

행동 기반 종분화를 이용한 다양한 로봇 제어기 생성

오근현^{a0} 김경중^b 조성배^a

연세대학교 컴퓨터과학과^a, 세종대학교 컴퓨터공학과^b

ocworld@sclab.yonsei.ac.kr, kimkj@sejong.ac.kr, sbcho@cs.yonsei.ac.kr

Generating a Variety of Robot Controllers by using Speciation based on Behavior

Keunhyun Oh^{a0} Kyung-Joong Kim^b Sung-Bae Cho^a

Dept. of Computer Science, Yonsei University^a

Dept. of Computer Engineering, Sejong University^b

1. 서론

환경의 자극에 로봇이 자율적으로 반응하는 제어기 생성에 대한 연구가 진행 중이다. 로봇 행동 제어기는 전문가 설계 방법과 진화 연산을 이용한 로봇공학(ER, Evolutionary Robotics)을 통하여 생성한다[1]. 센서를 통해 얻을 수 있는 환경의 자극을 입력으로 하고 로봇의 반응인 행동을 출력으로 하는 신경망을 진화 연산을 통하여 학습하여 환경과 로봇이 상호작용하는 제어기를 생성한다. 기존의 ER에 대한 연구는 주로 하나의 최적화된 제어기를 찾는 것에 초점을 맞추었다. 하나의 제어기를 찾는 것은 진화를 시킬 환경에 과적합(overfitting)할 가능성이 높고 생성한 제어기가 가지고 있는 특성상의 단점을 홀로 보완하기 어렵다. 따라서 다양한 로봇행동을 생성하기 위해 종분화 진화신경망을 사용하여 다양한 신경망을 생성하는 연구의 필요성이 제기되었다[2]. 종분화 진화 신경망을 사용한 이전 연구는 로봇의 행동 중 하나의 행동의 특성을 반영하여 다양성을 얻기에 한계가 있다. 본 논문에서는 로봇이 목적지까지 이동하는 경로의 특성을 반영하기 위하여 종분화 진화 신경망을 이용한 다양한 로봇 제어기 생성 방법을 제안한다.

2. 본론

그림 1은 로봇 제어기 진화 알고리즘의 개요를 보여준다. p개의 신경망을 생성하여 초기화한다. 그리고 그 p개의 신경망으로부터 돌연변이 연산을 이용하여 변화된 신경망을 한 개씩 생성한다. 따라서 총 인구수는 2p개가 된다. 각 신경망을 이용하여 로봇이 목적지를 찾아가도록 한다. 본 논문에서 로봇의 목적지는 빛이다. 신경망이 얼마나 정확히 정해진 목적지에 도착하는지를 계산해서 적합도를 계산한다. 그리고 다양성을 높이기 위해 적합도 공유를 사용하여 신경망의 적합도를 다시 계산한다. 이동 경로는 시간대별 로봇 위치의 집합이며, 두개의 경로로부터 부분적으로 비교한 특성의 차이의 합을 통하여 전체 경로를 비교한다. 서로 다른 신경망의 이동경로 특성 차이를 비교하기 위해 사용한 기준은 표 1에서 보여준다. 이동경로의 시간대별 위치의 거리측정을 위해 유클리드 거리, 각도를 측정하는 코사인 거리, 목적지에서 어느 위치에서 접근하고 있는지를 측정하는 아크탄젠트, 편집 거리를 사용하였다. 적합도 공유를 통해 평가된 적합도를 기준으로 가장 높은 값을 가지는 p개의 신경망을 바탕으로 다음 세대의 진화를 수행한다. 신경망이 빛을 얼마나 정확하게 찾아가는지를 적합도 평가 기준으로 정하였다.

표 1. 이동 경로의 특성을 나타내는 적합도 공유 거리 기준

| 표현 특징 | 거리 기준 | 로봇 이동경로의 다양화 |
|--------|------------------|--------------|
| 물리적 거리 | 유클리드 거리 | 형태 |
| 각도 | 코사인 거리, 아크 탄젠트거리 | 영역 |
| 이동 좌표 | 편집 거리 | 위치 |

각 거리 기준들은 식 (1)과 같이 함께 사용되어 행동의 총 거리를 측정한다. C_1 , C_2 , C_3 , 그리고 C_4 의 값은 각 거리 기준들의 중요도에 따라서 결정한다. 각 거리기준들의 비율은 $C_1 > C_3 \geq C_4 > C_2$ 또는 $C_1 > C_4 \geq C_3 > C_2$ 로 정의할 때 가장 다양한 행동이 생성된다. 그림 2는 각 거리 기준과 제안하는 방법을 통한 적합도 공유로 생성된 제어기로 로봇을 이동시켰을 때의 결과를 보여준다.

$$d(i, j) = C_1 d(i, j)_{euclidian} + C_2 d(i, j)_{cosine} + C_3 d(i, j)_{arctan} + C_4 d(i, j)_{edit} \quad (1)$$

