

## GA를 이용한 PVC공정의 생산 포장일정 관리 S/W program 개발

소원섭\*, 정재학, 서민교, 박진수, 윤문규  
 영남대학교 응용화학공학부  
 (sows79@yumail.ac.kr\*)

### Production package schedule administration S/W program development of PVC process that use GA

Won Whoup So\*, Jae Hak Jung, Min Kyo Seo, Jin Soo Park, Mun Kyu Yoon  
 School of Chemical Engineering & Technology, Yeungnam University  
 (sows79@yumail.ac.kr\*)

#### 서론

최근 화학공장이 다품종의 생산을 하고 있다. 이전의 소품종의 생산으로는 변화하는 소비자의 구매조건을 맞추기가 어려워짐으로써 다양한 제품으로 고부가가치를 목표로 한다. 이러한 현상이 나타남으로써 다품종을 생산함에 있어서 각 제품의 주문일이나 납기일이 중요한 생산일정이 생산의 방법만큼이나 중요하게 부가되어지고 있다. 하지만 많은 제품을 생산함으로써 제품의 생산일정이 점점 복잡해져서 인간이 수작업으로 그 생산의 일정을 맞추기란 많은 어려움을 가지며 설사 이러한 생산일정을 계획하였다도 계획한 생산의 일정이 최적의 답이라고 볼 수가 없다. 포장의 시간이라던지 최종적으로 같은 제품을 생산하더라도 노동력이나 기타 자본적인 것이 더욱 적게 들어서 생산할 수 있는 방법이 있을 수가 있다. 이러한 것을 프로그래밍화 하게된다면 몇 가지의 값들을 입력함으로써 어렵지 않게 최적의 생산일정을 알 수가 있게된다. 그리고 당장 내일이 아닌 앞으로의 장기적인 생산일정을 계획할 수 있게되고 이것은 생산에서 얻을 수 있는 이익보다 더 큰 이익을 가져다 줄 수가 있게된다.

#### 연구내용

본 연구에서는 PVC공장에서 나올 수 있는 다양한 제품들의 생산일정을 가장 이익을 볼 수 있는 다르게 말해서 공장에서 최소의 자본을 들여 같은 제품의 양과 종류를 생산할 수 있는 생산일정 S/W를 제작하게 되었다. 여기서 다양한 제품들의 생산일정의 모든 경우의 수를 적용을 하기란 불가능한 일이기 때문에 최적의 해답을 낼 수 있는 GA 알고리즘을 이용하여 S/W를 만들었다. PVC공정에서 두 라인을 가지고 예제를 삼아서 모델을 만들었다. 먼저 한 공정은 두 가지의 제품이 대량으로 생산되어 납기일을 맞추기 위해서 제품을 생산하고 포장을 하는 시간이 부족하여 제약이 많은 공정과 두 번째 공정은 10개 이상의 제품을 가지고 첫 번째 공정보다는 소량을 생산하는 대신에 제품을 저장할 수 있는 저장탱크의 개수가 부족하여 원하는 납기일을 맞추기 위해서 제품의 생산일정을 정확하게 짜여져야하는 문제가 있었다. 그리고 각각의 제품에 대한 출하의 종류도 3가지로써 각 출하종류에 맞는 방식의 포장이 필요로 하게된다. 그리고 각 포장에는 각각 다른

공정의 기계들이 적용이 되며 포장기계들 또한 포장속도와 작동시간에 제약이 있어 납기일을 맞추는데 많은 어려움을 가지게 된다. 이러한 모든 경우를 S/W에서 납기일 data만을 입력함으로써 최적의 생산일정을 찾아내게 하였다.

입력의 data는 그림 1과 같은 제품의 주문일, 납기일, 수출내수의 종류, 출하의 종류, 출하량을 입력하게 된다.

