

**교통안전을 위한 무인항공기(UAV) 기반의
거시교통정보 수집 및 활용방안 연구**
- 교통분야 R&D 기획과제 -

**교통안전을 위한 무인항공기(UAV) 기반의
거시교통정보 수집 및 활용방안 연구**

- 교통분야 R&D 기획과제 -

치안정책연구소 교통대책연구실

연구관 김 남 선

목 차

제1장 서론	1
제1절 연구의 배경 및 필요성	1
1. 연구의 배경	1
2. 연구의 필요성	3
제2절 연구의 목적 및 내용	5
1. 연구의 목적	5
2. 연구의 내용	6
제3절 연구의 방법 및 기대효과	9
1. 연구의 방법	9
2. 연구의 기대효과	10
제2장 이론적 고찰	12
제1절 무인항공기 개요 및 동향	12
1. 무인항공기 개요	12
2. 무인항공기 개발동향	25
3. 무인항공기 시장전망	28
제2절 선행연구	31
1. 국토교통부	31
2. 교통안전공단	33
3. 대전시	35
4. 무인항공기이용 선로 감시운용기술(LG-CNS)	35

제3장 무인항공기시스템의 국내외 기술동향 분석 37

제1절 국내외 특허기술 동향 37

- 1. 특허현황 조사방법 37
- 2. 특허현황 37
- 3. 특허정보 분석결과 38
- 4. 해외 특허사례(혼하이정밀 무인항공기(UAE) 특허) 39
- 5. 국내기술 수준 분석 및 경찰 무인항공기시스템 구성방안 41
- 6. 분석결과 유의점 44

제2절 적용사례 및 시사점 45

- 1. 적용사례 45
- 2. 시사점 분석 47

제4장 국내 기술수준 및 효과분석 49

제1절 국내 기술수준 분석 49

제2절 기술개발 방향 분석 51

- 1. STEEP 분석 51
- 2. 5 Force 분석 52
- 3. SWOT 분석 55
- 4. 군사용 무인항공기와의 주요 개발 차별성 59

제3절 경제성 분석 60

- 1. 편익항목 분석 60
- 2. 비용항목 분석 61
- 3. 비용/편익 분석결과 63
- 4. 비용환산 불가항목 분석 63

제5장 비전 및 추진전략 69

제1절 비전 및 목표	69
제2절 추진전략 및 로드맵	72
1. 추진전략	72
2. 추진 로드맵	74

제6장 무인항공기(UAV) 기반의 거시교통정보 수집 및 활용기술 개발 **75**

제1절 무인항공기를 이용한 거시교통정보 수집기술	75
1. 시스템 개요	75
2. 무인항공기 요구기능	77
3. 교통부문 요구기능	82
제2절 무인항공기시스템 요구기술	86
1. 개요	86
2. 요구기술 구성	87
3. 개발요소기술	89
제3절 운영조직 및 유지관리체계	91
1. 운영체계	91
2. 운영조직의 업무	91
3. 비행교육 및 자격인증	93
4. 유지관리체계	98

제7장 개발과제의 기획과 추진체계 **99**

제1절 개발과제의 기획	99
제2절 개발과제의 추진체계	102
제3절 개발과제의 예산(안)	104

제8장 법·제도적 검토	105
제1절 관련법 검토	105
1. 무인항공기 기체 및 시설 관련법	105
2. 무인항공기운항 관련법	106
3. 무인항공기통신 관련법	106
4. 영상자료전송 관련법	106
5. 무인항공기 유지보수관리 관련법	107
6. 개인정보보호 관련법	108
제2절 국내외 법제도적 동향분석	109
1. 국내제도	109
2. 해외제도	114
제9장 결론 및 활용방안	117
참고문헌	120

표 목차

<표 1> 정부시책에 따른 경찰의 정책방향	2
<표 2> 연구수행 절차 및 단계별 연구내용	8
<표 3> 성능기준에 따른 무인항공기 분류	15
<표 4> GPS와 SBAS의 비교	17
<표 5> 쿼드로터 타입 무인항공기의 일반적 제원	23
<표 6> 고정익 타입 무인항공기의 일반적 제원	24
<표 7> 무인항공기 관련 특허현황	38
<표 8> 무인항공기의 동향 및 시사점	48
<표 9> STEEP 분석에 따른 시사점	51
<표 10 > 편익/비용 항목	60
<표 11> 편익항목 계량 방법	62
<표 12> 비용항목 계량화 방법	62
<표 13> 경제성분석 결과	63
<표 14> 경찰행정 수행 시 발생하는 여러 가지 상황	70
<표 15> 기술 개발에 따른 미래상	71
<표 16> 기술개발 요구도	77
<표 17> 자동조종장비 요약	78
<표 18> 구성품 개발의 1차 요구기술 분류	89
<표 19> 구성품 개발의 1차 요구기술 분류(계속)	90
<표 20> 운영조직의 구성 및 업무내용	92
<표 21> 무인항공기 조종사 과정별 교과목 및 비행교육시간	95
<표 22> 한국항공대학교 비행교육원의 교과목 목록	95
<표 23> 한국항공대학교 비행교육원의 교과목 목록(계속)	96

<표 24> 자가용조종사 과정	97
<표 25> 계기비행 증명과정	97
<표 26> 무인항공기조종 과정	97
<표 27> 유지관리의 구분	98
<표 28> 무인항공기 운영 및 안전비행 핵심기술	100
<표 29> 경찰행정 지능화 핵심 기술	101
<표 30> 연구추진체계 및 담당역할	103
<표 31> 연구개발과제 최종 수요처 및 활용방안	119

그림 목차

<그림 1> 연구추진 체계도	9
<그림 2> 노스롭그루먼 RQ-4 글로벌호크	13
<그림 3> SBAS 개념도	17
<그림 4> SBAS 활용분야	18
<그림 5> 무인항공기 시스템 구성 개념도	18
<그림 6> 무인항공기 운영시스템의 구성요소	19
<그림 7> 민간공역에서 무인항공기 운용을 위한 인프라 체계	19
<그림 8> 민간 무인항공기 종합운영체계 개념도	20
<그림 9> 수도권 공역도	21
<그림 10> 민간 무인항공기 활용분야	22
<그림 11> 퀴더로터 타입 무인항공기(미국)	23
<그림 12> Volocopter VC200(독일)	23
<그림 13> 고정익 타입 무인항공기	24
<그림 14> 연도별 무인항공기 제작국 및 대수	28
<그림 15> 무인항공기 시장현황(2009년)	29
<그림 16> 무인항공기 산업동향	29
<그림 17> ‘민간 무인항공기 실용화 기술 개발’ 연구의 개요	31
<그림 18> 대전시와 국방기술품질원이 개발한 ‘멀티콥터’	35
<그림 19> ‘무인항공기이용 선로 감시운용기술 개발’의 개요	36
<그림 20> 서비스 및 운용개념	36
<그림 21> 무인 항공기의 이미지 캡처 장치	39
<그림 22> 실시간으로 도로영상을 촬영하는 무인 항공기	40
<그림 23> 한국항공우주연구원이 개발한 유·무인 혼용항공기	43

<그림 24> 유·무인 혼용항공기 내부	43
<그림 25> 무인항공기시스템(UAS)의 지상통제실(GCS) 내부	44
<그림 26> 미 해군의 무인항공기 관련 시스템 분류	45
<그림 27> 농업분야의 무인항공기(RMax) 적용사례	46
<그림 28> 무인항공기분야의 국내기술 수준	49
<그림 29> 5 Force 분석의 의미	52
<그림 30> 거시교통정보 수집기술 개발 5 Forces 분석	54
<그림 31> SWOT 분석	57
<그림 32> SWOT 전략	59
<그림 33> 사망사고 통보시간과 사망률	65
<그림 34> 교통사고 발생시 초동조사 절차	67
<그림 35> 연구의 비전 및 목표 설정	69
<그림 36> 개발전략 및 운영계획	72
<그림 37> 시스템 설계 및 개발	73
<그림 38> 시스템 활용기술 개발	73
<그림 39> 추진로드맵	74
<그림 40> 운영시스템 구성도	76
<그림 41> 자율비행의 과정	79
<그림 42> 무인항공기의 자동도로촬영 알고리즘 개념도	81
<그림 43> 긴급상황 출동 우선 교통신호 지원 개념도	84
<그림 44> 도난 수배차량 관리 개념도	85
<그림 45> 무인항공기 운영을 위한 기술 구성 체계	86
<그림 46> 무인항공기 센터시스템 운영체계	91
<그림 47> 무인항공기 운영절차	91
<그림 48> 무인비행장치 비행절차	93
<그림 49> 시스템 개발 추진체계	102
<그림 50> 연구개발비(안)	104

감사의 글

본 과제는 치안정책연구소 김남선연구관의 책임연구과제로 수행되었으며, 경찰청과 치안정책연구소가 공동으로 추진하는 ‘교통부문 R&D 기획 과제’의 일환으로 진행되었다. 또한 본 과제는 선정된 주제의 성격상 여러 학문분야가 융합하여 산·학·연·관이 공동으로 추진해야 성과를 도출할 수 있는 과제이다. 따라서 관련분야인 교통, 무인항공기, 항공전자, ICT, 항공법 등 관련분야의 관계, 학계, 산업계를 망라한 관련 전문가들이 함께 모여 공동으로 전문가그룹을 형성하고 협업하여 과제의 결과물을 도출하게 되었다. 본 과제에 참여한 각 분야의 전문가들은 본 과제의 제안이 경찰의 교통행정에 활용되어 국가발전에 기여하기를 바라는 마음으로 사심없이 과제수행에 참여하였고 기여하였다. 이에 본 연구관은 여러모로 도움을 주신 각계의 전문가 분들께 진심으로 깊은 감사를 드리며 연구기간 동안 함께 고생한 주요 참여 연구진을 소개하고자 한다.

■ 참여 연구진

- 도로교통공단 첨단교통과학실, 현철승 선임연구원
- 한국항공대학교 항공전자공학과, 나종화 교수
- 한국항공대학교 항공전자공학과, 임상석 교수
- LG-CNS 스마트국방연구소, 박병건 책임컨설턴트
- LG-CNS 스마트국방연구소, 유보성 책임연구원
- 더훈테크놀로지, 허몽희 사업관리실장(전 헬리콥터 조종사/교관)

아울러, 본 과제기획에 애써준 경찰청 미래발전과 이승렬, 진영탁님과 연구주제를 제안한 교통국의 유동배, 이창민님께도 감사드립니다.

※ 참고사항 : 본 보고서의 모든 결과물에 대한 소유권 및 저작권은 치안정책연구소에 있으며, 참여 연구진 및 소속기관에서는 본 연구와 관련하여 일체의 권리를 소유하거나 주장할 수 없습니다. 또한 이는 사전에 공지된 사항임을 알려드립니다.

제1장 서론

제1절 연구의 배경 및 필요성

1. 연구의 배경

경찰청은 정부의 국정운영정책과 발맞추어 「2014년 주요업무계획」에서 경찰의 비전과 전략, 주요 정책과제를 발표하였다. 주요내용은 ‘2대 정책목표-6대 추진전략-19개 정책과제’로 체계화되어 있으며, 이 중에서 ‘눈높이 치안 구현-생활속 맞춤형치안-ICT¹⁾를 활용한 「스마트 치안」 구현’, ‘눈높이 치안 구현-정부 3.0으로 치안경쟁력 제고-민생치안 역량 강화를 위한 치안인프라 확충 지속 추진’을 제시하고 있다.²⁾ 이러한 경찰정책에 따라 교통부에서도 ‘ICT를 활용한 「스마트 치안」 구현’, ‘민생치안 역량 강화를 위한 치안인프라 확충 지속 추진’에 필요한 관련연구와 정책적 추진이 필요한 시점이다.

우리나라의 도로교통 혼잡에 따른 사회, 경제적 비용 손실이 연평균 20조에 이르고 있으며, 이에 대한 지능형 교통 체계 시스템 등을 통한 교통 인프라 확대 및 관리 효율화에 대한 다양한 방안이 시도되고 있다. 지속적인 교통체증과 사고비용의 증가, 녹색교통에 대한 관심 증대에 따라 선진국을 중심으로 1990년대 초반부터 ITS(지능형교통시스템)³⁾에

1) 정보통신기술(ICT: Information & Communication Technology): 더 단순하게 정보기술 (Information Technology, IT)로 쓸 때가 많다, 위키백과 검색 2014. 8.

2) 경찰청, 2014년 주요업무계획, 2014.

3) 지능형교통시스템(ITS: Intelligent Transport Systems), 정보화 사회에 알맞게 ICT기술을 적용하여 신속, 안전, 쾌적한 차세대 교통체계를 구현하는 첨단교통시스템

대한 연구개발이 진행되어 현재 시스템 구축이 활발히 이루어지고 있다.

<표 1> 정부시책에 따른 경찰의 정책방향(본 과제와 부합부분)

정책목표	추진전략	주요정책과제
눈높이 치안구현	생활 속 맞춤치안	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 4대 사회악 근절 대책 고도화 ▶ 사회안전망 확충으로 치안 사각지대 해소 ▶ ICT를 활용한 「스마트 치안」 구현
	함께하는 준법 질서	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 국민 생활 주변의 불법·무질서 행위 추방 ▶ 지방선거·주요 행사를 계기로 글로벌 수준의 법치문화 정착 ▶ 적절한 경찰권 행사를 뒷받침하는 법·제도적 기반 확충
	정부 3.0으로 치안경쟁력 제고	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 개방·공유·소통·협력을 통한 맞춤형 치안서비스 제공 ▶ 민생치안 역량 강화를 위한 치안인프라 확충 지속 추진 ▶ 인력 2만명 증원에 따른 현장 치안시스템 업그레이드 ▶ 경찰활동의 투명성·공정성·전문성 제고

(출처: 경찰청, 2014년 주요업무계획, 2014.)

현재까지 구축되고 있는 ITS는 도로중심의 시스템으로, 다양한 교통정보 수집 및 제공 장비들이 설치되고 있는 상황이다. 그러나 근거리 정보 수집을 위해서는 CCTV 등 많은 현장장비가 필요하고 이로 인한 정보수집시설 설치를 위한 구축원가 상승, 유지관리비용 상승 등 비효율적인 설치·운영이 이루어지고 있다.

이런 측면에서 무인항공기를 이용한 자료수집은 2차원(2Dimension) 상태의 도로환경에서 새로운 3차원 입체(3Dimension) 형태의 자료수집원으로 대두되고 있다. 무인항공기(UAV⁴⁾, 일명 ‘드론’이라고 부르기도 함)가 광역정보 구축 및 가시화를 위한 효율적인 매체로 널리 알려지면서 영상정보의 새로운 수집수단으로 주목받고 있다. 무인항공기 기반의

4) UAV(Unmanned Aerial Vehicle, 무인항공기), 정의: 조종사를 태우지 않고, 공기역학적 힘에 의해 부양하여 자율적으로 또는 원격조종으로 비행을 하며, 무기 또는 일반화물을 실을 수 있는 일회용 또는 재사용할 수 있는 동력 비행체를 말한다.(출처: 미 국방장관실(OSD)이 발간한 UAV로드맵)

영상정보시스템은 카메라, 위성항법장치(GPS), 관성항법장치(INS) 등의 장비와 함께 소프트웨어가 통합된 플랫폼으로 개발이 시도되고 있다. 이렇게 무인항공기를 이용한 영상정보시스템은 도로와 차량, 시설물 등을 인식해 도로의 상태정보를 인식하여 혼잡상태를 자동으로 추출하는데 이용하거나, 도로에서 발생하는 교통사고 정보를 교통혼잡과 관계없이 수집하여 교통경찰이 출동할 때까지 사고현장 보존이 필요없이 교통사고 자료수집을 종결하여 불필요한 혼잡을 조기에 종결시켜 혼잡가중을 예방할 수도 있다. 이를 가능케 해주는 것이 무인항공기를 이용한 거시교통 정보 수집기술이라 할 수 있다. 이 기술은 무인항공기에 영상정보를 수집하기 위한 각종 장비와 소프트웨어를 탑재하고 빠르게 비행하면서 교통상황을 탐색할 수 있다는 장점을 지니고 있다. 이는 4S-Van시스템을 비행체에 적용한 것과 유사한 시스템으로도 볼 수 있다.⁵⁾

최근 무인항공기 비행체 기술의 발전으로 도로교통 서비스의 과학화, 효율화 및 정밀화를 위한 수단으로 무인항공기를 이용한 기술 개발을 통하여 교통 통제, 속도 조정 등의 업무를 향상 시킬 수 있게 되었다. 따라서 무인항공기분야의 시스템 통합(SI: System Integration) 기술수준이 미국·유럽과 같은 선진국에 크게 뒤지지 않고 있으므로 관련 응용 기술을 개발하여 해외시장을 선점하기 위해 유리한 상황을 확보할 시점에 있다.

2. 연구의 필요성

무인비행기 ‘드론’은 ‘드론산업(Dron Industry)’란 말이 생겨날 정도로 최근 큰 관심을 불러일으키고 있는 분야이다. 국제무인항공기협회

5) 4S-Van시스템은 위성측위시스템(GNSS)과 지리정보시스템(GIS), 지능형교통체계(ITS), 공간영상정보시스템(SIIS)이 통합된 형태로서 여러 정보시스템의 기초자료로 제공 및 응용할 수 있는 하드웨어와 소프트웨어가 통합된 첨단기술의 이동식 집약체라 할 수 있다.

(AUVSI)는 2015년부터 2025년까지 미국에서 820억 달러의 시장이 형성되고, 이 시장을 통해 약 10만 개의 새로운 일자리가 탄생할 것으로 예상하고 있다. 미국 항공우주국(NASA)에서는 무인비행기를 이용하여 허리케인을 감시하고 있으며, 사우디아라비아의 과학기술대학에서는 홍수를 예측하고 있다. 스위스에서는 지형을 조사한 후 3D 지형도를 만들었다. 국가뿐만 아니라 국제기구에서도 드론을 이용한 사례가 많아지고 있다. 세계자연보호기금(WWF)에서는 멸종위기에 있는 동물을 파악해 보호 및 구조 활동을 진행했으며, 국제무인항공기협회는 드론을 이용해 씨를 뿌리고 농약을 살포하는 농업기계화를 기대하고 있다. 최근 들어서는 이 무인비행기에 부착할 수 있는 인공지능(Artificial Intelligence, AI)이 개발되고 있다.⁶⁾

교통분야에서도 기존 교통자료수집 장비로 제어기 설치 및 유지보수를 위해서는 도로점용이 불가피하며, 작업을 위한 도로점용은 교통지체를 유발하여, 사회적 비용 발생이 불가피함. 무인항공기를 이용하여 관련 장비수를 줄이거나 대체한다면, 도로점용시간의 단축에 따른 시민불편 해소 및 사회적 비용 감소 효과가 기대된다. 장비의 한계로 운영할 수 없는 교통단속 업무나 치안위험 지역을 상시 모니터링 할 수 있으므로 시민안전을 개선할 수 있을 것으로 기대된다.

따라서 향후 지속적인 기술 발전이 예상되므로 추가 기능을 유연하게 수용하여 미래환경 변화에 대응할 수 있는 add-on기반의 무인항공기시스템 개발이 필요하다. 현재 관련 장비의 태동기로서 기술 개발을 통해 선도적 역할을 한다면 해외시장에서의 경쟁력 확보가 가능할 것으로 전망된다.

6) 이강봉, 무인비행기 드론에 인공지능 장착(세계 신산업 창조현장(105)), Science Times, 2014.04.04

제2절 연구의 목적 및 내용

1. 연구의 목적

교통안전을 위한 교통사고, 혼잡상황, 신호제어 등 현장업무처리 시, 교통혼잡으로 경찰관의 현장출동 지연 및 2차사고 발생 등 현장에서는 예측하기 힘든 돌발상황이 잦은 만큼, 신속한 출동과 현장자료의 확보와 입체적 안전관리 차원에서 경찰행정을 신속하고 광범위하게 펼칠 수 있는 지원체계구축이 필요하다. 그러나 현재의 교통시스템으로는 CCTV를 이용한 국지적 모니터링과 지리적 제약에 종속적이어서 상황대처에 있어 시간적·공간적 한계성을 드러내고 있다.

본 연구에서는 무인항공기, 탑재장비⁷⁾, 현장시스템, 센터시스템 등을 유·무선통신기술로 연결하는 통합시스템(SI; System Integration)을 구축함으로써 치안행정의 입체화를 실현하고자 한다. 이를 통해 거시적 시계열(거리 및 시간간격) 자료를 수집하고 이를 통합처리하여 다양한 목적의 3차원 정보를 제공하고자 한다. 결과적으로 본 연구는 지상공간에 존재하는 다양한 교통상황과 발생 이벤트(Event)에 대한 상태정보를 현장에서 수집하여 실시간으로 신속하고 정확하게 센터로 제공하는 정보기술의 개발이라 할 수 있다. 나아가 기존의 지방자치단체 교통정보센터 및 도시교통정보시스템(UTIS)⁸⁾과 연계하여 각종 교통관련 의사결정 및 계획수립에 효율적으로 지원할 수 있고 실시간 교통정보제공 및 교통사고처리 등에 이용할 수 있는 입체화된 신개념 3D(3 Dimension) 정보화 시스템이다.

7) 탑재장비: CCD카메라, 레이저스캐너, GPS, IMU 등

8) UTIS: Urban Traffic Information Systems, 도시교통정보시스템의 약자로 경찰청(도로교통공단)과 전국 자치단체가 합동으로 구축하고 있는 첨단 교통정보 시스템

따라서 본 연구의 궁극적 목적은 교통안전을 위한 무인항공기(UAV) 기반의 거시교통정보 수집 및 활용기술을 개발하여 교통업무의 입체화·첨단화를 구현하고, 긴급·응급상황 발생 시 신속한 대응 및 모니터링 체계를 확립하는데 있다.

2. 연구의 내용

본 연구는 교통안전을 위한 무인항공기시스템 개발을 위한 기초연구로서 동향조사 및 환경분석, 기술수요조사 및 기술예측, 기술개발 추진방향 정립, 비전 및 시나리오 설정, 중점 추진분야 설정 및 후보과제 도출, 연구개발 과제기획 등을 내용으로 한다. 세부적인 내용은 다음과 같다.

첫째, 동향조사 및 환경분석 단계로서 무인항공기를 활용한 교통안전 기술 개발과 관련된 정부정책과, 관련시장, 핵심 요소기술 등을 조사한다. 또한 수집된 동향자료를 바탕으로 좀 더 폭넓은 시각에서 장비 응용 기술의 미래를 예측하기 위한 거시환경 분석 수행한다.

둘째, 기술수요조사 및 기술예측 단계로서 동향조사 및 거시환경 분석 결과를 바탕으로 무인항공기 응용기술 분야의 기술수요를 예측하며 전문가 회의 및 자문회의를 통하여 미래에 요구되는 기술수요를 분석해 보고 이를 통해 R&D 수요를 도출한다.

셋째, 기술개발 추진방향정립 단계로서 환경변화에 능동적으로 대응할 수 있도록 국내의 기술현황과 시장/정책/환경 요인을 기반으로 SWOT분석 수행한다. SWOT분석⁹⁾에 따라 주요 이슈별, 중점분야별 무인항공기 응용 기술개발 추진방향을 도출한다.

9) SWOT분석(SWOT analysis): 기업의 환경분석을 통해 강점(strength)과 약점(weakness), 기회(opportunity)와 위협(threat) 요인을 규정하고 이를 토대로 마케팅 전략을 수립하는 기법.(출처: 두산백과)

넷째, 비전 및 시나리오설정 단계로서 비전설정을 위해서 동향 및 환경분석의 결과로부터 핵심성공요인을 도출하고 핵심성공 요인이 나타내는 속성 즉, 경찰교통 분야의 기술력 선점 가능성, 기술개발 가능성, 개발기술의 현장 도입 가능성 등을 파악하고 정의하여 핵심가치를 도출한다. 또한 핵심가치에 대한 중점분야별 기술개발의 핵심 키워드, 방향 및 기준을 설정함과 동시에 기술개발의 최종목표 및 비전을 설정한다.

다섯째, 중점 추진분야 설정 및 개발과제 도출 단계로서 무인항공기 응용기술 개발 중점추진분야 제시한다. 또한, 각 중점추진분야 별로 주어진 연구개발 기간 동안 달성하고자 하는 각 중점추진 분야의 현실적인 목표를 제시한다. 더불어 각 중점추진분야의 목표를 달성하기 위하여 필요한 세부과제를 도출한다.

여섯째, 개발과제 기획 단계로서 목표 및 범위 설정, 핵심 요소기술 도출 및 성과목표·성과맵 작성, 성과물의 활용방안 및 실용화 추진방안 제시 등을 수행한다. 목표 및 범위 설정은 향후 통합화, 유연화, 표준화, 소형화, 안정화를 달성하기 위하여 필요한 요구조건을 만족시킬 수 있는 미래 무인항공기 기술개발이 되도록 설정한다. 핵심 요소기술 도출과 성과목표 및 로드맵 작성은 연구개발 과제별 주요기능을 정의하고 이를 구현 가능케 하는 세부개발내용으로 구체화함으로써 핵심 요소기술을 도출한다. 또한 핵심 요소기술 도출은 세부개발내용에 따라 변수가 많아 판단이 어렵기 때문에 핵심 요소기술의 특성과 기능을 고려하여 분석할 수 있는 적정 방법론(예: BMO기법 등)을 활용한다.

<표 2> 연구수행 절차 및 단계별 연구내용

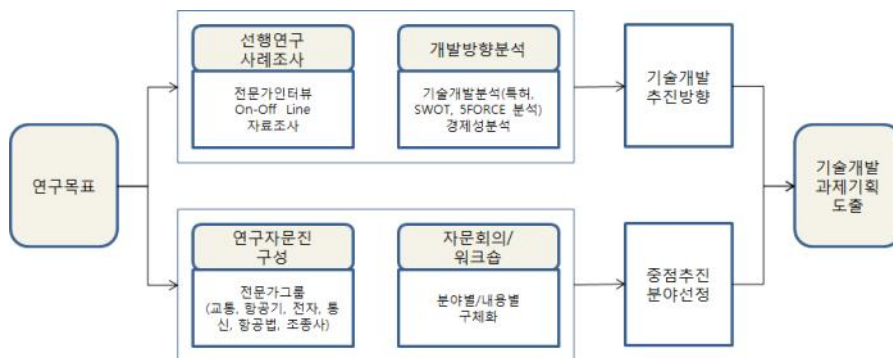
연구수행 절차	연구 내용
동향조사 및 환경분석	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 무인항공기를 활용한 경찰행정 지능화 기술 개발과 관련된 정부정책과, 관련 시장, 핵심 요소기술, 유관 분야 인프라 현황 등 조사 ▪ 수집된 동향 자료를 바탕으로 좀 더 폭넓은 시각에서 장비 응용 기술의 미래를 예측하기 위한 거시환경 분석 수행
기술수요 조사 및 기술예측	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 동향조사 및 거시환경 분석결과를 바탕으로 무인항공기 응용 기술 분야의 기술수요 예측 ▪ 전문가 회의를 자문회의를 통하여 미래에 요구되는 기술 수요를 분석해 보고 이를 통해 R&D 수요 도출
기술개발 추진방향 정립	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 환경변화에 능동적으로 대응할 수 있도록 국내 기술현황과 시장/정책/환경 요인 기반으로 SWOT분석 수행 ▪ SWOT분석에 따라 주요 이슈별, 중점분야별 무인항공기 응용 기술 개발 추진방향 도출
비전 및 시나리오 설정	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 비전 설정을 위해서 동향 및 환경분석의 결과로부터 핵심성공요인 도출 ▪ 핵심성공 요인이 나타내는 속성 축, 교통경통분야, 치안행정 분야 기술력 선점 가능성, 기술개발 가능성, 개발기술의 현장 도입 가능성 등을 파악하고 정의하여 핵심 가치 도출 ▪ 핵심 가치에 대한 중점분야별 기술 개발의 핵심 키워드, 방향 및 기준설정 ▪ 기술개발의 최종 목표 및 비전 설정
중점 추진분야 설정 및 후보과제 도출	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 동향조사, 환경분석, 기술수요조사 및 기술 예측을 바탕으로 무인항공기 응용기술 개발 중점 추진분야 제시 ▪ 또한, 각 중점추진분야 별로 주어진 연구개발 기간 동안 달성하고자 하는 각 중점추진 분야의 현실적인 목표 제시 ▪ 각 중점추진분야의 목표를 달성하기 위하여 필요한 세부 과제 선정을 위한 후보과제 도출
개발과제 기획	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 목표 및 범위 설정 <ul style="list-style-type: none"> -향후 통합화, 유연화, 표준화, 소형화, 안정화를 달성하기 위하여 필요한 요구조건을 만족시킬 수 있는 미래 무인항공기 응용기술을 위한 기술 개발이 되도록 설정 ▪ 핵심 요소기술 도출 및 성과목표·성과맵 작성 <ul style="list-style-type: none"> -연구개발과제별 주요 기능을 정의하고 이를 구현 가능케 하는 세부 개발내용으로 구체화함으로써 핵심 요소기술을 도출 -핵심 요소기술 도출은 세부 개발내용에 따라 변수가 많아 판단이 어렵기 때문에 핵심 요소기술의 특성과 기능을 고려하여 분석할 수 있는 적정 방법론(예: BMO 기법)활용 ▪ 성과물의 활용방안 및 실용화 추진방안 제시 <ul style="list-style-type: none"> -향후 연구과제 성과물의 성공적인 시장 진입을 위한 정책적 요구사항 분석 및 해외시장 진출을 위한 요구조건 제시

제3절 연구의 방법 및 기대효과

1. 연구의 방법

본 연구에서는 다음과 같은 방법으로 연구를 수행하였다. 첫째, 연구의 기획단계에서 과제의 수요기관인 경찰청 교통국, 미래발전과와 협의하여 주제선정 및 연구목표를 도출하였으며 지속적인 피드백과정을 거치며 진행하였다. 둘째, 선행연구, 사례조사 및 관련자료를 확보하기 위해 전문가인터뷰, 온-오프라인(On-Off Line)을 통해 관련문헌과 자료를 수집하여 본 연구에 참고하였다. 셋째, 관련분야(교통, 항공기, 항공전자, 항공통신, 항공법 전문가 및 헬기조종사 등)의 전문가를 섭외하여 전문가그룹으로 연구자문진을 구성하였다. 넷째, 연구자문진으로 부터 전문가자료와 관련정보를 제공받았으며 10여 차례의 자문회의를 통해 연구내용을 단계별로 구체화하였다. 자문회의에서 다루어진 주요 내용은 국내외 기술동향, 비전 및 추진전략 제시, 시스템 요구기능 정의, 시스템 개발 방법 및 절차, 시스템 도입 타당성 및 기대효과 분석, 법·제도적 검토 등에 활용되었다. 다섯째, 워크숍을 개최하여 본 과제와 관련한 연구자, 기술분야의 실무개발자 및 자문연구진과의 심도있는 논의를 전개하였다.

