

곡블럭 조립 작업일정계획시스템 개발

최형림(동아대학교 경영정보학과)

임호섭(부산대학교 경영학과)

1. 서 론

조선에서 하나의 선박은 유사한 크기를 가진 수백개의 블럭들로 구성된다. 각 블럭은 평블럭과 곡블럭의 두가지 유형으로 분류되며 평블럭은 평블럭 조립공장에서, 곡블럭은 곡블럭 조립공장에서 각각 조립된다. 본 연구에서는 이중 곡블럭 조립공장의 작업일정계획 문제를 대상으로 하고 있다.

곡블럭 조립공장의 일정계획 수립 과정은 크게 작업 대상 블럭들을 정반에 배치하는 단계와 배치된 블럭들을 다수의 작업반에 배정하는 단계로 나누어진다. 전자의 경우 각 정반을 각각의 작업팀이 담당하고 있기 때문에 팀 배정 단계라고 하는데, 이 단계에서는 여러개의 팀 중에서 특정 블럭이 놓일 수 있는 정반(팀)을 선정하고 기 배치된 블럭과의 간섭현상이 없도록 블럭을 배치시킨다. 이를 위해 기존의 공간일정계획 방법론을 이용하였다. 이에 대한 연구와 응용사례는 이미 발표되었으므로 여기에서는 다루지 않기로 한다. 후자의 경우는 배정된 정반내에서 해당 블럭의 조립 작업을 어느 반에서 수행하도록 할 것인가를 결정하는 문제이다. 이는 작업팀 배정의 결과를 토대로 하여 각 작업팀을 구성하고 있는 3-5 개의 반에 블럭들을 배정하는 단계이다.

현재 이 두 단계가 모두 일정계획 전문가에 의해 수작업으로 수행되고 있으며, 이렇게 해서 작성된 일정계획은 최적이라고 보장할 수 없다. 또한 각 작업팀과 작업반 간의 여러 가지 제약조건들을 고려하여 일정계획을 수립

하기 어렵고, 일자별로 부하를 평준화시키기도 힘든 실정이다. 특히 일정계획 수립시 공간 및 비공간 제약을 고려하는 경험적 휴리스틱이 거의 존재하지 않으므로 최적화된 일정계획 시스템을 개발하기란 더욱 어렵다.

일반적인 휴리스틱 알고리즘들은 주어진 문제의 지식에 의존함으로 그 적용범위가 매우 제한적인 반면, 유전알고리즘은 자연계에서 관찰되는 적자생존의 유전법칙에 바탕을 둔 탐색 알고리즘으로서(Goldberg, 1989; Holland, 1975) 주어진 문제에 대한 지식을 얻기 힘든 경우에도 큰 효과를 발휘한다는 장점이 있다. 본 연구에서는 곡블럭 조립공장의 작업일정계획을 위해 작업반 배정시 공간제약과 부하상태를 동시에 고려할 수 있도록 유전알고리즘을 적용하였다. 이를 위해서 작업반 작업가능영역의 표현과 우선순위 설정 등의 방법을 개발하였다.

실험을 위해 실제 조선사에서 일정계획 담당자가 이용하는 데이터를 기초자료로 활용하였다. 이 데이터를 이용하여 실험한 결과, 실행시간, 각 작업반간의 일자별 부하 평준화 측면에서 일정계획 담당자에 의한 방법보다 좋게 나타남을 알 수 있었다. 그리고 계획수립에 소요되는 시간의 관점에서 보면 수작업으로 작업팀을 배정하는데 소요되는 수행시간은 1개월간의 계획을 수립하는데 약 1주일정도였으며, 작업반을 배정하는 경우에는 1주일간의 계획을 수립하는데 1-2일정도 소요되고 있다. 이에 비해 본 시스템에서는 작업팀을

배정하는데 10분, 작업반을 배정하는데 10~14분정도 소요되었다.

2. 대상문제

2.1 조선의 일정계획

선박의 건조 과정은 생산 계획 초기 단계의 블럭분할로부터 시작된다. 블럭분할에 의해 하나의 선박은 수백개의 블럭으로 분할되며 하나의 블럭은 적게는 한 개, 많게는 네 개의 단위블럭들로 이루어진다. 각각의 블럭은 평블럭 혹은 곡블럭 조립공장에서 독립적으로 조립 생산되고 생산된 몇개의 블럭들은 선행탑재 과정을 통해 하나의 보다 큰 블럭으로 만들어지며 이렇게 만들어진 블럭들은 도크로 옮겨져 탑재 과정을 통해 완전한 선박으로 조립된다(Cho et al., 1996; Lee et al., 1995).

