

유전자 알고리즘을 이용한 지능 캐릭터의 경로 탐색에 관한 연구

이면섭

인천전문대학 컴퓨터 정보과

leems@icc.ac.kr

A Study on Searching a Pass of the Intelligent Character using Genetic Algorithm

Myun-Sub Lee

Dept. of Computer Information, Incheon City College

요 약

본 논문에서는 유전자 알고리즘을 이용하여 액션 게임에서 지능 캐릭터의 경로 탐색 방법을 제안하였다. 실험방법으로는 유전자 알고리즘의 특성을 살려 이동 캐릭터가 최단 경로를 선택할 뿐만 아니라 최적경로 탐색이 가능하도록 하였다. 이 때 염색체의 코드화를 그대로 적용할 경우 많은 치사 유전자가 발생하는데 이 문제를 DNA의 행동 특성의 스플라이싱 방법을 이용하여 해결하였다. 탐색 과정에서 여러 개의 후보 해를 생성하는 유전자 알고리즘의 특징을 이용하여 최단 경로 이외에 최적 경로를 1회의 처리로서 지능 캐릭터가 경로를 탐색하였다.

ABSTRACT

In this paper, I suggested a way for searching a path of the intelligent character in an action game by using a genetic algorithm. This realized the algorithm which enables not only to chose the nearest path but also to search the optimum path by using genetic algorithm. In this case, if the codes of chromosomes are applied as they are, a lot of lethal genes could occur. In order to solve such a problem, I used a splicing method, one of the DNA's behavior characteristics. The intelligent character searched out a optimum pass as well as a shortcut path with one treatment by using the characteristic of a genetic algorithm which generates multiple candidate solutions in the search process.

Keyword : Game, Genetic Algorithm, Action game

접수일자 : 2009년 07월 13일

심사완료 : 2009년 08월 07일

※ 이 논문은 인천전문대학 연구 지원비에 의해 수행되었음.

1. 서 론

현재까지 게임에서의 인공지능은 단순한 반복을 대신하기 위해 사용되거나, 캐릭터의 행동을 결정하기 위해서 적용되어 왔다. 이 경우에 게임 설계자가 모든 것을 설계하고 구현해야 하는 어려움이 있을 뿐 만 아니라 인공지능을 적용한 지능 캐릭터가 게임의 규칙 변화에는 잘 적응하지 못하고 있다. 게임에서 인공 지능 캐릭터의 습성이나 행동 양식은 너무 복잡하고 다양하게 변하기 때문에 경우에 따라서는 탐색공간이 무한할 수도 있다. 그러므로 다양한 환경을 구현하거나 게임의 난이도를 수식으로 정의하기에는 어려움이 있다. 인공 지능 게임은 최적해를 요구하지 않으며 하나의 문제에 대해 여러 가지 해를 요구할 수도 있다. 인공 지능 캐릭터가 단순히 2차원 공간에서 이동하고 자신의 행동을 결정하는 논문들이 발표되고 있다[1,2,3]. 이들 논문에서 지능 캐릭터는 일차원 직선상에서 전진과 후진을 하면서 게임을 수행하고 있다. 그러나 실제 게임에서는 직선상에서 이동뿐 만 아니라 2차원, 3차원상의 공간에서 게임이 이루어지고 있다. 이러한 점을 고려하여 본 연구에서는 지능 캐릭터가 한 지점을 출발하여 목표지점까지 가는 도중에 거리와 지연이라는 요소를 고려하여 인공지능 캐릭터의 경로 탐색법을 제안한다.

최단 경로 문제에 이용되는 경로 탐색법에는 폭우선 탐색법의 일종인 Dijkstra방법이 있다. 이 방법은 다른 방법에 비해 비교적 탐색시간이 짧으며, 이 방법을 응용한 많은 방법들[4]이 제안되어 사용되고 있다. Dijkstra 방법을 이용한 경로 탐색법은 최단 경로를 안정하게 얻을 수 있다는 장점이 있다. 그러나 거리가 짧은 여러 개의 경로 후보를 한 번에 탐색하는 것은 아주 어렵다. 그러므로 선택된 최단 경로에 만족하지 않는다면 다음 해를 찾아내기 위해서는 새로 탐색을 하지 않으면 안 된다.

