

고누게임에서 최선의 수를 구하기 위한 가중치의 평가

신용우

동아방송예술대학교 창의융합교양학부

ywshin@dima.ac.kr

Evaluation of weights to get the best move
in the Gonu game

Yong-Woo Shin

Division of Creative Convergence Education, Dong-Ah Institute of Media and Arts

요약

이 논문에서는 전통게임중 하나인 고누게임에 대한 구현과 실험이 수행된다. 고누게임을 구현하기 위한 기법으로 미니맥스알고리즘이 적용되었다. 미니맥스 알고리즘에 게임을 구현하기 위해 평가함수를 제안하였다. 고누게임의 구현 이후 성능향상을 위해 알파베타 가지치기에 대한 알고리즘의 효율성을 분석한다. 게임의 승패에 영향을 미치는 최적의 분석을 위해 가중치 분석이 수행되었다. 가중치 분석을 위하여, 사람과 컴퓨터의 대국, 컴퓨터와 컴퓨터의 대국으로 실험하였다. 그 결과 최적의 공격과 방어를 할 수 있는 가중치를 제시하였다.

ABSTRACT

In this paper, one of the traditional game, Gonu game, is implemented and experimented. The Minimax algorithm was applied as a technique to implement the Gonu game. We proposed an evaluation function to implement game in Minimax algorithm. We analyze the efficiency of algorithm for alpha beta pruning to improve the performance after implementation of Gonu game. Weights were analyzed for optimal analysis that affected the win or loss of the game. For the weighting analysis, a competition of human and computer was performed. We also experimented with computer and computer. As a result, we proposed a weighting value for optimal attack and defense.

Keywords : Gonu game(고누게임), Minimax algorithm(미니맥스 알고리즘), Weight(가중치)

Received: May. 16. 2018 Revised: Sep. 18. 2018

Accepted: Oct. 19. 2018

Corresponding Author: Yong-Woo Shin(Dong-Ah Institute of Media and Arts)

E-mail: ywshin@dima.ac.kr

ISSN: 1598-4540 / eISSN: 2287-8211

© The Korea Game Society. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

2016년 4분기 게임 산업의 매출액은 3조 4,855억 원이며 이는 전년 동기 대비 21.7% 증가한 수준이며, 전체 콘텐츠산업 매출액에서 차지하는 비중은 11.5% 이다[1].

게임놀이(Game Playing) 는 게임이론(Game Theory) 의 아주 작은 영역이라고 생각 할 수 있다. 게임이론이란 이해가 엇갈리는 경쟁적 상황을 연구하는 학문이다. 이해가 엇갈리는 경쟁적 상황이란 우리가 일상생활을 하면서 주변에서 흔히 볼 수 있고 경험을 해 보는 것이다. 원래 이러한 게임이론은 국제 정치적인 문제 혹은 국제적인 경제권 확보에 관한 문제, 노사관계 등 복잡하고 심각한 문제를 포함하는 것이다.

그러나 인공지능에서의 게임놀이는 게임이론 에서 이야기하는 복잡하고 심각한 상황을 연구하는 학문이 아니고, 우리가 주변에서 취미활동으로 가볍게 그리고 단순하게 서로 이해가 엇갈리는 경쟁적 상황을 효과적으로 수행하는 분야를 말한다.

여기서 우리가 논하고자 하는 게임들은 두 경기자가 게임에 관한 완전한 정보를 갖고서 번갈아가면서 행하는 보드게임(Board game) 으로 두 경기자는 서로가 다른 편이 무엇을 했고, 또 무엇을 할 수 있는 지를 완전히 알 수 있다는 가정 하에 시작한다. 게임의 결과는 둘 중 하나가 이기거나, 지거나, 또는 비기는 경우가 된다고 본다.

이러한 게임의 예는 장기, 삼목놀이(tic-tac-toe), 서양장기놀이(Chess), 바둑 등을 생각할 수 있다. 기존 논문들에서는 오텔로, 삼목놀이 등을 다루었고 [2, 3], 논문[4] 에서는 고누게임을 다루었으나 강화 학습(Reinforcement learning)을 다루었다.

