Journal of the Korea Convergence Society
Vol. 7. No. 4, pp. 123-131, 2016
http://dx.doi.org/10.15207/JKCS.2016.7.4.123

알파고와 이세돌의 챌린지 매치에서 분석된 인공지능 시대의 학습자 역량을 위한 토포필리아 융합과학 교육

윤마병[1], 이종학[2*], 백제은[3]
[1]전주대학교 과학교육과, [2]대구교육대학교 수학교육과, [3]익산궁동초등학교

Topophilia Convergence Science Education for Enhancing Learning Capabilities in the Age of Artificial Intelligence Based on the Case of Challenge Match Lee Sedol and AlphaGo

Ma-Byong Yoon[1], Jong-Hak Lee[2*], Je-Eun Baek[3]
[1]Department of Science Education, Jeonju University
[2]Department of Mathematics Education, Daegu National University of Education
[3]Iksan Gungdong Elementary School

요 약 본 연구는 2016 구글 딥마인드 챌린지 매치에서 최고 수준의 딥러닝 인공신경망을 갖고 있는 인공지능 알파고와 인간지능의 대표로 상징되는 바둑 최고수의 대국 분석 및 문헌 연구로 인공지능 시대에 적합한 학습자의 역량 교육에 대해 논의했다. 알파고는 지금까지 알려져 있는 바둑의 정석과 상식을 넘어서는 새로운 바둑의 패러다임을 보여주는 기발한 수를 두었고, 이세돌은 알파고도 생각하지 못한 '신의 한 수' 로 인공지능 수퍼 컴퓨터를 이길 수 있었다. 이는 인간의 집념과 도전, 인간 본성의 통찰과 직관의 승리였다. 인공지능 시대에 기계를 조정하고 통제할 수 있는 학습자 역량을 기르기 위한 융합과학 교육은 자연으로부터의 감성적 체험과 토포필리아 교육으로 인공지능이 갖지 못한 인간 본성의 다채로운 감성과 통찰, 긍정적 정서를 함양시킬 수 있는 방향이어야 한다.

• 주제어 : 알파고, 이세돌, 인공지능, 학습자 역량, 토포필리아

Abstract In this paper, we discussed learner's capability enhancement education suitable for the age of artificial intelligence (AI) using game analysis and archival research based on the 2016 Google Deepmind Challenge match between AI that possessed the finest deep neural networks and the master Baduk player that represented the best of the human minds. AlphaGo was a brilliant move that transcended the conventional wisdom of Baduk and introduced a new paradigm of Baduk. Lee Sedol defeated AlphaGo via the 'divine move and Great idea' that even AlphaGo could not have calculated. This was the triumph of human intuition and insights, which are deeply embedded in human nature as well as human courage and strength. Convergence science education that cultivates student abilities that can help them control machines in the age of AI must be in the direction of developing diverse human insights and positive spirits embedded in human nature not possessed by AI via implementing hearts-on experience and topophilia education obtained from the nature.

• Key Words : AlphaGo, Lee Sedol, artificial intelligence(AI), learner's capability, topophilia

*Corresponding Author : 이종학(mathro@dnue.ac.kr)
Received May 15, 2016 Revised May 17, 2016
Accepted July 3, 2016 Published August 31, 2016

1. 서론

다가오는 미래사회는 24시간 실시간으로 인터넷에 연결되는 사이버 나우의 인공지능 시대가 될 것으로 예측된다[1]. 인공지능 시대에는 기계가 인간의 지적 능력을 능가하게 되어 지적인 노동을 대신할 수 있는 시대로서 인류 문명사의 커다란 전환점이 될 것이다. 이때에는 사이버 공간에서 일과 공부, 레저의 구분이 없어지고 인공지능과 함께 학습이 게임처럼 이루어진다. 인공지능 게임 교육은 단순한 오락이 아니라 일이자 생활이며 동시에 학습이 되어 적성과 취미, 학습자 수준에 맞는 교육을 원하기만 하면 언제든지 받을 수 있게 된다. 사이버 공간에서 개개인이 모여 정보를 교환하면서 새로운 지식을 생산해 내는 집단지성이 이루어지고, 이러한 집단지성의 작동 방향에 따라 교육의 질, 더 나아가 국가의 질이 결정될 것으로 예측된다[1].

올림픽이 인간의 신체 능력에 대한 한계를 보여 주는 것이라면 바둑은 인간의 지적 능력의 한계를 보여주는 상징이다. 바둑은 4,500년 전 중국의 '요' 임금과 '순' 임금이 아들을 교육하고 어리석음을 깨우치기 위해 만들었다고 전한다. 한자로는 '圍棋: Weiqi', 일본어로는 '碁: Go'라고 하며 영어로는 바둑의 일본어 표현인 'Go'라고 부른다[2]. 바둑은 두 사람이 흑과 백 돌을 바둑판 위에 번갈아 두면서 더 많은 집을 짓는 사람이 이기는 단순한 게임이다. 그렇지만 바둑은 인간이 만든 게임 중 가장 복잡한 경우의 수를 갖고 있으며 직관과 통찰이 요구되는 매우 고지능적인 게임이다[3]. 바둑은 고전 게임 중 탐색 범위가 가장 넓고 바둑판의 형세를 평가하는 것이 어려워서 인공지능의 가장 큰 숙제 중 하나이다[4]. 인공지능으로 바둑 게임을 구현하려면 경기 상황에서 다음에 둘 수에 대한 선택 확률과 바둑의 수읽기와 같이 여러 수가 진행되었을 때 형세가 어떻게 될 것인지를 예상할 수 있는 지능적 게임 시뮬레이션 기능이 필요하다. 알파고는 최첨단 트리 탐색과 두 개의 딥러닝 인공신경망을 결합해 사람과 비슷한 방식으로 바둑 경기를 할 수 있는 인공지능 알고리즘이다[3].

