

동작분석 기반 훈련자 평가 모듈의 개발과 모션캡처 장비를 활용한 훈련 표준동작 DB 구축

이재경*, 허영철*

*한국기계연구원 기계시스템안전연구본부
e-mail:jkleece@kimm.re.kr

Development of assessment system based on motion analysis and standard motion database using Mocap

Jai-Kyung Lee*, Young Cheol Huh*

*Mechanical Systems Safety Research Division, Korea Institute of Machinery and Materials

요 약

화학공장, 플랜트 등 대형 기계설비 내에서 발생하는 각종 사고에 대한 대응훈련은 훈련시간 및 비용 증가, 훈련자의 안전 확보가 어렵고 반복적인 훈련 및 평가가 어렵기 때문에 실제 사고상황을 가상 공간 내에 구현한 가상현실 기반 훈련 시뮬레이터의 필요성이 증대되고 있다. 본 논문에서는 시뮬레이터 훈련자 평가를 위하여 동작분석 기반 훈련자 평가 모듈을 개발하고 훈련평가에 활용하기 위하여 모션캡처 장비를 활용한 훈련 표준동작 DB를 구축하였다. 훈련자의 특정 동작을 구축된 DB를 활용하여 표준동작과의 비교를 통하여 효율적인 훈련을 위한 피드백과 함께 정량화된 평가점수 제공을 통해 정량적인 훈련평가에 활용할 수 있다. 또한 평가 결과의 시각화를 통해 직관적인 훈련개선이 가능하도록 하였다.

1. 서론

위험상황에 대한 실제 훈련은 소요시간 및 비용 증가, 훈련자의 안전 확보가 어렵고 반복적인 훈련 및 평가가 어렵기 때문에 가상현실을 이용한 훈련 시뮬레이터가 널리 활용되고 있다. 일반적으로 가상현실 기반 훈련 시뮬레이터의 훈련자 평가는 훈련 시나리오별 시나리오별 임무 수행 여부, 훈련 소요시간/거리 등이 정량적 평가의 주요점이 된다[1]. 훈련자가 시뮬레이터 내에서 수행하는 동작을 중심으로 훈련 시나리오에 정의된 목표동작과의 비교 및 분석을 제공하여 훈련평가에 활용한다면 기존 정량적 평가를 보완할 수 있다.

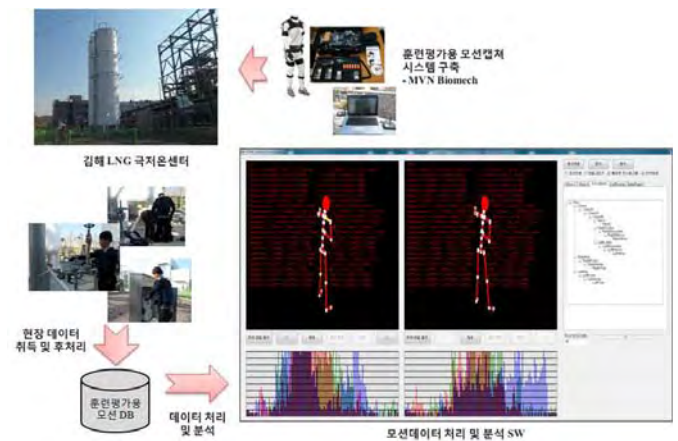
본 논문에서는 훈련자의 진신 움직임을 수집하는 모션캡처 시스템을 이용하여 훈련 표준동작 DB를 구축하고 이를 훈련자 동작과 비교하여 실제 훈련자가 적절한 동작을 수행하였는지를 평가하기 위한 동작분석 기반 훈련평가 모듈을 개발하였다. 훈련평가 모듈은 서로 다른 하드웨어에서 캡처된 모션데이터를 전체 관절에서 추출한 데이터와 특징이 되는 관절과 프레임의 부분 데이터로 구분하여 제스처 인식 알고리즘을 적용하여 동작 비교 및 분석을 수행한다.

