

## IT 기반 제어시스템의 모듈형 소프트웨어 기술 개발

이희원\*, 김기원, 민병권, 이상조(연세대학교 기계공학부)

### Development of Modular Software Technology for IT-based Control System

Hiwon Lee, Kiwon Kim, Byung-Kwon Min, Sang Jo Lee (School of Mechanical Eng., Yonsei University)

#### ABSTRACT

For agile production methods, manufacturing system requires development of a motion controller which has flexibility of general-purpose motion controller and productivity of specialized-purpose one. In this study we developed a flowchart programming development environment for motion language and process control. A controller designed on this environment can be used as a general purpose motion controller of a machine tool. Design of control programming based on a flowchart has the advantages such as reducing the programming time and improving intuitiveness of interface for users. We created the flowchart-based platform using OPC communication.

**Key Words** : Motion language(운동제어언어), Process control (공정 제어), Flowchart programming (순서도 프로그래밍), OPC (OLE for Process Control)

#### 1. 서론

고객의 요구가 점점 다양화되고 예측하기 힘들어짐에 따라 생산기술의 목표가 다품종 소량생산으로 바뀌어가면서, 기업은 다양한 상황에 신속하고 효과적으로 대응하기 위한 민첩성(agility)을 갖는 생산방식에 주목하고 있다. 이러한 가운데 민첩 생산 시스템을 구현하기 위하여 전용기에 필적할만한 생산성과 범용기의 유연성을 겸비한 운동 제어기(motion controller)의 개발이 요구되고 있다. 이를 위해서 다양한 기능을 수행할 수 있는 운동제어언어가 필수적이라고 할 수 있다. 특히 현대사회의 큰 부분을 차지하고 있는 IT 기술과 인터넷을 통한 제어 기술 및 자동화 기술등이 제어기와 결합되어 작업의 효율화 및 유연 생산 등을 극대화 시킬 수 있을 것으로 기대되고 있다.

전용 생산기계의 제어기가 점차 범용 제어기의 형태로 바뀌어가고 있는 최근의 추세에 대응하기 위해서 생산기계 제어언어와 공정관리 소프트웨어를 효율적으로 개발하는 새로운 모듈형 프로그래밍 환경이 필요하다. 본 연구는 이러한 프로그래밍 환경에 사용자 편의를 고려한 그래픽 기반의 공정 및 동작(위치) 제어 언어를 구현하고 이를 범용 제어

기와 통합하는 운동제어언어 프로그래밍 환경을 개발하는 것을 목표로 한다.

그래픽 기반의 동작제어 언어를 구현하기 위해서는 사용자가 원하는 개념, 정보, 시스템 등을 간단한 마우스 조작 만을 사용해 시각적으로 표현하고 정보를 전달하는 데 유용한 다이어그램 등을 작성할 수 있어야 한다. 사용자가 정의한 도형에 사용자가 임의로 정보를 포함시킬 수 있으며, 모듈화된 프로그램을 이용하여 다이어그램에 포함된 정보를 활용할 수 있어야 한다. 본 연구에서는 이러한 특성을 만족시키도록 사용자가 그래픽만을 이용하여 기계의 동작을 표현할 수 있는 프로그래밍 환경을 개발하였다. 이를 통하여 공장 기계 및 기타 산업용 설비들의 운동을 구현하고 제어할 수 있는 동작언어 프로그래밍 환경의 프로토타입을 개발하였다.

동작언어 중에서도 전체의 공정을 제어하기 위한 방법으로 기존의 래더로직(Ladder logic)표현 방법보다 더 직관적이고 표현이 단순한 플로우차트를 사용하여 공정을 표현하는 방법에 대한 연구를 진행하였다. 플로우차트를 이용한 제어 프로그래밍은 그 직관적인 특징으로 프로그래밍 시간을 줄이고 이해도를 높이며 시각적으로 진단 기능을 활용할

수 있는 장점 등을 가지고 있다.

