

[特輯] 技術論文

UAV 추진기관의 종류 및 특성에 관한 기술적 고찰

이동훈* · 팽기석** · 김유일*** · 박부민**** · 최성만***** · 허환일*****†

Technical Survey on the Classification and Characteristics of UAV's Power Plant

Donghun Lee* · Kisuk Paeng** · Yuil Kim*** · Boomin Park**** · Seongman Choi***** · Hwanil Huh*****†

ABSTRACT

The characteristics and classification of UAV power plants were studied. The energy source for electric generation and power source for internal combustion engine for UAVs were compared. The advantage and drawbacks of power plants were analyzed respectively and the performance demand condition was suggested for next generation UAV power plant finally.

초 록

현재 운용중인 UAV 추진기관의 종류 및 각각의 특징과 장단점들을 살펴보았다. 전기추진을 위한 에너지원과 내연기관 추진의 동력원을 상호 비교하였으며, 미래의 UAV에 적합한 추진기관들의 성능 요구 조건을 분석, 제시하였다.

Key Words: UAV(Unmanned Aerial Vehicle), UCAV(Unmanned Combat Aerial Vehicle), 배터리(Battery), 태양전지(Solar Cell), 연료전지(Fuel Cell), 가스터빈(Gas Turbine)

1. 서 론

무인기가 전장에서 실질적으로 활약한 최초의

사례는 2차 대전 중 독일의 펄스제트 추진 V-1 미사일에 의한 공격으로 알려져 있다. 사전에 입력한 비행패턴에 의해 목표지점까지 성공적으로 비행한 V-1 미사일은 여러 가지 응용상의 한계에도 불구하고 무인기의 실질적인 시발점이라는 측면에서 큰 의의가 있다고 할 수 있다.

한편 한국전을 거쳐 지난 베트남전에 처음 등장한 감시, 정찰형 무인기는 주어진 입력 경로를 따라 단순한 저해상도의 지상 촬영 임무를 수행하는 것이 전부였으나, 현대에 들어서 무인

접수일 2010. 5. 3, 수정완료일 2010. 6. 8, 게재확정일 2010. 6. 12

* 정회원, SK에너지 대덕기술원
 ** 정회원, 삼성테크윈 파워시스템연구소
 *** 정회원, 국방과학연구소 1기술연구본부 5부
 **** 정회원, 한국항공우주연구원 추진기관팀
 ***** 종신회원, 전북대학교 항공우주공학과
 ***** 종신회원, 충남대학교 항공우주공학과
 † 교신저자, E-mail: hwanil@cnu.ac.kr



Fig. 1 AQM-34 reconnaissance UAV of USAF in Vietnam war

기의 임무는 통상적인 감시, 정찰 뿐만 아니라 통신 중계 및 고고도 장기체공 정찰, 극소형의 기체를 이용한 실내 침투 및 정찰, 지상 공격 및 제한적인 공대공 임무까지 가능한 수준으로 발전하고 있다. Fig. 1은 베트남전에서 UAV의 중요성을 최초로 보여준 AQM-34 무인정찰체계를 보인 것이다.

한편 무인기 시장은 2000년대 들어 폭발적으로 성장하고 있는데, Fig. 2에 보인 바와 같이 미국 국방부의 무인기 개발 예산 또한 2000년을 기점으로 급격히 증가함을 알 수 있다[1].

무인기는 조종사가 불필요한 고유의 특성으로 인해 크기 및 체공 고도 면에서 매우 극단적으로 발전한 비행 체계라고 볼 수 있는데, 작게는 수 cm에 불과한 초소형 감시 비행체에서부터 크게는 날개길이가 수십 미터에 이르는 고고도 장기 체공형까지 그 종류가 매우 다양하다. 일반적으로 무인기체계의 운용 범위 및 체공시간은 유인기체계의 수 십분의 일에서 수백 배에 달하는 매우 넓은 범위를 가진다.