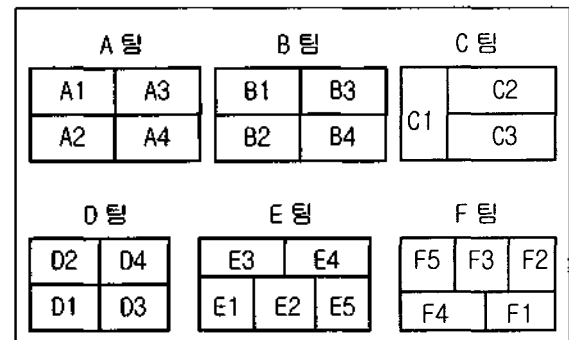
조선에서의 일정계획은 계획시점과 계획기간의 범위에 따라서 건조선표 작성, 대일정계획, 중일정계획, 작업일정계획 순으로 진행된다. 건조선표 작성 및 대일정계획은 장기계획으로서 유사 선종의 정보를 이용하여 수립되며 장기간의 부하 분석을 통해 주요 자재 관리 및 인력 관리를 위해 이용된다. 중일정계획은 블럭분할 정보를 이용하여 수립되고 작업장간의 부하 조정과 강제 발주 그리고 강제 적재 계획을 위해 사용된다. 마지막으로 작업일정계획은 각 블럭의 공작도 정보를 이용하여 수립되며 세부 작업장 배정을 통한 작업장간 부하 평준화를 최적화하여 실제로 현장에서 사용될 수 있는 계획을 수립한다(조규갑 등, 1995). 본 연구에서는 조선의 일정계획중에서 작업일정계획을 대상으로 한다.

2.2 대상 작업공장의 구성

곡블럭 조립공장은 배의 구조중 주로 선수, 선미, 엔진부분, 중앙부의 곡블럭을 조립하는 공장으로서 본 연구에서 대상으로 하고 있는 공장은 <그림 1>과 같이 6개의 작업팀(A팀, B팀, C팀, D팀, E팀, F팀)으로 구성되며, 각 팀에는 3 ~ 5개의 작업반이 소속되어 있다. 각 작업팀에는 곡블럭을 조립할 수 있는 조립정반과 용접기, 작업공구, 크레인 등의 설비가 갖추어져 있다. 각 작업팀이 담당하는 해당 조립정반에는 매일 10~15개의 블럭이 배치되어 있으며, 이 블럭들은 각 팀내에서 3-5개의 작업반에 적절하게 배정되어 작업된다.

2.3 작업일정계획의 목표 및 제약조건

곡블럭 조립 작업일정계획이 두단계로 나뉘어 수행되기 때문에 작업일정계획의 목표도 단계별로 나눌 수 있다. 작업팀 배정 단계에서의 목표는 조립완료일자의 준수, 정반 효율 극대화, 일자별 부하 평준화이며, 다음으로 작업반 배정 단계에서의 목표는 각 팀내에서 작업반 작업가능영역을 고려한 작업반 배정과 각 작업반간의 일자별 부하 평준화이다.



<그림 1> 작업장 배치도

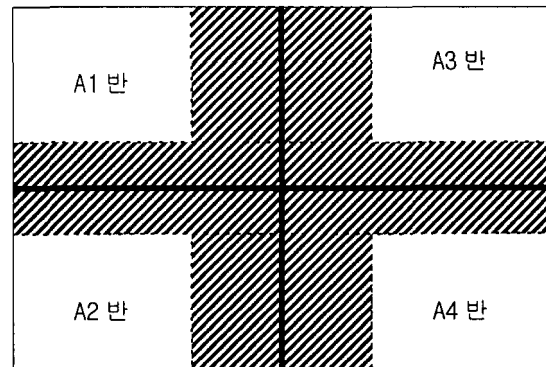
작업일정계획 수립 과정에서 고려하는 제약조건은 크게 공간(Space)과 비공간(Non-

space) 자원에 의한 것으로 구분할 수 있다. 공간 제약조건으로는 조립정반, 안전거리, 블럭의 배치방향, 작업반 작업가능영역 등이다. 이들중 반 배정 단계에서는 작업반 작업가능영역만 고려하고 나머지는 팀 배정 단계에서 고려하게 된다.

- 조립정반: 파이프 지그(Pipe jig), 크레인, 용접기 등 고가의 장비가 설치된 작업정반의 크기는 제한되어 있다.
- 안전거리: 조립정반에 놓이는 블럭은 작업자의 안전과 통행을 위해서 안전거리를 1M 정도 가져야 한다.
- 블럭의 배치방향: 조립정반에 블럭 배치를 원활하게 하고, 크레인을 이용한 블럭회전을 고려하여 배치시 그 방향은 0°, 90°, 180°, 270°로 한다.
- 작업반 작업가능영역: 작업반 작업가능영역이란 작업팀내에는 3-5 개의 작업반이 존재하는데 각 작업반마다 작업 대상 영역이 다르다. 이와같이 작업반별로 할당된 작업영역을 의미한다. <그림 2>에서 보듯이 각 작업반별로 작업가능한 영역이 구분되어 있으며, 어둡게 표시된 부분은 인접한 두개의 작업반이 공동으로 작업할 수 있는 영역을 표시하고 있는데 어느 작업반에서 해당 부분의 작업을 수행하느냐 하는 것은 각 반의 부하에 의해서 결정된다.

