

# 가상 안전훈련을 위한 보행이동 인터페이스 제어에 관한 연구

김백철\*, 강중원\*, 김중배\*, 차무현\*\*

\*㈜신우이앤디

\*\*한국기계연구원 기계시스템안전연구본부

e-mail : kbc@shinwoend.co.kr

## A Study on VR Emergency Training Simulator using Walking Interface Control

Baek-Chul Kim\*, Joong-Weon Kang\*, Joong-Bae Kim\*, Moo-Hyun Cha\*\*

\*ShinWooEND Corp.LTD

\*\* Korea Institute of Machinery and Materials

### 요 약

안전 대응 훈련 기술은 플랜트와 같은 위험한 작업현장에서 조업자 또는 초기 대응자가 예상치 못한 사고에 대해 능동적이고 신속한 대처가 가능하도록 계획적인 사전 대응 훈련을 수행할 수 있는 시스템 기술이다. 훈련 시나리오의 가장 기본적이며 빈번한 과업은 특정 지점으로의 이동과 원하는 시설물을 탐색하는 네비게이션 임무라 할 수 있다. 본 연구에서는 작은 크기를 가지는 단방향 트레드밀의 장점과 선회 보행이 가능한 전방향 트레드밀의 장점을 일부 결합하여, 작은 각도 범위의 좌우 선회 이동을 지원할 수 있는 트레드밀 인터페이스의 제어를 위한 기술개발 과정과 결과를 소개 하고자 한다.

### 1. 서론

안전 대응 훈련 기술은 플랜트와 같은 위험한 작업 현장에서 조업자 또는 초기 대응자가 예상치 못한 사고에 대해 능동적이고 신속한 대처가 가능하도록 계획적인 사전 대응 훈련을 수행할 수 있는 시스템 기술로서, 실제 사고 상황에서의 상황 판단 및 대처 능력을 향상 시킬 수 있으며, 일반적으로 경험하기 힘든 특수 위험 상황에서의 심리적 부담을 완화시키고 휴먼 에러를 최소화 할 수 있기 때문에, 전체 시스템의 사고로 인한 위험도를 낮출 수 있다. 특히, 훈련자가 가상세계에 몰입하여 체감을 극대화 할 수 있는 휴먼 인터페이스 상호작용 기술 개발이 필요한데, 훈련 시나리오의 가장 기본적이며 빈번한 과업은 특정 지점으로의 이동과 원하는 시설물을 탐색하는 네비게이션 임무라 할 수 있다.

트레드밀 등의 보행이동 인터페이스 기술은 사용자의 걸음 속도와 방향 또는 보행 의도를 입력 받고 처리하여, 적절한 보행 감각을 사용자에게 전달하는 가상현실 상호작용 인터페이스 기술로서, 실제 공간의 제약에 구애 받지 않고 무한한 가상공간의 탐색과 인지가 가능한 몰입형 훈련 환경 제공이 가능하다.

본 연구에서는 작은 크기를 가지는 단방향 트레드밀의 장점과 선회 보행이 가능한 전방향 트레드밀의 장점을 일부 결합하여, 작은 각도 범위의 좌우 선회 이동을 지원할 수 있는 트레드밀

인터페이스의 제어를 위한 기술개발 과정과 결과를 소개 하고자 한다.

### 2. 보행이동 인터페이스의 설계

단방향 트레드밀의 장점과 좌우 선회보행 지원이 가능한 전방향 트레드밀의 장점을 결합하여, 소량 (좌우 30도 정도)의 방향전환이 가능한 메커니즘을 설계하였다. 우선 보행 전후진 방향을 X 축, 좌우 방향을 Y 축이라고 가정할 경우, X 축은 일반적인 단방향 트레드밀을 적용하고, Y 축 구동부를 좌우 병진운동이 가능한 슬라이딩 발판 방식을 이용하여 설계하였다.

