이 할 것으로 추정 되고 있다.



(a) Arcturus T-20



(b) XPS-TR ADS-B Out 트랜스폰더

그림 6. XPS-TR UAV 비행시험

비행 시험은 2012년 11월 미국 California 소재 MacMillan 비행 시험장 에서 항공기 Cirrus SR-22 와 최대 이륙 중량

80kg, 주익 길이 8m 의 고정익 무인 항공기의 Arcturus T-20 에 각각 세기 테크닉 회사의 XPS-TR ADS-B Out transponder 를 장착 하고 서로 간의 비행 궤적을 추적하였다.

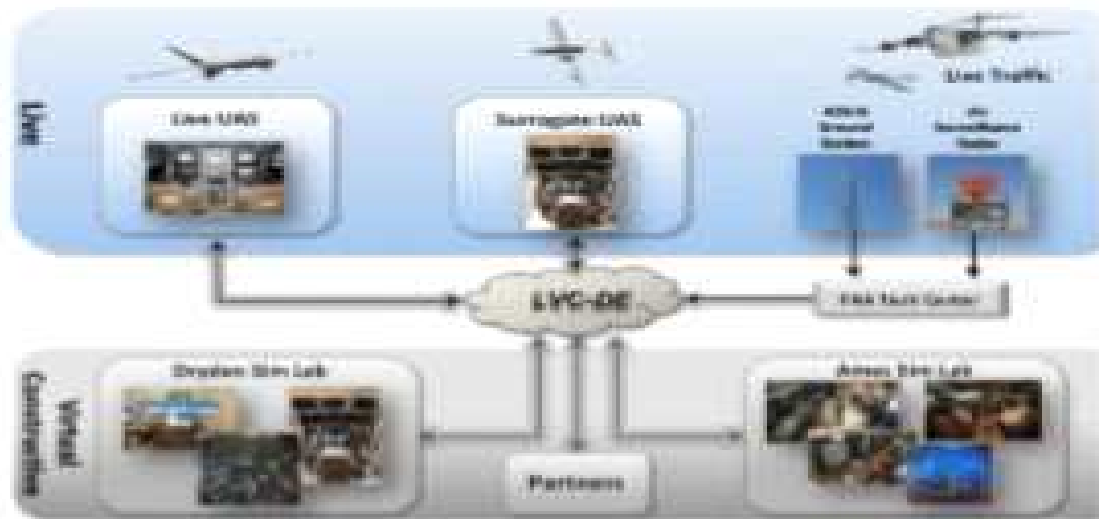
기본적인 ADS-B Out transponder의 운용성능을 확인하였다.

다음은 기술 및 자금 투자를 선도하고 있는 NASA ADS-B UAV 비행 시험에 대해 기술 하겠다.

NASA Dryden Flight Research Center 에서는 2012년 3월 ADS-B In 및 Out 을 장착 한 MQ-9급의 이커 하나이 공군의 무인 항공기 비행 시험을 통하여 ADS-B Out 장비에 대한 FAA 인증 성능 적합도 평가를 시험 하고 무인 항공기 국가 공역 진입에 대한 연구와 관련 된 Next Gen 프로그램으로서 LVC-DE(Live Virtual Constructive Distributed Environment) 지원을 위한 항공 안전 시험도와 조종사의 비행 상황 인식 능력 향상을 위한 효과 시험을 각각 수행 하였다.



(a) Ikhana 무인기 및 XPS-TR ADS-B



(b) LVC-DE 시스템

그림 7. NASA ADS-B UAV 비행시험

LVC-DE 는 감시 레이더와 ADS-B 에 의한 항공기 감시 정보에 대한 차세대 공역 통합 개념과 기술과 절차를 효과적으로 안전 하게 시험 평가를 할 수 있도록 항공 교통 Simulation 환경을 제공 하며 이키 하나이 회사의 무인 항공



기 비행 시험과 연동 되어 운용 되었다.

ADS-B 장비 로는 위에 있는 그림7 의 Sage tech 의 ADS-B Out trans pponder 를 이용 하고 NASA 에서 개발 한 충돌 감지 및 회피 알고리즘을 적용 하여 비행 시험을 수행 하였다.

