

디지털 제조기술 기반의 차체 조립시스템의 구성 및 재구성 방법론 Methods for Configuration/Reconfiguration of Automobile Assembly System based on Digital Manufacturing Technologies

*박홍석¹, 최흥원¹, 박진우¹, 배주환¹, 정상영¹

*H. S. Park¹(phosk@ulsan.ac.kr), H. W. Choi¹, J. W. Park¹, J. H. Bae¹, S. Y. Jeong¹
¹ 울산대학교 기계자동차공학부

Key words : Digital manufacturing, Virtual reality, Augmented reality, Configuration/Reconfiguration, Modular strategy

1. 서론

오늘날과 같은 글로벌한 제조환경은 짧은 제품의 라이프 사이클과 제품의 다양성을 요구하고 있다. 이러한 시장 환경에서 제조업체들이 지속적인 시장 경쟁력을 확보하기 위해서는 다양한 제품을 제조하기 위한 신속한 시스템의 구성 및 재구성이 요구되고 있다.

최근에 들어 급속히 발달된 컴퓨터 그래픽기술의 발전으로 시스템 구현을 위한 3 차원의 그래픽 기반의 다양한 디지털 제조기술들이 제안되고 있다. 시스템 구현을 위한 각 단계마다 디지털 제조기술들을 이용함으로써 제조시스템 설계자들은 시스템 구현을 위한 비용과 시간을 최소화하였다. 이러한 디지털 제조기술의 도입으로 오늘날과 같은 극심한 국제 경쟁의 환경하에서 보다 적은 비용과 시간을 투자하면서도 보다 효과적인 제조시스템을 구성하는 것이 가능하게 되었다.

본 논문에서는 차체 cockpit 모듈 조립시스템을 대상으로 시스템을 구성 및 재구성하기 위한 방법론과 절차를 제안하고자 한다. 초기의 cockpit 모듈 조립시스템의 개념 설계와 상세설계를 위하여 VR(Virtual reality)기반의 시스템 구성 방법론을 도입하였다. 또한 실제 시스템 구현 후 조립시스템의 운영 프로그램 생성을 위해서는 AR(Augmented reality)기술을 사용하였다.

2. VR 기반의 cockpit 모듈 조립시스템 구성

제조시스템을 구현하기 위한 기본적인 계획요소로써 제품(Product), 제조 공정(Process)과 제조 자원(Resource)이 요구되어진다. 무엇보다도 우선 제조시스템의 최적 공정순서와 구성요소들을 정의하기 위해서 시스템에 요구되는 기능들이 파악되었다. 본 연구의 대상인 cockpit 모듈 조립공정은 cockpit 모듈, 차체, 로봇의 이송기능 및 cockpit 모듈조립 기능과 같은 물리적 측면 기능들을 요구하게 된다. 시스템에 요구되는 이들 기능들은 각각의 세부기능들로 상세하게 분류되어졌으며, 이를 기반으로 조립시스템 구성을 위한 구성요소들이 결정되어졌다(Fig.1).

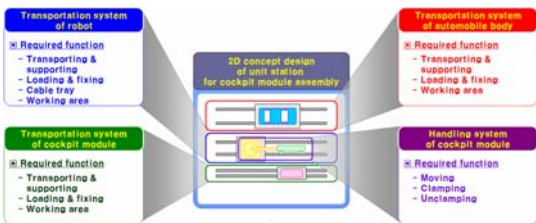


Fig. 1 Definition of required functions for cockpit module assembly system

조립시스템에 요구되는 물리적 기능들을 충족시키기 위해서 물리적 측면에서 시스템 구성요소들은 파악하였다. 물리적 측면에서의 시스템 구성요소들은 기능을 정의하기 위한 요소들과 기능 수행을 위한 구성요소들로 나뉘어진다.