## 2. 플로우차트 프로그래밍

Fig. 1에 제시된 것과 같이 플로우차트는 간단하고 직관적인 시각화를 통하여 공정설계에 참여하는 인력들에게 공정을 설명하고 이해시키는 강력한 도구이다. 이 공통의 언어적 표현수단을 통하여 엔지니어와 작업자, 설계자들이 모두 플로우차트를 해석하여 프로세스를 단계적인 방법으로 프로그래밍하고 문제를 해결할 수 있도록 접근하는 것이 가능하다.

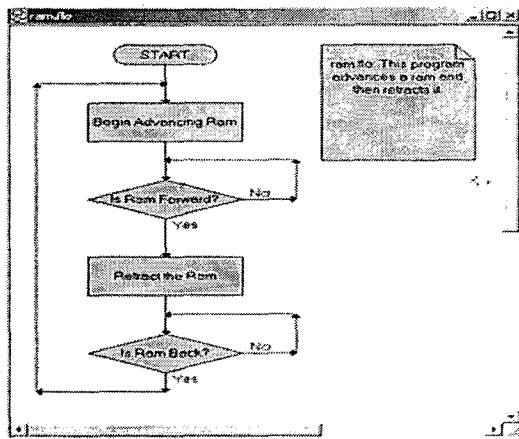


Fig 1. Flowchart programming environment

PC-기반과 플로우차트 프로그래밍을 이용한 제어시스템은 기존의 G-code와 래더 다이어그램 프로그램을 사용한 경우보다 프로세스를 생성하는 디자인 시간을 단축할 수 있다. 플로우차트는 프로세스의 기능을 수행하는 블록과 논리적 판단으로 분기와 선택적인 동작을 만들어내는 블록으로 나누어질 수 있고 이러한 블록을 기반으로 프로세스를 구성해 나갈 수 있으므로 직관적인 제어 알고리즘을 구성할 수 있다.

단순히 직관적인 표현방법 이외에도 플로우차트 프로그래밍을 통하여 제어 알고리즘의 설계와 구현을 용이하게 하는 이유는 재사용 가능한 모듈화된 프로그래밍 기법을 사용하기 때문이다. 플로우차트 프로그래밍은 생성된 프로그램을 여러 경우에 재사용할 수 있도록 하는 기능을 제공한다. 동일한 혹은 유사한 동작이 많은 제어 프로세스의 설계에서 기존에 생성되어 있는 코드를 잘 활용함으로써 개발 시간과 개발 비용을 단축할 수 있다. 또한 이러한 점은 반복적으로 사용되는 코드의 신뢰도를 높이고 시스템의 적용도를 높이는 이점을 갖는다. 코드의

재사용은 플로우차트를 응용하여 제어 프로그램을 설계할 시에 필요한 기능들을 모듈화 하고 그 단위 별로 응용이 가능한 서브 프로그램으로 구성함으로써 구현될 수 있다.

플로우차트 프로그래밍에서는 기본적으로 플로우차트를 이루는 블록들에 의하여 데이터와 프로세스가 캡슐화 되어있다고 볼 수 있다. 또 그 블록들을 큰 단위로 묶은 슈퍼 블록(super-block)을 구성하여 단위 모듈을 확장하는 기능을 통하여 모듈화를 가능하게 한다. 이런 방법으로 서브 프로그램을 표현하는 모듈들로 전체의 프로세스를 구성할 수 있으며, 각각의 서브 프로그램들은 가지고 있는 파라미터를 통하여 입출력을 가능하게 한다.

위와 같은 측면에서 플로우차트를 이용한 프로그래밍에서는 기존의 방법에 비하여 생산성 측면에서 우위를 갖는다. 프로그래밍 시간을 단축하고 그 이해에 걸리는 시간과 비용을 줄여서 전체적인 프로세스의 구성을 원활하게 한다.