이와 같이 게임에서 다양한 요구를 충족하기 위해서 인공 지능 캐릭터의 이동에 관한 행동을 구현하는데 유전자 알고리즘을 적용하였다. 이동 캐릭터

의 성능을 평가하기 위한 실험에서 경로상에 거리와 지연을 부여하여 캐릭터의 적합도를 평가하여 지능 캐릭터가 짧은 거리와 지연으로 탐색하도록 하였다. 종래의 방법에서와 같이 경로 탐색을 한 후에 경로 탐색 과정에서 생성되는 여러 개의 해 후보를 기억함으로써 단 한 번의 탐색으로 최단 경로와 두 번째의 경로를 탐색하는 방법을 제안한다.

2. 유전자 알고리즘

어떤 환경에서 발생하는 생물 집단은 유전자 알고리즘에서는 염색체의 집단이다. 자연계에서 개체의 성질을 나타내는 염색체는 유전자 알고리즘에서는 개체의 성질을 코드화한 것이다. 유전자 알고리즘[5]의 진행과정은 다음과 같다. 먼저 염색체를 설계하고 초기집단을 발생시킨다. 다음에는 발생된 개체가 그 환경에 어느 정도 적응할 수 있는지를 나타내는 적응도를 계산한다. 이 적응도에 따라서 다음 세대에 남을 개체를 결정하는 선택과 도태과정을 반복한다. 여기서 선택된 개체를 부모로 하여 염색체의 일부를 바꾸는 교배와 염색체의 일부를 변환하는 돌연변이를 거친다. 돌연변이는 설정된 돌연변이 비율에 따라서 이루어지며, 국소해에 빠지는 것을 방지한다. 이와 같은 세대교체를 반복함으로써 마지막에는 최적해에 해당하는 개체를 탐색하는 것이 가능하다.

이와 같이 유전자 알고리즘을 이용하는 경우에 미리 여러 가지 규칙이나 파라미터(교배확률, 돌연변이율)를 결정할 필요가 있다. 최적해에 수렴하기 위해 이러한 파라미터를 적절히 변화시키면서 진행하다 보면 계산시간이 길어지게 되며, 국소해에 빠져 최적해를 찾아내지 못하는 문제가 발생되기도 한다. 본 논문에서는 이러한 파라미터의 설정은 다음 절에서 설명한다.

3. 유전자 알고리즘의 설계

유전자 알고리즘을 이용하여 순회 세일즈맨 문제의 해법에 대해서 경로 표현이나 순서표현이 제안되고 있다. 순회 세일즈맨과 달리 경로탐색은 모든 노드를 경유할 필요가 없고, 또 두 노드 사이에 경로가 존재하는 경우에만 그 경로를 경유할 수 있다는 조건이 있다. 따라서 순회 세일즈맨에서 이용되는 탐색체의 코드화를 그대로 적용하면 많은 치사 유전자가 발생하므로 최단 경로를 구하는 것이 곤란하다. 그러므로 DNA의 행동 특성의 스플라이싱(splicing)[6,7] 방법에 착안하여 다음과 같이 코드화 및 교배방법을 사용하였다. 스플라이싱(splicing)이란 RNA 중합효소에(Polymerase) 의해 단백질 합성에 필요한 정보가 되는 엑손(exon)과 불필요한 인트론(intron) 부분까지 함께 전사된 후, 초기 전사 산물에서 인트론 부분을 잘라내고 엑손 부분만을 갖은 mRNA(전령 RNA)를 만드는 메커니즘이다.

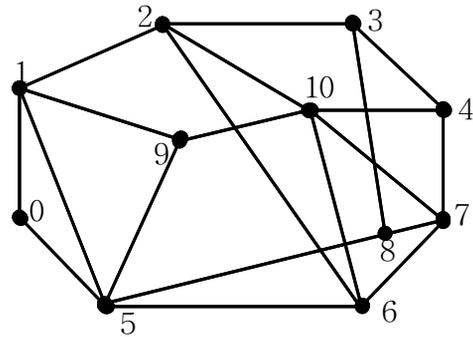
3.1 탐색체의 설계

본 연구에서 탐색체는 경유하는 노드번호를 탐색체로 사용하였다. 이것은 다음에 설명하는 교배의 조건을 만족하기 위해 경로 표현을 응용하여 같은 길이의 탐색체로 하였다. 구체적으로는 노드번호 m부터 노드번호 n으로의 경로(이후로는 이것을 경로 m → n로 표시)는 m번째의 탐색체 자리에 n을 지정하는 것으로 나타내었다. 출발점부터 도착점까지의 경로에 대해서 반복하여 도중에 한번이라도 경유하지 않는 노드에 대해서는 그 노드가 접속되어 있는 노드의 집합 중에서 무작위로 하나를 선택하여 사용하였다. 실험에 사용된 가상 맵의 [그림 1]에서 0번 노드가 출발점이고 4번 노드가 도착점일 때 경로 0→5→9→10→4를 나타내는 탐색체는 [표 1]과 같다.

