

게임 맵에서 길 찾기 해법을 위한 유전 알고리즘의 염색체 인코딩 방법

강명주
청강문화산업대학 컴퓨터게임과
e-mail:mjkkang@ck.ac.kr

A Chromosome Encoding Method in A Genetic Algorithm for Path Finding in Game Map

Myung-Ju Kang
Dept of Computer Game, ChungKang College of Cultural Industries
e-mail:mjkkang@ck.ac.kr

요 약

게임에서 주인공 캐릭터나 NPC(Non Player Character)가 목적지까지의 경로를 찾는 것은 매우 중요하다. 또한 캐릭터가 이동 중 다양한 오브젝트와 벽을 만나면 이를 회피해야 하며 최단 경로로 이동해야 한다. 본 논문에서는 게임 맵에서 캐릭터의 길 찾기 방법으로 유전 알고리즘을 이용하는 방법을 제안하였다. 특히, 유전 알고리즘의 구성요소 중 해 집합을 구성하는 염색체 인코딩 방법을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 염색체의 인코딩은 캐릭터의 이동 방향을 비트 스트링으로 표현하였다. 캐릭터가 현재 위치에서 이동할 수 있는 방향은 8 방향이다. 따라서 하나의 방향을 표현하기 위해서는 3비트의 이진 스트링으로 나타낼 수 있다. 하나의 해를 나타내는 염색체는 3비트의 이진 스트링을 맵을 나타내는 그래프의 노드 수만큼 할당하여 구성할 수 있다.

키워드 : 길 찾기, 유전 알고리즘, 염색체 인코딩

I. 서론

게임에서 주인공 캐릭터나 NPC(Non Player Character)를 목적지까지 스스로 길을 찾아 이동할 수 있도록 하는 것은 매우 중요하다. 이동 중 다양한 오브젝트와 벽을 만나면 이를 회피해야 하며 최단 경로로 이동시켜야 할 필요가 있다.

이와 같이 길 찾기 알고리즘들은 최근까지 많은 연구가 진행되어 왔다. 가장 기본적인 방법은 현재 위치에서 임의의 방향으로 이동시키는 것이다. 이 방법은 주인공 캐릭터가 목적지까지 갈 수 있다는 것을 보장해 주지 못하며, 목적지까지

도달하더라도 최단 경로로 이동하는 경우는 매우 드물다(1). 또 하나의 방법은 스택을 이용한 깊이우선탐색 방법을 사용한다. 깊이우선 탐색은 맵 트리에서 깊이를 먼저 탐색하는 방법이다. 최악의 경우 맵 전체를 탐색해야하는 경우가 발생할 수 있다. 또한 주인공 캐릭터가 목적지까지 도달할 수는 있지만 최단 경로를 찾는 것이 힘들다(1).

최근에는 A* 알고리즘을 이용한 길 찾기 방법을 많이 사용한다. A* 알고리즘은 주인공 캐릭터가 시작 위치에서 현재 도착한 위치까지의 거리와 앞으로 이동해야 할 목적지까지 거리의 추정치를 더하여 최소값을 갖는 경로로 이동시키는

방법이다(2). 현재 위치에서 앞으로 남은 목적지까지 남은 거리의 계산은 일반적으로 유클리디안 거리로 계산된다. 따라서, 현재 위치까지의 정보는 계속 갱신이 되며 앞으로 남은 목적지까지의 거리 추정치는 계속 계산해야 한다. 또한, 주인공 캐릭터가 벽이나 장애물을 만났을 때 이를 회피하여 다시 계산해야하는 단점이 있다.

본 연구에서는 해 공간을 병렬로 탐색할 수 있으면서 지역 최소해(Local Minima)와 계산의 복잡도를 줄이기 위한 방법으로 유전 알고리즘을 이용한 길찾기 방법을 제안한다. 본 논문에서 사용한 유전 알고리즘에서의 해 공간은 캐릭터나 NPC가 이동하는 방향 정보들로 구성된다. 유전 알고리즘에서는 캐릭터의 이동방향 정보들로 구성된 모집단으로부터 우성 형질을 갖는 개체들을 선택하고 이를 유전 연산자에 의해 다음 세대로 진화시켜 근사 최적해를 찾도록 한다.