<그림 1> 연구추진 체계도



2. 연구의 기대효과

가. 기술적 기대효과

- 현장기반 교통정보 생성을 위한 실시간 데이터의 빠른 처리와 가공 및 연계에 필요한 기술의 발전에 기여
- 무인항공기를 이용한 경찰행정 지능형 기술 개발을 통해 무인항공기의 하드웨어 제작 기술 확보가 가능하고, 교통 및 치안 환경에 대응가능한 운영 소프트웨어 개발 기대
- 또한 유형별 시스템의 표준기술 및 시스템 시험/인증 체계 기반을 확보하여 추후 다른 분야 확대가 가능함
- 테스트베드 등 시범운영 과정을 통하여 실용화 안정성 및 신뢰성 확보 기대
- 해외시장 진출을 위한 국제표준 적용기술 확보 기대

나. 사회·경제적 기대효과

- 무인항공기를 이용한 경찰행정 지능형 기술을 개발함으로써, 교통정보 미수집 지역을 해소하여 교통정보 질을 높이고, 단속 사각지대 해소와 돌발상황 발생시 즉각적인 대응으로 효율적인 운영을 통해 사회경제적 손실 최소화가 가능함
- 교통정보 수집원 확대 및 미수집 지역 확대를 통한 교통정보 품질 개선 기대
- 단속 사각지대 해소를 위법 행위 근절 및 긴급차량 출동시 우선 신호 제공과 우범 지대 상시 감시로 범죄 예방 효과로 사회 경제 손

실 최소화

- 첨단 정보통신기술 적용을 통한 연관 산업의 활성화
- 해외 유사사례가 없는 신기술로서 관련기술의 시장 선점을 통해 창조 경제를 통한 선도적 국익 창출 기대
- 무인항공기 활용 시스템 기술 개발에 따른 장비산업 육성 및 규모의 경제 달성 가능

향후, 본 기초연구가 본격적인 개발과제로 연결된다면 교통분야 뿐만 아니라 경찰의 치안분야 전반으로 확대되어 재난, 안전, 사고, 재해, 응급서비스 등 다양한 분야에서 3차원 모니터링, 자동추적, 각종 탑재센서에 의한 현장 데이터전송 등 양질의 3차원 입체화서비스로 정보제공이 가능하리라 판단된다. 또한 시스템 구축을 위한 자료획득과 유지관리에 있어 V/C(비용 대비 효과) 측면에서도 경쟁력이 있는 기술로 판단된다.

제2장 이론적 고찰

제1절 무인항공기 개요 및 동향

1. 무인항공기 개요

무인항공기(無人航空機)의 정의는 2002년 영국 민항당국에서는 “인간 조종사를 태우지 않고 원격조종 또는 일부 자율 조종 모드로 비행할 수 있도록 설계되거나 개조된 항공기”로 기술하였고, 2003년 미국 국방부에서는 “조종사를 태우지 않고, 공기역학적 힘에 의해 부양하여 자율적으로 또는 원격조종으로 비행을 하며, 무기 또는 일반화물을 실을 수 있는 일회용 또는 재사용할 수 있는 동력 비행체를 말한다.” 라고 정의하고 있다.

일반적으로 무인항공기는 기체에 사람이 타지 않은 것으로 지상에는 원격 조종하는 조종사가 존재하고 있다는 점을 강조해 Uninhabited Aerial Vehicle (UAV) 또는 Unmanned Aerial System(UAS)의 약어로 표기되거나 별이 뽀뽀거린다는 뜻의 드론(drone)이라고도 불린다.

무인항공기에는 임무에 따라 비행고도, 항속거리, 크기 및 무기에 따라 분류된다. 종래에는 주로 군사적인 목적의 정찰용으로 많이 사용되어 왔으나 근래에는 각종 센서 및 무선통신기능을 탑재하여 후방에 있는 조종사의 원격조정으로 정찰, 타격, 및 공중전 등 모든 공중활동을 수행할 수 있다.

무인항공기의 연구개발은 미국의 ‘닉슨 독트린’에 의해 해외병력을 가

능한 한 철수하여 자국 병력의 피해를 최소한으로 막으면서, 동시에 우방국에 대한 방위공약을 준수할 목적으로 추진되었다. 1965년 미국은 중국 본토 정찰, 베트남전쟁 말기에 하노이·하이퐁 지역의 정찰에 무인항공기를 사용하였다. 제4차 중동전에도 이스라엘이 전차 기만용(欺瞞用)으로 사용하였다. 오늘날에는 전자광학의 발달로 정찰뿐 아니라 공대지·공대공 공격 등에 응용을 고려하고 있다. 대표적인 것으로 미국의 AQM-34, 영국·캐나다·독일 등의 CI-89, 이스라엘의 스카웃 등이 있다.¹⁰⁾

<그림 2> 노스롭그루먼 RQ-4 글로벌호크



(출처: 위키백과, 2013.)

현재 2010년 기준 51개국에서 158종의 무인항공기를 개발·운용하고 있으며 점차 무인항공기 시장은 확대되고 있다. 우리나라도 2000년도 초부터 무인항공기 개발을 시작해 무인정찰기 ‘송골매’와 대한항공에서

10) 위키백과(<http://ko.wikipedia.org/wiki>), 2013. 11. 04 검색

개발한 근접감시용 무인기 ‘KUS-9’ 등을 개발했다.¹¹⁾

가. 무인항공기의 분류¹²⁾

1) 임무에 의한 분류

지금까지는 군용 무인항공기로 주로 사용되어 왔으나 전자기술의 발전으로 상용 무인항공기 시장이 빠르게 성장하고 있음

- 상용 무인항공기: 농업분야에서 시작되어 이제는 재해 관측, 스포츠 및 방송용으로 활용 범위가 확장되는 추세임
- 전술 무인항공기: 전술적 목적으로 사용하는 무인항공기로서, 순항거리 기준으로는 근거리 이하, 고도기준으로는 중고도 이하의 무인항공기가 이에 해당함
- 전략 무인항공기: 전략적 목적으로 사용하는 무인항공기로서, 고고도 장기체공 능력이 요구됨
- 특수임무 무인항공기: 무인전투기, 공격용 무인항공기, 교란용 무인항공기 등이 있음

2) 비행고도에 의한 분류

- HALE : 고고도, 45,000 ft 이상, 정찰·감시나 통신 중계, 미국의 RQ-3 다크스타, RQ-4 글로벌 호크, 이스라엘의 IAI 이단 등이 있음
- MALE : 중고도, 20,000 ft 이상, 45,000 ft 이하, 미국의 MQ-1 프레데터, 이스라엘의 IAI 헤론 등이 있음

11) '[드론 2014]@드론 10문 10답', chosun biz, 2014. 5.

12) 국토해양부(무인항공기 연구보고서) 홈페이지 검색 2013. 11.

- LALE : 저고도, 20,000 ft 이하, 이스라엘의 RQ-2 파이오니어, RQ-5 헌터, RQ-7 새도 등이 있음

3) 성능에 의한 분류

무인항공기 분류는 이전에는 고도에 따른 분류가 일반적이었으나 이제는 무인항공기 기술이 발전하여 비행거리, 고도, 체공시간, 및 이륙중량을 고려하여 다음과 같이 세분화하고 있다.

- 미니 UAV: MAV 보다는 크지만, 비교적 소형의 UAV를 가리킨다.
- MAV: Micro Air Vehicle 의 약어로, 협의에는 국방고등연구계획국(DARPA)이 정의한 크기(최대의 길이가 150mm 이하)의 UAV를 가리킨다.
- NAV: Nano Air Vehicle 의 약어로 MAV 보다 더 소형의 UAV로 DARPA 정의에 의하면 최대의 길이가 75 mm 이하로 최대 이륙 중량은 10그램 이하.

<표 3> 성능기준에 따른 무인항공기 분류

구분	비행거리(km)	비행고도(m)	체공시간(hr)	이륙중량(kg)
Micro	< 10	250	1	> 5
Mini	> 10	150 - 300	< 2	> 30
CR(Close Range)	10 - 30	3,000	2 - 4	150
SR(Short Range)	30 - 70	3,000	3 - 6	200
MR(Medium Range)	70 - 200	5,000	6 - 10	1,250
MRE(Medium Range Endurance)	> 500	8,000	10 - 18	1,250
LADP(Low Altitude Deep Endurance)	> 250	50 - 9,000	0.5 - 1	350
LALE(Low Altitude Long Penetration)	> 500	3,000	> 24	< 30
MALE(Medium Altitude Long Penetration)	> 500	14,000	24 - 26	1,500
HALE(High Altitude Long Penetration)	> 2000	20,000	24 - 48	4,500

나. 무인항공기의 장점

- 무인항공기는 저비용으로 운영 및 유지관리가 가능하다.
- 비행조종사 양성을 위한 비용 및 교육기간이 유인기에 비해 매우 유리하고 추락 시 조종사 인명손실의 우려가 없다.
- 인간의 신경근육 체계는 1/800초의 지연시간이 있고 다시 실제 근육행동에는 1/5초만큼의 지연이 발생한다. 하지만 무인항공기의 행동체계는 수백만 분의 1초미만의 지연이 발생할 뿐이다.
- GPS 및 위치정보센서들을 이용하여 위치, 고도, 속도를 설정하면 자동비행 및 임무수행이 가능하다.

다. 무인항공기의 문제점

- 무인항공기는 임무컴퓨터, 카메라 또는 통신장치 등 탑재 장비 그리고 통신회선에 문제가 발생하면 사고 및 추락의 위험이 있다.
- 무인항공기의 데이터링크, 및 영상장비의 결함이나 고장이 발생하여도 센터 또는 지정된 복귀지점으로 귀환할 수 있는 생존능력이 필수적이다.
- 인구밀집지역에서 고장이 발생하여 추락하게 되면 인명이나 물건에 피해를 입힐 수 있다.
- 개인의 권리(프라이버시)를 침해할 가능성이 있다.

라. GPS 위치오차 보정(SBAS)

GPS 위치오차 보정(이하 SBAS, SBAS; Satellite Based Augmentation System)는 GPS 위치오차를 실시간 1m 이내로 정확하게

보정하여, 정지궤도 위성을 통해 쏘 국토에 제공하는 시스템이다.

SBAS는 1m 이하 위치정보를 실시간 제공하게 되어 항공기 안전강화 및 하늘길 혼잡 해소에 적합한 시스템이다. 인공위성을 통한 서비스 제공으로 이용에 제한이 없어 항공, 해양, 교통, 정보통신, 물류, 응급구조 등 모든 분야 활용이 가능하며 이미 개발한 국가는 미국, 유럽, 일본 등이 있고 현재 개발 중인 국가는 러시아, 인도 등이 있다.

<표 4> GPS와 SBAS의 비교

구분	정확성	신뢰성	경고
GPS	37m 이내	없음	없음
SBAS	1m 이내	500만번 착륙시 1회 이하 오류	6초 이내

<그림 3> SBAS 개념도



SBAS의 활용분야는 그동안 사용해 오던 GPS의 오차를 감소시켜 줌으로 기존 GPS와 같이 다양하며 무인항공기 역시 혜택의 대상이라고 할 수 있다.

<그림 4> SBAS 활용분야

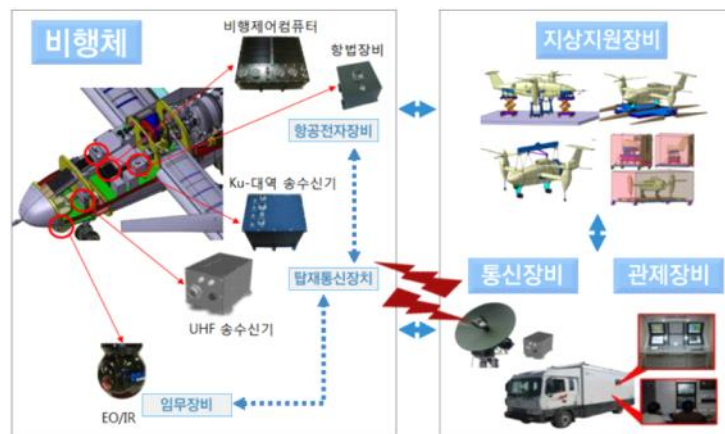


마. 무인항공기 시스템

1) 무인항공기 시스템의 개념¹³⁾

무인항공기 시스템은 무인항공기에 항법장비 · 비행제어컴퓨터 등을 내장하고 지상에는 근거리용 원격 조정기, 원거리용 원격 종합통제실로 구성된다.

<그림 5> 무인항공기 시스템 구성 개념도



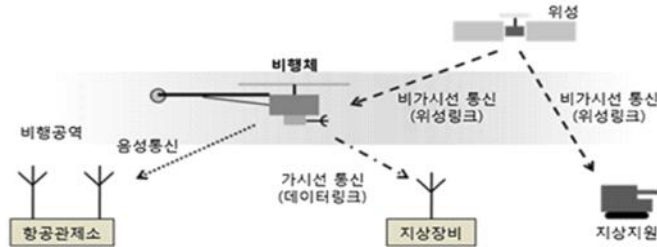
(출처: 국토교통부 홈페이지, 2013.)

13) 국토교통부 홈페이지 자료(<http://www.molit.go.kr>), 2013. 11. 4 검색

2) 민간 무인항공기 운영원리

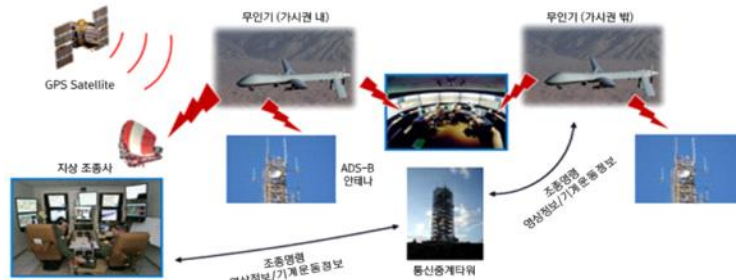
무인항공기의 운영은 원거리와 근거리로 구분하면 다음과 같다. 원거리 비행은 민간 비행공역 내에서 항법위성과 지상에 설치된 항공기 감시 장비(ADS-B 등)를 이용하여 원격 통제실에서 원격 조정한다. 그리고 근거리 비행은 농약 살포 등 근거리에서 육안으로 보면서 조정 시에는 간단한 조정기를 손에 들고 원격 조정이 가능하다.

<그림 6> 무인항공기 운영시스템의 구성요소



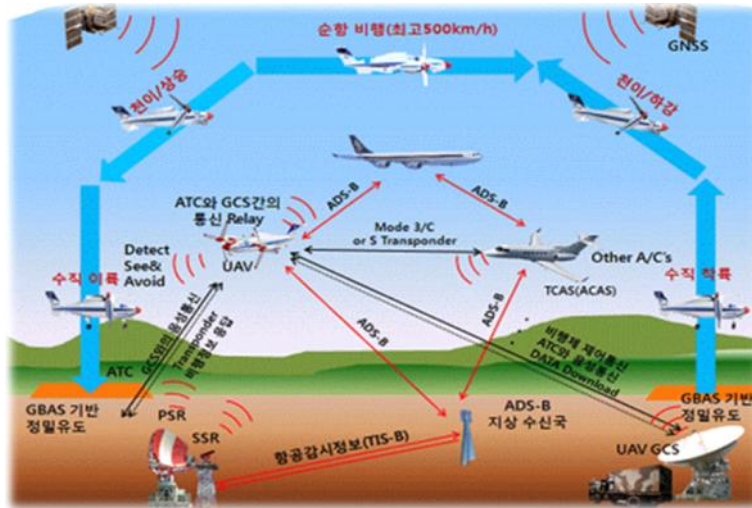
(출처: 국토교통부 홈페이지, 2013.)

<그림 7> 민간공역에서 무인항공기 운용을 위한 인프라 체계



(출처: 국토교통부 홈페이지, 2013.)

<그림 8> 민간 무인항공기 종합운영체계 개념도



(출처: 국토교통부 홈페이지, 2013.)

3) 비행금지구역과 비행제한구역

12kg 이하 무인비행장치라도 모든 조종자가 반드시 준수해야 할 안전 수칙을 항공법에 정하고 있다. 조종자는 장치를 눈으로 볼 수 있는 범위 내에만 조종해야 하며 특히 비행금지구역 또는 150m 이상의 고도에서 비행하려는 경우는 지방항공청장의 허가를 받아야 한다. 수도권외의 경우, 비행금지구역(P-73A, P-73B, P-518)에서의 비행은 사전허가가 필요하며, 비행제한구역(R-75)에서도 고도 150m 이상에서의 비행은 사전허가가 필요하다. 비행허가 신청은 비행일로부터 최소 3일 전까지, 국토교통부 원스톱민원처리시스템(www.onestop.go.kr)을 통해 신청과 처리가 가능하다. 조종자 준수사항을 위반할 경우 항공법에 따라 최대 200만원의 과태료가 부과된다.¹⁴⁾

14) 한국모형항공협회(www.k-ama.org), 2014. 8. 12 네이버 검색

<그림 9> 수도권 공역도



(출처: 한국모형항공협회, 2014.)

4) 민간 무인항공기 활용분야

민간 무인항공기의 활용분야는 공공분야와 민간분야 전반에 걸쳐 두루 이용이 가능하다. 전체적으로 항공운송업, 항공기 사용사업, 기타사업으로 분류할 수 있으며 항공 운송업에서는 항공화물 운송을 들 수 있다.

항공기 사용사업에는 국토/해양감시, 항공촬영, 도서지역 응급환자 수송, 농약살포, 산불감시/진화, 수색/구조 등이다. 이외에 연구용(기상관측, 항공장비 시험 등) 사업과 건설 및 국토활용 사업 등 기타사업에 이용할 수 있다.

<그림 10> 민간 무인항공기 활용분야



(출처: 국토교통부 홈페이지, 2013.)

바. 무인항공기시스템 적용유형

1) 쿼드로터 타입 무인항공기

쿼드로터 타입 무인항공기는 헬기형태의 무인항공기로 회전익이 4개 이상인 무인항공기이다. 쿼드로터 타입의 장점은 일정 고도에서 안정적인 정지비행이 가능하다는 것과 바람의 영향에 상대적으로 강하다는 점이다. 그리고 소수의 회전익이 고장을 일으켜도 추락하지 않고 최소한의 기본비행이 가능하다는 점도 장점으로 들 수 있다. 그러나 속도측면에서는 고정익 타입 보다 약하다는 단점이 있다. 일반적인 쿼드로터 타입 무인항공기의 제원은 다음과 같다.

<표 5> 쿼드콥터 타입 무인항공기의 일반적 제원

구분	제원
크기	폭(Width): 87cm, 길이(Length): 87cm
최고직경(Top Diameter)	106cm
무게(Weight)	1kg(PL + 0.5kg)
최대고도(Max altitude)	2,438m
최대속도	50km/h

<그림 11> 쿼드콥터 타입 무인항공기(미국)



(출처: 무인기의 시대(2013), NOVA(www.thevalues.co.kr), 2013.)

<그림 12> Volocopter VC200(독일)



(출처: 무인기의 시대(2013), NOVA(www.thevalues.co.kr), 2013.)

2) 고정익 타입 무인항공기

고정익 타입 무인항공기는 헬기타입이 아닌 일반기(세스나기)형태의 무인항공기이다. 고정익 타입의 장점은 기체의 무게가 가볍고 상대적으로 빠른 비행속도를 구현할 수 있다는 것과 비행소음이 적다는 점이다. 그리고 소수의 회전익이 고장을 일으켜도 추락하지 않고 최소한의 기본 비행이 가능하다는 점도 장점으로 들 수 있다. 그러나 일정고도에서의 저속 또는 정지상태의 안정적인 채공능력은 쿼터로터 타입 보다 약하다는 단점이 있다. 일반적인 고정익 타입 무인항공기 제원은 다음과 같다.

<표 6> 고정익 타입 무인항공기의 일반적 제원

구분	제원
크기	폭(Width): 1.4m, 길이(Length): 0.9m
무게(Weight)	2.5kg
최대고도(Max altitude)	152m
채공시간	60~90분
최대속도	80km/h

<그림 13> 고정익 타입 무인항공기



(출처: LG-CNS 자료제공, 2013.)

2. 무인항공기 개발동향

최근 조종사가 없이 스스로 비행을 할 수 있는 무인항공기를 미국이 군사용으로 개발된 무인항공기를 최근 상업용으로도 쓸 수 있게 허용하였다. 무인항공기는 조종사 없이 사전에 입력된 프로그램에 따라 비행하거나 주위 환경을 스스로 인식하고 판단해서 자율 비행하는 비행체를 말하며 넓은 범위에서는 원격조정되는 비행체도 무인항공기에 포함될 수 있다. 무인항공기는 헬리캠이라고 하는 방송촬영장비에도 사용되고 있고, 무인헬리콥터는 병충해를 감시하고 방공 방제를 하는데 사용되기도 한다. 이 뿐만 아니라, 우리 일상에서 흔히 접할 수 있는 배달서비스에도 무인항공기가 활용될 예정이다. 모 피자업체에서는 GPS를 활용하여 제어할 수 있는 헬리콥터형 무인항공기를 이용해서 피자배달을 시연하기도 했고, 도서배달이나 손님이 주문한 음식을 식탁까지 배달하는 서비스를 제공하는데도 무인항공기가 활용될 예정이다.

미국의 경우, 상업용 무인항공기를 허용하기 위한 움직임을 가속하고 있다. 미국연방항공청(FAA)은 무인항공기(드론)의 연구와 테스트를 담당할 6개 지역의 기관·단체를 선정해 발표했다. FAA는 현재 상업용 무인항공기를 허용하고 있지 않지만 오는 2015년말까지 상업용 무인항공기 가이드라인을 마련한다는 방침이어서 이번 연구지역 선정은 이를 위한 수순으로 보인다. FAA는 “24개 주에서 25건의 지원을 받아 지난 10개월간 선정 작업을 했다”며 “지리, 기후, 위치, 기반시설, 안전을 종합적으로 검토해 6곳을 최종 결정했다”고 밝혔다. 선정된 곳은 알래스카대학과 네바다주, 뉴욕 그리피스 국제공항, 노스다코다 상무부, 텍사스주 A&M대학, 버지니아텍이다. 뉴욕은 인구밀집 지역인 북동부 상공에서 무인항공기 활용 방안을 연구하는 데 적격이라는 점이 고려됐으며, 네바다는 주변 군 기지와 접근성을 이유로 선정됐다.

지금까지 미국의 무인항공기는 주로 군사용으로 이용돼 왔으나 최근 미국 연방정부와 주정부는 물론 기업체와 농업계뿐 아니라 대학까지 무인항공기 개발에 나서고 있다. 또한 세계 최대 온라인 소매업체 아마존의 제프 베조스 최고경영자(CEO)가 이르면 2015년 소형 무인항공기를 이용한 택배 서비스를 시작하겠다고 밝히고 있다. 또한 2013년 말 최대 2.3kg 무게의 짐을 싣고 최대 16km 떨어진 지역까지 물품을 배송하는 프라임 에어 프로젝트를 도입할 것이라고 밝혔다.¹⁵⁾ FAA는 앞으로 5년 내 7500대의 무인항공기가 미국 내에서 운용될 것으로 추산했고 관련 업계에서는 7만개 이상의 일자리 창출이 가능하다고 전망했다. 앤서니 폭스 교통장관은 성명에서 “이번 연구·테스트 지역 선정으로 국내 상공에서 무인항공기 첨단기술을 안전하게 선보일 수 있을 것”이라고 했다. 그러나 상업용 무인항공기를 반대하는 목소리도 높다. 시민단체인 미국 자유인권협회(ACLU¹⁶⁾)은 최근 보고서에서 “미국 상공에 무인항공기 운항을 대폭 허용하는 것은 시민의 일거수일투족이 감시되고, 추적 혹은 녹화되는 것을 의미한다”고 비판했다.¹⁷⁾

우리나라의 무인항공기 연구도 다양한 분야에서 시도되고 있다. 조난 사고가 일어난 곳이나 재해현장에서 자유롭게 움직이면서 협동 작업을 하는 소형 무인항공기들은 항공모함 역할을 하는 비행선에서 이륙해서 서로 부딪치지 않도록 정밀제어와 충돌회피 같은 항공기술이 적용되고 있다. 최근에는 수직이착륙이 가능한 틸트로터형 무인항공기도 우리 기술로 개발되었으며, 헬기처럼 프로펠러로 이륙한 뒤 전진할 때는 프로펠러가 수직으로 전환되어 날아가기 때문에 활주로가 필요 없다.

15) Business Watch(m.bizwatch.co.kr), ‘HD방송 드론조종...’ LTE 어디까지 진화할까, 2014. 3.

16) ACLU(American Civil Liberties Union) : 미국자유인권협회, 인권과 언론의 자유옹호를 위한 유엔의 자문기관

17) ‘美 `상업용 무인기` 허용 빨라진다...6개 연구지역 선정’, etnews(<http://etnews.com>), 2013. 12. 31검색

이밖에도 대한항공은 미국 보잉사와 함께 유인헬기를 무인헬기로 개조하는 기술에 대해서 본격적으로 추진할 계획이다. 또한 2014년 들어 세종대학교 비행로봇연구팀과 LG유플러스는 공동으로 드론과 LTE망을 접목하여 전국을 범위로 드론과 연결된 지상의 스마트기기로 실시간 고화질 영상의 스트리밍이 가능한 기술을 개발하였다.¹⁸⁾ 이러한 상용(LTE 등)통신망의 이용이 가능해짐에 따라 기존 약 1km에 불과하던 드론과 지상통제시스템의 통신거리가 제한없이 통제와 데이터통신이 가능해질 수도 있음을 의미한다.

