

SFC로 설계된 공정제어에서 개선된 단일 시퀀스 제어 방법

유정봉[†] · 김민영* · 전호익**

[†]공주대학교 전기전자제어공학부, *백석문화대학 컴퓨터정보학부, **해전대학 컴퓨터과

Improved Method of Single Sequence Control in Process Control designed by SFC

Jeong Bong You[†], Min Young Kim* and Ho Ik Jeon**

[†]Division of Electrical & Electronic & Control Engineering of Kongju Univ.,

*Division of Computer Information of Baekseok College of Cultural Studies

**Dept. of Computer of Hyejeon College

ABSTRACT

Programmable Logic Controller(PLC) is the most widely utilized and plays an important role in industrial control system. Among PLC languages, Sequential Function Chart(SFC) is performed in small scale industrial process. On programming by SFC, a single sequence is utilized to control the simple process. In this paper, we propose the method that describe the improved single sequence and confirm its feasibility through an actual example.

Key Words : PLC, LD, SFC, Process Control, Single Sequence

1. 서 론

최근 복잡하고 다양한 형태의 제어를 요구하는 공정 제어에서 PLC(Programmable Logic Controller)가 가장 많이 사용되고 있으며, 가장 다양하게 응용되고 있다. 특히 설계 사양 및 기능을 변경하기가 용이하고 신뢰성이 높으며, 확장성이 뛰어나 산업용 제어장치로써 중요한 역할을 하고 있다. 또한 PLC에서 사용되는 표준 언어는 IEC-1131-3의 국제 규격에 제시되어 있으며, IL (Instruction List), ST(Structured Text)의 텍스트 기반 언어와 LD(Ladder Diagram), FBD(Function Block Diagram), SFC(Sequential Function Chart)의 그래픽 언어가 있다[1-2].

LD언어가 PLC에서 가장 많이 사용되지만, 소규모의 제어 시스템에서는 SFC언어를 사용하기도 한다. SFC 언어는 단일시퀀스, 선택 시퀀스, 병렬시퀀스의 3가지 방법으로 제어하게 된다.

단일 시퀀스는 하나의 루틴을 처음부터 끝까지 순차

적으로 실행시키는 시퀀스이고, 선택 시퀀스는 조건 처리시에 여러가지 조건을 선택해서 루틴을 결정하는 시퀀스이다. 그리고 병렬시퀀스는 다중 루틴을 동시에 실행시킬 수 있는 시퀀스이다[3].

이중 단일 시퀀스는 복잡하지 않고 단순한 공정을 제어할 때 사용하게 된다. 이것은 첫 스텝에서부터 마지막 스텝까지 순차적으로 기술하며, 순차적으로 실행시킬 수 있는 시퀀스 이기 때문이다. 그러나 이 단일 시퀀스는 좀 더 복잡한 공정을 제어하기 위해 알고리즘을 기술할 때는 알고리즘이 상당히 길어져 해석하기가 어려워지는 단점을 가지고 있다.[4]

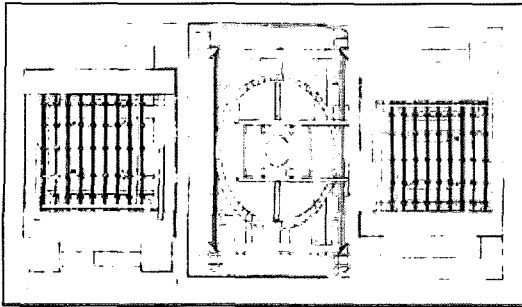
본 논문에서는 단일 시퀀스를 기술할 때 이러한 단점을 극복하기 위해 병렬 시퀀스를 이용하여 단일 시퀀스를 제어할 수 있는 방법을 제시하고, 글라스 코팅 설비에 이 병렬 시퀀스 제어 방법을 적용하여 단일 시퀀스 기술 및 제어가 가능함을 확인하였다.

2. 알고리즘 설계

2.1. 시스템 개요

본 연구에 사용된 시스템은 글라스 코팅 설비이며,

[†]E-mail : jbyou@kongju.ac.kr



인입부 레지스터부 반송부

Fig. 1. Configuration of Glass Coating instrument.

10인치 이상의 글라스를 레지스트 코팅하는 설비로써 LCD 장비에 사용될 수 있고, 기타 특수 글라스 생산 설비로 이용될 수 있다. 이 설비는 그림 1과 같이 인입부, 레지스터부, 반송부의 3개 Unit로 구분된다.

