

운동량 보존의 법칙을 이용한 골프공의 속도

신광성* · 신성윤* · 이현창** · 이양원*

군산대학교 컴퓨터정보공학과*

원광대학교 전자상거래학부**

Aesthetic Measure of Video Image

KwangSeong Shin* · SeongYoon Shin* · HyunChang Lee** · YangWon Rhee*

Dept. of Computer Information Engineering, Kunsan National University*

Div. of Inf. and e-Commerce, Wonkwang University**

E-mail : {waver, s3397220, ywrhee}@kunsan.ac.kr* · hclglory@wku.ac.kr**

요 약

운동량 보존의 법칙은 두 물체가 충돌하기 직전과 직후의 운동량이 외력이 없는 상황에서 보존이 되는 법칙이다. 이는 탄성이든 비탄성이든 관계없이 항상 성립하는 법칙이다. 본 논문에서는 골프채 헤드와 골프공을 일정속도로 움직여 치고난 후 골프채의 헤드는 같은 방향으로 일정 속도로 움직일 때 골프공을 치고 날아가는 골프공의 속도를 구한다. 골프공을 치기 전의 속도각 각각 다를 경우의 골프공의 속도를 각각 구한다.

키워드

Aesthetic Measure, Sensibility, Color Harmony, Ambiguity

I. 서 론

"운동량"이란 것은 움직이는 물체의 무게(질량) 곱하기 속도로 계산되어 진다. 다시 말해 질량 2킬로그램인 물체가 초속 10미터로 움직인다면 운동량은 20이 되는 것이다.

"운동량 보존의 법칙"이란 두 물체가 부딪힐 때 두 물체의 운동량의 합은 부딪히기 전이나 부딪힌 후나 일정하게 유지된다는 것을 말한다. 그러므로 골프클럽의 헤드가 공에 부딪혀서 임팩트가 일어날때, 골프클럽의 속도는 임팩트 전에 비해 임팩트 후에는 조금 줄어들게 된다. 왜냐하면 골프클럽 헤드의 운동량이 일부분 골프공에 전달되었기 때문이다. 전달된 양이 얼마냐에 따라서 골프공이 날아가는 속도가 다르게 된다. 이 말을 뒤집어 말한다면 같은 속도로 움직이는 무거운 클럽헤드와 가벼운 클럽헤드가 있다면 무거운 클럽헤드의 경우가 공의 날아가는 속도가 빠르다는 말이다.

임팩트 순간으로 돌아가보자. 골프클럽 헤드가 공에 접근한다. 공과 초기 접촉을 일으킨다. 공이 찌그러지기 시작한다. 0.01초 미만의 짧은 시간이지만 공은 찌그러진 이후 다시 원형으로 돌아간다. 마침내 공이 클럽헤드에서 떨어진다. 공이 앞으로 날아가기 시작한다. 이상이 대략의 임팩트 순간에 일어나는 개략적인 설명이다.

II. 관련연구

[1]에서는 체감형 가상현실 스크린 골프 게임 개발에 필요한 도구로 골프 공의 궤적과 속도를 실시간으로 표시하고 분석하는 시뮬레이터를 설계하고 구현하였다. [2]에서는 유한요소해석을 통해서 클럽과 골프 공이 충돌할 때를 실제와 비슷하게 묘사하고 이를 통해 충돌 메커니즘을 보다 정확하게 규명하였다. 또한 [3]에서는 운동량 보존 법칙에 의한 운행방향 결정하는 연구를 수행하였다.

III. 운동량 보존의 법칙

운동량이란 운동 물체가 지닌 힘($F=ma$)과 대비하여 물체의 운동 정도를 나타내는 양으로 방향성을 내포한 벡터(vector)량이다. 운동량의 정의는 질량×속도이며, 질량은 스칼라량이고 속도는 벡터량이므로 운동량의 방향은 물체의 속도 방향이 된다. 우리가 운동량이라고 표현하는 것은 엄밀하게 말해 직선운동을 하는 선형운동량을 의미한다. 만일 원운동과 자전하고 있는 지구와 같은 물체는 선형운동량이 아닌 각 운동량으로 표현된다.

운동량은 질량을 가진 두 물체가 충돌 등에 의해 상호작용을 할 때 물체의 운동에 관한 매우 중요한 정보를 제공한다. 다시 말해서 두 물체가 충돌할 경우 물체의 질량과 충돌 전후 속도를 알면 두 물체 충돌시 충격량 또는 충격시간을 알아낼 수 있다. 운동량의 개념을 사용할 때 가장 큰 효용성은 운동량 보존에 관한 법칙이 성립하는데 있다. 두 물체가 충돌을 할 때 충돌 전후의 운동량의 합이 보존된다는 운동량 보존법칙은 교통사고 재현에 있어서 비슷한 무게의 차량끼리 충돌할 경우 유용한 속도 분석 근거 자료이다.