무인항공기가 민간영역까지 확대되면서 관련 산업도 많이 발달하고 있으며, 연구가 활발히 진행되는 만큼 특허출원도 증가하고 있다. 민간영역으로 확대되는 무인항공기의 미래시장을 확보하기 위해서 관련 기술과 특허권 확보를 위해 경쟁이 점점 치열해지고 있어서, 특허청에 따르면 1992년부터 2011년까지 무인항공기 관련 국내 특허출원은 총 282건이라고 한다. 이 가운데 205건이 2007년에서 2011년 사이에 출원되어, 특허출원 증가율이 270%를 상회한다. 기술별로 보면, 비행제어기술, 지상통제 및 통신기술, 이착륙 기술, 임무탑재 기술 등의 특허출원이 큰 폭으로 증가한 것으로 나타나고 있다. 이런 점을 볼 때, 항공기술과 정보통신기술이 융합되고 있는 추세로 무인항공기 분야에서도 ITC 기술이 차지하는 비중이 점점 높아지고 있다고 볼 수 있다.¹⁹⁾

우리나라는 IT분야에서 세계적인 기술수준을 가지고 있으며, 정부에서도 ICT 분야에 대한 다각적인 지원을 아끼지 않겠다는 의지를 나타내고 있다. 그만큼 정보통신기술이 융합된 무인항공기 분야에서 세계시장을 주도할 여건은 갖추어져 있다. 이제 무인항공기 개발과 실용화가 성공하기 위해서는 국가차원의 인증제도와 같은 제도적인 뒷받침이 이루어져야

18) Business Watch(m.bizwatch.co.kr), 'HD방송 드론조종...' LTE 어디까지 진화할까, 2014. 3.

19) '무인항공기의 활용과 국내 특허 현황은?', YTN 사이언스 투데이, 2013. 11. 12 검색

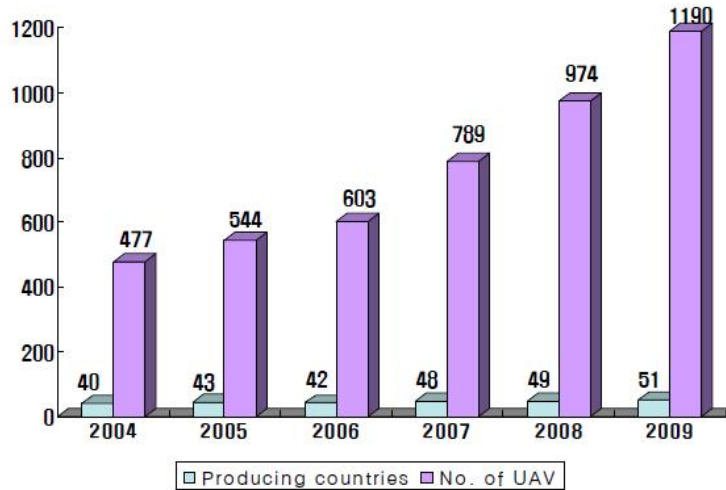
하고, 유인항공기와 무인항공기 통합항공관제 등 운영관리 인프라를 갖추어야 할 것이다.

3. 무인항공기 시장전망²⁰⁾

가. 무인항공기 증가추세

세계적으로 무인항공기가 증가하는 추세이며 2004년 477대였던 것이 2009년에는 1,190대로 증가하였다. 무인항공기 개발국가도 2004년 40개국에서 2009년에는 51개국으로 증가하였다. 나라별로 무인항공기 보유 대수 순위를 보면, 미국이 1위로 386대이며, 2위가 이스라엘로 83대, 3위 프랑스 77대, 4위 영국 65대, 5위 러시아 59대, 6위 독일 39대 순이다. 우리나라는 2009년 현재 25대(2.1%)로 세계 11위이다.

<그림 14> 연도별 무인항공기 제작국 및 대수



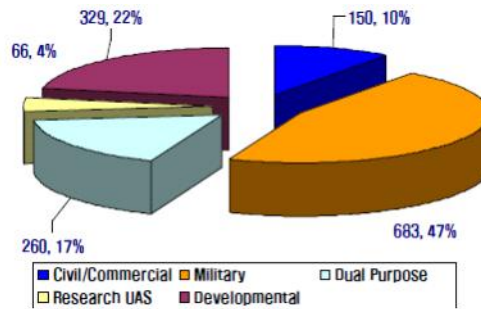
(출처: 교통안전공단, 2009.)

20) 최영재, 무인항공기 안전관리제도 구축 연구, 교통안전공단, 2009.12

나. 무인항공기 시장규모

2009년 현재 전체 무인항공기 시장에서 군수용이 47.8%,민수용이 10%를 점유하고 있으며, 모두 점차 증가하는 추세에 있다.

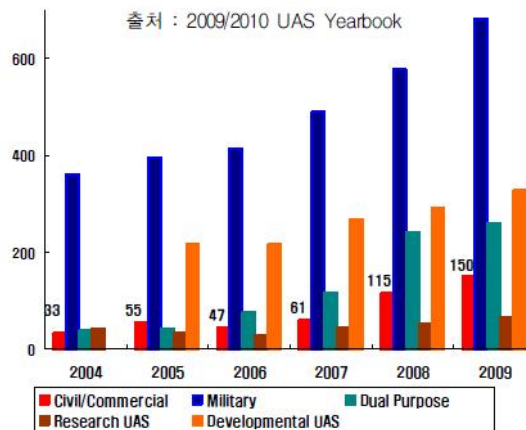
<그림 15> 무인항공기 시장현황(2009년)



(출처: 교통안전공단. 2009.)

무인항공기 산업동향은 1990년 후반부터 연평균 12%이상 급성장하고 있으며, 무인항공기 분야에 대한 지출도 매년 2009년 현재 수준의 배 이상이 될 것으로 예상된다.(2009년을 기준으로 향후 10년간 총 5백 50억 달러 시장규모)

<그림 16> 무인항공기 산업동향



(출처: 교통안전공단. 2009.)

또한 2014년 국내 언론보도 자료에 의하면, 미국 방산전문 컨설팅업체 '틸 그룹'에서 파악한 무인항공기 시장은 2013년 60억 달러 규모까지 성장했다. 이중 군사용 무인항공기 시장이 90% 이상을 차지하고 있는 것으로 드러났다. 앞으로 무인항공기 시장은 2020년까지 연평균 8% 이상 성장해 2022년에는 114억 달러이상 규모로 성장할 것으로 전망하였다. 또한 미국 내 무인항공기 수는 2009년 146대로 시작해 2013년에는 545대가 등록됐으며 미 연방항공국(FAA)은 2018년에는 7500대 이상의 민간 무인항공기가 승인을 받을 것으로 내다보고 있다.²¹⁾

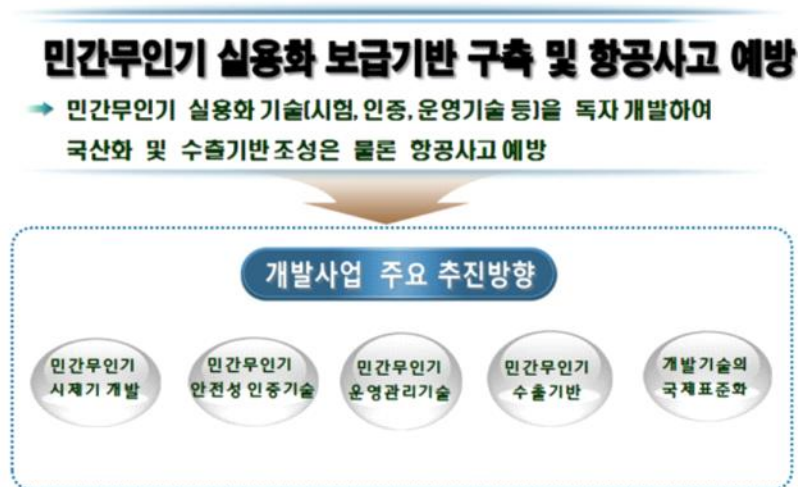
21) '[드론 2014]@드론 10문 10답', chosun biz, 2014. 5.

제2절 선행연구

1. 국토교통부²²⁾

국토교통부는 ‘민간 무인항공기 실용화 기술 개발’ 연구를 수행하고 있으며 그 내용은 다음과 같다.

<그림 17> ‘민간 무인항공기 실용화 기술 개발’ 연구의 개요



(출처: 국토교통부 홈페이지, 2013.)

세부 추진계획(안)을 보면, 사업명은 ‘민간 무인항공기 실용화 기술 개발’이며 사업기간은 2013년 ~ 2022년 까지 추진한다. 사업은 총 2단계로 추진되며 1단계(2013~2014년)는 안전성 인증기준 개발 등 준비단계이고 2단계(2015~2022년)는 시제기 개발 등 실용화기술 개발 및 시범운영 단계이다. 현재 2단계 개발 사업 추진을 위한 사전 예비타당성조사를 신청(‘13.7월)하여 관계부처(기획재정부 · 미래창조과학부 등)와 협의를 진행 중이다.

22) 국토교통부 홈페이지 자료(http://www.molit.go.kr/USR/WPGE0201/m_35405/DTL.jsp), 2013. 11. 4 검색

사업의 주요내용은 다음과 같다.

- 사업내용: 민간무인항공기 시제기 개발을 통해 설계 · 제작 · 인증 · 시험 원천기술과 운영체계 · 원격통제소 등 운영관리 인프라 등을 개발 구축하고 시범운영을 거쳐 국내보급 및 수출기반 조성
- 활용범위 : 국토 · 해양감시, 촬영, 농약살포, 산불감시 · 진화, 수색 구조, 기상관측, 화물운송 등 다목적으로 활용 가능
- 기대효과 :
 - 국산 민간무인의 실용화 개발과 보급기반 구축을 통하여, 국토 · 해양감시, 촬영, 농약살포, 환자수송, 수색구조, 기상관측 등 다목적 활용과 안전관리체계 구축을 통해 사고 예방에 기여
 - 국내 민간무인항공기 기초기술의 실용화를 유도하고 무인항공기 산업을 미래 창조경제산업으로 육성하여 일자리창출 등 항공산업 발전에 기여
 - 산간 · 도서지역에 긴급 항공서비스 제공, 재난사고 대응(피해지역 실시간 상황전파 등) 등 국가 균형발전에도 도모
- 향후계획 :
 - 민간 무인항공기 인증기준 개발과 실용화를 위한 관련 법 · 제도 정비 등 추진(2013~2014년)
 - 민간 무인항공기 실용화기술 개발(인증용 시제기 개발 등)을 위한 예비타당성조사 추진(2013년~2014년)
 - 예비타당성 조사 통과 시 2015년부터 본 개발 추진

2. 교통안전공단²³⁾

무인항공기 관련연구로 국토교통부에서 발주하고 교통안전공단이 2009년 12월에 수행한 ‘무인항공기 안전관리제도 구축 연구’ 사례가 있다. 그러나 현재 연구에서 제시한 ‘무인항공기 안전관리제도의 단계별 발전전략’ 로드맵대로 시행되지는 않고 있는 실정이며 연구의 내용은 다음과 같다.

가. 연구의 내용

- 무인항공기 안전에 관한 해외사례 수집 및 분석
 - 무인항공기 개발 및 운용 현황 분석
 - 무인항공기 안전제도에 관한 해외사례 분석 및 벤치마킹
- 무인항공기 기술기준(안) 개발
 - 무인항공기 기술 동향 자료 수집
 - 항공선진국의 무인항공기 기술기준 분석
 - 필수안전장비 등 무인항공기 시스템 요건 검토
 - 무인항공기 기술기준(안)제시
- 무인항공기 안전성 인증검사 절차 수립
 - 무인항공기 안전성 인증을 위한 기준 개발
 - 안전성 인증을 위한 검사항목 및 절차 개발
 - 국가기관 무인항공기 안전성 검사 방안 제시
- 운항안전을 위한 무인항공기 운항기준(안)개발

23) 최영재, 무인항공기 안전관리제도 구축 연구, 교통안전공단, 2009.12

- 무인항공기의 민간관제공역 운항 요건 및 허가 절차
- 무인항공기 비행규칙 및 관제 절차
- 무인항공기 운영기관의 구비요건 및 운항안전 기준(절차)
- 무인항공기 운용요원의 자격 및 교육훈련 기준

나. 연구결과 요약

1) 무인항공기 안전관리제도 개선 방향

- 무인항공기 안전관리 방향
무인항공기 안전관리 원칙, 운영자의 안전성 입증책임, 무인항공기 기술기준 제정, 무인항공기 특별운영증명(CAO) 도입
- 새로운 무인항공기 안전관리제도 구축 방안
안전관리체계 구성요소 : ICAO Annex 검토, 운용요원 자격관리제도, 운항 및 비행절차, 항공교통관제 및 통신, 항공기술
- 무인항공기 안전관리제도의 단계별 발전전략

2) 무인항공기 안전관리제도 법제화 방안

- 항공법을 개정하지 않는 경우
항공법의 근거조항 : 항공법시행규칙 제196조의2, 무조종사항공기 비행안전을 위한 운영기준, 무조종사항공기 비행안전을 위한 기술상의 기준
- 항공법을 개정하는 경우
항공법규 개정안, 무인항공기 운항기술기준

3. 대전시

대전시와 국방기술품질원이 개발한 멀티콥터는 4세대 이동통신(LTE)망을 통한 원격 조정과 실시간으로 영상전송이 가능하다. 최근 국방벤처센터 출범 10주년을 맞아 서울 용산 전쟁기념관에서 LTE망을 통해 대전 테크노파크 인근 주차장에 있는 지능형 무인 비행로봇 ‘멀티콥터’의 시험 원격 조종에 성공했다.²⁴⁾

<그림 18> 대전시와 국방기술품질원이 개발한 ‘멀티콥터’



(출처: 로봇신문사, 2013.)

4. 무인항공기이용 선로 감시운용기술(LG-CNS)

- 목적 : 인력 및 유인헬기 기반의 육안에 의존한 노후화된 송전선로 순시점검의 한계극복을 위해, UAV + ICT를 이용한 송전선로 순시점검 시스템을 개발하여 효율성을 극대화 한다.

24) LTE망 기반 무인 비행로봇 원격조종 성공(<http://blog.naver.com/kips1214>), 로봇신문사, 2013. 7. 2

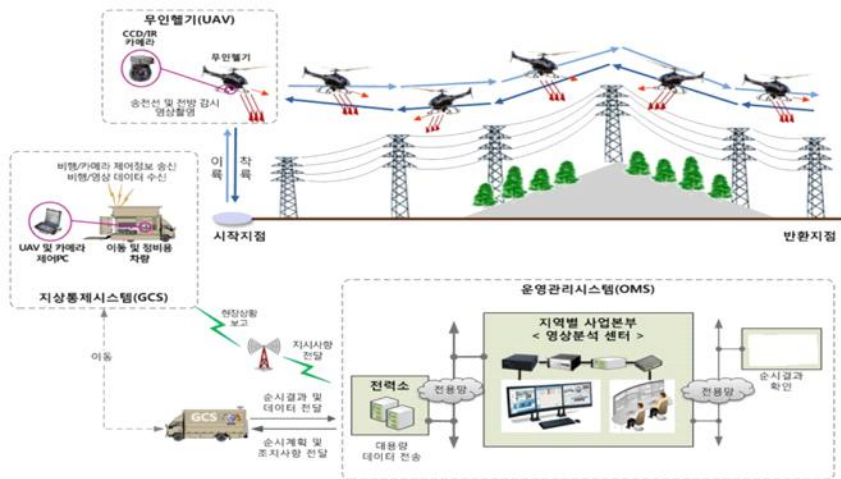
<그림 19> ‘무인항공기이용 선로 감시운용기술 개발’의 개요



(출처: LG-CNS 자료제공, 2013.)

○ 서비스 및 운용개념 : 육안관측과 동일한 수준의 고해상도 영상을 무인헬기에 탑재된 카메라로 촬영하여 분석장치를 통한 선로의 이상유무를 정밀하게 분석할 수 있는 서비스와 시스템을 제공한다.

<그림 20> 서비스 및 운용개념



(출처: LG-CNS 자료제공, 2013.)

제3장 무인항공기시스템의 국내외 기술동향 분석

제1절 국내외 특허기술 동향

1. 특허현황 조사방법

본 과제의 내용과 관련성이 높은 특허출원 및 등록 정보 조사를 위해 특허검색 DB인 한국특허정보검색서비스(<http://www.kipris.or.kr>)를 사용하여 조사하였다. 위의 검색 DB에서 본 연구의 조사대상과 관련성이 높다고 판단되는 국내외 특허출원 및 등록정보에 대해 권리부분은 특허와 실용부분을 대상으로 하였으며 특허 공개년도는 2008년~2013년, 특허 출원년도는 2009년~2013년을 대상으로 조사하였다. 특허현황 조사의 내용을 정리하면 다음과 같다.

- 권리부분 : 특허 및 실용
- 행정처분 : 거절 / 등록 / 소멸 / 무효 / 취하 / 포기 / 공개
- 분류통계 : 공개년도(2008년~2013년), 출원년도(2009년~2013년)

2. 특허현황

특허동향 조사는 무인항공기(UAV)와 무인항공기시스템(UAS)에 관하여 실시하였고 그 결과는 무인항공기(UAV) 관련하여 한국 302건, 미국 2902

건, 유럽 507건, 일본 99건이 조사되었고, 무인항공기시스템(UAS)과 관련해서는 한국 114건, 미국 3108건, 유럽 381건, 일본 40건이 조사되었다.

<표 7> 무인항공기 관련 특허현황(2013년 기준)

구성요소	특허실용
무인항공기(UAV)	한국 302건, 미국 2902건, 유럽 507건, 일본 99건
무인시스템(UAS)	한국 114건, 미국 3108건, 유럽 381건, 일본 40건

3. 특허정보 분석결과

무인항공기와 무인항공기시스템의 특허정보 분석결과는 다음과 같다.

가. 무인항공기 (UAV)

무인항공기의 특허정보 분석결과를 정리하면 다음과 같다.

- 무인항공기 충돌방지 및 위치식별 관련 특허
- 무인항공기 센서 데이터 수집 방법
- 실시간 영상 시뮬레이터 및 훈련 시뮬레이션
- 무인항공기 원격 조정
- 비행제어 및 디지털 제어장치 분야 등

나. 무인시스템 (UAS)

무인항공기시스템의 특허정보 분석결과를 정리하면 다음과 같다.

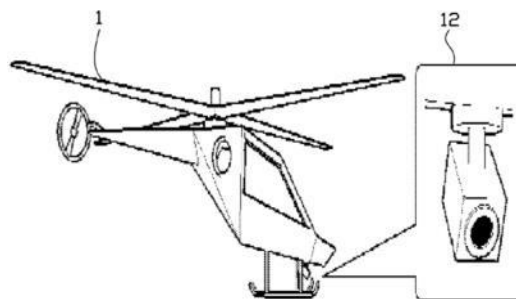
- 무인항공기, 지상통제 시스템을 포함한 항공장치
- 저고도 및 고고도용 복합체 무인항공기 시스템

- 무인항공기 조종 시스템 및 방법
- 무인항공기 안전 시스템 등

4. 해외 특허사례(혼하이정밀 무인항공기(UAE) 특허)

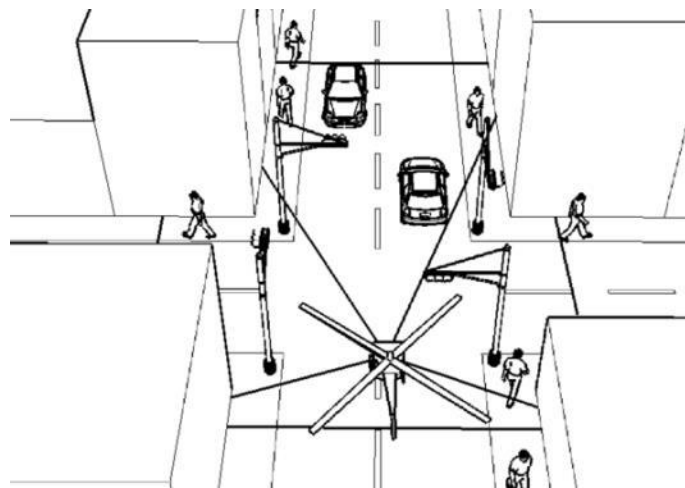
무인 항공기의 활용 영역이 점점 넓어지고 있다. 지난해 말 미국의 오바마 대통령은 미국의 민간 무인 항공기 사용을 전면 허용하는 법안에 서명한 바 있다. 더이상 무인 항공기는 정부 차원에서 활용되는 것만이 아니라, 민간영역으로까지 활용영역이 크게 확대될 전망이다. 보통 무인 항공기는 정찰, 감시업무 목적으로 사용하였으나 최근 방송 촬영 등 사용처가 다양해지고 있다. 최근 영국의 한 피자 업체는 무인 항공기 드론을 이용하여 피자를 배달하여 큰 화제를 모았으며, 한국도로공사에서도 지난여름 휴가철에 감시 카메라가 포함된 무인 비행선을 통해 교통법규 위반 차량을 단속하기도 했다. 이렇듯 이제 무인 항공기 기술은 실생활 가까이에서 활용할 수 있게 되었다. 최근 혼하이 정밀은 무인 항공기를 통해 차량흐름을 관리하는 방법에 대한 특허를 출원하여 미국 특허청에 의해 공개되었다(US20130287261).

<그림 21> 무인 항공기의 이미지 캡처 장치



실시간으로 무인 항공기의 이미지 캡처 장치를 통해 도로의 상황을 감시하는데 차량뿐만 아니라 사람의 수를 파악하여, 도로가 혼잡한 정도에 따라 교통 신호 상태를 관리한다. GPS를 이용하여 실시간으로 영상 좌표 데이터를 감지하고, 전자 나침반을 이용하여 영상의 방향을 파악한다.

<그림 22> 실시간으로 도로영상을 촬영하는 무인 항공기



또한, 차량 흐름을 분석한 내용은 전자지도에서 실시간으로 볼 수 있으며, 전자지도에서 화살표의 방향은 영상에서 캡처된 이미지의 방향을 의미한다. 사람의 수는 숫자에 원으로 표시하고, 자동차의 수는 숫자만으로 구분하여 도로의 사람 수와 자동차 수 현황을 쉽게 파악할 수 있다. 도로에서 지나다니는 사람의 수와 자동차의 수는 미리 정한 값을 넘어가면, 사람과 자동차의 통과 시간을 늘리는 차량제어 신호를 생성하여 혼잡한 교통 흐름을 정리한다.²⁵⁾

25) 박진영, 페이턴트샷(patentshot@patentshot.co.kr), 2013. 11. 12일 네이버 검색

5. 국내기술 수준 분석 및 경찰 무인항공기시스템 구성방안

국내 기술현황과 동향을 보면 전반적으로 선진국의 부분품이나 기초소재를 사용하여 어플리케이션 산업의 발전으로 이어지는 경향을 보인다. 무인항공기시스템의 구성은 비행체, 탑재장비, 무선조종시스템, 지상통제장비, 통신시스템 등으로 구성된다.

우리나라의 무인항공기 비행체 제조기술은 선진국의 초기수준에 머물러 있으며, 특히 비행체 디자인 및 기체제조부문은 장기간의 노하우와 자본력을 갖춘 대규모 장기투자가 필요한 분야이므로 앞으로도 상당기간 극복이 어려운 분야로 보인다. 또한 세계시장에서 검증이 완료(Proven)된 비행체 모델(Model)이 전무하다는 것도 국내기술의 약점으로 지적할 수 있다. 군에서 개발한 최신형 무인항공기인 송골매가 2회의 추락을 경험한 것은 무인항공기 기체개발이 얼마나 많은 시간과 투자가 필요한 어려운 일인가를 단적으로 증명해 주는 사건이다.

탑재장비 분야는 임무의 목적 및 필요에 따라 각종 센서, 광학장비, 팬(Pan)/틸트(Tilt) 등을 조합(Assembly)하여 구성하고 이를 일체화하여 지상통제장비를 통하여 무선으로 제어하는 통합운영기술의 개발이 필요한 분야이다. 이 분야도 아직은 초보적인 수준에 머물러 있는 실정이다. 그러나 이 탑재장비 분야는 우리나라의 발전된 IT기술을 기반으로 개발하면 빠른 시간에 선진국 수준으로 도약할 수 있을 것으로 판단된다.

지상통제장비는 무선조종시스템과 일체화되어 비행항법장치, 조종영상 모니터링, 비행데이터 모니터링, 무선조종 컨트롤러, 무인비행 프로그래밍, 탑재장비 모니터링 등 각각의 모듈별로 소프트웨어(S/W) 및 하드웨어(H/W)에 대해 상당 부분은 해외 상용제품을 수입하여 대체하고 일부

는 국내에서 개발하여 대형화물차량을 개조한 이동형 지상통제센터를 구성하는 수준이다.

통신시스템 부문은 국내 자체제작이 가능한 수준까지 도달한 상태로 보여진다. 통신시스템은 무인항공기 조종을 위한 통신(주로 UHF 통신망)과 탑재장비 자료수집을 위한 통신(VHF, LTE 통신망 등)이 분리되어 구성되어야 하고 바이너리, 텍스트, 영상 등 통신량 및 속도에 따라 통신방법 및 채널수의 선택이 필요하다. 또한 안정성 확보를 위해 이중화도 고려대상이다.

이런 측면에서 현재 우리나라 무인항공기 기술의 바로미터는 한국항공우주연구원이 개발한 유·무인 혼용항공기 'OPV(Optical Piloted Vehicle)'에 잘 나타나 있다.²⁶⁾ 한국항공우주연구원은 기존 상용화된 2인승(LSA: Light Sports Aircraft) 비행기인 독일 Flight Design사의 CTLS(2인승) 유인항공기(최대이륙중량: 600Kg, 최대순항속도: 120kts(222 Km/hr), 항속시간: 6시간)의 조종계통을 2중화 무인시스템으로 개조하고 위치와 변위, 자세센서, 통신시스템, 계기 및 엔진데이터 인터페이스 장착을 통해 유인기를 무인항공기로 전환하여 활용할 수 있는 '유·무인 혼용항공기(OPV·Optional Piloted Vehicle)'를 개발했다. OPV는 기존 유인기를 개조해 무인화 하는 것으로 완전히 새로운 무인항공기를 개발하는 것보다 경제적이며 기존의 조종석 공간에 사람 대신 영상레이더(SAR) 등 다양한 장비를 탑재해 활용도를 넓힐 수 있는 것이 장점이다.

또 이 기술은 날개가 고정된 타입인 고정익기와 날개 위치를 변화시킬 수 있는 회전익기 등 모든 종류의 유인 항공기에 적용할 수 있다.

기존 유인기를 무인항공기로 전환해 사람이 직접 수행하기 어려운 3D 환경 임무에 투입할 수 있다. 해양이나 산불, 환경, 교통, 불법어로 감시

26) 한국항공우주연구원, 유·무인 혼용항공기 개발, 대전일보, 2014. 05. 29

등 반복적이거나 장기체공이 필요한 임무를 수행할 때 효율적으로 운용할 수 있다.

<그림 23> 한국항공우주연구원이 개발한 유·무인 혼용항공기



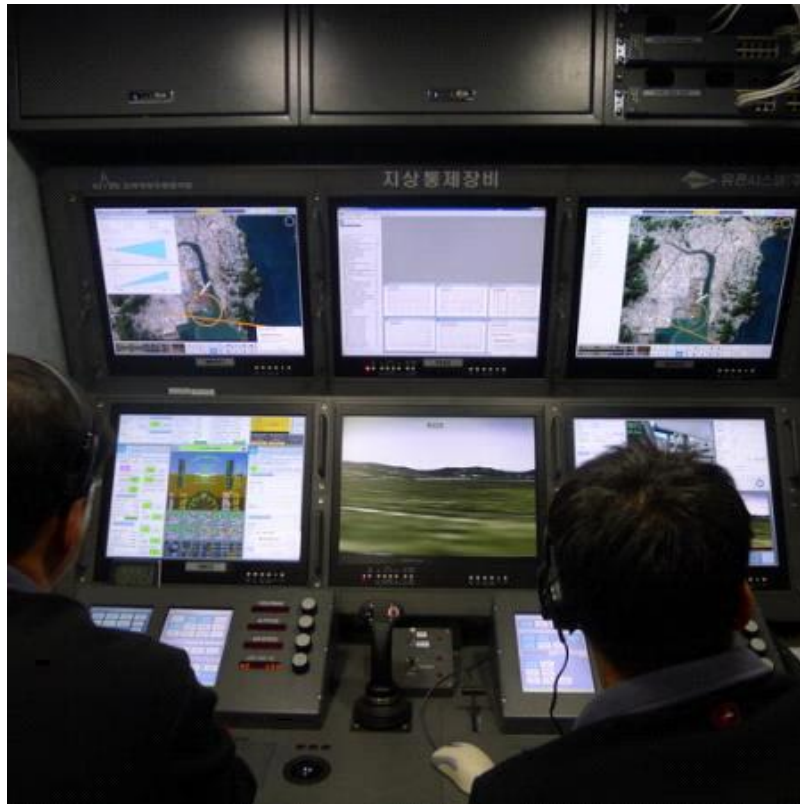
(출처: 한국항공우주연구원. 2014.)

