

---

# 유전자 알고리즘을 이용한 프로젝트 스케줄링에 관한 연구

이재현

동명대학교 항만물류시스템전공

## The Study on Project Scheduling Using Genetic Algorithm

Jae-Hyun Lee

College of Port & Logistics, TongMyong University

E-mail : beacon@tu.ac.kr

### 요 약

소프트 엔지니어링에서 프로젝트에 대한 효과적인 스케줄링은 중요한 부분 중에 하나이다. 산업에서는 한정된 자원에 대한 스케줄링을 가지는 다양한 방법이 시도 되고 있다. 본 논문에서는 유전자 알고리즘을 사용한 한정된 자원을 가지는 프로젝트 스케줄링에 대한 접근 방법을 제안하고, 실험 결과를 통하여 그 효과성을 입증한다.

### ABSTRACT

Efficient scheduling for project is a major concern for software engineers. Industries simultaneously try to perform a variety method of projects with the resource-constrained scheduling. In this paper, genetic algorithm is presented to solve the scheduling problem of the resource-constrained scheduling and is substantiated with results.

### 키워드

Resource-constrained, Genetic algorithm, Project scheduling

## I. 서 론

프로젝트 관리 시스템은 전 세계적으로 확산되어 프로젝트 성공의 중요한 결정요인의 하나로 인식되어 있으며, 프로젝트 관리 시스템은 기업의 가치를 높이고 기여하고 있다. 따라서, 기업들은 프로젝트 관리시스템을 활용한 효율적인 프로젝트 관리에 아낌없는 투자를 하고 있다. 뿐만 아니라, 소프트웨어 엔지니어링 측면에서 프로젝트에 대한 효과적인 스케줄링은 중요한 부분 중에 하나이다. 최적의 프로젝트 스케줄링을 위하여 많은 방법들이 시도되고 있으며, 유전자 알고리즘과 같은 인공지능 기법들도 시도 되고 있다[1-3].

유전자 알고리즘은 자연계의 “적자생존의 법칙”과 “유전자 진화의 원리”를 수학적으로 모델링하여 최적화 문제를 해결하는 알고리즘이다. 현재 이러한 유전자 알고리즘은 많은 분야에 응용되고 있으며, 최적화 문제에 대하여 효과적임을

보여주고 있다[4]. 본 논문에서는 프로젝트 관리 시스템에서 한정된 자원을 가지는 프로젝트 스케줄링에서 최적화된 스케줄링을 위한 유전자 알고리즘을 제안한다. 본 논문의 구성을 살펴 보면, 2장에서는 유전자 알고리즘에 대해서 설명하고, 3장에서는 유전자 알고리즘을 이용한 프로젝트 스케줄링을 보이고, 4장은 결론 및 향후 연구 과제에 대하여 설명한다.

## II. 프로젝트 스케줄링 문제

한정된 자원을 가지는 프로젝트에서 각 작업들이 자원을 요청하면, 각 작업에 대한 자원들을 할당한다고 가정한다. 예를 들어,  $n$ 개의 자원과  $m$ 개의 작업이 있다고 하자.  $m$ 개의 작업들이  $n$ 개의 자원 중에서 특정한 자원을 요구하였을 경우, 그 자원에 대한 현재 사용 유무와 프로젝트 전체 일정이 최단 시간으로 끝날 수 있도록 고려하여 자

원을 할당한다. 동시에 동일한 자원을 요청하는 작업이 있을 수 있고 이러한 각 작업들이 원하는 최적 자원을 할당하기 위하여 각 자원들에 해당하는 자원 큐에 들어가게 되고, 효과적인 자원큐에서 최적의 자원할당에 대한 스케줄링 방법이 필요하다. 이러한 방법을 위하여 유전자 알고리즘을 사용하여 구현한다.

## II. 유전자 알고리즘

유전자 알고리즘은 자연계의 진화 현상을 구현하는 알고리즘으로 다윈이 주장한 적자생존과 자연도 도태의 원리를 이용하여 개발된 알고리즘이다. 유전자 알고리즘에서는 생물학적 유전인자인 염색체에 해당하는 문자열을 가지고 생물과 같은 재생산(reproduction), 교배(crossover), 돌연변이(mutation)를 거쳐서 다음 세대의 새로운 자손(offspring)을 만들어 낸다. 자연의 생물유전을 모방한 연산자들을 반복적으로 적용하여 적합한 해를 탐색하여 최적의 해를 구한다. 현재 단순 유전자 알고리즘(Simple Genetic Algorithm : SGA)을 변형시킨 여러 가지 알고리즘이 제안되어 왔다 [4][5].