비공간 제약조건에는 공수, 작업인원, 작업시간, 블럭 중량, Turnover 중량, 1일 블럭 배치 갯수, PS 제약조건, 전문화 작업장 등이 있다. 여기서 PS 제약조건이란, 선박은 대개 좌우 대칭형이므로 선박을 구성하는 블럭들에도 대칭되는 쌍이 있다. 쌍을 이루는 블럭들에는 동일 블럭 이름을 부여하되 이름 끝에는

좌현과 우현을 나타내는 P(Port)와 S(Starboard)를 붙여 각각을 구별하고 있다. 이들 두 블럭은 동일한 팀에서 작업하도록 하는 것이 좋다. 이러한 비공간 제약조건들중에서 반 배정 단계에서 고려해야 하는 제약조건으로는 공수, 작업인원, 작업시간, 1일 배치 블럭 갯수 등이 있다.



<그림 2> A 팀의 작업반 작업가능영역

3. 곡블럭 조립 작업일정계획 시스템

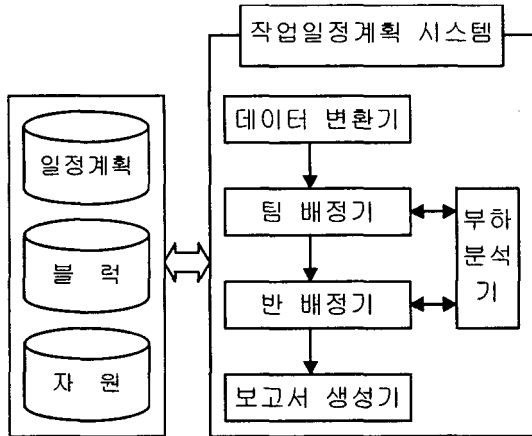
3.1 시스템 구성

작업일정계획 시스템은 <그림 3>과 같이 데이터 변환기, 팀 배정기, 반 배정기, 부하 분석기, 보고서 생성기로 구성되어 있다. 이 중에서 유전알고리즘을 적용한 모듈은 반 배정기이다.

데이터 변환기는 작업일정계획 수립에 필요한 각종 데이터를 수집·변환한다.

팀 배정기는 6 개의 팀이 작업하는 정반의 기배치된 블럭의 점유공간 및 시간 등을 감안하여 가장 적절한 정반에 새로운 블럭이 배정되도록 한다. 이는 자동 팀 배정기와 수동 팀 배정기로 구성되며, 자동 팀 배정기는 계획 대상 블럭을 자동으로 배정하며, 수동 팀 배정기는 자동 팀 배정기의 수동 대상 블럭이나

계획기간 전 불력을 대상으로 일정계획담당자가 수동으로 배정하게 하는 기능이 있다. 이 부분에는 공간일정계획 방법론을 적용하며, 이에 대한 연구와 응용사례는(이경전, 1992; 이경전, 1995) 이미 발표되었다.



<그림 3> 작업일정계획 시스템 구성도

반 배정기는 팀 배정기에 의해서 팀이 배정되고 난 후에 각 팀내에서 작업반 작업가능영역을 고려하고 일자별로 각 작업반간의 부하를 평균화하면서 반을 배정한다.

부하분석기는 팀 혹은 반의 부하를 분석하여 그 결과값을 팀 배정기 혹은 반 배정기에 각각 알려준다

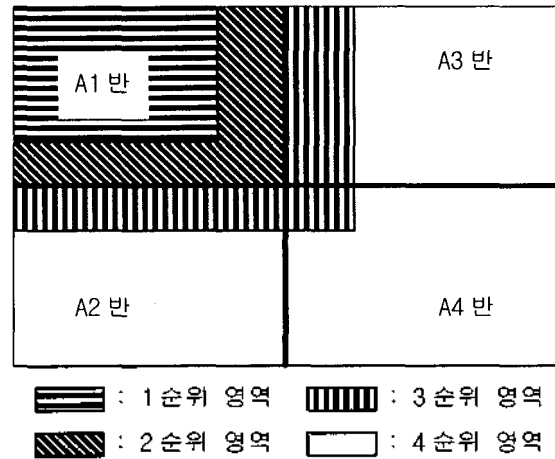
보고서 생성기는 불력의 배치 상황, 바차트, 부하 분석표, 일정계획 결과 등의 출력물을 화면이나 프린터로 출력한다.