상단은 탐색체 자리의 번호이고, 하단은 탐색체이다. 5번째의 탐색체 자리에 9가, 9번째의 탐색체 자리에 10이, 10번째의 탐색체 자리에 4로 채워진

다. 경로상의 노드에 포함되지 않는 탐색체는 무작위로 선택하여 채우며 경우에 따라서는 같은 형태의 탐색체가 생성될 수도 있다.

이와 같이 설계된 탐색체는 경로의 표현에 기여하는 탐색체와 경로의 표현에 기여하지 못하는 탐색체가 있으며 탐색체 형태가 1대 여러 개로 대응한다. 유전자 알고리즘의 코딩 평가 규칙의 하나인 탐색체와 후보해가 일대 일로 대응하는 것이 제안되고[8] 있지만 경로 탐색의 문제에 있어서는 스플라이싱을 도입하여 본 탐색체에 적용한 결과 치사 유전자를 억제할 수 있었고 이에 따라서 계산 시간을 단축할 수 있었다.



[그림 1] 탐색체의 구성 예

[표 1] 탐색체의 결정

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
↓					↓				↓	↓
5	2	6	8	3	9	7	8	5	10	4

3.2 적합도 평가

본 연구에서는 적합도(Fitness)를 다음과 같이 설정하였다.

$$\text{Fitness} = \frac{1}{\sum_i^N r \text{length}(i)} \quad [\text{식 1}]$$

다만 N을 출발점부터 도착점까지 경유하는 노드의 개수, $rlength(i)$ 를 i 번째와 $(i-1)$ 번째 노드사이의 경로길이이다. 최단 경로문제에서는 경로 길이가 짧을수록 적용도가 높도록 적합도를 설정할 필요가 있고 [식 1]과 같이 경로 길이 총 합의 역수로 정의한다.

3.3 초기집단 생성

본 연구의 탐색공간은 지정된 출발점에서 도착점까지 도달하는 경로집합이고 이것에 포함되지 않는 염색체는 치사 염색체가 된다. 이를 위해 부모가 되는 염색체 및 부모로부터 생성되는 자식의 염색체는 모두 출발점 및 도착점까지 이어지는 경로를 나타낼 필요가 있고 초기집단도 이 조건을 만족하지 않으면 안 된다. 이 때 염색체를 차례대로 무작위로 선택하면 경로를 형성하지 않는 치사 유전자가 될 가능성이 높다. 이를 위해 다음과 같은 방법으로 초기집단을 생성하였다.

우선 출발점에서 다음노드로 연결된 노드 가운데 하나를 무작위로 선택한다. 다음에, 연결된 노드로부터 다음 노드로 갈수 있는 노드 가운데 하나를 무작위로 선택하고, 이러한 과정을 도착 지점까지 반복한다. 이 과정으로 출발점부터 도착지점까지 연결되고 루프를 형성하지 않는 개체를 얻을 수가 있다. 이렇게 얻어진 개체를 3.1에 설명한 방법으로 염색체로 만들고 초기집단을 생성한다.

3.4 돌연변이, 선택, 교배 연산자

교배 연산자에 의해서 개체들 사이에서 유전정보가 교환되고 상속되지만 모든 해 공간을 탐색하기 위한 유전 정보가 집단내의 개체 속에 들어 있지 않으면 교배 연산자를 아무리 적용시키더라도 더 이상의 탐색은 이루어질 수 없다. 또, 교배연산 과정에서 유용한 잠재 능력을 가진 유전자를 잃는 경우도 발생할 수도 있다. 이러한 문제점을 해결하고자 본 연구에서는 개체중에서 적합도가 가장 좋은 개체를 다음 세대에 전달되도록 하는 엘리트

보존 전략을 사용하였다.

선택 연산자는 다음 세대에 남겨지기 위해서 환경에 잘 적응하는 해들은 살아남고 그렇지 못한 해들은 도태되도록 교배 연산자에 참여할 개체들을 선택하는 과정이다. 각 개체들은 자신의 적합도에 따라 선택 방법에 따라 다음 세대를 생산할 수 있는 기회를 차등적으로 부여 받는다. 본 연구에서는 여러 가지 선택 방법 중에서 적합도에 비례해서 확률적으로 돌연변이를 적용하는 룰렛 휠(roulette-wheel selection)[9] 방법을 사용하였다.