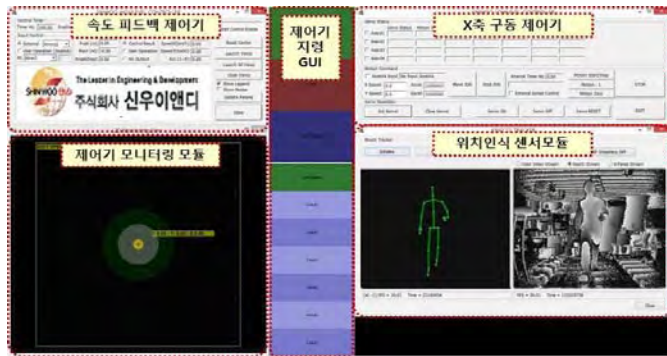


(그림 1) 보행이동 인터페이스 개념설계

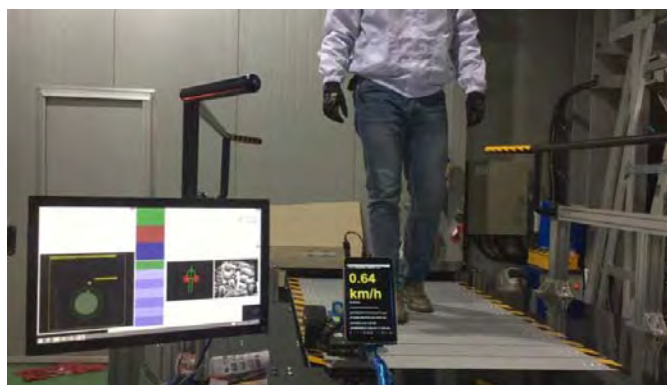
### 3. 보행이동 인터페이스의 제어

보행이동 인터페이스는 훈련자의 보행에 따라 벨트 속도를 제어할 수 있는 X 축 속도제어기 및 좌우 선회보행이 가능한 Y 축 속도제어기가 필요하다. 속도 제어기는 액추에이터가 실시간 명령속도에 민첩하게 반응할 수 있는 하위제어기 및 보행자를 인식하여 실제 필요한 벨트속도를 계산하는 상위제어기로 나뉘지게 된다. 하위제어기는 PC 에서 다양한 모션제어가 가능한 EtherCAT 기반의 서보 드라이버를 사용하여 구현되었으며, 기본적인 수동 속도제어가 가능하다.

X 축 상위제어기는 Kinect, Vive 등의 사용자 위치인식 센서를 이용하여 트레드밀 중심에서 벗어난 거리를 기준으로 속도를 제어하는 위치에너지 기반 속도 피드백제어 알고리즘이 적용되었다. 그림 2 는 현재 구현된 하위 및 상위제어기 GUI 를 나타내고 있으며, 왼쪽은 상위제어기, 오른쪽은 하위제어기, 중간부분은 수동으로 속도제어를 할 수 있는 제어기를 보여준다. 그림 3 은 이를 이용하여 Kinect 기반 트레드밀 속도제어 실험과정을 보여준다.



(그림 2) 상위 및 하위제어기 GUI 개발결과



(그림 3) 보행이동 인터페이스 X 축 속도제어 실험

Y 축 상위제어기는 사용자의 선회의지를 파악하여 이를 바탕으로 트레드밀 세그먼트의 좌우 선회각을 제어해야 한다. 사용자의 선회모션은 다리에 부착된 소형 IMU 센서를 이용하고자 하였다. IMU 센서는 3 축 가속도와 3 축 자세가 출력되며, 이때 좌우 다리의 각도변화를 추출하고 이를 이용하여 보행방향이 직진에서 벗어나는 정도를 추출하고자 하였다. 그림 3 은 이러한 IMU 센서를 이용한 데이터 취득 과정을 보여

주고 있다.



(그림 4) IMU 기반 센서 데이터 획득 과정

### 4. 결론

본 연구에서는 안전대응 훈련 시뮬레이터의 구현하기 위한 선회지원 보행이동 인터페이스의 하드웨어 설계 및 제어기 개발 결과에 대해 소개하였다. 현재는 X 축과 Y 축에 관한 하위제어기가 완성되었으며, 추후 Y 축 구동을 포함하여 선회보행을 지원하는 통합 상위제어 시스템을 개발할 예정이며, 최종적으로는 플랜트 등에서 발생하는 사고 상황에 대해 조업자가 안전 대응 훈련을 수행할 수 있는 시뮬레이터 시스템에 통합 적용될 예정이다.

### 감사의 글

본 연구는 국토교통부 플랜트 연구사업 “햅틱기반 플랜트 안전훈련시스템 기술개발” (과제번호: 14IFIP-B0859 84-04)의 결과이며, 관련 지원에 감사 드립니다.

### 참고문헌

- [1] Cha, M.H., et.al, “Framework of a Training Simulator for the Accident Response of Large-scale Facilities”, Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers, 19.4: 423-433, 2014
- [2] Cha, M.H., 2012, "Locomotion Interfaces for Virtual Reality", Machinery and Materials, ISSN 1226-9077, 24(4), pp.86-95.
- [3] Baekchul Kim, et.al., "A Design of Small-size Treadmill Interface for Virtual-Reality Navigation", Proceeding of Korean Society of Mechanical Engineers, 3318-3320, 2015
- [4] Rudolph P. Darken, William R. Cockayne, and David Carmein, "The Omni-Directional Treadmill: A Locomotion Device for Virtual Worlds", Proc. of UIST'97, pp.213-221, 1997