<그림 24> 유·무인 혼용항공기 내부



(출처: 한국항공우주연구원. 2014.)

<그림 25> 무인항공기시스템(UAS)의 지상통제실(GCS) 내부



(출처: 한국항공우주연구원, 2014.)

6. 분석결과 유의점

기술동향 분석결과의 유의점은 여러 가지가 언급될 수 있으나, 특히 본 연구에 의한 제안이 실행될 경우, 경찰행정 임무에 필요한 비행기술 및 운영·유지기술 개발에 있어 개발 결과물이 특허 등의 지적재산권을 침해할 가능성이 있는지 전체 개발과정 동안에 지속적인 모니터링을 통한 대응이 이루어져야 할 것이다.

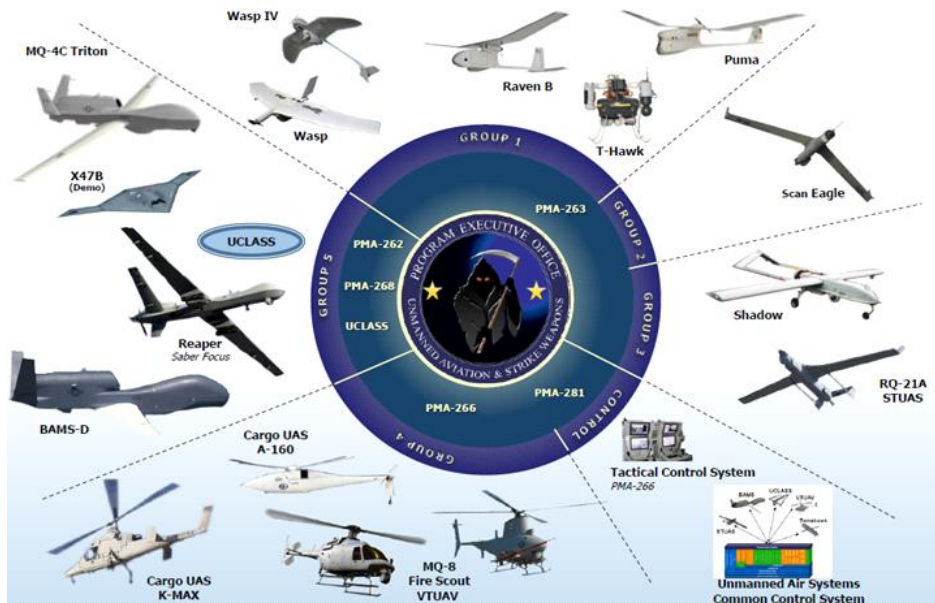
제2절 적용사례 및 시사점

1. 적용사례

가. 미 해군

무인항공기시스템이 가장 잘 도입되어 활용하고 있는 곳 중에 하나인 미 해군에서는 5개 무인항공기 그룹과 컨트롤시스템(Control System)으로 나누어 무인항공기 관련시스템을 다양한 용도로 활용하고 있다.

<그림 26> 미 해군의 무인항공기 관련 시스템 분류

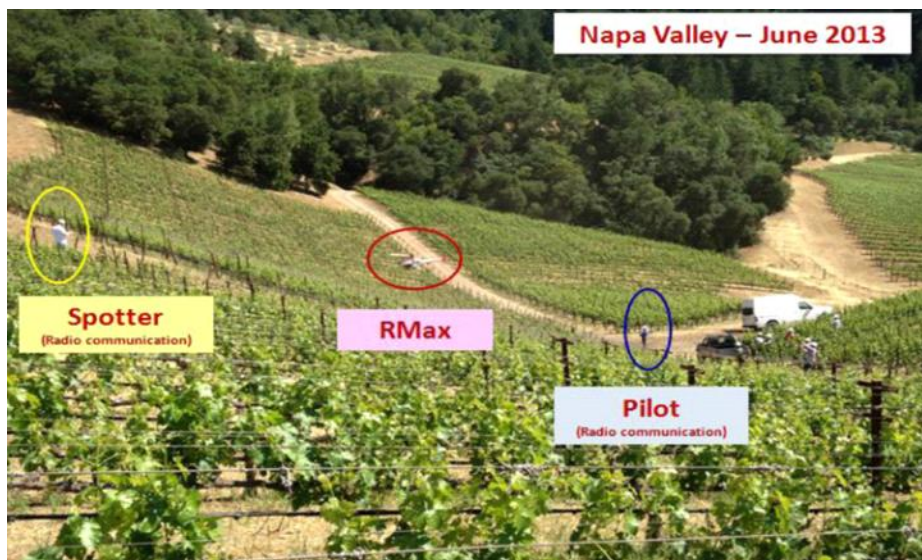


나. 일본과 미국의 농업분야

일본에서는 이미 반자동 무인헬기를 활용하여 다양한 작물재배에 활용

하고 있으며, 일본의 야마하는 농약살포용 무인항공기를 개발하고 있다. 야마하는 20년 동안 2400기 이상의 무인헬기를 판매했고, 이 무인헬기들이 일본 전체 논외 40%에 비료와 살충제를 뿌리고 있다. 국내에도 100대 이상의 야마하 제품이 사용되고 있다.²⁷⁾ 미국은 포도밭과 아몬드밭의 농약살포에도 적용을 검토하고 있다.

<그림 27> 농업분야의 무인항공기(RMax) 적용사례



다. 독일, 호주

독일 철도회사 도이체 반은 4개의 프로펠러를 달고 있는 무인항공기를 기차 차고와 정비소 경계에 활용하고 있다. 최고 지상 500피트 상공에서 지상을 감시하고 영상을 전송할 수 있다. 호주의 폭스스포츠는 크리켓 시합에서 처음으로 무인항공기를 활용한 중계를 실시했다. 이후 스포츠 중계나 재난보도 등에서 무인항공기를 활용한 촬영이 활발하게 이루어지고 있다.²⁸⁾

27) '[드론 2014]@드론 10문 10답', chosun biz, 2014. 5.

2. 시사점 분석

무인항공기 동향을 조사한 바에 의하면 특징적인 동향은 무인항공기 활용범위 확대, 상용 무인항공기시스템 시장 및 기술 부상, 군용 무인항공기시스템 시장 및 기술 성숙, 충돌회피 R&D 활발 등이다. 우선 무인항공기 활용범위는 군사 목적 이외에 교통 및 경찰업무, 정밀 생태 감시, 과수재배 지원 등 무인항공기 적용분야가 증가함으로써 점차 확대되고 있다. 또한 상용 무인항공기시스템 분야에서 2015년부터 미국 상용 무인항공기시스템(UAS²⁹)시장이 오픈되어 많은 업체들이 준비 중에 있어 시장이 활성화될 전망이다. 이에 따라 미국연방항공청(FAA³⁰), 국제민간항공기구(ICAO³¹) 등에서 UAS 법제도 정비 활발하게 진행 중이다.

상용무인항공기 시장에 한발 앞서가는 군용 무인항공기시스템은 시장 확대와 더불어 기술이 성숙단계에 진입하고 있다. 따라서 정부 지원에 따른 군용 UAS 시장 활성화 및 기술 성숙도가 심화되는 단계에 있다.

그리고 군용에서 상용으로 기술이 확대 적용되면서 단독비행이 아닌 집단비행 및 동시비행에 따른 충돌회피 R&D가 활발하게 추진되고 있다. 연구의 결과물로 UAS와 항공기간의 충돌방지를 위한 기술 연구 및 시범사업 활동이 활발해지고 있다.

28) '[드론 2014]@드론 10문 10답', chosun biz, 2014. 5.

29) UAS: Unmanned Aircraft Systems

30) FAA: Federal Aviation Administration(www.faa.gov)

31) ICAO: International Civil Aviation Organization(국제민간항공기구, www.icao.int), 국제민간항공협정에 의하여 1947년에 설립한 UN의 국제민간항공기구임. 국제민간항공의 발전을 도모하고 그의 안전과 질서있는 성장을 보장. 본부의 소재지는 캐나다의 몬트리올. 가맹국은 141개국이며, 한국은 1952년 12월 11일 가입.

<표 8> 무인항공기의 동향 및 시사점

동향	시사점
무인항공기 활용범위 확대	- 군사 목적 이외에 교통 및 경찰업무, 정밀 생 태 감시, 과수재배 지원 등 무인항공기 적용 분야 증가
상용 무인항공기시스템 시장 및 기술 부상	- 2015년부터 미국 상용 UAS 시장 오픈되어 많 은 업체들이 준비 중 - FAA, ICAO 등에서 UAS 법제도 정비 활발하 게 진행 중
군용 무인항공기시스템 시장 및 기술 성숙	- 정부 지원에 따른 군용 UAS 시장 및 기술 성 숙도 심화
충돌회피 R&D 활발	- UAS와 항공기간의 충돌방지를 위한 기술 연 구 및 시범사업 활발

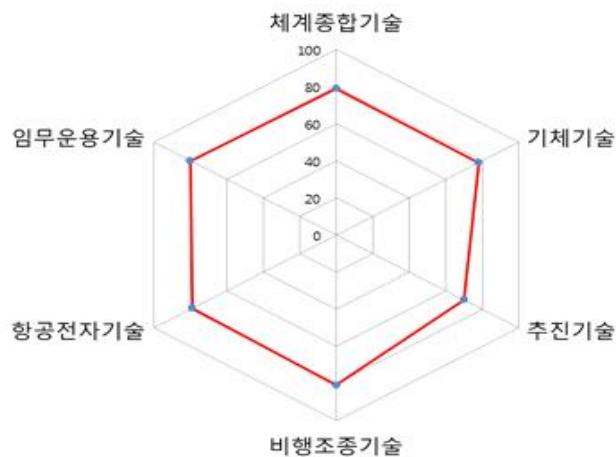
제4장 국내 기술수준 및 효과분석

제1절 국내 기술수준 분석

국내기술의 수준은 IT 통신분야의 경우는 선진국 수준의 기술을 보유하고 있지만 항공전자 및 기계기술은 약 70% 수준으로 낮은 수준을 보유하고 있는 것으로 분석되고 있다.

본 연구의 특성으로 볼 때 핵심개발기술은 ICT기술인 운영기술이며, 항공기계/추진체 기술은 모두 도입을 전제로 한다. 민간의 경우, 항공전자기술은 대부분 도입에 의존하는 기술로서 일반적으로 80%는 과대 측정되어 있는 경향이 있다. 또한 유인기의 경우도 인증된 항공 임베디드 시스템 설계제조기술은 R&D가 최근에 시작되었으며 무인항공기는 유인기 보다 늦게 추진되는 것이 일반적이다.

<그림 28> 무인항공기분야의 국내기술 수준



무인항공기의 핵심기술은 항로통제용 GPS기술이며 현재 휴대폰에 장착할 수 있는 수준에 이르고 있을 만큼 상용화되었다. 그러나 무인항공기가 상업성을 확보하기 위해서는 배터리·모터(엔진)기술의 대용량, 소형화방향의 발전이 가속화되어야 한다. 또한 기체 안정성 확보를 위해 고기능·저가격 구조로 센서기술의 가격경쟁력 확보가 필요하다. 그리고 이들을 통합적으로 운영하기 위해 시스템화된 운영통제기술의 개발이 필요하다. 한국의 무인항공기 기술을 선진국과 비교한다면 연구·개발측면의 수준은 높은 반면, 기체개발과 조종·통제·운영측면에서는 다소 열등한 수준으로 나타나고 있다. 이는 안전성 문제와 직결되어 있는 만큼 기체와 센서 등 주요부품의 사용에 있어 검증된 제품을 사용하는 것이 일반적인 추세이다. 우리나라는 전반적으로 기술력 수준도 높고 시장잠재력도 가지고 있어 성장동력이 충분하므로 시장형성 및 성장동력을 갖기 위한 정부의 관심과 제도적 지원이 절실한 분야이다.³²⁾

32) '[드론 2014]@드론 10문 10답', chosun biz, 2014. 5.

제2절 기술개발 방향 분석

1. STEEP 분석

STEER 분석은 사회, 기술, 경제, 환경, 정치 등의 분야에 대하여 거시환경변화와 변화에 대한 시사점을 분석한 것이다.

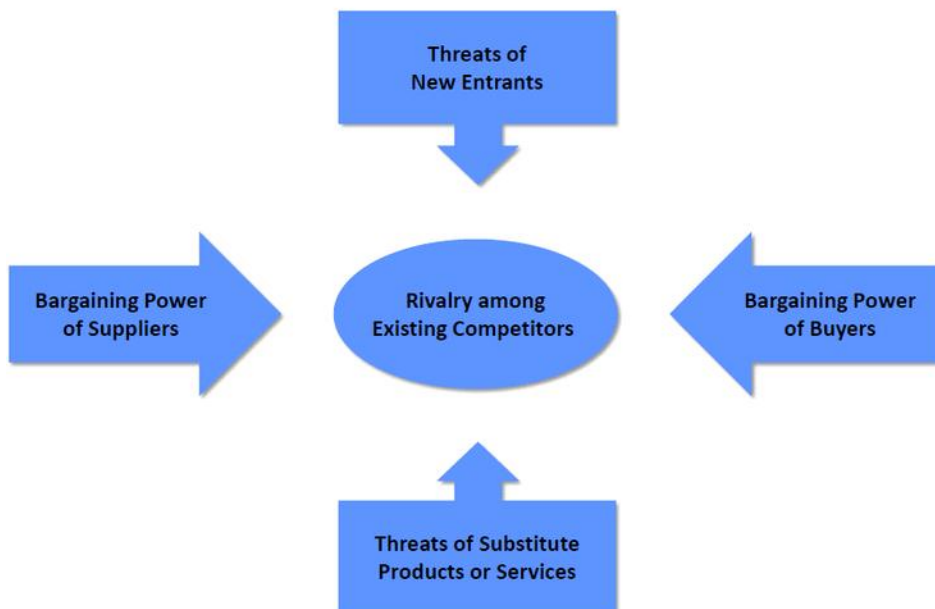
<표 9> STEEP 분석에 따른 시사점

구분	거시환경변화	변화에 대한 시사점
사회	<ul style="list-style-type: none"> - 교통 및 경찰행정의 질적 향상 기대 - 환경보호의 중요성에 대한 사회적 인식의 변화 - 고품질의 다양화된 교통서비스에 대한 사회적 요구의 증대 	<ul style="list-style-type: none"> - 연령간·계층간 다양하고 고급화된 교통서비스에 대한 요구 증대 - 개인 사생활 보호와 더불어 난폭해진 범죄예방에 관심고조 - 교통관리 시스템 통합을 통한 저비용 고효율의 운영관리 시스템 구축에 필요 - 도시 미관에 대한 관심 증대
기술	<ul style="list-style-type: none"> - 친환경 교통체계 구현과 효율적인 교통인프라 구축을 위한 기술개발의 요구증대 - 정보통신의 급격한 발전으로 시공간 제약이 없는 다양한 정보의 수집이 가능해짐 	<ul style="list-style-type: none"> - 정보통신 기술을 활용한 효율적인 교통관리 시스템 구축 필요 - 시스템간 정보연계를 통한 효율적인 운영관리 필요 - 첨단장비 기술개발로 무인 장비 구축 가능 - 시스템 제어방식이 개방형구조로 변함에 따라 시스템 표준 구축이 필요
경제	<ul style="list-style-type: none"> - 환경보전과 산업발전의 균형을 추구하는 지속가능한 경제발전에 대한 요구 - 경제발전과 소득의 증가로 인한 고급서비스에 대한 요구 증대 - 기술 선점에 따른 해외시장 수출에 대한 요구 증대 	<ul style="list-style-type: none"> - 국내 교통/도로/공간 환경에 따른 최적의 무인항공기 기술 및 응용기술 개발 필요 - 정보통신 기술을 이용한 고도화된 교통관리 서비스 제공이 필요함 - 관련 장비 및 응용기술 선점을 통해 세계시장 진출 교두보 확보 필요
환경	<ul style="list-style-type: none"> - 지구 온난화로 인한 생태환경 파괴와 이로 인한 문제의 심각성 증대 - 도로교통 분야의 탄소배출 증가와 환경오염 유발에 대한 문제 인식 증가 - 가치기준 변화로 환경보호에 대한 중요성 증대와 오염원 배출 최소화의 필요성 증대 	<ul style="list-style-type: none"> - 환경요인을 고려하여 배기가스 및 지체를 최소화할 수 있는 장비에 대한 관심 증대 - 현장 장비 설치 최소화로 에너지 소모 감소 필요
정치	<ul style="list-style-type: none"> - 사회안전망 확충 추진 - 교통체계의 고도화를 위한 전국적인 ITS 구축사업 추진 및 지원 	<ul style="list-style-type: none"> - 사회안전망 확충을 위해 보다 효율적이고 체계적인 치안 행정 도입 필요 - R&D 투자확대로 교통 및 치안행정 선진화 할 수 있는 기술개발 필요 - 친환경 원천기술을 개발하고 이를 교통부문에 적극 활용을 위한 적극적인 노력이 필요함

2. 5 Force 분석

5 Forces 분석은 경영과학 분야에서 가장 널리 사용되고 있는 전략 틀로서 산업조직론적 관점에서 산업의 경쟁을 결정하는 요인을 파악하고 경쟁의 강도와 그에 따른 잠재적 수익성을 파악하는 framework을 제공한다. 일반적으로 산업환경 분석에 가장 많이 쓰이는 framework은 3C(Customer, Competitor, Company)로써 세 개의 player 관점에서 시장을 분석하였으나 3C 분석은 시장을 지나치게 단순화한다는 단점에서 세밀한 사업환경 분석을 위해 5 Forces 분석이 주목받고 있다. 이 분석을 통해 경쟁원인, 경쟁강도와 경쟁요인, 산업매력도, 미래 산업환경 예측이 가능하다.

<그림 29> 5 Force 분석의 의미



본 연구개발 사업이 분석하고자 하는 5 Forces는 기존의 연구·개발사업들과의 경쟁 (Rivalry amongst competitors), 신규(잠재) 연구개발사업의 위협 (Threat of new entrants), 요소기술공급자의 교섭력 (Bargaining power of Suppliers), 연구 성과물 수요자의 교섭력 (Bargaining power of Customers), 대체연구개발사업의 위협 (Threat of substitution) 으로 분류한다.

이 모델에 의하면 5 Forces의 영향요인들이 약할수록 연구개발사업의 타당성이 더욱 커진다. 반대로 연구개발 사업간 경쟁이 심할수록, 대체 연구개발사업의 위협이 클수록, 연구개발사업으로부터 발생하는 성과물에 대한 수요자의 교섭력, 연구개발사업을 구성하는 요소기술 공급자의 협상력이 강할수록, 진입장벽이 낮을수록 연구개발사업의 타당성이 약화된다. 5 Forces의 영향 요인을 본 연구개발사업의 관점에서 제시하면 다음과 같다.

○ 기존 국내외 연구개발사업들과의 경쟁 (Rivalry amongst competitors) : 기존 연구개발사업과의 경쟁 정도를 의미하며 연구개발자의 수, 연구개발비용(고정비 등), 연구의 차별성 등이 요인으로 고려된다.

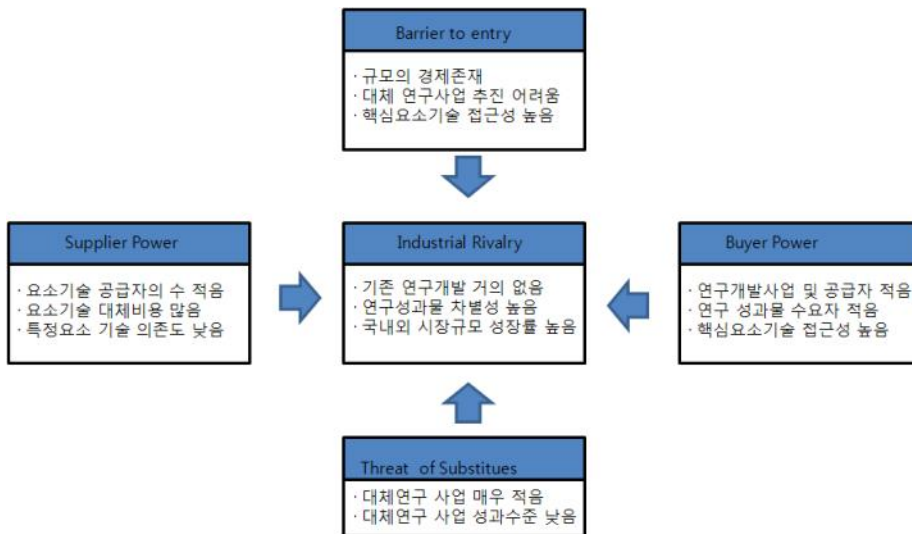
○ 잠재적 연구개발사업의 추진위협 (Threat of new entrants) : 연구개발의 진입 용이성에 관한 요인으로 규모의 경제, 특허권, 정부의 정책, 핵심요소기술의 접근성 등 진입장벽이 높을수록 연구개발의 타당성이 높아진다.

○ 요소기술공급자의 교섭력(Bargaining power of suppliers) : 연구개발사업에 필요한 요소기술 공급자의 교섭능력으로써 요소기술의 비중, 가격, 대체시 발생비용, 의존도 등이 요인으로 작용함. 요소기술의 대체 기술 존재여부, 차별화 등에 따라 교섭력이 좌우된다.

○ 연구 성과물 수요자의 교섭력(Bargaining power of customers) : 연구 성과물 수요자의 교섭능력으로 유사한 성과물을 공급하는 연구개발 사업의 수, 성과물의 차별화 정도, 구매력 등이 요인이며 성과물을 구매하려는 수요자의 교섭능력이 강해질수록 연구개발의 타당성이 저하되고 구매력이 높을수록 타당성이 높아진다.

○ 대체연구개발사업의 위협 (Threat of substitution) : 동일한 연구는 아니지만 유사한 연구개발이나 유사한 기능의 성과품이 제공됨으로써 본 연구개발사업의 수요를 감소시키는 요인을 분석함. 대체연구사업의 종류, 대체 연구성과품의 성능, 교체비용 등이 요인으로 작용한다.

<그림 30> 거시교통정보 수집기술 개발 5 Forces 분석



3. SWOT 분석

관련 기술 보유 기술수준, 역량 및 국내외 시장/정책/환경 등을 고려한 SWOT 분석을 실시하여 기술 개발 전략방안을 수립한다.

가. 기술적 강점요인(Strength)

- 세계적으로 경찰 운영 장비는 첨단화, 슬림화, 고성능화 되어 가고 있는 추세이며, 기술 개발의 패러다임도 융복합, 통합화하는 방향으로 전환됨에 따라 기술적 변화를 반영한 개선이 요구된다.
- 이러한 사회적 Needs에 부응하기 위한 무인항공기 개발 기술수준은 세계적으로서 그 핵심요소기술과 서비스 상용화 기술별로 편차는 있으나 전반적으로 상위권에 있는 것으로 파악된다.
- 기존의 ITS와 정보 및 인프라를 공유하고 연계하여 운영할 수 있는 기반시설과 환경이 조성되어 있다.
- 폭넓은 관련 기반기술이 이미 개발되어 있으며, 국내의 기술수준 또한 높아 무인항공기를 활용한 경찰행정 지능화 기술 구현에 대한 기술적 장벽이 낮아 개발이 용이하다.

나. 기술적 약점요인(Weakness)

- 관련 개별 업체의 요소 기술은 상당한 수준을 보유하고 있음에도 업체간 기술 교류가 거의 없고 전체적으로 기술발전이 더디게 진행되고 있다.
- 관련 기술이 보편화 되어 있지 않은 기술이나 비행체 개발 능력은 선진국에 상당하는 수준이나 관련 응용기술이 다소 낮은 수준이다

- 지속적인 관련기술의 경쟁력 확보를 위해서는 관련 기술 능력 수준 등에 대한 파악이 선결되어야 하나, 기술동향 조차 파악이 미흡한 실정이다.
- 무인항공기를 활용한 응용 기술 개발에 대한 내구성 및 제공성능에 대한 질적 위험성이 내포되고 있다.(신규 개발 기술에 대한 신뢰성 확보 방안 필요)
- 급변하는 교통 및 치안 환경에 대응하기 위해서는 시스템간 연계가 필요하나 기능적으로 서로 연계가 이루어지지 않고 있다.
- 국가적 차원에서 추진 중인 무인항공기 개발 정책으로 에너지 절감, 친환경 기술에 대한 사회적으로 관심이 고조되고 있다.
- 국제적으로 무인항공기 관련 기술에 대한 관심이 확대되고 있으며, 신규 개발기술의 국제화 방안 모색을 위한 정책연구 병행 필요하다.
- 군사분야에서는 폭넓게 활용되고 있으며 점차적으로 민간 분야로 활용될 가능성이 충분히 있으며 기술 개발을 통해 관련 시장의 선도적 위치를 확보할 수 있다.
- 관련 기술은 창조 경제에 걸맞는 창의력과 현실성이 겸비되어 있어 국가적으로 많은 지원이 필요하다.

라. 시장/정책/환경적 위기요인(Threat)

- 중국 등이 저가 보급형 무인항공기를 개발되어 상용화된 상태임. 이에 따라 선진국과의 기술격차 최소화하고 중국과의 차별성 있는 전략 개발 방안 모색 필요하다.

- 도시 미관을 저해하는 기존 장비 설치에 사회적 인식에 발맞춰 기능 개선뿐 아니라 미적인 경관을 고려한 설계가 요구된다.
- 새로운 시스템 도입에 따른 시민들이 공감대 형성이 어려울 경우 도입에 차질 발생이 우려가 있으므로 안전한 시스템 운영과 더불어 홍보를 통해 무인항공기에 불안감을 해소시켜야 할 것이다.

