

# 제어프로그램 검증시스템 개발 Development of the validation system for control program

\*#박홍석<sup>1</sup>, 배주환<sup>2</sup>, T. N. Hien<sup>3</sup>, 이규봉<sup>4</sup>, 김보현<sup>5</sup>

\*#H. S. Park(phosk@ulsan.ac.kr)<sup>1</sup>, J. H. Bae(iam0456boy@ulsan.ac.kr)<sup>2</sup>, T. N. Hien(tranhien\_tkm@yahoo.com)<sup>3</sup>, G. B. Lee(gblee@kitech.re.kr)<sup>4</sup>, B. H. Kim(bhkim@kitech.re.kr)<sup>5</sup>

<sup>1</sup>울산대학교 기계자동차공학부, <sup>2,3</sup>울산대학교 일반대학원, <sup>4,5</sup>한국생산기술연구원

Key words : Control Program Validation, Control Simulation, Correcting System

## 1. 서론

제조시스템의 설치는 생산공정상의 마지막 단계로서, 이전의 단계들의 모든 문제점을 누적시켜 반영하므로 전 생산과정을 통합하는 의미를 갖는다. 이의 효율적인 운영은 전 단계의 다양한 생산공정들이 최적화 된 후 유기적인 결합관계에 의해서 이루어 질 수 있다.

각 단계에서 제어기능을 수행하기 위해 요구되는 데이터들이 해당 공정계획에 따라 제공되어야 한다. 이들의 정확한 값은 각 단계의 생산공정들이 올바르게 수행되어야만 얻을 수 있다. 그러므로 이에 근거를 둔 시스템의 운영성 검증은 각 공정수행을 위해 개발된 틀들의 적합성을 파악할 수 있다. 아울러 개발된 시스템으로 현 제조시스템이 갖고 있는 문제점들의 제거와 PLC에 의해 운영되는 실 제조시스템과 유사한 정도의 현장지향적인 제조시스템의 개발이 가능하다.

개발시스템의 방향 및 목적을 설정하기 위하여 기존의 시스템 및 작업프로세스를 분석하여 문제점을 도출하였다. [Fig. 1]



Fig. 1 Currently problem

기존의 작업프로세스는 조립제어과제가 주어지면 이를 바탕으로 작업자가 직접 제어프로그램을 작성한다. 하지만 작업자의 경험이나 주관에 의해서 제어프로그램이 작성되기 때문에 아주 간단한 제어프로그램을 제외하고는 거의 대부분 많은 오류를 포함하게 된다. 이를 수정하기 위해서는 더 많은 노력과 시간을 필요로 하게 되고, 결과적으로는 작업준비시간(ramp-up time)의 증가로 이어지게 된다. 이외에도 현장의 PLC에 제어프로그램을 다운로드 시켰을 때 발생할 수 있는 여러 가지 작업설비들의 충돌 및 간섭오류는 작업자가 제어프로그램의 테스트수행만으로는 파악하기가 매우 어렵다. 이는 곧 제조시스템의 생산성 및 성능저하로 이어져 정확한 양산설비를 최단시간 안에 구축해야 하는 완성 차 업계의 경우에는 치명적이라 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 디지털 제조시스템 모델과 PLC Logic을 연동시켜 실제 현장과 같은 조건으로 모의실험을 실시하여 제조시스템이 이전 생산과정에서 개발된 결과물을 검증하고 실제 제조시스템 시운전 시 발생할 수 있는

문제점을 사전에 제거하고자 한다.

## 2. C/Pad 조립시스템

본 연구에서 보다 실질적인 결과물을 도출하기 위해서 국내 자동차회사의 C/Pad 조립 Cell을 연구대상으로 선정하였다. [Fig. 2]



Fig. 2 Target cell

현장시스템을 생산 중단시키고 실험목적으로 사용 할 수 없기 때문에, 연구수행을 위해서 실험목적의 Testbed를 구성하였다. Testbed는 비용 및 장소의 제약 때문에 실제보다 작은 사이즈로 구성되었다. 조립로봇은 KUKA사의 인더스트리 로봇 중 가장 작은 사이즈의 로봇이고, 조립되는 차량 및 C/Pad는 실제 축척의 1/12 스케일로 제작된 모델을 사용하였다.

