

## GA를 이용해 makespan에 영향을 미치는 요소를 파악하는 S/W 개발

소원섭, 정재학\*, 유창규<sup>1</sup>, 박진수, 서민교, 김민수, 이선희  
 영남대학교 응용화학공학과, <sup>1</sup>포항공과대학교 화학공학과  
 (jhjung@yumail.ac.kr\*)

## S/W development that find out constituent influencing to makespam using GA

Won Shoup So, Jea Hak Jung\*, Chang Kyoo Yoo<sup>1</sup>, Jin Soo Park, Min Kyo Seo, Min  
 Su Kin, Sun Hee Lee  
 School of Chemical Engineering & Technology, Yeungnam University, <sup>1</sup>Department of  
 Chemical Engineering, Automation Research Center, Postech University  
 (jhjung@yumail.ac.kr\*)

## 서론

현재 많은 생산공장들이 회분식 공정을 사용하고 있다. 그 이유는 소비자들이 다양한 제품을 원하는 욕구에 의해서 대량생산만을 해오던 기존의 연속공정으로는 소비자들의 욕구를 충족시킬 수 없기 때문이다.

하지만 이러한 회분식 공정에는 많은 문제점을 가지고 있다. 그 중 하나가 많은 노동력과 자본이 요구된다. 회분식공정은 공정의 단계가 불연속적으로 행하여지기 때문에 각 공정의 단계마다 제품의 이동이나 장치의 재설정 등이 필요로 하게 된다. 반대로 연속공정은 제품의 원재료를 장치의 입구에 넣으면 별개의 장치설정이 필요 없이 제품이 완성단계까지 흘러가게 된다. 또 하나의 문제점으로는 회분식공정은 중간에 많은 과정들이 있는 관계로 연속공정보다 생산성이 낮은 것이다. 하지만 현대의 소비자들은 다양한 제품을 원하지만 소비자의 증가로 인해 다양하지만 대량생산도 가능한 공정이 필요로 하게 된 것이다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법이 바로 makespan의 최소화이다. makespan이란 제품이 모두 생산되는 시간을 의미한다. makespan의 최소화를 위해서는 최적의 생산일정을 만드는 것이 가장 중요하다. 이렇게 makespan이 최소화가 되면 같은 시간내에 더 많은 제품을 생산하는 것이 가능하게 된다. 이렇게 함으로써 현대의 많은 소비자들의 다양한 욕구를 충족시켜주는 것이 가능하게 되는 것이다. 이러한 연구를 위해 많은 수학적 최적화 알고리즘이 개발이 되고 있다. 그러나 현재까지 makespan의 최소화 만을 위한 알고리즘만을 개발하고 있는 것이다. 이것은 최적의 생산일정만을 가지고 생산을 하는 것은 생산공정의 변화가 있을 경우에도 makespan의 최소화를 위해 생산일정의 변경이 매우 어려운 것을 의미한다. 고정되어 있는 생산일정을 가지고는 생산제품이나 혹은 공정에 작은 변화만 있을 경우에도 새로운 생산일정을 찾아내야하는 번거로움이 나타나게 된다.

본 연구에서는 더 나아가 생산을 좀 더 유동적으로 바꿀 수 있게 생산일정에서 중요한 point를 찾아내어 주는 program을 개발하도록 하였다. 생산일정에서 가장 핵심이 되는 point를 알고 있다면 그 주변의 생산일정은 조금의 변동 사항이 있다하더라도 makespan에 큰 영향을 주지 않게 된다. 중요한 point의 수정이 존재할 경우만 새롭게 생산일정을 만들도록 한다면 많은 이득을 가져오게 될 것이다.

## 본론

표 1과 같이 가상의 회분식 생산을 하여야한다고 가정하였다.

