

CIM 구축을 위한 회분공정관리기 개발

고대호, 이승훈, 문일
연세대학교 화학공학과

Development of a Batch Process Manager for CIM

Daeho Ko, Seunghun Lee, Il Moon
Department of Chemical Engineering, Yonsei University

서론

최근 여러 기업들이 경영합리화 및 공정효율 증대를 위한 일환으로 통합자동화시스템(CIM, Computer Integrated Manufacturing) 구축에 많은 노력을 기울이고 있다[4]. 현재 CIM의 하부단계인 안전잠금장치단계와 제어단계까지는 자동화가 비교적 잘 이루어져 있고 상위단계에서 하는 스케줄링 및 최적화 연구도 상당부분 이루어져 있다. 통합자동화시스템을 위해선 이러한 상부단계와 하부단계를 연결하고 통합해야 하는데 이 역할을 맡은 것이 회분관리단계이다. 이 시스템은 그 두 단계간의 차이가 발생하는 것을 실시간으로 해결하고 효율적으로 데이터를 공유하며 전달해야 한다[3]. 회분공정은 조업이 유연하고 시장수요에 탄력성 있게 대처할 수 있다는 장점이 있는 반면에 스케줄링단계와 제어단계간의 차이(variation)가 자주 발생하고 복잡하다는 단점이 있어서 이의 극복을 위한 방안이 필요한 실정이다. 따라서, 본고에서는 효율적인 컴퓨터통합생산(CIM) 시스템의 구축을 위해서 적절하게 자료를 전달 및 공유하고 공정의 variation을 바람직한 방향으로 극복하며 각 단계들을 개방구조로 연결 및 통합시킬 수 있는 시스템인 회분공정관리기의 개발을 위한 핵심기술을 다루고자 한다.

CIM과 회분공정관리기

CIM이란 생산원료에서부터 장치들의 조작, 관리 등을 거쳐서 경영, 마케팅에 이르기까지의 전 과정을 컴퓨터를 이용하여 통합한다는 개념이다. 여기서 통합한다는 의미 즉, CIM을 효율적으로 이룩한다는 것은 다음과 같은 조건을 만족해야 한다.

- 각 단계별로 자료 및 정보의 전달이 원활히 이루어져야 한다[3].
- 데이터를 적절히 공유할 수 있는 공유데이터베이스가 구축되어야 한다[3].
- 데이터베이스 구조가 개방형(open system)이어야 한다.
- 이를 위해선 네트워크의 구성이 잘 이루어져야 한다[3].

ISA에서 규정한 SP88에 의하면, 회분공정에 대한 CIM의 계층구조가 다음 그림1과 같다[2]. 회분공정관리기는 하위단계인 안전잠금단계와 제어단계를 상위단계인 레시피관리 및 생산스케줄링단계와 연결하고 메시지전달의 역할을 함

으로써 CIM을 이룩할 수 있도록 도와준다.

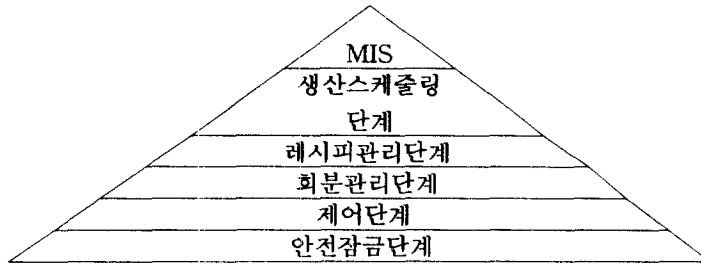


그림1. 회분공정의 CIM

그림1에서 회분공정관리단계에서는 공정을 직접 제어하는 하위단계(안전잠금단계, 정치/이산제어단계, 순차제어단계 등)와 상위단계(레시피관리 등, 생산스케줄단계 등)를 연결시켜주는 기능을 한다.

이것의 특징은 다음과 같다.

- 레시피, 스케줄링, 제어단계를 연결·통합시켜주는데 이 통합구조를 개방적으로 구성(open system)하여 각단계별 자료 중 공통된 것은 공유하면서 효율적으로 관리한다.
- 스케줄링단계에서는 계산시간이 오래 걸리므로 제어단계의 상황변화에 따라 실시간으로 처리를 할 수 없는데 회분공정관리기는 동적으로 대응을 함으로써 이를 가능하게 한다[2].
- 시간에 따른 조업상황을 보여주고 외란에 의한 손해를 최소화시킴으로써 생산시간을 효율적으로 조절하고, 생산시기를 예측할 수 있다[4].
- 제어단계의 장치 상태를 입력받아 장치의 유용성을 판별하여 스케줄링단계로 알려줌으로써 상위단계와 하위단계의 연결을 효과적으로 도와준다.