3.2 작업반 배정을 위한 유전알고리즘의 적용

팀 배정기에 의해서 작업팀이 배정되고 난 후, 이 정보를 바탕으로 작업반 배정을 한다. 이 단계에서는 배정 대상 불력이 정반의 어느 위치에 놓여 있는가에 따라 작업반을 결정하게 되며 동시에 각 작업반의 부하도 고려하게 된다. 이렇게 공간상의 제약과 부하를 동시에

고려하여 문제를 해결하기란 어렵다. 이러한 문제에 유전알고리즘을 적용하여 그해를 찾고자 한다. 먼저 유전알고리즘으로 정보를 표현하기 위해서 작업반 작업가능영역을 이용한다.

예를들어 설명하면 <그림 4>에서 A팀이 담당하고 있는 정반상의 A1 반의 경우, 수평 눈금으로 표시된 부분은 1순위 영역에 속하며 이 영역에 속하는 불력은 반드시 A1 반에 배정되도록 한다. 사선으로 표시된 부분은 2순위 영역에 속하며 A1 반에서 작업할 수도 있고 다른 반에서 작업할 수도 있는 부분인데 가능하면 A1 반에서 작업하는 것이 좋으나 부하상태에 따라서는 인접한 다른 반에서 작업이 될 수도 있는 영역이다. 수직 눈금으로 된 부분은 3순위 영역으로 작업의 우선순위는 낮으나 부하 상태에 따라 불력 배정이 가능할 수도 있다. 1, 2, 3 순위를 제외한 영역은 4 순위에 속하며 A1 반에 배정되지 않도록 한다.



<그림 4> A1 반의 작업가능영역별 우선순위

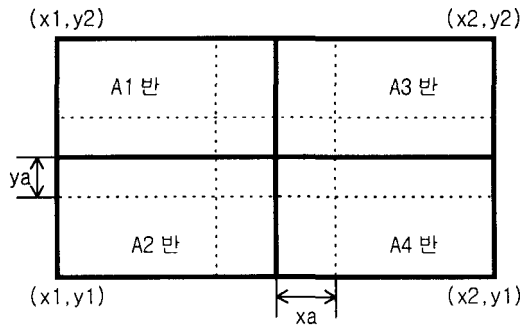
작업반 작업가능영역에 우선순위를 부여하기 위해서는 각 팀별/반별로 좌표 변환값을 정의해야 한다. 예를들면 A팀의 경우, 작업반 작업가능영역에서 우선순위는 <표 1>에 의해서 결정된다. <표 1>은 <그림 5>에 의해서 A팀에 대한 길이정보가 주어져 있을 때 불력의

중심좌표에 따라 우선순위가 어떻게 되는가를 보여주는 것이다.

는 4개의 반으로 {0, 1, 2, 3}의 값으로 표현된다. C팀의 경우에는 3개 반으로 {0, 1, 2}

<표 1> A 팀의 우선순위 부여 좌표

	1 순위	2 순위	3 순위
A1 반	(x1, y2/2+ya) (x2/2-xa, y2/2+ya) (x1, y2) (x2/2-xa, y2/2)	(x1, y2/2) (x2/2, y2/2) (x1, y2) (x2/2, y2)	(x1, y2/2-ya) (x2/2+xa, y2/2-ya) (x1, y2) (x2/2+xa, y2)
A2 반	(x1, y1) (x2/2-xa, y1) (x1, y2/2-ya) (x2/2-xa, y2/2-ya)	(x, y1) (x2/2, y1) (x1, y2/2) (x2/2, y2/2)	(x1, y1) (x2/2+xa, y1) (x1, y2/2+ya) (x2/2+xa, y2/2+ya)
A3 반	(x2/2+xa, y2/2+ya) (x2, y2/2+ya) (x2/2+xa, y2) (x2, y2)	(x2/2, y2/2) (x2, y2/2) (x2/2, y2) (x2, y2)	(x2/2-xa, y2/2-ya) (x2, y2/2-ya) (x2/2-xa, y2) (x2, y2)
A4 반	(x2/2+xa, y1) (x2, y1) (x2/2+xa, y2/2-ya) (x2, y2/2-ya)	(x2/2, y1) (x2, y1) (x2/2, y2/2) (x2, y2/2)	(x2/2-xa, y1) (x2, y1) (x2/2-xa, y2/2+ya) (x2, y2/2+ya)



<그림 5> A 팀의 좌표

다음으로는 유전알고리즘에서 사용된 염색체의 구성, Gene map의 구조와 사상, 초기 모집단의 생성 및 평가에 대해서 설명한다.

