

연구개발계획요구서(RFP)

과제명 : 멀티콥터형 유인 자율운항 비행체 핵심기술 개발

1. 개요

가. 기술의 개념 및 정의



멀티콥터형 자율운항 비행체는 개인 자동차와 같이 소규모 인원이나 탑재 화물 등을 무인으로 자율비행하여 운송할 수 있는 비행체로서, 본 과제에서는 핵심 요소기술인 비행제어 시스템 및 고성능 BLDC 모터를 개발하며, 이를 위해 대상 비행체의 시스템 분석을 수행하여 개발 요구도를 도출하고 Iron bird를 제작하여 개발 구성품의 성능을 검증함. 개발 대상 핵심요소기술은 다음과 같음.

1 고 안정성 및 신뢰도의 자동 비행제어 시스템 개발

- 비행체 시스템 분석을 통한 비행제어 및 모터 개발 요구도 설정

- 자율(장애물 회피 등) 비행제어 시스템 개발.
- 자가점검/고장진단/고장대응 고안전성 비행제어시스템 개발.

2. 장시간 비행용 고성능 동력장치(BLDC 모터) 개발

- 멀티콥터 기반 유인 비행체의 기본형상, 중량 분석, 성능 분석 등을 고려한 모터 개발 프레임워크 개발
- 고효율 고출력 경량의 BLDC 모터 개발
- Hybrid형 동력원 분석을 통한 검증 시스템 개발

나. 기술의 중요성/필요성 및 시급성

o 기술의 중요성/필요성

- 군 적지 침투나 단거리 이동시 기존의 헬기는 크기, 중량, 소음 면에서 한계가 있어 침투수단 및 이동수단으로서 소형 유인 드론 형태의 비행체 도입에 대한 필요성이 있음.
- 민간분야에서는 고층 건물의 화재 등 재난 발생시 비상 탈출 시스템 및 단거리 개인이나 화물 이동수단으로서 드론형태의 비행체 개발이 필요함.
- 무인항공기 및 초경량 유인 항공기의 주동력장치로 BLDC 모터의 수요와 기술개발 요구가 급증하고 있어, 고 신뢰성과 고효율, 고출력, 경량의 BLDC 모터 기술 개발이 요구됨.
- 다품종 소량생산 및 현장대응이 가능한 유인 비행체 개발을 위하여 고 신뢰도의 비행제어 기술 및 장시간(1시간 이상) 운용을 위한 동력장치 등의 핵심기술 개발이 필요함.

o 기술개발의 시급성

- 군의 특수 임무수행, 개인 비행체용 등 활용분야의 다양화와 드론 및 소형 무인기 산업의 급속한 발전추세, 타 경쟁국의 개발동향, 국내 기술경쟁력 향상 및 개발기술의 유관산업 파급효과 등을 고려할 때 멀티콥터형 자율운항 비행체의 핵심기술 개발은 신속한 추진이 필요함.
- 근래에 전 세계적으로 자율 비행체에 대한 연구가 많이 진행되고 있지만(아래 그림 참조) 국내에서는 아직 개발착수가 지연되고 있어, 관련기술 선도를 신속한 연구 추진이 필요함.