그림 1. S/W에서 필요로 하는 입력 data종류-1공정의 경우

	B	C	D	E	F	G
1	마지막날	수출(1)내수(2)	제품종류	포장(1)bulk(2)	양	
2	13	1	1	1	2000	
3	20	1	1	1	1000	
4	29	1	1	1	2700	
5	16	1	2	1	1200	
6	30	1	2	1	1200	
7	1	2	1	2	50	
8	2	2	1	2	100	
9	3	2	1	2	50	
10	3	2	2	2	30	
11	4	2	1	2	50	
12	4	2	2	2	30	
13	4	2	1	1	4	
14	5	2	1	2	100	
15	5	2	2	1	1	
16	6	2	1	2	150	
17	6	2	1	1	3	
18	7	2	2	1	2	
19	7	2	2	2	60	
20	8	2	1	2	100	
21	8	2	1	1	3	
22	8	2	2	2	60	
23	9	2	1	2	50	
24	9	2	2	2	60	

물론 이외에도 기본적으로 포장속도라던지 제품의 생산속도 등을 입력을 해야하지만 이러한 data들은 S/W내에 들어가게 됨으로써 한번의 입력이나 한번 data들을 불러들이는 과정에서 fix되기에 이후 제품의 생산속도와 포장의 속도가 변하지 않는 한 더 이상의 추가적인 data의 변형을 필요로 하지 않는다. 또한 입력하는 제품의 주문의 수는 제한이 없으며 그림 1에서의 제품의 주문의 개수는 예제의 일부에 불과하다. 본 S/W의 예제로 입력한 제품의 주문개수는 총 81개의 시간은 1달을 기준으로 하였다. 따라서 이공장의 예가 아니더라도 다른 곳의 예제라 할지라도 제품의 주문 수나 시간의 제약을 받을 필요가 없다. 그리고 두 번째의 공정에서의 주문은 그림 2에서 나타내었다.

그림 2. S/W에서 필요로 하는 입력 data종류-2공정의 경우

	A	B	C	D	E
1	제품마감일	제품의 종류	order량	출하종류	
2	4	6	30	2	
3	4	6	80	3	
4	5	6	85	1	
5	7	7	20	3	
6	8	9	40	1	
7	11	13	30	3	
8	12	1	250	2	
9	15	4	40	1	
10	15	4	90	3	
11	17	9	40	1	
12	19	12	15	3	
13	21	8	80	3	
14	25	1	150	2	
15	26	9	20	1	
16	27	1	100	3	
17	29	5	30	3	
18	30	5	70	1	

2공정에서는 제품이 최고 13개까지 나타내고 있다. 하지만 주문량이 적어 빨리 생산을 하는 것이 아니라 1공정보다 반응기의 크기가 작아 적은 주문량일지라도 한달 동안의 납기일에 맞추기 위해서는 생산일정을 계획하는데 힘든 일이다. 또한 제품의 저장탱크가 제품의 수에 비해 절반이 안되기 때문에 제품의 납기일에 잘 맞추어야만이 제품을 생산해서 탱크에 담아 포장을 하는 것이 가능해진다. 포장 또한 모든 탱크에서 가능한 것이 아니라 각 탱크에서 포장을 할 수 있는 종류가 정해져 있고 포장의 기계 또한 넉넉하지 않은 상황이라 제품을 생산을 충분히 하였더라도 포장에 늦어져 납기일에 늦어지는 경우도 발생할 수 있다.

## 결론

초기 이 공장에서는 기본적으로 예전부터 해오던 방식의 제품의 생산일정에서 크게 벗어나지 않게 제품을 생산하고 주문의 수를 여기에 맞추어 생산이 가능한 만큼만을 주문을 받았다. 기존의 생산일정방식으로 위의 주문예제를 가지고 생산을 하였을 경우 본 S/W에서의 결론은 그림 3에서와 같이 나타났다.

그림 3. 기존의 생산일정을 가지고 생산을 했을 경우의 회사의 손실액

최종	penalty의	값은	4654.876953
수출	penalty의	값은	3078.720215
내수	penalty의	값은	1454.634766
누적	penalty의	값은	121.522301
Factor	의	값은	546.000000

여기서 penalty의 값이 회사에서 이 생산일정에 맞추어 생산을 하였을 때 납기일에 늦어져 나타나는 손실, 제품을 저장하는 과정에서의 손실액 등을 나타낸 값을 비례적인 값으로 나타낸 것이다.