그러면 MIDCAS ADS-B 및 레이더 UAV 비행 시험에 대하여 알아 보자.

유럽 여러 나라 국가는 무인 항공기 충돌 감지 및 회피 연구 프로젝트인 MIDCAS (Mid Air Collision Avoidance System) 를 통하여 2014년 12월 이탈리아 의 Grazzanise 공군 기지 에서 아래에 있는 그림8 의 Sky-Y 무인 항공기에 협업 및 비 협업 센서 로서 ADS-B, 사각 센서, 레이더를 각각 장착 하고 충돌 감지에 따른 자동 회피 비행 시험을 수행 하였다.

다양한 비행 시나리오를 통하여 통합 센서를 통한 무인 항공기의 자체 분리와 회피 기능을 확인 하였다.



그림 8. MIDCAS ADS-B UAV 비행시험

다음 에는 KARI ADS-B UAV 비행 시험에 대하여 알아 보겠다.

정부 산하 기관인 항공 우주 연구원 에서는 2012년부터 교통

항공 센터에 1090ES 및 UAT ADS-B In 및 Out 장비를 구축하고 ADS-B Out 을 탑재한 항공기에 대한 모니터링 과 ADS-B 시뮬레이션 시험을 수행 하고 있다.

2015년 9월 아래에 있는 그림9 의 무게 147g 의 Sage tech XPG-TR 을 탑재한 DJI I NSPIRE 1 비행 시험을 통하여 ADS-B 통한 무인 항공기 위치 추적을 시험하였다.



그림 9. KARI ADS-B UAV 비행시험

무인 항공기 충돌 감지 및 회피 능력은 무인 항공기가 국가

공역을 진입하기 위해서는 해결해야 할 기술 과제 중 하나이다.

ADS-B 가 세계적으로 차세대 항행 감기 수단으로서 민간 항공기에 2022년 까지 의무적으로 장착 될 예정으로 미국과 유럽의 무인 항공기 국가 공역 진입 로드맵에서도 충돌 감지의 주요 수단으로 여기고 있다.

이러한 연구 배경으로 ADS-B를 이용 한 무인 항공기의 충돌 회피에 대한 최근 기술 개발 동향을 조사하였다.

현재 ADS-B 기반의 무인 항공기 충돌 감지 기술은 알고리즘 개발은 학계를 중심으로 진행되고 있고 ADS-B In 및 Out 을 이용하여 비행 시험은 산업체와 연구 기관을 통하여 기술 검증을 하는 기술 개발의 시작 단계라 할 수 있다.

실제 운용 단계 에서는 ADS-B 만 사용되기 보다는 시각 센서, 레이더 등과 통합 운용이 이루어 질 것으로 예상 된다.

GPS jamming 과 같이 무선 전파를 사용 하는 ADS-B 에 대한 jamming과 기만 같은 신호 간섭 에 대한 염려도 제기 되고 있으며 ADS-B 데이터 프로토콜에 대한 검토 개선이 언급 되고 있어서 본격적으로 사용하기 까지는 일정 기간이 소요 될 것으로 보여 지지만 이와는 반대로 획기적으로 핵심 적인 기술이 빠르게 개발 되어 조만간 현실화 될 수도 있을 수도

있으리라 판단된다.

## 5. 결 론

지금까지 살펴본 바와 같이 자율 주행차를 기초로 한 자율 무인 항공기 시장은 여러 나라의 치열한 각축장이 되고 있으며 미래의 경제 동력으로 기대가 되고 있다.

우리나라도 2020년까지 자율 주행차의 3단계 상용화, 2030년까지 자율 주행차의 완전 상용화를 목표로 하고 있으며 이를 토대로 무인 항공기의 도약적인 발전을 기대하고 있다.

하지만 선진국인 미국에서 올해도 자율 주행차가 어둠 속에서 보행자를 치어 숨지게 하거나 중앙 분리대를 들이 받아 운전자가 사망하기도 하였다.