알파고와 이세돌 9단의 구글 딥마인드 챌린지 매치가 2016년 3월 9-15일 서울에서 열렸다. 이번 대국이 특별한 의미가 있었던 것은 인간의 가장 고지능적인 바둑 게임에서 인공지능이 인간지능을 넘어 섰다는데 있다. 이제 우리는 지적인 전문 분야에서 인간의 능력을 초월하는 인공지능과 경쟁하며 살아가야 한다. 인공지능을 조정하고 통제할 수 있는 역량을 갖추지 못하면 인류의 생존까지 위협 받을 수 있는 시대가 된 것이다. 오늘날의 청소년들은 인류 역사상 처음으로 인공지능 기계와 경쟁하며 직업을 얻어야 하고 살아가야 하는 세대가 되었다[4]. 그런데 현재의 학교 교육에서 이루어지는 인지교육으로는 기계와 경쟁해서 이길 수 있는 도구와 역량을 배우는데 한계가 있어서 다가오는 인공지능 시대에 청소년들은 '잃어버린 세대' 가 될 수도 있다. 그래서 인공지능 시대에 적합한 융합과학교육은 어떤 방향이고, 인공지능 기계를 잘 다룰 수 있는 미래 사회의 학습자 역량 교육은 무엇인지에 대한 연구가 필요하다.

본 연구는 챌린지 매치 바둑 분석과 문헌 연구를 통해 인공지능 알파고가 보여준 교육적 의미와 미래 인공지능 시대에 적합한 학습자 역량을 위한 융합과학 교육에 대한 논의를 다루고자 한다. 본 연구의 목적은 다음과 같다. 첫째, 바둑 알고리즘 알파고와 이세돌의 바둑에서 시사하는 인공지능 시대의 학습자 역량을 분석한다. 둘째, 인공지능 시대에 적합한 학습자 역량 강화를 위한 융합과학 교육 방향을 제안한다.

2. 이론적 배경

2.1 알파고의 게임 탐색 알고리즘과 딥러닝

바둑판은 19줄×19줄로 구성되어 있어서 바둑 돌을 착수할 수 있는 지점은 361개이고, 각 지점마다 3가지 상태(검은 돌, 흰 돌, 빈 칸)가 있으므로 바둑판의 착수 가능 지점은 $3^{361} \approx 10^{170}$ 가지이다. 바둑 경기를 진행하는 바둑판에서의 경로는 10^{170} 가지의 상태가 수순에 따라 중복될 수 있으므로, 수순을 고려한 경로는 약 10^{360} 가지가 존재한다. 즉 빈 바둑판에 첫 수를 둘 수 있는 경우의 수는 361개, 두 번째 수는 360개로 마지막 수까지 총 361! (10^{360})의 경우의 대국이 존재할 수 있다. 이것은 우주에 존재하는 모든 원자의 수 보다도 더 많은 경우의 수이다[6]. 그래서 바둑은 인간의 고전적 게임에서 가장 고차원적인 지능과 직관이 요구되는 게임이다. 바둑은 상대방 돌을 많이 포위할수록 승리한다는 간단한 규칙 때문에 자유도가 매우 높지만, 4,500년 이상의 바둑 역사에서 상대에게 승리할 수 있는 많은 방법이 축적되어 '정석'이 존재한다. 바둑 기사들은 "수 읽기와 직관적인 형세 판단"을 통해 게임의 진행이 유리하도록 착수를 결정하는데 알파고는 이 과정을 트리 탐색 분석과 빅데이터를 통한

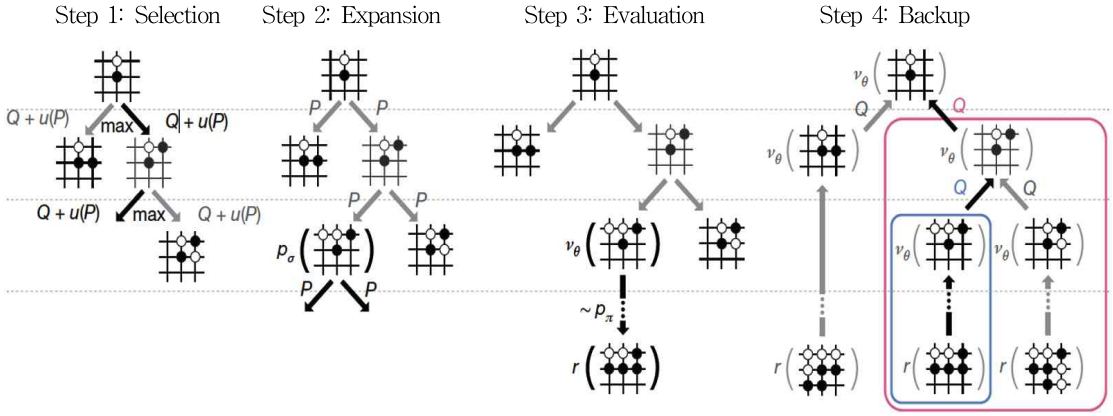
최적의 수를 예측하도록 했다. 알파고의 트리 탐색 알고리즘은 바둑에서 일반적으로 사용되는 몬테 카를로 트리 탐색(Monte Calro tree search, MCTS) 방식을 사용한다[7]. MCTS는 모든 경로를 탐색하는 것이 불가능할 때 효율적으로 사용하는 것으로 무한대에 가까운 탐색의 폭과 깊이를 효율적으로 분석할 수 있도록 탐색 범위를 제한하는 역할을 한다. 알파고는 MCTS와 스스로 대국하는 딥러닝을 통해 성능을 지속적으로 향상시켜서 기력을 프로 기사 수준까지 끌어 올렸다[8]. 알파고의 MCTS 알고리즘에서 최선의 착수 지점을 결정하는 과정은 Fig. 1과 같이 4단계를 거쳐 이루어진다.