이러한 무인기의 운용 특성 상 무인기의 추진 기관은 매우 폭넓은 출력 범위와 기체의 체공능력을 뒷받침해야 한다. 따라서 무인기에 사용되는 엔진의 종류는 유인기에 비해 매우 다양하며, 그 에너지원 또한 태양광에서부터 수소연료에 이르기까지 폭넓게 사용되고 있다. 이렇게 다양한 추진기관과 에너지원이 무인기에 적용되기 때문에 각 무인기 체계에 적합한 에너지원과 동력장치를 선정하는 일은 무인기설계의 가장 기

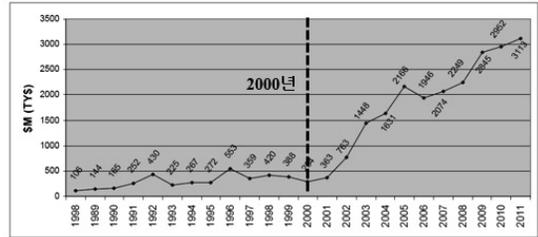


Fig. 2 Annual development budget of Department of Defense, US for UAV

본이 된다고 할 수 있다.

유인기 체계에서는 전통적으로 소형기체에서 일부 왕복/로터리엔진을 사용하는 것 외에 대부분 가스터빈기관으로 통일되어 있는데, 이는 에너지 밀도가 크며, 높은 신뢰성과 내구성을 바탕으로 저속의 프로펠러 구동부터 음속의 수배에 이르는 고속까지 다양한 속도범위를 충족시킬 수 있기 때문이다. 그러나 통상의 유인기에 비해 소형 기체인 무인기에서는 추력보다는 무게로 인한 제약이 크며, 휴대 및 정비의 용이성 등이 이유로 상대적으로 다양한 에너지원 및 동력장치를 채택하고 있다[2].

한편, UAV의 선진국이라 할 수 있는 미국 및 이스라엘, 유럽 등에서는 UAV 추진기관의 장단점을 분석하고 향후 개발되어야 할 UAV 추진기관의 요구조건을 분석하는 연구가 꾸준히 지속되고 있으나[3-6], 국내에서는 아직 UAV 추진기관에 대한 이해 및 관련 연구가 부족한 실정이다. 국내에서는 그동안 무인 비행체 차체 및 기체구조, 비행 제어 등의 분야에서는 많은 연구가 진행되어 상당한 기술 축적이 이루어졌으나, UAV 추진기관 분야에서는 아직 본격적인 연구가 이루어지지 않고 있어 향후에는 추진기관 분야의 기술 발전이 요구되는 실정이다.

본 연구에서는 다양한 무인기 에너지원과 동력장치의 종류를 살펴보고 각 에너지원과 동력장치의 장단점을 비교해 봄으로써 무인기 추진기관의 동력장치 선정의 기본 방향을 제시하고자 하였으며, 향후 지속적으로 개발될 차세대 무인기 체계의 추진기관이 가져야할 요구 성능에 대해서 기술하고자 하였다.

2. UAV 추진기관의 종류 및 특성

2.1 기체 추진 방식에 따른 분류

기체를 비행시키는 방식은 기존 유인기와 마찬가지로 일반적인 항공기 추진방식과 동일하다. 즉, 프로펠러 추진(헬기와 같이 수직이착륙을 위한 로터 추진 포함)과 제트 추진 두 가지 방식이 주를 이루고 있는데, 유인기 및 기존 항공기와는 달리 프로펠러 추진이 약 90% 이상의 압도적인 비율을 차지하고 있다. 이는 현재 무인기가 주로 사용되는 분야가 중/소형의 저속 비행용도에 치중되어 있기 때문이며, 제트추진의 고속 비행용도로는 현재로서는 표적기, 기만기, 유도미사일, UCAV(unmanned combat aerial vehicle) 등의 용도에 한정되어 있다. 그러나 무인기체계가 갈수록 대형화, 고속화 되는 추세이므로 제트추진 방식의 비중은 점차 증가할 것으로 예상된다.

한편, 프로펠러 추진과 제트 추진 외에 극소형 UAV의 추진방식으로 새나 벌레의 날개짓(flapping)을 모방한 왕복진동형 추진방식도 연구되고 있으며, 오토자이로(auto-gyro) 방식의 추진도 일부 적용되고 있다.