이런 사례로 보아 안전이 가장 중요한 포인트라 할 수 있겠다. 따라서 이런 안전을 책임 질 수 있는 가장 중요한 점은 그 나라 정부의 정책이라 할 수 있겠다.

그래서 이 보고서도 정책을 결론으로 맺을까 한다.

우리 나라 정부도 자율 주행 자동차 상용화에 대비하여 내년 말까지 사고 발생 시 책임 문제를 명확하게 할 수 있도록 제도 정비와 관련법 개정을 마무리 할 계획이다.

그러면 앞에서 언급 한 무인 항공기의 정의 등 효과 와 정책 등 간단하게 다시 언급하여 결론을 맺을까 한다.

무인 항공기의 정의는 무인 항공기의 비행체 내에 조종사가 없는 상태로 자동이나 원격으로 운항 되는 항공기로서 무인 비행 장치 (UAV, Unmanned Aerial Vehicle), drone 으로 불리기도하며 항공기와 조종 시스템을 모두 포함하여 무인 항공기 체제 (UAS, Unmanned Aircraft System) 으로 정의하기 도 한다.

무인 항공기의 가장 큰 특징은 비행체를 조종사가 직접 조종을 하지 않음에 따라, 항법(navigation)과 관제(air traffic control) 등을 제어하기 위한 기술 및 장치가 필요하다.

무인 항공기의 활용 범위가 광범위하게 늘어나는 까닭에, 기존에 고려하지 않았던 공중의 구조물 및 다른 항공기들과의 충돌 가능성이 제기 되면서, 무인 항공기를 고려하여 새로운 표준화 정책을 필요로 하고 있다.

정책 중에 가장 중요한 포인트가 표준화라 할 수 있다.

무인 항공기의 개념, 운영 방법 및 절차 등에 대하여 합리적인 기준을 설정하여, 상업, 방위 산업 등 관계되는 범위 사업에서 이익이나 관리가 공정하게 얻어 지도록 획득할 수 있다.

또한 정책의 표준화를 통하여 규제를 하는 것이 아닌, 각 분야 간 업무의 단순화와 호환성을 향상을 시키는 등 경제성을 추구를 하여 발전을 꾀 할 수 있으며 무인 항공기의 품질 향상과 균등 한 품질, 그리고 기술의 원가의 절감, 각 분야 별 무인 항공기의 호환성이 증가가 되고, 무인 항공기의 관련 산업의 인력과 재료를 절약을 하며 작업 능력의 향상을 가져올 수 있다.

우리나라의 무인 항공기는 오래 전인 1970년경부터 군용으로 활용되었지만 발전이 더디게 진행되고 있다.

당시 대공 사격 훈련용 무인 표적기를 개발에 착수하여 저급 표적기를 시작으로 점점 영역을 넓혀 갔다.

당시 개발된 무인 표적기는 아직까지도 연간 100여대 이상이 육군, 해군, 공군 부대에 조달되고 있으며 계속 해서 전력화 숫자는 늘어나고 있는 추세이다.

이후 1990년대에는 대우 중공업이 국방 과학 연구소와 함께 군 사용 무인 정찰기인 도요새를 개발 하여 1993년 비행에 나섰지만 기술 적인 한계로 전력 배치는 불가능 하였다.

1992년부터 대우 중공업은 농업용 농약 살포 등에 사용되고 있는 무인 헬기인 ARCH-50을 개발하였다.

하지만 이 무인 헬기도 경제적인 이유로 결국 양산을 하지

못하였다.

예전의 동인 산업 에서도 1993년부터 소형 무인 정찰기 인 매직 아이를 개발을 하여 시험 비행까지 마쳤으나 결국 실용화에는 실패하였다.

결국에는 우리나라의 군사용 무인 정찰기로 첫 성공을 이룬 것은 예전 그룹 이름인 송골매인데 이는 도요새의 기술적 한계를 보완을 한 것으로 한국항공우주산업이 2000년도에 육군 군단 이상 급인 부대에서 사용한 송골매의 개발을 완료 하여 독자적인 기술로 무인 항공기를 개발 한 10개국에 포함 될 수 있었다.

