

# 생체자연모사 - 갈매기 운동과 유동 동시측정 해석

도덕희<sup>†</sup> · 백태실\* · 조경래\*\* · 편용범\*\* · 조용범

## Bio Nature Mimic - Simultaneous Measurements of a Seagull Model's Motion and its Flow Fields

Deog Hee Doh, Tae Sil Baek, Kyeong Rae Cho, Yong Beom Pyeon, Yong Beom Cho

### Abstract

Inspiring or mimicking biological bodies is regarded as one of a breakthrough in the conventional engineering. The bird's motion is one of the mimicking objects. Seagulls fly under strong storm at sea. An attempt of investigating into the characteristics of a seagull model's motion and its flow fields has been made in this study. Three cameras, two for motion capture and one for flow field, were used. The motions of the seagull's wing have been reconstructed, and the flow characteristics around the wing have been investigated with 2D-PIV measurements.

**Key Words** : 생체모사(Mimicking Biological Bodies), 갈매기(Seagull), 운동과 유동 동시측정 (Simultaneous Motion and Flow Fields Measurements)

### 1. 서 론

과학기술의 급속한 발달에 따라 기존의 산업분야에서의 기술경쟁은 치열해 지고 있다. 치열한 경쟁에서 경쟁력을 갖추기 위해서는 기존의 공학 기술을 관념에서 벗어나 다른 각도에서 접근할 필요가 있음이 강조되고 있다.

이른 바, 블루오션(blue ocean)의 전개라 할 수 있다. WIG(wing in ground)선은 일종의 블루오션 제품에 해당된다고 볼 수 있는데 그 실현성을 두고 세간에서는 한바탕 논란거리가 되고 있다. 하지만, 오늘날의 과학기술의 발전 속도를 보면 더 이상 만화속의 얘기가 아니라 곧 제작되어 현실에 사용될 수 있는 초고속 해상수송기로서 자리 잡을 것으로 필자는 전망한다. WIG선이 현실화되기 위해서는 유체공학적인 난제들이 많이 선결되어야 한다. 불안정한 해수면과 WIG선간의 지면효과를 안정적으로 확보하기 위한 유체공학적 제어기술이 중요한 설계요인으로 대두되어 있다. 특히, 기상예보가 맑고 안정적이라고 예고되었다 할지라도 해상에서는 국부적 돌풍(local

---

† 한국해양대  
E-mail : doh@hhu.ac.kr

\* 포항제1대 자동차공학과

\*\* (주)티엔텍

---

storm) 및 파도(wave)가 항상 변화무쌍한 관계로 이에 대한 대책이 있어야 한다. 아무리 기계적으로 WIG선의 고정익을 신속하게 제어를 하더라도 해상에서 발생하는 국부적 돌풍(local storm) 및 파도를 고려한 능동제어기술을 달성하기까지는 용이하지 않다.

한편, 필자의 경험에 의하면 해상에서의 갈매기의 비상(flying)은 아무리 강풍 속에서도 자세 제어를 하면서 비행을 하는 것으로 알고 있다. 돌풍과 강풍 속에서도 안정적으로 비행을 하는 갈매기의 운동과 날개 짓에 따른 유동특성 조사는 해상에서의 운송체 설계에 있어서 매우 유의한 정보를 제공해 줄 수 있다는 점에서 연구의 의의가 높다고 할 수 있다.

본 연구에서는 바다갈매기의 운동과 날개 짓에 따른 유동특성 연구를 위하여 갈매기의 운동을 모사할 수 있는 갈매기 모델을 제작한 다음, 이 모델의 3차원 운동을 그대로 재현할 수 있는 측정법을 구현하였으며, 날개 짓의 특성에 따른 유동의 특성을 측정할 수 있는 PIV시스템을 구현하였는바, 관련 연구 성과를 보고하고자 한다.

## 2. 갈매기 모델 실험

Fig. 1은 갈매기 모델의 사진을 나타낸다. 모델의 몸통 및 날개는 실제 갈매기의 형상에 최대한 유사하도록 구성되었다. 갈매기의 몸체과 날개는 플라스틱으로 구성되었으며 날개의 두께는 0.5mm, 날개에서의 최대폭은 26.5mm, 이며, 날개와 날개간의 거리는 164mm이다. 갈매기의 날개 짓은 몸통을 통과한 직경 1mm의 철사의 상



Fig. 1 Picture of the seagull model

하운동에 의하여 구현된다. 철사의 상하운동은 원운동을 직선운동으로 변환하는 기계적 메커니즘에 의하여 구현된다.