중국 Ehang의 Ehang 184



독일 Evolo의 volocopter



Airbus의 PAV 개념도 1



Airbus의 PAV 개념도 2



Advanced Tactics의 대형 PAV



Kitty Hawk의 Kitty Hawk Flyer

다. 연구개발 최종 목표

o 민·군수용

항 목		목 표 성 능		비고
비 행 제 어 시 스 템	비행체 시스템 분석	비행제어 및 동력장치용 모터의 개발요구도 및 검증용 시험장치 요구도 산출을 위한 비행체 시스템 분석. - 비행체 형태 : 멀티콥터형/비정방형. - 최대 이륙중량 : 250kg급. - 탑재중량: 약90kg급(1인+화물) - 운용시간 : 1시간 이상. - 최대비행속도 : 50km/h 이상		시스템 분석결과에 따라 일부 변경가능성 있음.
	고장 및 오작동 시 비행체 안정화 회복율	모터 등 주요 부품의 고장진단 및 고장 발생 시 대응 방법과 성능 (방식과 성능은 제안자가 제시)		
	고장 및 오작동 예측 및 진단 가능 부품 수	7종 이상		
	최대 운용 가능 풍속	10m/s		호버링 기준
	위치 제어 정밀도	3m 이내		
	자율화 정도	인간 위임		독립적 운행 가능
동 력 장 치	주 동력장치 (고성능 BLDC모터)	정격 출력	15kw 이상	시스템분석 결과에 따라, 정격출력/중량 변경 가능성 있음.
		효 율	90% 이상	
		중 량	5kg 이하	
	동력원 형태	하이브리드형		개발대상이 아님. 모터 또는 비행제어 검증용 시험장치로서, 기존 제품 선정사용.
	동력원 정격출력	TBD		
	전원용 배터리용량	TBD		
검증용 시험장치		- 비행제어 검증용 시험장치 .비행제어 로직/성능/기능을 검증하기 위한 시험장치로서, 비행체 모델, 동력장치(프로펠러 포함), 시험용 센서 등으로 구성된 시험용 Iron Bird. - 고성능 모터 시험장치		

2. 국내외 기술현황 및 전망

가. 국내 기술동향 및 전망

연구수행기관	연구 주제
한국항공우주산업	- 소형 항공기용 프로펠러 성능 모델 - 고속 회전익기 개념, 모델링 및 시뮬레이션
한국항공우주연구원	- 미래형 자율비행 개인항공기 안전운항체계 개발 및 인프라 구축 - 개인용 항공기(PAV) 비행체 개념, 전기비행체 자동비행 핵심기술
한국교통연구원	- 미래형 개인용 항공기(PAV) 종합운용체계 기술개발
부산대학교	- 전기추진-수직이착륙 개인항공기 개념 실증연구
세종대학교	- 인증기준을 고려한 노면주행형 PAV 사이징 프로그램 개발 및 개념설계
건국대학교	- PAV 용 멀티 로터 시스템의 대형화 및 프로토타입 개발
울산과학기술원	- 멀티로터형 VTOL PAV 비행체 개발.

- 현재 유인 드론(PAV)과 같은 대형 멀티 로터에 대한 연구보다 중/소형 드론을 중심으로 소프트웨어 위주의 연구가 활발히 진행 중.
- 울산과학기술원 등에서 VTOL형 PAV를 목표로 각각 2, 3, 4개의 rotor를 적용한 비행체를 개발 중에 있음. 현재 컨셉 디자인 제안 후 이 디자인의 공기역학적 분석, Rotor에 적용하기 위한 전자기 모터의 성능 및 효율을 극대화하기 위한 연구 및 개발이 진행 중.



Quad rotor 형 PAV 디자인 (울산과학기술원)

- 중/대형 드론을 개발하는 ‘그리폰 다이내믹스’에서 PAV 급의 드론 프레임 생산에 대한 개발이 진행 중임.
- 드론 기업 중 하나인 (주)에어콤포에서 2016년 유인 드론을 개발함.



HD-2400SP (그리폰 다이나믹스)

무게	37kg
크기	2400mm (모터-모터)
최대 payload	50kg
최대 비행시간	15분



유인드론 시연회 ((주)에어콤)

나. 국외 기술동향 및 전망

1) 국외 연구 동향

연구수행기관	연구 주제
German Aerospace Center	- PAV 용 로터제어를 위한 스티어링 컨셉 제안 및 비행 적정성 확인
Max Planck Institute for Biological Cybernetics	- 촉각인식, 감각운동 집적화, 공간인지, 효과적인 인간-기계 인터페이스를 디자인하기 위해 인지 시스템 기반 이해
Cyient limited	- VTOL PAV의 제작 및 시험비행을 위한 사전연구
University of Miami	- CFJ(co-flow jet)의 성능 향상 및 Injection jet의 최적화
University of Liverpool	- PAV에 적합한 handling 방법 및 Tilt-rotor의 컨트롤 시스템 - 시뮬레이션 툴킷 개발




