

골프스윙시 슬라이스 유발 요인 분석

The Analysis of Slice-induced Factors during Golf Swing

심태용*	오승일*	이상식*	문정환*
비회원	비회원	정회원	정회원
T. Y. Sim	S. I. Oh	S. S. Lee	J. H. Mun

1. 서론

골프는 14개의 클럽을 각각의 주어진 상황에 맞게 선택하여 골프 볼을 최소한의 시도 회수로 18개의 홀에 넣는 경기로서 원하는 방향으로 볼을 보낼 수 있는 정확성과 최대 비거리를 위한 힘, 그리고 항상 일정한 스윙을 위한 일관성이 필수적인 운동이다(Milburn, 1982). 현재 더 나은 골프 스윙을 위하여 많은 티칭 프로들이 아마추어들의 골프 스윙 자세를 교정해 주고 있다. 그러나 골프 스윙의 전체 동작이 약 2초 만에 끝나는 빠른 동작인 동시에 인체의 복잡한 자세의 협응에 의해 이루어진다(Carlsoo, 1967)는 것을 고려한다면 골프 스윙 동작을 육안으로 관찰하기란 불가능하다. 그렇기 때문에 골프스윙 동작을 분석하는데 3차원적 운동 분석법은 필수적인 요소이고 현대에 이르기까지 골프 스윙 동작에 대한 많은 3차원 운동 분석 연구가 진행되어 왔다(Cooper 등, 1973).

골프는 신체 분절의 회전을 통해 발생된 힘을 클럽을 통해 볼을 원하는 방향으로 보내는 운동으로 볼을 최대 거리로 보내는 것과 동시에 의도된 올바른 방향으로 보내는 것이 매우 중요한 운동이다(Milburn, 1982; Vaughan, 1981). 그러나 항상 같은 조건에서 임팩트가 이루어지지 않기 때문에 볼은 의도하지 않은 방향으로 날아갈 수 있다. 볼의 비행 방향은 볼을 가격하는 임팩트시 클럽 헤드가 목표 방향과 이루는 각도와 스윙궤도로 결정되는데, 클럽 헤드가 열린 상태로 볼을 가격하면 볼에는 시계 방향으로 회전력이 생겨 스윙궤도와 무관하게 볼은 오른쪽으로 휘어져 진행한다(변희준, 2004). 이를 슬라이스(slice)라 하고 슬라이스는 여러 가지 신체적인 요인들과 관련이 있다. 그러나 골프 스윙은 여러 신체 분절의 협응에 의해 이루어지기 때문에 비행 방향의 잘못된 원인을 특정 자세에서 비롯되었다고 판단할 수 없다. 또한 의도하지 않은 슬라이스의 원인이 되는 모든 자세를 수행한다면 슬라이스를 유발하는 원인을 쉽게 분석할 수 있지만 실제로 슬라이스는 유발되는 자세와 그렇지 않은 자세가 복합적으로 나타나기 때문에 슬라이스 현상의 원인을 구명하는 것은 매우 힘들다. 그러나 의도하지 않은 잘못된 샷의 수를 최소화하여 골프 수행 능력을 향상시킨다는 관점에서 본다면 슬라이스에 직접적인 영향을 미치는 인자를 추출하고 추출된 인자를 통해 슬라이스의 수를 줄이는 것은 매우 중요하다. 그래서 본 연구에서는 슬라이스의 수를 줄이기 위한