미니맥스(Minimax) 를 이용하여 고누게임을 구현하였다. 고누게임을 선택한 이유는 다음과 같다. 첫째, 한국적인 보드게임으로서 아직 완성되지 않았다는 점이다. 둘째, 다른 보드게임들은 말이 이동하지 않고 한곳에 고정되어 있지만, 고누 게임의 경우는 말이 계속 이동하기 때문에 지능적으로 움직임을 표현하여야 한다.

직임을 표현하여야 한다.

본 논문에서 제안하는 방법은 고누게임을 컴퓨터 놀이화 시키고 인공지능 기법의 하나인 미니맥스와 알파베타 가지치기(Alpha beta pruning) 를 적용하여 지능형 고누 프로그램을 실용적으로 사용할 수 있도록 구현한다. 또한 평가함수를 제안하고, 가중치를 실험하여 제안하는 것을 목적으로 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장은 서론에 대해 알아보고 2장에서는 관련연구에 대해 살펴본다. 3장에서는 지능적인 보드게임의 구현에 대해 알아 보며 4장에서는 실험 및 결과에 대해 알아본다. 마지막으로 5장에서는 최종적인 결론을 맺는다.

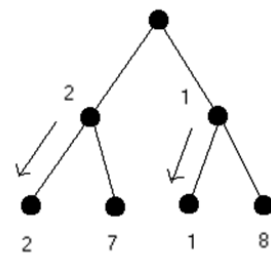
2. 관련연구

2.1 미니맥스 알고리즘

여기서는 비공식적이지만 한 경기자의 한 행동을 그의 수(Move) 라 하자. 관습적으로 양의 숫자는 한 경기자에겐 이득으로, 음의 숫자는 상대방에게 이득이 있는 것으로 가정하자[5].

[Fig. 1]에서 아래쪽 노드들과 루트노드(Root node) 가 최대화 레벨(Maximum level) 이고, 가운데 노드들은 최소화 레벨(Minimum level) 이다. 아래 그림과 같은 상태에서 단말 노드들의 값 중 최소값은 최소화 레벨에서 택하고 루트노드에서는 그 중 최대값을 택하게 된다.

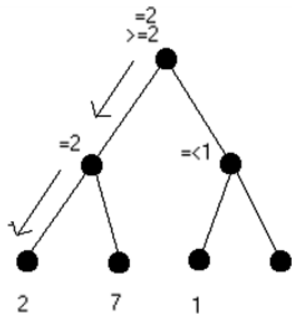
이와 같이 두수를 내다봄으로써 경기자는 그의 값을 가지는 놀이상황을 선택하게 된다.



[Fig. 1] Minimax algorithm

2.2 알파베타 가지치기

미니맥스 알고리즘으로 만들어지는 모든 트리 중 최대최소 값을 만드는데 불필요한 트리(Tree)는 사전에 가지치기함으로써 알고리즘의 전체속도와 효율성을 높여주는 처리절차가 알파베타 가지치기이다.



[Fig. 2] Alpha beta Pruning

[Fig. 2]의 최소화레벨에서 최소값은 2로 결정되고 알파 값 또한 2로 결정되었다. 1의 값을 가지는 우측 단말노드에 의해 최소화레벨이 1로 결정되었을 때 우측 마지막 단말노드 까지 가보지 않아도 루트노드는 2를 선택할 것이다. 최소화레벨이 1보다 작거나 같기 때문이다. 이와 같은 것이 알파베타 가지치기이다. 1의 값을 가지는 노드의 우측 노드를 0과 3으로 각각 하나씩 대입해보면 확실히 원리를 알 수 있을 것이다.

2.3 고누게임 (Gonu Game)

고누놀이의 역사는 매우 깊으나 그 유래를 전하는 기록은 찾아보기가 어렵다. 다만 장기와 바둑의 원초적 형태를 띄고 있어서 고대 중국의 초나라와 한나라 때 생긴 장기놀이가 우리나라에 들어와 재창작된 것으로 짐작된다[6].