같은 주문을 가지고 GA의 알고리즘을 이용한 본 S/W에서는 생산의 일정을 가지고 위에 penalty값이 최소가 되는 값을 찾아내게 된다. 이 GA가 만들어낸 생산의 일정은 최종이 되는 것이 아니라 주문의 개수, 종류, 순서가 바뀔에 따라 항상 변하는 값이 되기 때문에 고정적인 최적 생산일정이 있는 것이 아니라 상황에 따라 최적의 생산일정이 변하게 된다. 이것을 일일이 수작업으로 한다는 것은 최적을 찾아낸다고 하더라도 시간적인 손해가 너무 크게 될 것이다. 또한 매달 혹은 일정시간에 한번씩 한다는 것은 매번 바뀌는 주문에 많은 손실을 가져올 것이다. 여기서 GA를 가지고 생산일정을 계획하게 되었을 경우 그림 4와 같은 결과를 나타내게 된다.

그림 4. GA를 이용해 생산일정을 계획해 생산을 했을 경우 회사의 손실액

최종	penalty의	값은	2887.541748
수출	penalty의	값은	737.280029
내수	penalty의	값은	2044.750000
누적	penalty의	값은	105.511650
Factor	의	값은	253.000000

내수의 손실액이 약간 커져있지만 전체적인 손실액은 수출에서 대폭 줄어들어 반정도 밖에 안되게 되었다. 여기서 GA의 내용을 수정함으로써 많은 다양한 값들을 얻어낼 수가 있게 된다. 이외에도 최종적인 값들은 저장탱크의 소비되는 량이나 제품을 포장하는 량

data등 많은 것들을 나타내게 된다. 그림 5는 저장탱크의 소비정도를 나타낸 표이다.