<그림 31> SWOT 분석

강점 (strength)	약점 (weakness)
- 무인공중장비 기술력 선진국 수준 - 거시적 교통상황 자료수집 수단 - 교통사고의 실시간 현장자료 확보 - 뺑소니 및 수배차량의 추적수단 마련 - 기존 교통시스템과의 시너지효과 발생	- 선진국에 비해 비행체 개발경험 부족 - 도심부에서 무인공중장비 활용경험 부족 - 저고도/경량/무인비행체 관련법규 미비 - 초기단계에서 장비 운영비용 부담 - 무인비행체 시스템 유지보수 경험
기회 (opportunity)	위협 ((threat)
- 첨단항공기술을 이용한 치안강화 전략 구사 - 세계최초로 교통시스템 적용의 새로운 시작 - 관련 시스템의 비군사 분야 적용여건 성숙 - 창조경제에 걸맞는 창의력과 현실성 겸비 - 관련 장비의 태동기로서 성공여부에 따라 세계 시장 선도 역할	- 개발도상국의 저가, 저품질 비행체 보급(중국 등) - 악천후상황비행능력 검증 미흡 - 비행체 추락 시 피해발생방지 및 감소 대책 - 민간의 비행체 이용 비활성화로 시민인식 부족 - 도심부 와류형성 등 비행환경 자료 부족 - 국지성 항공용 기상자료 확보 미흡(태풍, 황사 등)

가. SO전략(강점-기회 전략) 시너지 창출 전략

- 경찰교통 부문의 정확성 및 기동성 확보 추진 : 경찰교통시스템의 범용적 환경을 구축하여 H/W, S/W의 유용성을 최대화 하는 방향으로 기술 개발이 필요하다.
 - 시스템 기능은 고도화하고, 장비의 Scale은 소형화한 집약적 핵심기술 개발
 - 시스템 개발과 더불어 운영기술 축적
- 신규 개발 기술의 해외수출 전략 방안 병행 추진

- 국제시장 진출 전략 제시
- 개발 기술의 국제 표준화 전략 수립

나. WO전략(약점-기회 전략) 보완 전략

- 새로운 기술 구현에 대한 기술적, 제도적 기반 확보
 - 시스템 통합 기술 구현
 - 신규 개발 기술 적용을 위한 제도적 개선방안 도출
- 신규 개발 기술 산업화 실용화 전략 수립
 - 신규 개발기술의 경제성 확보
 - 신규 개발 기술의 성공적인 구축사례 확보
 - 시스템 설치, 운영, 유지관리 매뉴얼 개발

다. ST전략(강점-위협 전략) 위험최소화

- 미래기술 발전 방향을 고려한 무인항공기 응용기술 개발 방향 모색이 필요하다.
 - 미래 기술 발전 시나리오를 고려한 응용기술 개발방향 정립
 - 비행체 안전성 확보 및 시스템 통합화 확보 방안 강구
- 철저한 검증을 거쳐 중소도시에서 대도시로 확대 적용
- 표준 인증 및 검증을 위한 전략방안 수립

라. WT전략(약점-위협 전략) 위험 극복

- 개발 기술의 신뢰성 확보 전략

- 안전 지향형 도심형 비행체 개발
- 신뢰성 확보를 위한 시험/인증 기술 개발

<그림 32> SWOT 전략

SO 전략	ST 전략
- 최첨단 기술확보를 통한 세계시장 선점 - 기동성을 확보한 교통 및 치안활동 전략 수립 - 무인장비에 의한 시스템 기술을 교통 및 치안분야에 세계 최초로 적용 - 시스템 개발을 통해 장비 뿐만 아니라 운영 기술 축적 및 선도 필요	- 도심 비행을 위해 안전에 대한 철저한 검증을 거쳐 중소도시에서 대도시로 확대 적용 - 항공자료 특성에 맞는 교통 & 치안업무 적용 - 특화된 전자동 전천후 무인비행시스템 개발 - 군용기술의 민간용 전환으로 시장성 확보 - 항공기술과 교통, 치안분야 융합기술 창조 모색
WO 전략	WT 전략
- 저고도 비행체, 카메라 운영, 통신 시스템 등 국내 기술력 극대화 가능한 개별 요소기술 및 시스템 통합 기술 개발 필요 - 항공, 교통, 통신, 시스템 등 전문분야별 공동 연구조직에 의한 R&D 역량 극대화 - 기업의 해외진출 시 시스템 개발 및 운영경험을 통한 성공적인 구축사례 확보	- 안전 지향형 도심형 비행체 개발 필요 - 무인장비 개발 기술 및 운영기술 개발에 초점을 두되 안전확보방안에 최우선 방점 - 전반적인 공공사업시장의 침체 및 치열한 경쟁 타개를 위한 새로운 시장창조 모색 - 녹아웃팩터 존재 시, 전략적 개발중단 검토

4. 군사용 무인항공기와의 주요 개발 차별성

- 일반적으로 군사용은 항공기 안전, 추락으로 인한 인명손실 등을 민간항공기 수준으로 심각하게 반영하지 않음
- 안전도 측면에서 민간용과 10~100배 정도의 차이가 발생하는 것으로 알려져 있음
- 국내 및 국제적 항공분야 인증기관의 안전인증 획득을 고려하지 않음(국토교통부, FAA, ICAO 등)

제3절 경제성 분석

무인항공기를 도입하여 경찰 교통행정을 지능화 하는 경우 편익 측면에서 교통혼잡 비용, 교통사고비용 등의 비용환산 가능 편익항목과 긴급한 상황이 발생하는 경우 신속한 상황분석으로 사고처리시간 감축 및 위험노출시간 감소로 인한 사회경제적 안전성 증가, 그리고 도로 및 교통 관련 서비스 및 플랜트 산업지원 등의 비용환산 불가능 편익항목으로 구분하였다. 비용항목으로 무인항공기 구입비용, 센터 비용, 운영 및 관리 비용 등으로 구분하였다.

1. 편익항목 분석

가. 교통혼잡 감소

비용환산이 가능한 편익항목 중에서 교통혼잡감소 대한 분석은 다음과 같다. 통상적으로 교통혼잡의 원인 중에 교통사고를 포함한 유고로 인한 교통 혼잡이 50% 이상을 차지하기 때문에 교통사고의 신속한 감지와 후속처리는 교통관리 측면에서 매우 중요하다고 할 수 있다.

<표 10 > 편익/비용 항목

구분	편익항목		비용항목	
	비용환산(가능)	비용환산(불가)	비용환산(가능)	비용환산(불가)
교통안전	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교통혼잡 감소 ○ 교통사고 사상자 수 감소 		<ul style="list-style-type: none"> ○ 시스템 구축 비용 ○ 센터 구축 비용 ○ 운영 및 관리 비용 	○ N/A
예방안전		<ul style="list-style-type: none"> ○ 사고 처리 시간 감소 ○ 안전 증대 		
기타		<ul style="list-style-type: none"> ○ 도로 교통 산업 수출 지원 		

2010년 전국의 지역 간 도로와 7대 도시의 교통혼잡비용은 총 28조 5천억 원으로 추정되었으며 이는 GDP의 2.43%에 해당되는 것으로 조사되었고 특히 수도권(서울, 인천, 경기)은 약 17조 원으로 전체의 59.3%를 차지하고 있다. 혼잡도가 높은 수도권에서 무인항공기를 이용하여 교통 혼잡도를 3% 정도만 개선하더라도 5,100억 원을 절약하는 효과가 예측된다.

나. 사상자 감소

2012년 도로교통 사고비용의 추계와 평가 보고서에 따르면 사망자수와 부상자수가 각각 2,650명 및 359,319명으로 집계되었다. 또한 사망자 1명당 약 4억 1,891만원, 부상자 1명당 약 470만원의 비용이 발생하는 것으로 보고되었다. 무인항공기를 활용하여 2차사고 예방 및 긴급 구원 서비스 개선 등으로 사망자 및 부상자 발생률을 3% 개선할 경우, 사망자는 약 80명, 부상자는 약 10,780명이 감소하게 된다. 이 두 항목을 수도권에서 적용하면 사망자 333억원, 부상자 506억 원으로 총 830억 원의 도로교통 사고비용을 줄일 수 있다.

2. 비용항목 분석

비용 측면에서 무인항공기 4대를 1식으로 하고 경찰서 3곳을 1개의 센터로 운영하는 경우 29개의 센터와 무인항공기 116대가 필요하는 것으로 추정된다. 수도권을 관리하기 위한 총 인력은 비행체 운영 요원은 116명, 유지 보수 인원 58명, 센터 관리 요원 87명이다

<표 11> 편익항목 계량 방법

구분	계산식	근거
혼잡비용 감소	수도권 혼잡비용×혼잡 감소율	수도권 혼잡비용 17조 혼잡 감소율 : 3%(5%)
교통사상자수 감소	연사고 비용×사고 감소율	사망자 비용 : 4억1,819만원 부상자 비용 : 470만원 사고 감소율 : 3%(5%)

<표 12> 비용항목 계량화 방법

구분	계산식	근거
무인항공기 비용	비행체 수× 비행체 비용	1센터 : 경찰서 3곳 관리 (센터수 : 서울 11, 인천 4, 경기 14) 비행체 1대: 4억원 센터 1곳 : 1식(비행체 4대) (비행체 수 : 116대)
센터구축비용	센터수 × 구축비용	센터 구축 비용 : 15억
운영 및 관리 비용	운영요원 수 × 연봉	센터당 비행기 운영요원 : 4인 (연봉 1인(가정) : 6,000만원) 유지 보수 인원 : 2인 (연봉 1인 : 5,000만원) 센터 관리 인원 : 3인 (연봉 1인(가정) : 4,000만원)
장비 관리 비용	장비 가격 × 보수율	장비 가격의 10%

3. 비용/편익 분석결과

도출된 편익/비용항목에 대해 금전적으로 계량화하여 경제성을 분석한 결과 혼잡감소와 사상자 수 감소율을 3%로 추정했을 때 B/C는 4.90이며, 5%로 가정했을 때는 8.17로 매우 높게 나타났다. 교통혼잡과 사상자 수 감소율을 1%로 가정하는 경우에도 B/C가 1.63로 나타나 무인항공기를 교통 및 치안 행정부문에 적용하는 경우 교통혼잡비용의 감소와 부상 및 사망의 양적 질적 감소로 경제적/사회적인 비용을 크게 개선시킬 수 있을 것이다.

<표 13> 경제성분석 결과(단위: 백만원)

편익		비용	B/C	
600,000	990,000	121,000	4.90	8.17
(3%개선)	(5% 개선)		(3% 개선)	(5% 개선)

4. 비용환산 불가항목 분석

여기서는 위험노출시간, 치안강화에 의한 안전증대 등 비용환산이 불가능한 항목들에 대해 설명한다.

가. 위험노출시간 감소

위험노출시간의 증가는 2차사고에 의한 다중 추돌사고와 대형 교통사고로 확대·재생산됨에 따라 이를 최소화하기 위한 사고대응시간과 의료구급시간 단축을 위해 사고감지시간 및 대응시간 감소대책마련이 필요하다. 사고의 사례로서 안개에 의한 2006년 서해대교 50중 추돌사고, 인

천대교 고속버스 추돌사고와 2004년 중부지방, 2005년 호남지방, 2010년 강원지방 폭설 등의 사고를 교훈삼아, 교통사고와 자연재해가 2차 대형사고로 확대되지 않도록 신속대응 인프라를 구축하고 이와 관련한 교통서비스의 확대가 요구된다.

Matthew G. Karlftis³³⁾의 연구에 따르면 1차 교통사고로 교통상황의 변화, 급속한 큐(Que) 길이 증가, 현저한 속도 감소, 운전자들이 시야를 다른 곳으로 이동(rubber necking) 등으로 인해 사고 노출되는 시간이 매 1분마다 2차사고 위험성이 2.8% 증가한다고 하였다. 또한 2차 교통사고의 20%는 1차 교통사고의 혼잡으로 인해 발생한다고 하였다. 이러한 이유 등으로 미국³⁴⁾에서는 교통사고로 인한 2차 사고의 위험 노출시간 감소를 위해 캘리포니아, 워싱턴주는 돌발상황 처리를 완료로 90분 이내, 유타주에서는 추돌 사고는 20분, 경상사고는 60분, 중상 이상 사고는 90분 이내 처리를 목표로 하고 있다.

또한 고속도로의 경우, 한국도로공사에 따르면 지난해 교통사고 사망자 가운데 2차사고 치사율(사고 100건당 사망자수)은 66.7%에 달해 일반 사고보다 6배 많았다. 특히 2차사고 사망자 가운데 소형차량 탑승 사망자가 80%에 달하는 것으로 집계됐다. 도로공사는 차량이 빨리 달리는 고속도로에서 사고나 고장차량이 멈춰서 있을 경우, 일반 도로보다 2차 사고의 위험이 더 높다고 지적했다.

따라서 무인항공기를 이용하는 경우 신속한 교통정보 수집과 빠른 구급 대응으로 위험 노출 시간이 감소하므로 교통혼잡 해소와 사상자 감소 등으로 경제적·사회적 비용이 많이 개선될 수 있을 것이다.

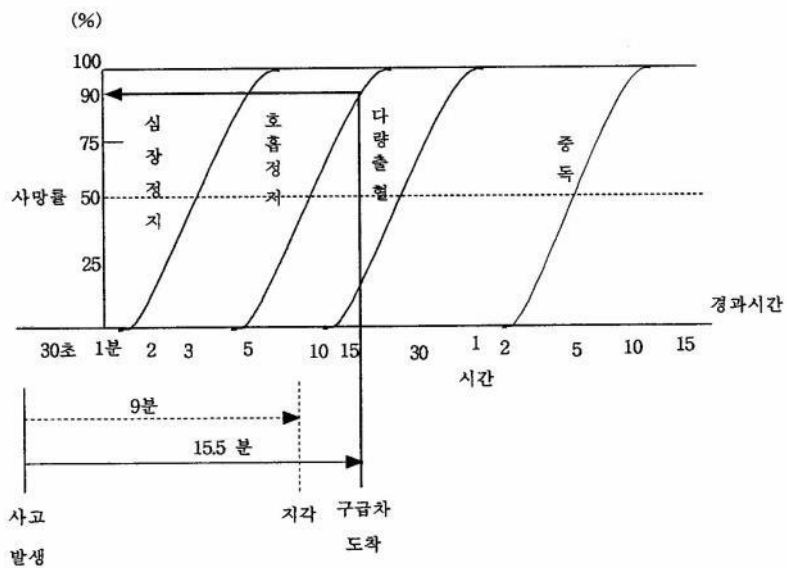
33) Matthew G. Karlftis, ITS Impacts on safety and Traffic Management:An Investigation of Secondary Crash Causes, ITS Journal, 1999, Vol.5. pp.39-52

34) Benefits of Traffic Incident management, National Traffic Incident Management Collation

나. 응급사고 골든타임 확보

아래 그림은 교통사고 발생시 처리시간과 사망률의 관계를 분석한 것으로서 사고 처리시간을 5분 단축하면 사망률이 90%에서 50%로 감소할 수 있음을 보여준다. 심장정지, 호흡정지, 다량출혈, 중독등 사고의 형태별로 경과시간과 사망률의 관계를 설명하고 있으며 다량출혈 사고의 경우, 사고발생 15분이 경과한 시점에서 구급차가 도착했을 때의 사망률은 약90%로 추정할 수 있다.³⁵⁾

<그림 33> 사망사고 통보시간과 사망률



출처 : 건설교통부, 지능형 교통사고 통보 및 분석 시스템 개발 연구(‘2003년 지능형교통체계 연구개발사업’ 제1차년도 최종보고서), 2004.

35) 건설교통부, 지능형 교통사고 통보 및 분석 시스템 개발 연구(‘2003년 지능형교통체계 연구개발사업’ 제1차년도 최종보고서), 2004. 7.

다. 교통사고 현장출동시간 단축 및 처리효율성 증가

교통사고 처리에 무인항공기를 이용할 경우 교통사고 출동시간 단축과 사고처리의 효율성을 증가시킬 수 있다.

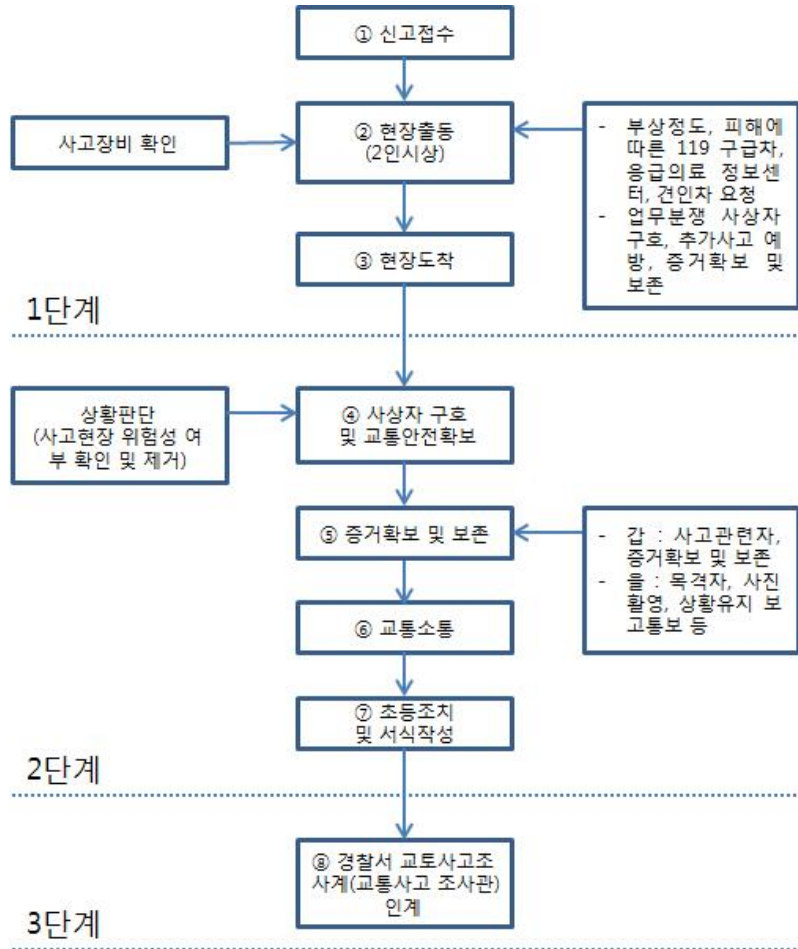
무인항공기는 교통혼잡과 상관없이 최단시간에 현장출동이 가능하고 현장의 상황을 실시간으로 센터에 전송함으로써 담당경찰관으로 하여금 현장상황 모니터링에 의한 출동인원 및 조사장비 결정, 출동전 현장상황 조치, 유관기관간 연계출동(구급차, 소방차, 견인차 등) 등에 의한 신속하고 정확한 대응으로 처리효율성을 증가시킬 수 있다.

또한 사고현장과 교통센터의 현장공유로 의사소통 전달력 향상과 동시 대응 및 실시간 외부연계가 가능해 진다.

교통사고에 있어 초동조사는 8개의 절차로 구성되며 크게 3단계로 사고접수 및 현장출동, 현장조사 및 서식작성, 교통사고조사계 인계 부분으로 구분할 수 있다. 사고접수 및 현장출동은 일반적으로 전화로 사고를 접수받고 사고처리 장비를 구비하여 현장에 출동하는 시간으로 ①~③번까지 과정이다. 현장조사 및 서식작성은 사고현장에 도착하여 교통안전 확보, 사상자 구호활동, 사고증거 확보 및 보존활동과 2차사고 예방 및 교통소통이 원활히 이루어지도록 현장을 지휘함과 동시에 교통사고 처리을 위한 초동조치 서식을 작성하는 과정으로 ④~⑦번까지의 과정이 이에 해당된다. 마지막 단계로 경찰서의 교통사고조사계 인계는 필요에 따라 가해자와 피해자를 인솔하여 경찰서까지 동행하고 초동조사 서식을 관할 경찰서 교통사고조사계의 교통사고조사관에게 인계하는 ⑧번의 과정이다.³⁶⁾

36) 도로교통공단, 교통사고조사 전문화 교육, 도로교통공단, 2012

<그림 34> 교통사고 발생시 초동조사 절차



자료 : 도로교통공단, 교통사고조사 전문화 교육, 2012, p.126.

라. 국내 패키지형 교통산업의 수출 증가

국내기업이 도로, 철도, ITS, 공항, 항만 등 교통 인프라의 구축과 운영을 포함하는 패키지형 교통산업을 개도국에 수출하여 교통산업의 해외 진출이 가시화되고 있다.³⁷⁾ 이러한 해외 교통산업 수출은 선진국과 기술을 경쟁하고, 개도국들과는 가격을 경쟁하는 문제를 갖고 있다.

선진국은 군용 무인항공기 기술은 보유하고 있지만 상용 무인항공기 기술은 아직 준비단계에 머물고 있다. 선진국은 무인항공기의 민간공역 활용을 실현하기 위한 관련 기술을 검토하는 상황이며, 2015년 FAA에서 무인항공기 충돌방지 관련 기술 및 비행절차 등을 공개하기로 예정되어 있다.³⁸⁾ 이는 아직 선진국에서도 교통산업 등 상용분야에서 무인항공기의 활용이 본격적으로 시작되지 않고 있다는 사실을 의미한다.

본 무인항공기 시범사업이 성공적으로 운영되면 국내기업이 상용 무인항공기 기술 및 시범운영현장을 적기에 확보하게 되어 국내 패키지형 교통산업 서비스 및 인프라의 수출시 유리하게 작용할 수 있고 따라서 국내 유관 교통산업의 매출증가에 기여할 수 있다.

37) 권영중, 강성철, 한국교통연구원, 교통산업 해외수출 추진방안 2012.

38) FAA, Integration of Civil Unmanned Aircraft Systems (UAS) in the National Airspace System (NAS) Roadmap, 2013.

제5장 비전 및 추진전략

제1절 비전 및 목표

국내외 동향 및 환경분석 결과에 따른 대응 전략을 기반으로 연구의 비전은 “무인항공기를 활용한 교통안전 지능화 핵심요소기술 선도”로 정의한다. 비전을 달성하기 위한 목표는 “세계시장을 선도할 수 있는 무인항공기시스템을 활용한 경찰행정 지능화 핵심요소기술 보유’와 안전지향형 무인항공기 운영 유지기술 확보”로 설정한다. 목표달성을 위한 주요 전략은 안정적 운영을 위한 “시스템 통합화”, 향후 확대가 예상되는 활용기술의 “유연화”, 무인항공기의 물리적 “소형화 및 안정화”, 기술 규격 및 운영의 “매뉴얼 및 표준화”로 구분한다.

<그림 35> 연구의 비전 및 목표 설정



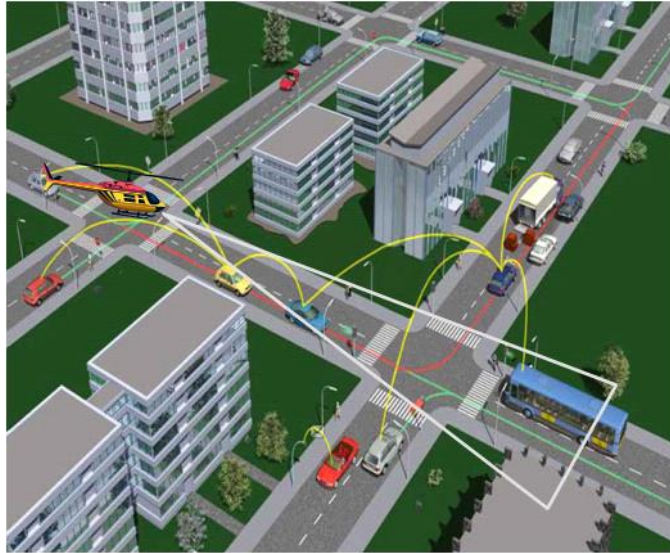
<표 14> 경찰행정 수행 시 발생하는 여러 가지 상황



- 교통정보 수집을 주로 고정형 CCTV, AVI, 영상검지기, 루프 검지기 등 도로에 설치된 시설물에 의존하고 있으며 각 지점 단위에서 수집된 정보를 바탕으로 축 또는 네트워크 단위 교통정보로 재가공
- 재해·재난 등의 특별 상황이 발생한 경우 지상에서 상황을 파악하고 있어서 긴급 상황에 대비하기 어려우며, 주변 도로 정체 상황에 대한 정보는 별도로 관리되고 있음
- 대규모 통제가 요구되는 현장에서 전체의 상황을 파악하기는 힘들며 현재 운영되고 있는 지상의 지휘체계로는 한계가 있음

<표 15> 기술 개발에 따른 미래상

미래(To-Be)



- 교통정보를 축 또는 네트워크 단위로 수집할 수 있기 때문에 신뢰도 향상은 물론 실시간 정보를 바탕으로 교통신호제어가 가능하여 도로 이용 효율을 증대화 시킬 수 있음
- 재해·재난 발생시 무인항공기 영상 정보를 상황 전개 파악이 용이하여 긴급상황을 정확히 대비할 수 있으며 또한 주변 교통 상황정보를 실시간으로 수집할 수 있음
- 무인항공기 상시 가동으로 사고발생 예상지역을 상시 관리 할 수 있어 대응효과를 극대화 시킬 수 있으며, 사고차량 특징인식을 통해 좌표추적 관리가 가능할 것임
- 무인항공기로부터 실시간 영상 정보를 수집하여 뺑소니/수배차량 이동경로 파악이 가능하여 실시간 추적하면서 검거가 가능할 것임

제2절 추진전략 및 로드맵

1. 추진전략

추진전략은 전체 3단계로 구성되며 1단계는 시스템 개발계획 수립, 다음으로 2단계는 운영시스템 개발, 마지막으로 3단계는 시범운영으로 진행한다. 그러나 개발기간이 짧고 개발의 시급성에 따라 단계별로 기간을 구분하지 않고 필요에 따라 동시에 진행하여 개발기간과 시범운영기간을 최소화하도록 한다.

또한 시스템개발은 개발기본계획(무인항공기시스템 개발 및 시범운영), 시스템 설계(무인항공기 운영시스템 설계), 시스템개발(무인항공기 시스템 개발)로 구분하여 진행한다.

<그림 36> 개발전략 및 운영계획

연구 계획: 개발전략 및 운영계획 수립					
세부 연구목표	개발전략 및 기본기능 운영계획 수립	기본기능 운영	시범운영 계획수립	시범운영	
개발 내역	기술개발 (개발자)	기술현황분석 기본기능 운영 요구사항분석 기본기능 시범개발	기본기능 시범방안 개발 기본기능 시범, 평가 및 개선	시범운영 요구사항분석 시범운영 개념개발	시범운영 시범방안개발 시범운영 시범, 평가 및 개선
	분석평가 (관리자)	기본기능 요구사항 개발 기본기능 평가개발	기본기능 평가방안 개발	시범운영 요구사항 개발 시범운영 평가개발	시범운영 평가방안 개발
운영 지원	운영요원 (조종사/ 정비사)	운영요원(조종사/정비사) 가능분석 운영요원 교육계획 수립	운영요원 기본임무 운영교육 운영요원 기본임무 운영	운영요원 시범임무 운영교육	운영요원 시범임무 운영 운영장비 개선
	항공법/규정	무인기 운영규정 검토	무인기 규정 시행/개선 입법지원	무인기 시범운영 규정개선/시행	무인기 시범운영 규정개선/시행

시스템 활용 기술 개발은 1단계에서는 무인항공기 비행체 선정하기 위한 기초 자료로 각 기능의 기본 임무 기능 정의서를 작성한다. 2단계에서는 교통부문의 교통정보 수집기술과 요소기술을 개발한다.

<그림 37> 시스템 설계 및 개발

시스템 설계 및 개발 : 안전운영 시스템 설계 및 시제품 개발						
세부 연구목표	기본업무 기능설계 및 검증	기본업무 상세설계 및 운영	시범업무 설계	시범운영		
기능 설계	비행제	비행제 기능정의	비행제 선정	비행제 유지보수 및 정비	-	
	임무 및 통신	임무 및 통신 종합장비 기능정의 및 개념설계	기본임무 및 통신장비 선정	시범임무 및 통신장비 선정	시범임무 및 통신장비 유지보수 및 정비	
	현장장비	현장장비 기본임무요구도 분석 기본임무 운영 현장장비 개념 및 상세설계	기본임무 운영 현장장비 구현 및 검증 기본임무 운영 현장장비 시험 및 성능평가	시범운영 현장장비 개념 및 상세 설계	시범운영 현장장비 구현 및 검증 시범운영 현장장비 시험 및 성능 평가	
	관제센터 (정비포함)	관제센터 기본임무요구도 및 개념 설계	관제센터 상세설계 및 시험	관제센터 구현 및 검증	관제센터 시험 및 성능평가	
세부 연구목표	고장 및 위험분석	고장감내 모듈 설계 및 구현	고장감내 시스템 설계 및 구현	고장감내 시스템 평가		
안전 설계	통합시스템	안전분석용 상위시스템 설계 구현 시스템 위험, 고장, 결함분석	고장감내 모듈 안전기능 개념 및 상세설계	고장감내 시스템 안전기능 구현 및 검증	고장감내 시스템 안전기능 시험 및 성능평가	

3단계는 각 요소 기술을 통합하고 구현하여 검증하며 시범운영 시행 방안을 제시하며 최종적으로 4단계에서 시범운영을 통해 검증하며 관련 규격 개발, 매뉴얼 작성 등을 수행한다.

<그림 38> 시스템 활용기술 개발

시스템 활용기술 개발 : 치안행정기술 개발						
세부 연구목표	기본업무 기능정의	기본업무 상세설계 및 운영	시범업무 설계(단위기술 통합)	시범운영		
기능 설계	교통정보 수집	교통정보 수집 범위 정의(영상처리 가능 고도정의 등)	자동 영상처리를 통한 교통정보 제공/구현 검증 영상 중첩 지역 정보 처리	시범운영 시험, 평가 및 개선/규격 개발	-	
	긴급상황 출동 우선 교통 신호 지원	기본임무요구도 및 개념설계	단방향 및 다방향 교통정보 처리 기술 우선 교통신호 정보 제공 기술/동시점운영 시행방안 개발 신기술	구현 및 검증	시범운영 시험, 평가 및 개선/규격 개발	
	치안행정 관리	기본임무요구도 및 개념설계	사람 움직임 처리 기술 개발 얼굴인식 처리 기술 개발	구현 및 검증 시범운영 시행방안 개발	시범운영 시험, 평가 및 개선/규격 개발	
	특별/응급 상황 관리	기본임무요구도 및 개념설계	차량번호 인식 처리 기술 개발 도난/수배 차량 추적 기술	구현 및 검증 시범운영 시행방안 개발	시범운영 시험, 평가 및 개선/규격 개발	

2. 추진 로드맵

추진로드맵의 기간은 총 4년으로 하며 각 6개월의 시간차를 두고 개발기본계획을 포함한 연구계획을 진행하며, 시스템 설계, 시스템 개발을 진행한다. 이와 동시에 시스템 활용기술개발을 진행하는 것으로 추진로드맵을 구상하였다. 세부적으로 연구계획의 내용은 무인항공기 시스템 개발 및 운영전략수립으로 세부내용은 개발전략 및 기본기능 운영계획의 수립, 기본기능 운영, 시범운영 계획수립과 시범운영으로 구성된다. 시스템설계 및 개발부문은 첫째, 기본업무부분으로 안전운영시스템 설계 및 시작품 개발을 내용으로 하며 기본업무 기능설계 및 검증, 기본업무 상세설계 및 운영, 시범업무 설계와 시범운영을 하나의 축으로 하고 둘째, 고장 및 위험관련 부분으로 고장 및 위험분석, 고장감지모듈 설계 및 구현, 고장감지시스템 설계 및 구현, 고장감지시스템 평가로 구성된다. 시스템 활용기술 개발부문은 교통정보 수집 및 치안행정기술 개발을 내용으로 하고 있으며 세부내용은 기본업무 기능정의, 기본업무 상세설계 및 운영, 시범업무 설계(단위기술 통합), 시범운영이다.