고누의 종류는 지방에 따라 여러 가지 특징이 있으나 대개 우물고누, 줄고누, 말고누, 곤질고누, 참고누, 자동차고누, 호박고누, 패랭이고누, 팔팔고누, 포위고누, 장수고누, 왕고누로 구분해 볼 수 있

다[7].

곤질고누의 기본적인 규칙은 다음과 같다. 상대방 말을 포획하려면, 상대방 말이 우리 말 둘 안에 있으면 된다. 또한 우리 말을 포획하려면, 상대방 말의 영역 안으로 들어가면 붙잡히게 된다. 게임을 진행하는 방법은 한 번에 한 칸씩만 직선으로 이동한다.

3. 지능형 보드게임의 구현

본 논문에서는 상대방 말과의 대국으로 학습하는 우리 말을 구현한다.

3.1 이동생성

본 고누게임은 게임트리(Game tree)를 이용하였다. 게임트리는 각 노드마다 무수히 많은 해결책(경우의 수)과 함께 두 경기자의 모든 상황을 표현해 주는 수학적 도구이다. 그리고 게임트리에는 이동생성기, 노드평가함수, 그리고 탐색이 있다. [Fig. 1]은 두 수 앞을 내다보는 게임트리이다.

이동생성과 탐색에 적용할 수 있는 기본적인 알고리즘으로 넓이우선 (Breadth-first) 탐색과 깊이우선 (Depth-first) 탐색이 있다. 넓이우선 탐색은 [Fig. 1]과 같이 하위 레벨로 가기 전에 현재 레벨에 있는 모든 경우의 수를 탐색하는 것을 말하며, 깊이우선 탐색은 그래프의 왼쪽면만 트리의 끝까지 또는 미리 정한 레벨까지 수를 탐색하고 그 다음 왼쪽 면으로 이동하여 경우의 수를 탐색하는 것을 말한다.

본 고누 게임에서는 넓이우선 방법을 기준으로 사용한다. 이동생성은 넓이우선 탐색과 같은 방법으로 위에서 아래로 내려오며 노드들을 생성한다. 탐색은 넓이우선 탐색을 변형한 형태로 모든 경우의 수가 나타난 게임트리가 완성되었을 때 현재의 노드에서 가장 적합한 수로 이동하기 위하여 게임트리의 맨 끝부분, 즉 고누 게임의 승부가 결정되는 노드로부터 평가함수를 적용하며 현 위치로 거슬러 올라간다.

3.2 평가함수

고누놀이를 컴퓨터로 구현하기 위해서는 현재 게임의 상황에서 몇 수 앞을 내다보고, 여러 가지 둘 수 있는 수 중 유리한 수들을 평가해 본다. 평가된 값들 중 현재 우리 말에 이로운 값들을 판단하기 위해서는 평가함수(Evaluation function)가 있어야 한다.

이 가치평가는 게임에 영향을 미칠 수 있는 다양한 특성에 근거를 둔다[8].

삼목놀이의 간단한 예에 미니맥스를 적용 해보자. 맥스는 가위표(X), 미니는 동그라미(O)로 표시하고 제일 먼저 맥스부터 시작한다 하자. 2 단계까지의 모든 노드를 발생시키는 너비 우선 탐색을 행한 후 정적 평가함수를 끝단 노드들에 적용한다. 노드의 위치 p에 대한 평가함수 e(p)는 다음과 같이 주어진다[8].

$$e(p) = (\text{MAX가 표시하여 이길 가능성이 가지는 행이나 열 혹은 대각의 수}) - (\text{MIN이 표시하여 이길 가능성이 가지는 행이나 열 혹은 대각의 수}) \quad (1)$$

(식 1)의 MAX와 MIN은 대국을 하는 우리 말 또는 상대방의 말을 의미한다. 우리 말이 이길 가능성이 있는 곳의 수의 합에서, 상대방 말이 이길 가능성이 있는 곳의 수의 합을 뺀 것이다.

