증강현실 기법을 이용한 크래쉬 패드 조립 시스템
Implementation of C/Pad Assembly System using Augmented Reality

*박홍석[1], #최흥원[2], 전희성[3], 허정석[3]
*H. S. Park(phosk@ulsan.ac.kr)[1], #H. W. Choi(kuma2008@ulsan.ac.kr)[2], H. S. Jun[3], J. S. Heo[3]
[1] 울산대학교 기계자동차공학부, [2] 울산대학교 대학원 기계자동차공학부, [3] 울산대학교 컴퓨터정보통신공학부

Key words : Augmented Reality, C/Pad assembly system,

1. 서론

오늘날의 시장은 다양한 고객의 욕구충족과 새로이 개발되어지는 다양한 기술들로 인하여 짧은 제품의 라이프 사이클과 제품의 다양화를 요구하고 있다. 이러한 극심한 변화를 가지는 시장 조건에서 제조업체들이 경쟁력을 가지기 위해서는 시장의 요구에 신속하게 대응할 수 있는 생산 시스템의 설계 및 구성이 요구되어진다. 이러한 이유로 대부분의 제조업체들은 제품 개발의 전 단계에 걸쳐서 가상현실(VR; Virtual Reality)기술 기반의 디지털제조 기술들을 도입하여 사용하여 왔다. 하지만 제조업체에서 주로 사용되어지는 VR 기술기반의 방법론이나 소프트웨어들은 계획하는 대상물과 작업환경을 완벽하게 표현하기 위해서는 전체 시스템에 대한 완벽한 3D 모델링이 수행되어져야 한다. 일반적으로 설계도면과 실제 시스템 구현 환경과는 정확하게 일치하지 않고 또한 이들을 모두 3D 로 모델링하는 작업은 매우 지루한 일이거나 오랜 시간과 비용을 요구하게 된다.

그러한 문제점을 해결하기 위해서 오늘날의 제조업체들은 생산시스템을 구현하는 단계에서 증강현실(AR; Augmented Reality)기술을 도입하고자 많은 연구를 진행하고 있다. AR 기술은 실제 생산환경을 직접 시스템에서 사용함으로써 실제 환경에 대응하는 가상 환경을 구축하기 위한 모델링에 걸리는 시간과 비용을 현저하게 감소시켜주며, 이와 동시에 실제 환경과 가상 환경의 결합으로 제조공정을 보다 현실적으로 가시화하고 생산현장 상황에 적합한 기존의 지식이나 정보들을 실시간으로 이용하는 것을 가능하게 한다. 따라서 AR 기술의 응용은 기존 생산 환경에서의 생산성 및 품질 향상에 획기적인 개선을 가능하게 할 것으로 기대된다.

본 연구에서는 AR browser 의 기본적인 구성소개와 이를 이용한 차체 C/Pad 조립을 위한 로봇 티칭을 수행하였다. 이를 통하여 AR 시스템의 현장 적용성을 입증하고자 하였다.

2. 증강현실

실제환경에 가상의 물체를 정합하여 실제 환경에 현실감을 강화시키는 증강현실(AR)은 크게 실제 영상을 획득하는 Tracking module 과 가상 물체를 실제 환경의 정위치에 정합시키기 위한 Rendering module 로 구분되어질 수 있다. Tracking 을 위한 방법으로는 기계, 자기, 광학 등의 다양한 원리가 제공되고 있지만 현재 이들 중에서 가장 높은 정밀도를 보이는 것이 광학을 이용한 방법이다. 이러한 이유로 Paper marker 를 이용한 광학 tracking 이 AR 시스템의 주류를 이루고 있다. 카메라를 통해 획득 되어진 영 상정보는 이진화 처리를 통하여로부터 marker 의 corner 와 edge 를 추출함으로써 marker 의 위치를 검출하게 된다. 또한 초기에 marker 의 크기 정보를 제공함으로써 marker 와 카메라의 거리정보를 획득하게 된다. Marker 의 크기와 위치 정보를 획득하게 되면 marker 의 방향을 결정하기 위해서 matching 을 수행한다. 일반적으로 ARToolkit 에서 제공되는 template matching 이나 ARTag 에서 사용되는 ID-based marker 가 이용되고 있다.

3. 차체 C/Pad 조립 시스템

자동차산업에서 새로운 차종이 개발되어 현장시스템에서 양산되기 위해서는 현장 로봇들의 티칭이 선행되어져야 한다. 이를 수행하기 위해서 현재 자동차업체에서는 기존의 생산라인을 정지하고 생산되고 있던 기존 차체 대신에 새로운 차종을 대차에 실어 흘려보냄으로서 새로운 차종의 생산을 위한 로봇 티칭을 수행하고 있다. 이러한 기존의 방식은 자동차 제조업체들에게 새로운 차종의 장·탈착을 위한 시간적·경제적 부담을 가중시키고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 AR 시스템을 적영하였다. AR 시스템은 기존에 조립이 수행되어지는 A type 의 실제차체 위에 B type 의 가상차체를 overlay 시킴으로써 실제 차체의 장·탈착의 부담을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 실차에 가려져 보이지 않는 부분에 대해서도 정확한 로봇 티칭을 수행하는 것이 가능하다. 또한 2 개 이상의 카메라를 이용함으로써 작업자가 한자리에서 작업을 수행하는 것도 가능하다. AR 시스템의 현장적용을 위한 시스템의 레이아웃을 다음과 같이 제안하였다(Fig. 2).