<그림 39> 추진로드맵



제6장 무인항공기(UAV) 기반의 거시교통정보 수집 및 활용기술 개발

제1절 무인항공기를 이용한 거시교통정보 수집 기술

1. 시스템 개요

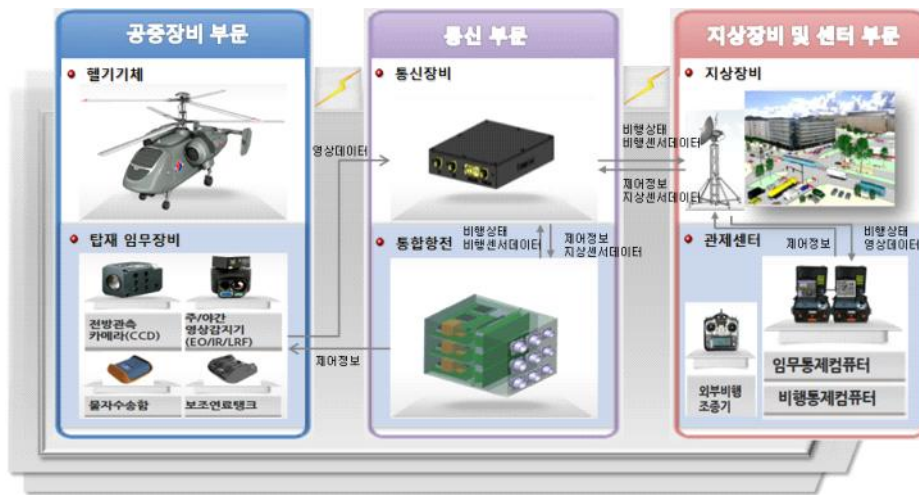
우리는 도시에 살든 농촌에 살든 생활공간(주거지, 상업지, 자연 등)을 도로로 연결하는 면으로 이루어진 2D환경에서 생활하고 있다. 그러나 이러한 환경하의 다양한 경찰행정 수요는 이를 초월한 시간적 시급성과 공간적 입체성을 요구받고 있다. 예를 들어, 출퇴근 러시아워(Rush Hour)에 교통사고가 발생하면 가뜰이나 교통량 증가로 인해 막히는 도로에서 교통경찰을 기다리는 사고차량에 의해 정체를 더욱 가중시키게 된다. 다른 예로, 집회나 시위, 행사 등의 상황에서 경찰은 도로를 관리할 책임이 있고 따라서 전체적인 상황을 인지해야 상황관리가 가능하므로 시시각각 변화하는 종합적인 상황을 판단할 자료가 필요하다.

그러나 이런 상황에서 경찰차량 또한 아무리 경광등을 켜고 비상출동을 해도 도로의 정체상황을 넘어서기에는 한계가 있는 상황이다. 그럼에도 불구하고 시민들은 이런 상황을 빠른 시간내에 해소해 주기를 바라며 해소가 어렵다면 이에 대한 정보를 제공해 주기를 원한다. 무인항공기를 이용해야 하는 이유가 여기에 있다. 2D상황의 한계를 넘어서는 3D 자료 수집 기술이 필요한 것이다.

본 연구에서 제안하는 무인항공기를 이용한 거시교통정보 수집기술의 전체적인 개요는 다음과 같다.

경찰행정을 입체화하기 위해 무인항공기를 도입하여 거시적인 정보수집과 도로교통상황의 공간적 제약을 극복하여 신속한 경찰서비스를 제공하고자 한다. 무인항공기의 활동은 1차적으로 365일 24시간 체제로 상시 자율비행에 의한 거시 교통정보를 수집하는 기본활동이다. 2차적으로는 이벤트(Event) 발생 시 수동비행으로 임무를 수행하는 특별활동으로 구분할 수 있다. 따라서 평상시에는 기본활동을 수행하다가 이벤트가 발생하면 특별활동으로 전환하여 임무를 수행하도록 한다. 또한 활동중 모든 영상자료는 실시간으로 센터에 전송하고 센터에서는 수신된 영상자료를 이용하여 비행상황 모니터링용, 거시 교통자료수집용, 특별상황 발생 시 무인항공기 원격조정용으로 이용한다. 이를 위해 무인항공기비행체, 탑재장비(임무장비), 지상의 현장장비, 관제센터 등으로 무인항공기 운영 시스템을 구성한다.

<그림 40> 운영시스템 구성도



수집된 동영상자료는 1차적으로 센터에서 비행상황 모니터링용으로

이용한다. 2차적으로는 기본활동에서 수집된 거시적 교통자료인 동영상 자료를 대상으로 이미지 프로세싱에 의한 교통정보로 변환하고 경찰청 전자지도(2D)와 맵매칭하여 도로소통정보로 가공하여 경찰의 교통운영과 일반시민들을 위한 교통정보제공용으로 사용한다. 3차적으로는 특별활동 시 무인항공기를 원격으로 조정하는데 이용한다.

기술개발은 기본적으로 수요기관이 제시하는 요구도를 기준으로 진행하며 요구도는 3개 레벨(Level)로 구성하여 진행한다. 요구도의 레벨은 3단계로서 필수사항(Top Level Requirement), 부가사항(High Level Requirement), 옵션사항(Low Level Requirement)으로 구분한다.

<표 16> 기술개발 요구도

구분	요구사항	설명
필수사항 (Top Level Requirement)	운항시간, 운항범위, 운항고도 등	무인항공기 운항 영역
부가사항 (High Level Requirement)	자율비행, 도로트래킹, 전자지도 맵매칭 등	무인항공기 기능 영역
옵션사항 (Low Level Requirement)	교통사고 처리, 교통단속, 우선신호 처리, 브로드캐스팅 등	무인항공기 활동 영역

2. 무인항공기 요구기능

가. 프로그램 자율비행

본 연구에서 적용하고자 하는 무인항공기의 비행형식은 프로그램 자율비행이다. 프로그램 자율비행이란 무인항공기에 비행에 필요한 정보를

입력하면 사람의 도움 없이 무인항공기가 단독으로 정해진 임무를 수행하는 것으로 정의할 수 있다. 프로그램 자율비행 임무는 사전에 입력된 여러 경유지점(Waypoint)을 경유하는 기능, 자동으로 정해진 지점에서 이륙 또는 착륙하는 기능 등으로 정의가 가능하다. 또한 무인항공기는 비행하는 동안 탑재된 영상카메라로 정보를 수집하여 실시간으로 센터로 전송하여야 하며, 통신망 장애 등에 의해 동영상전송이 어려울 때는 자체 메모리에 저장하고 있다가 착륙 후 센터에 제공할 수 있어야 한다. 사전 입력자료는 이륙시간, 이륙지점, 비행고도, 다수의 경유지점, 착륙시간, 착륙지점 등이다. 경유지점은 위도, 경도, 고도좌표로 제시되며 무인항공기는 GPS 등을 장착하여 현재 좌표를 확인/대조하며 임무를 수행할 수 있어야 한다.

<표 17> 자동조종장비 요약

구분	구성품	(추가) 기능	제품
기본형 시스템	비행제어컴퓨터 항법센서 무선조종기	무선 송수신기를 이용한 명령	Micro-Pilot /MP1000
기본형 시스템	데이터링크 추가	항공기 상태 실시간 모니터링 자동조종 기능 실시간 변경	Perry Design, BAI, Aerosystems
고급형 시스템	SAR, EO/IR 센서 추가	고신뢰성 시스템 구조 (다중화 시스템), 고성능 임무 수행 기능, 임무장비 조종 기능	군용

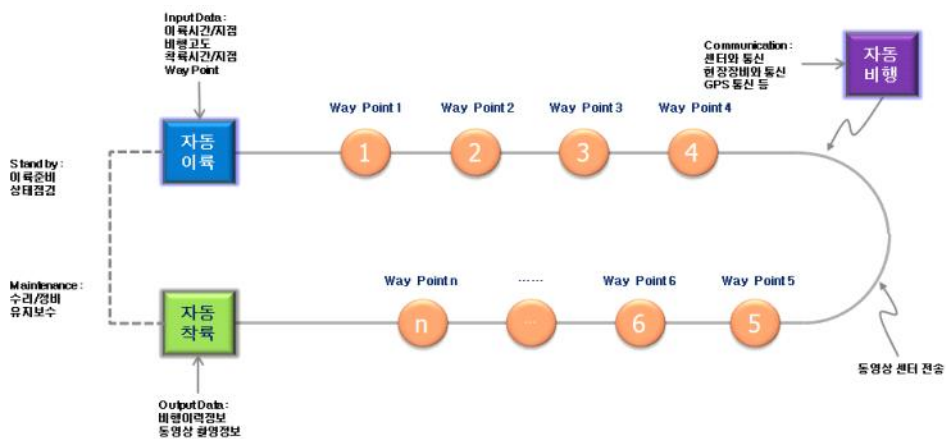
프로그램 자율비행을 위한 자동조종장비는 각 장비가 구현하는 성능 및 기능에 따라서 구분된다. 자동조종장비는 비행제어 컴퓨터와 항법센서로 구성되어 지상의 명령을 무선조종기 또는 데이터링크를 통하여 무인항공기로 전송하면, 항법센서 등의 정보를 종합하여 지시된 명령을 자동으로 수행한다. 자동조종장비를 아래와 같이 간략하게 요약하였다.

프로그램 자율비행의 기능은 시스템의 고신뢰성 측면에서도 중요한 기

능이다. 즉 다음과 같은 비상상황으로 인하여 GCS와 연결이 두절되거나 무인항공기 탑재장비에서 비상상황이 발생하게 되면 무인항공기 자율비행기능이 비상상황을 신속하게 검출하여 적절한 고장처리절차를 수행하여 기지로 복귀하거나 인적 물적 피해를 최소화 할 수 있도록 정의된 지점으로 이동하거나 최악의 경우에는 강제 착륙기능을 실행할 수도 있다. 가능한 비상상황은 아래와 같다:

- 데이터링크 두절
- 엔진고장
- 축전지 전압강하
- 데이터 통신불량
- 센서고장
- 조종면작동기 고장
- 컴퓨터 작동불량
- 수동비행 불가
- 자동활동(Autorotation)
- 통신두절 대비 사전 Waypoint별 Segmentpoint 지정

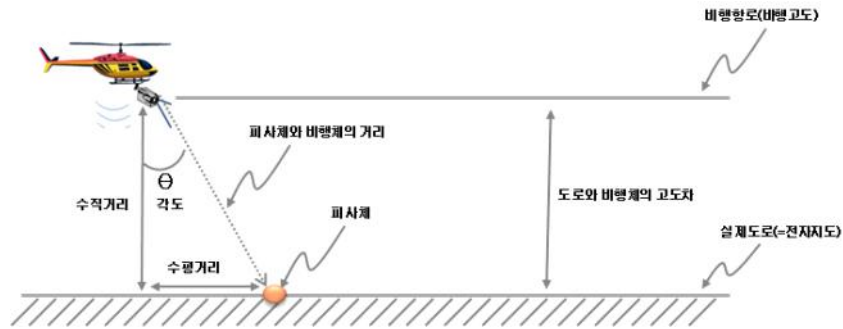
<그림 41> 자율비행의 과정



나. 자동 도로트래킹 비행 및 촬영

자율비행 시 무인항공기에 함께 탑재한 동영상 촬영장비는 비행중에 도로를 자동으로 인식하고 트래킹(Automatic Road Tracking)하여 촬영할 수 있는 기능을 갖추어야 한다. 자동차 네비게이션에서 경유목적지 설정의 경우, 여러 개의 경유지점을 경유하여 최종 목적지에 도착하는 정보를 탐색하듯이, 무인항공기의 영상장비는 경찰청의 2D(Two Dimension) 전자지도에 촬영대상도로에 대한 웨이포인트(Way Point)와 비행고도를 지정하면 경찰청 전자지도와 맵 매칭(Map Matching)을 통해 도로를 따라가며 동영상을 촬영하여 센터에 보낼 수 있어야 한다. 따라서 2차원인 전자지도의 촬영대상지점인 웨이포인트(Way-Point)를 3차원(Three Dimension)인 공중의 비행고도를 유지하며 전자지도상의 도로를 촬영하기 위한 알고리즘이 탑재되어 있어야 한다. 즉 현재 무인항공기가 위치한 3차원(위도(latitude, 緯度), 경도(longitude, 經度), 고도(altitude, 高度))자료를 기준으로 웨이포인트가 지정된 전자지도의 2차원 지점(위도, 경도, (고도))을 촬영하기 위한 알고리즘이 필요하다. 이를 위해 무인항공기에 탑재되는 동영상 촬영장비는 팬(Pan)/틸트(Tilt)와 줌인(Zoom In)/줌아웃(Zoom Out) 등의 촬영보조기능들과 비행중에 시·공간적 위치를 실시간으로 탐지할 수 있는 각종 ‘센서(Sensor)군’이 설계에 포함되어 장착되어야 한다. 또한 무인항공기의 카메라가 지상의 도로를 따라 촬영하기 위해서는 공중에서 2차원 전자지도의 지점으로 촬영각도를 변환해야 함으로 카메라 각도와 포커스를 시시각각으로 변환하기 위한 ‘촬영각도, 포커스 변환 알고리즘’(Algorithm) 등이 탑재되어 있어야 한다.

<그림 42> 무인항공기의 자동도로촬영 알고리즘 개념도



다. 전자지도 맵매칭을 활용한 비행계획 설정

무인항공기 운영의 수월성을 위하여 비행향로 지정 시 경찰청 전자지도를 이용한 비행계획 설정이 가능하여야 하며, 이를 위해 별도의 소프트웨어를 개발하여야 한다.

라. 무인항공기 동영상 전송을 위한 통신망 구성 대안

무인항공기의 동영상 전송을 위한 통신망 구성은 우선적으로 경찰이 보유하고 있는 UTIS망과 상용통신망인 LTE망에 대해 각각을 독립적으로 이용하거나 혼용하는 방식의 3가지의 대안을 제시한다. 그러나 이는 시간적, 공간적, 내용적 상황 및 환경변화에 따라 유동적이며 개발 및 구축당시에 가장 유용하고 효율적인 방안으로 구성되어야 한다.

1) 대안 1 : 경찰청 UTIS를 이용한 유무선 통신망

무인항공기-현장기지국간 통신은 UTIS의 차량(OBU)-노변장치(RSE)간 무선통신망(LAN통신 변형)을 이용하고, 기지국-센터간 통신은 UTIS의 노변장치(RSE)-센터간 광통신망을 이용하여 개발한다.

2) 대안 2 : LTE망과 UTIS망을 혼용한 통신망 구성

무인항공기-현장기지국간 통신은 LTE망을 이용하고, 기지국-센터간 통신은 UTIS의 노변장치(RSE)-센터간 광통신망을 이용하여 개발한다.

3) 대안 3 : LTE망을 이용한 통신망 구성

무인항공기-현장기지국간, 현장기지국-센터간, 혹은 무인항공기-센터간 통신을 모두 LTE망을 이용하여 개발한다.

이외에도 구현이 가능한 통신망 대안에 대하여 다양한 검토를 실시하며 효율성, 경제성, 안정성, 안전성, 보안성 등 통신망 대안들을 객관적으로 평가할 수 있는 평가지표를 설정하고 대안별로 경찰과 교통특성 및 표준화를 고려하여 합리적 절차에 따라 비교분석하여 결정한다.

3. 교통부문 요구기능

가. 거시 교통정보 수집

○ 목적

- 교통정체가 주로 발생하는 주요 교차로를 대상으로 교통정보를 수집하도록 하며 기존 CCTV 교통정보 수집 대상지역을 보완하거나 교통정보 수집 지역을 대상으로 정보를 수집한다.
- 기존의 지점을 대상으로 수집하는 방식보다는 교통 축 또는 네트워크 단위의 정보를 수집하는 것을 목적으로 한다.

○ 내용

- 교통정보는 기본적으로 무인항공기가 진행하는 방향을 대상으

로 수집하며 필요에 따라 다른 방향의 정보는 방향을 선회하여 교통정보를 수집하고 다시 원래 방향으로 진행한다.

- 교통정보 수집 대상 축 또는 네트워크에 교통정보 수집 대상에 정해진 루트를 따라 정기적으로 교통정보를 수집하며, 별도 요청이 있을 경우 비정기루트를 따라 정보를 수집한다.
- CCTV 영상 정보를 자동 처리하여 교통정보로 만들어 센터로 전송되며, 관련 영상정보도 같이 수집하여 전송되며, 영상처리를 통해 CCTV 영상이 중첩이 되지 않고 교통정보가 생성되어야 한다.

나. 긴급상황 출동 우선 교통신호 지원

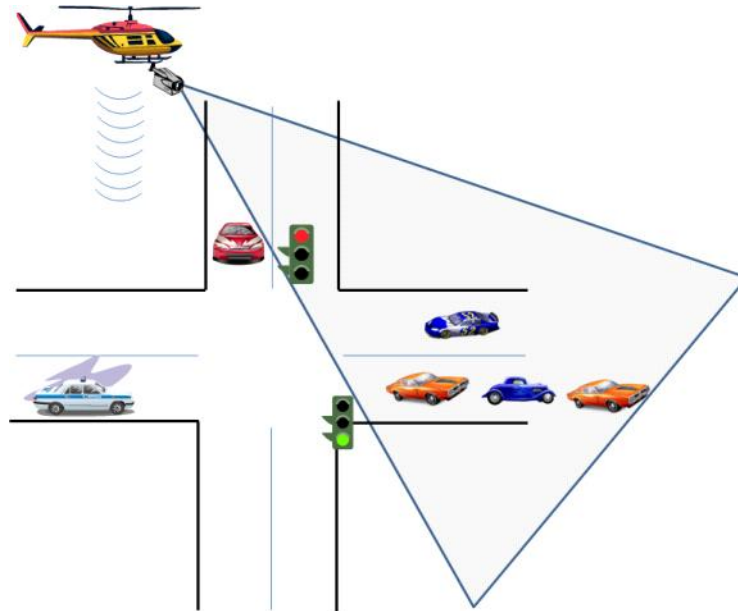
○ 목적

- 재해/재난/화재 등 긴급상황 발생시 응급차, 순찰차, 소방차 등이 신속하게 현장에 출동할 수 있도록 사고 현장 최적 루트 제공 및 신호를 우선 처리할 수 있도록 한다.
- 출동 루트와 주변 도로에서의 교통정보 수집 및 교통 상황에 따른 우선신호 정보 제공한다.

○ 내용

- 긴급상황(재해/화재 등) 발생시 현장에 출동하는 긴급차량에게 실시간 교통정보 제공을 위해 반경 1km 단위(상황에 따라 촬영 범위를 축소/확대 가능)의 영상을 취득하여 교통정보를 제공한다.
- 긴급 차량의 위치를 확인하고 위치정보와 교통정보를 교통관제 센터로 전송하여 해당 교차로의 신호 시간을 상황에 따라 조정할 수 있도록 한다.

<그림 43> 긴급상황 출동 우선 교통신호 지원 개념도



다. 기타(특별·응급상황) 부문

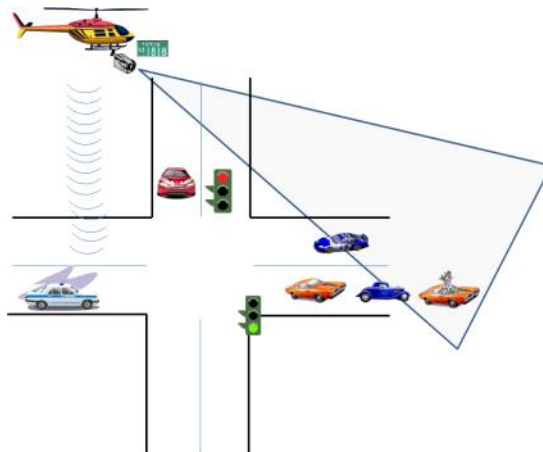
○ 목적

- 기본활동 수행 중에 재난, 재해, 교통사고 등 특별·응급상황 발생 시 적극 활용하기 위하여 현장에 즉각 투입된다.
- 실시간 교통정보 수집활동을 하면서 별도의 카메라로 임의의 차량번호를 촬영하여 인식하고 위법차량 DB를 검색, 수배/대포/도난 차량 정보를 경찰서로 전송한다.
- 교통정보수집과 병행/차량번호 자동인식/관련 정보 실시간 제공한다.

○ 내용

- 사고 상황정보(지점 및 주변 교통상황 등)를 실시간으로 경찰차량, 출동경찰관 개인단말기, 교통정보센터에 제공함으로써 경찰이 현장상황에 맞춤형 대응이 가능하도록 하고 유관기관(소방방제청, 병원, 견인업체 등)과도 실시간 연계할 수 있도록 한다.
- 실시간 교통정보 수집을 활동하면서 별도의 카메라로 임의의 차량을 근접촬영 하여 차량번호를 자동인식하여 제공한다.
- 수배/대포/도난 차량 DB와 자동인식된 차량번호를 매칭하고 위법 차량으로 판명된 경우 관련 정보를 경찰서로 전송한다.
- 전송된 정보를 통하여 해당 경찰서 순찰차는 범법 차량의 이동 경로 정보를 제공하여 처리한다.
- 설정된 웨이포인트를 순차 비행하며 상황에 따라 비설정 포인트를 자동 비행한다.
- 관련 정보를 실시간으로 센터로 정보 제공한다.

<그림 44> 도난 수배차량 관리 개념도

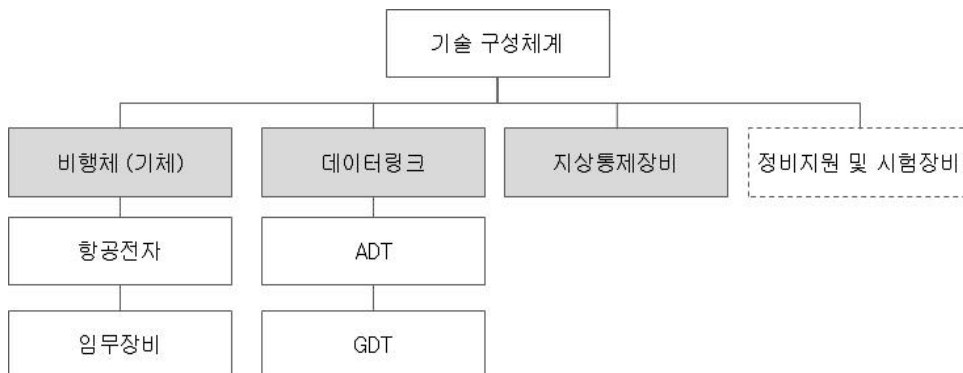


제2절 무인항공기시스템 요구기술

1. 개요

무인항공기시스템을 구성하는 기술요소로는 크게 비행체와 데이터링크, 지상통제장비, 정비지원 및 시험장비로 나누어 볼 수 있다. 비행체에는 비행에 필요한 항공전자장비와 임무수행에 필요한 카메라, 센터와의 실시간 동영상 전송장비 등 탑재장비가 필요하다. 또한 비행중 통신을 위한 데이터링크는 ADT, GDT 등이 있다. 그리고 지상에는 비행체, 운영센터, 지상기지국 등 지상통제장비와 유지관리에 필요한 정비지원 및 시험장비가 필요하다.

<그림 45> 무인항공기 운영을 위한 기술 구성 체계



2. 요구기술 구성

가. 무인항공기(UAV)

무인항공기는 임무장비를 탑재하고, 지상통제장비 및 지상/탑재 데이터링크를 통해 원격에서 조종/통제를 받아 비행을 실시하게 된다. 무인항공기는 동체(Airframe), 동력(Power plant)/추진계통(Propulsion), 조종계통(Flight Control), 전력공급계통(Power supply), 착륙장치(Landing gear), 그리고 항공전자 장비들로 구성된다. 본 시범사업에서는 무인항공기 기체는 기 생산 제품을 도입하여 시스템을 운용한다.

나. 임무장비(Payload)

임무장비는 비행체에 장착되어지는 장비로써 임무특성에 따라 다양한 장비들이 존재한다. 탑재장비로는 영상정보 획득용으로 EO/IR 카메라, 보조연료탱크 등이 있다. 또한 주요기술로는 임무장비의 대용량 데이터를 무선전송에 적합하도록 압축하는 기술, 모듈 간 정합기술 등이 있다.

다. 데이터링크

무인항공기 데이터링크는 지상통제장비와 무인항공기간의 각종 통제명령 및 영상정보를 양방향으로 전송하기 위한 시스템이다. 데이터링크는 기체에 장착되는 비행체 데이터 통신장치 (ADT or Airborne Data Terminal)과 지상에 설치되는 지상중계기(GDT or Ground Data Terminal), 그리고 지상통제장치 데이터통신장치(GCSDT or Ground Control System Data Terminal)로 구성되어 있다. 세 장치의 특성은 아래에 요약하였다.

- 비행체 데이터통신장치(ADT) : 비행체에 탑재되어 주 데이터링크와 보조 데이터링크 연결을 지원
- 지상중계기(GD TDT) : 비행체와 지상통제장치 간의 데이터링크 연결을 지원하며, 주 데이터링크의 안정적 연결을 보장하기 위해 자동추적안테나를 사용
- 지상통제장치 데이터통신장치(GCSDT) : 지상중계기와의 무선 연결을 지원하며, 비행체 제어 신호를 송신하고, 임무영상자료 및 비행체 상태 자료를 최종 수신

데이터링크는 특히 무인항공기에 조종사가 탑승하지 않기 때문에 고신뢰성 및 보안(security) 특성이 매우 중요하다. 주요기술로는 고신뢰성 통신설계기술, 통신 보안기술, 데이터 통신기술, 통신 제어 및 관리 기술, 안티재밍 기술 등이 있다.

라. 지상통제시스템(GCS)

임무비행을 통제하기 위한 지상통제소로서 임무계획을 수립하고, 운용에 대한 관리를 수행한다. 주요기술로는 비행통제기술, 임무장비 관리기술, 지상운용장비 I/F, 이착륙 제어(자동/수동) 기술 등이 있다.

지상통제 시스템은 크게 비행체 및 임무장비를 원격 통제할 수 있는 조종통제 시스템으로서 비행조종, 감지기운용, 정보분석 기능 수행 등으로 구성된다. GCS의 H/W, SW, 기타 구성품의 내용은 다음과 같다.

- H/W: 비행조종시스템, 감지기 운용 시스템, 영상저장 및 분석 시스템, 전력공급, 환경조절장치 등
- S/W: 비행조종, 감지기 운용, 영상저장 및 분석 등
- 기타 : 관제통신무전기, 인터컴, 발전기, 쉘터 등

3. 개발요소기술

아래 표에는 앞서 설명된 무인항공기 운용 시범사업에서 요구되는 구성품 개발의 요구기술을 1차적으로 분류하였다.