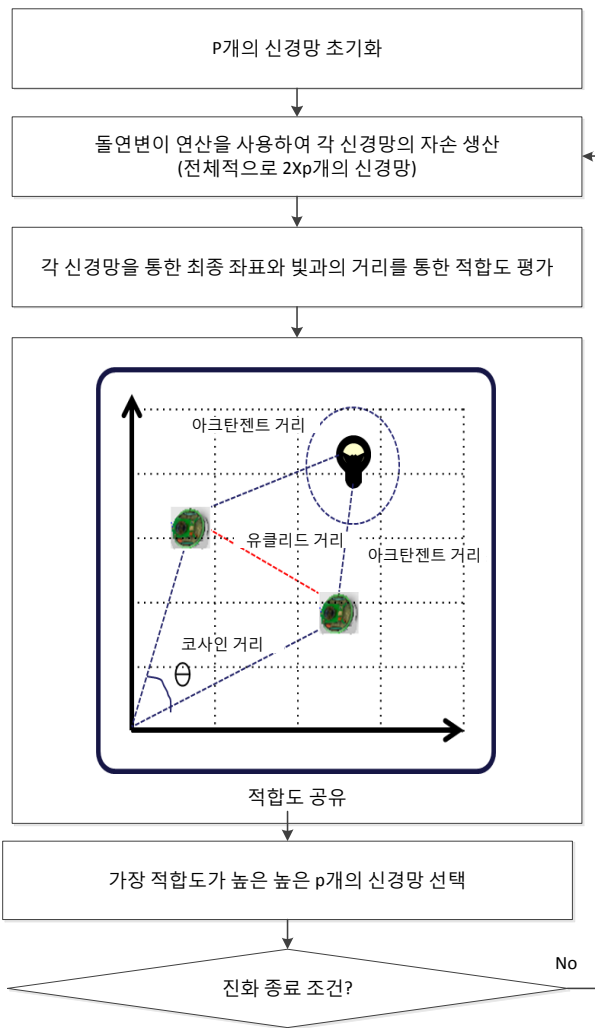


그림 1. 로봇 컨트롤러 진화 알고리즘 개요

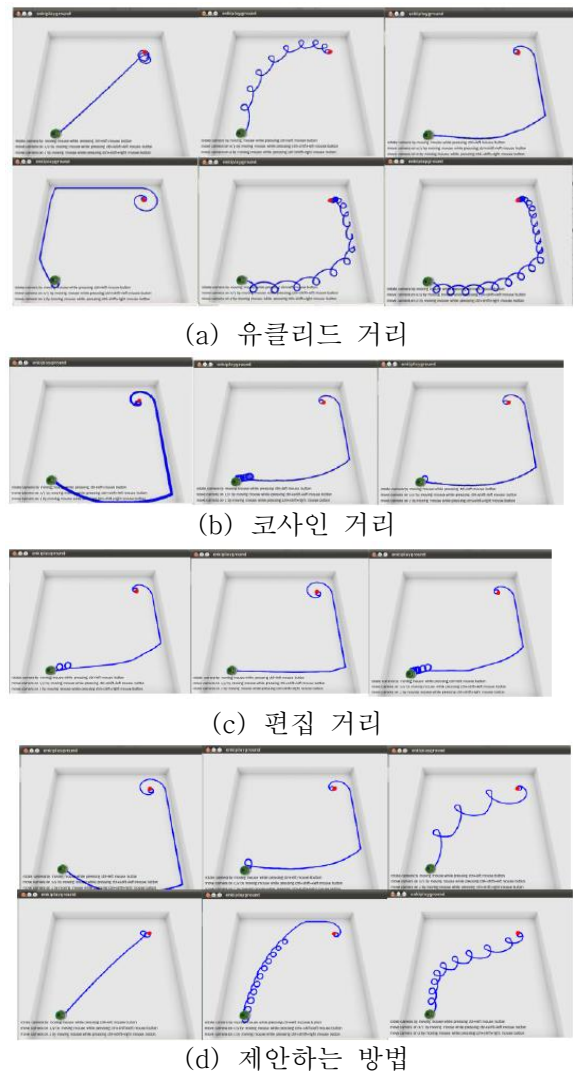


그림 2. 로봇 이동 경로

3. 결론

본 논문에서는 행동 기반의 중분화 진화 신경망을 통한 다양한 로봇 제어기 생성 방법을 제안하였다. 목적지를 찾아가는 로봇의 행동을 보여주는 이동경로를 기반으로 하는 중분화 진화 신경망을 사용하였다. 이동경로 형태의 다양성을 위해 물리적 거리를 측정하는 유클리드 거리에 가장 높은 가중치를 주고 다음으로 각도 기준 중 하나인 아크탄젠트 거리와 이동 영역에 기반한 편집 거리, 마지막으로 코사인 거리 순으로 가중치를 부여하여 이들을 함께 사용하였을 경우 각 거리 기준들의 특징을 모두 반영한 다양한 이동경로들이 생성됨을 실험을 통하여 확인할 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 휴먼인지환경사업본부-신기술융합형 성장동력사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2010K001173).

4. 참고문헌

- [1] S. Nolfi, and D. Floreano, Evolutionary Robotics: The Biology, Intelligence, and Technology of Self-Organizing Machines, Bradford Book, 2004.
- [2] L. Trujillo, E. Lutton, and F. F. Vega, "Behavior-based speciation for evolutionary robotics," *Proc. of Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO 2008)*, pp. 297-298, 2008.