삼목놀이나 오델로 등의 보드게임들은 놓여질 말 하나의 위치에서의 평가함수만을 계산하면 되므로 간단하다. 그러나 고누게임의 경우에는 두 개의 우리 말이 상대방 말을 포위하여야 한다. 그래서 평가함수가 상대적으로 복잡하다. 또한 두 개의 우리 말의 다음 수를 평가함수에서 계산하여 반영한다. 이 경우 우리 말의 수와 다음 수를 반영하여 합산을 하여야 한다. 두 수는 얼마의 중요도를 정해야 한다. 가중치로 두 수의 비중을 계산하여야 한다. 우리 말의 수의 가중치를 어떻게 배정하여야 하는지가 중요하므로 본 논문에서 실험을 통해 결정하였다.

본 논문에서의 고누게임에서도 역시 이길 가능성을 가지는 방법으로 평가함수를 제안하였다.

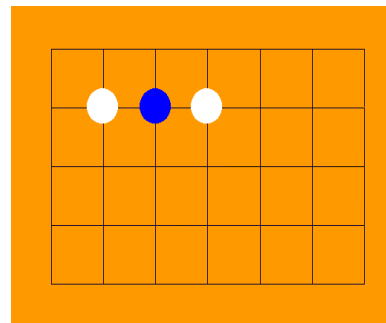
즉, 현재 둘 수 있는 모든 말 각각에서 상대방의 말을 제거할 수 있는 경우와 다음 수에서 제거할 수 있는 경우를 계산하는 등의 경우를 말한다. 고누게임에서의 평가함수의 공식은 [Fig. 3]과 같다.

전체 공간에서의 상대방의 말을 제거할 수 있는 경우에 가중치를 곱한 값과, 제거할 가능성이 있는 경우를 더한 값을 우리 말에서는 양의 값으로, 상대방 말에서는 음의 값으로 계산하여 나온 값을 평가 값으로 한다.

$$E_f = \sum_{i=1}^N (e1 * w1 + t1) - \sum_{i=1}^N (e2 * w2 + t2)$$

[Fig. 3] Evaluation function

Ef는 평가함수를 의미한다. e(p)와 같은 평가함수이지만 Ef는 고누에서의 평가함수를 말한다. N은 전체공간에서 둘 수 있는 모든 경우의 수를 의미한다. e1과 e2는 각각 서로 다른 상대방 말을 의미한다. 삼목놀이에서는 MAX로 표현했지만, 고누에서는 두 개의 우리 말이 상대방 말 1개를 포획하므로 e1과 e2로 표현한다. t1과 t2는 우리 말의 두 번째 수를 의미한다. 역시 두 개의 우리 말로 상대방 말을 포획하므로 t1과 t2로 표현한다. w는 가중치이다. 가중치는 여러 가지 값을 가질 수 있으며, e를 w에 곱했으므로 e와 t의 상대적 중요성에 따라 결정된다.



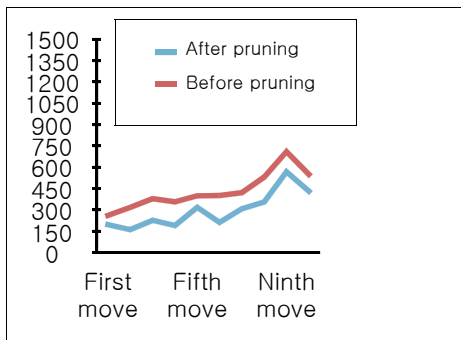
[Fig. 4] State in the case of captured between opponents

4. 실험 및 결과

4.1 알파베타 가지치기에 관한 비교

본 실험은 곤질고누의 알파베타 가지치기 의 효율 면에서이다.

평가함수에 관한 기술은 [Fig. 3] 과 같다. 단, 알파 값과 값이 같은 노드는 가지치기 하지 않았다.



