

표준화를 위한 인체 보행실험의 대체 방안

A standardization method of human gait experiment

*#송현수¹, 문광섭¹

*#H. S. Song(songhyunsu@kiflt.re.kr)¹, K. S. Moon¹

¹한국신발과학연구소

Key words : Gait, Standardization, Robot, experiment,

1. 서론

신발의 성능에 대한 정량적 평가방법은 기계적 장치를 통한 물리적 실험과 인체 보행을 통한 성능 평가 실험으로 나눌 수 있다. 이 중 기계적 장치를 이용한 물리적 실험 방법은 신발의 단위 부품 또는 단위부품이 결합된 조건에서 실험이 이루어지는 반면, 인체를 통한 성능평가에서는 신발 완제품을 사람이 착화 후 실험이 이루어진다.

또한, 기계적 장치를 이용한 물리적 실험에서는 국내외적으로 다양한 규격들이 제정되어 있으며, 해당 규격들을 기반으로 실험을 진행함으로써 객관성, 재현성, 신뢰성 등을 확보할 수 있다.

그러나, 인체를 통한 신발 완제품의 성능평가는 시험규격 또는 기준이 전무하며, 실험에 참가하는 각 피험자별 보행특성이 상이함으로 인해 실험의 객관성을 확보하기가 어렵다. 또한, 피험자가 실험에 참여하는 태도에 따라 신뢰성에 의문을 가질 수 있으며, 실험 외부 환경 변화 및 피험자의 특성 변화 등 다양한 변수가 발생함에 따라 실험의 재현성을 주장하기 어려운 실정으로 실험 방법, 내용 및 절차에 있어 다양한 문제점을 내포하고 있다.

본 논문에서는 위와 같은 문제점을 해결하기 위해, 인체의 보행을 재현할 수 있는 보행 재현 로봇에 관한 연구를 수행하였으며, 해당 연구를 통해 실험의 객관성, 신뢰성, 재현성 등을 극대화하고자 하였다.

2. 로봇 적용을 위한 보행 메커니즘 분석

본 논문에서는 인체의 보행에 대한 표준화를 위한 자료를 수집하고, 기존에 연구소에서 보유하고 있는 다수의 실험 데이터를 토대로 골반, 무릎, 발목 등 각 관절에 대한 평균 각도 변화정도를 확인함과 동시에 발바닥면에서 발생하는 압력 및

충격력 등의 데이터를 수집해 보행 재현 로봇에 적용 가능한 요소들을 결정하였다.

Table 1에 보행 재현을 위한 보행속도, 하중, 지지기 비율 등을 나타내었다. 보행 속도는 분당 최대 35보 보행이 가능하도록 설계하였으며, 지면방향으로 하중이 가해지는 비율은 천천히 걷는 상태, 정상 보행 상태, 빨리 걷는 상태, 달리는 상태 등을 고려하여 10 ~ 90%로 설정하였다. 또한, 인체의 다양한 몸무게를 고려하여 지면방향으로 부여할 수 있는 하중을 30Kg에서 90Kg까지 사용자가 임의로 선택할 수 있도록 하였으며, 최대 10,000회 까지 반복동작이 가능하도록 설계하였다.

Table 1. Gait parameter for gait robot

Parameter	Value
Gait speed	1~35cycle/min
Stance ratio	10~90%
Weight	30~90Kg
Max iteration	10,000Times

3. 보행 재현 로봇의 구현 및 성능확인

보행에 대한 메커니즘 분석을 통해 Fig 1과 같은 보행 재현 로봇을 제작하였으며, 보행 진행 방향을 기준으로 수직방향(Z축), 전후방향(Y축), (반)시계방향(R축) 등 총 3방향으로 동작한다. 보행 또는 실험의 특성에 적합하게 각 축별 이동 거리 및 속도 등을 자유롭게 설정 할 수 있다.