최근에는 상용화에 힘쓰고 있으며 군용만이 아니라 다양한 무인 항공기가 정부 기관인 방위사업청을 통하여 개발 되어 기술 개발을 선도하고 있다.

일반 민간인들 사이에도 취미 생활이나 농업 그리고, 일상 생활에서 사용이 되고 있으며 그 영역은 점차 확대가 되고 있는 추세를 보이고 있다.

국내 및 국외의 무인 항공기의 표준화 정책과 경향 동향을

살펴 본 것처럼 표를 통하여 무인 항공기의 분류 및 허가 요건을 대략 8가지 정도 알아 보면 다음과 같이 나열을 할 수 있다.

**표 1. FAA 무인항공기 분류**

구분	Certified (CASCAT3)	Nonstandard (CASCAT2)	RC Model (CASCAT1)
FAA 규정	14 CFR 91	14 CFR 91, 101, 103	-
최대이륙중량	600kg -	25kg - 600kg	- 25kg
공역사용	ALL	Class E, G	Class G
속도제한	-	250kts	100kts
방재	유인	Airline	Light Sport
	무인	Predator, Global Hawk	Shadow
			Dragon Eye, Raven

출처: FY2009-2014 Unmanned Systems Integrated Roadmap (DOD)

**표 2. FAA 운용범위에 따른 무인항공기 분류**

구분	FAA 규정	공역 제한
Certified (CASCAT3)	14 CFR 91	ALL
Nonstandard (CASCAT2)	14 CFR 91, 101, 103	Class E, G
RC Model (CASCAT1)	-	Class G

출처: FY2009-2014 Unmanned Systems Integrated Roadmap (DOD)

**표 3. FAA 속도에 따른 무인항공기 분류**

구분	FAA 규정	속도 제한
Certified (CASCAT3)	14 CFR 91	-
Nonstandard (CASCAT2)	14 CFR 91, 101, 103	250kts
RC Model (CASCAT1)	-	100kts

출처: FY2009-2014 Unmanned Systems Integrated Roadmap (DOD)



표 4. CAA 무인항공기 분류표

무기에 따른 분류 그룹	인간 부분	무게 (kg)	군 규정 비고	인간 규정
1	Small Aircraft	—20	50cm —5kg	영국 국내항공 적용
			50cm 5kg—30kg	—
2	Light UAV	20 —150	Tactical	유럽 및 프랑스에 적용
3	UAV	150—	—	EASA 규정
			MALE	—
			SEALE	—

출처: CAA, “CAP T22 Unmanned Aircraft: Systems Operations  
In UK airspaceGuidance” (2010), Section Chapter 3, p.3.

표 5. Light Unmanned Aircraft의  
무기에 따른 운용제한

무인 항공기 무게(kg)	일반
—7	<ul style="list-style-type: none"> <li>AVCO(Air Navigation Order) Act. 255 이하의 소형항공기</li> <li>최소의 운용제한(ANCO Act.138, 166, 167)</li> <li>감정인출 기준 없음</li> </ul>
7 —20	<ul style="list-style-type: none"> <li>ANCO Act. 255 이하의 소형 항공기</li> <li>ANCO Act. 166, 167에 따른 운용제한</li> <li>감정인출 기준 없음</li> </ul>
—20	<ul style="list-style-type: none"> <li>상업용 용도(항공업무)</li> <li>ANCO Act. 255 이하 소형항공기</li> <li>ANCO Act. 166 (a)-(c)에서 요하는 운용제한과 추가의 항공업무제한</li> <li>ANCO Act. 166 (5)에서 필요로 하는 CAA의 허가</li> <li>감정인출 기준 없음</li> </ul>
20 —150	<ul style="list-style-type: none"> <li>제약에 포함되어있는 예외사항</li> <li>공지에 의한 운용에너지가 90 KJ를 넘지 않을 것</li> <li>인출받은 문서에 감정인출 신고사항</li> </ul>
150—	<ul style="list-style-type: none"> <li>국가적인 운용규정 적용</li> <li>EASA: European Aviation Safety Board. 감정인출 기준</li> </ul>

출처: CAA, “CAP T22 Unmanned Aircraft: Systems Operations  
In UK airspaceGuidance” (2010), Section Chapter 3, p.3.