2.2 추진기 동력원에 따른 분류

추진기 동력원으로 무인기의 추진기관을 구분하면 크게 전기 추진과 내연기관 추진으로 나눌 수 있다. 전기 추진은 프로펠러 및 로터 구동을 위한 동력원으로, 전기 추진은 다시 전기 발생원에 따라 여러 가지로 나눌 수 있다. 모터를 이용한 전기 추진은 10여 년 전까지만 하더라도 낮은 에너지밀도와 신뢰성, 가격 면에서 내연기관의 효율성에 크게 미치지 못했으나, 2000년 대 들어서 리튬-이온 및 리튬-폴리머 배터리 기술이 급속도로 발전하고 연료전지 또한 2000년 전후를 기점으로 급속한 비추력과 효율 향상을 이루고 있어 향후 소형급의 무인기 추진기관은 대부분 전기추진으로 대체될 것으로 전망되고 있다. 국내에서도 이러한 전기추진에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있는데, 허[7]를 중심으로 한 전기추진기관 연구회와 한국항공우주연구원을

중심으로 관련 연구가 진행 중이다. 이러한 전기 추진기관 방식은 무인기 체계뿐만 아니라 향후 미래 운송수단으로 주목받고 있는 PAV(personal aerial vehicle)의 추진기관으로도 그 활용가치가 클 것으로 예측된다.

한편, 제트 추진은 거의 대부분 터보제트/터보팬 엔진을 적용한 체계가 대부분이며, 최근 들어 PDE(pulse detonation engine)를 무인기에 적용하려는 기초연구가 시도되고 있다. PDE는 구조의 단순성, 저가, 정비비용이성 등의 장점으로 향후 고속 용도의 무인기용 추진동력으로 충분한 잠재력이 있다고 평가된다. 또한 UAV의 활용분야가 저속 장기체공형과 고속 장거리운용형으로 양분되어 감에 따라 고속추진용의 UAV에는 램제트(ramjet) 및 스크램제트(scramjet)에 대한 수요가 커질 것으로 전망되고 있다.

2.3 에너지 발생원에 따른 분류

전술한 동력원에 따른 분류를 더욱 세분화하면 각 동력원, 즉 전기추진 및 내연기관 추진을 위한 에너지를 어떠한 발생원(energy/power source)에서 얻느냐로 다시 나눌 수 있다. 전기 추진을 위한 전력 공급원은 통상적으로 배터리(battery), 연료전지(fuel cell), 화학전지(chemical cell), 태양전지(solar cell)로 나눌 수 있으며, 내연기관 추진 중 프로펠러 추진은 왕복엔진, 로터리엔진, 터보샤프트 엔진이 이에 해당한다. 또한 내연기관 추진 중 제트추진에는 터보제트, 터보팬 및 전술한 PDE 등이 해당한다. 이 중 가스터빈 엔진은 프로펠러 추진과 제트 추진 두 가지 모두 해당되며, 내연기관은 디젤, 항공유와 같은 액체연료 에너지원에서 동력을 얻는 장치이긴 하나, 그 특성으로 볼 때, 개별적으로 분류하여 특성을 살피는 것이 바람직하다.

지금까지 기술한 무인기 추진기관의 구분을 도식화하여 표현하면 Fig. 3과 같이 정리할 수 있다.

한편 Fig. 4에 에너지 발생원에 따른 각 추진기관 종류들의 비추력이 어떻게 발전되어 왔는지를 보였다. 가스터빈의 비추력이 압도적인 우

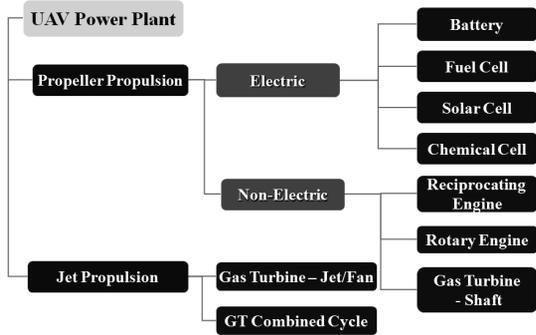


Fig. 3 Classification of UAV power plant

위를 가지고 있는 와중에 배터리의 비추력이 꾸준히 증가해 왕복기관에 근접해 가고 있으며, 2000년 이후 연료전지의 성능이 비약적으로 증가하고 있음을 알 수 있다. 또한 태양전지의 효율 또한 괄목하게 증가하고 있음을 알 수 있는데, 이러한 개발 경향으로 미루어 머지않은 미래에 왕복기관 추진은 배터리 및 연료전지, 태양전지와 같은 전기 추진기관에 그 자리를 내줄 것으로 예상된다.

