

양항비를 이용한 스키점프 시각화

박명철[○], 박영남^{*}

[○]송호대학 보건의료전자과

^{*}송호대학 스포츠레저과

e-mail: africa@songho.ac.kr, pyn@songho.ac.kr

Visualization of Ski Jump Using Lift-to-Drag Ratio

Myeong-Chul Park[○], Young-Nam Park^{**}

[○]Dept. of Biomedical Electronics, SongHo College

^{*}Dept. of Sports Leisure, SongHo College

● 요약 ●

본 논문에서는 양항비를 이용하여 스키점프 시각화 도구를 구현하였다. 스키점프는 점프대에서 도약시의 가속도와 맞바람을 통한 양력을 이용하여 활공하는 스포츠이다. 다양한 영향 요소 중에서도 점프의 거리가 가장 중요한데 이는 받음각에 따른 양력과 항력의 비인 양항비에 의해 결정된다. 기존 연구에서 최적의 양항비를 계산하여 이미 표준적인 받음각과 스키의 벌림각, 구부린 각 등은 잘 알려져 있다. 그러나 이러한 영향 인자의 변화에 따른 시각화 도구는 미흡한 실정이다. 본 논문에서는 양항비를 이용하여 사용자에게 직관적인 자세 시각화 도구를 제공한다. 구현을 위하여 OpenGL을 이용하여 그래픽을 표현하고 기존의 수학적 모델을 이용하여 사용자가 요구하는 인자의 변화에 따른 자세변화를 보인다. 본 논문의 결과물은 더 나은 스키점프를 위한 참고 자료로 활용될 수 있을 것이다.

키워드: 스키점프(Ski Jump), 양항비(Lift-to-Drag Ratio), 시각화(Visualization)

I. 서론

스키 점프는 선수들이 도약대에서 점프하여 도약의 타이밍, 비행의 완성도, 안정감, 착지자세 그리고 비행거리 점수를 합산하여 승부를 가리는 경기이다. 특히 점프 시에 맞바람이 중요한데 이는 비행의 필수요소로서 양력과 밀접한 관계가 있다. 또한 양력은 스키와 바람의 받음각이 중요하게 작용하는데 이는 결과적으로 양항비를 높게 할 수 있다. 그래서 기존 연구는 최대한의 양항비를 유지하기 위한 다양한 연구가 진행 되었다. Muller[1]은 풍동 실험을 이용하여 양항비의 기준 값이 최대가 되는 시점을 알아 내었고 고원중 등[2]은 양항비와 비행 안정성을 고려한 자세의 최적화에 대한 연구를 진행하였다. 그리고 류민형 등[3]은 풍동 실험을 통한 비행 분석을 하였다. 그러나 기존 연구는 다양한 영향 인자의 변화에 따른 시각적 요소를 사용자에게 직관적으로 전달하지는 못하였다. 본 논문에서는 기존에 연구결과물을 이용하여 다양한 영향 인자에 따른 시각화 도구를 구현하였다.

흐름이 아래면을 지나는 공기의 흐름보다 빨라서 기압차가 생기고 이로 인해 위를 향하는 힘이 생기는 것을 의미한다. 반대로 항력은 선수가 공기 중에서 비행하고 있을 때 공기에 의해서 진행 방향으로 방해되는 힘을 의미한다. 이는 중력과 선수와 스키의 무게 등에 영향을 받는다.

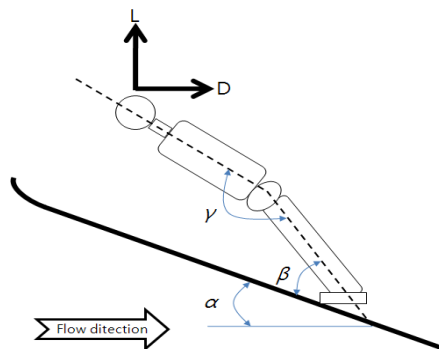


그림 1. 영향 인자에 대한 정의
Fig. 1. Definition of Influence Factor

II. 구현 배경

스키점프에서 비거리는 양력(Lift)과 항력(Drag)의 양항비(L/D)에 의해서 결정된다. 양력은 선수의 윗부분을 지나는 공기의

<그림 1>에서 보는 바와 같이 본 논문에서 사용되는 영향 인자는 스키와 진행방향 사이의 받음각으로 α , 하체와 스키사이의 각을 β , 허리의 구부린 각을 γ 로 정의하였다. 스키를 벌린 각도는