### 2.1 갈매기 날개 운동측정

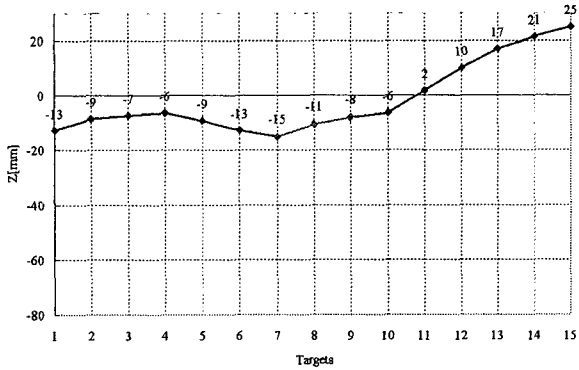
측정시스템은 2대의 카메라(1k x 1k, maximum 500fps)와 호스트컴퓨터로 구성된다. 측정원리는 스테레오측정원리에 의거한다. 스테레오 측정을 위해서는 카메라에 대한 교정작업(calibration work)이 필요한데 본 연구에서는 Doh 등<sup>(1)</sup>의 10개 파라미터법을 적용하였다. 3차원 형상측정을 위해서는 2대 카메라의 절대좌표계에 대한 상대위치 및 카메라의 내부요소(굴절율, 렌즈중심위치)가 결정되어야 하는데 교정작업에서 이를 구한다. 카메라 교정작업이 완료되면 3차원 매핑원리<sup>(1)</sup>에 의거하여 형상의 목표점의 3차원 위치를 구한다. 측정정도가 높은 3차원 형상데이터를 얻기 위해서는 카메라 영상에 있어서의 동일점을 여하히 확보하느냐가 중요한데 본 연구에서는 영상에 대한 노이즈제거, 특징점 추출과정을 국소 반복(local repetition)처리에 의하여 계산의 정도를 향상시켜가면서 목표물의 최종적 3차원 위치를 결정하였다<sup>(1)</sup>.

### 2.2 갈매기 날개 유동측정

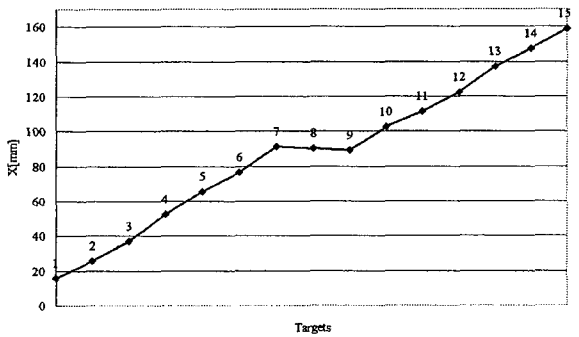
갈매기의 날개운동에 따른, 즉 날개의 위치에 따른 유동의 특성을 파악하기 위하여 조건부 PIV 측정법<sup>(2)</sup>을 도입하였다. 이 방법에서 있어서 PIV 계산은 상호상관법에 의거한 계산을 하였다. 조건부 PIV측정법이란 갈매기의 날개가 동일한 위치에 왔을 때, 날개 주위의 유동을 측정할 수 있도록 PIV시스템이 작동되도록 하는 것을 말한다.

## 3. 결과

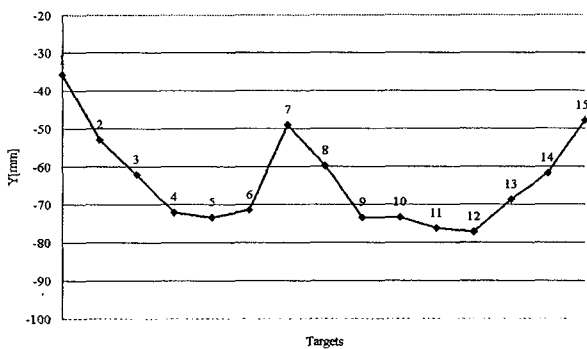
Fig. 2(c)는 갈매기의 날개의 운동으로부터 채취한 물리좌표계상에서의 임의의 시각에서의 Z좌표를 나타낸다. 총 12점의 표적점에 대하여 실시간으로 측정한 결과를 나타낸다. Fig. 2(a) 및 (b)는 X 및 Y에 대한 측정결과를 나타낸다.