3. 에너지 발생원에 따른 UAV 추진기관의 종류 및 특성

3.1 배터리/화학전지 추진기관

현재 전 세계적으로 운용되고 있는 전기 동력 UAV의 대부분은 배터리 방식이며, 초창기의 니켈-카드뮴(Ni-Cd) 배터리를 시작으로 니켈-수소 전지(Ni-MH)를 거쳐, 2000년대 이후 리튬-이온(Li-Ion), 리튬-폴리머(Li-Poly)전지로 발전해 오고 있다.

배터리의 용량 및 충전시간은 초창기에 비해 비약적으로 증가하여 초소형 UAV에 적용되던 수준에서 현재는 1~2인용 유인기에도 적용하는 수준까지 발전해 오고 있다. 배터리 전원의 가장 큰 장점은 프로펠러 구동부외에는 기계적 작동부가 없으므로 진동과 소음, 배출물 측면에서 매우 유리하며, 재사용성이 높고, 유지보수가 간편하다는 점이다. 또한 출력 제어가 용이하며, 시

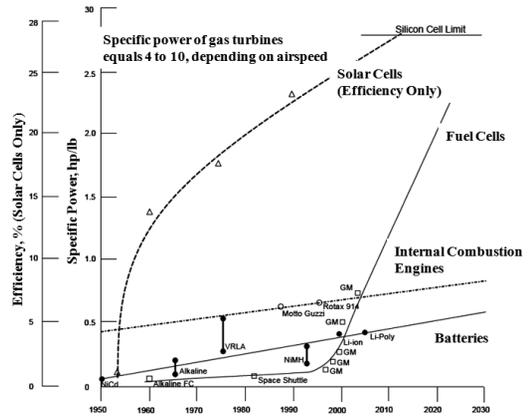


Fig. 4 Specific power of the UAV power plants [1]

스템이 간단한 장점이 있다.

그러나, 내연기관에 비해 상대적으로 낮은 에너지밀도로 인해 작동시간이 최대 수 시간 이내이므로 체공시간 면에서 매우 불리하며, 배터리 전원은 외부온도변화에 따라 성능편차가 발생하고 전기 충전이 어려운 지역에서는 운용이 곤란한 단점이 있다. 이러한 단점으로 인해 고고도 비행 및 장거리 비행에 제한을 받고 있는 실정이다. 그러나 배터리 및 모터 관련기술이 빠르게 발전하고 있고 충전 방식에 대한 여러 연구가 진행되고 있기 때문에 이러한 단점들은 곧 극복이 가능하리라 예상된다.

한편 리튬-이온(Li-Ion), 리튬-폴리머(Li-Poly) 전지의 고밀도화로 체공시간이 향후 비약적으로 증가할 것으로 예상되는데, 2015년까지 현재의 100 WH/kg 수준에서 300 ~ 400 WH/kg 수준으로 크게 향상될 것으로 기대되고 있다. Fig. 5에 배터리 전원을 채택한 대표적인 소형 UAV의 예를 보였는데, 현재 배터리를 채용하여 실용화한 UAV의 대부분은 손으로 던져 발사하는(hand launching) 수준의 크기에 국한되어 있으나, 향후 기체 크기는 점점 대형화 될 것으로 전망된다.

화학전지(chemical cell)는 배터리와 달리 고밀도화가 가능하고 기계적 작동부가 없는 점, 소형/경량화 등의 장점에도 불구하고 화학반응의 복잡성 및 폭발가능성, 신뢰도 및 내구성이 검증되



Fig. 5 Example of battery powered UAVs

지 않음으로 인해 현재까지 이를 채택하여 실용화한 UAV는 없는 실정이며, 그 전망 또한 밝지 않다고 평가된다.