[Fig. 5] Experimental results of Alpha beta pruning

[Fig. 5] 의 그래프는 알파베타 가지치기 전과 후의 가지 의 수를 나타내었다.

가로축은 몇 번째 수를 두었는지를 나타내므로, 게임이 진행되는 과정을 의미한다. 세로축은 가지의 수를 의미한다. 불필요한 노드를 사전에 가지치기하여야 하므로 숫자가 적을수록 효율적이라는 것을 의미한다.

실험결과로 볼 때 고누로 알파베타 가지치기를 했을 때 많은 양의 가지치기를 하는 효과를 나타냈다.

4.2 컴퓨터와 사람이 대국할 때의 가중치 값에 의한 비교

본 실험은 평가함수에서 최적의 가중치를 구하기 위하여 실험되었다. 고누의 평가함수에서 가중치는 2 에서 10 까지 이다.

실험방법은 컴퓨터와 사람이 대국할 경우이고

평가함수 중 최적의 가중치 w 값을 결정할 수 있는 기준은 w 를 e 에 곱했으므로, e 와 t 의 상대적 중요성을 말한다. 즉, 현재 포획할 수 있는 수의 중요성을 한 수 더 뇌서 포획할 수 있는 수와 비중을 어떻게 두느냐 개념이다.

[Table 1] Comparison by computer and human weight

Human / Computer	Win / Loss	Remarks
2 / 1	win	suicide
3 / 1	win	
4 / 1	draw	
5 / 1	draw	
6 / 1	draw	
7 / 1	draw	
8 / 1	draw	
9 / 1	draw	
10 / 1	draw	

w 는 1 보다는 커야 되므로 2 부터 10 까지 실험을 하였다. 어떤 w 가 좋은가를 평가하는 방법은 어떤 w 값을 가진 프로그램이 더 승률이 좋느냐가 최종적인 판단 기준이다. 그러므로 가중치를 적용하여 각각의 프로그램을 실행해 본 결과 가중치가 3 보다 작을 경우에는 컴퓨터의 공격성이 좋고 3 보다 클 때는 방어성이 좋은 것으로 나타났다. 가중치가 3 인 경우에는 공격성과 방어성이 적절히 나타나 가장 좋은 가중치로 결정하였다.

4.3 컴퓨터와 컴퓨터가 대국할 때의 가중치 값에 의한 비교

본 실험은 고누게임에서 가중치의 의미를 판단하기 위하여 서로 다른 가중치를 가지는 컴퓨터간의 대국을 실험하였다. 컴퓨터와 사람간의 대국을 실험하였을 때 가중치가 3 인 경우에는, 공격성과 방어성이 적절히 나타나 가장 좋은 가중치 값으로 나타났다. 그리고 가중치가 3 보다 작을 경우에는 공격성이 좋고 3 보다 클 때는 방어성이 좋은 결과 나타났기 때문에 그 자료를 이용하여, 이번

는 컴퓨터 간의 대국을 하였다.

[Table 2] Comparison by computer and computer weight

computer2 computer1	2	3	4
2	win	draw	draw
3	win	draw	draw
4	win	draw	draw

실험은 컴퓨터와 컴퓨터간의 9 가지의 경우를 컴퓨터1 과 컴퓨터2 로 대국하였다.

[Table 2] 의 가로축과 세로축은 서로 대국할 각각의 컴퓨터의 가중치를 의미한다. 좌측상단 실험결과의 대결의 의미는 가중치 2를 가지는 컴퓨터1 과 역시 가중치 2를 가지는 컴퓨터2 의 대국을 의미한다. 결과는 컴퓨터1 의 승리이다. 또 가중치 3를 가지는 컴퓨터1 과 가중치 2를 가지는 컴퓨터2 의 대국의 결과는 컴퓨터1 의 승리이다. 컴퓨터1 은 컴퓨터2 가 2의 가중치를 가졌을 때 항상 이겼다. 가중치가 2라는 것은 공격성이 좋은 것이기 때문에, 불필요한 공격을 함으로써 패배를 할 수 있다. 컴퓨터1 과 컴퓨터2 가 가중치 2로 대국할 경우에도 컴퓨터1 이 이겼는데, 이것은 컴퓨터1 이 첫수를 두었기 때문이라 생각된다.