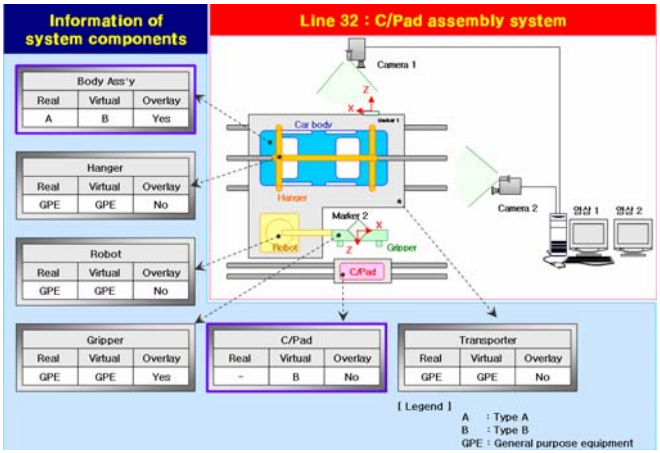

Fig. 2 system architecture for C/Pad assembly system using AR

4. AR 시스템 응용을 위한 환경 구축

4.1 Camera calibration

AR 시스템을 적용하기 위해서 운선적으로 가장 먼저 수행해야 되는 것은 카메라의 보정(Calibration)이다. 카메라는 렌즈를 이용하므로 구조상 반경방향과 원주방향으로 기하학적인 왜곡현상이 발생하게 된다. 일반적으로는 반경방향으로의 왜곡(radial distortion)이 왜곡의 정도가 심한 것으로 알려져 있다. 그러므로 AR 시스템을 적용하기 위해서는 반드시 카메라 보정을 수행하여야 한다. 본 시스템의 카메라 보정은 Unifeye 에서 제공되는 26x18 보정용 표준 marker 를 사용하였다. 또한 산출되어진 보정 데이터들은 보정 환경조건에 따라서 다른 값들로 계산되어지므로 다수의 반복작업을 수행한 후 평균값을 사용하였다(Fig 3).

Fig. 3 Camera calibration

4.2 가상 물체의 생성

설계단계에서 생성되어진 3D 파일을 이용하여 조립공정을 수행하기 위한 가상 차체와 C/Pad 를 생성하였다(Fig. 4). 조립부의 간섭 체크를 용이하게 수행하기 위해서 차체와 C/Pad 를 각각 2~3 부품으로 분할하여 생성하였다. 초기 투입시점에서는 차체와 C/Pad 의 충돌검사를 위하여 모든 가상차체들을 활성화 시킨다. 투입과정이 끝나면 C/Pad 의 핀과 차체의 핀홀사이의 조립관계를 확임하기 위해서 사이드 패널과 under body, C/Pad skin 등은 제거하는 것이 가능하다. 또한 핀과 핀홀의 조립을 효과적으로 수행하기 위해서 핀 가이드라인을 생성함으로써 로봇티칭을 용이하게 하였다.

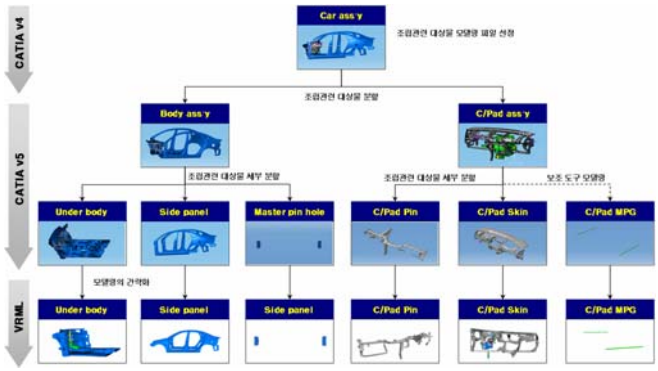

Fig 4. Generation of Virtual objects

4.3 AR 시스템 적용을 위한 환경변수 설정

AR 시스템은 카메라를 통해 획득 되는 영상정보를 이용하므로 영상정보의 질에 따라서 생성되는 좌표계의 중심이 영향을 받게 된다. Fig. 5 는 현장 실험을 통해 획득되어진 환경변수들이다. 이들 변수들의 영향을 최소화하기 위한 값들을 찾기 위해서 카메라와 Marker 의 각도, 거리, 조명의 영향 등을 변수로 하여 다양한 실험을 수행하였다. 그 결과 marker 와 카메라의 각도는 반드시 -60˚ ~ -10˚ 나 10˚ ~ 60˚ 사이의 값을 유지하여야 하며 조명의 경우에는 반사광의 영향을 최소화 하는 것이 중요한 것으로 나타났다. 또한 marker 와 카메라간에는 최소한의 2m 이상의 거리가 필요한 것으로 나타났다.