* 성균관대학교 생명공학부 바이오메카트로닉스학과

가능성을 제시하기 위하여 퍼지이론의 만다니(Mandani) 모델을 적용하였는데 퍼지이론은 실험 데이터로부터 지식을 추출할 때 흔히 나타나게 되는 관찰 오류와 불확실성 판단을 위해 많이 이용되고 있다. 또한 만다니 모델은 직접법으로써 후반부 변수가 퍼지수라는 점에서 다른 추론에 비해 추론 속도가 빠른 모델이다(Mandani, 1974). Feng Wan 등은 만다니 모델과 TSK 모델을 사용하여 적은 양의 규칙으로 동등한 결과를 얻을 수 있는 경제적인 퍼지 이론에 대한 연구를 수행하였는데 그 방법으로는 퍼지 입력에서 주어진 영역을 일정하지 않는 세부 부분으로 구성한다고 제시하였다(Wan 등, 2000). 그리고 Randy A. Grace 등은 로봇 시스템의 위치 제어를 위한 퍼지 학습에 대한 연구를 수행하였는데 이 연구에 의하면 퍼지 집합 이론은 로봇의 실제적인 움직임을 분석하는데 있어서 키네매틱적 분석 방법보다 더 효과적인 방법이라고 제시하였다(Grace 등, 1993).

따라서 본 연구의 목적은 3차원 운동 분석 장치에 의해 획득한 골프 스윙의 실제적 동작에 퍼지이론을 적용하는 방법을 통해 의도하지 않은 슬라이스의 수를 최소화 할 수 있는 가능성을 제시하여 골프 수행 능력을 향상시키는데 목적이 있다.

2. 재료 및 방법

1) 실험 대상

본 연구의 대상자는 성균관대학교에 재학 중이며 국가대표 상비군으로 활동하고 있는 5명의 대학생 골퍼(남성 3명, 여성 2명)로 경기력이 우수하다고 할 수 있다. 연구에 참여한 대상자의 일반적인 신체적 특징은 다음 표 1과 같다.

Table 1 Character of the subjects

Age(yr)	Height(cm)	Weight(kg)	Career(yr)	Handicap
21.8	172.4	72.9	7.6	1.2
SD±1.48	SD±13.78	SD±18.52	SD±1.67	SD±2.68

2) 실험 장비 및 분석요소

본 연구에 사용된 실험 장비는 VICON사의 MCam2 카메라 6대와 AMTI사의 지면반력기 2대, VICON460 System이 사용되었다. 실험에 사용된 클럽은 Ping사의 7번 아이언을 사용하였으며, 실험 장소는 성균관대학교 생명공학부 의공학연구실에서 수행되었다.

그리고 본 연구의 분석요소는 문헌들을 통해 추출된 14가지 요소(변희준, 2004; Mann 등, 1980; 맥문화사편집부, 2004) 중에서 단계식변수선택방법을 적용하여 유의성이 있는 9가지의 변수를 선택하였다. 초기 분석요소와 선택된 분석요소는 표 2에 나타내었다.

Table 2 Analysis factor

No.	Analysis factor	unit
1	Head-up during golf swing	(mm)
2	Height between left shoulder and right shoulder	(mm)
3	Trunk-up during downswing	(mm)
4	Knee-up during backswing	(mm)
5	Shoulder aim at address	(mm)
6	Hip aim at address	(mm)
7	Knee aim at address	(mm)
8	Heel aim at address	(mm)
9	Ball position at address	(mm)
10	Ball distance at address	(mm)
11	Weight distribution at address	(N)
12	Right reaction force at topswing	(N)
13	Left reaction force at impact	(N)
14	Swing plane	(deg)

(*bold : selected analysis factors)

3) 실험내용 및 분석방법

실험은 두 개의 지면반력기위에서 수행되었고 공간 좌표계는 그림 1과 같이 공이 날아가는 반대 방향을 x축, 피험자의 전방 방향을 y축, 수직 방향을 z축으로 설정하였다. 퍼지 모델은 9개의 입력부와 1개의 출력부로 구성되어 있고 입력부는 사다리꼴 (Trapezoid)의 2개의 소속함수로 구성되어 있고 출력부는 가우시안(Gaussian) 형태의 2개의 소속함수로 구성되어 있다. 입력부와 출력부의 소속 함수는 각각 최소값과 최대값을 이용하여 범위를 정하였고 평균값을 기준으로 동시성을 갖게 구성하였으며 결과 예측시 질량중심법으로 비퍼지화 하도록 설계하였다. 그림 2에는 퍼지 모델의 모식도를 블록으로 나타내었고 그림 3은 무작위로 선택된 144개의 학습 데이터를 사용하여 얻은 슬라이스 예측 모델을 검증하기 위하여 학습에 참여하지 않은 50개의 검증 데이터를 사용한 검증 과정을 블록화하여 나타내었다.