2. 훈련 표준동작 DB 구축

안전대응 시뮬레이터 내에서 수행된 훈련자의 사고대응 훈련을 적절히 평가하기 위해서는 사전에 동일한 사고 환경에서 표준화된 대응기준을 정의해 놓을 필요가 있다. 본 연구에서는 풀바디 모션 캡처장비를 활용하여 김해

LNG 극저온센터에서의 모션데이터 취득을 통해 훈련 표준동작 DB를 구축하였다.

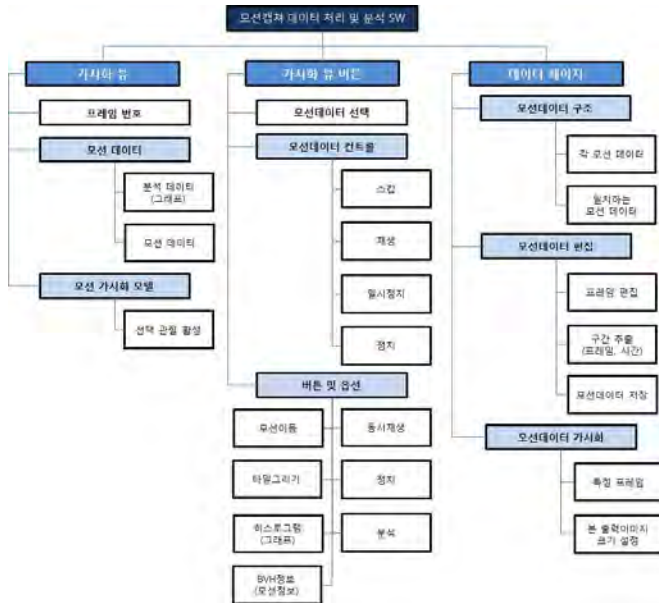
훈련 표준동작 DB 구축에 사용된 풀바디 모션 캡처 장비는 Xsens 사의 MVN Biomech를 활용하였다. MVN Biomech 장비는 자이로 센서(자이로,가속도계 일체형)를 이용하며 인체의 다양한 관절운동 및 전신 동작 데이터를 취득할 수 있어, 실제 현장에서의 모션캡처 데이터를 장애물, 설치 공간의 제약 없이 정밀하게 취득할 수 있어 표준 훈련동작 데이터 구축에 활용하였다. 그림 1은 훈련 표준동작 DB 구축 및 분석 절차를 나타내며 안전대응 훈련시뮬레이터의 대상물인 김해 LNG 극저온센터 현장에서 모션 데이터 취득을 수행하였다.



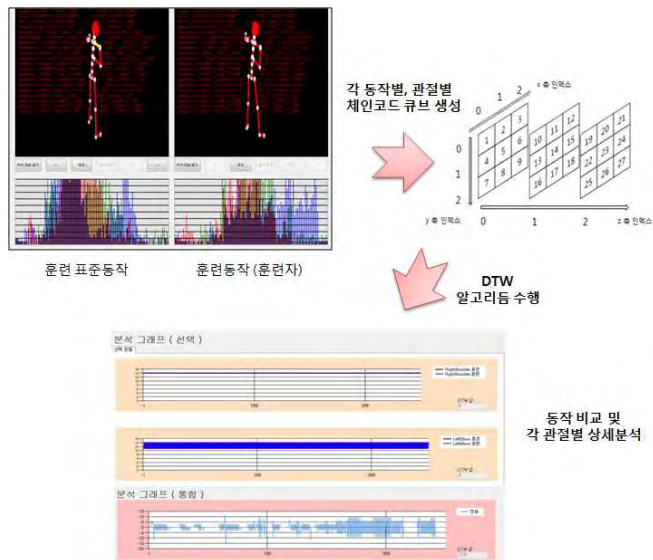
(그림 1) 훈련 표준동작 DB 구축 및 분석 절차

3. 훈련동작 분석 및 평가 모듈 구현

취득된 모션 데이터 처리, 시각화를 통한 훈련 표준동작 DB 구축, 훈련동작과의 비교 및 분석을 위하여 모션 캡처 데이터 처리 및 분석 프로그램을 개발하였다. 모션 캡처 데이터 처리 및 분석 프로그램의 주요 기능인 표준 훈련동작 DB관리, 훈련동작 분석/평가, 훈련평가를 위한 외부 프로그램 연동, 분석내용 시각화 등이며 개발된 프로그램의 주요 기능 및 구성은 다음과 같다.