교배는 한 쌍의 부모 개체 중에서 일부를 선택하여 하나의 자식 개체를 생성하는 조각이다. 본 연구에서는 경로탐색이므로 교배 후에 생성된 자식 개체는 지정된 출발점 및 도착점을 시점과 종점으로 하는 경로 집합 중에 들어있지 않으면 안 된다. 우선 룰렛 휠 전략에 따라서 선택된 2개의 부모 개체(부모1, 부모2)에 의해 출발점 노드 번호의 염색체 자리에 있는 노드 번호로부터 무작위로 하나를 선택하여 자식 세대의 같은 자리에 보관한다. 보관된 노드번호와 같은 번호 두개의 부모 염색체 자리에 있는 노드 번호로부터 무작위로 하나를 선택하고 자식의 같은 염색체 자리에 보관하고 이 과정을 도착점에 다다를 때까지 반복하여 경유하지 않는 노드에 대해서는 부모 개체의 염색체 어떤 것을 무작위로 선택하여 보관한다.

교배의 예를 [그림 2]에 표시하였다. 우선 0번째의 염색체 자리에 있는 부모1의 5와 부모2의 1 두 개에 대해서 하나를 선택하고(5선택) 선택된 5에 의해 5번째 염색체 자리에 있는 부모 1의 9와 부모 2의 6의 두 개 중에서 하나를 선택한다(6선택). 선택된 6에 의해 6번째 염색체 자리에 있는 부모 1의 7과 부모 2의 10 두 개 중에서 하나를 선택한다(10선택). 선택된 10에 의해 10번째 염색체 자리에 있는 부모 1의 4와 부모 2의 7의 두 개 중에서 하나를 선택한다(4선택). 경유하지 않는 노드([그림 2]에서 진하게 표시되지 않은 노드)에 대해서는 부모 개체의 염색체로부터 무작위로 선택한다.

본 교배 방법에 따라 생성된 치사 염색체는 개

게임에 적용하면 환경에 적응하고 스스로 진화하면서 최적의 조건으로 이동할 수 있는 지능 캐릭터로 적용이 가능하다.

참고문헌

- [1] 이면섭, 조병현, 정성훈, 성영락, 오하령, “유전자 알고리즘을 이용한 대전형 액션게임의 지능 캐릭터” 정보처리학회 논문지 제12-B 3호, pp.329-336, 2005.
- [2] 조병현 “지능형 게임 캐릭터를 위한 학습 및 적용 방법에 관한 연구” 국민대학교 박사학위논문. 2005.
- [3] 이면섭, 조병현, 정성훈, 성영락, 오하령, “대전형 액션 게임에서 에너지 점수를 도입한 지능 캐릭터” 정보처리학회 논문지 제13-B 4호, pp.449-456, 2006.
- [4] E. W. Dijkstra, “A note on two problems in connection with graphs”, *Numerische Mathematik*, Vol. 1, pp. 269-271, Mar. 1959.
- [5] Grefenstette, J.J., Proceedings of the First International Conference on Genetic Algorithms, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, 1985.
- [6] [http://en.wikipedia.org/wiki/Splicing_\(genetics\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Splicing_(genetics)).
- [7] Barbara Merry, John Darwin, “International Marine Publishing] The Splicing Handbook: Techniques for Modern and Traditional Ropes, Second Edition”, International Marine Publishing, 2000.2.1.
- [8] Laura Barbulescu, Jean-Paul Watson and Darrell Whitley, “Dynamic Representations and Escaping Local Optima: Improving Genetic Algorithm and Local Search”, 7th National Conference on Artificial Intelligence(AAAI) 2000, pp.879-884.
- [9] Darrell Whitley, An Overview of Evolutionary Algorithms, Journal of Information and Software Technology 43: pp.817-831, 2001.



이면섭(Lee Myun Sub)

1985년 국민대학교 전자공학과 (학사)
1987년 인하대학교 전자공학과 (석사)
2005년 국민대학교 전자공학과 (박사)
1990년~현재 인천전문대학 컴퓨터정보과 전임강사,
조교수, 부교수, 교수

관심분야 : 알고리즘, 게임, 컴퓨터 그래픽

— 유전자 알고리즘을 이용한 지능 캐릭터의 경로 탐색에 관한 연구 —