기존시스템의 분석을 위해서는 SSD(System Sequence Diagram) 방법론을 사용하였으며, 그 결과 이 조립 Cell은 차체를 잡고 이송하는 갠트리와 로봇이 고정되어있는 대차 사이에 서로의 위치정보가 동기화되면 로봇의 대차와 C/Pad의 대차가 차체의 이동에 따라 같이 이동하게 된다. 그러면서 로봇이 C/Pad를 잡아 차체와 조립시키는 작업을 수행한다. 이러한 조립 Cell을 기반으로 구성된 Testbed 공정 시퀀스 다이어그램 및 구성도는 다음과 같다. [Fig. 3]



Fig. 3 Sequence diagram based on process analysis

### 3. 제어프로그램 검증시스템 개발

#### 3.1 시스템 구성

오늘날 제조업 특히 자동차 산업은 글로벌화에 따른 경쟁이 심화되면서 신차개발기간 단축과 함께 신속한 양산설비 구축을 통한 신장선점 우위를 추구하고 있다. 아울러 제조업의 Digital Manufacturing 화와 함께 다양한 3D 설계기법과 공정시물레이션 등의 새로운 방법론들이 등장하고 있다. 이에 따라 자동차업체는 자사의 규정과 주어진 조건에 맞게 효율적으로 활용할 수 있는 새로운 양산설비의 제어 시스템을 개발해야 한다. 본 연구를 통하여 개발된 시스템의 구성을 [Fig. 4]에 나타내었다.

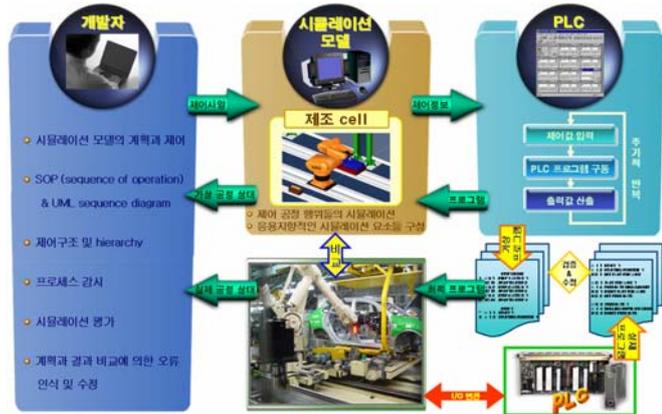


Fig. 4 Concept of the simulation system for control program validation

설계자에 의해 작성된 제어프로그램은 현장의 설비를 실제 PLC로 다운로드 되기 전에 가상 PLC로 먼저 다운로드 하여 가상의 제조시스템을 제어한다. 즉, 제어프로그램 작성자가 가상의 제어시물레이션을 통하여 작성된 제어프로그램을 평가하고 검증 할 수 있다. 또한 제어시물레이션의 결과를 통하여 확인된 오류는 본 연구를 통해 직접 개발된 Correcting System 을 통하여 수정 가능하다. 최종적으로 오류가 제거된 정확한 제어프로그램은 실제 PLC 로 다운로드 하여 바로 사용이 가능하다.