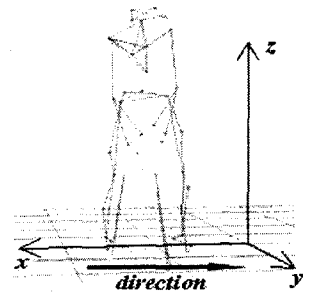


Fig. 1 Coordinate system

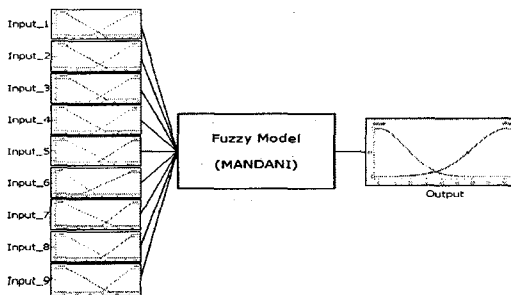


Fig. 2 Fuzzy block

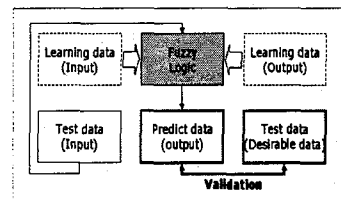


Fig. 3 Validation block

3. 결과 및 고찰

그림 4는 50개의 미학습 데이터의 검증 결과로서 x축은 검증부에 사용된 50개의 미학습 데이터를 의미하고 x축의 1번부터 25번까지는 슬라이스가 나타난 골프 스윙을, 26번부터 50번까지는 정상비행을 나타낸 골프 스윙을 의미한다. y축은 절대좌표계의 Y축상에 위치한 클럽 페이스의 두 마커의 거리로서 클럽페이스의 상태를 의미한다. 예측 결과와 목표값 사이의 상관계수(r) 0.876으로 슬라이스와 정상비행을 분류하였다. 표 3에는 퍼지 이론을 적용한 결과를 통해 골프 스윙 자세를 제시할 수 있는 골프 스윙 표본에 대한 5개의 예를 나타내었다. 입력값에 해당되는 각 신체 분절의 움직임은 두 그룹으로서 자세를 표현했고 진하게 표기된 부분은 교정된 자세를 의미한다. 클럽페이스의 교정전과 교정후의 결과는 교정되기 전의 자세에 의한 결과와 교정된 후의 자세에 의한 결과를 나타내었다.

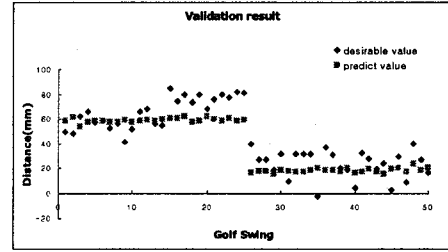


Fig. 4 Validation result of slice prediction model using Fuzzy

Table 3 Examples of slice correction of 5 samples

swing	posture									club face(mm)	
	input1	input2	input3	input6	input8	input10	input11	input13	input14	before	after
1	large	large	large	large	small	small	small	small	large	58.1	41.2
2	small	large	small	small	large	large	large	small	large	58.7	21.8
3	small	small	large	small	small	small	large	small	large	59.8	18.6
4	large	small	large	small	large	small	small	small	large	62.0	15.7
5	small	small	large	small	small	small	small	large	large	58.7	18.4

(* **bold** : corrections made , Club face : distance between face markers in Y axis)