표 6. CAA 무인항공기 조종 자격 관련 위험요소 분류표

무인항공기 조종 및 거점 허가제도	
레이스	주요 내용
0	하나 또는 그 이상의 위험평가 완화 요소를 적용하 여 무인항공기 조종자 및 거점관리 자격요건을 경감 또는 완화하여 적용
1	위험평가수단 적용이 없는 경우, 무인항공기 조종 자 및 거점관리에 대하여 무인항공기과 동일한 자격요 건을 적용

출처: CAA, “CAP T22 Unmanned Aircraft: Systems Operations  
In UK airspaceGuidance” (2010), Section Chapter 3, p.3.

표 7. 무인항공기 운용에서의 위험 완화 요소표

위험완화 요소	효과
공역 분리	공역분리는 다른 공역 사용자 또는 제3자 와 무인항공기 운용 분리를 보장한다. 다른 공역 사용자에 장애행위 또는 항공기의 무 인양상을 제하한 중립행위, 분리 시간대에 대 하여 제기할 수 있다.
Visual Line-of-sight 운용	육안으로 가시거리가 4가도 500m 이내, 가장 으로부터 4000ft) 내의 무인항공기 운용 조 운하는 다른 공역 사용자들에게 충돌, 피하 가 가능하다.
무인항공기의 영송자	다른 공역 사용자들과 제3자의 위험을 줄 이기 위한 특정 항공기 무게제한은, 최대한 중요하게 되, 손상을 상당 수준이하로 줄일 수 있다. 이는 CAA, 감당능력 분야에서 무게 제한을 정립하게 된다.

출처: CAA, "CAP 122 Unmanned Aircraft System Operations in UK above-Ground" (2010), Section Chapter 3, p.3

표 8. 무인항공기 조종에 따른 허가 요건

무인 크기	Case 0	Case 1
7—	Small Unmanned Aircraft Category, Category 0, or a UAV, Category 0 or 1, individually or as a group, with a maximum weight of 7kg or less	Small Unmanned Aircraft Category 0 or 1, or less than 14kg, maximum weight
7—20	Small Unmanned Aircraft Category 0 or 1, or less than 20kg, maximum weight	Small Unmanned Aircraft Category 0 or 1, or less than 20kg, maximum weight
20—150	Small Unmanned Aircraft Category 0 or 1, or less than 20kg, maximum weight	Small Unmanned Aircraft Category 0 or 1, or less than 20kg, maximum weight
150—	Small Unmanned Aircraft Category 0 or 1, or less than 20kg, maximum weight	Small Unmanned Aircraft Category 0 or 1, or less than 20kg, maximum weight

출처: CAA, "CAP 122 Unmanned Aircraft System Operations in UK above-Ground" (2010), Section Chapter 3, p.3

기하급수적으로 늘어나고 있는 우리 주변의 무인 항공기가 어떤 방법으로 정의가 되고 있고 어떤 형태로 표준화가 되고 있는 지를 알 수 있다.

무인 항공기의 역사는 100년 이상 되어 가고 있지만 가장 중  
요 한 관련 기술과 인증 및 허가 방법 등의 국제 및 국내 표  
준화는 미흡한 실정이다.

게다가 국내에서도 무인 항공기 표준화 정책을 변화하는 무  
인 항공기 추세에 맞추어 빠르게 변화, 수정을 해야 하는 숙제  
를 안고 있으며 이런 국내외의 환경을 기회로 삼아 우리나라  
가 무인 항공기 정책을 선점을 해야 하는 기회를 잡아야 한다.

여러 기관의 적극적인 협동과 관련 기관의 적극적인 발맞춤

을 통한 민 군 관용의 무인 항공기의 기술 및 운용 방식과 시스템의 표준화와 국내, 외간의 그것을 통하여 나날이 발전을 하는 우리나라의 무인 항공기 산업과 활용을 극대화 시켜 나갈 수 있을 것이다.

예전 삼성그룹에 항공기 산업을 하는 삼성 항공이 있었다.