- PAV의 동력원에 대한 다양한 연구가 진행 중. 동력원 성능 향상과 함께 안정화 및 최적화를 목표로 하고 있음.
- PAV 소프트웨어 측면에서는 사람의 인지, 인식과 같은 감각 기반 연구와 이를 통한 인터페이스 디자인을 비롯한 구체적인 연구가 진행 중.



동력원 중 하나인 Ducted Fan의 구조

2) 국외 기술 동향

- 실전에 투입/운용되고 있는 유인기 혹은 유,무인기 겸용 소형 헬기들의 제원은 다음과 같음. 그러나 상용중인 1~2인승 규모의 초소형 회전익기 혹은 PAV는 존재하지 않음.

모델명	MH-6 Little Bird	SW-4 / AW009	MD 500
			
운용기관	United States Army	Polish Armed Forces	United States Army
크기 (길이/높이)	9.8m / 3.0m	9.07m / 3.14m	9.4m / 2.48m
최대이륙중량	1,406kg	1800kg	1,157kg
적재중량	684kg	470kg	664kg
운용범위	430km	940km	390km
운용시간	6시간	5시간	2시간
가격	24억원	15.6억원	18억원
운용비용	\$ 237/시간		\$ 211/시간

- Ehang에서 드론 택시 개념으로 Co-axial Octocopter (Ehang184)를 제작하여 2017년 7월 두바이에서 시험 비행을 가질 예정 이였으나 Evolo사의 volocopter로 대체되었음.
- E-volo에서 18개의 rotor를 이용하여 사람을 태울 수 있는 형태의 드론을 제작 및 개발 중.
- Airbus에서 자동차와 PAV가 결합된 형태의 디자인 컨셉을 제안하고 올해 안에 유인드론 시제품을 제작할 것이라고 밝힘.
- Kitty Hawk에서 오락용, 스포츠용 목적으로 Octocopter 형태의 PAV를 개발하였고 미국 내에서는 안전테스트가 완료되어 합법적으로 사용가능. 개

발된 최고 속도 40km/h, 고도 15피트 약 5미터 내에서 운용가능.

- Advanced Tactics 에서 기존의 자동차와 드론이 결합된 형태의 중형 드론(AFRL TRANSFORMER / 1.1x1x0.35m; 18kg)을 크게 디자인 하여 대형 드론(Black Knight Transformer)을 제작함. 대형 역시 자동차 역할도 가능하며 수직 이착륙이 가능한 형태의 디자인. 사상자의 수송과, 화물 수송이 주목적임. 일반적인 드론과는 달리 엔진을 사용하여 로터를 구동하며 총 8개를 사용함. 비행을 하지 않는 도로 주행 시에는 로터 구동부를 접어서 이동 가능.

3. 연구개발계획

가. 연도별 연구개발 목표

최종 연구개발 목표를 달성하기 위한 연도별 목표, 연구개발 내용, 주요 연구결과물 및 예산은 연구개발계획서 양식에 따라 제안기관에서 제시 요망.

