

모듈형 생산시스템 제어를 위한 소프트웨어 개발 Software Development for the Control of Modular Manufacturing System

*김진희, 박성수, 윤희택, 이원균, #민병권, 이상조

*J. H. Kim, S. S. Kim, H. T. Yun, Y. K. Lee, #B.-K. Min (bkmin@yonsei.ac.kr), S. J. Lee
연세대학교 기계공학과

Key words : Intelligent Manufacturing System, Manufacturing System, Control, Module

1. 서론

생산시스템이란 제품 생산에 대한 일괄 공정을 자동화하는 하드웨어 및 소프트웨어를 포함한 시스템을 말한다. 생산 기술의 발전만큼 생산시스템 또한 발전해왔다. 초기의 생산자의 작업을 보조하던 역할에서부터 현재는 생산에 관한 일괄 공정을 설계, 제어, 관리, 프로세스까지 통합한 형태로 진화해왔다.

생산해야 할 제품이 다양한 만큼 생산시스템 또한 다양한 형태를 가져야만 한다. 본 연구에서 다룬 시스템은 마이크로팩토리이다. 마이크로팩토리는 마이크로 단위의 제품을 다품종 소량 생산하기 위해 연구 개발되고 있는 차세대 생산 시스템이다. 마이크로팩토리와 같이 잦은 공정 변경 및 공정을 구성하는 하드웨어 변경이 필요한 다품종 소량 생산에는 모듈형 생산시스템의 형태가 유리하다.

기존 생산시스템의 경우, 높은 의존성을 띄는 각각이 다양한 인터페이스를 가진 하드웨어 모듈들로 구성되어 있다. 이러한 하드웨어 모듈들은 상호 연결되고, 그 연결 개수는 모듈의 개수에 비례하며, 상호 연결로 인하여 모듈 간의 의존성이 더욱 증가하게 된다. 이러한 시스템 상에서 새로운 공정을 추가하거나, 변경이 필요한 경우 결국은 새로운 하드웨어 모듈을 추가, 변경하거나 삭제해야 한다. 즉, 모듈 간의 의존성 때문에 전체 시스템의 구조를 변경해야만 한다는 것이다. 반면에, 모듈형 생산시스템은 각 모듈 간의 의존성을 최소화하고, 독립성을 보장하여 변경에 소요되는 비용을 최소화할 수 있다는 장점을 가진다.

현재까지 모듈형 생산시스템에 대한 연구는 시스템을 구성하는 하드웨어들의 외부 인터페이스를 통일시키는 방식으로 모듈화하는 하드웨어 중심으로 진행되어 왔다. 그러나, 하드웨어 중심의 시스템 개발은 높은 비용과 긴 개발기간을 요구한다. 반면 소프트웨어 중심의 시스템 개발은 상대적으로 짧은 개발기간과 적은 개발비용이 소요된다.

논문에서는 소프트웨어 중심의 모듈형 생산시스템에 대한 개념과 개발에 대해서 설명한 후에, 실제로 연구 개발 중인 소프트웨어에 대해서 설명하도록 하겠다.

2. 소프트웨어 중심의 모듈형 생산시스템

기존 생산시스템의 경우, 위에 설명한 것처럼 다양한 인터페이스를 가진 하드웨어 모듈들로 구성되어 있다. 그렇기 때문에 새로운 공정을 추가하거나 기존 공정을 변경해야 할 경우 거미줄처럼 얽여있는 하드웨어 모듈 간의 의존성 문제를 해결해야 하기 때문에 전체 시스템의 구조를 변경해야만 한다. 본문에서 소개할 생산시스템은 분산시스템 형태의 구조를 가지게 된다. 분산시스템 구조는 구성요소 간의 의존성을 최소화시킬 수 있기 때문에 본 연구에서 전체 시스템의 구조로 선택을 했으며, 시스템에 대한 3 가지 개념을 잡고 그에 맞게 소프트웨어를 설계/개발을 진행했다.

그 핵심개념은 1) 하드웨어 모듈의 블록화, 2) 하드웨어 모듈의 고립화, 3) 하드웨어 모듈의 서비스화이다. 다음부터 하나 씩 살펴보도록 하겠다.

2.1 하드웨어 모듈의 블록화

다양한 인터페이스를 갖는 하드웨어 모듈을 가진 생산시스템은 각각의 하드웨어 모듈을 제어하는 소프트웨어를 통하여 하드웨어 모듈을 추상화시킨다. 이렇게 추상화된 블록은 공통인터페이스를 갖게 되고, 이 블록들을 이용하여 공정 설계를 한다. 구현 측면에서 살펴보면, 공정설계를 담당하는 소프트웨어와 각각의 하드웨어 모듈을 제어하는 소프트웨어가 분리되게 된다. 공정 설계를 담당하는 소프트웨어는 하드웨어 모듈을 공통인터페이스를 가지는 블록으로 인식하게 되고, 그 블록들을 이용하여 블록 다이어그램 형태의 공정 설계를 하게 된다. 동시에 다양한 하드웨어 모듈들은 각각 개별적으로 제어하는 소프트웨어를 갖게 되는데, 안으로는 개별 하드웨어 모듈의 제어를 담당하게 되며 밖으로는 공정 설계를 담당하는 소프트웨어에 대해서 공통 인터페이스를 제공하게 된다.