- *Step 1 선택 : 현재 바둑판(t)에서 특정 시점(L)까지 착수를 선택하는 과정으로서 현재 바둑판 상태에서 $Q+u$ 값이 최대가 되는 지점을 선택한다. 여기서 Q 값은 MCTS 분석으로 정해진 것으로 값이 높을수록 승리할 확률이 높다. u 값은 바둑판 상태 탐색의 폭을 넓히기 위해서 고안된 변수(노드 방문 횟수에 반비례)이다.*
- *Step 2 확장 : 탐색 경로의 마지막 노드(L)를 확장시켜서 새로운 노드(L+1)를 생성한다.*
- *Step 3 평가 : 마지막 노드(child node, L+1)의 가치를 평가하기 위해서 전체적인 바둑판 상태가 아닌 3×3의 국소적인 영역에서 다음 수를 예측해 나가는 페스트 롤아웃을 수행한다.*
- *Step 4 갱신 : 시작 지점(t)에서 마지막 노드(L or L+1)까지의 경로에 있는 노드의 Q 값을 갱신하여 가장 많이 방문한 노드를 결정하여 최선의 착수점을 찾는다.*

2.2 알파고의 딥러닝과 이세돌 9단

딥러닝은 사물이나 데이터를 분류하거나 군집하는 데 사용하는 인공신경망 기술을 말한다. 사람의 두뇌와 비슷한 방식으로 정보를 처리하는 알고리즘으로 사물의 면이나 형상 등 여러 요소의 데이터를 합치고 구분하는 과정을 반복해 정보를 학습하고 사물을 분류하도록 훈련시키는 기법이다[9]. 즉 인간의 사고방식을 컴퓨터에게 가르치는 기계학습의 한 방법으로서 빅데이터, 얼굴 인식, 이미지 분류 등 신산업의 곳곳에서 응용되고 있다[7]. 딥러닝의 핵심은 인간처럼 학습하는 것으로 빅데이터를 이용하여 프로 기사들의 착수 전략을 학습하는 지도학습(supervised learning) 방식과 스스로 경기하여 형세 파악 등 학습된 전략을 보강하는 강화학습(reinforcement learning) 방식을 적용하고 있다[8]. 알파고는 지도학습으로 실제 대국 기보로부터 3,000만 가지 바둑판 상태를 추출하여 이 중 약 2,900만 개를 학습에 이용하고, 나머지 100만 가지 바둑판 상태를 시험에 적용하여 정확도 57%를 이루었다. 이 과정에서 알파고는 프로기사들이 다음 수를 두는 경향과 패턴을 모델링할 수 있었다[8]. 강화학습의 핵심은 정책망 간에 경기를 자체 진행하고, 이로부터 도출된 경기 결과(승패)를 바탕으로 이기는 방향으로 가도록 네트워크의 가중치를 개선하는 것이다. 강화학습 후에 알파고는 기존 바둑 프로그램인 패치와 대결하여 85%의 승률을 이루었다[8].

이세돌 9단은 파격적인 전술로 상대방을 공략하는 것을 좋아하는 바둑 천재다. 그는 12세의 나이에 입단하여 2000년에 32연승을 기록하고, 국제기전에서 12회 우승한 세계 최고 수준의 프로 바둑 기사이다[2]. 이번 챌린지 매치에서 이세돌과 알파고는 우리에게 당혹감과 안도감,



[Fig. 1] The process of AlphaGo's Monte Calro tree search(MCTS) [8]

예기치 못한 반전들을 만들어 냈다. 알파고는 예상치 못한 기묘한 수들을 두면서 바둑 전문가들을 의아하게 만들더니, 순식간에 상황을 역전하며 승리를 이끌어 내었다. 이세돌은 좋은 수들을 놓았지만, 알파고는 최선의 수를 두었다.

바둑을 두는 동안 전문가들은 “이건 명백히 알파고의 실수다”라고 했지만, 시간이 지나면서 그것은 실수가 아니라 의미 있는 기발한 수였다는 사실을 깨닫게 되었다. 알파고는 인간이 두었던 수많은 기보를 통해 학습했지만, 그것을 뛰어넘는 새로운 바둑의 패러다임을 만들어 내면서 승리할 수 있었다.

