

깊이 우선 탐색 기법을 이용한 구슬 미로 게임 레벨 난이도 평가

Difficulty Evaluation of Marble Maze Game Levels Using DFS

이정연
미디어 학과
송실대학교
서울, 대한민국
ljyaja@naver.com

오경수
미디어 학과
송실대학교
서울, 대한민국
oks@ssu.ac.kr

방지훈
미디어 학과
송실대학교
서울, 대한민국
qkddlfkdrp@gmail.com

요약

게임의 레벨은 게임의 재미와 난이도를 결정하는 매우 중요한 요소이다. 게임 레벨은 일반적으로 게임 디자이너가 수작업으로 디자인하며, 이는 시간과 비용을 소모한다. 이 논문에서는 깊이 우선 탐색 기법을 이용해 구슬 미로 게임을 자동으로 플레이하여 난이도를 측정한다. 제안된 방법을 통해 게임 디자이너는 생성된 게임 레벨의 난이도를 평가하고 게임의 밸런스를 조절하여 원하는 난이도의 게임 레벨을 생성하는데 소모되는 시간을 줄일 수 있다.

키워드 : 경로 탐색 알고리즘, 깊이 탐색 알고리즘, 게임 레벨 난이도 평가, 자동 플레이

1. 서론

구슬 미로(marble maze)는 기울임 미로(tilt maze)라고도 하며 원래는 미로를 기울여서 미로 속에 있는 구슬을 목적지에 도달하게 하는 게임인데 컴퓨터 게임에서는 한번 이동하기 시작하면 주어진 방향으로 벽을 만날 때까지 움직이는 방식의 미로 게임을 말한다. 게임의 목표는 시작 지점에서 목표 지점까지 이동 가능 횟수를 초과하지 않고 도달하는 것이다. 목표를 달성하기 위해서는 일반적인 미로 게임과 다른 전략과 노하우가 필요하며, 게임의 난이도 또한 측정 방법 또한 다르다. 이런 점들을 고려하여 게임 레벨 난이도를 자동으로 측정하는 것은 도전적인 문제이다.

게임의 난이도는 게임의 재미를 결정하는 중요한 요소이다. 너무 쉬우면 도전적이지 않고, 너무 어려운 난이도로 구성된 게임 레벨은 플레이어가 게임을 포기하거나 불만족스러운 경험을 하게 될 수 있다. 또한 동일한 난이도를 너무 오래 유지하면 플레이어는 게임을 플레이하며 적응되어 게임이 쉽다고 느끼게 된다. 따라서 적절한 난이도의 게임 레벨을 배치하여 균형을 유지하는 것이 중요하다.

적절한 난이도의 게임 레벨을 제공하려면 게임의 난이도를 평가하는 방법이 필요하다. 실제로 게임을 플레이하여 게임의 난이도를 평가하려면 많은 시간이 필요하므로 효율적이고 정확한 난이도 평가

방법이 있다면 게임 레벨의 생성 시간을 단축할 수 있다.

본 논문에서는 깊이 우선 탐색 기법을 사용하여 사용자의 플레이 없이 구슬 미로 게임의 난이도를 측정하는 방법을 제시한다.

깊이 우선 기반 경로 탐색은 스택 자료구조를 이용해 그래프의 현재 노드에서 방문하지 않은 인접한 노드를 방문하여 목적지까지의 경로를 찾는 방법이다. 깊이 우선 탐색 기법을 이용하여 가능한 모든 경로를 탐색한 뒤 가장 적은 이동 횟수로 목표 지점에 도달하는 경로를 찾는다. 구슬 미로 맵을 그래프로 표현하고 깊이 우선 기반 경로 탐색으로 찾은 최단 이동 횟수가 맵의 난이도이다.

2. 관련연구

많은 연구에서 자동으로 게임 레벨을 생성하거나 게임의 품질을 개선하기 위해 게임의 난이도를 평가한다.

박인화[1]는 적절한 난이도의 게임 레벨을 만들기 위해 유전 알고리즘을 사용했다. 난이도가 주어지면 그 난이도에 맞는 블록 조합을 생성하도록 컴퓨터가 게임을 플레이하여 나온 점수를 바탕으로 생성된 게임의 난이도를 평가하였다. 조영조[2]는 스도쿠 퍼즐 게임의 난이도를 측정하기 위해 유전자 알고리즘을 이용하여 스도쿠를 풀이하고, 알고리즘이 최적해에 수렴하는 시간이 길수록

게임의 난이도가 높다고 평가했다. A* 알고리즘은 길 찾기에 사용되는 대표적인 알고리즘이다. 전영재 [3]는 A* 알고리즘을 이용하여 게임 레벨의 탐색 난이도를 평가하였다. 주어진 조건에 따라 최적 경로를 탐색하여 탐색 비용을 기준으로 난이도를 측정하였다. Adam M.Smith[4]는 게임 레벨을 안정적으로 자동 생성하기 위해 DFS를 이용하여 한정된 공간에서의 게임 레벨 품질을 테스트했다.

