

공진화 알고리즘을 이용한 혼합모델 조립라인에서의 작업할당과 투입순서결정

Balancing and Sequencing Mixed Model Assembly Lines using Coevolutionary Algorithm

김여근* · 김재윤* · 김영호**

* 전남대학교 산업공학과

** 서울대학교 산업공학과

Abstract

본 논문에서는 혼합모델 조립라인에서 가외작업 최소화를 목적으로 작업할당과 투입순서를 동시에 결정할 수 있는 공진화 알고리즘을 제시한다. 혼합모델 조립라인은 공장부지, 시설 등의 투자를 줄이고 시설의 효율적인 이용을 위하여 한 라인에서 유사한 여러 모델의 제품을 생산하는 조립라인이다. 혼합모델 조립라인에서는 생산되는 제품들의 생산량이 모델에 따라 서로 다르고, 작업내용과 작업시간들이 상이하다. 따라서 라인의 효율적인 이용을 위하여 합리적인 작업할당과 투입순서결정이 중요하게 다루어져야 한다.

혼합모델 조립라인에서의 작업할당과 투입순서결정은 밀접한 관련성을 갖는다. 그리고 이들 두 문제는 모두 NP-hard 문제로 알려져 있다. 기존 연구들은 거의 대부분 두 문제를 서로 독립적으로 또는 계층적으로 해결하였다. 그러나 둘 이상의 문제가 결합된 복합적인 문제를 계층적으로 해결하는 방법은 해공간을 충분히 탐색하는데 한계를 갖는다. 따라서 본 연구에서는 이들 두 문제를 동시에 고려함으로써 넓은 해공간을 효과적으로 탐색하여 좋은 해를 발견할 수 있는 방법을 제안하고자 한다. 이를 위하여 생물의 공진화 과정을 모방한 공진화 알고리즘을 이용한다.

공진화 알고리즘은 자연계의 여러 생물학적 종들이 주어진 환경내에서 서로 영향을 주고 받으며 동시에 진화하는 공진화 과정을 모방한 확률적 탐색기법이다. 생물계에서 각 종들은 다른 종의 진화에 환경으로 작용하는데, 이는 여러 문제가 상호 관련되어 있는 복잡도가 높은 문제의 상황과 유사하다고 볼 수 있다. 따라서 공진화 알고리즘은 각 종들이 다른 종들과 상호작용하면서 상호진화하는 과정을 모방하여 여러 문제들로 이루어진 복잡도가 높은 문제에서 넓은 해공간을 효율적으로 탐색하는데 적

용되고 있다.

본 연구에서는 작업할당과 투입순서 문제를 각각 하나의 종으로 보고, 이들 두 종을 공진화시키는 알고리즘을 개발한다. 각 문제를 하나의 종으로 보면, 이들 종은 서로 다른 특성을 갖는 유전인자로 구성되어 있다. 공진화 알고리즘을 개발하기 위하여 두 문제에 대해 잠재해들을 표현한 개체들로 토러스 형태의 2차원 격자구조로 배열한 모집단을 만든다. 공진화 알고리즘에서 모집단의 다양성 유지와 좋은 진화 환경의 선택은 알고리즘의 탐색성능을 높이는데 중요한 역할을 한다고 알려져 있다. 이를 위하여 본 연구에서는 모집단내, 그리고 모집단간 지역적 상호작용을 통하여 모집단을 진화시키기 위하여 두 모집단은 특정 위치에 있는 개체를 중심으로 한 이웃내에서 동일한 위치의 상대 이웃을 환경으로 진화하는 전략을 사용한다. 제안한 진화전략은 자연계의 각 개체들이 지역적 정보에 의존하여 진화한다는 개념을 이용한 것으로 이웃에서 서로 다른 형태를 갖는 개체의 좋은 결합을 찾아 가능한 이를 현재의 위치에 생존하게 하고, 그 지역 내에서 이들 개체를 진화시키는 것이다. 이는 다양한 좋은 결합들이 적소를 형성하도록 하여, 결국 해의 조기 수렴을 방지할 뿐만 아니라 해공간의 효율적 탐색을 가능하게 한다.

또한, 공진화 알고리즘에서는 진화 환경에 따라 개체의 적응도에 차이를 보인다. 따라서 적응도 평가에 참여하는 환경개체의 설정은 모집단간 개체들의 상호작용에 많은 영향을 주며, 공진화 알고리즘 개발에 있어 중요한 요소가 된다. 제안한 알고리즘에서는 상대 모집단의 이웃에서 가장 높은 적응도를 갖는 개체를 환경개체로 사용하였으며, 개체의 적응도를 평가하는 방법을 개발하였다. 그리고 다루는 두 문제의 특성을 잘 반영할 수 있는 효율적인 유전표현과 유전연산자를 사용하였다. 특히, 유전연산자는 각 문제가 갖는 정보를 이용한 새로운 유전연산자를 개발하였다.

컴퓨터 모의실험을 통하여 제안한 알고리즘의 성능을 분석하였다. 알고리즘 성능 분석은 여러 문제가 결합된 복합적인 문제를 해결하는 전통적인 기법인 계층적 방법과 기존 연구에서 사용된 공진화 알고리즘과의 비교를 통하여 이루어졌다. 실험결과, 본 연구에서 제안한 기법을 포함하여 모든 공진화 알고리즘을 적용하여 구한 해가 계층적 방법에 의한 해보다 우수하였다. 이로써, 복합적인 문제에 대한 전통적인 방법이 해공간을 효율적으로 탐색하지 못하며, 공진화 알고리즘이 이러한 유형의 문제에 적합하다고 할 수 있다. 또한 공진화 알고리즘간의 성능 측면에서는 제안한 공진화 알고리즘이 우수한 성능을 보였다. 이것은 제안한 알고리즘이 기존 알고리즘과 비교하여 모집단의 다양성을 유지하고, 모집단을 구성하는 개체들은 어떠한 환경의 변화에도 잘 적응해 나감으로써 부분최적으로 쉽게 수렴하지 않으며, 넓은 해공간을 효율적으로 탐색한다는 것을 의미한다.

제안한 공진화 알고리즘의 기본 구조는 진화 알고리즘이 갖는 적용의 유연성에 의해 목적이 변경되거나 제약이 추가된 작업할당과 투입순서를 동시에 결정하는 문제 뿐만 아니라, 복잡하고 동적인 여러 형태의 문제에 적용가능하다.