4.4 Marker 의 제작 및 좌표계 생성

실제환경에 가상물체를 정합시키기 위한 좌표계 생성을 위해서 사용되는 것이 Marker 이다. 본 과제에서 독립적으로 움직이는 가지는 차체와 C/Pad 의 위치 결정을 위해서 2 개의 좌표계를 생성하였다. 고정되어 있는 차체를 위한 좌표계는 정면과 측면에서 존재하는 카메라를 통해 쉽게 tracking 되기 위해서 45 도 각도로 설치되었다. 로봇의 그리퍼 위에 설치 되어져 6 자유도를 가지며 운동을 하므로

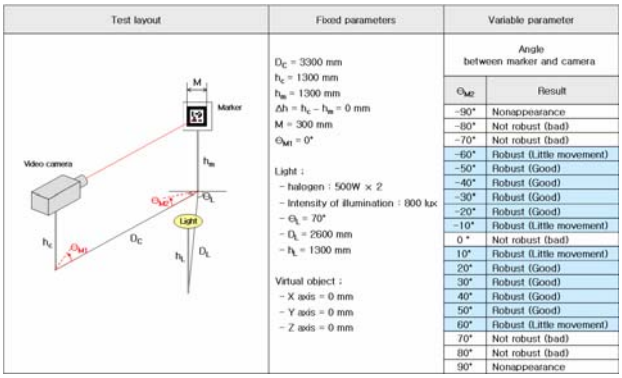

Fig. 5 Experiment to find out the condition of AR system robust

C/Pad 의 경우에는 다방면에서 marker 를 인식할 수 있도록 4 개의 marker 를 이용하여 한 개의 좌표계를 생성하였다. 또한 광학 tracking 방식을 사용하므로 현장의 조명 상태가 중요한 문제로 대두된다. 특히 조립 공정을 수행하기 위해서 차체 안으로 그립퍼가 들어가게 되므로 C/Pad 좌표계를 설정하기 위한 marker 는 조명의 조건을 맞추기가 어렵다. 이를 해결하기 위해서 내부 조명을 사용하였다.

5. AR 시스템의 현장 적용

수행된 실험을 바탕으로 효과적인 AR 시스템 적용을 위한 Marker, 카메라, 조명의 위치를 결정하였다. 정면과 측면의 두 곳에 설치한 카메라를 통하여 획득된 정보를 이용하여 작업자는 로봇 티칭을 수행하였고 그 결과 실제 차체를 이용한 경우와 비교하여 수 mm 의 오차를 보임을 확인하였다. 이 정도의 오차는 조립시스템에 부착되어있는 비젼 시스템으로 충분히 보상 가능한 결과이다.

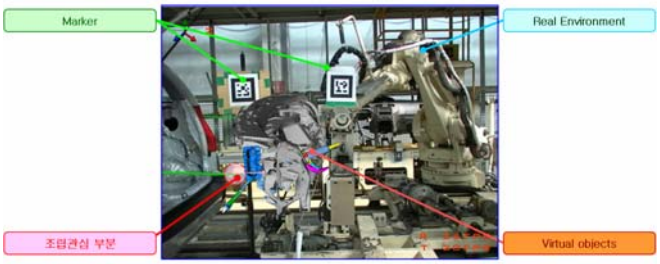

Fig. 6 Implementation of assembly system using AR system

4. 결론

AR 시스템의 현장 적용성을 검토하기 위하여 차체 C/Pad 조립시스템을 대상으로 로봇의 티칭을 수행하였다. 결과적으로 marker 위치 결정을 위한 측정 기술이 충분히 뒷받침 된다면 AR 시스템은 현장적용은 타당한 것으로 사료된다. 또한 향후에는 보다 열악한 현장 환경에서도 robust 한 결과를 제공하기 위한 방법론과 시스템의 위치 결정을 위한 비젼 장비와의 통합에 관련된 연구가 진행되어야 할 것이다.

후기

본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT 연구센터 육성지원사업의 연구결과로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Ong, S. K. and Nee, A., Y., C., “Virtual and Augmented Reality Applications in Manufacturing”, Springer-Verlag London, 2004.
2. Behringer, R., Klinker, G. and Mizell, D., W., “Augmented Reality Placing - Artificial Objects in Real Scenes”, A K Peters, Ltd., 1999.