표 1. 8×8의 예시(1)

	product (1)	product (2)	product (3)	product (4)	product (5)	product (6)	product (7)	product (8)
unit(1)	44	34	46	38	49	51	32	59
unit(2)	54	44	35	30	51	50	30	57
unit(3)	26	48	42	56	53	25	30	24
unit(4)	44	55	59	38	31	58	43	27
unit(5)	48	26	60	33	32	36	31	41
unit(6)	52	57	59	59	25	27	46	49
unit(7)	47	36	52	29	46	24	52	23
unit(8)	58	25	34	58	57	43	21	21

8×8의 생산일 경우 가능한 생산일정의 총 개수가 40320개가 된다. 여기서 모든 생산일정을 나타내었을 경우 그림 1과 같은 형태로 나타나게 된다. 그림 1에서 모든 data를 표로 나타내기가 힘들어 일부분만을 그래프로 나타내었다.

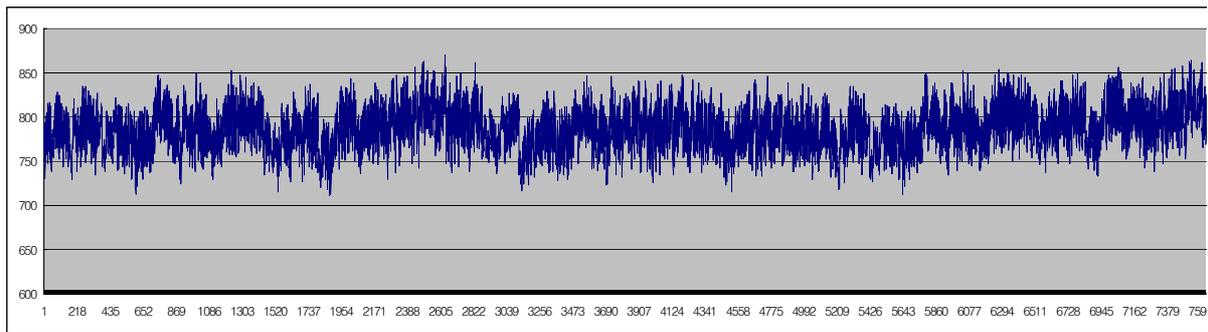
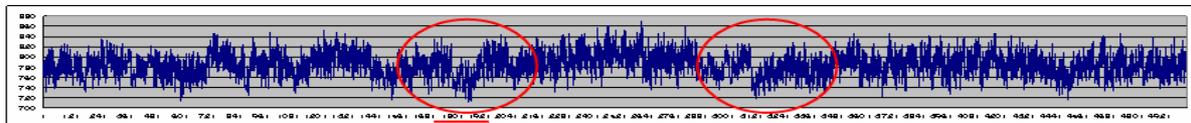


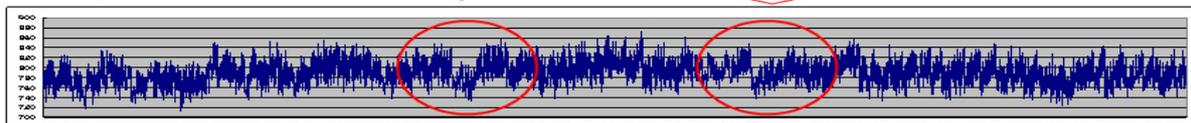
그림 1. 예시(1)의 생산일정

이 생산일정의 표를 보게 되면 별로 특이한 사항이 나타나지 않지만 이것을 각 생산제품의 순번을 제일 앞으로 하여 나누게 되면 그림 2와 같이 나타난다.