이런 구조에서 다른 하드웨어 모듈을 추가할 경우에는 공정 설계를 하는 소프트웨어에 대한 변경 필요가 없이, 추가할 하드웨어 모듈을 직접 제어하는 소프트웨어만 새로 제작함을 통해서 이 하드웨어 모듈을 공정에 추가할 수 있게 된다.

2.2 하드웨어 모듈의 고립화

다양한 인터페이스를 갖는 하드웨어 모듈을 가진 생산시스템은 각각의 하드웨어 모듈을 제어하는 소프트웨어를 통하여 하드웨어 모듈을 추상화시킨다. 이렇게 추상화된 하드웨어 모듈은 또한 소프트웨어를 통해서 고립화되게 된다. 고립화란 시스템의 핫스팟 (Hot Spot : 변경이 자주 일어나는 부분)과 콜드스팟 (Cold Spot : 변경이 자주 일어나지 않는 부분)을 분리시킨다는 의미이다. 생산 시스템에서 핫스팟에 해당하는 부분은 개별 하드웨어 모듈을 제어하는 부분이고, 콜드스팟은 하드웨어 모듈을 통한 공정 설계 부분이다.

본 시스템 내에서는 하드웨어 모듈을 추가, 변경, 삭제하는 경우에는 공정을 설계하는 소프트웨어는 전혀 변경할 필요가 없다. 변경이 이루어질 하드웨어 모듈을 제어할 소프트웨어에 대해서만 수정하면 되기 때문에 시스템을 변경할 범위가 크게 줄어들게 된다.

2.3 하드웨어 모듈의 서비스화

다양한 인터페이스를 갖는 하드웨어 모듈을 가진 생산시스템은 각각의 하드웨어 모듈을 제어하는 소프트웨어를 통하여 하드웨어 모듈을 추상화시킨다. 이렇게 추상화된 하드웨어 모듈은 또한 소프트웨어를 통해서 서비스화되게 된다. 하드웨어 모듈은 각각 다른 기능을 갖게 된다. 이러한 기능을 작업 단위로 서비스를 만든다. 이 개념은 IT 분야에서 현재 연구되고 개발되고 있는 웹서비스 (Web Service)라는 소프트웨어 아키텍처에서 개념을 차용해온 것이다. 웹서비스는 웹서비스 기술언어 (WSDL : Web Service Description Language), 전역 비즈니스 레지스트리 (UDDI : Universal Description, Discovery, and Integration), 단순 객체 접근 프로토콜 (SOAP : Simple Object Access Protocol)의 3 가지 구성요소로 이루어져있다. 본 시스템에서는 하드웨어 모듈의 기능을 XML 형태로 기술한 후에 실시간 비동기식 통신

프로토콜을 사용하는 메시징 미들웨어를 사용하여 공정설계 소프트웨어에서 각각의 하드웨어 모듈이 공정에서 실행할 기능을 조정할 수 있게 된다.

3. 모듈형 생산시스템을 위한 소프트웨어 개발

위에 설명한 개념들을 기본으로 개발된 두 개의 소프트웨어를 기반으로 모듈형 생산시스템을 구현하였다. 첫 번째 소프트웨어는 공정 설계를 담당하는 Microfactory Executive 이고, 두 번째 소프트웨어는 개별 하드웨어 모듈을 제어하는 소프트웨어인 Controller Agent 이다.

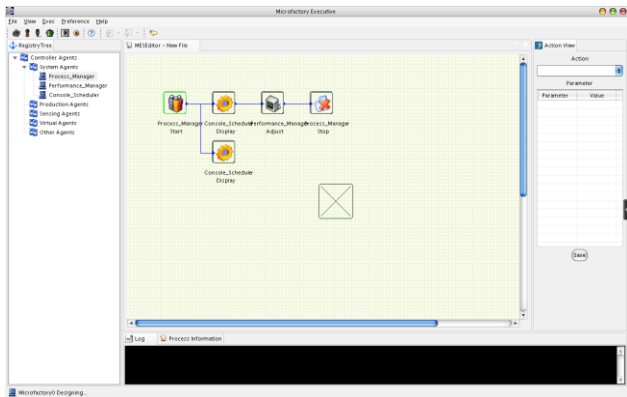


Fig. 1 Microfactory Executive

먼저 Microfactory Executive 라는 소프트웨어는 본 연구에서 연구 대상으로 삼았던 마이크로팩토리의 공정 설계를 담당하는 소프트웨어이다. 이 프로그램은 개별 하드웨어 모듈을 제어하는 Controller Agent 프로그램들과 정해진 프로토콜로 통신하며 동적으로 하드웨어 모듈을 추가, 변경, 삭제하고 하드웨어 모듈을 제어하는 Controller Agent 들을 통해서 블록 형태로 이 소프트웨어에 등록되어 위 그림처럼 블록 다이어그램 형태로 공정 설계 및 실행을 할 수 있게 된다.