3.2 연료전지/태양전지 추진기관

연료전지는 배터리 방식에 비해 높은 에너지 밀도를 가지고 있을 뿐만 아니라 출력에 비해 경량이며 상대적으로 긴 체공시간을 가질 수 있어 배터리 추진기관의 가장 큰 경쟁 상대이다. 배터리와 마찬가지로 추진 프로펠러를 제외하면 기계적 작동부 및 소음이 거의 발생하지 않으나, 배터리에 비해 고가이며 신뢰성, 내구성이 아직 확실하게 검증되지 않아 본격적인 양산 단계에는 이르지 못하고 있다. 또한 연료전지의 내부 고압상태로 인한 문제와 촉매의 불안정성도 해결되어야 할 과제이다.

미국방성의 전망[1]에 따르면, 2010 ~ 2015년 사이에 PEMFC(Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell)와 SOFC(Solid Oxide Fuel Cell)를 장착한 소형 UAV가 상용화 될 것으로 기대되는데, UAV용 연료전지로서는 현재까지 PEMFC가 가장 적절한 형태로 평가받고 있으며, 현재 세계 각국에서 Prototype이 활발히 개발되고 있다.

Figure 6에 95W 출력의 NRL/Protonex의 SpiderLion UAV와 AeroVironment사의 Hornet, 그리고 Honda의 86kW 출력의 연료전지 스택(stack)을 보였다.

태양전지를 이용한 추진기관은 초(超) 고고도



Fig. 6 Example of fuel cell powered UAVs

장기체공형 무인기에 가장 적합한 방식으로 평가받고 있다. 고도 수~수십 km 상공에서 최소 수 일에서 최대 2~3년간 체공하면서 인공위성의 역할까지 대신하는 용도의 무인기 동력기관으로는 외부에서 무한의 에너지를 공급받는 태양전지 동력기관이 가장 현실적인 대안이다. 그러나 고가이며 태양전지소자의 효율이 낮은 점, 야간에는 배터리와 같은 보조 에너지원이 필요한 점 등의 단점이 있으며, 실용화 되기 위해서는 태양전지의 내구성 및 신뢰성 확보가 필수적이다. 지금까지 rigid array에서의 실리콘 기반의 단결정(single crystal) 태양전지가 적용되고 있으나, 현재 게르마늄(Germanium) 및 갈륨(Gallium) 기반의 유연한 필름형태(flexible film)의 태양전지가 연구되고 있어 효율 향상 및 자유로운 형태와 기체 대형화가 가능할 것으로 전망되고 있다.

3.3 왕복엔진/로터리엔진 추진기관

왕복엔진 및 로터리엔진은 medium급 UAV에 가장 광범위하게 적용되고 있는 추진기관으로 많은 검증과정을 거쳐 신뢰성, 내구성이 뛰어나며 다양한 크기 및 출력에 대응할 수 있다는 장점이 있다. 또한 저가이며 비교적 연료효율성이 뛰어나다. 반면, 상대적으로 높은 소음과 진동이 발생하며, 기관내부의 고온으로 인한 냉각이 문제가 되고 무엇보다 기술개발의 한계점에 도달해 기술혁신의 요구도가 매우 낮다는 것이 단점이다. 로터리 엔진은 왕복기관에 비해 보다 더

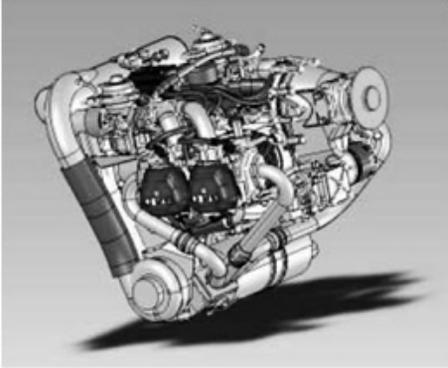


Fig. 7 ROTAX 914 reciprocating engine

소형화, 경량화가 가능하며 진동도 적은 편이나, 왕복기관이 가지는 내연기관으로서의 문제점은 여전히 존재한다. 그러나 배터리 및 기타 전력을 이용한 추진기관이 본격적으로 실용화되기 전까지는 중형급 UAV 분야에서 활발히 사용될 것으로 전망된다.