II. 게임 맵 구성

본 연구에서 사용되는 게임 맵은 간단하다. 게임 맵은 2차원 배열로 0은 열린 공간을 의미하고, 1은 장애물을 의미한다. 2차원 배열로 나타낸 게임 맵은 유전 알고리즘에서 염색체를 디코딩하고 평가하는데 사용된다. 다음은 2차원 배열을 이용한 게임 맵의 예를 나타내며, [그림 1]은 이를 그림으로 표현한 것이다.

```
{1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1,
 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1,
 1, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 1,
 1, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1,
 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1,
 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1,
 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1,
 1, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 1,
 1, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 1,
 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1}
```

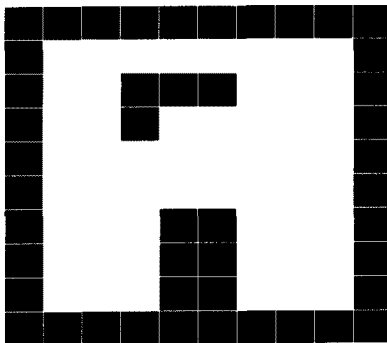


그림 1. 게임 맵
Fig 1. Game Map

III. 길 찾기 해법을 위한 유전 알고리즘

1 유전 알고리즘

유전 알고리즘은 해집합으로 구성된 모집단을 이용한다. 모집단은 한 세대를 구성하는 개체들의 집합으로, 유전 연산자를 이용한 진화과정에 적용된다. 초기 세대의 모집단은 랜덤하게 생성되고, 각 개체들은 평가를 거쳐 우성과 열성이 결정된다. 평가 결과가 우성인 개체는 다음 세대로 진화하기 위한 선택 가능성이 높아진다. 선택된 개체들은 유전 연산자에 의해 다음 세대로 진화하게 된다. [그림 2]는 일반적인 유전 알고리즘을 나타내고 있다(3,4,5,6).

- (1) Begin
- (2) Initialize population;
- (3) Evaluate population;
- (4) While not maxgeneration
- (5) Select chromosomes for next population;
- (6) Crossover and Mutation;
- (7) Evaluate population;
- (8) end while
- (9) end Begin

그림 2. 유전자 알고리즘
Fig. 2. Genetic Algorithm

2 염색체 인코딩

게임에서 길찾기를 구현하기 위해서는 캐릭터나 NPC(Non Player Character)가 현재의 위치에서 목표 위치로 가기 위한 경로를 탐색해야 한다. 유전 알고리즘을 이용하여 경로를 탐색하기 위해서는 먼저 염색체를 인코딩해야 한다.

본 연구에서는 게임의 캐릭터나 NPC가 현재 위치에서 다음 위치로 이동할 수 있는 방향 정보를 염색체로 인코딩하는 방법을 제안 하였다. 현재 위치에서 갈 수 있는 방향은 8개의 방향이므로 2진 코드 3자리를 하나의 방향으로 설정할 수 있다. 다음은 캐릭터의 움직임 방향을 3자리 비트로 나타낸 것이다.

비트코드	디코딩	방향
000	0	북서
001	1	북
010	2	북동
011	3	동
100	4	남동
101	5	남
110	6	남서
111	7	서

염색체는 다음과 같이 비트코드의 열로 표현할 수 있다.

111101101101011100011010

이 염색체는 3비트씩 나누어 유전자로 분리하고 분리된 각 염색체는 디코딩을 통해 방향을 해설할 수 있다. 다음은 위의 염색체를 유전자와 각 유전자를 디코딩한 예이다.

염색체	111101101101011100011010							
유전자	111	101	101	101	011	100	011	010
디코딩	7	5	5	5	3	4	3	2
방향	서	남	남	남	동	남	동	북

[그림 3]은 위의 디코딩 정보를 맵에 적용한 그림이다. 염색체의 크기는 최대 맵을 구성하는 그래프의 노드 개수로 구성한다.

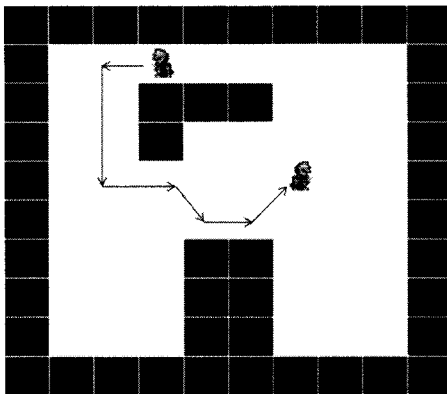


그림 3. 캐릭터의 길찾기 예
Fig 3. The Example of Path Finding

3 유전 연산자

3.1 교차 연산

교차 연산은 2개의 부모 염색체를 교배하여 새로운 자식 염색체 2개를 생성하는 연산자이다. 본 연구에서는 1점 교차 연산 방법을 사용한다. 1점 교차 연산은 비트스트링에서 임의의 한 위치를 기준으로 서로 교차하는 방법이다. 다음은 1점 교차 연산 방법을 나타내고 있다[5].