1) 염색체의 구성

염색체는 <그림 6>과 같이 각 팀별로 구성되며, 각 팀의 염색체는 작업일정계획 기간동안의 대상 블럭수 만큼의 Gene 으로 구성된다. 각 팀별 Allele의 구성은 팀에 소속된 작업반수에 따라서 다르게 결정된다. A 팀의 경우에

의 값으로 표현된다. E 팀의 경우에는 5개 반으로 {0, 1, 2, 3, 4}의 값으로 표현된다. GAlib에서 염색체 구성의 특이한 점은 각 Gene마다 Allele이 가질 수 있는 값을 작업반 우선순위에 따라서 제한할 수 있다는 것이다.

	S11P	S11S	E21P	E21S	E32P	E32S	A11C
A 팀	1	0	2	3	3	1	0
C 팀	2	0	1	0	2	1	0
E 팀	4	2	3	1	1	0	0

<그림 6> 염색체의 구성

예를들어 설명하면 A 팀의 S11P 블럭에 대한 작업 우선순위가 1 반에는 4 순위, 2 반에는 2 순위, 3 반에는 3 순위, 4 반에는 3 순위일 경

우, Allele 이 가질 수 있는 값의 범위를 2, 3, 4 반으로 한정할 수 있다. 그래서 블럭이 처음부터 4 순위 영역에는 배정되지 않도록 할 수 있다. 이러한 부분은 시스템에서 옵션사항으로 선택하도록 하였다.

2) Gene map 의 구조와 사상

<그림 7>에서는 Gene map 의 구조를 나타내고 있다. 염색체를 Allele 에 따라 어떻게 Gene 이 실제 블럭과 사상되는지를 나타내고 있다. 이 부분은 염색체를 해석하는데 이용된다. 예를들면 SIIP 블럭과 대응되는 작업 우선순위는 1 반은 4 순위, 2 반은 2 순위, 3 반은 3 순위, 4 반은 3 순위이고 염색체의 Allele 은 1이다. Allele 1 은 2 반을 의미하고, 2 반의 우선순위는 2 순위임을 알 수 있다.

			1반	2반	3반	4반	
S11P	200	**	4	2	3	3	1
S11S	300	**	1	4	4	4	0
E21P	250	**	2	3	4	4	2
E21S	320	**	3	3	2	3	3
E32P	250	**	4	4	4	1	3
E32S	230	**	4	3	4	2	1
A11C	123	**	3	2	3	2	0
:	:	:	:	:	:	:	:

<블럭> <작업반 우선순위> <염색체>

<그림 7> Gene map 의 구조와 사상

3) 초기 모집단의 생성

초기 모집단은 팀 배정기의 결과를 바탕으로 하여 구성된다. 팀 배정기에 의해서 팀이 배정되고 나면 팀별로 작업대상 블럭을 분류하여 각 팀별로 초기 모집단을 생성하게 된다.

4) 평가

부하에 대한 평가는 부하적재기를 이용하며, 별점은 작업반 작업가능영역과 1 일 블럭

배치갯수에 의해서 부여하였다. 부하적재기는 각 반별로 취부 부하적재기, 용접 부하적재기로 구성된다. 반 배정기에서는 계획기간내에서 일자별로 부하 평준화를 시도하지는 않고 각 작업반들간에 일자별로 비슷한 부하 분포를 가지도록 한다. 여기에서 작업일자를 조정해서 부하 평준화를 시도하지 않는 이유는 팀에 배정된 블럭은 시간 및 공간의 특정 위치를 차지하게 되는데, 일자를 조정한다는 것은 공간상의 위치 이동을 의미하며, 이를 위해서는 팀 배정기에서 수립된 모든 일정계획을 다시 조정해야 되는 문제가 발생하기 때문이다.

부하의 평가함수는 식(1)과 같다. 일자별로 각 반이 보유하고 있는 용접공수와 취부공수 대비 각 블럭의 용접공수와 취부공수의 비율을 평가하여 그 분산값이 최소인 값을 찾고자 한다. 이렇게 함으로써 일자별로 각 작업반간의 부하를 평준화할 수 있다.

$$OF = \sum_{i=1}^{TD} (WE + TE) \dots\dots\dots(식 1)$$

$$WE = \frac{\sum_{j=1}^{WN} \left(\frac{WL_{ij}}{WC_{ij}} \right)^2}{WN} - \left[\frac{\sum_{j=1}^{WN} \left(\frac{WL_{ij}}{WC_{ij}} \right)}{WN} \right]^2$$

$$TE = \frac{\sum_{j=1}^{WN} \left(\frac{TL_{ij}}{TC_{ij}} \right)^2}{WN} - \left[\frac{\sum_{j=1}^{WN} \left(\frac{TL_{ij}}{TC_{ij}} \right)}{WN} \right]^2$$

