

회분식 화학공정의 최적 생산계획용 simulation package 개발

소원섭, 박대열, 정재학
영남대학교 응용화학공학부

Developing a simulation package for optimal scheduling in batch chemical process

So Won Suop, Dae Youl Park and Jae Hak Jung

School of Chemical Engineering and Technology, Yeungnam University

서론

본 연구는 현장 조업자들이나 비전문가들이 변화하는 현장 조업 상황을 적용하여 생산 계획을 수립할 때, 쉽게 조업 상황을 변수화 할 수 있고 윈도우 환경의 비주요한 형태로 쉽게 프로그램을 사용할 수 있고, 항상 최적 생산계획을 제시해 주는 Simulation package를 개발하고자 하였다. 다품종용 회분식 공정과 다목적용 회분식 공정을 고려하였다. 최적화를 위한 탐색 엔진으로는 SA, GA를 사용하였고, 중간 저장조의 운영 방안에는 UIS(Unlimited Intermediate Storage), NIS(No Intermediate Storage), FIS(Finite Intermediate Storage), ZW(Zero Wait), 과 MIS(Mixed Intermediate Storage)이 고려 되었다. 개발된 Software의 명칭은 Quick Batch[®]라 하였다.

Quick Batch[®]의 특징

Quick Batch[®]의 특징은 첫째, windows 기반의 simulation software이다. 그래서 누구나 쉽게 software에 접근하고, 약간의 사전 지식들만 익히면 쉽게 사용할 수 있다는 것이다. Windows 환경의 다른 프로그램들과 그 사용법들이 유사하여 windows 환경의 컴퓨터에 익숙한 현대의 많은 사람들에게, 전문가적인 기술의 습득이 없이도 거부감 없이 최적화 software로 사용될 수 있다는 장점이 있다. 두 번째로는, 회분식 화학 공정의 최적 생산 계획 수립을 위한 최신의 알고리즘을 내장하고 있다는 것이다. Genetic Algorithm과 Simulated Annealing을 탐색 엔진으로 사용하고 있다. 무작위 확률함수를 내장한 GA, SA 등과 같은 엔진을 사용함으로써 주어진 문제의 해가 지역 해를 벗어나 최적의 해를 계산할 수 있게 되어 있다. 세 번째로 따라 하기 기능으로 초보자이거나 생산 계획에 지식이 없는 사람도 사용이 가능하도록 구성하였다. 네 번째, 본 Quick Batch[®]는 다품종 회분식 공정 뿐만 아니라 단일설비 생산라인의 다목적 회분식 공정에 대해서도 최적 해를 얻을 수 있도록 설계되어 있고, 다양한 저장탱크 사용정책을 수용하고 있어 실제 공정 조업에 바로 적용이 가능하도록 되어 있다.

본 프로그램에는 파일의 생성과 저장 및 프로그램 종료할 수 있는 File 메뉴, 회분식 화학공정의 중간 저장조의 형태를 지정할 수 있는 Storage 메뉴, 그리고 어떤 최적

화 엔진을 사용할지 선택하는 Optimize 메뉴, 계산된 최적화 값들을 이용하여 결과를 Gantt Chart로 표시해주는 View 메뉴, 마지막으로 프로그램 사용상에 도움을 받을 수 있는 Help 메뉴로 나누어져 있다.

예제 풀이

대상 공정은 setup time과 transfer time을 고려하지 않은 10 개의 생산품과 4 개의 장치를 가지는 다품종용 회분식 공정이다. Processing time들은 다음에 주어진 표1과 같다.

표 1. 각 장치에서의 processing time

	unit 1	unit 2	unit 3	unit 4
product 1	48	41	43	32
product 2	35	51	21	50
product 3	53	48	22	37
product 4	55	52	35	58
product 5	55	22	58	35
product 6	41	51	22	44
product 7	39	32	45	46
product 8	31	31	53	53
product 9	44	59	56	29
product 10	48	59	30	41



그림 1. Start Quick Batch®

최초 프로그램을 시작하면 위의 그림 1과 같은 창이 열리면서 프로그램이 실행된다. 프로그램이 정상적으로 실행되면 File(F) 메뉴의 New(N)라는 하위 메뉴를 선택한다. 화면 중앙에 첫 번째 Process Identification창이 나타난다. 이 창은 입력하고자 하는 대

상공정의 제품 및 장치에 관한 정보를 입력하여 정의하는 곳이다. 따라서 다음의 그림 2의 좌측과 같이 제품과 장치의 수를 키보드로 직접 입력하거나 셀의 오른쪽에 있는 단추를 이용하여 공정에 대한 정보를 입력한다. 정보의 입력이 끝나면 창 아래의 Next 버튼을 누른다. 그러면 그림 2의 우측과 같은 두 번째 Process Identification 창이 나타난다.