(a) Z coordinates



(b) X coordinates

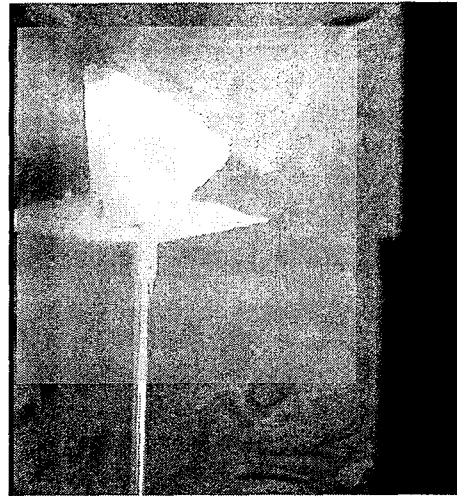


(c) Y coordinates

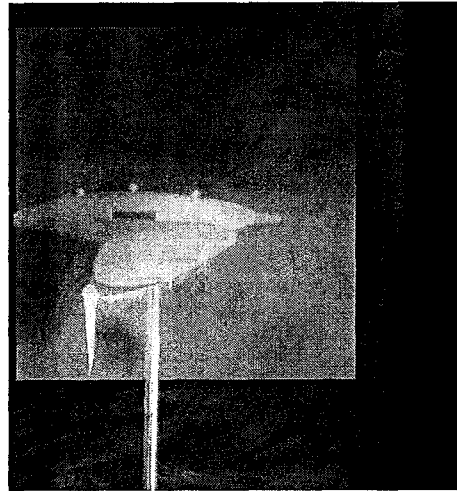
Fig. 2 Measured wing motions of the seagull model

(b)의 그림에서 X값이 증가하는 것은 실제로 이동하는 것을 의미하는 것이 아니고 측정좌표계 상에서의 날개의 좌측이 측정의 물리좌표계 원점에 가깝고 날개의 끝단이 원점으로부터 멀어지기 때문이다. 이들 그림으로부터 갈매기의 순간 날개 형상을 알 수 있게 되며, 이들 결과의 시간연속 데이터들로부터 날개의 운동특성을 파악할 수 있게 된다.

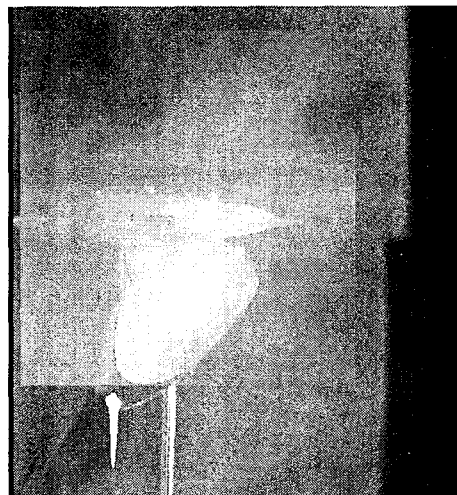
한편, Fig. 3(a)는 날개의 위치가 최상부에 왔을 때, 즉 upper stroke 위치에 왔을 때의 PIV결



(a) upper stroke



(b) acceleration stroke



(c) lower stroke

Fig. 3 Measured pressure distributions at different strokes

과로부터 얻어낸 날개 주위의 상대압력분포를 나타낸다. Fig. 3(b) 및 (c)는 날개의 위치가 중간 위치 및 최하위 위치, 즉 acceleration stroke와 lower stroke에 왔을 때의 상대압력분포를 나타낸다. 각각의 stroke에서 압력분포의 특성이 매우 다른 양상을 보이게 됨을 알 수 있다. 특히 날개가 upper stroke에 있을 때에는 날개의 끝단에서 고압역이 존재하는 반면에 lower stroke에 있을 때에는 날개 전면에 걸쳐 고압역이 존재함을 알 수 있다. 이는 갈매기의 날개 stroke양상에 따라서 바람에 대한 제어능력이 매우 강하게 나타남을 의미한다.

#### 4. 결 론

갈매기의 비행에 있어서의 생체모사를 위한 갈매기 운동모델을 구현하였다.

2대의 고속카메라를 이용하여 갈매기의 3차원 형상의 운동을 측정할 수 있는 시스템 구현하였으며 이를 이용하여 갈매기 모델의 실시간 운동 파악이 가능하였다.

조건부 PIV측정을 통하여 갈매기 날개 짓에 따른 유동특성을 정량적으로 파악하였으며 날개의 stroke에 따라 날개 전부 및 후부의 압력분포가 매우 다른 양상을 보임이 확인되었다.

추후, 지속되는 연구를 통하여 갈매기 운동 및 생체모사 운동에 관한 유용한 데이터를 제공하고 자 한다.

#### 참 고 문 헌

- 1) Doh, D.H., Kim, D.H., Cho, K.R., Cho, Y.B., Saga, T. and Kobayashi, T., 2002, "Development of Genetic Algorithm based 3D-PTV Technique", Journal of Visualization, Vol. 5, No.3, pp.243~254.
- 2) Doh, D.H., Hwang, T.G., Jo, H.J., Takei, M., Tanaka, K. and Uemura, T., 2006, Developments of an Adaptive Stereoscopic-PIV System for the Analyses of the Flow-Structure-Interactions(FSI) of Air-Lifted Bodies,

Proc. of 5th International Symp. on Measurement Technology for Multiphase Flows, Macau, Dec. 10~13 (to be appeared).