운동량 보존의 법칙은 두 물체가 충돌하기 직전과 직후의 운동량이 외력이 없는 상황에서 보존이 되는 법칙이다. 이는 탄성이든 비탄성이든 관계없이 항상 성립하는 법칙이다. 쇠구슬과 같은 탄성을 가진 된 두 물체의 충돌 경우는 충돌전후 물체의 변형이 없다. 만일 충돌 후 전혀 변형이 발생하지 않는다면 두 물체는 탄성충돌을 하였다고 하며, 이 경우 물리학자들이 충돌전후의 물체의 운동량 합이 완전하게 보존됨을 실험과 이론으로 밝혀냈다. 우리 주변에서 쉽게 이런 현상을 볼 수 있는 것이 당구장과 볼링장에서이다. 당구게임을 할 수 있는 근본적인 원리가 충돌전후 두 당구공의 운동량이 보존되기 때문이다. 소성물체의 경우도 충돌전 후에 운동량의 합은 보존된다. 예로 투수가 공중에 매달려 있는 진흙덩어리에 공을 던져 진흙 가운데로 정확하게 맞춰 떨어뜨린다면 진흙과 공은 함께 날아갈 것이다. 공은 충돌 전에 운동하고 진흙은 충돌 전 정지상태이지만 충돌 후에는 두 물체가 한 덩어리가 되어 날아가는데, 충돌 후 공은 속도를 일정부분 잃게 되고, 진흙은 속도를 얻게 된다. 즉, 충돌전후의 공과 진흙의 운동량 합은 변함이 없다.

IV. 골프공의 속도

300g의 골프채 헤드가 40g의 골프공을 치기 전에 각각 20m/s, 25m/s, 30m/s, 35m/s의 속도로 움직이고 있었고 골프공을 치고 난 후에는 골프채 헤드가 같은 방향으로 15m/s의 속도로 움직였고 골프공 치고 나서 날아가는 골프공의 속도를 구해보자.

운동량 보존의 법칙에 따라

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2' \text{ 이다.}$$

즉 A물체의 질량 * A물체의 속도 + B물체의 질량 * B물체의 속도 = A물체의 질량 * 충돌 후 A물체의 속도 + B물체의 질량 * 충돌 후 B물체의 속도가 된다.

V. 실험

실험에서 m_1 은 골프채의 헤드 질량 300g을 말하고 v_1 은 골프채의 헤드 속도로 각각 각각 20m/s, 25m/s, 30m/s, 35m/s의 속도를 나타내며, m_2 는 골프공의 질량 40g을 나타내고 v_2 는 골프공을 치기 전에 놓여져 있었기 때문에 0의 속도를 나타낸다. v_1' 은 골프공을 치고 난후 골프채의 헤드 속도인 15m/s를 나타내고 v_2' 는 골프공을 골프채의 헤드로 치고 난 후 날아가는 속도, 즉, 구하고자 하는 값을 나타낸다.

$$300 \times 20 + 40 \times 0 = 300 \times 15 + 40 \times v \\ 6000 = 4500 + 40v \quad 40v = 1500 \quad v = 1500/40 = 37.5 \text{m/s}$$

$$300 \times 25 + 40 \times 0 = 300 \times 15 + 40 \times v \\ 7500 = 4500 + 40v \quad 40v = 3000 \quad v = 3000/40 = 75 \text{m/s}$$

$$300 \times 30 + 40 \times 0 = 300 \times 15 + 40 \times v \\ 9000 = 4500 + 40v \quad 40v = 4500 \quad v = 4500/40 = 112.5 \text{m/s}$$

$$300 \times 35 + 40 \times 0 = 300 \times 15 + 40 \times v \\ 10500 = 4500 + 40v \quad 40v = 6000 \quad v = 6000/40 = 150 \text{m/s}$$

VI. 결론

본 논문에서는 골프채 헤드가 골프공을 일정속도로 움직여 쳤을 때의 상황을 나타내었다. 골프공을 치고난 후 골프채의 헤드는 같은 방향으로 일정속도로 움직일 때 골프공을 치고 날아가는 골프공의 속도를 구하였다. 골프채의 헤드가 골프공을 치기 전의 속도각 각각 다를 경우의 골프공의 속도를 각각 구하였다.

참고문헌

- [1] 안상혁, 김은주, 송창근, “체감형3D 골프 게임을 위한 공의 궤적 분석,” 한국정보과학회 2006 한국컴퓨터종합학술대회 논문집(B), pp. 1-414, 2006. 6.
- [2] 노우진, 이종원, “골프공의 충돌 시 스핀 생성 원리 연구,” 한국소음진동공학회 논문집, 제17권, 제5호, pp. 456-463, 2007.
- [3] 이홍석, 김태훈, 조건우, “운동량 보존법칙에 의한 운행방향의 결정,” 한국법과학회 춘계 학술대회 논문집, pp. 331-331, 2005. 3.