2.3 토포필리아 사이언스 교육

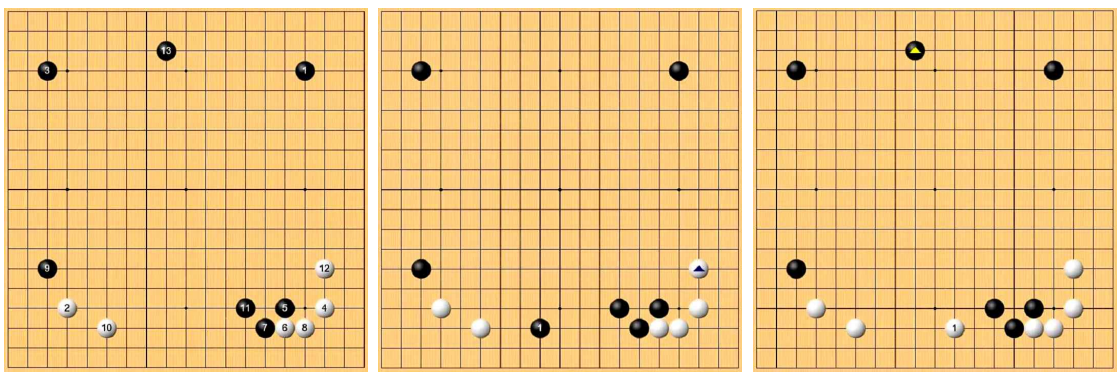
장소는 기억을 구성하는 가장 광범위하고 본질적인 요인이다[10]. 장소는 그 자체만으로도 기억의 주된 초점이 될 수 있지만, 기억의 또 다른 구성 요소인 인물이나 사건 등의 배경적 토대와 함께 추억으로 존재한다. 과거에 경험했던 어떤 장소가 기억 속에 주된 초점으로 떠오르고 긍정적 정서로 남을 수 있는 것은 그 장소가 강한 애착과 그리움을 갖추고 있을 때이다. 이것을 토포필리아라고 한다[11]. 토포필리아는 자연에 대한 어린 시절의 좋은 경험이 기억과 학습, 의미부여 등을 통하여 형성된 하나의 경관 이미지, 즉 장소애를 의미한다. 일상에서 반복되는 행동 패턴인 리추얼은 과거에 경험한 구체물에 대한 기억들이 일정한 정서적 반응과 의미부여 과정이 동반되어 성인이 되어서도 긍정적인 정서로 의식되는 것이다[12].

우리 고장의 장소와 구체물들을 교수-학습의 장으로 끌어들여서 의미와 가치를 찾고 스토리를 만들면서 오랫동안 기억할 수 있는 장소를 만들어 갈 수 있도록 하는 공감각의 체험 활동의 기회와 교육이 토포필리아 사이언스 교육이다[12]. 토포필리아 사이언스 교육은 학생들이 살고 있는 터전으로서의 장소에 대한 소속감과 애향심, 자부심을 갖게 하고 과학 학습을 통해 우리 것에 대한 가치를 재인식하면서 학습자의 새로운 내적동기 역할을 갖게 한다.

3. 연구 결과 및 논의

3.1 알파고 바둑의 새로운 패러다임과 이세돌의 창의성

이번 대국에서 인공지능 알파고는 새로운 바둑의 세계를 열었다. 챌린지 매치 제 2국의 시작은 알파고가 흑으로 선수를 두었다. 12번까지 진행되자 알파고는 상변의 흑 13에 착수를 했다(Fig 2a). 백 12를 두었을 때 흑은 (b)의 1 또는 그 부근에 두는 수가 인간이 4,500년 동안 바둑을 두면서 발전시켜 왔던 정석에서 가르치는 수이다. 그 이유는 (c)에서 백 1이 오는 순간, 우하귀 쪽에 있는 흑 세 점의 운신이 무척 곤란해지며, 동시에 백 집은 좌하귀부터 하변까지 세력권이 크게 형성된다. 흑과 백 중 누가 (b)와 (c)의 1 자리를 먼저 차지하느냐에 따라 하변의 집을 갖게 되고, 돌들의 생사가 달려 있는 중요한 자리이다. 그러므로 알파고의 (a) 13 자리는 지금까지 인간이 발전시켜 온 정합적인 바둑의 상식을 크게 벗어나는 수이다. 그러나 결과적으로 (a) 13은 좋은 수였다[13]. (a)



(a) (b) (c)

[Fig. 2] AlphaGo's black No. 13 of the second game from the match between AlphaGo(black) and Lee Sedol(white)

의 13자리는 프로 기사들이 시도하기 힘든 창의적인 수로서 고정관념을 벗어나 새로운 바둑의 패러다임을 제안하고 있는 것이다[13]. 이세돌의 스승 권갑용 8단은 알파고의 바둑 스타일에 대해 '불가사의'라며 알파고로부터 바둑의 새로운 수를 배워야 한다고 했다[14].

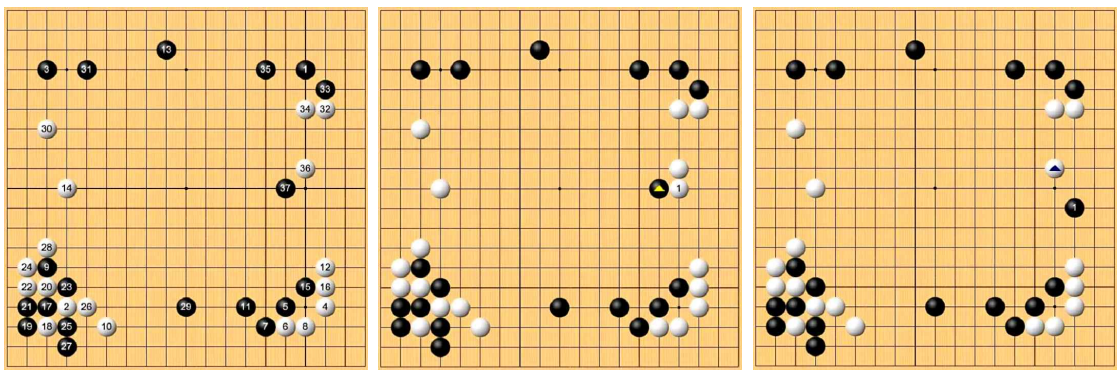
프로 기사들도 생각하지 못하는 창의적인 수를 두는 알파고가 판후이 유럽 챔피언을 이겼던 1년 전의 실력은 프로 2단 정도였다[8]. 그런데 불과 1년 만에 프로 9단을 능가하는 실력으로 향상 되었다. 알파고는 구조화된 규칙을 통해 '지능'을 만들어 내는 것을 넘어 딥러닝을 통해 빅데이터를 활용하여 기계 스스로가 학습하고 발전시킬 수 있게 되었다. 인공지능의 발전은 우리의 상상을 뛰어넘는 빠른 속도이다. 오늘날의 청소년들이 성인이 될 무렵에는 그들의 가장 큰 경쟁자는 인공지능이 될 것이다. 인간 수준의 능력을 갖춘 인공지능 시대에는 현재 존재하는 직업의 47%가 사라질 수 있다고 한다[1]. 학생들에게 미래의 기계와 경쟁에서 이길 수 있는 역량을 키울 수 있는 교육을 준비시켜야 한다. 통찰과 직관, 내적동기와 같은 인간 본성의 능력을 키울 수 있는 교육으로 인공지능을 통제-조정할 수 있으며 새로운 직업까지도 만들어 낼 수 있는 학습자 역량이 필요하다.