인입부는 코팅하기 위한 글라스를 레지스터부로 이송하기 위한 컨베이어 부이고, 레지스터부는 인입부로부터 전송받은 글라스에 레지스트를 뿌리고 글라스를 회전시켜 레지스트를 전체 글라스에 일정하게 도포하여 건조시켜 코팅하는 장치이다. 또한 반송부는 레지스터부에서 코팅된 글라스를 적재함으로 이송하기 위한 장치이다.

2.2. 단일 시퀀스 설계

글라스 코팅 설비를 단일 시퀀스로 설계하게 되면, 그림 2와 같이 된다.

그림 2에서 이중 사각형으로 된 S1 스텝은 초기 스텝으로 SFC의 시작을 나타낸다. 그리고 S2 스텝부터 S12스텝까지는 블록을 나타내며, 이 블록은 액션 내부가 래더 다이어그램으로 다시 작성될 수 있음을 나타낸다.

S2 스텝부터 S4 스텝까지는 전체의 공용 프로그램 부분이고, S5 스텝부터 S6 스텝은 인입부 프로그램 부분을, S7 스텝부터 S10 스텝까지는 레지스터부 프로그램 부분을, S11 스텝부터 S12스텝은 반송부 프로그램 부분을 나타낸다. 즉, 이 단일 시퀀스에서는 3 Unit를 순차적으로 기록한 것으로 좀 더 복잡한 프로그램이 되면 보기가 좀 까다롭고, 유지보수 하기가 수월하지 않게 된다.

2.3. 개선된 시퀀스 설계

2.2절에서 설계된 단일 시퀀스는 1번 스텝에서부터 12번 스텝까지 순서대로 기술되기 때문에 대단히 길어 규모가 큰 장비를 제어할 때는 유지보수하기가 매우

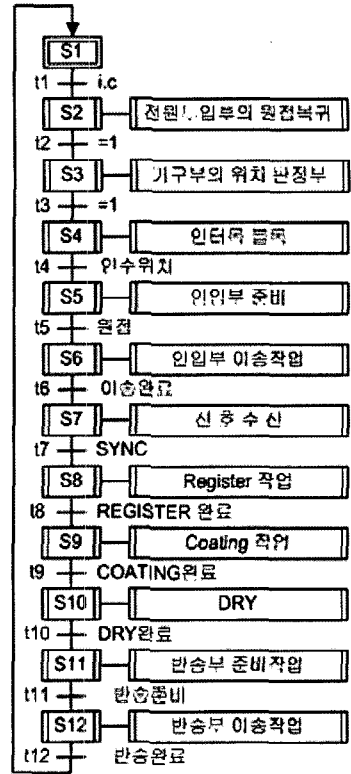


Fig. 2. Single Sequence.

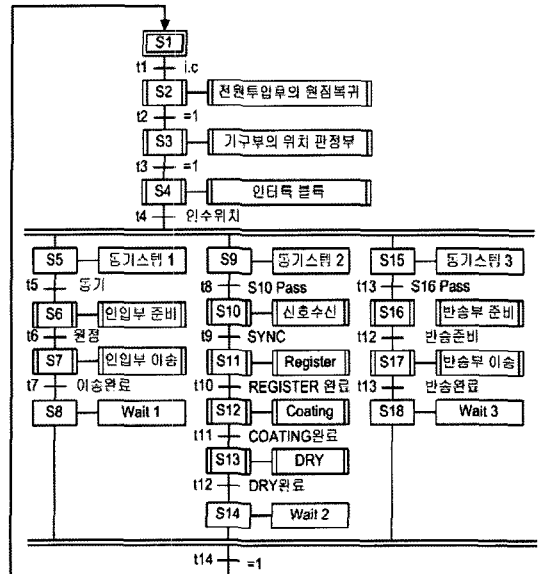


Fig. 3. Parallel Sequence.

힘들게 된다. 이러한 단점을 극복하기 위해 그림 3과 같이 병렬 시퀀스를 사용하여 개선된 단일 시퀀스의

기능을 향상시킬 수 있게 된다.

그림 3에서 S2 스텝에서 S4 스텝까지는 공통부 시퀀스를, S5 스텝에서 S8 스텝까지는 인입부 시퀀스를, S9 스텝에서 S14 스텝까지는 레지스터부 시퀀스를, S15 스텝에서 S18스텝까지는 반송부 시퀀스를 나타낸다.

