

전방향 트레드밀의 성능분석을 위한 데이터 측정기술 연구

박찬석*, 차무현*, 문두환**
 *한국기계연구원 스마트기계연구실
 **경북대학교 정밀기계공학과
 e-mail : cspark@kimm.re.kr

A Study on Treadmill Performance Data Measurement Technology using Unmanned Vehicle

Chan-Seok Park*, Moo-Hyun Cha*, Du-Hwan Mun**
 *Dept. of Smart Machine Technology, Korea Institute of Machinery and Materials
 **Dept. of Precision Mechanical Engineering, Kyungpook Nat'l Univ

요 약

가상 현실 네비게이션을 위한 전방향 트레드밀은 사용자가 걷거나 달리면서 물리적으로 고정된 공간 내에 사용자를 유지할 수 있도록 지면 모션을 시뮬레이션하는 장비이다. 이러한 트레드밀 시스템의 성능이나 안정성을 정량적으로 측정하거나 분석하기가 어렵기 때문에 이전의 연구에서는 주관적 설문 조사와 같은 정성적 분석 방법을 사용하였다. 본 연구에서는 인간의 보행 경로와 유사한 궤도를 따라 움직이는 무인 차량 시스템을 이용한 새로운 정량적 데이터 측정 방법을 제안한다. 무인 차량 시스템은 미리 정의된 인간의 보행 동작을 시뮬레이션하고 트레드밀 시스템에 대한 제어 입력을 제공하며, 다축 가속 및 방향과 같은 차량의 동적 데이터를 측정할 수 있다. 또한 이 데이터는 정상시의 걷기 또는 다른 제어 알고리즘과의 비교를 수행할 수 있다. 본 연구에서는 궤적 시뮬레이션 모듈, 데이터 수집 모듈, 성능 평가 모듈 등 전방향 트레드밀에 대한 정량 분석 방법의 설계 구조 및 초기구현 결과를 제시하고자 한다.

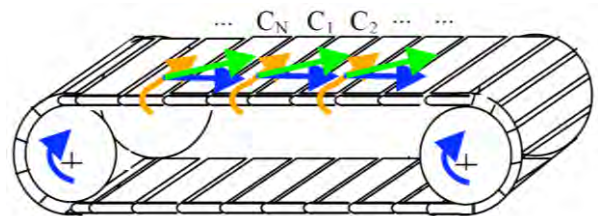
1. 서론

가상 현실 네비게이션을 위한 전방향 트레드밀은 사용자가 걷거나 달리면서 물리적으로 고정된 공간 내에 사용자를 유지할 수 있도록 지면 모션을 시뮬레이션하는 장비이다[1]. 트레드밀 인터페이스를 개발할 때는 적절한 속도제어로 안정적인 보행을 제공하는 것이 중요하다. 이러한 트레드밀 시스템의 성능이나 안정성을 정량적으로 측정하거나 분석하기가 어렵기 때문에 이전의 연구에서는 주관적 설문 조사와 같은 정성적 분석 방법을 사용하였다[2]. 본 연구에서는 인간의 보행 경로와 유사한 궤도를 따라 움직이는 무인 차량 시스템을 이용한 새로운 정량적 데이터 측정 방법을 제안한다. 무인 차량 시스템은 미리 정의된 인간의 보행 동작을 시뮬레이션하고 트레드밀 시스템에 대한 제어 입력을 제공하며, 다축 가속 및 방향과 같은 차량의 동적 데이터를 측정할 수 있다. 또한 이 데이터는 정상시의 걷기 또는 다른 제어 알고리즘과의 비교를 수행할 수 있다. 본 연구에서는 궤적 시뮬레이션 모듈, 데이터 수집 모듈, 성능 평가 모듈 등 전방향 트레드밀에 대한 정량 분석 방법의 설계 구조 및 초기구현 결과를 제시하고자 한다.