알파고가 두었던 [Fig. 3(a)]의 흑 37은 바둑 전문가들이 매우 의심스러워하고 당황했던 수이다. 흑 37을 두는 순간 (b)에서 백 1로 받으면 우변의 커다란 백 집을 형성하도록 흑을 돕는 악수 중의 악수이다. 만약 흑 37의 자리에 (c)의 흑1과 같이 두었다면 우변의 백 집을 없애는 것은 물론 우상변의 백에 대해 은근한 압박을 가할 수도 있어서 정석으로 알려져 있다[13]. 알파고가 두었던 흑 37은 프로 기사들의 예상을 벗어나는 수, 전통적으로 두어서는 안되는 자리임에도 불구하고, 결국에는 이기는 수였다. 알파고가 13, 37과 같은 수들을 두고 이겼다면, 해당 수들이 결국 '잘 두어진' 수들이고, 우리가 상식으로 알고 정석으로 사용했던 방법 이상으로 더 새로운 바둑의 수였던 것이다.

이세돌은 제 4국에서 수퍼컴으로 구성된 인공지능 알파고를 상대로 드라마 같은 극적인 승리를 이끌어 냈다. 3연패의 충격으로 이세돌 9단은 회피하거나 무기력해질 수도 있었는데, 오히려 그는 연패의 스트레스를 알파고에 대한 도전의 열정으로 삼아서 호기심과 집념, 내적동기로 승화했다. 그 결과 알파고는 180수 만에 '알파고 불계패(AlphaGo Resign)'라는 팝업창을 띄우며 패배를 인정했다. 알파고는 'I Resign'이 아니라 'AlphaGo Resign'으로 아직 자아 의식이 없는 알파고가 패배를 인정한 것이다(Fig. 4a). 결정적인 신의 한 수였던 (b)의 백 78에 대해서 이세돌은 '그 장면에서는 다른 수가 없었다. 어쩔 수 없는 한 수로 번뜩 떠 올랐다'고 말했다[14]. 백 78은 정상적으로 수가 나올 수 없는 상황에서 프로 기사들도 생각할 수 없는 수였다. 바둑 해설을 맞았던 이다해 4단도 '이세돌이 극적으로 신의 한 수를 찾아냈다. 기존의 데이터에 없는 창의적이고 기발한 수이기 때문에 알파고가 대응수를 찾지 못했다'라고 말했다[15].

3.2 인공지능 시대의 토포필리아 융합과학 교육

섬 마을의 바닷가와 자연에서 뛰놀던 이세돌의 어린 시절 추억과 고향에서의 행복했던 기억들이 긍정적인 정서로서 리추얼로 작용하여 토포필리아로 형성될 수 있다.



(a) (b) (c)

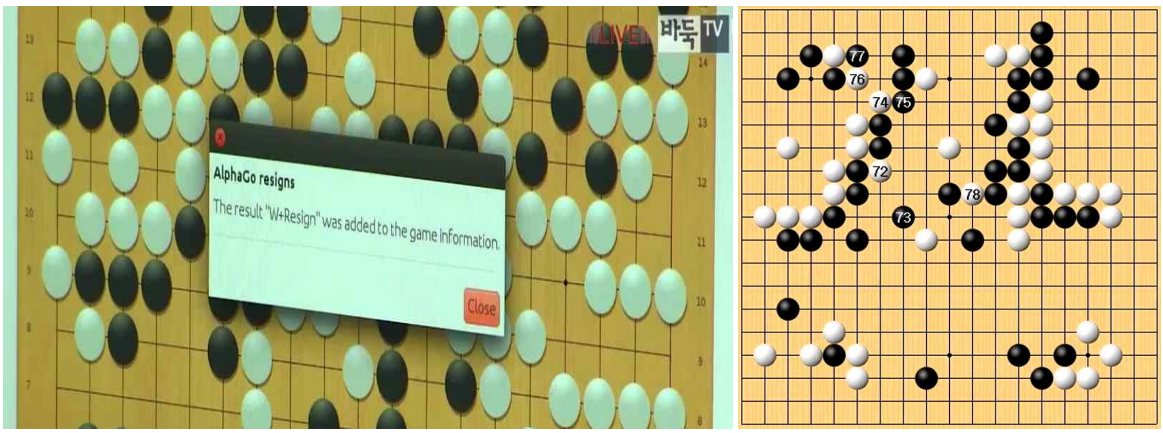
[Fig. 3] AlphaGo's black No. 37 of the second game from the match between AlphaGo(black) and Lee Sedol(white)

어린 시절에 자연에서 경험하는 감성적 체험과 행복한 긍정적 정서의 토포필리아는 인생 전체에 걸쳐 지속적인 내재적 동기로 작용할 수 있다[16].