- i: 작업일
- j: 작업반
- TD: 총작업일수
- WN: 해당 팀에 속한 총작업반수
- WL_{ij}: i 일의 j 반의 용접 공수
- TL_{ij}: i 일의 j 반의 취부 공수
- WC_{ij}: i 일의 j 반의 용접 보유공수
- TC_{ij}: i 일의 j 반의 취부 보유공수
- WE: 조립용접에 대한 분산값
- TE: 조립취부에 대한 분산값

평가함수와 더불어서 제약조건을 위배할 경우에는 <표 2>와 같이 벌점을 부여한다. 벌점은 여러번의 실험을 거쳐서 좋은 작업일정 계획이 도출될 수 있는 값을 설정하였다.

<표 2> 제약조건 위배에 따른 벌점

제약조건	벌점
작업반 작업가능영역에서 1순위 배정시	0
작업반 작업가능영역에서 2순위 배정시	10
작업반 작업가능영역에서 3순위 배정시	20
작업반 작업가능영역에서 4순위 배정시	50
1일 배치 블럭수가 2개 이상	50

이상의 평가함수의 결과값과 벌점을 합해서 적합도를 구한다. 적합도 수식은 식(2)와 같다.

$$FITNESS = MIN(OF + P) \dots (식 2)$$

OF: 평가함수

P: 벌점

적합도가 최소인 값을 찾을 때까지 유전연산을 계속 수행하여 최적해로 판명된 Gene이 실제 블럭과 사상되어서 작업반이 결정된다.

4. 실험

실험 대상 물량으로는 실제 조선사의 96년 3월 데이터를 사용하였으며 계획기간동안의 블럭수는 A팀 44개, B팀 54개, C팀 40개, D팀 45개, E팀 58개, F팀 48개로 총 289개이다. 반 배정기는 각 팀별로 독립적으로 실행하게 된다. 프로그램 개발 환경은 Pentium 133Mhz, 운영체제는 Windows 95에서 유전알고리즘 라이브러리인 GALib(MIT, 1995)와

Visual C++ 언어를 사용하였다.

각 팀별로 1개월 물량을 계획하는데 소요되는 시간을 살펴보면 집단크기가 1000, 세대수가 200인 경우에 10~14분정도가 소요되었으며, 총수행시간은 71분이다. 각 팀별로 수행시간에 있어 약간씩 차이가 나는데 그 이유는 블럭 갯수와 배정해야 될 반의 수가 다르기 때문이다. 집단과 세대의 크기는 클수록 좋은 결과를 얻을 수 있지만 검색시간이 많이 걸리므로 적당한 집단크기와 세대수를 선정하여야 한다. 실험에서는 200세대 근처에서 값이 주로 수렴되었다.

다음으로는 작업반 작업가능영역을 고려한 각 팀의 반별 블럭의 배치 갯수를 <표 3>에 나타내고 있다.

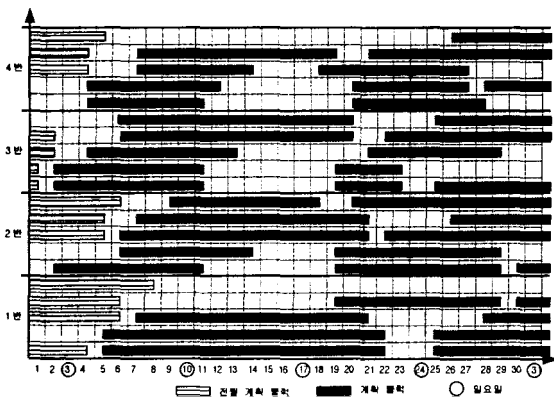
<표 3> 각 팀의 반별 블럭 배치 갯수 비교

팀	블럭 수	우선 순위	1반	2반	3반	4반	5반
A 팀	44	1순위	5	6	8	8	-
		2순위	4	3	3	3	-
		3순위	0	2	1	1	-
		소계	9	11	12	12	-
B 팀	54	1순위	9	7	9	8	-
		2순위	5	1	2	3	-
		3순위	1	2	3	4	-
		소계	15	10	14	15	-
C 팀	40	1순위	9	7	7	-	-
		2순위	4	1	0	-	-
		3순위	2	3	7	-	-
		소계	15	11	14	-	-
D 팀	45	1순위	5	3	6	6	-
		2순위	6	2	5	3	-
		3순위	1	3	1	4	-
		소계	12	8	12	13	-
E 팀	58	1순위	12	3	6	5	8
		2순위	0	1	4	2	1
		3순위	0	6	3	5	2
		소계	12	10	13	12	12
F 팀	48	1순위	9	2	3	7	8
		2순위	0	4	4	0	1
		3순위	1	2	4	2	2
		소계	10	8	11	9	10