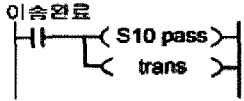


Fig. 4. Ladder diagram of T7 Transition.

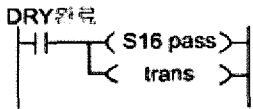


Fig. 5. Ladder diagram of T12 Transition.

T7의 트랜지션은 그림 4와 같이 T12 트랜지션은 그림 5와 같이, 래더 다이어그램으로 작성된다.

그림 3에서 S7 스텝이 활성화되고, 이송완료 신호가 발생하면 t7 트랜지션이 만족되고 그림 4와 같이 S10 pass 신호가 발생하게 된다. 그러면 t8 트랜지션이 만족하게 되고 S10 스텝이 활성화 되어 인입부의 시퀀스가 종료되고 레지스터부의 시퀀스가 시작되게 되는 것이다.

또한 S13 스텝이 활성화되고 DRY 완료 신호가 발생하게 되면, 그림 5와 같이 S16 pass 신호가 발생하게 된다. 그러면 t13 트랜지션이 만족하게 되고 S16 스텝이 활성화되어 레지스터부의 시퀀스가 종료되고 반송부의 시퀀스가 시작되게 되는 것이다.

2.4. 실험결과 및 검토

본 연구를 위해서 PLC는 LG산전의 GLOFA GM4 기종의 CPU를 사용하였으며, 편집 프로그램은 GMWIN

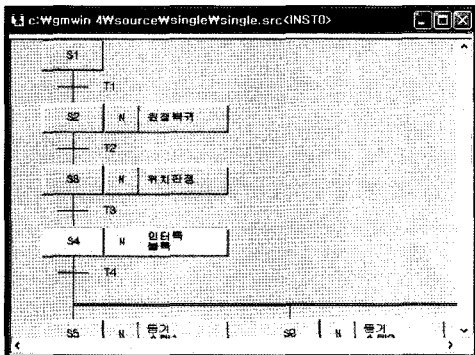


Fig. 6. Activation of S4 Step.

Ver 4.0을 사용하였다[5-6].

그림 6은 S4스텝이 활성화된 것을 보여준다. 이 상태에서 T4 트랜지션을 만족하게 되면 그림 7과 같이 된다. 병렬시퀀스 안의 S5, S9, S15 스텝이 동시에 활성화됨을 알 수 있다.

그림 8에서 S7스텝이 활성화상태에서 t7트랜지션을 만족하면 S8스텝이 활성화되고, S10 pass신호가 발생하여 레지스터 유닛 시퀀스의 첫번째스텝인 S10스텝이 활성화됨을 알 수 있다. 그림 9에서도 S13 스텝이 활성화된 상태에서 T12 트랜지션을 만족하면 S14스텝이 활성화되고 S16 pass 신호가 발생하여 반송부 유닛 시퀀스의 첫번째 스텝인 S16 스텝이 활성화됨을 알 수 있다.

그림 10에서 'wait' 스텝이 활성화되어 모든 시퀀스가 종료되었음을 알 수 있다. 따라서 본 논문에서 제시된 병렬시퀀스를 사용하여 단일시퀀스를 개선시키는

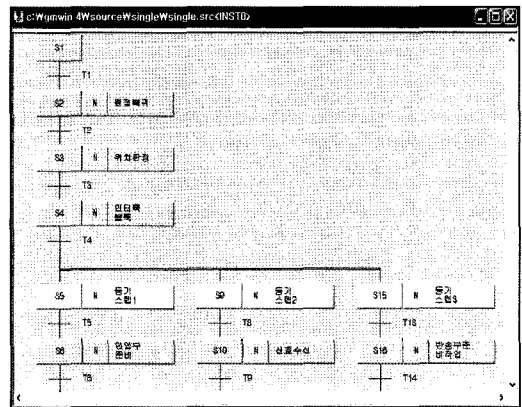


Fig. 7. Activation of S5, S9 and S15 Step.