그림2는 본연구실에서 개발 중인 회분공정관리기의 구조이다.

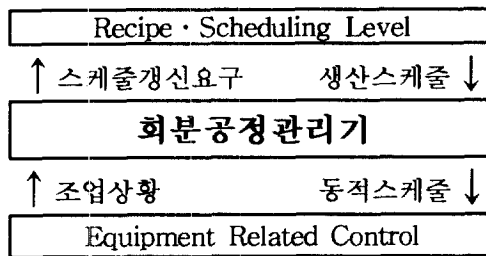


그림2. 회분공정관리기의 구조

회분공정관리기의 예

회분공정관리기에는 크게 두 가지 모듈이 있는데, 하나는 동적응답기(Dynamic Responser)이고 또 하나는 유용성 검증기(Availability Verifier)이다. 유용성검증기는 조업상황의 적시성(timing)과 장치의 이상유무(validity), 여분의 장치 유무 등을 입력받고 판별하여 동적응답기로 보내준다. 동적응답기는 스케줄링단계에서 예기치 못한 조업상황의 variation에 대해 즉각적으로 반응을 하여 해결을 하는데 이에선 조업시간을 앞당기거나 늦춤으로써 variation을 없애는

DSMM(Dynamic Shift Modification Method)과 장치 구조가 병렬로 이루어진 경우 동상조업[5]으로 시간지연을 극복하는 PUOM(Parrallel Unit Operation Method)이 있다.

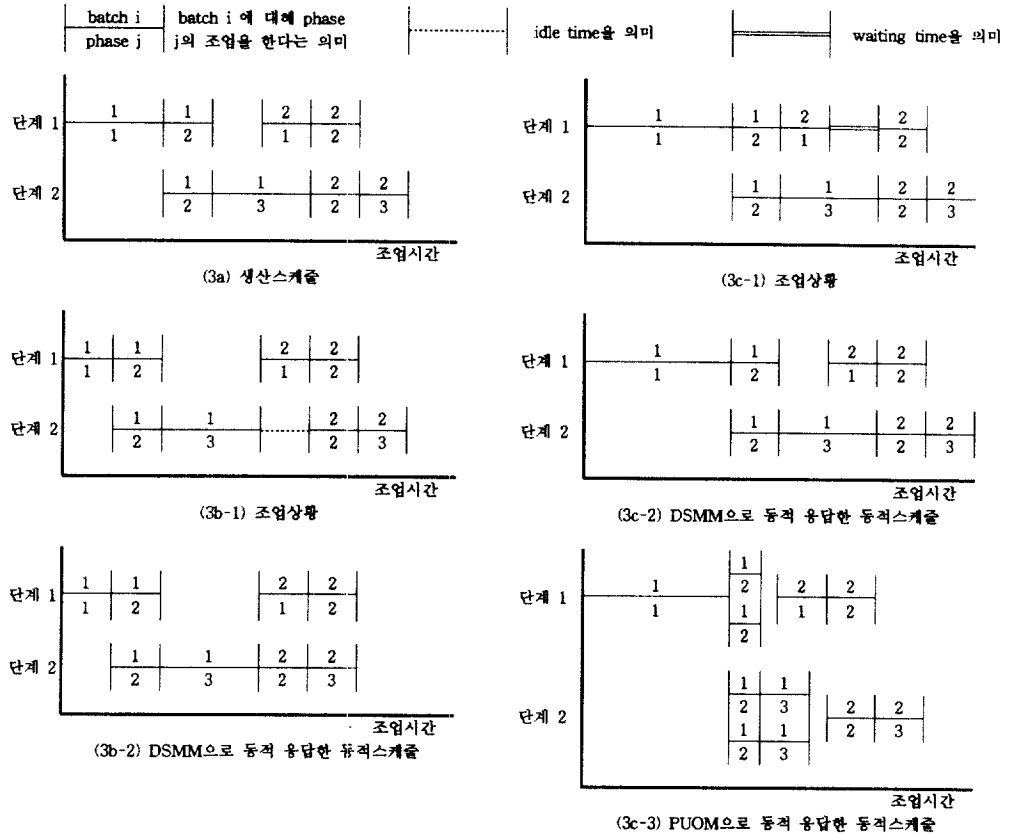


그림3. 회분공정관리기의 동적응답기 기능

그림3의 Gantt Chart를 보자. 여기서 batch란 한번의 recipe에 의해 생산되는 물질이며 phase는 조작을 위한 operation의 일부를 뜻한다. 즉 operation이란 charge, react, pump_out 등과 같은 공정조업을 위한 조작이며 phase는 보다 더 구체적인 조작행위를 의미하는데 가령 react라는 operation을 phase로 나누어 보면 heat, add ingredient D, mix 등이 될 수 있다[1].

