



2008년도 대한기계학회

# 바이오공학부문

창립 기념

## 순계약술대회 강연 및 논문집



**일자** 2008년 5월 22일(목)~23일(금)

**장소** 제주 라마다프라자호텔

대한기계학회

[www.ksme.or.kr](http://www.ksme.or.kr)

▶ 2008년 5월 23일(금)

발표장		1발표장	2발표장	3발표장
시 간				
등 록	08:30 ~	호텔 로비		
세 션 명		Biomimetics III - Robotics	Orthopedic Mechanics I - Knee	Bio-fluidics
좌 장		박훈철 (건국대)	이연수 (광주과기원)	지호성 (부산대)
1	09:00 ~	한재홍	전인수	김성균
2	09:20 ~	윤광준	이연수	이상욱
3	09:40 ~	손명환	김철웅	이상준
4	10:00 ~	권중현	손량희	신세현
휴 식	10:20 ~	휴식		
초청강연	10:30 ~	초청강연 III (선경, 고려대의대)		장소 : 탐라홀 좌장 : 신세현
휴 식	11:10 ~	휴식		
세 션 명		Biomimetics IV - 초발수	Orthopedic Mechanics II - Spine	Biomedical Device/Sensor I
좌 장		윤의성 (KIST)	김철웅 (고려대)	이인환 (충북대)
5	11:20 ~	강연 : Singh (KIST)	강연 : 이상현(고려대)	신현준
6	11:40 ~	나종주	김현목	김선민
7	12:00 ~	임현의	최돈욱	강태연
중 식	12:20 ~	중식 (탐라홀)		
세 션 명		Biomimetics V - 초발수	Medical Instrumentation I	Biomedical Device/Sensor II
좌 장		임현의 (KIMM)	권대규 (전북대)	박재성 (포항공대)
8	13:20 ~	유영은	황성재	이 호
9	13:40 ~	서갑양	오정환	김동성
10	14:00 ~	노지환	김성균	이승엽
11	14:20 ~	이상민	유인식	김용호
포스터세션 II		포스터발표 (장소 : 탐라홀)		
좌 장		Orthopedic Mechanics / 김선민(인하대)	Bio-fluidics / 양석조(충남대)	Biomedical Device/Sensor/Instrumentation 정경렬(생기원)
12	14:40 ~ 15:40	김창범 송석현 장세명 김경 형준호 김유석 김대연 김정훈 송석홍 심상조 허신 홍정우 전인수 강경탁 배지훈 배지훈 신은지 이호상	지호성 윤영일 손형일 김중세 이승엽 김철웅 김동훈 김동훈 서영수 서영수 이호상 이호상	황도연 이창근 윤승일 김현석 이재경 이연수 김동훈 김동훈 서영수 서영수 한기봉 한기봉
세 션 명		Biomimetics VI	Medical Instrumentation II	Biomedical Device/Sensor III
좌 장		변도영 (건국대)	김선민 (인하대)	장재성 (중앙대)
13	15:40 ~	박종길	정경렬	강미현
14	16:00 ~	염성원	양성욱	진병주
15	16:20 ~	이덕규	박석훈	구남서
16	16:40 ~	박수경	권대규	백두진
폐회	17:00 ~	시상식 및 폐회식 (장소 : 탐라홀)		

## 제1발표장 (한라홀)

2008년 5월 22일(목요일)

### 포스터세션 I

장 소 : 탐라홀

[13:30~14:30]

Biomimetics / 인체모델링/시물레이션 / Tissue Engineering

좌 장 : 이승엽(서강대)

김호영(서울대)

김현철(과학재단)

[14:30~15:50]

Biomimetics I - 유동

좌 장 : 최해천(서울대)

- KSME 08BE001** Experimental and numerical study of corrugated beetle wing/ Doyoung Byun\* · Tuyen Quang Le · Hoon Cheol Park(Konkuk Univ.)/ 9
- KSME 08BE002** 마이크로 유동 내 헤엄침에 의한 추력발생/ 안상준\*(한양대 원), 맹주성(한양대), 한철희(충주대)/ 11
- KSME 08BE003** 정지비행 하는 플라핑 날개 주위의 3차원 보텍스 구조에 대한 연구/ 권지훈\*(서울대 원), 최해천(서울대)/ 13
- KSME 08BE특강1** 특허출원과 회사 소개/ 문호지\*(특허법인중앙)/ 4

[16:00~17:40]

### 개회식 및 초청강연

장 소 : 탐라홀

좌 장 : 전홍재(연세대)

박훈철(건국대)

#### 개 회 식

**초청강연 I** Interdisciplinary Studies of Degenerative Disc Disease/ Tae-Hong Lim\*(Univ. of Iowa)/ 3

**초청강연 II** 한국인 인체정보 제공을 통한 학제간 공동연구 - 디지털 코리안 정보 제공과 사체 실험/ 한승호\*(가톨릭대)/ 3

[17:40~18:40]

### Biomimetics II

좌 장 : 박수경(KAIST)