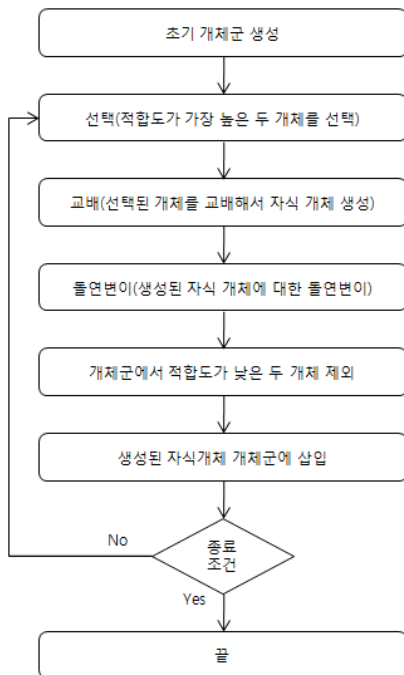


그림 1. 유전자 알고리즘 진행순서

이 중에서도 최적의 해를 찾는 문제를 해결하는데 유용한 것으로는 SGA보다는 SSGA(Steady State Genetic Algorithm)이 최적의 해를 찾는 문제에서는 몇 가지 장점을 가지고 있는 알고리즘이다. SSGA는 단순유전자 알고리즘과 달리 교배

연산의 위치를 확률적으로 결정하는 것이 아니라 이미 고정된 형태의 균등 교배를 사용한다. 균등 교배를 사용하는 경우 교배 마스크에서 교배점의 개수를 늘이면 스키밍이 심하게 파괴되는 경향이 있지만, 적은 세대 수내에서 적합도가 높은 개체를 포함시킬 수 있기 때문에 결과적으로 보다 빠른 최적의 해를 찾아 낼 수가 있다[4][5]. 이러한 SSGA에 대한 과정을 나타내면 그림 1과 같다.

## III. 모의 실험

### 1. 유전자 알고리즘을 이용한 스케줄링

각 작업들이 요구하는 자원, 요구한 자원에 대해서 사용하는 시간을 요청하면, 그것을 자원 큐에 보내고, 자원 큐에서 몇 번째에 들어가야 할지 결정하게 된다. 이를 위하여 탐색체는 자원과 그 자원 내에서 대기 순서를 위해서 세 개의 스트링으로 구성하였다. 예를 들어 자원 3개(R1, R2, R3)가 있고 7개의 작업이(T1~T7) 있는 경우에 대한 내용은 다음과 같다.

	1	2	3	4	5	6	7
자원	R1	R2	R1	R2	R3	R1	R2
우선순위	2	4	5	6	8	4	3
사용시간	2	3	12	5	6	7	10

스트링의 인덱스는 작업에 대한 번호를 의미하고 첫 번째 자원 스트링은 작업이 요구하는 자원을 의미한다. 두 번째 우선순위 스트링은 선택한 자원에 대한 우선 순위를 의미하고, 세 번째 스트링은 자원에 대한 할당 요구시간을 의미한다. 예를 들어 살펴보면, T2 작업의 자원 스트링은 R2이고, 우선순위 스트링은 4, 사용시간 스트링은 3이다. 이것은 T2 작업은 R2 자원을 요구하고 우선 순위는 2이고, 자원의 사용시간은 3시간을 의미한다.

자원 큐에서 우선순위가 적거나, 요구 시간이 적을 경우에 현재 자원의 사용 유무에 따라 자원을 결정하기 된다.

### 2. 선택(Selection)

선택 연산은 주어진 환경에 잘 적응하는 개체들은 살아남고 그렇지 못한 개체들은 도태되는 자연계의 선택 현상을 모델링 한 것이다. 교배나 돌연변이에 의하여 좋은 탐색체들이 살아질 수 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 여기서는 Steady-State 선택법을 사용한다.