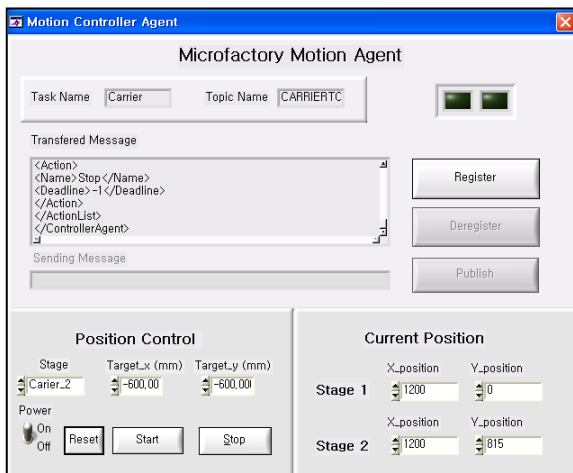


Fig. 2 Controller Agent (스테이지 제어)

두 번째 소프트웨어는 개별 하드웨어를 제어하는 Controller Agent 이다. Controller Agent 는 외부로는 미리 정해진 프로토콜을 통해서 Microfactory Executive 에 자신이 제어하는 하드웨어에 대한 정보 (하드웨어 종류, 제공할 기능 및 파라미터)을 전송하고, 직접 실행 명령을 받는 역할을 담당함으로써, 하드웨어 모듈을 Microfactory Executive 에게 공통인터페이스를 갖도록 만들고, 내부로는 전송 받은 명령을 이용하여 하드웨어 모듈을 직접 제어한다.

4. 결론

본 연구에서는 소프트웨어 중심의 모듈형 생산시스템을 구현하기 위해서 하드웨어 모듈의 추상화에 대한 3 가지 개념 (블록화, 고립화, 서비스화)을 정의하였다. 그리고, 그것을 이용하여 실제 소프트웨어를 설계/개발하였다. 다양한 인터페이스를 가진 하드웨어 모듈을 소프트웨어를 통해서 공통 인터페이스를 갖도록 한 하드웨어 모듈의 블록화, 변경이 자주 일어나는 부분인 하드웨어 모듈의 제어 부분을 고립시키는 하드웨어 모듈의 고립화, 그리고 하드웨어 모듈이 가지고 있는 기능을 외부로 노출시키는 서비스화라는 개념을 통해서 공정 설계와 하드웨어 제어를 분리한 두 개의 소프트웨어 (Microfactory Executive, Controller Agent)를 이용하여 모듈형 생산시스템을 구성하였다. Microfactory Executive 는 공정 설계 및 공정 실행을 담당하는 소프트웨어이며, 개별 하드웨어를 제어하는 Controller Agent 가 블록화한 하드웨어 모듈을 이용하여 공정 설계하여 실행시킨다. 그리고, 이것을 이용하여 재구성이 용이한 모듈형 생산시스템을 구성하였다.

참고문헌

1. Baker, A.D., A survey of factory control algorithms that can be implemented in a multi-agent heterarchy: Dispatching, scheduling, and pull. *Journal of Manufacturing Systems*, 1998. 17(4): p. 297-320.
2. Barhak, J., et al., Integration of reconfigurable inspection with stream of variations methodology. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 2005. 45(4-5): p. 407-419.
3. Gholamian, M.R. and S.M.T.F. Ghomi, Meta knowledge of intelligent manufacturing: An overview of state-of-the-art. *Applied Soft Computing*, 2007. 7(1): p. 1-16.
4. Mezgar, I., C. Egresits, and L. Monostori, Design and real-time reconfiguration of robust manufacturing systems by using design of experiments and artificial neural networks. *Computers in Industry*, 1997. 33(1): p. 61-70.
5. Rzevski, G., A framework for designing intelligent manufacturing systems. *Computers in Industry*, 1997. 34(2): p. 211-219.
6. Shen, W.M., et al., An agent-based service-oriented integration architecture for collaborative intelligent manufacturing. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 2007. 23(3): p. 315-325.
7. Xu, K., L.C. Liu, and C. Wu, A three-layered method for business processes discovery and its application in manufacturing industry. *Computers in Industry*, 2007. 58(3): p. 265-278.