p1 : 1111011010 | 11100011010
 p2 : 1010001010 | 00001100100
 s1 : 1111011010 | 00001100100
 s2 : 1010001010 | 11100011010

3.2 돌연변이 연산

돌연변이 연산은 유전 알고리즘에서 실질적인 진화 동작을 수행하는 교차연산과는 달리 선택된 개체에서 하나의 비트에 변화를 주어 지역최소해(Local Minim)를 탈피할 수 있도록 하는 연산자이다. 본 논문에서는 돌연변이 연산으로 반전방법(Inversion Method)을 사용한다. 반전방법은 비트 스트링에서 임의의 한 셀에 대해 0이면 1로, 1이면 0으로 값을 바꿔주는 방법이다. 다음은 돌연변이 연산 방법을 나타내고 있다[5].

s : 111101101000001100100
 s' : 111101101010001100100

3.3 선택 연산

(1) 목적함수

게임에서 캐릭터 또는 NPC가 목적 위치까지 이동할 때에는 가능한 최단 경로를 선택해야 한다. 따라서 본 논문에서의 목적함수는 출발점과 목표점 사이에 캐릭터가 이동하는 거리를 최소화하도록 한다. 다음은 길찾기 유전 알고리즘에서 사용될 목적함수를 나타내고 있다.

$$\text{Minimize } D = \sum_{i=1}^n d_{(i-1, i)}$$

여기서 $d_{(i,j)}$ 는 i 지점에서 j 지점까지의 이동 거리를 나타낸다.

(2) 적합함수

적합함수는 다음 세대로 진화시키기 위해 부모집단으로부터 개체를 선택하기 위한 함수이다. 따라서 가능한 우성 형질을 갖는 개체를 선택할 필요가 있다. 길찾기에서의 우성 형질을 갖는 개체는 D의 값이 작은 개체가 해당된다. 따라서 적합함수는 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$F(k) = \left(\frac{1}{D(k)} \right)^m$$

여기서 D(k)는 k번째 염색체의 목적함수를 나타내고, m은 스케일링(Scaling)인자로서 0보다 큰 정수이다. 이 스케일링 인자는 우성과 열성의 차이를 크게하여 우성 형질을 갖는 염색체가 선택될 수 있는 확률을 높여준다.

(3) 선택 연산

선택연산은 부모 모집단으로부터 다음 세대로 진화할 개체를 선택하는 연산이다. 본 논문에서는 Roulette Wheel 선택 방법을 사용한다. 다음은 Roulette Wheel 선택 방법에 사용하기 위한 계산식이다.

$$P(k) = \frac{F(k)}{\sum_{i=1}^n F(i)}$$

여기서 P(k)는 k번째 개체의 상대적인 적합함수 값으로
서 염색체의 상대적인 우성 정도를 나타낸다.

IV. 결론

본 논문에서는 게임에서 주인공 캐릭터 또는 NPC가 목적
지까지 경로를 탐색하는 유전 알고리즘에서의 인코딩 방법을
제안하였다. 유전 알고리즘의 인코딩을 위한 염색체 스키마는
캐릭터의 이동 방향 정보들로 구성하였다. 주인공 캐릭터가
현재 위치에서 이동할 수 있는 방향은 8개의 방향이므로 3비
트의 이진코드를 단위 방향으로 하여 염색체를 구성하였다.

유전 연산자로는 1점 교차연산과 반전방법을 이용한 돌연
변이연산, 그리고 Roulette Wheel 방법을 이용한 선택연산
으로 구성되었다. 목적함수는 시작위치에서 목적위치까지의
거리를 최소화하도록 하였다.

참고문헌

- [1] Ron Penton, Data Structures for Game Programmers,
Thomson, 2002
- [2] Mat Buckland, AI Techniques for Game Programming,
Thomson, 2002
- [3] 강명주, 무향 Rural Postman Problem 해법을 위한 유
전 알고리즘에서 그래프 변환에 의한 디코딩 알고리즘,
한국컴퓨터정보학회논문지, 제12권, 2호, 2007
- [4] Goldberg, D. E., Genetic Algorithm in Search, Optimization
& Machine Learning, Addison-Wesley, 1989.
- [5] Ladd, S. R., Genetic Algorithms in C++, M&T Books,
1995.
- [6] Michalewicz Z., Genetic Algorithms + Data Structures
= Evolution Programs, Second, Extended
Edition, Springer-Verlag, 1994.