**시작 product가 1인 line**



**시작 product가 2인 line**



**시작 product가 3인 line**

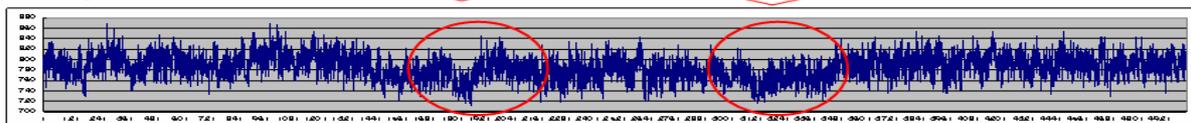
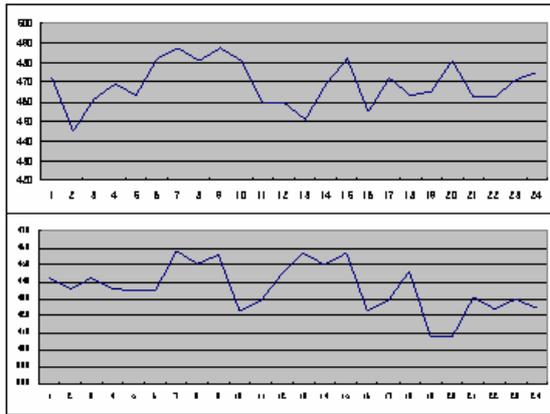
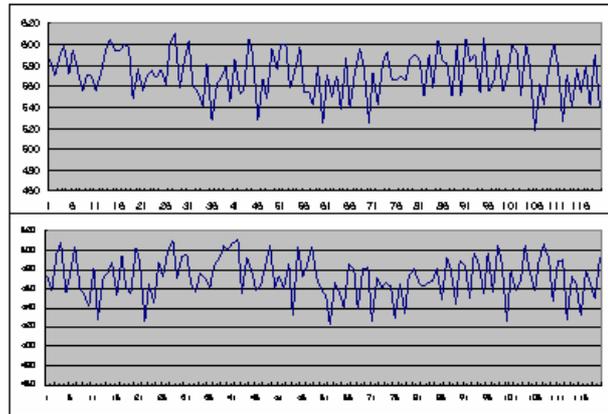


그림 2. 각 제품을 첫 번째로 하여 나타낸 생산일정

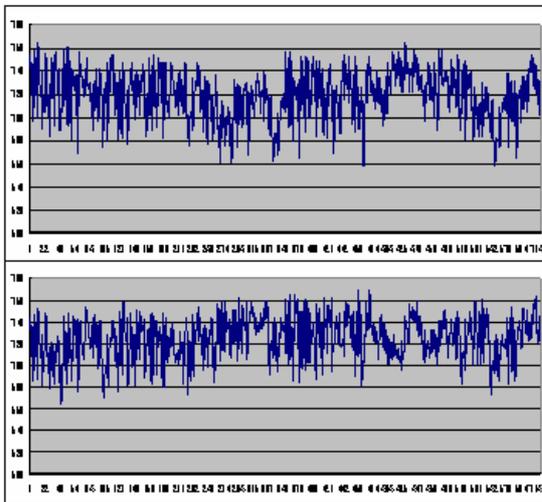
그림 2에서 와같이 반복되는 구간이 존재한다는 것을 볼 수가 있다. 이러한 현상은 제품의 수가 많아질수록 더욱 일치하는 모습을 보여준다. 이러한 모습을 그림 3에서 나타내었다.



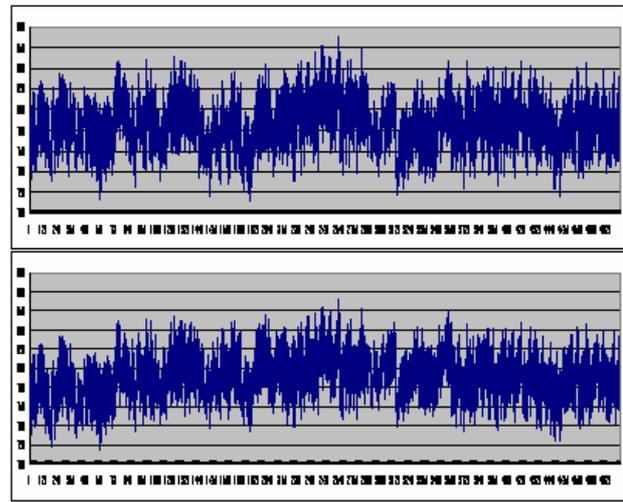
제품의 수가 5개일경우



제품의 수가 6개일경우



제품의 수가 7개일경우



제품의 수가 8개일경우

그림 3. 제품 수에 따른 생산일정 비교

현대의 공정에서 소비자의 욕구에 맞춰 다양한 제품을 생산할수록 더욱 일치하는 그래프가 나타날 수 있다는 것을 의미한다.

이러한 그래프가 나타내는 것은 두 가지의 의미를 가지고 있다.