UAV용 왕복기관으로 가장 널리 사용되는 ROTAX 914 엔진을 Fig. 7에 보였다.

3.4 가스터빈 추진기관

가스터빈 엔진은 높은 추력/중량 비를 가지고 있어 항공용 추진기관으로 매우 적합하다. 다양한 크기 및 출력 급으로 제작할 수 있으며, 저속의 프로펠러 구동부터 초음속 비행에 이르기까지 대응할 수 있는 속도범위가 현존하는 UAV 추진기관 중 가장 넓다. 오랜 기간 다양한 환경에서 적용되어, 신뢰성 및 내구성 측면에서 매우 우수하며 검증된 기술이라는 큰 장점을 가진다. 또한 다양한 연료를 사용할 수 있으며, 내연기관 중 진동이 비교적 작다. 타 추진기관에 비해 매우 높은 고도까지 운용할 수 있으며, 저온 작동성, 고고도 운용성 또한 매우 뛰어나, 현존하는 대형의 감시정찰용 UAV는 거의 대부분 가스터빈 추진기관을 채택하고 있다. Fig. 8에 가스터빈 추진기관을 채택한 무인기 중 가장 크며, 높은 고도에서 운용되는 Global Hawk 고고도 정찰기를 보였다.



Fig. 8 Global Hawk

그러나 왕복엔진/로터리 엔진에 비해 고가이며, 시스템이 복잡하고 연료효율성이 높지 않아 유지비용이 높은 편이다. 또한 높은 내부 온도와 고속회전으로 인한 엔진 냉각 문제 및 기계적인 문제가 발생할 가능성이 높으며, 높은 소음 및 배기열로 인한 피탐지성 증가도 가스터빈 엔진이 해결해야 할 과제이다.

가스터빈 엔진은 중형 급 UAV에서 MALE (medium altitude long endurance)급과 HALE (high altitude long endurance)급에 가장 많이 사용되고 있는데, 무인기에 더 많이 적용되기 위해서는 연료효율성 제고를 통한 체공시간의 대폭적인 증가가 필요하며, 제작 및 운용비용 감소를 통한 비용 효율성이 강력히 요구된다.

3.5 기타 추진기관

지금까지 언급한 추진기관들 외에도 PDE (pulse detonation engine), 램제트, 스크램제트 등과 같은 추진기관들도 최근 활발히 연구되고 있으나, 그 적용 대상은 매우 제한적이다.

상기 엔진들은 구조가 매우 간단하며, 비출력 (specific power)이 현존 엔진들 중 가장 높은 수준에 도달해 있으나, 단독으로 운전하기 어려워 다른 추진기관과 복합사이클을 구성해서 운용해야 한다는 점, 엔진 내부 유동과 연소현상에 대해 더 많은 연구가 필요한 점 등의 단점으로 인해 실제 적용까지는 많은 시간이 걸릴 전망이다.

4. 결론 및 요약 : 차세대 UAV 추진기관의 요구조건 및 개발 전망

현재 운용 중인 UAV 추진기관의 종류를 살펴보고 그 특성을 분석함으로써 UAV 추진기관의 이해를 돕고자 하였다. 향후 개발될 차세대 UAV 추진기관이 가져야 할 요구 조건 및 개발 방향은 다음과 같이 전망된다.

1) 무인기는 조종사가 탑승하지 않으므로 기체의 구조 및 내부 부품이 견딜 수 있는 극한의 기동성을 추구해도 무방하다. 인간이 견딜 수 있는 중력가속도 한계는 9G로 알려져 있으나, 최근 개발되고 있는 유도무기 및UCAV 등 공격용도의 무인기들은 20G 이상의 기동이 가능하므로 엔진분야에서도 이에 대비한 구조적 안정성을 확보하여야 한다.