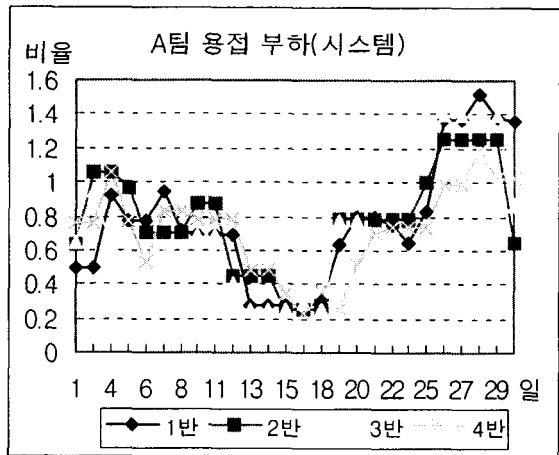
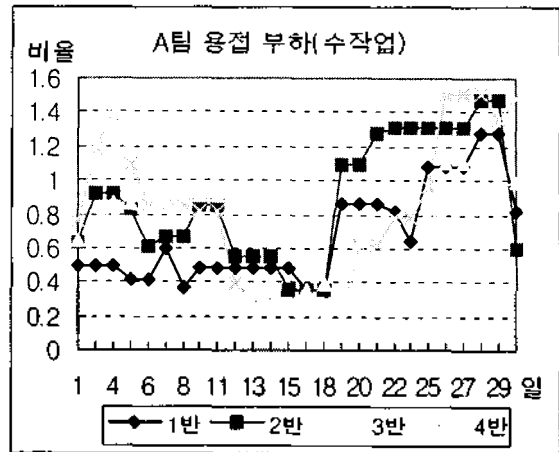
작업반의 1순위에 속한 블럭은 해당반에
배정되었고 2순위와 3순위의 블럭은 팀내에
서 각 반의 부하에 의해서 배정됨을 알 수 있
다. 표에서 각 반의 배치 갯수가 동일하지 않
은 이유는 각 블럭마다 투입되는 공기와 공수
가 다르고, 1일블럭 배치 갯수 제한 등에 의
해서이다.

A 팀의 각 반별 일자별 배치상황을 나타내
면 <그림 8>과 같다. 계획기간의 작업물량이
초순과 하순경에 집중되어 있으며 중순에는
착수되는 블럭이 거의 없는 것으로 나타났다.
결과에 의하면 일자별로 1개반에 동시에 착수
되는 블럭이 2개를 넘는 것이 없으며, 블럭이
각 반에 골고루 배정되는 것으로 나타나고 있
다.

부하는 용접 부하와 취부 부하의 두가지로
평가한다. 왜냐하면 각 작업반에서 용접인원
은 용접작업을 하고, 취부인원은 취부작업을
하며, 블럭의 공수도 용접 공수와 취부 공수
로 나누어져 있기 때문이다. <그림 9>와 <그
림 10>에는 A 팀의 용접 및 취부 부하 그래프
를 수작업에 의한 방법과 시스템에 의한 방법
으로 나타내고 있다. 그림에서 수작업에 의한
경우에는 일자별로 각 작업반간의 부하 분포
가 고르지 못하지만, 시스템에 의한 경우에는
각 작업반간의 부하 분포가 어느정도 비슷함
을 알 수 있다.



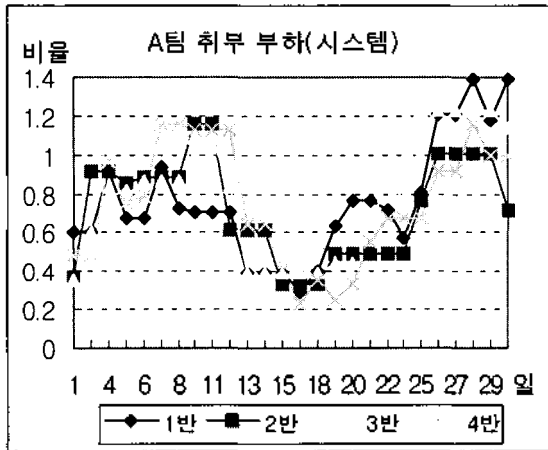
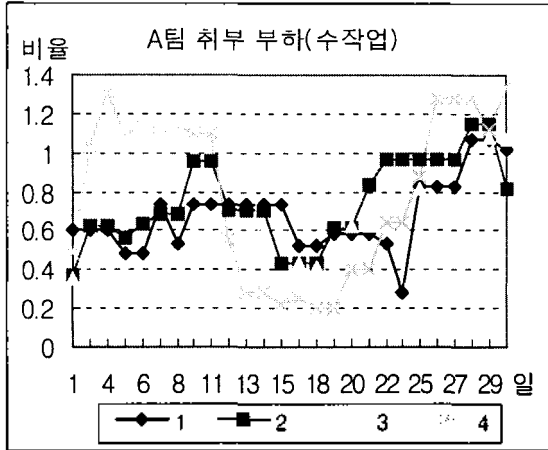
<그림 8> A 팀의 일자별 배치상황