플로우차트 프로그래밍이 갖는 또 하나의 이점은 그래픽 기반으로 이루어지는 프로세스의 상태 모니터링이 용이하다는 점에 있다. 프로세스가 흘러가는 상태가 PC 스크린을 통하여 직접적으로 표현될 수 있기 때문에 기계의 상태를 조작자가 직관적으로 판단할 수 있도록 한다. 또한 정해진 플로우차트에 따라서 기계 상태의 수정과 재조작 등이 가능할 수 있도록 한다. 플로우차트가 직관적이고 이해하기 쉽기 때문에, 플로우차트 프로그래밍을 통한 PC-기반의 제어는 연속적인 과정 개선에 유용하게 사용될 수 있다.

## 3. 플로우차트 프로그래밍 환경 개발

### 3.1 플로우차트의 구현

정밀 공정 제어에 이용하기 위하여 각 공정의 아이디어나 정보, 시스템을 시각화하여 의사전달을 도와주는 환경이 필요하게 되었다. 이를 위하여 Microsoft의 다이어그램 소프트웨어인 Visio를 이용하여 연구를 진행하였다. Visio를 통하여 다이어그램을 작성하는 것은 텍스트와 숫자만으로 표현하는 것보다 간략하고 효과적으로 정보를 가시화하여 전달할 수 있었다. 또 Visio에서는 사전에 정의된 블록에 정보를 포함시켜 블록에 의미를 부여하는 것이 가능하다. 또 자체적으로 솔루션을 개발할 수 있는 환경을 제시하고 있기 때문에 이를 이용하여 공정제어에 필요한 플로우차트 프로그래밍 인터페이스를 제작할 수 있었다.

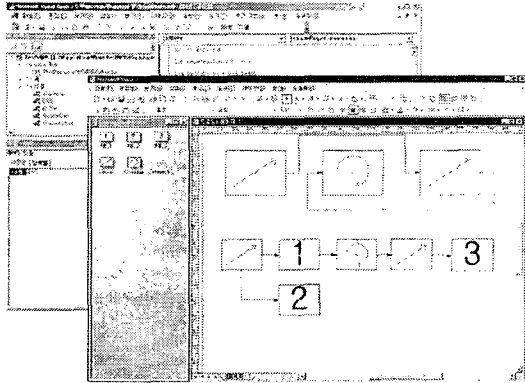


Fig 2. Flowchart development based on Visio environment

플로우차트를 구현하기 위해서는 블록들의 연결을 해석하고 이를 통하여 공정과 데이터의 흐름을 해석할 수 있어야 하며, 분기를 위한 판단문의 개발이 필요하다. 플로우차트의 분기는 상황의 판단에 따라서 프로세스의 흐름을 조절하고 설정에 따라 반복문을 수행하고 이를 통하여 프로세스의 제어 가능하게 된다. 각각의 블록들에게 정의해 줄 수 있는 파라미터를 판단하는 로직을 포함시킴으로 프로세스의 흐름을 제어하는 것이 가능해진다. Fig. 3 은 플로우차트의 각각의 블록에 정의내릴 수 있는 속성창을 보여주고 있다.

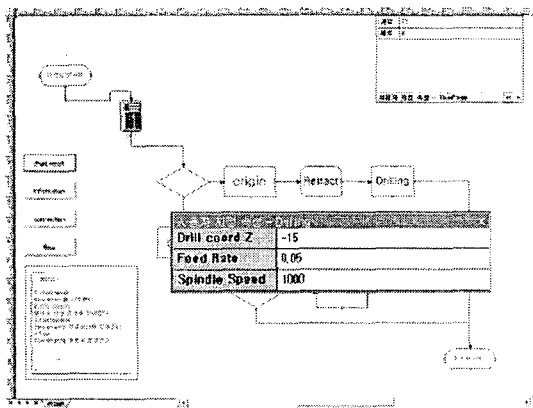


Fig 3. Flowchart programming environment

본 연구를 통해서 flowchart 를 통한 정밀 공정 제어 환경은 크게 두 가지로 요약할 수 있다. 하나는 다이어그램의 흐름으로 실제 데이터의 흐름을 구현할 수 있다는 것과 판단문을 만듦으로써 플로우차트가 논리적 값에 따라 흐름을 제어 할 수 있다는 것이다. Fig 4 는 판단 블록의 속성값에 따라 공정의 흐름이 분기되어 진행될 수 있음을 보여주

고 있다.

