

가상 안전훈련 네비게이션을 위한 모션인식 및 통합제어 기술개발

이대일*, 차무현**, 이경창***

*㈜신우이앤디

**한국기계연구원 기계시스템안전연구본부

***㈜톨레미시스템

e-mail : dalelee@shinwooend.co.kr

A Development of Motion Recognition and Control Technology for VR Emergency Training Navigation

Dae-Il Lee*, Moo-Hyun Cha**, Gyung-Chang Lee***

*ShinWooEND Corp.LTD

** Korea Institute of Machinery and Materials

*Ptolemy System Corp.LTD

요 약

화학공장 플랜트와 같이 위험한 작업현장에서 현장 조업자 또는 초기 대응자가 능동적이고 신속한 대처가 가능한 가상현실기반 안전대응 훈련기술에 있어, 원하는 시설물을 가상으로 탐색할 수 있는 네비게이션 임무를 통한 체감공간인식 및 임무수행기술이 중요하다. 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 인터페이스 시제품을 이용한 사용자 모션인식 및 통합제어 기술개발 과정과 결과를 소개 하고자 한다.

1. 서론

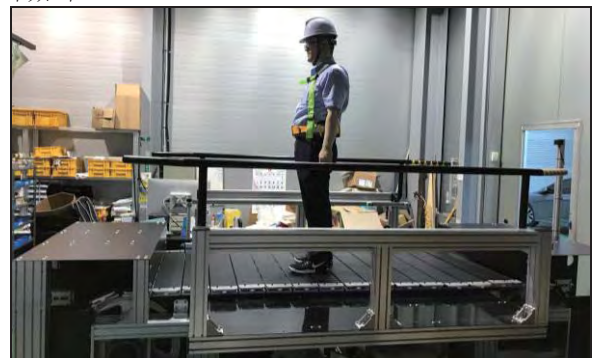
화학공장 플랜트와 같이 위험한 작업현장에서 현장 조업자 또는 초기 대응자가 능동적이고 신속한 대처가 가능한 가상현실기반 안전대응 훈련기술에 있어, 원하는 시설물을 가상으로 탐색할 수 있는 네비게이션 임무를 통한 체감공간인식 및 임무수행기술이 중요하다. 이를 위해서는 훈련자가 가상세계에 몰입하여 체감을 극대화 할 수 있는 휴먼 인터페이스 상호작용 기술 개발이 필요하다^[1].

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^[2].

본 연구에서는 작은 크기를 가지는 단방향 트레드밀의 장점과 선회 보행이 가능한 전방향 트레드밀의 장점을 일부 결합하여, 가상현실 기반 체감형 네비게이션 임무수행이 가능한 트레드밀을 개발하였으며, 이를 구동하기 위해 필요한 사용자 모션인식 및 통합제어 기술의 개발 과정과 결과를 소개 하고자 한다.

2. 보행이동 인터페이스 개요

본 연구에서는 소량 (좌우 30 도 정도)의 방향전환이 가능한 트레드밀 메커니즘을 구현하였다. X 축은 일반적인 단방향 트레드밀을 적용하고, Y 축 구동부를 좌우 병진운동이 가능한 슬라이딩 발판 방식을 이용하여 설계하였다^[3]. 특히, 벨트 타입의 전방향 이동 장치에서 가장 복잡도가 높은 Y 축 벨트 구동 메커니즘을 간단한 소형 슬라이딩 발판으로 교체하고, 이에 대한 좌우 각도 구현을 위한 동력전달 메커니즘을 적용하였다.



(그림 1) 보행이동 인터페이스 제작결과

3. 모션인식 기술개발

보행이동 인터페이스는 훈련자의 보행에 따라 벨트 속도를 제어할 수 있는 X 축 속도제어기 및 좌우 선

회보행이 가능한 Y 축 속도제어가 필요하다.