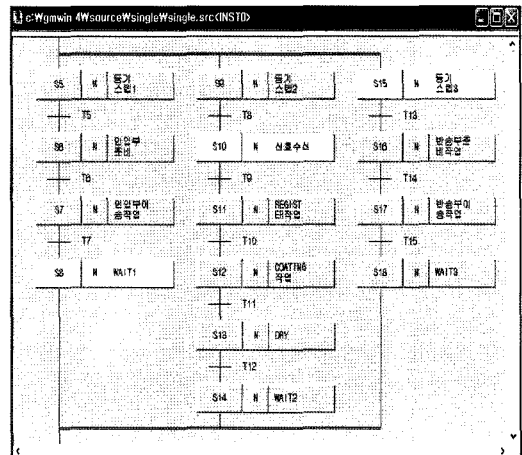


Fig. 8. Activation of Register unit Sequence.

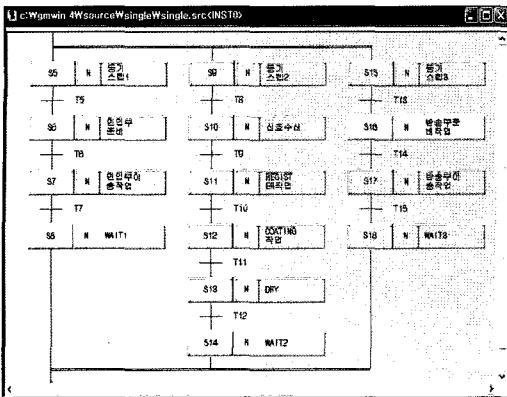


Fig. 9. Activation of Output unit Sequence.

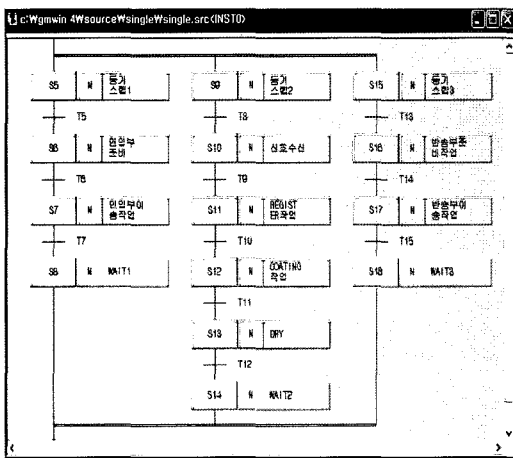


Fig. 10. Activation of Resynchronization Step.

것이 가능함을 확인할 수 있었다.

4. 결 론

산업제어 시스템에서 제어기로써 PLC를 많이 사용하고 있으며, 대부분은 LD 언어를 사용하지만 소규모

의 제어에서는 SFC언어를 사용할 수 있을 것이다. SFC 언어를 사용하여 프로그램할 때 프로그램의 양이 적을 때는 단일시퀀스 만을 사용하여도 제어가 가능하지만, 여러 기능이 병렬처리가 가능할 때는 병렬시퀀스를 사용해야 한다. 그러나 병렬처리가 가능하지 않을 때도 병렬시퀀스를 사용하여 단일시퀀스의 기능을 발휘할 수 있음을 본 논문을 통해 확인할 수 있었다.

이러한 방법을 사용하면 좀 더 편리하게 프로그램할 수 있어 반도체 설비 및 디스플레이 설비제어시에 유용하게 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Bong-Suk Kang and Kwang-Hjun Cho, "Discrete Event Model Conversion Algorithm for Systematic Analysis of Ladder diagrams in PLCs", Journal of Control, Automations and Syatems Engineering, Vol 8. No.5. p.401-406. May 2004.
2. Jeong-Bong You, "Improved Implementation of Interlock Using Management Step Described by SFC", 조명·전기설비학회 논문지, Vol.19, No.3, p.127-133, May 2005.
3. M. Zhou amd E. Twiss, "Design of Industrial Automated Systems vis Relay Ladder Logic programming and Petrinets", IEEE Trans on Systems, Man and cybernetics-part C; Applications and Reviews, Vol. 28, No.1, p.137~150, 1998.
4. Giuseppe Casalino, Giorgio Cannata, Giorgio Panin, Adrea Caffaz, "On a Two Level Hierachical Structure for the Dynamic Control of Multifingered Manipulation", Proceedings of the 2001 IEEE, International Conference on Robotics & Automation Seoul Korea, 2001.
5. "Mitsubishi PLC Programming Manual", Mitsubishi, QnA series, 2004.
6. "LG Programmable Logic Controller Glofa-GM", LG Industrial Systems, 2004.