* 연차 구분은 회계연도를 기준으로 설정 및 예산 배분
예시) 응용연구 3년 과제의 경우

연구단계	응용연구			
연차	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
연차별 기간	7개월 (‘18.6~12)	12개월 (‘19.1~12)	12개월 (‘20.1~12)	5개월 (‘21.1~5)
평가	▲	▲	▲	▲
	진도평가	진도평가	진도평가	최종평가
예산 지급	▲	▲	▲	▲

나. 사업기간 및 연구개발비

- o 사업기간 : 3년 (응용연구)
- o 총 연구비 중 정부출연금 : 27억원 이내

4. 적용 및 파급효과

가. 적용분야

- o 민수 :
 - 재난현장에서의 비상대피 및 인명구조용 등의 비행체
 - 세대 door-to-door 중/단거리 개인 및 화물의 항공 운송수단,

- o 군수 :

- 적지중심 침투수단 및 인명구조용 개인 비행체,
- 위험지역의 긴급 물자수송 등의 화물 운송, 무장탑재시 은밀한 기습 공격무기체계.

나. 파급효과

o 기술적 측면 :

- 2종 이상의 하이브리드 동력원을 적용한 PAV급 멀티로터형 비행체의 비행제어 시스템 기술 획득.
- 경량의 고효율 및 고출력 전기 모터 기술 개발을 통한 핵심 요소 기술의 국산화.

o 경제·산업적 측면 :

- 현재 과포화 되어있는 도로망에 대한 가장 적합한 형태의 해결방안이 될 수 있음.
- 자동차 엔지니어와 같이 개인 비행체 전문 엔지니어 양성 및 새로운 직업 창출 가능.
- 고효율 모터는 다분야에 이용되어 전 세계적으로 수요가 많을 것으로 예상되는 만큼 개발을 통한 수출 증대 기대.
- 국내 모터 제조업 및 전자기기 분야의 개발 및 시장 확대와 활성화에 기여.

o 군사적 측면 :

- 신뢰도가 확보된 장시간 비행이 가능한 개인 비행체가 개발됨으로서 위험한 적지중심 은밀 침투임무를 효과적으로 수행할 수 있음.
- 또한 은밀한 인명구조 임무나 중/장거리 긴급물자 수송등의 임무에도 효과적으로 활용 가능함으로 다양한 임무/작전 수행이 기대됨.
- 장착하는 Payload에 따라서 감시정찰, 경공격 등의 다양함 임무를 수행함으로서 군의 획기적인 전력향상이 기대됨.

5. 연구개발 결과 제시물 및 평가항목

가. 연구개발 결과 최종 제시물

- 연구개발 기술자료 SET
- 비행제어 시스템 시제품
- 고성능 동력장치(BLDC 모터) 시제품

- 핵심기술 검증용 시험장치(Iron bird)
- 기타 제안자 제시물

나. 연구개발 결과 평가항목

각 항목별 정성적 연구개발 내용 및 정량적 개발목표에 대한 상세한 평가내용은 제안기관에서 제시 요망.

항 목	평 가 내 용
비행제어 시스템	
동력장치	
검증용 시험장치	

6. 참여 요건

가. 추진 체계 요건

- o 주관연구기관 및 참여기관 : 제7조제2항 및 동법 영 제14조제2항 각 호에 해당하는 기관 또는 단체
- o 기업분담율 : 민·군기술협력사업 공동시행규정 제27조(별표4)

나. 연구책임자의 자격 및 과제 신청요건

- o 연구책임자의 자격 : 관련분야의 연구 경험이 풍부한 중견 연구자를 책임자로 선임하여 연구의 최종목표를 달성할 수 있도록 계획, 업무프로세스 정립, 원활한 추진 및 조정과 과제관리를 수행할 수 있어야 한다.
- o 과제 신청요건 : 주관연구기관은 제안한 연구개발 목표를 충분히 달성할 수 있는 연구팀을 구성하여야 하며, 필요시 컨소시엄을 구성할 수 있다.

다. 기타

- o 연구개발계획서는 민·군기술협력사업 공동시행규정 별지 서식 제4-1C호(연구개발계획서)를 준용하여 작성

○ 그림, 표 등 인용자료는 반드시 인용처 표기

7. 참고문헌

-

8. 과제 문의사항 연락처

소속	성명	연락처
민군협력진흥원, 전문위원팀	오성환	042-607-6043