### 3. 교배(Crossover)

교배 연산은 두 부모 개체로부터 새로운 자식을 생성해 내는 것을 의미한다. 즉 다음 세대 탐색체에 대한 유전 형질 전이가 일어나는 것이다. 본 논문에서는 이점 교배(Two-Point Crossover)를 사용하였으며, 예를 나타내면 그림 2와 같다.

부모1	R1	R2	R1	R2	R3	R1	R2
	2	4	5	6	8	4	3
부모2	R2	R2	R3	R2	R1	R3	R1
	3	4	8	6	4	8	2
자식1	R2	R2	R3	R2	R1	R3	R1
	3	4	8	6	4	8	2
자식2	R2	R2	R1	R2	R3	R3	R1
	3	4	5	6	8	8	2

그림 2. 이점 교배(Two-Point Crossover)

4. 돌연변이(Mutation)

선택과 교배연산은 개체군 내의 개체들의 정보를 가지고 유전 형질을 선택하거나 변화시키는 것이지만, 개체군 내에 존재하지 않는 해의 정보를 돌연변이 연산을 통해 보완하는 것이다.

5. 적합도 함수(Fitness function)

적합도 함수는 최적화하고자 하는 각 개체의 적합도를 평가하는 기준이다. 각 염색체의 대한 적합도를 평가하여 적합도에 따라 염색체를 우수한 염색체를 선택하게 된다. 여기서, 적합도 함수는 자원에 대한 할당 시간 및 사용 유무에 대한 적합도 함수는 수식 (1)과 같다.

$$\text{적합도함수} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_i + u_i \quad (1)$$

본 논문에서는 다음과 같은 상황을 가정하여 모의 실험을 하였다. 3개의 자원(R1, R2,R3)와 2개의 프로젝트에서 7개의 작업(task)과 자원을 그림 3과 같이 요구하는 경우에 대하여 고려하였다. 표 1은 유전 알고리즘의 파라미터를 의미한다.

표 1. 유전알고리즘 파라미터

세대 수	돌연변이 확률	교배 확률	개체 수
300	2%	95%	20

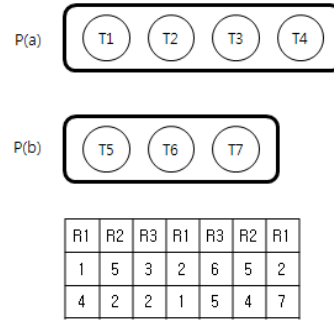


그림 3. 프로젝트에 대한 유전인자 표현

유전 알고리즘을 적용한 결과, 프로젝트의 작업에 대한 자원 스케줄링은 T4, T1, T7, T2, T6, T3, T5 순으로 자원을 할당하는 것이 좋은 결과를 가져 온다.

IV. 결론

소프트웨어 엔지니어링 측면에서 프로젝트에 대한 효과적인 스케줄링은 중요한 부분 중에 하나이다. 최적의 프로젝트 스케줄링을 위하여 많은 방법들이 시도되고 있으며, 본 논문에서는 한정된 자원을 가지는 프로젝트에서 자원에 대한 스케줄링을 유전자 알고리즘을 이용하여 제안하였다. 유전자 알고리즘을 이용한 자원의 스케줄링을 결과를 보였다. 향후 연구과제는 유전자 알고리즘을 이용하였을 경우, 지역 최소점에 빠지는 경우에 대해서 보완 할 수 있는 방법을 모색하고, 실제 프로젝트 관리 시스템에 적용할 것이다.

참고문헌

- [1] M. Gen, Y. Tsujimura, E. Kubota. "Solving Job-Shop Scheduling Problem Using Genetic Algorithms". Proceedings of the 16th International Conference on Computers and Industrial Eng., Ashikaga, Japan, 1994.
- [2] Prins C., "Competitive genetic algorithms for the open shop scheduling problem", Mathematical Methods of Operational Research 52, pp389-411, 2000.
- [3] Merkle D., Middendorf M., and Schmeck H.. "Ant colony optimization for resource-constrained project scheduling.", IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 6, pp333 - 346, 2002.
- [4] M. Gen, R. Cheng. Genetic Algorithms and Engineering Design. John Wiley & Sons, Inc., 1997.
- [5] 문병로, "유전자 알고리즘:진화적 접근법", 한빛미디어, 2008.