

블루투스를 활용한 로봇 날개짓 비행체의 실용화에 관한 연구

A Study on the Utilization of a Robot Ornithopter with Bluetooth

이재문*, 장조원(한국항공대)

1. 서론

많은 학자들은 수억 년 동안 진화되고 검증된 새나 곤충의 복잡한 비행 메커니즘을 밝혀내기 위해 다양한 연구가 진행하였고, 이러한 연구로 날개짓을 통하여 비행하는 새나 곤충들의 운동을 플래핑(Flapping) 운동으로 모사하였으며, 또한 플래핑 운동에 관한 관심은 현재의 날개짓 비행체의 개발에 까지 이르렀다.

플래핑(Flapping) 운동을 하여 비행하는 비행체는 양력을 발생시키기 위하여 빠른 속도로 비행하여야 하는 기존의 고정익 항공기와는 다르게 저속으로도 비행이 가능하다는 장점이 있다. 이러한 특징을 이용한 날개짓 비행체는 밀집된 아파트와 건물 등이 있는 곳에서도 비행이 가능하므로, 광고, 홍보, 계도, 경고, 정찰, 환경감시, 교통흐름조사, 군사작전용 등으로 활용할 수 있다. 이와 같이 날개짓 비행체는 사용자가 직접 현장에 가기 곤란한 경우에 유용하게 사용할 수 있는 장점이 있는 것이다.

따라서 본 연구는 이러한 장점을 갖는 기존에 개발된 날개짓 비행체[1]를 바탕으로 실용화하기 위하여 보완·수정한 내용을 다루었다.

2. 본론

2.1 개발 배경

플래핑 운동을 하여 비행을 하는 날개짓 비행체(Ornithopter)에 관한 연구는 1490년 레오나르도 다빈치(Leonardo Da Vinci)의 인력을 이용한 설계부터 시작을 하였으며, 1874년 프랑스에서 Alphonse Penaud가 개발한 고무줄 동력에 의한 기계적인 플래핑 운동을 하는 날개짓 비행체가 처음으로 비행에 성공하였다. 이후에도 날개짓 비행체에 관한 연구가 계속적으로 수행되

었으며, 1960년도에는 미국의 Percival Spencer가 플래핑 운동을 하는 비행체를 개발하고, 1991년도에는 Harris/DeLaurier가 엔진을 이용한 날개짓 비행체를 개발하였다. 최근 캐나다의 터론토 대학에서는 사람이 탑승할 수 있는 크기의 날개짓 비행체를 개발중이며[2]. 또한, Albert Kempf는 2000년 플래핑 운동을 하는 비행체로 무게가 0.44kg인 Truefly 2를 개발하였다. 이외에도 손바닥만한 크기의 날개짓 비행체(MAV)를 개발도 본격화 되고 있다[3][4].

본 연구 이전에 개발된 날개짓 비행체의 경우, 모터와 배터리로 적정한 플래핑 운동(Flapping motion)을 유발하고, 날개짓 비행체가 방향전환, 상승 및 강하, 그리고 제어효과와 안정효과를 증진시킬 수 있는 수평 및 수직 꼬리 날개를 부착하며, 비행시간 23분 동안 지속적으로 비행하는데 성공하였다[1][5].

2.2 날개짓 비행체의 최적설계

본 연구에서 개발된 날개짓 비행체는 기존에 개발된 날개짓 비행체[1]를 보다 높은 강도를 가지게 하고, 부품의 규격화로 단가를 낮추기 위한 개발을 하였다.

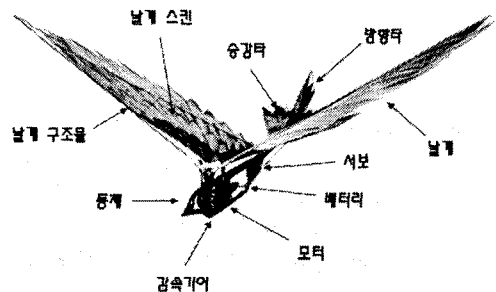


Fig. 1 날개짓 비행체의 모습

Fig. 1은 로봇 날개짓 비행체의 모습으로 기존의 비행체와 같은 구성을 가지고 있다. 날개짓 비행체는 모터, 배터리, 전자변속기 등으로 구성된 동력부, 동력부와 구동 메커니즘, 서보 등이 장착된 동체부, 구동 메커니즘부에 연결되어 유연한 재료로 만들어진 날개부와 날개 구조부, 그리고 비행방향을 조절할 수 있는 수직꼬리 날개부와 수평꼬리 날개부, 꼬리날개를 조종할 수 있도록 서보와 연결된 와이어, 소형 비디오카메라, 무선통신장치 등이 배설될 수 있는 기타장치부 등으로 구성되어 있다.

