

# 교섭게임에서 입자군집최적화와 차분진화알고리즘 비교

## Comparing between particle swarm optimization and differential evolution in bargaining game

이 상 욱  
목원대학교

Lee Sangwook  
Mokwon Univ.

### 요약

근래에 게임이론 분야에서 진화계산 기법을 사용한 분석은 중요한 이슈이다. 본 논문에서는 교섭게임에서 입자군집최적화와 차분진화알고리즘 간의 공진화 과정을 관찰하고 상호 경쟁에서 얻는 이득을 비교하여 두 알고리즘의 성능을 분석한다. 실험결과 입자군집최적화가 차분진화알고리즘에 비해 교섭게임에서 더 우수한 성능을 보임을 확인하였다.

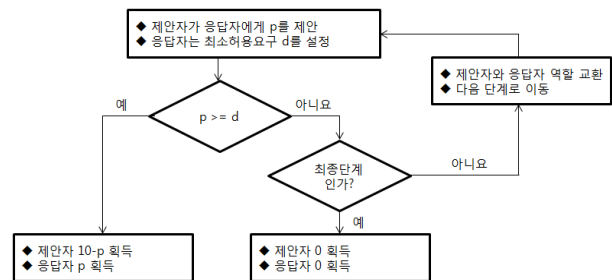
## I. 서론

교섭게임은 1971년 Ståhl이 이론적 기반을 설립한 이후로 다양한 사회과학 분야의 양자간 협상 연구의 모델로 적용되어 왔다[1]. 대표적으로 전자상거래, 노사협상, 분쟁해결 등의 연구에 중요한 분석도구로 사용 되었다. 이와 같은 연구는 사람이 직접 실험에 참여하여 결과를 산출하였으나 최근 들어 컴퓨터공학 분야에서는 인공 에이전트를 이용하여 여러 가지 게임이론을 분석하려는 시도가 이루어지고 있다.

특히 교섭게임의 경우 유전 알고리즘[2], 진화선택[3], 유한 오토마타[4], 강화학습이론[5] 등을 기반으로 한 인공 에이전트를 이용하여 분석하려는 연구들이 있어왔다. 이와 같은 인공 에이전트를 이용한 교섭게임은 최근 수년간 상당히 많은 연구가 진행되어져 왔으나 기존의 경제 및 심리학분야에서 사람이 참여하여 실시했던 실험을 인공 에이전트를 이용하여 재현하려는 목적으로 실험하였기에 동일한 전략을 가진 인공 에이전트간의 상호작용을 분석한 내용이 대부분이었다. 본 논문에서는 실제 사회에서의 다양한 성향과 전략을 가진 참여자들 사이에 상호작용이 발생하는 교섭게임을 분석하기 위해 이질적인 두 집단 에이전트간의 교섭게임을 실시하였다. 입자군집최적화 기반의 인공 에이전트와 차분진화알고리즘 기반의 인공 에이전트를 도입하고 이질적인 두 진화 에이전트간의 공진화를 통한 교섭게임을 실시하였다. 이를 통하여 실제 사회에서 발생하는 단체교섭게임에서 상호 성향과 전략이 다른 두 집단 간의 교섭과정 및 상호대응과정을 인공 에이전트를 이용하여 분석하기 위한 하나의 방안을 제시하고자 한다.

## II. 교섭게임

교섭게임이란 두 명의 경기자가 일정량의 재화를 나누는 게임으로 10의 재화를 나누는 게임 [그림 1]과 같은 방법으로 재화를 나누는 게임을 말한다. 제안자는 10의 재화 중 상대방에게 양보할 수 있는 재화의 양  $p$ 를 제시하고 응답자는 자신이 받아야 할 최소의 재화의 양  $d$ 를 결정한다. 만약  $p-d \geq 0$  을 만족하면 거래가 성립되어 제안자는  $10-p$ 를 응답자는  $p$ 만큼의 재화를 얻고, 그렇지 않으면 응답자와 제안자의 위치가 바뀌게 되면 다음 단계로 넘어간다. 마지막 단계까지 거래가 성립되지 않으면 두 경기자는 아무런 재화도 받지 못하게 된다.



▶▶ 그림 1. 교섭게임

교섭게임에는 수많은 내쉬균형이 존재하지만, 이론적으로는 마지막 단계의 제안자가 응답자에게 아주 작은 양의 몫을 제안하고, 응답자는 이를 수락하게 되는데 이를 부분게임완전균형이라 한다. 그러나 실제 실험결과는 제안자가 소량의 몫을 제안하는 경우, 응답자는 불평등한 거래로 인식하고 제안을 거부하므로 대부분의 경우 양쪽 경기자가 재화를 거의 동등하게 나누어 갖게 된다.

Page의 실험 결과에 의하면 제안자의 60~80%는 재화의 4~5할 부분을 상대방에게 제안을 하였고, 3%만이 2할 이하의 재화를 상대방에게 제안하는 경향을 나타내었다. 응답자의 경우에는 50%이상이 전체 몫의 1/3이하의 제안은 거부를 하는 것으로 드러났다. 이러한 이론적인 예측과 실험결과와의 차이는 공정성과 모든 경기자들의 완전 합리성 등에 기인하는 것으로 밝혀졌다.

### Ⅲ. 인공지능

인공 에이전트 전략

3.4	9.5	0.9	2.2	1.5	5.7	8.2	2.7
1	2	3	4	1	2	3	4
제안자로 시작				응답자로 시작			

▶▶ 그림 2. 해 표현

교섭게임에서는 처음 거래를 제안자로 시작하는지 응답자로 시작하는지가 매우 중요하므로 [그림 2]와 같이 해를 표현하였다. 인공지능이 제안자로 시작할 경우 왼쪽의 전략을 사용하고, 응답자로 시작할 경우 오른쪽의 전략을 사용하게 된다. [그림 2]의 (가)의 경우 제안자로 시작할 경우  $p_1 = 3.4, d_2 = 9.5, p_3 = 0.9, d_4 = 2.2$ 의 전략을 사용하며, 응답자로 시작할 경우  $d_1 = 3.4, p_2 = 9.5, d_3 = 0.9, p_4 = 2.2$ 의 전략을 사용한다. 초기에는 랜덤하게 해집단을 생성하여 평가한 후 입자군집최적화와 차분진화알고리즘의 진화 과정을 통해 진화한다.

### IV. 실험결과

실험결과 교섭게임에서 입자군집최적화로 구현한 인공지능이 차분진화알고리즘으로 구현한 인공지능보다 우수한 결과를 얻음을 확인하였다.

#### ■ 참고 문헌 ■

- [1] Ståhl, I., Bargaining Theory, Stockholm, Stockholm School of Economics, 1971.
- [2] Matwin, S., Szapiro, T. and Haigh, K., "Genetic algorithms approach to a negotiation support system", IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics, Vol. 21, No. 1, pp.102-114, 1991.
- [3] Page, K. M., Nowak, M. A. and Sigmund, K., "The spatial ultimatum game", Proceedings, Biological sciences, Vol.267, No.1458, pp.2177-2182, 2000.
- [4] Van Bragt, D. D. B. and La Poutre, J. A., "Co-evolving automata negotiate with a variety of opponents",

Proceedings of the 2002 Congress on Evolutionary Computation, Vol. 2, pp.1426-1431, 2002.

- [5] Zhong, Fang, Kimbrough, Steven O. and Wu, D. J., "Cooperative agent systems: artificial agents play the ultimatum game", Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, pp.2169-2177, 2002,