그러나 컴퓨터2 가 가중치를 3이나 4를 가졌을 때는 지지 않고 비겼다. 이것은 컴퓨터2 가 공격과 방어성이 뛰어나거나, 방어성이 뛰어나기 때문에, 공격보다도 방이에 치중하기 때문이다.

5. 결 론

본 논문에서는 고누놀이의 종류를 소개하고 구현, 실험하였다. 고누게임에서의 최적인 수를 구하기 위한 해결방안을 제시하였다.

현재 보드상황에서 놓을 수 있는 모든 가능한 수를 게임트리로 표현하고 최대최소 값으로 표현되는 미니맥스 알고리즘으로 최적인 수를 구하였다. 이 때 전체 트리 중 탐색 하지 않아도 결과에 영

향을 미치지 않는 노드를 가지 치는 알파베타 가지치기를 도입하였다.

고누게임을 구현한 후 게임에 영향을 미치는 평가함수를 제안하였으며 게임에 적용하였다. 알파베타 가지치기에 대한 탐색효율 또한 비교 실험하였고, 고누게임의 알고리즘의 효율성을 측정하기 위하여 가중치를 다음의 두 가지 방법으로 실험하였다. 첫째, 컴퓨터가 아홉 가지의 가중치를 선택하여, 사람과 대국하였다. 둘째, 컴퓨터와 컴퓨터가 서로 다른 세 가지의 가중치를 각각 선택하여 서로 대국하였다. 그래서 최적의 가중치 값을 찾아냈다.

앞으로는 이러한 최적의 수를 구하기 위하여, 학습에 관련된 연구가 이루어진다면 좀 더 좋은 고누게임이 되리라 본다.

REFERENCES

- [1] Korea Creative Content Agency, "Content Industry Trend Analysis Report for 4Q 2016 (Game Industry)", 2017
- [2] Imran Ghory, "Reinforcement learning in board games.", available at <http://www.cs.bris.ac.uk/Publications/Papers/2000100.pdf>, 2004.
- [3] Nee Jan van Eck, Michiel van Wezel., "Reinforcement Learning and its Application to Othello", available at <http://www.few.eur.nl/few/people/mvanwezel/r1.othello.ejor.pdf>, 2004
- [4] Yongwoo Shin, "Artificial Engine Development through Reinforcement Learning on Jul-Gonu Game ", Journal of Internet Computing and Services, Vol 10, No 1, pp93-99, 2009
- [5] Patrick Henry Winston, "Artificial Intelligence", Addison Wesley, 1993
- [6] Woosung Sim, "50 traditional games Korean folk play", Nonghyup, 1996
- [7] Woosung Sim, "Korean folk play", Dongmoonsun, 1996
- [8] Sukin You, "Artificial Intelligence Fundamentals", Kyohaksa, 1988
- [9] Hwasu Kim, Sunjoo Go, "The Realization of

Artificial Intelligence”, Zipmoondang, 1993

- [10] Korea Cultural Policy Development Institute, “Basic Research for Developing Electronic Entertainment Program in Traditional Play Culture”, 1994
- [11] Kim, Kyunghee, “A Study on the Development and Effect of Traditional Play Program”, Master Thesis, Daegu University Graduate School of Education, 1986
- [12] Jo, Duk-Keun, “Intelligent Jangki Game Providing GUI”, Master’s thesis, Yonsei University, 1991



신 용 우 (Yong-Woo Shin)

약 력 : 2014 경희대학교 컴퓨터공학과 박사
1990-2000 프리랜서 게임프로그래머, LG U+
2000-현재 동아방송예술대학교 교수

관심분야 : 게임인공지능, VR/AR/MR게임

— 고누게임에서 최선의 수를 구하기 위한 가중치의 평가 —