2. 전방향 트레드밀의 개요 및 제어방법

전방향 트레드밀 이동 장치는 롤러와 벨트로 이루어진

어진 단위 트레드밀 집합을 또 하나의 트레드밀 형태로 결합 구동하여, 서로 수직으로 배치되는 양측 방향의 이동 모션을 중첩하여 2 차원 평면상의 연속적인 전방향 이동성을 구현하는 하드웨어 플랫폼 장치이다. 그림 1은 트레드밀 집합을 이용한 전방향 모션을 생성하는 개념을 나타내고 있는데, 노란색의 Y 축 방향 운동성을 가지는 각각의 트레드밀 컨베이어(C1, C2, ... CN)는 파란색의 X 축 방향 운동성을 가지는 대형 컨베이어에 의해 구동되며, 양 축의 모션을 합성하여 초록색의 전방향 운동성을 생성하는 원리이다.

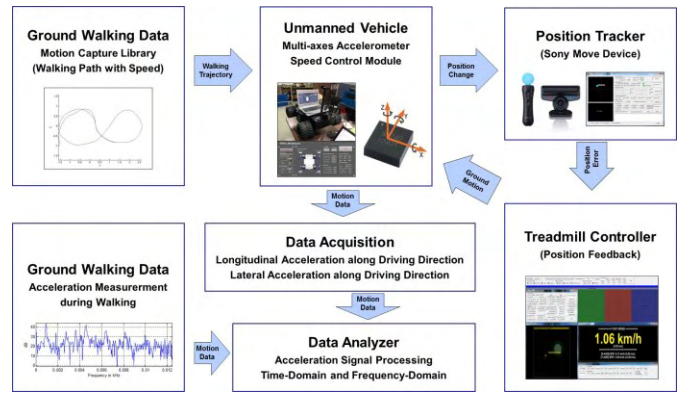


(그림 1) 전방향 트레드밀 구동 개념[3]

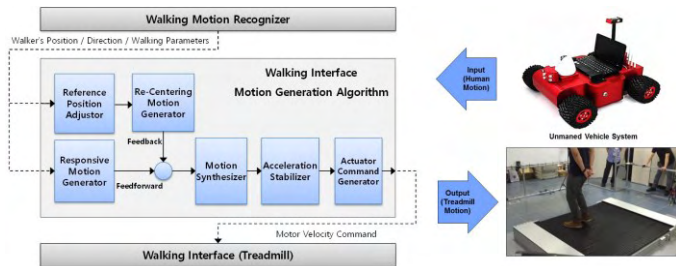
전방향 트레드밀의 모션 제어기는 모션 캡처 장치 등의 사용자 보행 인식 시스템으로부터 절대 위치/방향, 상대 위치/방향 및 다양한 보행 파라미터들을 입력받는다. 제어 기준 조정기를 통해 조정된 복귀 모션은 상대 모션과 동적으로 합성되어 플랫폼 모션 생

성기에 전달되며, 지면 모션에 대한 안정화 제어를 거쳐 해당 이동 장치 액추에이터 모션으로 변환되어, 최종적으로 전방향 보행 이동장치에 속도명령을 전달하게 된다. 이때, 기존의 사용자 모션 인식을 무인 차량 시스템으로 교체하여 차량이 사람을 대신하여 움직이고 이를 통해 측정되는 다양한 동적 데이터들에 관한 분석을 수행하게 된다.

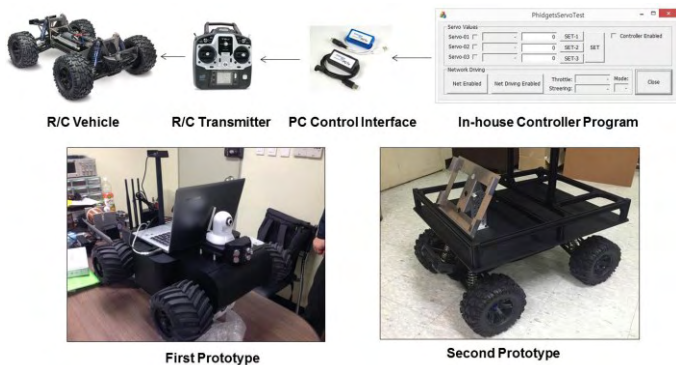
아래 그림은 이러한 전방향 트레드밀의 제어 및 무인차량 시스템의 개요를 보여주고 있다. 무인 차량 시스템은 4 른 스키드휠 타입의 차량의 미끄러짐 등의 단점을 보완할 수 있는 스티어링휠 타입의 상용 RC 카를 적용하였으며, PC 기반의 제어를 위해 PC 에서 PCM 시그널을 생성하여 RC 카의 송신기에 전달할 수 있는 구조로 설계하였다.