- KSME 08BE004** 단백질 접힘 시물레이션을 위한 최적알고리즘 개발/ 정민중\*(과기정보연)/ 15
- KSME 08BE005** CFD해석을 이용한 세스랑게 구조물의 환기효과에 대한 연구/ 김선혜\*(성균관대 원), 김태원 · 최재천(이화여대), 최재봉(성균관대)/ 17
- KSME 08BE006** 전단유동으로 제어되는 세포부착분자의 경사도생성/ 박정열\*(서강대), 김덕호(Johns Hopkins University 원), Andre Levchenko(Johns Hopkins University)/ 19

[19:00~

] 만 찬

장 소 : 탐라홀

2008년 5월 23일(금요일)

[09:00~10:20]

### Biomimetics III - Robotics

좌 장 : 박훈철(건국대)

- KSME 08BE007** 생체 모방 날갯짓 비행체 개발에 필요한 기술적 이슈들/ 한재홍\*(KAIST), 이준성(KAIST 원), 이진영 · 이동규(KAIST)/ 21

# 생체 모방 날갯짓 비행체 개발에 필요한 기술적 이슈들

한재흥<sup>†</sup> · 이준성\* · 이진영\* · 이동규\*

## Key Technical Issues in the Development of Bio-inspired Flapping-wing Aircraft

Jae-Hung Han, Jun-Seong Lee, Jin-Young Lee and Dong-Kyu Lee

**Key Words :** Bio-inspired(생체 모방형), Flapping-wing Aircraft(날갯짓 비행체), Flapping-wing Aerodynamic Modeling(플래핑 공력 모델링), Fluid-Structure Interaction(유체-구조 연계), Optimal Flapping-wing Design(최적 플래핑 날개 설계), Flight Control Technology(비행 제어기술), System Identification(시스템 식별)

### Abstract

This paper addresses key technical issues in the development of bio-inspired flapping-wing aircrafts. 350 million years of adaptation of nature's flyers deliver us the insights for optimal solutions of "How to make artificial flappers fly". However the complexities of flapping-wing motions and aerodynamics cause the difficulties of systematic development of flapping-wing aircrafts. Even though some studies have been performed for the hypothesis of high lift mechanism of flapping-wings and the principles of nature's flyers' flight principle, we do not have well-established design procedures to assemble a stable and controllable flapping-wing aircraft. Hereby we introduce some key technology issues such as optimal flapping-wing and flight controller designs to develop artificial flappers.

### 1. 서론

생체 모방 기술은 공학적 적용을 위해 자연계의 생명체로부터 벤치마킹을 하는 것이라 할 수 있다. 단순히 유사하게 모방하여 제작하고 개발하는 것에서 벗어나 생체로부터 영감을 받아 꼭 필요한 특징적인 부분을 선별하여 적용하고자 하는 분야에 맞게 새롭게 재창조하는 것이기 때문이다. 일반적으로 생체 모방 기술을 활용하기 위해서는 자연계의 관측 대상을 선정하여 그 특성을 파악하기 위한 실험이 선행되어야 한다. 생명체는 3억 5천만 년의 시간에 걸쳐 다양한 환경에서 생존하도록 알맞게 적응되었기 때문에 우리는 이미 존재하고 있는 최적화된 대상을 시간과 노력을 들여 연구하게 되면 새로운 발견을 할 수

있게 된다. 특히 새나 곤충, 박쥐와 같이 날갯짓 운동을 통해 비행을 하는 생명체를 이용한 풍동실험, 영상처리기술을 활용한 실시간 비행 데이터 수집 등을 통해 그 비행원리와 특성을 설명할 수 있도록 수학적으로 기술하는 것은 날갯짓 비행체 개발에 있어 꼭 필요한 과정이다.

본 발표에서는 날갯짓 비행체 개발에 있어 필요한 기술적 이슈들에 대해 조명하고, 관련 기술 개발 및 적용에 생체 모방 기술의 역할을 정리해 보고자 한다.

### 2. 날갯짓 비행체 시스템 특성

날갯짓 운동을 통하여 비행을 위한 양력 및 추력 확보, 자세 제어 및 안정성 유지를 위한 제어력을 생성하는 비행체를 날갯짓 비행체라 한다.

지금까지 날갯짓 비행체 관련 수행된 연구는 곤충의 정지비행, 고양력 생성원리 규명에 집중되었으며, 유동장 가시화 및 공력측정기술을 이용해 그 결과 지연실속에 의한 앞전와류효과가 주목 받

<sup>†</sup> 한국과학기술원 항공우주공학과

E-mail : jaehunghan@kaist.ac.kr

TEL : (042)869-3723 FAX : (042)869-3710

\* 한국과학기술원 항공우주공학과

고 있으며 다양한 생체로부터 앞전와류를 풍동실험을 통해 관찰하고 있다. 하지만 많은 연구 그룹에 의해 수행된 특정 대상에 국한된 공력측정실험 결과는 수학적 기술을 통한 모델링이 되지 않았으며, 앞전와류를 어떻게 사용해야 하는지에 대해 제시하지 못하였다.

