

품질공학적방법에 의한 2차원도형배치문제에서의 초기배치방법에 대한 연구

리성욱, 정원일

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《나라의 과학기술을 세계적수준에 올려세우자면 발전된 과학기술을 받아들이는것과 함께 새로운 과학기술분야를 개척하고 그 성과를 인민경제에 적극 받아들여야 합니다.》

(《김정일선집》 증보판 제11권 138~139페이지)

2차원도형배치문제는 어떤 주어진 영역에 여러개의 임의의 형태의 도형들을 합리적으로 배치하는 문제로서 배치상태의 조합이 수많이 존재하기때문에 NP문제에 속한다.

도형들의 배치률을 최대로 하는 목적함수를 평가함수로 하여 유전조작을 진행하는 선행한 방법[1, 2]은 최량풀이를 얻는데서 탐색효율이 높지 못하고 탐색시간도 오래며 수렴성이 그리 좋지 못한 결함이 있다. 이 방법들에서는 초기유전배치에서 적응도를 최대로 높이도록 하는 방법이 확립되어있지 않다.

본문에서는 품질공학적방법을 유전알고리즘에 적용하여 초기유전자배치를 과학적으로 결정하기 위한 연구를 진행하고 실험을 통하여 그 효과성을 검증하였다.

1. 초기배치단계에서 개체들의 적응도향상

유전알고리즘을 리용하여 2차원도형배치문제를 풀 때 초기도형배치상태가 대역적최량화를 달성하는데 중요한 작용을 한다.

여기로부터 우리는 어떤 유전개체를 이루는 j 번째 유전자에 대한 상태변수 P_j , α_j 들의 가능한 모든 방안에 대하여 적응도함수를 최소로 하는 유전자렬의 유전자 g_j 의 배치상태를 결정하여 유전자조작의 첫 단계에서 배치공간에 대한 초기유전개체의 도형배치상태를 결정하는 방법을 제기한다.

유전개체안의 모든 유전자들의 α_j 는 각이한 값을 취할수 있으며 임의의 하나의 유전개체에 대해서도 그것의 유전자개수를 m 이라고 할 때 무수히 많은 조합상태가 가능하다.

이때 i 번째 상태 $T_i = \{\alpha_{i,j}, j = \overline{1, m}\}$ 에 있는 유전개체의 적응도값을 y_i 라고 하자.

유전개체를 이루는 매 유전자들의 $\alpha_{i,j}$ 를 신호인자, 그것의 유전자서렬에 의하여 결정되는 적응도값 y_i 를 출력값으로 할 때 SN비는 다음과 같이 표시된다.

$$SN_j = \frac{\frac{s}{\gamma}(s_\beta - V_e)}{V_e} \quad (1)$$

여기서

$$S_{\beta} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n \alpha_{i,j} \cdot \gamma_i \right)^2}{\sum_{i=1}^n \alpha_{i,j}^2}, \quad V_e = \frac{\sum_{i=1}^n y_i^2 - S_{\beta}}{(n-1)}, \quad \gamma = \sum_{i=1}^n \alpha_{i,j}^2$$

이며 n 은 상태 T_i 의 총수이다.

한편 입력의 단위변화에 대한 출력의 크기는

$$\beta^2 = (S_{\beta} - V_e) / \sum_{i=1}^n \alpha_{i,j}^2 \quad (2)$$

로 표현된다.

식 (2)는 j 번째 유전자의 α 값의 단위변화가 출력값 즉 SN비에 미치는 영향의 크기를 보여주는데 이 값이 클수록 해당 유전자의 단위각도변화가 적응도에 미치는 영향은 크게 된다.

이상의 고찰로부터 2차원도형의 초기배치상태결정문제는 SN비의 망소특성 또는 망대 특성문제로 된다.

매 유전개체에 대하여 그것의 유전자가 취하는 $\alpha_{i,j}$ 에 의하여 결정되는 조합의 개수는 무수히 많으므로 L형직교표에 유전인자를 배당하고 그것의 SN비를 분석하여 적은 계산시험으로 최량배치상태를 얻어내게 된다.

일반적으로 직교표는 $L_N(P^K)$ 로 표시한다.

여기서 N 은 실험점의 수, K 는 원소의 개수, P 는 수준수로서 이것들사이에는 다음의 관계가 성립된다.

$$K = \frac{P^m - 1}{P - 1} (N = P^m) \quad (3)$$

직교표의 작성방법은 다음과 같다.

① 회전시킨 원소 $e_0 = (1, \dots, K)$, $e_1 = (2, \dots, K, 1)$, $e_{K-1} = (K, 1, \dots, K-1)$ 을 성분으로 하는 행렬을 구하여 K 수준계의 직교배렬을 얻는다.