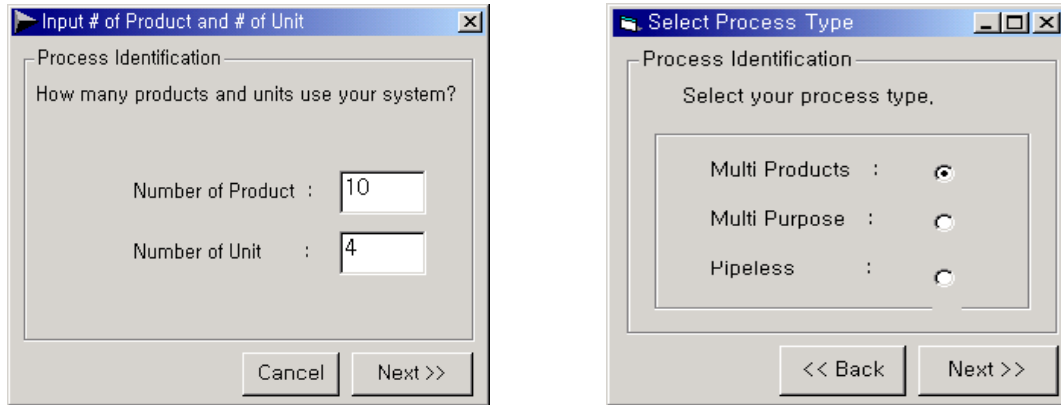


그림 2. Input product, unit number and select process type in process identification

	Unit 1	Unit 2	Unit 3	Unit 4
Product 1	48	41	43	32
Product 2	35	51	21	50
Product 3	53	48	22	37
Product 4	55	52	35	58
Product 5	55	22	58	35
Product 6	41	51	22	44
Product 7	39	32	45	46
Product 8	31	31	53	53
Product 9	44	59	56	29
Product 10	48	59	30	41

그림 3. Input the processing time in process identification step

여기서 우리는 Multi Product를 선택을 하고 Next 버튼을 누른다. 그러면 그림 3와 같은 회분식 화학 공정의 processing time을 입력하는 창이 나온다. 각각의 셀에 표1에서 주어진 processing time을 입력하고 OK버튼을 누르면 이 과정 이전까지의 입력사항을 저장하라는 창이 나타난다. 여기에 자신이 원하는 파일의 이름을 치고 저장 버튼을 누르면 된다. 참고로 저장되는 파일의 형식은 쉽게 편집할 수 있게 txt 확장자를 가지는 텍스트 파일이다. 앞에서 설명한 바와 같은, 각 단계별로 기본적인 process identification 정보들이 입력되고 저장을 마치면 저장된 공정에 대한 간략한 정보가 작은 창으로 뜨면서 주 프로그램 창이 나타나게 된다. 이때 작업순서의 기본값은 입력되어 화학공학의 이론과 응용 제8권 제2호 2002년

지는 순서와 같게 된다. 메뉴창의 Storage 메뉴로 이동하여 앞서 가정된 중간 저장조 방식인 UIS방식을 선택을 한다. 그리고 Optimize 메뉴로 이동하여 회분식 공정의 최적 조업순서 계산에 사용되는 엔진 즉 GA, SA, RAES중에서 원하는 엔진을 선택하면 된다. 여기에서는 GA를 선택하기로 하자.

Population Size와 Max Generation을 적절하게 입력을 하고 아래의 GA 버튼을 누르면 GA Algorithm을 이용해서 최적의 작업 순서를 찾는데, 최적의 해로 수렴하는 과정을 보여준다. 최종적으로 수렴이 되면 그리고 이 상태에서 View(V) 메뉴로 이동하여 하위 메뉴인 Gantt Chart를 선택한다. Gantt Chart 메뉴의 초기 상태는 View Chart 버튼, Change Seq 버튼, Exit 버튼 그리고 좌우 축만 나타나는데, 이때 앞의 과정에서 GA로 계산한 작업 순서를 적용시킨 Gantt Chart를 생성시키고자 하면 바로 View Chart 버튼을 누르면 된다. 그러면 그림 4와 같이 Gantt chart가 제품과 시간축으로 도식되면서 화면의 상단에 제품의 작업 순서가 표시가 되고, 최종 조업 완료시간인 Makespan 및 The Holding Time과 The Idle Time이 계산되어 표시된다.

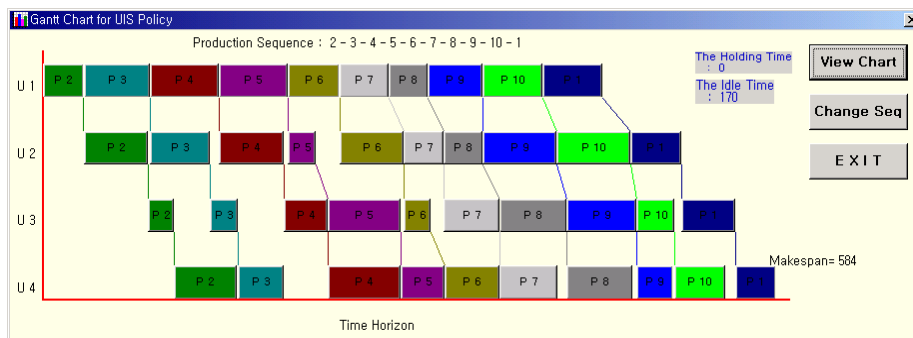


그림 4. Show gantt chart view for applied GA algorithm

참고문헌

1. Das, H., Cummings, P.T. and LeVan, M.D., "Applications of Simulated Annealing to Scheduling of Serial Multiproduct Batch Process", *AIChE. Annual. Meeting*, Paper 23e, 1998.
2. D. A. Wismer, "Solution of the flowshop scheduling problem with no intermediate queues", *Operations Research*, 20, 689, 1972.
3. D. E. Goldberg, "Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning", Addison-Wesley Publishing Co., 1989.
4. G. V. Reklait, "Review of scheduling of process operations", *AIChE Symp. Ser.*, vol. 78, pp. 119-131, 1982.
5. H. M. Ku, D. Rajagopalan and I. Karimi, "Scheduling in batch processes", *Chem. Engng Prog.*, August, 35, 1991.