동체부는 구조물이 하중을 견디고 경량화하는 할 수 있도록 복합재료인 카본(carbon)판을 레이저 커팅(Laser cutting)하여 제작하였다. 기존의 제작된 날개짓 비행체와 다른 점은 강도 면에서 취약한 부분을 보강하였고, Fig. 2와 같이 동체부 모양을 수치적으로 정확히 설계된 후 제작하여 상용화가 수월 하도록 가능하도록 제작 되었다는 것이다.

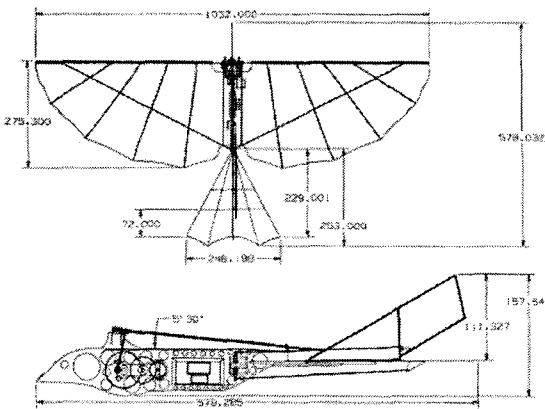


Fig. 2 날개짓 비행체의 설계 도면

동체부에 내장된 구동 메커니즘의 경우 모터의 동력을 최적의 기어 감속비를 찾아내어 비행이 가능한 날개짓 속도와 힘을 갖도록 설계되었다. 본 위탁과제의 구동 메커니즘은 모터와 자체 제작한 모터 축 기어에 연결한 1차 감속기어, 그리고 2차 감속기어, 커넥팅 로드 등으로 구성되어 있다. 2차 감속기어는 좌우 날개에 연결될 수 있도록 서로 대칭을 이루면서 2개로 구성되어 있고, 날개와 연결되어 유연한 상하운동을 유발할 수 있는 커넥팅 로드로 구성되어 있

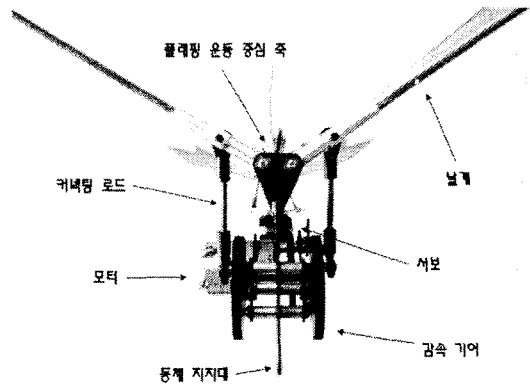


Fig.3 날개짓 비행체의 메커니즘

으며, 그리고 모터와 날개짓과의 기어 감속비가 범위가 53:1 혹은 82:1인 것을 특징으로 제작되었다. Fig. 3는 날개짓 비행체의 메커니즘을 정면 쪽에서 자세히 나타낸 것이다.

본 연구에서 개발된 날개짓 비행체의 주날개 및 꼬리날개 표면 재질은 증착 PET (Poly Ethylene Terephthalate) 필름 두 장을 겹쳐서 사용하여 강도를 강하게 하였다. 또한 Fig. 4와 같이 날개 표면에 새의 날개 형상을 디자인하여 인쇄해 시각적으로도 새처럼 보이게 하여 위장성을 줄 뿐만 아니라 좀 더 다양한 모습을 보여 주어 시장성을 갖게 해주는 역할을 한다. 색상은 갈색과 녹색 두 가지로 제작되어서 실용화시 선택의 폭을 크게 하였다..

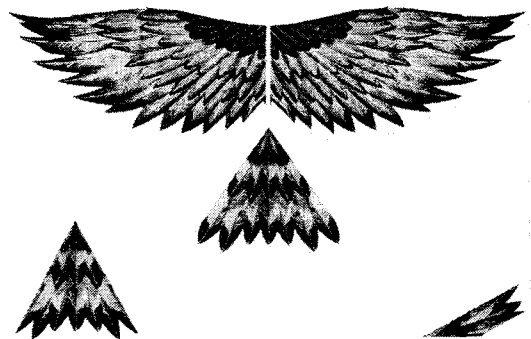


Fig. 4 날개 표면의 최종 디자인

날개구조물은 0.5mm에서 1.0mm범위를 갖는 굵은 카본과 0.3mm에서 0.7mm의 범위를 갖는 가느다란 카본을 날개 살로 병행하여 사용하며, 날개의 구조물 중에 중간지지대를 날개 살

보다 아래에 위치하게 하여 추력과 양력을 효율적으로 발생하게 하고, 날개 살이 있는 곳과 없는 곳의 날개 재질의 길이를 차이를 두어 원호 형태로 제작하였다.