예를 들어 로봇 이송기능의 경우에서 로봇의 이송 기능을 정의하기 위해 요구되는 구성요소는 로봇 대차와 근접센서이다. 하지만 실제로 로봇 차체를 이송시키기 위한 구동력을 발생하는 구성요소는 로봇 대차 모터이다. 그러므로 이들을 구분하여 기능 정의 구성요소와 기능 수행 구성요소들을 결정하였다. 제어 레벨에서는 각각의 기능수행을 요구하는 구성요소들을 직접 제어하기 위한 장치들을 결정하게 된다. 로봇컨트롤러, 모터제어를 위한 서보 드라이버 등이 여기에 속하게 된다. 이들 제어 구성요소들은 시스템을 총괄하여 제어하는 PLC를 통하여 제어되어진다(Fig.2).



Fig. 2 Determination of components for cockpit module assembly system

각각의 요구되는 기능을 충족시키기 위하여 요구기능들을 보다 세분화하였다. 또한 각각의 요구기능들에 대한 시스템의 설계 사양을 결정하고 이를 수행하기 위한 구성요소들을 주요소와 부요소들을 결정하였다. 주요소는 그 기능을 수행하기 위한 핵심구성요소를 의미하며 부요소는 주요소가 기능을 수행하기 위한 부기능을 지원하는 요소들이다. 볼스크류를 이용한 동력전달 장치를 구성하기 위해서는 직접 동력 전달을 위한 볼스크류가 주요소가 되며, 커플링, 볼스크류 지지대, 볼스크류와 대차 연결부와 같은 부요소들이 필요하게 된다(Fig. 3).



Fig. 3 Main/auxiliary components for transporting automobile body

요구되는 세부기능들과 구성요소들을 이용한 행렬을 이용하여 cockpit 모듈 조립시스템의 모듈화를 수행하였다(Fig. 4). 행렬에서 동일한 기능들로만 이루어진 구성요소들을 우선적으로 모듈화한다(1 차 모듈화). 1 차 모듈화 작업이 수행

된 각각의 모듈들을 비교하여 모듈간의 포함관계를 조사한다. 이를 통하여 모듈의 확장을 수행한다(2차, 3차 모듈화).



Fig. 4 Modular of automobile body transport system

또한 시스템을 구성하는 구성요소들은 서로간에 정적 및 동적 상관관계를 가지게 된다. 물리적 레벨의 모든 구성요소들은 시스템에서 위치 및 형상 정보를 가지기 때문에 반드시 정적인 정보를 가지게 된다. 이들 정적인 정보들은 디지털 환경에서는 그래픽으로 처리되어 구성요소들간의 간섭 검사와 위치 결정에 사용된다. 이에 반하여 구성요소들의 동적인 특성을 정의하는 것이 동적 상관관계이다. 이들 동적 상관관계를 가지는 구성요소들은 실제로 PLC를 통해 시스템의 공정을 수행하는 구성요소들로 이들을 정의하기 위해서는 함수를 사용하게 된다. 로봇의 경우에는 이동을 위하여 Moving(S1, S2) 함수를 사용하였다. 이는 로봇을 좌표값 S1에서 좌표값 S2로 이동하라는 것을 의미한다. 이를 기반으로 순차다이아그램을 생성하였고, 시스템 운영 및 제어를 위한 제어 프로그램의 개념 프로그래밍을 수행하였다(Fig. 5).

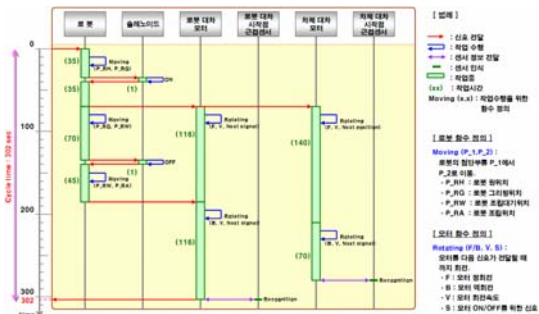


Fig. 5 Process modeling for cockpit module assembly system

제품과 공정분석을 기반으로 시스템 레이아웃이 제안되어졌으며 시스템 레이아웃의 타당성 평가를 위해서 eM-Workplace의 디지털 환경에서 시스템이 구성되었다. 이를 기반으로 eM-PLC 환경에서 cockpit 모듈 조립공정 수행을 위한 조립성, 로봇 접근성, 사이클 타임 등이 검증과 제어 프로그램을 생성하였다(Fig. 6).