그 당시 매년 수백억 적자를 내니 삼성의 큰 그룹도 견디지 못 하고 항공 사업을 포기, 지금의 정부 출자 기관인 한국우주산업(주)이 우리나라 항공 산업을 이어 가고 있다. 항공 산업이 투자는 많이 해야 하고 우리나라 같이 좁은 나라에서 내수는 한계가 있어 수출을 하여야 하는데 기술력이 없으니 이윤 추구가 되지 않아 포기했던 것이다.

이런 사례를 경험 삼아 아래와 같은 정책을 펼쳐야 한다.

첫째, 법적으로 표준화를 하여 수출의 진흥과 업무의 단순화, 호환성을 통한 생산 원가를 절감할 수 있도록 하여 회사의 이윤 극대화를 시켜야 한다.

둘째, 미래의 먹거리자 신기술이며 각 국이 사활을 걸고 있는 무인 이동체에 투자하는 회사에 각종 세제 혜택 및 정부 예산 및 기술 인력을 정부가 제공을 하여 정부 차원에서 적극 지원을 해야 한다.

마지막으로 투자가 중복되지 않고 효율성을 추구를 할 수 있

도록 현재 방위사업청 사업관리본부 조직을 구심점으로 민  
과 군 산업 연구기관이 노력한다면 10년 안에 '자동 충돌 예  
방시스템의 무인기 적용 기술은 세계적 수준으로 도약할 수  
있을 것으로 확신한다.

## ■ 참고문헌

1. Autonomous Vehicles Intelligent Transport Systems and Smart Technologies.
2. LINCOLN LABORATORY JOURNAL Vol. 19. No,1,2012
3. EUROCONTROL, NETALERT the safety nets newsletter, No.17, Jun, 2013
4. [https://www.faa.gov/uas/programs\\_partnerships/focus\\_area\\_pathfinder/](https://www.faa.gov/uas/programs_partnerships/focus_area_pathfinder/)
5. [https://www.meti.go.jp/english/press/2015/0807\\_02.html](https://www.meti.go.jp/english/press/2015/0807_02.html)
6. <https://www.kiast.or.kr/community/05.htm>
7. KOTRA, 4차 산업혁명시대, 첨단제품 개발 트렌드와 시사점, Global Market Report 17-014, 2017, pp 56-166
8. <https://www.icao.int/Meetings/RPAS17/Pages/Presentation.aspx>
9. <https://www.astm.org/COMMITTEE/F38.htm>
10. <https://www.iso.org/COMMITTEE/5336224.html>
11. <https://gutma.org/>
12. [https://www.sesarju.eu/u\\_space\\_blueprint](https://www.sesarju.eu/u_space_blueprint)
13. <https://utm.arc.nasa.gov/>

14. [https://gutma.org/montreal\\_2017/wp\\_content/uploads/sites/2/2017/07/UTM\\_Project\\_in\\_Japan\\_METL.pdf](https://gutma.org/montreal_2017/wp_content/uploads/sites/2/2017/07/UTM_Project_in_Japan_METL.pdf)
15. <http://www.jutm.org/operation.html>
16. <http://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/others/drone/>
17. [http://factor\\_tech.com/roundup/this\\_week\\_facebook\\_dismisses\\_terminator\\_ai\\_bad\\_rabbit\\_strikes\\_in\\_russia\\_and\\_robot\\_assistants\\_at\\_walmart/](http://factor_tech.com/roundup/this_week_facebook_dismisses_terminator_ai_bad_rabbit_strikes_in_russia_and_robot_assistants_at_walmart/)
18. 무인항공기 Sense-and-Avoid 충돌회피 기술 동향(한국항공 우주 연구원 최현진)
19. ADS-B 기반의 무인항공기 충돌회피 기술동향 (한국 항공 우주 연구원 유창선)
20. Current Status of the ADS-B technology application to UAV Collision Avoidance (유창선)
21. A Study of Standardization Trends and Policy at Domestic and Foreign for Korean Standardization of UAV (임 휘, 김 선재, 김 승환, 이 상봉)