3. 깊이 우선 탐색 기법을 이용한 난이도 측정

3.1. 구슬 미로 게임

구슬 미로(marble maze)는 기울임 미로(tilt maze)라고도 하며 원래는 미로를 기울여서 미로 속에 있는 구슬을 목적지에 도달하게 하는 게임인데 컴퓨터 게임에서는 한번 이동하기 시작하면 주어진 방향으로 벽을 만날 때까지 움직이는 방식의 미로 게임을 말한다. 구슬 미로의 난이도 결정 요소는 “시작 지점부터 목표 지점까지의 최소 이동 횟수”이다. 이 값이 커질수록 게임의 난이도는 더욱 어려워진다. 플레이어는 게임 시스템으로 정해진 이동 가능 횟수를 소모해 상하좌우로 이동하여 시작 지점에서 목표 지점까지 이동 가능 횟수를 초과하지 않고 도착해야 한다. 플레이어 말은 벽을 뚫고 지나갈 수 없으며, 한번 이동하기 시작하면 이동 방향에 존재하는 첫 번째 벽에 부딪히기 전까지 계속 이동한다. [그림 1]은 구슬 미로 게임의 실행 화면이다. 파란색은 플레이어 말, 붉은색은 목표 도착 지점이다. 검정색은 벽이다. 흰색은 빈 공간으로 플레이어 말이 이동할 수 있다.

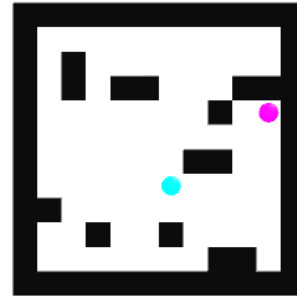


그림 1. 구슬 미로 게임 실행 화면

3.2. 깊이 우선 탐색 기법 개요

깊이 우선 탐색(Depth First Search, DFS)은 그래프를 탐색하는 알고리즘 중 하나이다. 현재 노드에서 방문하지 않은 노드 중 아직 방문하지 않은 인접한 노드부터 방문한다. 더 이상 갈 곳이 없게 되거나 목적지에 도착하면 직전의 노드로 다시 돌아간다.

3.3. 구슬 미로 게임 난이도 측정을 위한 깊이 우선 탐색 기법

게임 레벨이 생성되면 난이도를 측정하기 위해 경로 탐색 알고리즘 중 하나인 깊이 우선 탐색 알고리즘(DFS)을 이용해 게임을 자동으로 플레이하여 시작 지점부터 목표 지점까지 도달할 수 있는 모든 경로를 찾는다.

벽에 붙어있는 빈 공간을 노드로 하고 각 노드에서 왼쪽, 오른쪽, 위 아래 방향으로 벽을 만날 때까지 직선 이동하여 도착하는 빈공간들이 그 노드의 이웃이 되는 그래프를 가지고 탐색한다. 플레이어 말은 시작 지점에서부터 시작하여 이미 탐색한 노드이거나 벽이 있는 방향을 제외한 이웃한 노드로 이동한다. 탐색하지 않은 이웃 노드가 없다면 이전 노드로 돌아가 다시 탐색한 노드를 제외한 다른 이웃 노드로 이동한다. 이 과정을 모든 경로를 탐색할 때까지 반복하며, 방문한 노드가 목표 지점과 일치하면 탐색을 종료한다. 또한 이동 제한 횟수를 지정하여 이동 제한 횟수 내에 목표

지점까지 도달하지 못하는 경우에도 탐색을 종료한다. 목표 지점과 일치하여 탐색을 종료한 경우, 이전에 찾은 경로 보다 이동 횟수가 적은 경로를 찾아 목표한 최소 이동 횟수와 비교하여 난이도를 측정한다.

4. 실험결과

제안하는 방법을 테스트하기 위해 구슬 미로 게임의 맵을 3 가지 난이도로 나누어 생성하고 성인 남녀 6 명이 플레이한 뒤 매우 어려움(5), 어려움(4), 보통(3), 쉬움(2), 매우 쉬움(1)의 5 문항으로 평가하도록 하였다.

[그림 2]는 각각 다른 난이도를 가진 같은 크기의 구슬 미로 게임 맵 화면이다. 맵의 크기는 전부 15 * 15 이고, 최소 이동 횟수는 M1 은 4 회, M2 는 10 회, M3 는 20 회로 각각 다른 난이도를 가지고 있다. [표 1]은 각 사용자(P1~P6)들이 M1, M2, M3 을 플레이한 뒤 항목에 따라 난이도를 평가한 결과이다. 최소 이동 횟수가 커질수록 대부분의 사용자가 난이도를 높게 평가했음을 알 수 있다.