이세돌은 한국 바둑의 이단아였다. 한국 기원의 운영 체계를 거부해 한국 리그를 떠나기도 했었다. '수가 보이는데 어쩌란 말이예요' '대충 두었는데 이겼네요'라고 말하는 자유분방함이 있었다[17]. 이세돌의 바둑은 기존 질서에 순응하지 않고 자유롭고 창의적이어서 항상 격렬했다. 이세돌의 이러한 바둑 스타일은 어린 시절에 바닷가에서 뛰놀며 얻은 리추얼과 자연에서 얻은 긍정적 정서의 토포필리아가 큰 역할을 했을 것이다. 이세돌은 남해안의 작은 섬 비금도에서 막내로 태어나 해변과 바다, 들판에서 뛰놀며 자연과 함께하는 어린 시절을 보냈다[17]. 어린 아동들은 정신과 마음이 열려 있어서 지식이나 관습 등 공인된 미적 규범에 얽매이지 않기 때문에 자신 만의 감각과 직관이 작동될 수 있다. 어린 시절의 기억 속에 투영된 비금도에서의 추억은 이세돌에게 행복한 낙원의 형태로 강렬한 애착과 그리움을 불러일으키는 토포필리아를 형성한다.

토포필리아는 유년 시절의 어떤 장소와 공간(자연)에서 경험한 아름답고 행복한 추억과 애착이나 그리움의 정서적 유대감으로서 학생들의 학습동기 및 삶의 원동력이 될 수 있다[16]. 12세 소년 이세돌은 고향 비금도를 떠나 서울 생활을 하면서 실어증에 걸릴 정도로 극심한 스트레스를 받았다[18]. 이것을 극복할 수 있었던 것은 이세돌의 토포필리아가 현대의 창업자 정주영과 음악가 드보르작의 사례와 같이 고향을 일찍 떠났을 때 더 강렬한 정서적인 유대 및 결속을 함축하여 더욱 강한 내적동기를 갖게 하는 사례에 해당한다[16]. 고향을 떠나 많은 시련과 연단을 극복하는 과정에서 어린 시절에 비금도에서 뛰놀며 자연 속에서 형성된 토포필리아가 큰 힘이 되었다. 바닷가에서 어린 시절을 보냈던 이세돌의 토포필리아는 인공지능 알파고를 넘어설 수 있는 도전정신과 통찰, 기발한 아이디어를 가능하게 할 수 있었을 것이다. 긍정적 정서의 내적동기를 갖고 있는 사람들이 중립적인 기분과 정서를 갖고 있는 사람들보다 더 협력적이고, 실패를 더 잘 견디어 내며[19], 더 창의적이고 합리적인 의사결정을 한다[20]. 학습과 관련하여 긍정적인 정서는 새로운 경험에 대한 개방성을 증가시키고[21], 장기적으로 학습역량과 지적 자원을 형성하여 창의력과 사고 패턴 및 뇌의 발달을 촉진하며 문제해결 능력, 창조적인 정보처리 능력을 보인다[20][22].

이세돌은 알파고에게 3연패를 당하고 나서도 끝까지 포기하지 않고 오히려 재미있다고 하면서 알파고의 단점을 집중 분석하여 제 4국에서 승리할 수 있었다. 챌린지 매치에서 인공지능 알파고로부터 형식을 깨트리는 혁신적인 아이디어와 바둑의 새로운 패러다임을 찾을 수 있었다면 이세돌에게서는 끝까지 포기하지 않은 불굴의 도전정신과 새로운 세계에 대한 개척 정신을 배울 수 있었다. 인간이 인공지능에 의존하는 시대가 오면 인간의 가치 지향적인 활동들이 더욱 피폐해지고, 인간의 존엄성은 점차 잃어갈 것이다. 그래서 인간의 가치와 존엄성, 자



(a) (b)

[Fig. 4] AlphaGo Resigns. The result 'W+Resign' was added to the game information(a). In the fourth match, Lee Sedol defeated AlphaGo via the 'divine move and Great idea, No. 78(white stone)' that even AlphaGo could not have imagined. Picture source: Baduk TV.

연으로부터 배우는 인간 본성의 토포필리아를 함양하는 교육은 인공지능 기계를 다루고 통제할 수 있는 새로운 미래 교육의 방향이 될 수 있다. 1차 산업혁명으로 많은 노동자들이 직업을 잃을 것을 불안해 하면서 기계와 공장을 부수는 러다이트 운동이 있었다. 그러나 산업화의 흐름을 막을 수 없었고, 오히려 인간은 육체적 노동으로부터 벗어나 지적인 산업에서 새로운 일자리를 만들어 내며 더 풍요로운 사회를 이루었다. 새로운 인공지능 시대가 시작되면서 인간의 지적 노동이 자동화되고, 인공지능은 딥러닝 기술을 통해 스스로 업그레이드하면서 인간의 지적 능력을 더 많은 영역에서 초월하게 될 것이다. 인공지능을 조정하고 통제할 수 있는 인간의 고유한 역량은 이세돌이 알파고를 이길 수 있었던 것처럼 인공지능과 빅데이터를 넘어서는 자유롭고 유연한 창의성, 대응수를 찾지 못하게 하는 기발한 아이디어와 도전정신이다. 이것은 인공지능이 가질 수 없는 인간의 마음으로 할 수 있는 분야이다. 인간의 마음은 통찰과 직관, 희로애락, 집념, 도전 정신과 같은 감성을 갖는데, 이 감성은 마음을 다채로운 색으로 채색하여 풍부하게 만든다. 즉 인간의 본성과 감성을 키우는 자연에서의 토포필리아 함양 교육이 21세기 새로운 산업혁명인 인공지능 시대를 준비하는 학습자 역량 교육이다.