첫 번째 규칙성이 존재한다는 것은 이것을 이용해 새로운 알고리즘을 구현하는 것이 가능하다는 것이다.

두 번째 특정부분에서 여러 개의 최적 값들이 존재한다는 것은 최소 makespan을 가지는 최적의 생산일정을 가지게 하는 부분 조합이 존재한다는 것이다. 이러한 것은 부분의 search를 통해 전체의 생산일정을 추측하는 것 또한 가능하다는 것을 의미한다.

하지만 전 line을 모두 search한다는 것은 현대의 컴퓨터로도 많은 부족함이 존재한다. 본 연구에서 9x9의 예시의 생산일정을 찾아내는데 걸리는 시간은 2~3분 정도였다. 하지만 제품의 수가 1개씩 증가함에 따라 걸리는 시간은 대폭 증가하게 된다. 10개~20개가 되면 line search가 불가능해진다. 이것을 보완하기 위해 Genetic Algorithm(GA)를 이용하여 최적의 값들을 다수 찾아내어 그것을 가지고 최적의 값들의 조합이 이루어지는 중요 point를 찾아냄과 전체적인 생산일정의 흐름을 파악하도록 본 연구에서는 program하였다. 기존에는 GA를 최적의 해를 찾기

위한 방법에 그쳤으나 본 연구에서는 더 나아가 GA가 찾아낸 해를 가지고 최적의 값을 가지게 하는 조합을 찾아 낼 수 있도록 하는 것이다.

### 결론

GA를 이용해 9×9의 생산일정을 표2와 같이 만들어 보았다.

표 2. 9×9의 예시(2)

	product (1)	product (2)	product (3)	product (4)	product (5)	product (6)	product (7)	product (8)	product (9)
unit(1)	58	26	50	50	24	59	46	21	36
unit(2)	52	32	23	41	54	59	55	20	60
unit(3)	26	50	41	33	47	57	54	60	23
unit(4)	50	43	38	22	54	37	53	38	44
unit(5)	49	37	26	20	24	54	45	46	33
unit(6)	59	31	59	45	33	39	52	28	55
unit(7)	40	22	48	50	56	55	36	41	26
unit(8)	49	32	40	33	25	45	36	33	27
unit(9)	37	31	26	51	47	42	37	52	35

이것을 모든 line을 search한 방법과 GA를 이용한 방법을 통해 결과를 비교해보았다. program의 결과를 얻기 전에 중요 point의 길이를 결정을 해주어야 한다. GA를 이용해 20개의 글로벌한 값을 얻어내어 이것을 가지고 중요 point의 길이를 3으로 하여 결과를 도출하였더니 761과 593이라는 결과를 나타내었다. 그리고 모든 생산일정 중 1~50위까지의 값을 비교해보면 결과 이 두 가지가 모두 들어가 있을 경우 가장 최적의 값에 가까운 값을 나타내고 이중 하나만이 존재를 해도 상위의 값에 속해있는 결과를 나타내었다.

이러한 연구를 통해 생산일정도 어느 정도의 규칙성을 가질 수 있다는 것을 알게 되었으며 더 나아가 이러한 규칙성을 가지고 최적의 생산일정을 찾아낼 수 있는 새로운 알고리즘을 개발할 수 있을 것이다.

### 참고문헌

1. 정 재 학, "다품종 회분식공정의 최적생산계획 및 자동화 모델", 박사학위논문, 1994
2. T. Niwa, "Pipeless plant boost batch processing", *Chem. Engng*, June, pp. 102-108, 1993.
3. T. Niwa, "Transferable vessel-type multi-purpose batch process", *Proc. Fourth Intl. Symp. on Proc. Systems Engng*, Montebello, Canada, 1991.
4. T. Shimatan and O. Okuda, "Pipeless batch chemical plants offer a new approach", *Chem. Engng*, October, pp. 181-182, 1992.

### 감사의 글

본 연구는 영남대학교 연구조교 지원에 의해 이루어진 것이며, 연구조교 장학금을 지급해주신 영남대학교에 감사드립니다. 또한 S/W를 만드는 과정에서 도와주신 교수님을 비롯해 많은 연구실의 선배 후배들에게 감사를 드립니다.