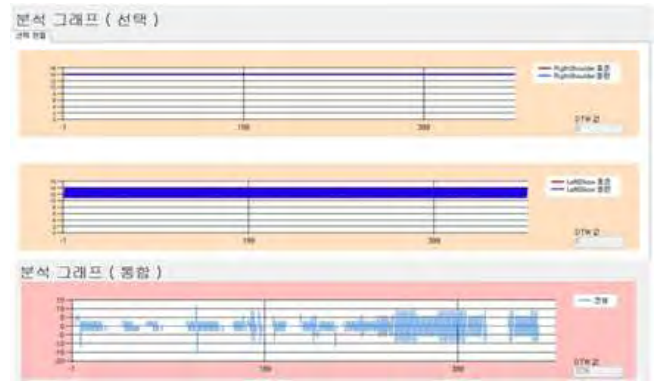
(그림 2) 모션캡처 데이터 처리 및 분석 프로그램 구성도



(그림 3) DTW 알고리즘을 활용한 동작 비교 및 분석

표준 훈련동작과 훈련자 동작을 비교 및 분석하기 위한 알고리즘은 음성인식, 패턴인식, 모션인식 등에서 널리 사용되는 DTW(Dynamic Time Warping) 알고리즘을 활용하여 개발되었으며[2], DTW 알고리즘의 입력 값은 표준 훈련동작 데이터와 훈련자 동작 데이터를 관절별 각

회전축별 체인코드(5x5x5, 125) 값을 사용하였으며, 각 모션 프레임별, 각 관절별로 DTW 알고리즘을 적용하였다. 또한 DTW 알고리즘의 결과값만을 이용하여 동작 비교 및 분석이 제한적이므로 각 모션 프레임별 DTW 및 체인코드 값을 그래프 형태로 가시화 하였다. 모션캡처 시스템마다 서로 다른 데이터 형식을 가지고 있기 때문에 동작 분석 및 평가를 위한 중립 데이터 포맷이 필요하며 본 프로그램에서는 골격 기반의 Biovision Hierarchy (BVH) 데이터 형식을 사용하였다.



(그림 4) 데이터 분석 예 - 소화동작, 소화 중 움직임

그림 4와 같이 소화동작과 소화 중 움직임 동작 데이터를 분석하여 “오른쪽 어깨”, “왼쪽 팔꿈치”를 프레임별 체인코드 값을 그래프로 표시한 결과를 보였다. 0프레임 ~ 500프레임까지는 각 관절별 움직임이 동일한 회전값을 유지하고 있다. 두 동작에서 오른쪽 어깨와 왼쪽 팔꿈치는 100% 똑같은 움직임을 보이고 있으며 전체적으로 모든 관절의 DTW 수치를 합한 결과 1276이라는 정량적인 불일치 수치값을 보이는 것을 알 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 가상현실 기반 시뮬레이터의 훈련자 평가를 위하여 기존 정량적 평가방법과 보완적으로 사용하기 위한 동작분석 기반 훈련평가 모듈을 개발하였다. 개발 모듈을 이용하여 모션캡처 장비를 활용하여 구축한 표준 동작 DB와 훈련동작과의 비교 및 분석을 수행하였다. 동작분석 기반 훈련평가 모듈을 활용하여 시뮬레이터 훈련평가 결과의 가시화 및 피드백 제공이 가능할 것으로 판단된다.

참고문헌

[1] J. Lee, and Y. C. Huh., “Design of training assessment system for emergency response training simulator” Proc. of KIPS Fall Conf., 2014, pp. 1181-1182.
 [2] T. Arici, S. Celebi, A. Aydin, and T. Temiz., “Robust gesture recognition using feature pre-processing and weighted dynamic time warping” Multimedia Tools and Applications, Vol. 72, Issue 3, 2014, pp. 3045-3062.