4. 요약 및 결론

본 연구에서는 슬라이스의 수를 줄일 수 있는 가능성을 제시하기 위하여 3차원 운동 분석 결과에 퍼지이론을 적용하였다. 또한 숙련된 골퍼 5명으로부터 초기 분석 요소 14가지를 추출하였고 회귀분석 방법 중에 단계식변수선택방법을 사용하여 9가지의 분석 요소를 추출하였다. 추출된 분석 요소에 퍼지이론에 적용 및 검증한 결과 상관계수(r)값은 0.876으로 슬라이스와 정상비행을 구별하여 골프 스윙에 있어서 퍼지 이론의 적용이 가능하였고 슬라이스의 수를 최소화 할 수 있는 자세의 제시가 가능하였다. 스윙 3번을 살펴보면 어드레스시 원

쪽 어깨를 낮추어 자세를 취하고 무게중심을 약간 앞으로 이동시키며 다운스윙시 상체의 하향 운동을 감소한다면 클럽페이스의 머커간 거리가 59.6mm에서 18.6mm, 즉 클럽페이스의 각도가 29.8° 열려있는 상태에서 8.9° 열려있는 상태까지의 약 70%의 향상 효과를 나타낼 수 있었다. 또한 스윙 4번을 살펴보면 어드레스시 왼쪽 어깨를 낮추어 자세를 취하고 다운스윙시 상체의 하향 운동을 감소한다면 클럽페이스의 머커간 거리가 62.0(mm)에서 15.7(mm), 즉 클럽페이스의 각도가 31.1° 열려있는 상태에서 7.5° 열려있는 상태까지의 약 76%의 향상 효과를 나타낼 수 있었다. 골프 스윙 동작에 퍼지 이론을 적용한 결과 퍼지 추론 결과는 슬라이스를 유발하는 원인을 구명하고 슬라이스를 방지할 수 있는 자세의 가능성을 제시하여 골프 수행 능력 향상에 도움이 될 것으로 판단된다. 향후에는 소속함수의 개수와 형태를 세분화한다면 보다 향상된 상관계수값을 보이며 추론할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 퍼지이론을 적용하여 슬라이스를 방지할 수 있는 자세의 가능성을 제시하였는데 이를 검증하는 것도 향후 실험을 통해 수행해야 할 것이다.

5. 참고문헌

1. Carlsoo, S. 1967. A Kinetic Analysis of the Golf Swing. American journal of sports medicine, 7(2), 76-82.
2. Cooper, J. M., Bates B. T., Bedi, J. and Scheuchenzuber, J. 1973. Kinematic and Kinetic Analysis of the Golf Swing. Biomechanics, IV, 298-305.
3. Grace, R. A. and Gu, Y. L. 1993. A Fuzzy Learning Algorithm for Kinematic Control of a Robotic System. Proceedings of the 32nd Conference on Decision and Control, pp. 1274-1279.
4. Mann, R. A. and Hagy, J. 1980. Biomechanics of walking, and sprinting. American Journal of Sports Medicine, 8, 345-350.
5. Mandani, E. H. 1974. Application of Fuzzy Algorithms for Control of Simple Dynamic Plant. IEEE Proceedings, 121(12).
6. Milburn, P. D.. 1982. Summation of segmental in the golf swing. Medicine and science in sports and exercise, Vol. 14, pp. 60-64.
7. Vaughan, C. L.. 1981. A Three Dimensional Analysis of the Forces and Torques Applied by A Golfer during the Downswing. Biomechanics, VII-B, pp. 325-331. Baltimore, MD:University Park Press.
8. Wan, F. and Wang, L. X. 2000. Design of Economical Fuzzy Systems Using Least Fuzzy Rules. The Ninth IEEE International Conference on(2):1052-1055.
9. 맥문회사 편집부. 2004. Goodbye Slice. 맥문회사.
10. 변희준. 2004. 볼이 비행하는 9가지 법칙(I). 경영계(經營界) 5월호, pp. 34.