이렇게 플로우차트의 형태로 구현된 공정의 흐름은 필요에 따라 여러가지 형태의 정보로 가공되어 실제 제어기로 들어가거나 시뮬레이션을 위한 데이터로 사용될 수 있다. 공정의 정보는 모두 XML 데이터로 정리되고 G-code 의 형태로도 변환이 가능하다.

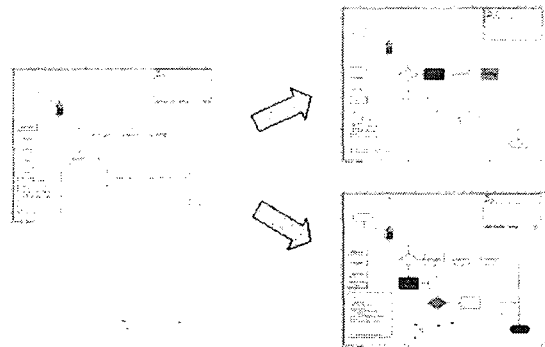


Fig 4. divergence of process by decision block

### 3.2 OPC 와 플로우차트의 연결

OPC (OLE for Process Control)는 프로세스에 사용되는 다양한 장비들 간의 통신을 위한 국제 산업 표준이다. 이런 표준화는 장비의 모니터링 및 제어 소프트웨어의 개발이 하드웨어 제조사에 종속되어 발생하는 호환성, 상호 이식성과 같은 문제점들을 개선하기 위한 것이다. OPC 표준을 따르면 다른 업체들 사이에서도 하드웨어와 소프트웨어의 개발이 가능하고 사용자에게 따라 하나의 하드웨어에 대하여 다양한 소프트웨어 중 자신에게 맞는 제품을 선택하여 사용할 수 있다. 또한 제품의 개발, 유지, 개선이 쉽게 이루어 질 수 있다. OPC 표준의 적용은, 자동화 분야의 사용자, 소프트웨어 개발사, 하드웨어 제조사에게 다양한 이득을 제공한다.

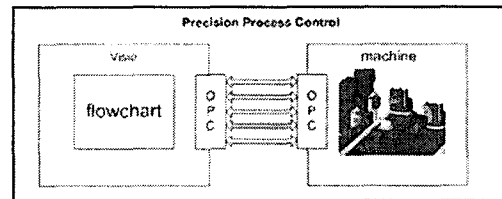


Fig 5. Schematic diagram of flowchart program based process control using OPC communication

OPC 규격에 따라 표준화된 장비와 이런 장비들을 이용하는 공정 제어에 쓰일 범용 정밀제어 환경의 개발하기 위하여 플로우차트에서도 OPC 데이터

를 수용할 수 있도록 개발하였다. 이를 통하여 OPC 를 사용하는 실제 장비와의 연결을 쉽게 할 수 있다.

판단문으로 만들어진 OPC item 은 서버로부터 Boolean 값을 읽어와 그 값에 따라 플로우차트를 분기한다. Fig. 6 은 OPC 를 통하여 정해진 변수의 값에 따라 공정이 분기되어 진행 되는 것을 보여주고 있다. OPC 데이터를 공정의 흐름상에서 시각적으로 표현할 수 있으므로 공정의 흐름을 모니터링하기에 편리한 기능을 제공한다.