그림 5. 각 시간대별 필요한 저장탱크의 개수

1	1	시간	silos의	개수	=	4
1	2	시간	silos의	개수	=	4
1	3	시간	silos의	개수	=	5
1	4	시간	silos의	개수	=	6
1	5	시간	silos의	개수	=	6
1	6	시간	silos의	개수	=	6
1	7	시간	silos의	개수	=	6
1	8	시간	silos의	개수	=	6
1	9	시간	silos의	개수	=	6
1	10	시간	silos의	개수	=	5
1	11	시간	silos의	개수	=	5
1	12	시간	silos의	개수	=	5
1	13	시간	silos의	개수	=	4
1	14	시간	silos의	개수	=	4
1	15	시간	silos의	개수	=	4
1	16	시간	silos의	개수	=	4
1	17	시간	silos의	개수	=	4
1	18	시간	silos의	개수	=	4
1	19	시간	silos의	개수	=	4
1	20	시간	silos의	개수	=	4
1	21	시간	silos의	개수	=	4
1	22	시간	silos의	개수	=	4
1	23	시간	silos의	개수	=	5
2	0	시간	silos의	개수	=	5
2	1	시간	silos의	개수	=	4
2	2	시간	silos의	개수	=	4
2	3	시간	silos의	개수	=	4
2	4	시간	silos의	개수	=	4
2	5	시간	silos의	개수	=	4
2	6	시간	silos의	개수	=	4
2	7	시간	silos의	개수	=	4
2	8	시간	silos의	개수	=	4
2	9	시간	silos의	개수	=	4
2	10	시간	silos의	개수	=	4
2	11	시간	silos의	개수	=	4
2	12	시간	silos의	개수	=	4
2	13	시간	silos의	개수	=	4
2	14	시간	silos의	개수	=	4
2	15	시간	silos의	개수	=	4
2	16	시간	silos의	개수	=	4
2	17	시간	silos의	개수	=	4
2	18	시간	silos의	개수	=	4
2	19	시간	silos의	개수	=	4
2	20	시간	silos의	개수	=	4
2	21	시간	silos의	개수	=	4
2	22	시간	silos의	개수	=	4
2	23	시간	silos의	개수	=	4
2	24	시간	silos의	개수	=	4
2	25	시간	silos의	개수	=	4
2	26	시간	silos의	개수	=	4
2	27	시간	silos의	개수	=	4
2	28	시간	silos의	개수	=	4
2	29	시간	silos의	개수	=	4
2	30	시간	silos의	개수	=	4
2	31	시간	silos의	개수	=	4
2	32	시간	silos의	개수	=	4
2	33	시간	silos의	개수	=	4
2	34	시간	silos의	개수	=	4
2	35	시간	silos의	개수	=	4
2	36	시간	silos의	개수	=	4
2	37	시간	silos의	개수	=	4
2	38	시간	silos의	개수	=	4
2	39	시간	silos의	개수	=	4
2	40	시간	silos의	개수	=	4
2	41	시간	silos의	개수	=	4
2	42	시간	silos의	개수	=	4
2	43	시간	silos의	개수	=	4
2	44	시간	silos의	개수	=	4
2	45	시간	silos의	개수	=	4
2	46	시간	silos의	개수	=	4
2	47	시간	silos의	개수	=	4
2	48	시간	silos의	개수	=	4
2	49	시간	silos의	개수	=	4
2	50	시간	silos의	개수	=	4
2	51	시간	silos의	개수	=	4
2	52	시간	silos의	개수	=	4
2	53	시간	silos의	개수	=	4
2	54	시간	silos의	개수	=	4
2	55	시간	silos의	개수	=	4
2	56	시간	silos의	개수	=	4
2	57	시간	silos의	개수	=	4
2	58	시간	silos의	개수	=	4
2	59	시간	silos의	개수	=	4
2	60	시간	silos의	개수	=	4
2	61	시간	silos의	개수	=	4
2	62	시간	silos의	개수	=	4
2	63	시간	silos의	개수	=	4
2	64	시간	silos의	개수	=	4
2	65	시간	silos의	개수	=	4
2	66	시간	silos의	개수	=	4
2	67	시간	silos의	개수	=	4
2	68	시간	silos의	개수	=	4
2	69	시간	silos의	개수	=	4
2	70	시간	silos의	개수	=	4
2	71	시간	silos의	개수	=	4
2	72	시간	silos의	개수	=	4
2	73	시간	silos의	개수	=	4
2	74	시간	silos의	개수	=	4
2	75	시간	silos의	개수	=	4
2	76	시간	silos의	개수	=	4
2	77	시간	silos의	개수	=	4
2	78	시간	silos의	개수	=	4
2	79	시간	silos의	개수	=	4
2	80	시간	silos의	개수	=	4
2	81	시간	silos의	개수	=	4
2	82	시간	silos의	개수	=	4
2	83	시간	silos의	개수	=	4
2	84	시간	silos의	개수	=	4
2	85	시간	silos의	개수	=	4
2	86	시간	silos의	개수	=	4
2	87	시간	silos의	개수	=	4
2	88	시간	silos의	개수	=	4
2	89	시간	silos의	개수	=	4
2	90	시간	silos의	개수	=	4
2	91	시간	silos의	개수	=	4
2	92	시간	silos의	개수	=	4
2	93	시간	silos의	개수	=	4
2	94	시간	silos의	개수	=	4
2	95	시간	silos의	개수	=	4
2	96	시간	silos의	개수	=	4
2	97	시간	silos의	개수	=	4
2	98	시간	silos의	개수	=	4
2	99	시간	silos의	개수	=	4
2	100	시간	silos의	개수	=	4

나타나는 data는 날짜와 시간 그리고 필요한 저장탱크의 개수를 표시하게 된다. 또한 이외에도 시간대별 포장하는 량 data 그리고 각각의 수출 혹은 내수 그리고 포장종류에 따른 시간대별 량 등 나타나는 상세한 정보를 txt파일로 표기하게 된다. 이외에도 필요한 data들을 적절히 S/W내에서 찾아냄으로써 표기가 가능하다.

이러한 S/W를 가지고 공정에서 최소한의 노력으로 최대한의 효과를 가져올 수 있게되고 생기는 여유를 다른 곳에 투자함으로써 더 큰 이익을 가져다 줄 수 있는 발판을 마련할 수 있게 될 것이다.

### 감사의 글

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