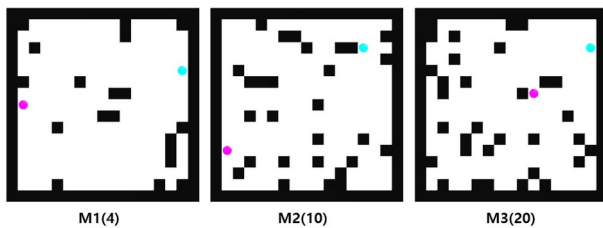


그림 2. 3 가지 난이도 별 맵. 괄호 안의 숫자는 최소 이동 횟수이다.

표 1. 최소 이동 횟수 별 난이도 평가

	난이도 별 게임 맵(최소 이동 횟수)		
	M1(4)	M2(10)	M3(20)
P1	1	2	3
P2	1	2	4
P3	2	3	4
P4	1	4	4
P5	1	2	4
P6	1	3	5
합	7	16	24

[그림 3]은 같은 난이도의 크기가 다른 구슬 미로 게임 맵 화면이다. M3 은 15*15 크기의 맵, M4 는 25*25 크기의 맵이고 두 맵 모두 20 회의 최소 이동 횟수를 가진다. [표 2]는 각 사용자(P1~P6)들이 M3, M4 를 플레이한 뒤 평가한 난이도를 비교한 결과이다. 평가 결과 맵 크기가 큰 M4 맵의 난이도 평가 총합이 M1 보다 높았으며, 대부분의 사용자가 M1 보다 M4 의 난이도가 더 어렵다고 평가했다.

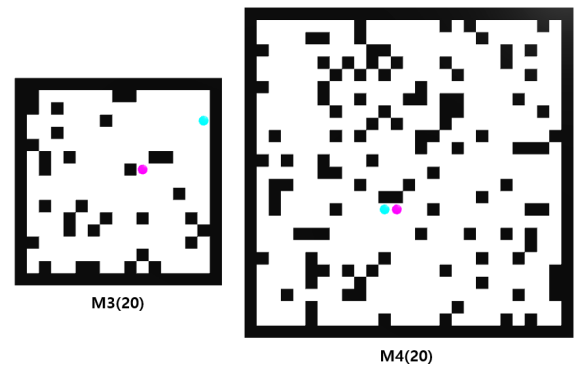


그림 3. 2 가지 사이즈 별 맵. 괄호 안의 숫자는 최소 이동 횟수이다.

표 2. 크기가 다른 맵 간 난이도 평가 비교

	맵 크기 별 난이도 평가	
	M1(20)	M4(20)
P1	3	4
P2	4	5
P3	4	3
P4	4	5
P5	4	5
P6	5	5
합	24	27

실험을 통해 최소 이동 횟수에 따른 난이도의 변화를 느낄 수 있었고, 최소 이동 횟수가 같더라도 맵의 크기에 따라 난이도의 차이를 느낄 수 있음을 알 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 깊이 우선 탐색 기법을 이용해

게임을 자동으로 플레이하여 가능한 모든 경로를 탐색하고 게임의 난이도를 측정하는 방법에 관해 제안하였다. 실험 결과 컴퓨터가 계산한 최소 이동 횟수가 증가함에 따라 사용자가 느끼는 난이도 또한 증가함을 알 수 있었다. 하지만 같은 최소 이동 횟수를 가지더라도 맵의 크기가 클수록 난이도가 증가했으며, 이는 최소 이동 횟수 외에도 다른 변수가 게임 레벨의 난이도에 영향을 미치는 것임을 알 수 있었다. 추후, 사용된 난이도의 기준인 최소 이동 횟수뿐만 아니라 다양한 변수를 통한 난이도 계산에 관해 연구를 지속할 것이다.

Acknowledgement

"본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW 중심대학사업의 연구결과로 수행되었음 (2018-0-00209)"

참 고 문 헌

- [1] 박인화, 오경수, "유전알고리즘을 이용한 Match-3 게임 레벨 자동 생성", 한국게임학회 논문지, 제 19 권 제 3 호, pp.25-32, 2019. 6.
- [2] 조영조, 김병욱, "유전알고리즘을 이용한 수도쿠 퍼즐 난이도 측정", 한국정보처리학회 추계학술발표대회 논문집, 제 26 권 제 2 호, pp.499-501, 2019. 11.
- [3] 전영재, 오경수, "경로 탐색 알고리즘을 이용한 게임 레벨 난이도 평가", 한국게임학회 논문지, 제 15 권 제 4 호, pp.157-168, 2015. 8.
- [4] Adam M.Smith, Erik Andersen, Michael Mateas, Zoran Popović "A Case Study of Expressively Constrainable Level Design Automation Tools for a Puzzle Game" FDG '12: Proceedings of the International Conference on the Foundations of Digital Games, pp.156-163. 2012. 5.