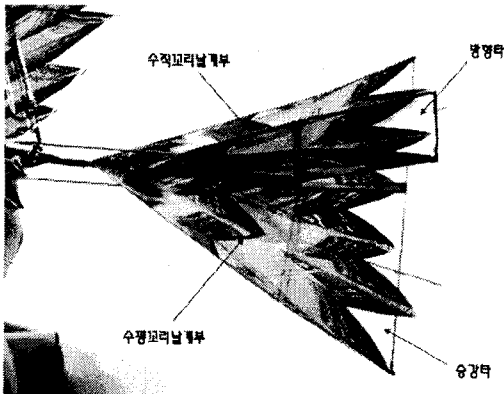


Fig. 5 날개짓 비행체의 꼬리날개 (일반형)

날개짓 비행체는 기존의 비행체, 또는 새의 꼬리형태와 달리 Fig. 5와 같이 수직꼬리날개와 수평꼬리날개를 부착하였다. 이것은 방향전환과 상승 및 강하를 하나의 안정판으로 하는 것보다 제어효과와 안정효과가 있다. 또한 Fig. 6과 같이 꼬리날개의 경우 "V"자 형태로도 제작할 수 있게 되어 있다. "V"자 형태의 꼬리날개를 가지게 된 경우 수직꼬리날개와 수평꼬리날개 두 개 모두를 가지고 있을 때 보다 무게에서 많은 이득을 보며, 조종성이 높아지는 효과를 줄 수 있다.

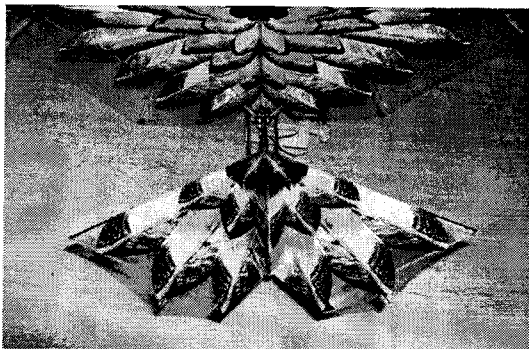


Fig. 6 날개짓 비행체의 꼬리날개 ("V"자 형)

서보의 경우 기존에 사용했던 것보다 경량화 하여 전체 무게를 줄였으며, 배터리의 전압

도 11.1V에서 7.4V로 낮추어 규격화하여 단가를 낮추었다. 또한 기어나 기타 부품 역시 특별 제작이 아닌 시중에 판매 되는 제품을 사용해 실용화를 유리하게 하였다.

2.3 블루투스를 이용한 원격조종 장치 개발

본 단계에서의 날개짓 비행체는 일반 원격조종장치 대신 블루투스(Bluetooth)를 사용하여 조종을 제어하도록 설계하였다. 1994년 스웨덴의 에릭슨(Ericsson)사가 처음 연구한 블루투스는 근거리에서 놓여 있는 컴퓨터와 이동단말기·가전제품 등을 무선으로 연결하여 쌍방향으로 실시간 통신을 가능하게 해주는 규격을 말하거나 그 규격에 맞는 제품을 이르는 말이다.

본 연구에서 개발된 날개짓 비행체에 탑재된 블루투스는 최대 거리 200M 까지 통신 가능하며(개활지 200M, 일반 환경 100M), 9.600bps에서 921.600bps까지 다양한 baudrate를 지원한다. 최대 100mA, 평균 40mA 정도로 소모전력을 최소화 하였으며, Stack Lib.를 이용하여 1:N의 Piconet, N:N*N의 Scatternet 까지 지원한다. 사용되어지는 무선규격은 Bluetooth Specification v1.1 사용하고, 주파수대역은 2.4GHz ISM Band를 사용하며, 전송출력 Bluetooth Radio Class 1 (20dBm)이다.