속도제어는 위치 피드백 제어기를 사용하기 때문에 사용자 보행위치에 대한 인식과 추적기능이 필요하다. 기존의 Kinect2 또는 HTC Vive 와 같은 사용자 위치추적 센서의 경우 벨브조작 등의 서브시스템과의 간섭으로 인한 인식오류 문제로 인해, 보행이동장치 단독으로 활용이 가능하며 타 센서와의 간섭을 최소화할 수 있는 초음파 센서를 이용하였다. 초음파 센서는 사용자 위치를 볼륨으로 인식하며, 이동장치의 보행영역(2m)를 모두 인식할 수 있도록 0.3~5m 까지의 인식거리를 제공하는 Maxsonar 사의 MB1403 센서를 적용하였다. 또한, 저주파통과 필터를 적용하여 안정적인 위치인식과 제어가 가능하였다.

좌우 선회보행을 위해서는 사용자의 보행방향에 대한 의도인식이 필요하다. 보행방향을 측정하게 되면 이를 이용하여 Y 축 구동부의 발판 세그먼트 좌우 이동량이 산정되며, 이를 통해 좌우 선회이동이 가능하다. 보행방향은 사용자 머리, 몸통, 다리 등의 동작을 이용하여 추출할 수 있는데, 머리와 몸통의 경우 보행동작보다는 상체동작과 시선이동에 의해 더 큰 영향을 받기 때문에, 순수한 보행이동에 의한 방향변화 감지를 위해서는 다리 또는 발에 부착된 센서가 바람직하다. 본 연구에서는 3 축 자이로 센서가 내장된 착용형 IMU 센서(E2BOX 사 EBIMU24GV3)를 선정하였으며, 이를 훈련자 양 발목에 착용하여 보행방향을 취득하였다. 실제 사용시에는 안정적인 Y 축 구동을 위해 -3~3 도 범위의 Dead-Zone 을 설정하여 반응하지 않도록 하였으며, 속도제어와 마찬가지로 저주파 필터를 적용하여 부드러운 Y 축 구동이 가능하도록 하였다.

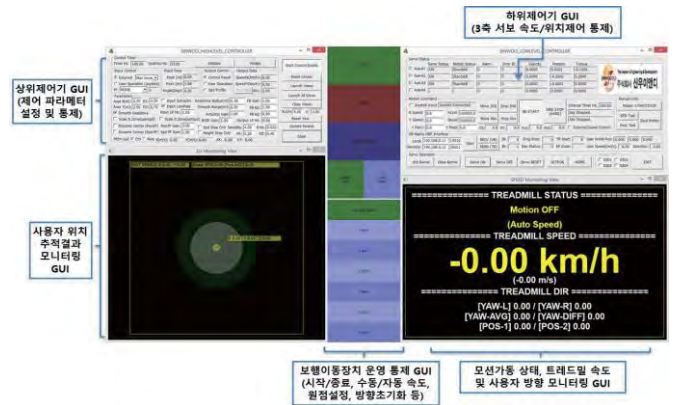


(그림 2) 위치 및 방향인식을 위한 센서

4. 통합제어 기술개발

통합제어기는 보행자 모션인식결과를 활용하여 이동장치의 속도값과 방향값을 생성하는 상위제어기 및 이에 대응하는 하드웨어 제어값을 생성하는 하위제어기로 구성된다. 즉, 상위제어기는 초음파센서 및 IMU 센서 등에서 취득된 보행자 거리 및 회전값(Yaw) 정보를 사용하여 Position Feedback 제어를 수행하는 프로그램이며, 현재 보행자의 위치 등을 모니터링할 수 있다.

이외에도 통합제어기는 서보 On/Off Run / Stop, 보행위치 원점 설정, Y 축 구동부 Homing, 보행방향 원점 설정, 자율주행 및 고정속력 주행 등의 기능을 구현하여 운영자의 편의성을 향상하였다. 아래 그림은 보행이동장치 통합제어기 GUI 및 이를 이용한 실제 보행 네비게이션 실험과정을 나타낸다.



(그림 3) 보행이동장치 통합제어기 GUI



(그림 4) 보행이동장치 사용자 시험

5. 결론

본 연구에서는 가상현실을 이용한 조업자 훈련 시뮬레이터 개발을 위해, 선회지원 보행이동 인터페이스를 이용한 모션인식 및 통합제어 기술개발 결과에 대해 소개하였다. 추후 운영과정에서 발생할 수 있는 안전제어 및 사용자 피드백 등을 추진할 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] 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
- [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