② j 번째 유전자의 i 번째 상태파라미터 $\alpha_{i,j}$ 의 값이 어떤 실수값구역안에서 결정되는 경우 3수준계 직교표를 리용하여 i 번째 실험점에 대한 SN_j 를 계산하며 다음단계에서의 계산수준을 결정한다.

여기로부터 임의의 풀이구역에서 L형직교표를 리용하여 파라미터 $\alpha_{i,j}$ (i 번째 실험점에서의 j 번째 유전자의 방향)의 최량풀이를 얻기 위한 알고리즘은 다음과 같다.

- ① 유전자의 개수보다 큰 렬을 가지는 직교표를 생성한다.
- ② 해당한 매 유전자들의 상태파라미터 $\alpha_{i,j}$ 를 실험인자로 배당한다.
- ③ 매 실험점에 대해 설정된 $\alpha_{i,j}$ 에 기초하여 유전자들의 배치를 진행한다.
- ④ 매 실험점에 대한 적응도값을 얻고 식 (1)을 리용하여 특성값 SN_j 로 변환한다.
- ⑤ $\alpha_{i,j}$ 의 수준별합계를 얻어 다음단계의 수준을 결정한다.
- ⑥ SN비가 최소(또는 최대)로 되면 ⑦으로 이행하고 아니면 ②으로 이행한다.
- ⑦ 계산을 중지한다.

2. 품질공학방법과 유전알고리즘을 결합한 2차원도형배치문제의 실험 및 평가

제안한 방법에 대하여 다음과 같은 실험조건에서 실험을 진행하였다.

대상으로서는 일반기하학적도형 4개를 선택하고 매 도형마다 26개의 크기별등급을 주었다. 따라서 총 유전자개수는 104개이며 대역적최량화를 실현하기 위한 초기풀이조건 즉 초기배치상태를 결정하기 위하여 104개 인자를 설정할수 있는 직교실험계획표를 생성하였다.(그림 1)

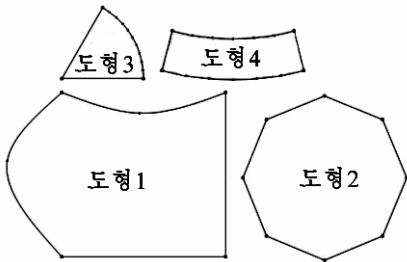


그림 1. 2차원도형배치에 리용된 일반기하학적도형

유전자개군의 유전조작과정에 리용하게 되는 교잡확률은 $P_{\text{교}} = 0.8$ 로 주었다. 그리고 돌연변이확률값은 열역학적모의에 의한 방법으로 계산하여 모의실험과정전반에서 구체적으로 변하는것으로 하였다.

여기에 기초하여 진행한 실험결과는 그림 2와 같다.

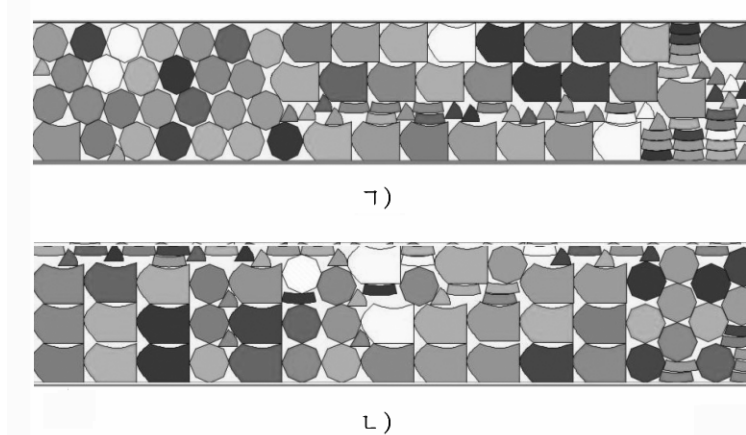


그림 2. 일반기하학적도형의 2차원도형배치결과

ㄱ) 제안한 방법, ㄴ) 선행한 방법

실험결과 제안한 방법에서는 실수률이 82.3%이고 배열길이가 798cm, 선행한 방법에서는 실수률이 79.1%, 배열길이가 815cm이라는것을 알수 있다.

한편 수렴시간은 선행한 방법에서는 3min, 제안한 방법에서는 5min이다. 즉 수렴시간은 조금 길어졌지만 실수률에서는 제안한 방법이 우월하다는것을 알수 있다.

참 고 문 헌

[1] K. Rashed et al.; 7th ICGA, 510, 2007.

[2] N. Mori et al.; 7th ICGA, 299, 2007.

A Research of the Beginning Layout Method in the 2-D Polygon Layout Problem using the Taguchi's Approach

Ri Song Uk, Jong Won Il

We propose a method that increases the adaptation of the beginning objects by applying the Taguchi's approach to the beginning layout step of the 2-d polygon layout problem using improved GA.

Key words: 2-d(dimension) polygon layout, beginning layout