<표 18> 구성품 개발의 1차 요구기술 분류

구분	중분류	소분류
1. 체계 통합	1.1 체계설계	1.1.1 전술 UAV 공통 인터페이스 설계 기술
		1.1.2 전체 시스템 개념 설계
	1.2. 체계연동/통합	1.2.1 부체계 연동/통합 기술
	1.3 시험평가/감항인증	1.3.1 개발/운용시험평가 기술
		1.3.2 감항인증
		1.3.3 시험평가 지원
	1.4 사업관리	1.4.1 총괄 사업 관리
2. 비행체	2.1 기체	2.1.1 기체 설계 제작
		2.1.2 복합재 설계/ 제작
		2.1.3 공력 해석
	2.2 추진/동력전달	2.2.1 추진계통 설계/제작
		2.2.2 동력전달계통 설계/제작
	2.3 항전	2.3.1 소형/경량화 전기장치 개발
	2.4 비행 조종	2.4.1 항법장치 개발 기술
		2.4.2 제어/비행조종 S/W 개발
		2.4.3 자동이착륙 통제 알고리즘 및 S/W
		2.4.4 비행조종컴퓨터 H/W
		2.4.5 동기 개발 기술
	2.5 피아식별	2.5.1 피아식별기 통합
	2.6 통합	2.6.1 와이어하네스(커넥터/케이블)
		2.6.2 비행체 통합

<표 19> 구성품 개발의 1차 요구기술 분류(계속)

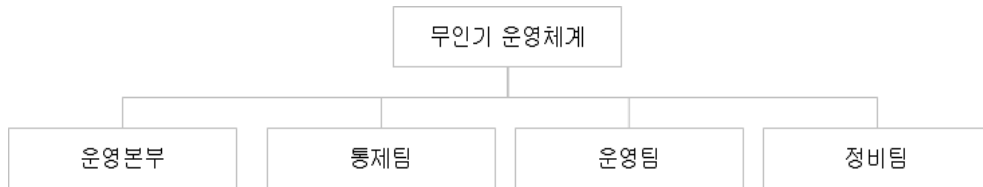
구분	중분류	소분류
3. 지상 장비	3.1 비행통제 시스템	3.1.1 복수 무인항공기 통제 알고리즘 및 S/W
		3.1.2 하드웨어
	3.2 임무통제 시스템	3.2.1 비행 임무 계획 S/W
		3.2.2 하드웨어
		3.2.3 디지털 항법 지도
	3.3 정밀위치추적기 (자동이착륙용)	3.3.1 정밀위치추적장비 개발
	3.4 지원 장비	3.4.1 발사/회수장비 소형/경량화
		3.4.2 쉘터 및 차량
		3.4.3 차량발전기 시스템
		3.4.4 비행체 점검 장비 소형화
3.5 통합	3.5.1 와이어하네스(커넥터/케이블)	
	3.5.2 지상 장비 통합 및 연동	
4. 데이터링크	4.1 탑재장비	4.1.1 탑재통신장비 설계 제작
	4.2 지상통신	4.2.1 지상통신장비 설계 제작
	4.3 지상중계통신	4.3.1 데이터링크 중계장비 설계 제작
	4.4 보안	4.4.1 데이터 링크 보안 설계 구성
	4.5 통합	4.5.1 와이어하네스(커넥터/케이블)
4.5.2 데이터링크 시스템 통합 및 연동		
5. 탑재장비	5.1 EO	5.1.1 소형주간영상장비
	5.2 IR	5.2.1 소형 야간 적외선 영상 장비
	5.3 LRF	5.3.1 레이저 거리 식별 기술
	5.4 통합	5.4.1 통합 및 방진 설계 제작
6. 지원 요소	6.1 지원요소	6.1.1 지원요소 구성
	6.2 지원요소 체계	6.2.1 지원요소 개발
		6.2.2 교육체계 구성
		6.2.3 정비체계 구성
6.2.4 기술자료 체계 개발		

제3절 운영조직 및 유지관리체계

1. 운영체계

무인항공기 운영체계는 일반적으로 지상통제장비 및 지상추적장비를 이용하여 원격 제어하면서 실시간으로 주/야간 영상 획득과 사전에 정해진 임무를 수행하고 시스템 구성 체계는 아래 그림과 같다.

<그림 46> 무인항공기 센터시스템 운영체계



무인항공기 운영절차는 임무 브리핑, 비행체 점검, 비행자료 입력, 사전비행, 비행, 임무수행, 착륙, 정비 등의 과정으로 이루어진다.

<그림 47> 무인항공기 운영절차



2. 운영조직의 업무

운영조직의 구성은 운영본부, 통제팀, 운영팀, 정비팀으로 구성되며 각 구성조직은 정해진 업무를 수행하도록 한다. 먼저 운영본부의 업무는 지

휘 및 통제를 포함하여 경찰교통과 관련된 공중 정찰, 감시, 기타 임무를 효과적으로 수행하기 위한 업무를 담당한다. 통제팀에서는 무인항공기 운용계획을 수립하고, 비행체 운용에 대한 공역통제를 협조하고 비행체 및 각종 임무장비를 운용하며 수집된 정보를 활용 및 관련부서에 전파하고, 지상통제소의 운용업무를 담당한다. 통제팀의 구성원은 임무통제담당자, 내부조종사(IP : Internal Pilot), 임무장비 담당자, 정보처리 담당자 등으로 구성할 수 있다. 운영팀은 비행기 항공안전 및 시설 관리 등의 업무를 수행한다. 정비팀에서는 장비를 점검하고, 비행상태를 준비하며 지원시설과 장비를 관리한다.

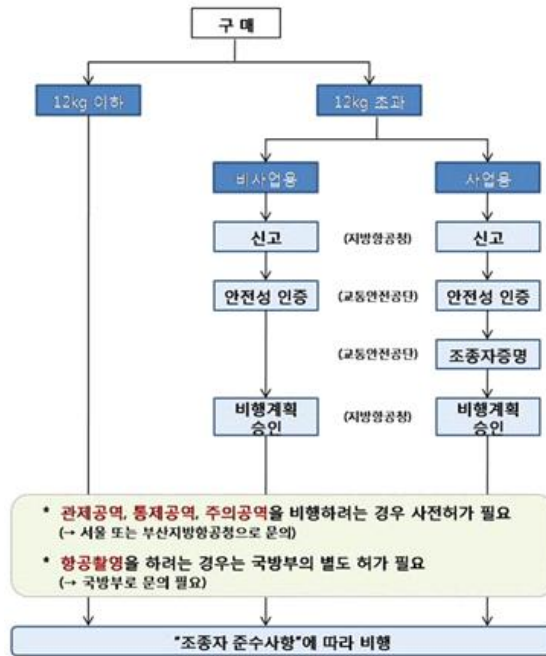
<표 20> 운영조직의 구성 및 업무내용

운영조직	업무내용
운영본부	<ul style="list-style-type: none"> ■ 지휘 및 통제를 포함하여 경찰교통과 관련된 공중 정찰, 감시, 기타 임무를 효과적으로 수행하기 위한 업무를 담당함
통제팀	<ul style="list-style-type: none"> ■ 무인항공기 운용계획을 수립하고, 비행체 운용에 대한 공역통제를 협조하고 비행체 및 각종 임무장비를 운용하며 수집된 정보를 활용 및 관련부서에 전파하고, 지상통제소의 운용업무를 담당함 ■ 임무통제담당자, 내부조종사(IP : Internal Pilot), 임무장비 담당자, 정보처리 담당자 등으로 구성할 수 있음
운영팀	<ul style="list-style-type: none"> ■ 비행기 항공안전 및 시설 관리
정비팀	<ul style="list-style-type: none"> ■ 장비를 점검하고, 비행상태를 준비하며 지원시설과 장비를 관리함

3. 비행교육 및 자격인증

무인항공기 조종을 위해 2014년 1월 1일부터 국토해양부에서 정식 국가자격증을 획득할 수 있다. 무인항공기 자격증을 획득하기 위해서는 실습 20시간, 이론 20시간의 교육을 이수해야 한다.³⁹⁾ 무인항공기 비행 조종사의 교육은 현재 국내 군 또는 민간 교육기관에서 담당하는 방법과 노스다코타 대학(미국 노스다코타 주), 엠블리드 에어로틱스 대학(미국 플로리다 주)의 무인항공기 교육 등 해외 무인항공기 교육기관을 활용하는 방법이 있다. 여기서는 현실적으로 활용성이 가장 높은 민간 무인항공기 교육기관의 조종사 양성과정을 위주로 설명한다.

<그림 48> 무인비행장치 비행절차



(출처: 한국모형항공협회(www.k-ama.org))

39) '[드론 2014]@드론 10문 10답', chosun biz, 2014. 5.

가. 민간 무인항공기 조종사 교육프로그램 개요

민간 무인항공기 조종사 양성과정은 민간 무인항공기 분야로 진출을 희망하는 학생들을 대상으로 하며, 교육내용은 기존의 유인기에서 실시하는 자가용조종사과정, 계기비행증명과정과 함께 무인항공기 교육과정을 제공한다.

민간 무인항공기 조종사 양성과정의 최소자격은 다음과 같다. 언어 능력, 즉 영어와 한국어를 읽고 쓰고 말하는 능력을 갖추어야 하며, 조종 연습허가서(Permission of Flight Training)와 항공종사자신체검사 증명서를 소지하여야 한다.

교육 목표는 학생에게 무인항공기 운영에 필요한 지식과 기술을 교육하는 것이다. 학생은 기본적인 항공학적 지식과 항공법(Korean Aviation Act ; KAA) 제 3장(Chapter 3) - 항공법 시행규칙 제 81조 1항, 항공법 시행규칙 별표 10 자격증명시험 및 한정심사의 과목 및 범위에서 요구하는 자격증명의 종류 및 자격증명의 한정을 하려는 항공기의 종류, 등급 및 업무의 종류에 따른 무인항공기 운영 실무기술의 획득을 목표로 한다. 자격증명의 종류는 운송용/사업용/자가용/경량항공기 조종사, 항공사, 항공교통관제사, 항공정비사, 운항관리사 등을 포함한다.

교육원은 과정 중에 학과시험 및 실기평가를 통해 학생의 지식과 기량을 평가한다. 무인항공기 이론의 획득을 검증하기 위하여 항공법 시행규칙 제 81조 1항, 항공법 시행규칙 별표 10에서 자격증명의 종류에 따라서 요구하는 항공법규, 공중항법, 항공기상, 비행이론, 항공교통/통신/정보업무 등 해당 자격의 수행에 필요한 이론 교과목을 평가한다. 실무를 증명하는 자격증명시험은 조종기술, 계기비행절차, 무선기기 취급법, 공지통신 연락, 항법기술 및 해당 자격의 수행에 필요한 실무기술을 평가한다.

나. 민간 무인항공기 조종사 양성과정(예시)

민간 무인항공기 조종사 교육원의 예시를 간략하게 설명한다. 아래 표에는 한국항공대학교 비행교육원에서 운영하는 무인항공기 조종사 과정별로 교육생이 이수해야하는 교과목 및 비행교육시간을 요약하였다.

<표 21> 무인항공기 조종사 과정별 교과목 및 비행교육시간

구분	학과(시간)	비행교육(시간)
자가용조종사과정	183	60
계기비행증명	77	60
무인항공기조종사과정	130	40
총계	390	160

다음은 한국항공대학교 비행교육원의 교과목 목록과 각 과정별 실무교육비행시간을 정리하였다.

<표 22> 한국항공대학교 비행교육원의 교과목 목록

No	세부과목 (교육시간: 390 시간)
1	비행의 역사(History of Flying)
2	조종사 자격증명 (Pilot Certifications including UAV certificate)
3	용어 정의 (Definition)
4	인적 요소 (Human Factor)
5	항공기 구조 (Aircraft Structure)
6	비행원리 기초 (Principles of Flight)
7	항공역학 (Aerodynamics of Flight)
8	항공기 엔진 및 시스템 (Powerplants and Aircraft Systems)
9	비행 계기 (Flight Instruments)
10	비행 장비 (Flight Equipment)

<표 23> 한국항공대학교 비행교육원의 교과목 목록(계속)

No	세부과목 (교육시간: 390 시간)
11	항공무선통신 (Radio Communications Phraseology and Techniques)
12	항공기상 이론 (Aviation Weather Theory)
13	항공기상 업무 (Aviation Weather Services)
14	비행 매뉴얼 및 문서 (Flight Manuals and Other Documents)
15	항공기 성능 (Aircraft Performance)
16	무게중심 산출 (Weight and Balance Computations)
17	공항운영 (Operation of Airport)
18	지상운영 (Ground Operation)
19	저속비행, 스톱, 스피 (Slow Flight, Stalls, and Spins)_
20	이륙 절차 (Take Off and Departure Climbs)
21	장주 훈련 (Airport Traffic Patterns, Approach and Landings)
22	공역 (Airspace)
23	항공지도 (Aeronautical charts)
24	비행계획 (Flight Plan)
25	시계비행 항법 (VFR Navigation)
26	무선항법 (Radio Navigation and Lost Procedures)
27	항법 계산기 (Flight Computer)
28	비행 장비 (GARMIN1000)
29	항공법 및 안전규정 (Aviation Law and Flight Safety Regulations)
30	야간 비행 (Night Operations)
31	비행 계기 (Flight Instrument & Basic Attitude Instrument)
32	항법 시스템 (NAVIGATION SYSTEMS)
33	항로 지도 (Enroute Charts)
34	계기접근로 (Instrument Approach Charts)
35	계기비행 (IFR FLIGHT)
36	계기비행 기상 (Instrument Weather)
37	비상상황 시 대처 방안 (Emergency Operations)
38	계기비행 계획 수립 (Instrument Flight Planning)
39	무인항공기 운영의 개요 (Introduction to UAS operations)
40	무인항공기 시스템 (Unmanned Aerial Systems)
41	무인항공기 지상장비 (UAS Ground Systems)
42	무인항공기 센서 시스템 (UAS Sensor Systems)
43	무인항공기 통신 시스템 (UAS Communication/Telemetry Systems)
44	무인항공기 운영 (UAS Operations)
45	무인항공기 조종 절차 (UAS Pilot Procedures)

<표 24> 자가용조종사 과정

과 목	교육시간		
	동승비행	단독비행	계
1. 장주이착륙	20	3	23
2. 공중조작	12	2	14
3. 기본계기비행	5		5
4. 야외비행	5	5	10
5. 야간비행	2		2
6. 비정상 및 비상절차	1		1
7. 시험 (중간고사 한번 이상 실시)	5		5
계	50	10	60

<표 25> 계기비행 증명과정

과 목	교육시간
1. 기본계기비행 (정상, 비정상 및 비상상태 회복절차 등 포함)	20
2. 계기비행(계기이륙, 표준계기 출발 및 도착, 항로비행, 체공, 접근 및 착륙 등 포함)	20
3. 야외 계기비행	15
4. 시험(중간고사를 한번 이상 실시)	5
계	60

<표 26> 무인항공기조종 과정

과 목	교육시간
1. 비행전 준비 및 절차	5
2. 모의비행훈련장치 훈련	10
3. 비행훈련 (Hand Launch, RWY T/O, Straining and Level flight, Landing, Wind control flight)	20
4. 위기대처 훈련 (Emergency procedure, lost Line of sight, Lost Radio Link)	4
계	40

4. 유지관리체계

무인항공기의 유지관리는 정비팀에 의해 관리되며, 임무수행에 이상이 없는 상태로 유지되어야 한다.

유지관리업무는 정비팀 정비와 전문 정비로 구분한다. 정비팀 정비는 편성된 인원 및 공구, 부품을 이용하여 점검/손질/보존/주유/시험/부품교환과 기본적인 장비 교체 업무 수행한다. 또한 전문 정비는 정비팀 정비가 불가능한 수준의 정비로써 장비 납품 회사 또는 전문 정비 업체에 작업을 요청하여 수행한다. 유지관리 임무수행은 무인항공기 유지관리를 위해 인가된 자격의 인력이 수행한다. 또한 엔진 및 기체, 항공전자 장비, 통신장비, 영상장비 별로 정비팀 정비와 전문 정비 수준을 구분하여 유지관리 임무 범위와 역할을 정하여 수행한다.

정비업무는 정비팀 정비와 전문정비로 구분한다. 먼저 정비팀 정비는 다시 사용자 정비와 창정비로 구분이 가능하다. 사용자 정비는 장비를 운전 또는 사용하는 자에 의해서 수행되는 정비로서 결함을 조기에 발견하여 손질, 주유, 조정 등으로 장비기능을 회복시킨다. 창정비는 최상급 정비로서 구성품 및 완제품을 완전 분해하여 검사 및 수리 재생하는 것을 의미한다. 두 번째로 고급정비는 국내 외주업체에서 수행하는 외주정비 및 국내에서 정비가 불가능한 구성품 또는 완제품을 생산국의 생산업체 또는 정비업체에 의뢰하여 수행하는 정비를 의미한다.

<표 27> 유지관리의 구분

구분	업무내용
정비팀 정비	편성된 인원 및 공구, 부품을 이용하여 점검/손질/보존/주유/시험/부품교환과 기본적인 장비 교체 업무 수행
전문 정비	정비팀 정비가 불가능한 수준의 정비로써 장비 납품 회사 또는 전문 정비 업체 또는 해외 제작사에 작업을 요청하여 수행

제7장 개발과제의 기획과 추진체계

제1절 개발과제의 기획

무인항공기 사업은 아직 태동기에서 성장기 사이의 블루오션 지역이므로 모든 개발이 완료됨과 동시에 시범운영에 들어가, 그 결과에 대한 평가를 실시하고 평가결과에 대한 자문회의, 공청회 등을 통하여 단점보완과 의견수렴 등을 거쳐 본 사업인 2차 사업에 반영함으로써 전체 개발사업의 안전성과 완성도를 높이도록 한다. 따라서 본 연구에서 기획한 개발과제는 사업을 궤도에 올리기 위한 전 처리 사업으로 기술검증용 시범사업(ACTD; Advanced Concept Technology Demonstration)이라 할 수 있다.⁴⁰⁾

개발과제의 주요내용은 무인항공기 운영 및 안전비행 핵심기술과 경찰행정 지능화 기술개발로 구분된다.

무인항공기 운영 및 안전비행 핵심기술은 무인항공기부문, 데이터링크부문, 지상(센터)운영 부문으로 구분한다. 무인항공기부문은 기본적으로 자율비행, 안전비행, 3D전자지도 매칭기술 등과 같은 무인항공기의 비행, 안전, 운영에 관한 기술이다. 데이터링크 부문은 첫째, 교통자료수집과 관련하여 지상통제장비와 무인항공기간의 각종 통제명령 및 영상정보를 양방향으로 전송하기 위한 시스템이 있다. 둘째, 비행과 관련하여 고신뢰성 통신설계기술, 통신 보안기술, 데이터 통신기술, 통신 제어 및 관

40) ACTD사업이란 이미 성숙된 기술을 활용하여 새로운 개념의 운용능력을 갖는 시스템체계 또는 핵심 구성품을 개발한 후 실용성 평가를 통하여 4년 이내의 단기간에 입증하는 사업으로서, 우수한 신개념의 기술을 신속히 적용하여 실용화하는데 그 목적이 있다.

리 기술, 안티재밍 기술이 해당된다. 지상(센터)운영 부문은 비행통제, 운영관리, 유지보수 등으로 지상의 센터에서 실시하는 무인항공기 모니터링 및 원격조종, 수집된 자료처리, 무인항공기 운영, 시스템 유지보수 등 운영에 관련한 제반 기술을 가리킨다.

기술 개발은 교통부분, 기타 부분으로 구분한다. 교통 부분은 기본적으로 교통정보 수집 기술 개발과 갓길 통행위반 등과 같은 교통단속 기술, 돌발상황시 교통정보 수집 및 주변 상황 감시 기술 등이다. 기타 부분은 교통정보 수집 또는 다른 업무를 수행하는 과정에 차량 번호를 자동인식하여 도난 수배차량을 검거할 수 있는 기술과 대규모 통제가 필요하는 경우 관리할 수 있는 기술 등이다.

<표 28> 무인항공기 운영 및 안전비행 핵심기술

분류	연번	과제	과제 정의
무인항공기 부문	1	자율비행	<ul style="list-style-type: none"> • 정해진 노선을 따라 정기적으로 자동으로 무인항공기에 비행에 필요한 정보를 입력하면 사람의 도움 없이 무인항공기가 단독으로 정해진 임무를 수행 • 자율비행 임무는 사전에 입력된 여러 경유지점(Waypoint)을 경유하는 기능, 자동으로 정해진 지점에서 이를 또는 착륙하는 기능 등으로 정의
	2	안전 비행	<ul style="list-style-type: none"> • 비상상황으로 인하여 GCS와 연결이 두절되거나 무인항공기 탑재장비에서 비상상황이 발생하게 되면 무인항공기 자율비행기능이 비상상황을 신속하게 감출하여 적절한 고장처리 • 고장 등의 원인으로 추락상황이 발생하는 경우 안전 착륙을 유도하거나 대인/대물 피해 최소화할 수 있도록 함
	3	3D 전자지도 매칭 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 2차원인 전자지도의 촬영대상지점인 웨이포인트(Way-Ponit)을 3차원(Three Dimension)인 공중의 비행고도를 유지하며 전자지도상의 도로를 촬영
데이터 링크 부문	4	데이터 링크 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 지상통제장비와 무인항공기간의 각종 통제명령 및 영상정보를 양방향으로 전송하기 위한 시스템 • 고신뢰성 통신설계기술, 통신 보안기술, 데이터 통신 기술, 통신 제어 및 관리 기술, 안티재밍 기술 등
지상(센터) 운영 부문	5	비행통제/운영관리/유지보수 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 임무비행을 통제하기 위한 지상통제소로서 임무계획을 수립하고, 운용에 대한 관리를 수행 • 비행통제기술, 임무장비 관리기술, 지상운용장비 I/F, 이착륙 제어(자동/수동) 기술 등

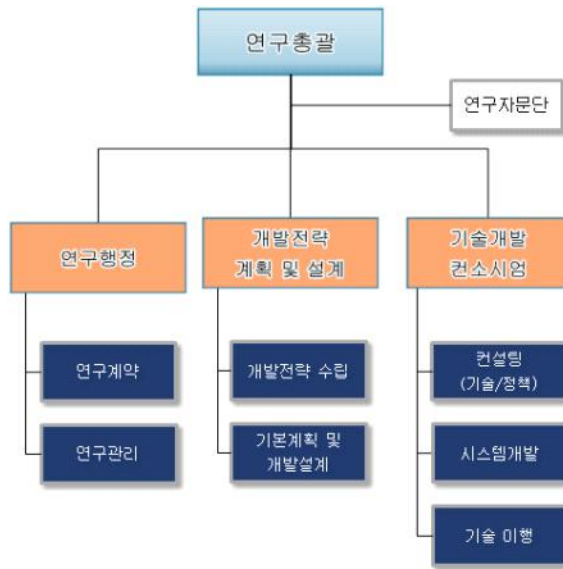
<표 29> 경찰행정 지능화 핵심 기술

분류	연번	과제	과제 정의
교통 부문	1	교통정보 수집	<ul style="list-style-type: none"> 정해진 노선을 따라 정기적으로 자동으로 비행하며 도로의 교통정보를 동영상 또는 정지영상을 수집하여 센터에 실시간으로 전송처리
	2	교통단속	<ul style="list-style-type: none"> 전용차로, 갓길위반, 끼어들기 위반 등 현행무인장비로 단속이 어려운 현장에 위반 차량의 번호를 자동으로 인식하며 차량의 영상을 채집하여 단속
	3	돌발상황 관리	<ul style="list-style-type: none"> 신고된 도로공사/행사 등으로 인해 교통혼잡 상황이 발생하는 경우 혼잡 주변 상황의 교통상황 정보를 수집하여 실시간으로 센터로 전송처리
	4	긴급차량 우선 신호제어	<ul style="list-style-type: none"> 긴급차량 출동시, 출동 루트의 교통상황을 실시간으로 파악하여 긴급차량이 최단시간으로 현장에 출동할 수 있도록 지원
기타 부문	8	대규모 통제 연계 처리	<ul style="list-style-type: none"> 조직간 공조를 통한 위험상황관리를 위해 전체 상황을 통제할 수 있도록 영상 등 관련정보를 관계기관에 전송처리
	9	도난/수배차량 관리	<ul style="list-style-type: none"> 교통정보 수집, 교통단속 등 정기 업무와 병행하여 무작위로 차량번호를 인식하여 도난/수배 차량 단속처리

제2절 개발과제의 추진체계

연구의 추진체계는 전체적인 진행을 총괄하는 연구총괄과 자문단과 연구행정, 전략개발 및 설계, 기술개발 컨소시엄으로 구성된다. 연구총괄은 추진과정에서 자문단의 의견을 반영하며 수행한다. 연구행정은 경찰청의 해당국이 전담하여 수요기관인 경찰청의 각 국관에서 요구하는 의견을 일괄적으로 처리하여 실무부서의 요구가 시스템개발에 반영되도록 하고 타 유관부처(미래창조과학부 R&D 부서 등)의 컨택포인트(Contact Point) 역할을 수행한다. 전략개발 및 설계는 공공성을 가진 전문기관에서 수행하며 시스템개발에 필요한 전략과 이를 구체적으로 구현할 기본계획 및 설계작업을 수행한다. 기술개발 컨소시엄에서는 실제 구현기술을 보유한 기관이나 전문기업들로 구성되며 컨설팅, 시스템개발, 기술이행부문으로 나누어 업무를 수행하며 시스템개발부문에서는 비행체, 데이터링크, 지상체, 유지보수 등과 관련한 업무를 수행한다.

<그림 49> 시스템 개발 추진체계



<표 30> 연구추진체계 및 담당역할

구분		담당역할
연구총괄		<ul style="list-style-type: none"> ■ 연구 과제 총괄 ■ 연구개발 전략 수립 ■ 요구도 정립, 운용방안 수립
연구행정		<ul style="list-style-type: none"> ■ 무인공중장비 운용개념 설계 ■ 무인공중장비 적용방안 및 운용모델 개발 ■ 요구기능 정립, 상세 설계
전략개발 및 설계		<ul style="list-style-type: none"> ■ 정책 및 전략 수립 ■ 세부 운용 전략 및 모델 개발 ■ 관련법규 검토
기술개발 컨소시엄	컨설팅	<ul style="list-style-type: none"> ■ 시스템 개념 정립 및 설계 ■ 상세 운용 방안 정립 ■ 비행체 및 지상체 개발/시험 운용
	시스템개발	<ul style="list-style-type: none"> ■ 기술 및 정책 관련 컨설팅 ■ Safety 연구 및 결과물 작성/가이드
	기술이행	<ul style="list-style-type: none"> ■ 기술 이행 ■ 비행체 및 지상체 개발/시험 운용

제3절 개발과제의 예산(안)

개발예산(안)은 개발기간 전체 4년 동안 1차~4차년으로 나누어 연차별로 투입되며 총200억이 산정되었다. 구체적으로는 계획과 설계부분 위주로 진행되는 1차년도에 약 15억, 시스템 개발위주의 2차년도에 약 60억, 기능 시범운영위주의 3차년도에 약 70억, 통합 시범운영위주의 4차년도에 약 55억이 투입된다. 더불어 활용 소프트웨어 개발도 함께 개발이 추진되어 시스템운영에 활용하게 된다. 본 내용은 연구에 소요되는 예산내역의 안으로 실제 사업진행시 연구개발 예산(안)은 변동될 수 있으며 그 내용을 표로 정리하면 다음과 같다.

<그림 50> 연구개발비(안)

(단위 : 천원)

연 도	예산	무인기시스템 구현				기본계획 및 설계	운영시스템 개발	계	
		센터	통신	비행체	소계				
1차년도 (15.01~15.12)	금액	1,500,000	2	2	4	8	2	5	1,500,000
	비율	100%	13%	13%	27%	53%	13%	33%	100%
2차년도 (16.01~16.12)	금액	6,000,000	10	10	17	37	3	20	6,000,000
	비율	100%	17%	17%	28%	62%	5%	33%	100%
3차년도 (17.01~17.12)	금액	7,000,000	10	10	26	46	4	20	7,000,000
	비율	100%	14%	14%	37%	66%	6%	29%	100%
4차년도 (18.01~18.12)	금액	5,500,000	10	10	17	37	3	15	5,500,000
	비율	100%	18%	18%	31%	67%	6%	27%	100%
총 계	금액	20,000,000	32	32	64	128	12	60	20,000,000
	비율	100%	16%	16%	32%	64%	6%	30%	100%

제8장 법 · 제도적 검토

제1절 관련법 검토

국토교통부는 1992년 2월 무인비행장치에 관한 안전관리 기준을 항공법에 초초 반영한 후 비행장치 신고 및 안전성 인증, 비행계획 승인제도를 운영해 왔다. 또한 2004년 초경량 비행장치전용 공역 지정, 2013년 2월 무인비행장치 조종자 자격증명제 도입, 2014년 1월 무인회전익 조종자 안전교육 실시 등 제도적 보완을 실시하고 있다. 한편, 국토교통부에서 지정한 법령에서는 기체무게 150kg을 초과하는 무인항공기는 항공기급 무인항공기로, 그 이하는 무인비행장치로 구분해 관리하고 있다. 기체무게 150kg을 초과하는 항공기급 무인항공기는 등록을 의무적으로 하게되어 있으나 2014년 3월 31일 기준으로 등록된 무인항공기는 한 대도 없다. 150kg 이하 무인비행장치는 신고를 하게 되어 있다. 2014년 3월 31일까지 신고된 무인비행장치는 240대이다. 다만 12kg 이하 기체는 신고대상에서 제외된다.⁴¹⁾

1. 무인항공기 기체 및 시설 관련법

- 군용항공기 비행안전성 인증에 관한 법률 제2조 정의
- 군용항공기 비행안전성 인증에 관한 법률 시행령, 제2조 경찰용 · 세관용 항공기
- 항공법 제2조 정의, 제23조 초경량비행장치 등

41) '[드론 2014]@드론 10문 10답', chosun biz, 2014. 5.