#### 3.2 검증시스템 구현

본 개발된 시스템은 현장에서 어떤 실제의 조립 Cell 이나 가공 Cell 이 새롭게 구성되거나 변경되었을 때, 3D 디지털 환경에서 원활하게 제어시물레이션 된 가상 PLC 프로그램을 그대로 실제 PLC 로 다운로드 시켜 사용하는 것이다. 본 시스템의 적용으로 기대할 수 있는 효과는 Cell 을 가동하기 전에 필히 수행하는 각 컴포넌트 사이의 원활한 작동 및 충돌방지작업과 PLC 프로그래밍 작업에 소요되는 시운전시간(ramp-up time)을 최소화시키는 것이다. [Fig. 5]

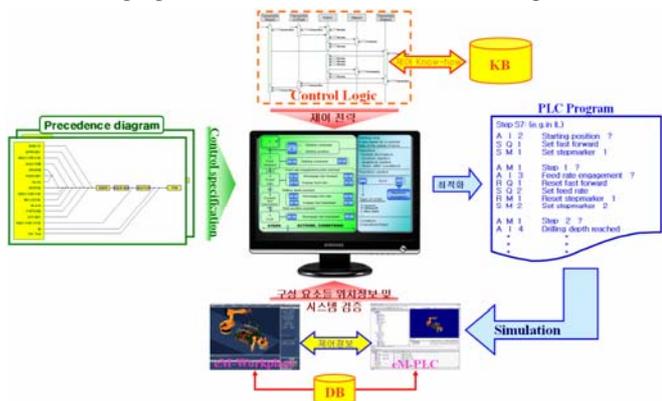


Fig. 5 Simulation system for control program validation

만약 제어시물레이션 단계에서 제어프로그램 상의 오류가 발견되면 Correcting System 에서 오류수정작업을 할 수 있다. Correcting System 은 기존의 상용 Tool 에는 없던 기능으로서 본 연구를 통해 사용자 정의모듈로서 C++ Program 을 사용하여 직접 개발하였다. 개발 초기, 시스템 기획단계에서는 자동화율을 최대한 끌어올려 사용자가 사용하기 쉽도록 개발하고자 하였으나 연동되는 상용 Tool 인 eM-PLC 의 API 가 오픈 되지 않은 관계로 수동으로 오류를 수정하도록 하였다. Correcting System 의 개요는 다음과 같다. [Fig. 6]



Fig. 6 Correcting system for control program

작업 Cell 의 안전하고 정확한 운용 및 오류가 최소화된 PLC 프로그램을 획득하기 위하여 작업 Cell 의 제어시물레이션 및 프로그램 오류수정은 여러 번의 피드백과정을 거치며 최적화된다. 이러한 방법으로 생성된 PLC 프로그램은 SIEMENS PLC 운용 Software 인 STEP7을 사용하여 실제의 하드웨어 컨트롤러인 PLC 에 다운로드 된다. 최종적으로 실제의 Testbed 의 작동과 3D 디지털 환경의 Testbed 의 작동이 얼마나 오차가 없이 구현되는 정도가 본 과제의 중요한 평가지표가 된다.

### 4. 결론

본 연구에서는 PLC 의 기능과 연동되어 현장 프로세스 데이터를 기반으로 제조시스템의 운영에 대한 계획 및 방법론을 제시하고자 하였다. 먼저 Testbed 를 구성하여 구성요소들간의 정보흐름과 시그널흐름모델링, 요소기술개발을 수행하였고 현장의 실제조립 Cell 을 기반으로 제어시물레이션을 수행하였다. 아울러 사용된 제어프로그램은 본 과제와 더불어 진행되고 있는 '제어프로그램 자동생성시스템의 개발'을 통하여 사용자가 쉽게 자동으로 생성 할 수 있을 것이다. 이때 발생하는 제어프로그램의 오류는 Correcting System 을 통하여 수정하며, 피드백과정을 통해 이를 반복 수행하여 최종적으로 제어프로그램의 최적화를 추구한다.

#### 후기

본 연구는 산업자원부에서 추진하는 차세대신기술개발사업의 지원으로 수행되었습니다.

#### 참고문헌

1. H. S. Park, D. B. H. Anh, G. B. Lee, "Development for automatic control system", The 3<sup>rd</sup> International Forum on Strategic Technology, 2008
2. H. J. Kim, S. Kernbaum, G. Seliger, "Emulation-based control of a disassembly system for LCD monitors", Int. Journal Adv. Manuf. Technol., Springer London, 2008