그림(3b-1)은 stage 1에서 batch 1에 대해 phase 1이 스케줄(3a)보다 빨리 일어나서 조업시간이 단축된 경우이다. 이때 stage 2에선 idle time이 발생한다. 이러한 variation을 효과적으로 극복하려면 DSMM(Dynamic Shift Modification Method)을 이용하여 batch 2에 대한 phase 2와 phase 3에 대한 조업시간을 앞으로 이동시킨다[1]. 여기서 기대할 수 있는 효과는 variation을 이용하여 예상 스케줄보다 생산조업시간을 단축할 수 있고 뒤따른 조업에서 반응시간 지연이 일어날 경우 이를 단축하기 위해 PUOM(Parrallel Unit Operation Method)을 쓸 필요가 없다는 점이다.

그림(3c-1)은 stage 1에서 batch 1에 대해 phase 1이 스케줄(3a)보다 늦어지는 경우이다. 이때 발생하는 문제점으로는 makespan(총 생산시간)이 증가하

고 stage 1에서 batch 2에 대한 phase 1, phase 2 사이에 waiting time이 발생한다는 것이다. 여기서 waiting time을 없애지 않으면 batch 2에 대해 phase 1을 행한 후 phase 2를 행하기 전에 batch 2의 조건을 유지시켜주어야 하는 단점이 있다. 이것도 마찬가지로 DSMM을 이용하여 stage 1의 batch 2에 대한 phase 1을 우측으로 이동시키면 waiting time을 제거할 수 있다(3c-2). 그러나, 이 방법만으로는 생산시간을 단축할 수가 없지만 여분의 장치가 있을 경우에는 PUOM을 사용하여 조업시간을 단축함으로써(3c-3) 생산품의 출하시기가 늦어지지 않도록 할 수 있다.

맺음말

지금까지 하위단계의 자동화는 매우 잘 이루어져 있으며, 공정을 monitoring하고 reporting하여 스케줄링단계와 제어단계를 연결시키는 기능은 상당 부분 응용이 되어 있는 상태이다[3]. 그러나, 그 두단계간의 차이(variation)를 해결하는 것은 아직까지 많은 연구가 필요한 실정이며, 실제 공정에 적용된 바는 거의 없다. 따라서, 본 연구에서는 이상의 기능을 수행할 수 있는 회분공정관리기를 개발하여 조업단계에서 발생한 variation에 즉시 대처를 하여 적절한 동적스케줄을 생성하고 이를 조업단계로 내려보냄으로써 생산품의 출하시기나 생산량 등을 생산스케줄에서 크게 벗어나지 않도록 할 수 있으며, 어느 한 시점에서의 생산시기를 예측하여 그 차후의 정책 수립에 도움이 될 수 있다. 즉, 이를 통하여 통합자동화시스템을 구축하고 생산성 향상 및 경쟁력 강화 등을 이룩할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구에 대한 공정산업의 지능자동화연구센터(ERC)를 통한 한국과학재단의 부분적 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. Bary John Cott : "An Integrated Computer-Aided Production Management System for Batch Chemical Processes," Imperial College, PhD Thesis, (1989)
2. Thomas G. Fisher : "Batch Control Systems : Design, Application and Implementation," ISA, (1990)
3. K. Kuriyan, C. Crooks and S. Macchietto, "Towards Integration in Batch Process Engineering," Centre for Process Systems Engineering, Imperial College.(1992)
4. Eng Sway Chua : "Integrated Management System for Multi-Purpose Batch Chemical Plants.," Imperial College, PhD Thesis, (1995)
5. 이호경, 정재학, 문 일, 이인범 : "동상과 이상조업을 고려한 회분식 공정의 예비 설계," 화학공학의 이론과 응용('95 춘계 학술발표회 논문집) 제1권 제1호, pp171~174, 한국화학공학회, (1995)