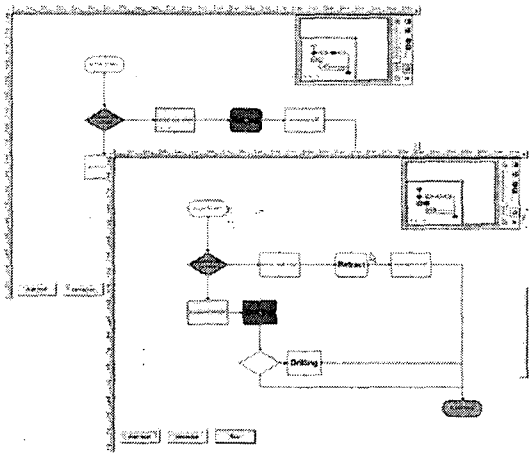


Fig 6. Divergency by OPC Data in decision block

#### 4. 결론

플로우차트를 이용하여 제어 프로그램을 디자인하는 방법은 그 직관적인 인터페이스를 통하여 기존의 Ladder Logic 보다 디자인의 소요 시간을 줄이고 가독성을 높이는 효과를 나타낸다. 또 공정의 모니터링을 위한 방법으로 사용될 수 있으므로 플로우차트를 이용한 프로그래밍 방법은 PC-기반의 모듈형 제어 프로그램으로 유리한 측면이 많다. 또 각각의 블록들을 모듈화 하여 사용이 가능하기 때문에 재설계나 수정의 경우에도 용이한 장점이 있다. OPC 와 플로우차트의 연동을 통하여 OPC 환경으로 구성된 제어시스템을 쉽게 플로우차트에 연동시키도록 하였다.

플로우차트를 사용한 공정의 표현방법을 실제 제어기에 적용하기 위해서 자체적으로 플로우차트를 구현하는 프로그램을 제작하여 터보테크의 제어기의 동작언어 구현하는 모듈에 포함하기 위한 연구가 진행되고 있다.

현재 작성중인 프로그램에서는 실제 제어기에 사용되는 모든 기능을 포함하고 선택적 조건문, 분

기문, 내부 레지스터 호출 등의 기능을 구현하고 연산문과 모니터링 기능을 포함한 프로그램을 개발하고 있다. 작업자의 편의를 위하여 플로우차트를 구성하는 블록의 형태를 최대한 단순화하여 작업시간을 단축하기 위한 연구를 진행하고 있다.

#### 후 기

본 연구는 산업자원부에서 지원하는 중기거점사업 및 융합형 나노제어기 개발사업의 지원에 의해 수행되었습니다.

#### 참고문헌

1. Völker, N, Bernd, J. K , 뭇 utomated verification of function block-based industrial control systems,? Science of Computer Programming 42 , pp. 101-113, 2002
2. Park, E., Tilbury, M. D., and Khargonekar, P. P., 뭇 odular Logic Controllers for Machining Systems: Formal Representation and Performance Analysis using Petri Nets? IEEE Transactions on robotics and automation, vol. 15, No. 6, 1046-1061, December 1999
3. Chang N., Kwon W. H., Park J. H., 뭇 ardware implementation of real-time , Petri-net-based controllers,? Control Engineering Practice 6, 889-895, 1998
4. Microsoft Visio Version 2002 Inside Out, Nanette J. Eaton, 2001, Microsoft Press
5. Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing 2nd , Mikell P. Groover, , 2001, Prentice Hall
6. Jung Y. S., Seong P. H., Kim M. C., 뭇 model for computerized procedures based on flowcharts and success logic trees,? Reliability Engineering & System Safety, vol. 26, 351-362, 2004
7. 황봉하, 김성기, 이희원, 박성준, 민병권 뭇 기반 제어시스템의 모듈형 S/W 기술개발? 1 차년도 IT 기반 나노제어시스템 개발사업 Workshop, 2003
8. OPC ? Fundamentals, Implementation, and Application 2<sup>nd</sup> rev., 2002, Huthig Verlag Heidelberg
9. 이희원, 김기원, 민병권 그래픽기반의 공정제어를 위한 플로우차트 프로그래밍 방법? 2 차년도 IT 기반 나노제어시스템 개발사업 Workshop, 2004