일정하다고 가정하고 논문에서는 고려하지 않았다. 그리고 선수의 신장은 1.73m, 몸무게는 49kg, 스키의 규격은 신장의 146%로 정의하였고 점프전의 진입 속도는 28m/s로 부여하였다.

$$L = C_L q S, \quad L = C_L \frac{1}{2} \rho V^2 S \quad (1)$$

$$D = D_L q S, \quad D = D_L \frac{1}{2} \rho V^2 S \quad (2)$$

양력은 식 (1)과 같이 정의될 수 있다. 여기서, L은 양력이고 CL은 양력계수, ρ는 공기의 질량밀도이다. 그리고 V는 속도, S는 면적(ft²)이다. 식 (2)에서 DL은 항력계수를 의미한다. 즉, 양항비는 양력계수와 항력계수에 의해 크게 양항 받음을 알 수 있다. <표 1>은 β 값을 9.5°로 하고 γ 값을 160°로 고정하고 α 값을 10°에서 40°까지 변화시키면서 양항비를 측정하여 얻은 결과이다. 측정결과 받음각 α 값이 19°일 때 양항비가 1.60126으로 가장 높게 나타났다.

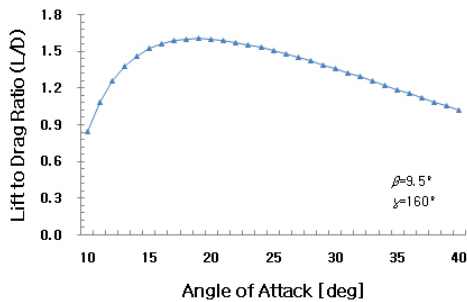


그림 2. 받음각 변화에 따른 양항비
Fig. 2. L/D Ratio on different angle of attack

III. 구현 결과

<그림 2>의 분석 자료를 바탕으로 호스트 언어를 C언어를 사용하고 그래픽 라이브러리는 OpenGL을 사용하여 실제 구현된 도구를 <그림 3>에서 보이고 있다. 이 때 선수의 급격한 자세변화는 공기역학적으로 양력과 항력에 영향을 미칠 수 있기 때문에 본 논문에서는 비행 중 급격한 자세의 변화는 없는 것으로 가정하였다. 스키 점프대의 구조는 국제스키연맹의 표준규격에 준하여 구성하였다[4].

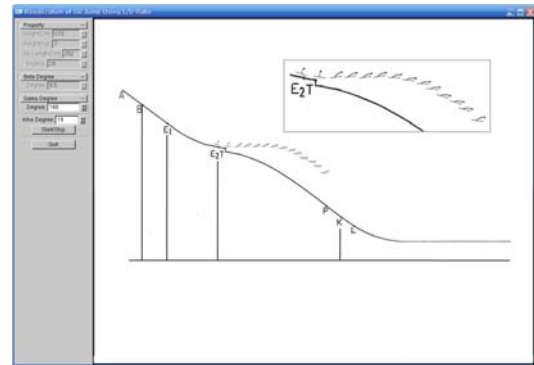


그림 3. 양항비를 이용한 스키점프 시각화
Fig. 3. Visualization of Ski Jump Using L/D

IV. 결론

본 연구에서는 하체와 스키사이의 각 β 값을 9.5°로 하고 허리 구부린 각 γ 값을 160°로 고정하여 받음각 α 값이 19°일 때 최대의 양항비가 나타남을 알았고 해당 데이터를 시각적으로 표현하였다. 향후 연구에서는 다양한 인자에 대한 각도 변화를 실시간으로 보여줄 수 있는 통합 시각화 도구 개발에 대한 연구를 지속할 예정이다.

참고문헌

- [1] Muller, W., "The Physics of Ski Jumping," European School of High-Energy, pp. 278-296, 2005.
- [2] Ko, W. J., Park, M. J., Lee, J. S., Choi, S. G., Hong, J. Y., Choi, K. J., Kim, K. Y., "Optimization of Ski Jumper's Posture Considering Lift-to-Drag Ratio and Aerodynamic Stability in Pitch," Proceedings of KSME Fall Conference, pp. 3273-3277, Nov. 2010.
- [3] Liu, M. H., Kim, H. S., Joe, J. S., "Analysis of Ski Jump Flight by Windtunnel Test," Proceedings of KSAS Spring Conference, pp.145-148, April 2010.
- [4] Standards for the Construction of Jumping Hills - 2008, <http://www.fis-ski.com/>