- 항공법 시행규칙 제3조 항공기인 동력비행장치의 범위, 제14조 초경량비행장치의 범위 등, 제20조 특별감항증명의 대상
- 항공우주산업개발 촉진법 제4조 항공우주산업의 육성
- 특별감항증명 발급 지침 제3조 발급기관, 제8조 특별감항증명의 발급

2. 무인항공기운항 관련법

- 항공법 제25조 항공종사자 자격증명 등, 제55조 비행 중 금지행위 등
- 항공법 시행령 제14조 신고를 필요로 하지 아니하는 초경량비행장치의 범위, 제66조의2 초경량비행장치의 조종자 증명 등, 제68조 초경량비행장치 조종자의 준수사항
- 항공법 시행규칙 제68조 초경량비행장치 조종자의 준수사항, 제68조의3 경량항공기의 비행계획 승인, 제68조의7 경량항공기 조종사의 준수사항, 제125조 구급용구 등, 제196조의2 무인항공기의 비행허가 신청 등,

3. 무인항공기통신 관련법

- 항공법 시행규칙 제122조 무선설비

4. 영상자료전송 관련법

- 항공법 시행규칙 제212조 비행정보의 제공, 제214조 항공교통업무에 필요한 정보 등, 제216조 항공정보

- 항공교통업무기준 제47조 비행정보업무의 범위, Scope of flight information service

5. 무인항공기 유지보수관리 관련법

- 항공법 제20조 특별감항증명의 대상, 제142조 준용 규정, 제154조의2 청문, 제177조 항공운송사업자의 업무 등에 관한 죄, 제182조 과태료, 제183조 과태료
- 항공법 시행령 제63조 권한의 위임·위탁
- 항공법 시행규칙 제68조의2 초경량비행장치의 구조지원 장비 등, 제5조 사망·중상 등의 적용기준, 제6조 사망·중상의 범위, 제314조 국내항공운송사업 또는 국제항공운송사업에 관한 규정의 준용, 제328조 수수료
- 국토교통부와 그 소속기관 직제 시행규칙 제28조 서울지방항공청 안전운항국, 제33조 부산지방항공청 안전운항국
- 사법경찰관리의 직무를 수행할 자와 그 직무범위에 관한 법률 제6조 직무범위와 수사 관할
- 연안관리법 시행령 제2조 연안기본조사의 내용 등
- 국가항공안전프로그램 제2조 정의
- 국방전력발전업무 훈령 제19조 항공무기체계
- 군 기상정보지원규정 제3조 정의
- 군용항공기 감항인증 업무규정 제3조 정의
- 군인 등의 장려수당 및 유급지원병 보수지급 훈령 제5조 군인등의 장려수당 제5호 지급의 세부지침
- 해양경찰청 해상치안장비 도입업무 규칙 제2조 용어의 정의

- 행정권한의 위임 및 위탁에 관한 규정 제41조 국토교통부 소관, 제 54조 국토교통부 소관
- 항공·철도 사고조사에 관한 법률 제2조 정의, 제19조 사고조사의 수행 등
- 항공·철도 사고조사에 관한 법률 시행규칙 제2조 항공·철도종사자와 관계인의 범위
- 항공·철도사고조사위원회 운영규정 제2조 정의

6. 개인정보보호 관련법

- 개인정보보호법[법률 제12504호, 2014.3.24., 일부개정] 제25조 (영상정보처리기기의 설치·운영 제한)

제2절 국내외 법제도적 동향분석

1. 국내제도

가. 법환경

현재 무인항공기에 관하여서 국내법은 초경량 항공기와 마찬가지로 극히 제한된 공역에서 비행계획을 사전에 승인 받아 운항하도록 요구하고 있을 뿐, 무인항공기 자체의 설계 및 신뢰성, 안전성과 운항에 관하여서는 규정이 없다. 이는 관련 현행법이 무인항공기 및 초경량 항공기를 근거리 저고도 스포츠 목적으로 제정되었기 때문이며, 이것은 무인항공기 개발 후 공역체계 내에서의 자유로운 임무수행이 불가능함을 의미한다.

나. 문제점

아직까지 국내법에는 무인항공기에 대한 명확한 정의 및 분류가 없으며, 기술기준에서도 무인항공기에 대한 기술 규정은 없다. 단지, 항공법 제 23조의 2에서 무인비행장치에 관한 규정이 있으며, 여기에서 자체중량이 12kg 이하이며, 엔진 배기량 50cc 이하의 경우에는 스포츠용 무선 조종 모형 항공기로 간주하여 신고 없이 비행을 할 수 있도록 하고 있다. 그러나 이 기준을 초과하는 무인비행 장치는 소지 시 건설교통부장관에게 신고하고, 비행하고자 하는 경우에는 매 비행 전에 비행계획을 수립하여 이를 승인 받도록 하고 있다. 이때에는 비행장치의 기초적인 안전성을 확인받도록 되어 있으며, 비행 승인 시 극히 제한된 공역 내에서 통상 500ft AGL(Above Ground Level)이하의 고도에서만 비행을 할 수 있도록 인가한다. 또한, 항공법 제62조에서는 “무조종사 항공기”

에 대해서 규정하고 있으며, 다른 항공기 및 지상에 미칠 위험을 방지하기 위해서 필요한 경우 항공기의 비행방법을 제한할 수 있다고 명시하고 있다. 즉, 현행 국내 무인항공기 관련 법 제도는 일반 유인기와 같이 체계적인 인증을 통하여 안전성을 인증 받은 후 공역체계 내에서 자유로운 임무수행을 할 수 있도록 하는 제도를 갖고 있지 않으며, 극히 제한된 공역 내에서 일시적인 비행만을 할 수 있도록 되어있다. 이것은 외국의 경우에도 비슷한 상황이며, 무인항공기의 개발 및 기술발전과 더불어 관련 규정도 함께 개발해 나가야 할 부분이다.

2009년 이후 무인항공기 관련 조항이 신설된 이후 수차례의 일부 개정 및 보완으로 무인항공기 안전관리제도 관련 법규가 정비되었고, 무인비행장치 운용기준도 개선되었으나 무인항공기의 종류/등급 및 공역관리를 기준으로 하는 체계적인 기술기준 및 관리제도, 그리고 장기적인 개발 로드맵을 기반으로 하여 체계적인 법규정비가 필요하다.

1) 초경량비행장치사용사업에 사용할 수 있는 초경량비행장치와 사업범위 설정(안 제16조의2 신설)

- 항공법 개정('12.1.26 공포, '12.7.27일 시행)으로 초경량비행장치 사용사업이 신설됨에 따라 이 사업에 사용가능한 초경량비행장치의 종류와 사업범위에 관한 세부기준 마련
- 초경량비행장치사용사업에 사용할 수 있는 비행장치는 안전성을 고려하여 무인비행장치와 기구류로 정하고, 사업범위도 농약살포, 사진촬영 등으로 명확히 제시
- 무인비행장치를 이용한 사용사업의 활성화를 도모하고 기구류를 이용한 관광·레저 활성화에 기여

2) 항공기 감항증명 이원화에 따른 세부 기준 마련(안 제

18조, 제20조, 제22조, 제23조, 제24조)

- 항공법 개정('12.1.26일 공포, '12.7.27일 시행)으로 감항증명이 표준감항증명과 특별감항증명으로 이원화 됨에 따라 감항증명의 종류별 신청, 검사범위 및 발급 등에 관한 세부 기준 마련
- 표준감항증명 및 특별감항증명의 신청서식과 첨부서류를 구분하여 정하고, 표준감항증명의 검사범위를 설계·제작과정 및 완성 후의 상태와 비행성능이 기술기준의 적합 여부로 하고, 특별감항증명의 경우 제작자 또는 소유자등이 제시한 운용범위 내에서 안전한 비행이 가능한지 여부로 규정

3) 항공기등의 수리·개조 승인절차 개선(안 제36조, 제38조)

- 현행 법령상 항공기등의 수리·개조 승인 신청 시 제출하는 수리·개조계획서만으로는 안전성 확인이 곤란한 경우 신청자가 수리·개조 완료 후 수리·개조결과서를 제출할 것을 조건부로 승인하여 수리·개조된 항공기등에 대한 안전성 여부의 직접 확인 곤란
- 이에 따라 항공기등의 수리·개조 승인 신청 시 제출하는 수리·개조계획서만으로는 안전성 확인이 곤란한 경우 수리·개조가 수행되는 현장에서 직접 확인 후 항공기등의 수리·개조를 승인하도록 개선하고, 항공기등의 수리·개조 후 수리·개조결과서를 모두 제출하도록 의무화

4) 무인비행장치 안전관리 강화(안 제66조의2, 제68조)

- 무인항공기술, IT기술 등의 발달로 다양한 형태의 고성능 무인비행장치가 개발·출시되고, 최근 농업용 무인헬기 등 무인비행장치가

급증하며, 무인비행장치를 사용한 초경량비행장치사용사업이 신설됨에 따라 무인비행장치 조종자 및 비행에 대한 안전관리 강화

- 초경량비행장치사용사업에 사용되는 무인비행장치 조종자에 대하여 초경량비행장치 조종자 증명을 받도록 하고, 무인비행장치를 비행시킬 경우 해당 무인비행장치를 육안으로 확인할 수 있는 범위 내에서 조종하도록 의무화

5) 무인항공기 의무무선설비 기준 정비 및 비행허가 요건 보완(안 제122조, 제125, 제126조, 제127조, 제131조, 제196조의 2)

- 유인항공기의 의무무선설비 기준을 그대로 무인항공기에도 일률적으로 적용하고 있으나, 이를 무인항공기의 의무무선설비 기준을 무인항공기 특성을 고려하여 정비할 필요가 있고, ICAO 국제기준(부속서 2, 항공규칙) 개정에 따라 무인항공기 비행허가 요건 보완
- 무인항공기에는 탑재가 불가능하거나 불필요한 의무무선설비 기준을 합리적으로 정비하고, ICAO 국제기준(부속서 2, 항공규칙)에 따라 무인항공기 비행허가 신청 시 제출자료를 보완하는 등 무인항공기 비행안전관리를 강화

6) 항공기대여업 등 신설 사업에 따른 등록절차 및 등록기준 마련(안 제311조부터 제313조의3까지 신설)

- 항공법 개정('12.1.26 공포, '12.7.27일 시행)으로 항공기대여업과 초경량비행장치사용사업이 신설됨에 따라 등록신청 및 변경절차를 정하고, 자본금·항공기 보유기준·보험가입 기준 등 등록기준을 마련
- 항공기대여업과 초경량비행장치사용사업 등록에 필요한 세부절차

및 요건 제시로 항공안전 및 관광·레저 활성화 도모

7) 무인비행장치 안전관리 강화(안 제66조의2제5호 신설)

- 최근 농업용 무인헬기 등 무인비행장치가 급증하고 이에 따라 무인비행장치사고도 증가하는 추세이며, 초경량비행장치사용사업 신설로 무인비행장치를 이용한 농약살포, 사진촬영 등 비행이 증가하고 있어 이에 대한 안전관리를 위해 초경량비행장치사용사업에 사용되는 무인비행장치 조종자에 대하여 초경량비행장치 조종자 증명을 받도록 함.

8) 무인항공기 안전관리기준 정비 및 비행허가기준 보완(안 제122조, 제125조, 제126조, 제131조 및 제196조의2)

- 무인항공기에 대한 명확한 안전기준 없이 유인항공기의 안전기준을 그대로 적용하고 있어 무인항공기의 특성을 고려하여 탑재장비 등의 설치·운용기준을 정비하고, ICAO 국제기준(부속서 2, 항공규칙) 개정에 따라 무인항공기 비행허가기준을 보완함.

9) 개인정보보호법 개정

- 현재 국민의 개인정보 보호와 관련하여 CCTV 운영에 관해서는 ‘개인정보보호법[법률 제12504호, 2014.3.24., 일부개정]’을 근거로 CCTV Poll에 설치위치와 용도에 대해 고지하고 있음. 그러나 무인항공기 관련해서는 개인정보보호에 관해 규정한 법이 없는 실정임.
- CCTV 관련한 법률은 ‘개인정보보호법 제25조(영상정보처리기기의 설치·운영 제한)’에서 영상정보처리기기의 정의, 범위, 운영등에

대해 규정하고 있는데 무인항공기의 정보수집을 포함할 수 있는 내용을 포함하려면 현재 폐쇄회로 텔레비전과 네트워크 카메라로 구성되어 있는 법률 적용범위를 무인항공기의 활동범위를 포함할 수 있도록 범위확장이 필요함.

- 법 검토 과정에 있어서 개인정보보호법의 관련 주무부서인 안전행정부 개인정보보호과 및 한국정보화진흥원의 의견수렴 및 법률 내용협의도 필요할 것으로 판단됨.

2. 국외제도

무인항공기에 대한 군 운용의 경우, 민간 항공기 운용 공역이 아닌 군용 공역에서 특수 목적으로 사용되기 때문에 민간에서 운항 및 항공기 자체 안전성에 관한 규정의 개발 필요성이 대두되지 않았다. 그러나 항공 선진국들의 경우, 무인항공기의 민간 도입 운영이 감항 당국에 신청되고, 그 활동 영역이 커짐에 따라 민간소유 무인항공기에 대한 안전성 규정 및 운항 규정들의 법제화를 서두르고 있다. 무인항공기의 운영은 자체적인 비행제어 및 자동 비행능력을 보유한 항공기를 가시거리 밖 원거리에서 조종 또는 제어하는 것을 의미하며, 이에 대한 항공기 및 운영체계의 요건을 연구, 개발하고 있는 대표적인 나라는 미국, 영국, 호주 등이다. 항공 선진국들의 무인항공기관련 현행 제도 및 향후 동향은 아래와 같다.

- 무인항공기 관련 항공교통관제, 감항성, 비행운영에 관한 규정의 개발은 무인항공기를 민간공역에 성공적으로 통합시키기 위한 열쇠이며, 현재 무인항공기를 운영하는 여러 국가에서 유인항공기 규정에 상응하는 무인항공기 관련 규정을 개발했거나 개발 중에 있음
- 미 국방부가 2013년 로드맵에서 밝히고 있는 무인항공기 규정의

기본 원칙에는 다음과 같은 것이 있음

- 피해가 없도록 함 :군용을 대상으로 한 규정이 민간용 무인항공기의 운항을 불필요하게 제한하지 않도록 하기 위해서 군용 규정 중 실행 가능한 부분들을 선별하여 민수용 규정에 적용
 - 새로 만들기보다는 기존의 것에 따름 :무인항공기 전용 규정을 새로 제정하기 보다는 무인항공을 포함하여 적용될 수 있도록 기존의 규정을 중심으로 수립. 무인항공기를 특별우대 범주에 넣지 않음으로써 무인항공기 운항과 유인기 운항 간의 투명성을 제고
 - 관례 존중 :국제 공역 또는 외국공역 운용 시에는 미국 내에서 사용할 때의 규정에 초점을 맞춰 적용하되 무인항공기 운항에 관한 국제규정이나 해당국가의 유사규정이 있을 때는 그 규정을 따르도록 함
- 유인항공기 토대의 기존 규정 체계를 전제로 한 무인항공기 규정으로 천차만별의 수많은 무인항공기를 모두 포괄하기에는 한계가 있으며 비현실적임

가. 국제규정에 순응

- 1944년 채택된 시카고조약에는 “무조종사항공기(pilotless aircraft)”라는 용어로 무인항공기에 관해 언급하고 있음
- 시카고조약 제8조 :“조종사 없이 비행할 수 있는 항공기는 특별한 허가없이 체약국 영공을 조종사 없이 비행해서는 안되며, 각 체약국은 민간 항공기에 개방된 공역에서 조종사 없이 비행하는 무조종사항공기가 민간 항공기에 해가 되지 않도록 통제해야함”
- 무인항공기 운항과 관련하여 중요한 ICAO 부속서는 3가지로서 Annex1 (자격), Annex6 (운항), Annex8 (감항성)임.

- 무인항공기 운용에 있어서 시카고조약 및 ICAO 부속서와 같은 국제적 규정은 기본이 되며 반드시 해당 국가의 법규에 반영되어야 함

나. 외국의 관련 법규

- 미국
 - FAA UAPO AIR-160, UAS Interim Operational Approval Guidance 08-01 (2008년)
 - FAA Order 8130.34, Airworthiness Certification of Unmanned Aircraft Systems (2008년)
- 호주
 - CASA AC 101-(0), UAV operations, design specification, maintenance, and training of human resources (2001년)
 - CASR Part 101, Unmanned Aircraft and Rocket Operations (2002년)
- 영국
 - CAA CAP 722, Unmanned Aircraft System Operations in UK Airspace- Guidance (2004년 초판, 2009년 최신 개정판)
- 유럽
 - EASA A-npa No16-2005, Policy for UAV certification (2005년)
 - EASA Policy E.Y013-01, Airworthiness certification of UAS (2009년)

제9장 결론 및 활용방안

본 과제는 교통안전을 위해 차세대 교통정보 수집원인 무인항공기를 활용한 영상정보수집시스템을 통해서 거시교통정보 수집기술을 개발하고 이를 활용하는 것을 목표로 한다. 그 결과로서 교통혼잡, 교통사고 등 교통안전 분야의 획기적인 업무개선을 통해 사회적 비용을 최소화 할 수 있다.

본 과제에서는 이를 위해 장기적 목표와 단기적 목표를 구분하여 제시하였다. 먼저 본 과제에서 제안한 시스템의 장기적인 목표는 다음과 같다. 첫째, 수집된 항공 영상자료를 바탕으로 교통의 혼잡상황 모니터링, 교통사고처리 및 주변상황 모니터링, 교통단속 및 통제, 지역 교차로네트워크의 교통정보 및 신호제어 전략의 기반자료 등 교통부문과 수배차량/뺑소니차량 추적, 응급 및 재해상황 대응 등 기타부문으로 활용한다. 둘째, 거시교통정보 수집을 위해 무인항공기를 운영하여 도로의 교통정보를 동영상 또는 정지영상으로 수집하고 센터에 전송·처리하는 무인항공기 통합운영체계 개발한다.

이를 구현하기 위해서는 핵심기술의 개발이 필수적이며 이를 위한 단기적 목표는 다음과 같다. 첫째, 거시교통자료 수집을 위해 GIS 전자지도 기반의 정해진 노선을 따라 정기적으로 자동으로 비행하는 무인항공기의 자율비행 기술을 개발되어야 한다. 둘째, 무인항공기의 탑재장비에 의한 주/야간, 기상조건 등을 고려한 교차로네트워크 영상수집기술이 개발되어야 한다. 셋째, 수집된 거시교통자료와 비행모니터링 정보를 통신체계(무인항공기-관제센터)를 통해 UTIS센터로 전송하는 통신기능이 구현되어야 한다.

위에 제시한 장단기 목표를 통해 최종목표를 달성하기 위해 본 과제에서 도출한 전체적인 기술개발 내용은 다음과 같다.

- ① 무인항공기에 교통정보수집 기술 적용
- ② 무인항공기 표준영상 형식 및 전송기술 개발
- ③ 무인항공기 시제품 설계, 제작 및 운영시험
 - 임무장비 개발 및 통제기술(자동/수동)
 - 운용장비(비행체, 현장장비, 통신 등) 통제기술
 - 무인항공기 안전운행 및 유지관리 기술
 - 센서시스템 및 통합운영 기술 개발
- ④ 무인항공기 통제장치 개발
- ⑤ 무인항공기 안전 자율비행 및 모니터링 기술
 - GPS 좌표지정(Way-point)에 의한 노선자동비행
 - GIS 전자지도 기반의 도로 트랙킹 비행 기능
 - 자율비행 통제기술 및 이착륙 제어(자동/수동) 기술
 - 비행 모니터링 및 제어(자동/수동) 기술
- ⑥ 본 과제의 용도에 알맞는 무인항공기 개발

본 과제는 세계시장을 선도할 가능성이 있는 연구분야로서 최종성과물은 재난·안전 분야와 관련이 많은 경찰청 외에 소방방재청 등에서도 수요가 있을 것으로 판단된다. 연구개발 과제의 최종 수요처 및 활용방안을 정리하면 다음과 같다.

〈표 31〉 연구개발과제 최종 수요처 및 활용방안

구분	최종 성과물	활용방안
교통행정 지능화 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> • 교통정보 수집 시스템 • 끼어들기, 갓길위반 단속시스템 • 돌발 상황 관리 시스템 • 긴급차량 우선 신호 처리 시스템 • 무인장비 활용 교통행정 매뉴얼 	<ul style="list-style-type: none"> • 무인항공기 활용한 경찰교통 거시 교통정보 수집기술 개발로 업무의 효율성 증대 및 사회적 비용 절감 • 초기 대도시 경찰업무를 지원하며 궁극적으로 전국 경찰청, 소방방재청, 재난안전청(가칭) 사업에 반영
기타부문 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> • 재해/재난 발생시 주변지역 관리 및 교통상황 관리 시스템 • 도난/수배차량 단속적발 시스템 • 무인장비 활용 치안행정 매뉴얼 	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 시범 사업을 통해 관련 사업의 해외 수출 • 센터와 정보연계로 정보의 실시간성 증대
무인항공기 안정화 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 자동 및 수동 비행 통합제어 • 비상상황 발생시 비행체 안전착륙 제어 시스템 • 센터 통신 제어 시스템 • 무인항공기 운영관리 매뉴얼 	<ul style="list-style-type: none"> • 관련기술 개발사업과의 연계를 통해 창조 경제 구현 • 법적·제도적 기반 구축으로 효율적인 시설물 유지관리

참고문헌

I. 국내문헌

1. 단행본

- 장두현, 무인항공기, 상상커뮤니케이션, 2006.
- 이강희, 항공기 1, 비행연구원, 2010.
- 성연우, Alias Automotive와 무인항공기 모델링, NSTART, 2011.
- 아이알에스글로벌 편집부, 확대되는 무인항공기(드론) 기술 시장 전망과 최근 개발동향, 아이알에스글로벌, 2014.

2. 논문

- 박상범, 스마트무인기 기술개발의 경제적·기술적 파급효과 분석, 한국산학기술학회논문지(제12권 제7호) pp.2991-2995, 2011
- 강영신, 박범진, 조암, 유창선, 구삼옥, 스마트무인기의 비행제어 성능관련 비행시험 결과분석, 항공우주기술(제12권 제1호) pp.22-31, 2013.
- 구삼옥, 스마트무인기 개발 및 실용화 방안, 한국방재학회 2013년도 정기 학술발표대회, 2013.
- 박철우, 김유단, 온보드 실시간 정보공유를 이용한 고정익 무인기의 Leader-Follower 편대비행, 한국항공우주학회 학술발표회 논문집, 2013.

김영주, 방효충, 복수 무인기 운용을 위한 사용자 인터페이스 사례 연구, 한국항공우주학회 학술발표회 논문집, 2013.

김성균, 조상욱, 유창경, 최기영, 복수 무인기 임무할당을 위한 운용시스템 구성, 한국항공우주학회 학술발표회 논문집, 2013.

김인한, 박상혁, 박우성, 유창경, 무인기의 정밀 낙하산 착륙을 위한 전개지점 결정, 한국항공우주학회지(제41권 제6호) pp.465-472, 2013

3. 기타

이종원 외, 미국의 General Aviation용 소형항공기 기술개발 동향, 항공우주산업기술동향(3권 1호), pp. 35~42, 2005.

이준호·조국형·이재우, 미래형 교통수단으로서의 PAV 개발 현황 및 전망, 한국항공우주학회지(제34권 제3호), pp. 101~108, 2006.

안영수, 항공우주산업의 2020 비전과 전략, 산업연구원, 2007.

김연명·박진서, “미래형 항공교통수단의 개발 현황과 전망”, 월간교통(통권 제119호), 한국교통연구원, 2008.

최영재, 무인항공기 안전관리제도 구축 연구, 교통안전공단, 2009.

권영종, 강성철, 교통산업 해외수출 추진방안, 한국교통연구원, 2012.

건설교통부, 교통개발연구원, 지능형 교통사고 통보 및 분석 시스템 개발 연구(‘2003년 지능형교통체계 연구개발사업’ 제1차년도 최종 보고서), 2004. 7.

도로교통공단, 교통사고조사 전문화 교육, 도로교통공단, 2012

II. 외국문헌

1. 단행본

Federal Aviation Administration, FAA Aerospace Forecasts FY 2004~2015.

ACI, ACI Global Traffic Forecast 2006~2025.

FAA, Integration of Civil Unmanned Aircraft Systems (UAS) in the National Airspace System (NAS) Roadmap, 2013.

2. 논문

Matthew G. Karlftis, ITS Impacts on safety and Traffic Management:An Investigation of Secondary Crash Causes, ITS Journal Vol.5. pp.39-52, 1999.

Frost and Sullivan. “World Markets for Military, Civil, and Commercial Unmanned Aerial Vehicle Systems”, 1999.

Frost and Sullivan, “World Market Unmanned Aerial Vehicle(UAV)”, 2001.

3. 기타

Welsh B. C. & David P. Farrington. Crime prevention effects of closed circuit television : a systematic review. Home Office Research Study 252. London: Home Office, 2002.

Sally C. Johnson, 2010 Concepts of Operations Document, National

Consortium for Aviation Mobility, 2002.

Joseph R. Chambers, Concepts to Reality : Contributions of the NASA Langley Research Center to U.S. Civil Aircraft of the 990s, NASA SP-2003-4529, 2003.

Herman A. Rediess, Air Transportation Infrastructure Concept for the 21st Century, NASA Intergrated Communications, Navigation and Surveillance Conference and Workshop, 2004.

2008 Environmental Report, Boeing, 2008.

Ⅲ. 기타

- 위키백과(<http://ko.wikipedia.org/wiki>)
- 국토교통부 홈페이지(<http://www.molit.go.kr>)
- 미국 연방항공청 홈페이지(www.faa.gov)
- 미항공우주국 홈페이지(www.nasa.gov)
- 보잉사 홈페이지(www.boeing.com)
- 에어버스사 홈페이지(www.airbus.com)
- 유럽항공자문위원회(ACARE) 홈페이지(www.acare4europe.com)
- 한국항공우주연구원 홈페이지(www.kari.re.kr)
- 한국항공우주산업(주) 홈페이지(www.koreaaero.com)
- Aerion사 홈페이지(www.aerioncorp.com)
- ICON사 홈페이지(www.iconaircraft.com)
- SAI사 홈페이지(www.saiqsst.com)
- ‘美 `상업용 무인기` 허용 빨라진다...6개 연구지역 선정’, etnews, 2013. 검색
- ‘무인항공기의 활용과 국내 특허 현황은?’, YTN 사이언스 투데이, 2013. 검색
- ‘LTE망 기반 무인 비행로봇 원격조종 성공’, 로봇신문사, 2013. 검색
- 이강봉, “무인비행기 드론에 인공지능 장착(세계 신산업 창조현장 (105))”, Science Times, 2014. 검색
- 박진영, 페이지트샷(patentshot@patentshot.co.kr), 2013. 검색
- ‘항우연 유·무인 혼용항공기 개발’, 대전일보, 2014.
- ‘국민안전 법 질서 존중 및 민생치안 강화’, 국무총리실 블로그, 2013. 검색
- ‘세상을 바꾸는 시스코의 네트워크 이야기’, 블로그, 2012. 검색
- ‘[드론 2014]⑥드론 10문 10답’, chosun biz, 2014. 5.
- 한국모형항공협회(www.k-ama.org), 2014. 8. 12 네이버 검색

책임연구보고서 2014-10

교통안전을 위한 무인항공기(UAV) 기반의
거시교통정보 수집 및 활용방안 연구
- 교통분야 R&D 기획과제 -

2015년 3월 31일 발행

발행인 : 치안정책연구소장

발행처 : **치안정책연구소**

경기도 용인시 기흥구 언남로 74

홈페이지 : www.psi.go.kr

이 책의 무단 복제를 금합니다.

이 책자에 게재된 내용은 연구자 개인의 의견이며
치안정책연구소 공식견해가 아님을 밝혀드립니다.