보행 동작은 기존에 분석한 자료를 토대로 성인의 패턴과 유사하게 움직일 수 있도록 하고, 하중 또한, 앞서 언급한 바와 같이 자유롭게 조절 할 수 있으며, 하중의 변화에 따라 각 축은 설정된 값을 기준으로 능동적으로 변화한다.



Fig. 1 Robot for gait experiment

제작한 보행 재현 로봇의 성능확인을 위해, 족저 압력측정장치를 이용한 간이실험을 실시함과 동시에, 결과의 비교를 위한 인체 보행 실험도 함께 실험하였다. 족저압력 실험을 위해 Tekscan사의 In-shoe plantar pressure analysis를 사용하였으며, 로봇을 이용한 보행 실험의 보행 속도는 35Cycle/min, 지지비율은 90%, 하중 60Kg의 설정값으로 실험을 진행하였다. 인체를 통한 실험에서는 60Kg의 성인 남성을 대상으로 분당 약 100보 가량 보행하도록 훈련 후 실험을 진행하였다.

인체 보행과 보행 재현 로봇의 족저면에서 발생하는 압력크기의 상이함을 해결하기 위해, 각 보행별 평균값을 기준하여 일반화를 실시하였으며, 그 결과를 Fig 2에 나타내었다.

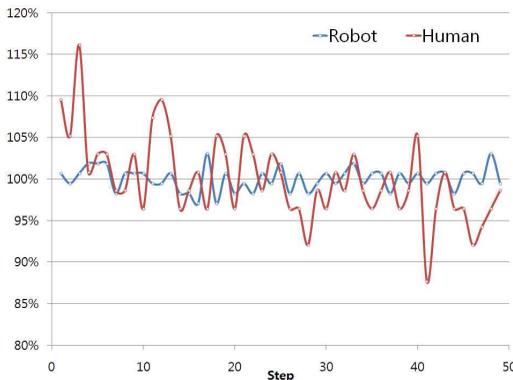


Fig. 2 The difference about plantar pressure

보행 재현 로봇을 이용한 실험결과에서는 보행별 압력의 크기가 횡수별 큰 차이를 보이지 않고 일정한 값을 출력해 주는 것으로 나타났다. 그러나, 인체를 통한 실험에서는 각 보행 별 값의 차이가

크며, 값의 편차가 큰 것으로 확인되었다. 값의 범위에서도 큰 차이를 보이는 것으로 확인되었다.

Table 2. Statistical result

	(unit : %)	
	Robot gait	human gait
mean	100.0	100.0
standard deviation	1.4	5.0
max	103.1	116.1
min	97.1	87.7
range	6.0	28.5

4. 결론

본 논문에서는 인체 보행 실험에서 발생 가능한 문제점을 해결하기 위해 객관성, 재현성, 신뢰성의 극대화가 가능한 보행 재현 로봇을 연구하였다.

제작된 로봇을 토대로 간이 실험을 실시하였으며, 인체 보행에서 발생하는 족저압력의 결과에 비해 보행 재현 로봇에서 출력되는 결과의 분포 정도가 뚜렷하게 좁은 경향을 보이는 것으로 확인되었으며, 값의 크기에서도 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다.

향후 연구에서는 더 많은 실험 및 분석을 통해 인체 보행에 보다 가까운 동작의 구현이 가능한 보행 재현 로봇을 구현함과 동시에 해당 로봇을 이용한 시험 방법의 표준화 방안을 마련하고자 한다.

참고문헌

1. Jacquelin perry, "Gait Analysis: Normal and Pathological Function", C B Slack, 1992
2. Kent N Bachus, Alyssa L, DeMarco, Kyle T.Judd, Daniel S. Horwitz, Darrel S. Brodke, "Measuring contact area, force, and pressure for bioengineering applications: Using Fuji Film and Tekscan systems", Medical Engineering & Physics Volume 28, Issue 5, pp 483-488, June 2006
3. Seungsuk Ha, Youngjoon Han, Hernsoo Hahn, "Adaptive Gait Pattern Generation of Biped Robot based on Human's Gait Pattern Analysis", World Academy of Science, Engineering and Technology 34, pp 74-79, 2007