2) 비출력(specific power) 및 연료효율성의 향상이 요구된다. 특히 가스터빈 엔진의 경우 체공시간 증가를 위하여 현 수준의 SFC (specific fuel consumption)을 50% 이상 향상시킬 필요가 있으며, 연료전지 및 태양전지 추진기관도 전지 효율을 대폭 증가시킬 필요성이 있다. 특히 태양전지는 타 추진기관에 비해 에너지 전환 효율이 매우 낮으므로 실용화를 위해서는 효율의 개선이 반드시 뒤따라야 한다. 배터리는 2015년까지 현재의 에너지밀도를 3~4배 이상 증가시킬 계획을 가지고 있으나, 향후 내연기관을 대체하기 위해서는 더 큰 에너지밀도 증가가 필요하다.

특히 무인기 체계의 대다수가 감시정찰 및 이와 유사한 용도로 적용된다는 것을 감안할 때 연료(전력생산) 효율성 제고는 UAV 추진기관의 가장 큰 요구조건이라 할 수 있다.

3) 소형 UAV는 대부분 자율제어에 기반한 비행이 이루어지며, 중형~대형 UAV는 지상에서 원격으로 모니터링 및 제어가 이루어지므로 향후 이에 대비한 엔진 설계가 필요하다. 조종사가 비행 중 직접 제어할 수 없으므로 지상에서 원격

제어를 하기 위해서는 telemetry 기술을 통한 엔진 모니터링이 강화될 것으로 전망된다. 또한 엔진제어의 신뢰성을 향상시키기 위해서 중소형급 가스터빈 엔진에서도 FADEC (full authority digital engine control) 기술이 점차 확대 적용될 것으로 전망된다.

4) 각 추진기관 별 장점을 복합시켜 효율 및 운용성을 극대화하는 UAV 추진기관의 하이브리드화가 더욱 심화될 것으로 전망된다. 현재 태양전지를 이용한 고고도 장기체공형 무인기는 야간 비행 및 태양광 조건 변화에 대응하기 위하여 배터리 전원을 보조동력으로 사용하고 있으며, 램제트, 스크램제트 엔진은 특성 상 가스터빈과의 복합사이클 구성이 불가피하다. 향후에는 이러한 하이브리드화에 대비한 각 추진기관 별 특성을 최적화하는 기술이 병행되어야 할 것으로 판단된다.

5) 연구개발 및 실용화 초기를 지나 UAV가 대규모로 운용되는 단계에 접어들면 제조 및 유지보수에 대한 비용 효율성이 가장 중요해 지므로 이에 대비한 엔진 설계가 뒤따라야 한다. 이는 현재 왕복/로터리 엔진 및 일부 배터리 추진기관을 제외한 모든 추진기관이 직면한 문제이며, 향후 UAV 추진기관 시장에서 가장 큰 고려사항이 될 전망이다. 이외에도 진동 감소를 통한 내구성 증가, 내연기관의 배기열 감소를 통한 피탐지성 감소에도 대비하여야 하며, 내연기관 추진의 경우, 장기 체공에 대비한 무인 공중급유도 연구되고 있으므로, 이에 대비한 엔진 인터페이스 설계기술 개발도 뒤따를 것으로 전망된다.

후 기

본 연구는 한국추진공학회가 지원하는 추진공학 연구회 지원 사업 중 “차세대 UAV 추진기관 연구회”의 연구 결과이며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. "Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005 ~ 2030", US Department of Defense, 2005
2. 이동훈, 팽기석, 김유일, 박부민, 최성만, 허환일, "UAV 추진기관의 현황 및 차세대 UAV 추진기관의 개발 전망", 한국추진공학회 춘계학술대회 논문집, 2009
3. Shlomo Tsach, "UAV Tevelopment Trends", UAVNET London Meeting, 2004
4. Hemi Oron, "UAV Engines in The Next Decade - Turbine Engines, Piston Engines and The Newly Combat proven Rotary Engines", 6th Symposium on jet engines and gas turbines, 2006
5. C. Griffis, T. Wilson, J. Schneider and P. Pierpont, "UAS Propulsion Systems - Technology Survey", CGAR 2007, Center of Excellence for General Aviation Research, FAA, 2007
6. Martin E. Rivarola, "Turbine Propulsion for UAV", 1st Latin American UAV conference, 2007
7. 허환일, PAV용 추진시스템 기술 분석, 지식경제부 연구보고서, 2010. 4