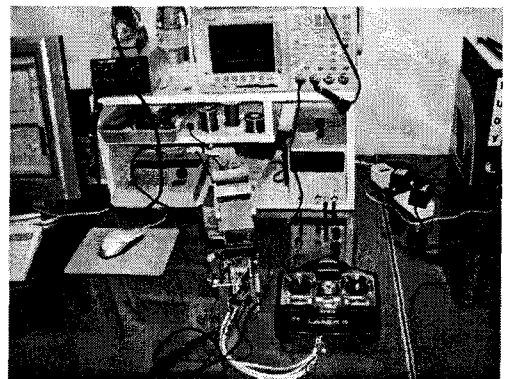


Fig. 7 제작후 시험 중인 블루투스 송수신기

2.4 개발 결과

본 연구를 통하여 개발된 날개짓 비행체는 기존에 개발되었던 날개짓 비행체[1]의 동체 등의 취약한 부분을 보완하고, 무게를 줄였으며, 부품의 규격화로 단가를 낮춘 날개짓 비행체의

최적형상을 도출하였다. 또한, 단순하였던 날개 표면에 좀 더 세밀한 디자인 주어 시각적으로 좀 더 새의 형상에 가깝게 제작하였다. 이외에도 송수신 장치로 블루투스를 이용하여 휴대용 원격조종 장치 개발하여 주파수 간섭 없이 조종이 가능하도록 하였다. 비행시간은 실제 테스트 결과 21분 비행을 하여 목표 비행시간인 15분을 충분히 만족하였다. 개발 결과 및 실용화 연구 후 개선된 사항은 Table 1에 나타내었다.

항 목	변 경 내 용
비행시간	15분(목표) -> 21분
크기	88cm -> 103cm 증가
무게	277g -> 260g 감소
날개 형태	강도 강화
날개 재질	인쇄된 PET 2장을 겹쳐서 사용 (강도강화, 인쇄보호)
기어비 변경	A type - 82:1, B Type - 53:1
서보 등 부품	초형화, 규격화
꼬리날개	일반형, "V"자형 꼬리날개
배터리	11.1V → 7.4V
송수신기	블루투스 사용
기타	날개 Gliding Locking System 적용

Table 1 연구 결과 및 실용화 연구 후 개선된 사항

또한 개발된 날개짓 비행체는 Fig. 7에서 보 여지듯 제3회 한국 로봇항공기 경연대회(주최 산업자원부, 주관 한국항공우주산업진흥협회 및 한국항공우주학회)에서 개최식후 시범비행을 수행하였다.



Fig. 7 제3회 한국 로봇항공기 경연대회 중 시범 비행

3. 결 론

본 연구에 의해 개발된 날개짓 비행체는 실용화를 위해 시각적으로도 세밀한 디자인을 추구하였고, 기존에 개발된 날개짓 비행체에 비하여 구조적 강도가 강화 되었으며, 21분 동안 비행에 성공하여 각종 응용 목적에도 유용하게 이용될 수 있도록 하였다. 또한, 본 연구는 블루투스를 적용한 원격조종장치를 개발하여 날개짓 비행체를 저렴한 비용으로 조종할 수 있도록 하였다.

이와 같은 연구에 의해 개발된 날개짓 비행체는 레저 스포츠용, 또는 취미활동용, 광고 및 홍보용 항공기로 활용할 수 있다. 또한 본 연구·개발에 따른 날개짓 비행체 설계의 원천기술은 각종 임무를 부여한 날개짓 비행체를 개발할 수 있어 정찰, 환경감시, 군사작전용 등으로 활용이 가능하다.

후 기

본 연구는 산업자원부 신기술실용화기술개발 사업(과제번호: 10006295)의 일환으로 수행되었으며, 이에 관계자 여러분께 깊은 감사를 드립니다.

참고 문헌

- [1] 장조원, "로봇 날개짓 비행체 '송골매' 개발," 한국항공우주학회지, 제13권 제1호, 2003, pp. 5 ~ 16
- [2] DeLaurier, J. D. "The Development and Testing of a Full-Scale Piloted Ornithopter," Canadian Aeronautics and Space Journal, Vol. 45, No. 2, 1999.
- [3] DeLaurier, J. D. "The Development and Testing of a Full-Scale Piloted Ornithopter," Canadian Aeronautics and Space Journal, Vol. 45, No. 2, 1999.
- [4] Vest, M. S., Katz, J., "Aerodynamic Study of a Flapping-Wings Micro-UAV," AIAA Paper, 99-0994, 37th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, 1999.
- [5] 장조원, "원격조종 날개짓 비행체", 대한민국 특허청, 실용신안등록 제 0336765호, 2003. 12.