4. 결론 및 제언

인간 최고의 지적 게임인 바둑의 챌린지 매치에서 딥러닝 학습방법을 갖춘 바둑 알고리즘 알파고가 세계 프로 바둑 최고수 이세돌을 4:1로 이겼다. 본 연구는 챌린지 매치의 바둑 분석과 문헌 연구를 통해 다음과 같은 결론을 도출했다.

첫째, 바둑에서 이루어지는 경우의 수는 우주의 모든 원자수 보다도 더 많아서 슈퍼 컴퓨터 조차도 짧은 시간에 모든 수읽기를 계산 한다는 것은 불가능하다. 그러나 알파고는 MCTS 기법과 인공신경망 딥러닝 기술의 강화학습으로 수읽기 계산 능력을 이루어 내어 바둑 최고수를 능가하게 되었다. 인공지능이 인간의 지적 능력을 초월하게 되는 특이점 이후의 인류 미래는 더욱 예측하기 힘들어 진다. 인공지능 시대에는 인간이 인공지능으로부터 배워야 하고, 또 인공지능을 넘어서기 위해 끊임없는 노력과 인공지능이 생각할 수 없는 직관과 통찰, 새로운 아이디어를 만들어 내야만 생존할 수 있을 것이다. 이세돌은 1,202개 CPU와 176개 GPU를 갖춘 슈퍼 컴퓨터의 바둑 알고리즘 알파고를 상대로 3연패 끝에 1승을 이루었다. 알파고는 인간 바둑의 정석과 상식을 뛰어 넘는 새로운 바둑의 패러다임을 만들어 내면서 바둑 최고수 이세돌을 상대로 연승을 이루어 냈는데, 이세돌은 이에 포기하지 않고 오히려 재미 있다고 하면서 새로운 도전과 알파고를 뛰어 넘는 직관과 통찰로 1승을 이룰 수 있었다.

둘째, 미래 인공지능의 사이버 나우 시대에는 장소성이 약화된 문화적 조건 속에서 장소 감각이나 공간 정서가 점차 적어지면서 인간의 존엄과 자아 개념을 잃어갈 것이다. 그래서 학교에서는 사이버 공간에서 신유목민적 삶을 살아가는 청소년들에게 전형화된 고향이나 장소, 자연에서의 체험할 수 있는 기회를 더욱 제공하여 토포필리아 융합과학교육으로 인공지능 시대를 대비해야 한다. 자연에서 뛰놀고 친구들과 소꿉놀이를 하면서 인간의 본성을 찾아가고 나의 존재를 인식하는 과정에서 직관과 통찰, 다채로운 감성을 배울 수 있다. 즉, 미래 사회를 준비하는 청소년들에게 어떤 장소나 자연의 구체물이 기억 속에 주된 초점으로 떠오르고 긍정적 정서로 남을 수 있는 토포필리아 함양을 교육해야 한다. 어린 아동들은 정신과 마음이 열려 있어서 다른 사람에게 주의를 기울이지 않고 공인된 미적 규범에 관심이 없기 때문에 자연에서의 활동은 매력적인 자신 만의 감각과 직관, 통찰을 배울 수 있는 좋은 방법이다.

셋째, 청소년기의 자연에 대한 미학적인 쾌감과 감성적인 체험은 격렬하지만 순간적이어서 과학 학습과 이해감 증진 교육을 통해 오랫동안 지속되며 긍정적인 정서로 자리 잡을 수 있게 된다. 특히 학생 시절에 갖는 자유시간, 자신만의 여가시간을 갖을 때 비로소 자신의 잠재력을 깨달을 수 있다. 인간은 논리적이고 이성적인 사고의 과정에서 자연으로부터 배운 인간의 본성과 직관의 도움을 받아 빠른 속도로 올바른 판단을 할 수 있는 의사결정의 지름길을 갖고 있다. 이러한 인지적 지름길, 휴러스틱은 무의식적인 통찰과 어림짐작에 의해 그 능력을 키울 수 있다[24]. 인간 본성의 역량과 다채로운 감성의 휴러스틱 교육을 이루기 위해서는 자연에서의 감성적 체험과 토포필리아 함양, 여유 교육이 필요하다. 즉 '학교, school'은 여가를 뜻하는 그리스어 'scholea'에서 나온 것처럼 자유롭게 생각할 수 있는 여유의 시간을 가장 잘 활용 할 수 있도록 돕는 것이 학교의 나아갈 길이다. 학생들에게 마른 풀 위에서 한가하게 누워 파란 하늘과 흘러

가는 구름을 바라보며 시간과 공간, 생각의 여유를 갖고 여러 냄새와 대지의 따스함, 견고하면서도 부드러운 자연의 윤곽선, 자갈과 바위 위에 흐르는 물소리, 해변의 파도소리 등이 감성적으로 융합되어 있는 자연에서의 감성적 체험 학습의 장을 제공해 주어야 한다. 이러한 환경은 듣기 좋은 음조와 미학의 공식적 규칙에는 부합되지 않지만, 세월이 지나 어른이 되었을 때 아득한 추억과 긍정적인 정서, 다채로운 감성의 리추얼로 자리 잡게 되어 삶의 내적동기로서 토포필리아를 형성하게 된다.