<그림 9> A 팀의 용접 부하

<표 4>와 <표 5>에는 A 팀의 용접 공수와
취부 공수에 의한 일정계획 결과를 평균과 표
준편차로 나타내었다. 용접 공수에 있어서,
수작업에 의한 방식에서는 작업반별 평균값이
0.67에서 0.80으로 부하 분포가 고르지 못함
을 알 수 있다. 하지만 시스템에 의한 방식에
서는 평균값이 0.74에서 0.77로 각 작업반간
의 부하 분포가 비슷함을 알 수 있다. 취부
공수에 있어서, 수작업에 의한 방식에서는 평
균값이 0.68에서 0.84로 각 작업반간에 있어
부하 분포가 고르지 못함을 알 수 있다. 하지
만 시스템에 의한 방식에서는 평균값이 0.74
에서 0.77로 각 작업반간의 부하 분포가 비슷
함을 알 수 있다. 표준편차의 값이 크게 나타
나는 이유는 반 배정기에서는 일자별로 부하

를 평준화시키기 위한 노력을 하지 않기 때문이다. 참고로 월 전체적인 일자별 부하 평준화는 팀 배정기에서 담당하고 있다.



<그림 10> A팀의 취부 부하

5. 결 론

본 연구에서는 조선의 일정계획 문제를 해결하기 위한 유전알고리즘의 적용 방안을 제시하였고 이를 실제 조선사의 곡블럭 조립공장에 대한 일정계획 문제에 적용해 봄으로써 기존의 수작업을 대체할 수 있는 시스템의 실용화가 가능함을 보였다. 공간상의 정보인 작업반 작업가능영역과 일자별로 각 작업반간의 부하 평준화를 동시에 고려하는데 있어 유전

알고리즘을 이용한 시스템 개발이 수작업에 의한 방법보다 더 좋은 해를 얻을 수 있음을 확인하였다.

앞으로의 연구를 통해서 실행시간을 단축시킬 수 있도록 시스템의 성능향상과 함께 다른 방법론에 의한 시스템도 개발하여 다양한 비교 연구가 이루어져야 한다. 그리고 팀 배정기와 반 배정기의 계층적 구조의 일정계획 문제에서 필연적으로 야기되는 제일정계획 문제에 대한 연구도 뒤따라야 한다.

<표 4> A팀의 용접 공수에 의한 결과 비교 (평균과 표준편차)

반	수작업	시스템
A1 반	평균	0.67
	표준편차	0.29
A2 반	평균	0.78
	표준편차	0.34
A3 반	평균	0.80
	표준편차	0.33
A4 반	평균	0.77
	표준편차	0.37

<표 5> A팀의 취부 공수에 의한 결과 비교 (평균과 표준편차)

반	수작업	시스템
A1 반	평균	0.68
	표준편차	0.18
A2 반	평균	0.72
	표준편차	0.20
A3 반	평균	0.82
	표준편차	0.32
A4 반	평균	0.84
	표준편차	0.40

<참고 문헌>

1. 이경전, *공간 일정계획과 조선공업에의 응용*, 한국과학기술원, 1992.
2. 이경전, *공간 일정계획 전문가시스템의 개발에 관한 연구*, 한국과학기술원, 1995.
3. 조규갑, 류광렬, 최형림, 이수홍, *선각내업 공정설계 및 작업일정계획 자동화 시스템 개발 2 차년도 연구 보고서*, 부산대학교 기계기술연구소, 1995.
4. Cho, K. K., et al., Computer Aided Process Planning System for Block Assembly Shop Using CBR, *Proceedings of The 24th North American Manufacturing Research Conference*, Ann Arbor, Michigan, (1996), 157~162.
5. Goldberg, D. E., *Genetic Algorithms in Search, Optimization & Machine Learning*, Addison-Wesley, 1989.
6. Holland, J. H., *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, University of Michigan Press, Ann Arbor, 1975.
7. Lee, J. K. et al., Intelligent Scheduling Systems for Shipbuilding, *AI Magazine*, Vol.16, No.4 (1995), 78-94.
8. MIT, *Galib 2.4.2 Manual*, University of MIT, 1995.