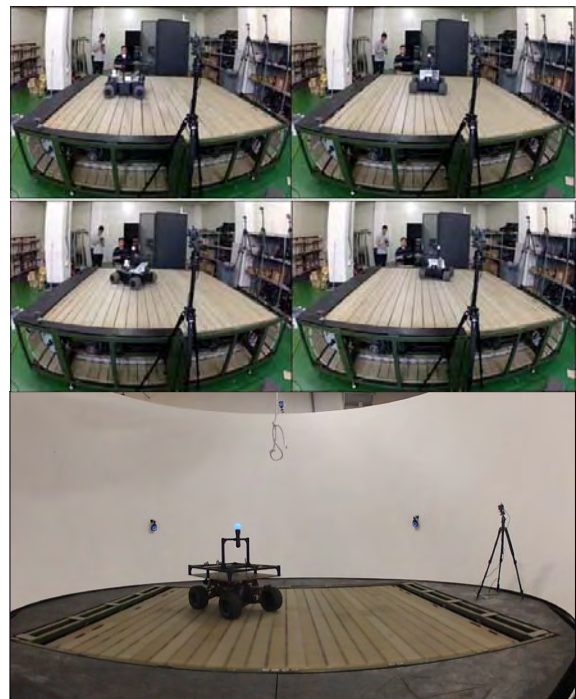
(그림 3) 무인차량을 이용한 트레드밀 정량적 성능 측정방법의 설계안



(그림 2) 전방향 트레드밀의 제어 개념



(그림 2) 무인차량 시스템의 개념



(그림 4) 무인차량을 이용한 트레드밀 실험과정

3. 정량적 성능측정 시스템의 설계

본 연구에서는 모션캡처 라이브러리를 통해 수집된 보행자 이동궤적을 무인 차량 시스템에 연동하고자 하였으며, 무인 차량 시스템 전용의 위치 추적기를 통해 트레드밀의 제어 입력 값인 사용자 위치정보를 추출하고자 하였다. 트레드밀 제어기는 이를 활용하여 기본적인 위치 피드백 제어과정을 수행하게 되며, 결과적으로 무인 차량 시스템은 트레드밀의 중앙에 위치하며 원하는 속도와 방향으로 자유로운 이동이 가능하게 된다.

실험 과정을 통해 측정되는 데이터는 보행직진방향과 보행수직방향에 대한 가속도, 속도, 방향 정보를 포함하며, 이를 실제 지면에서의 주행과정에서 측정된 데이터와 비교하게 되면, 트레드밀의 안정도 등에 관한 성능을 정량적으로 평가할 수 있게 된다.

감사의글

본 연구는 민·군기술협력사업[14-CM-MC-15, 최고가속도 3m/s² 급 2 차원 트레드밀 타입 이동 인터페이스 개발]의 지원을 받아 수행한 연구 결과임.

참고문헌

- [1] Cha, M.H., 2012, "Locomotion Interfaces for Virtual Reality", Machinery and Materials, ISSN 1226-9077, 24(4), pp.86-95.
- [2] Harrison P. Crowell, et. al., 2006, "Improvements in the Omni-Directional Treadmill-Summary Report and Recommendations for Future Development", US Army (ARL-TR-3958)
- [3] Alessandro De Luca, et. al., 2009, "Control Design and Experimental Evaluation of the 2D CyberWalk Platform", Proc. of IEEE RSJ