날갯짓 비행체의 날갯짓 운동에 의해 발생하는 공력은 저 레이놀즈 수 영역의 비정상 공기역학적 특성에 지배 받기 때문에 예측하기 어렵다. 이는 고정익 비행체의 초기 설계 시 순항비행상태를 가정하여 비행체의 무게와 작용하는 양력이 동일하다는 관계를 통해 주 날개 설계를 하는 과정을 이용할 수 없게 한다. 곤충과 같이 고 주파수의 날갯짓 운동을 통해 발생하는 양력은 비행체에 평균값으로 작용한다고 가정할 수 있지만, 새나 박쥐와 같이 상대적으로 낮은 주파수의 날갯짓 운동을 하는 경우 그렇지 못하기 때문에 날갯짓 비행체의 날개를 설계하기 위해서는 비행체의 비행동역학적 특성까지 고려하여야만 한다. 즉, 날갯짓 비행체의 날개는 날개의 형상뿐만 아니라 날개 구조의 공력탄성학적 특성 및 날갯짓 운동학적 변수를 고려하여 설계되어야 하며, 이 때 발생하는 공력을 효율적으로 계산할 수 있는 공력모델을 개발하여 날갯짓 비행체의 비행시뮬레이션을 통해 그 성능을 실제 제작에 앞서 살펴보아야 한다.

### 3. 생체 모방 날갯짓 비행체 개발에 필요한 기술적 이슈들

#### 3.1 날갯짓 비행체 탑재 부품 관련 기술

초소형, 초경량, 고효율 부품을 필요로 하는 날갯짓 비행체 개발에 있어 부품 관련 기술 수준은 날갯짓 비행체의 스케일을 결정하게 한다. 무인플랫폼으로 활용을 위해 제어 가능한 날갯짓 비행체 개발을 위해서는 현 기술수준으로는 까치 정도 크기가 적합한 것으로 판단된다.

#### 3.2 날갯짓 운동의 공력 모델링 기술(1)

까치 정도 크기의 날갯짓 비행체는 준정상 공기역학적 특성을 갖기 때문에 날갯짓 운동학적 변수 및 날개의 구조 및 형상 변수에 의한 공력 예측이 비교적 용이하며, 최적 날개 및 비행제어기 설계를 위해서는 실험을 통한 날갯짓 비행체 공력모델링이 필수적이다.

#### 3.3 유체-구조 연계 해석을 통한 최적 플래핑 날개 설계 및 개발 기술(2)

날갯짓 비행체의 날개는 날갯짓 운동을 통한 구조 유연성을 이용하여 비행 및 자세제어를 위한

공력을 발생시킨다. 이를 위해서는 유체-구조 연계 해석을 통한 최적 플래핑 날개를 설계해야 하며 전산유체역학을 통한 연계 해석보다는 날갯짓 비행체의 공력특성을 충분히 나타낼 수 있는 공력 모델이 유리하다.

#### 3.4 날갯짓 운동 생성을 위한 생체 모방 메커니즘 설계 및 제작 기술

새나 곤충의 날갯짓 운동은 다자유도의 복잡한 형태를 갖기 때문에 이착륙 및 고기동성 등 고유한 특성을 갖게 하기 위해서는 생체 모방을 통한 정확한 날갯짓 운동 생성 메커니즘이 설계 및 개발되어야 한다.

#### 3.5 날갯짓 비행체 제어 기술 및 시스템 식별 기술(3)

날갯짓 비행체 시스템의 제어기 설계를 위해 안정화된 비행 가능한 비행 실험체 및 풍동실험을 통한 시스템 식별 기술을 필요로 한다. 또한, 날갯짓 비행체의 비행데이터 획득을 위한 실시간 영상 처리기법에 대한 연구가 수반되어야 한다.

## 4. 결론

본 발표에서는 군사적 또는 공공 목적으로 활용 가능한 생체 모방 날갯짓 비행체 개발을 위해 필요한 여러 기술적인 이슈들을 정리해 보았다. 국가적으로 적절한 투자가 뒷받침된다면, 경찰 목적의 비행 제어 가능한 날갯짓 비행체는 향후 5년 내로 국내에서도 개발 가능할 것으로 판단되며, 현재 당 연구 그룹은 해당 소요 기술을 체계적으로 개발하고 있다.

## 후 기

본 연구는 KI for Design of Complex Systems 의 기초연구과제의 연구비 지원에 의한 연구결과이며 지원에 감사 드립니다.

## 참고문헌

- (1) J.-S. Lee, D.-K. Kim, J.-Y. Lee and J.-H. Han, 2008, "Experimental evaluation of a flapping-wing aerodynamic model for MAV applications," Proc. SPIE, Vol. 6928, 6928108.
- (2) D.-K. Kim, J.-S. Lee, J.-Y. Lee and J.-H. Han, 2008, "An aeroelastic analysis of a flexible flapping wing using modified strip theory," Proc. SPIE, Vol. 6928, 692865.
- (3) J.-Y. Lee, D.-K. Kim, J.-S. Lee and J.-H. Han, 2008, "Numerical analyses of stabilization and control for flapping-wing flight," Proc. SPIE, Vol. 6928, 692866