Fig. 6 Implementation of digital cockpit module assembly system

3. AR 기반 조립시스템의 운영 프로그램 생성

VR 기반으로 구성된 조립시스템을 실제 시스템으로 구현하였다. 시스템 구현 과정에서 발생하는 오차들로 인하여 디지털로 생성된 조립시스템은 실제로 구현된 시스템과 일반적으로 정확하게 일치하지 않는다. 그러므로 디지털 환경에서 생성된 로봇 프로그램을 직접 사용하는 것은 무리가 따른다. 실제 차체가 없는 상태에서 로봇 프로그램을 생성하기 위해서 증강현실기술을 사용하였다. 가상의 차체와 cockpit 모듈을 생성하기 위해서 두 개의 마커 기반의 좌표계를 생성하였다. 로봇 프로그래밍 작업자는 시스템의 정면과 측면에 설치된 카메라로부터 획득되는 현장정보와 마커를 기반으로 생성된 가상물체를 이용하여 로봇 프로그램을 생성하게 된다(Fig.7). 생성된 프로그램은 실제 차체를 대상으로 검증 실험이 수행되어졌다.

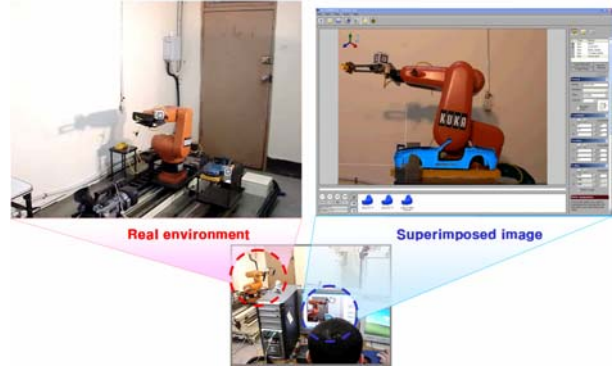


Fig. 7 Generating operation program by using AR technology

4. 결론

본 논문에서는 디지털제조기술을 이용하여 차체 cockpit 모듈 조립시스템을 구성하고 이를 운영하기 위한 프로그램을 생성하였다. 다른 제조시스템의 개발에도 적용 가능한 VR 기반의 시스템 구성 방법 및 절차를 개발하였다. 또한 시스템의 모듈화를 위한 모듈화 전략을 제안하였다.

디지털환경과 실제 환경의 상이함으로 인하여 발생하는 문제점들을 해결하고자 AR 기술을 이용하여 조립시스템의 운영 프로그램을 생성하였다. 이를 통하여 새로운 시스템의 구성 및 재구성의 시간을 획기적으로 단축시킬 것으로 기대된다.

후기

본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥센터의 대학 IT 연구센터 육성지원사업의 연구결과로 수행되었습니다.

참고문헌

1. 박홍석, 최홍원, "디지털 제조기술 기반의 차체 사이드 패널 조립시스템구현," 한국정밀공학회지, **23, 11**, pp.68-77, 2006.
2. 박홍석, 최홍원, 박진우, "차체 C/Pad 조립을 위한 증강현실 기반의 조립시스템 구현," 한국정밀공학회지, **25, 8**, pp.37-44, 2008.
3. Park, H. S., and Choi, H. W., "Development of a Modular Structure-based Changeable Manufacturing System with High Adaptability," Int. Jr. of Precision Engineering and Manufacturing, **9, 3**, pp.7-13, 2008.