인공지능 시대를 대비하여 둥지가 있는 새가 더 멀리 날 수 있는 것처럼 자연에서 인간 본성의 감각과 직관, 통찰의 긍정적 정서를 배울 수 있도록 청소년기에 토포필리아 함양 교육을 강조해야 한다. 토포필리아를 기를 수 있는 융합교육의 실천적 사례로서 지역의 자연과 장소, 구체물을 교육자원 또는 과학학습장으로 하여 교수-학습 프로그램[25-26]을 개발할 것을 제언한다. 그 지역의 자연과 구체물을 활용한 토포필리아 과학 교육을 통해 창의와 인성을 키우는 과학 수업으로 미래 인공지능 시대를 이끌어갈 학습자 역량을 강화해야 한다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구에서 2016 챌린지 매치에 대한 대국을 분석해 주고, 논의해 준 김하영(서울대 로스쿨)께 감사드린다.

REFERENCES

[1] Y.S. Park, J. Glenn, T. Godden, UN Millennium Project: State of The Future 2045. Seoul: Kyobobook, 2015.

[2] http://www.baduk.or.kr

[3] https://deepmind.com/alpha-go.html

[4] S.W. Kim, S.W. Ahn, H.S, Choo, “AlphaGo’s Artificial Intelligence”. SPRi Issue Report(2016-001), 2016.

[5] D.S. Kim, Brain Science Adventures in Wonderland. Seoul: Moonhakdongnae, 2015.

[6] J. Gribbin, In Search of the Big Bang: Quantum Physics and Cosmology. NY: Bantam Books, 1986.

[7] H.S. Choo, S.W. Ahn, S.W. Kim, “Analysis of AlphaGo’s AI algorithm”. SPRi Issue Report (2016-002), 2016.

[8] D. Silver, A. Huang, C.J. Maddison, A. Guez, L. Sifre, G. Driessche, J. Schrittwieser, I. Antonoglou, V. Panneershelvam, M. Lanctot, S. Dieleman, D. Grewe, J. Nham, N. Kalchbrenner, I. Sutskever, T. Lillicrap, M. Leach, K. Kavukcuoglu, T. Graepel1, D. Hassabis, “Mastering the Game of Go with Deep Neural Networks and Tree Search”. Nature, Vol.529, pp.484 - 489, 2016.

[9] J. Schmidhuber, “Deep Learning in Neural Networks: An Overview”. Neural Networks, Vol.61, pp.85-117, 2015.

[10] Y.F. Tuan, Space and Place: The Perspective of Experience. Minnesota: University of Minnesota Press, 1977.

[11] Y.F. Tuan, “Topophilia, or Sudden Encounter with the Landscape”. Landscape, Vol.11, pp.29-32, 1961.

[12] M.B. Yoon, H.S. Kim, J.H. Lee, “The Development of STEAM Educational Program Based on Topophilia Using Jeonbuk Educational Resources”. Journal of Science Education. (2014) Vol.38, No.1, pp.41-56.

[13] http://www.ohmynews.com/NWS_Web/View/at_pg. aspx?CNTN_CD=A0002189141

[14] http://news.joins.com/article/19717328

[15] http://isplus.live.joins.com/news/article/article.asp?total_id=19717325&ctg=1601&tm=i_lf_7011

[16] M.B. Yoon, “The Case Study of Topophilia's Role as a Motivator to Learn and an Analysis of Educational Resources”. The Journal of the Korea Contents Association, Vol.14, No.4, pp.467-479, 2014.

[17] http://news.joins.com/article/19723236

[18] http://news.chosun.com/site/data/html_dir/2016/03/12/2016031201512.html

[19] A.M. Isen, Success, Failure, Attention, and Reaction to Others: The Warm Glow of Success, Journal of Personality and Social Psychology. (1970) Vol.15, pp.294-310.

[20] A.M. Isen, K.A. Daubman, G.P. Nowicki, “Positive Affect Facilitates Creative Problem Solving”.

Journal of Personality and Social Psychology, Vol.52, pp.1122-1131, 1987.

[21] B.E. Kahn, A.M. Isen, “The Influence of Positive Affect on Variety-Seeking Among Safe, Enjoyable Products”. Journal of Consumer Research, Vol.20, pp.257-270, 1993.

[22] B. Weiner, An Attributional Theory of Achievement Motivation and Emotion, Psychological Review. (1985) Vol.92, pp.548-573.

[23] M. Csikszentmihalyi, Finding Flow: the Psychology of Engagement with Everyday Life. NY: Basic Books, 1998.

[24] A. Tversky, D. Kahneman, “Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases”. Science, Vol.185, No.4157, pp.1124-1131, 1971.

[25] M.B. Yoon, “Action Research on Applying the STEAM Program Based on Mt. Mai's Ice Spikes and Science Learning Area to Foster Topophilia”. Information, Vol.19, No.4, pp.1115-1120, 2016.

[26] M.B. Yoon, H.S. Kim, “Development of the STEAM Educational Program Based on Mt. Mai Science Learning Area and Ice Spikes to Foster Topophilia”. Information, Vol.19, No.4, pp.1109-1114, 2016.

저자소개

윤 마 병(Ma-Byong Yoon) [정회원]

- 2010년 2월 : 공주대학교대학원 지구과학교육과 과학교육학 박사
- 2011년 3월~현재 : 전주대학교 과학교육과 교수

<관심분야> : 과학교육학, 융합교육, 교육학

이 종 학(Jong-Hak Lee) [정회원]

- 2011년 2월 : 한국교원대학교대학원 수학교육과 교육학 박사
- 2012년 3월~현재 : 대구교육대학교 수학교육과 교수

<관심분야> : 수학교육학, 융합교육, 교육학

백 제 은(Je-Eun Baek) [정회원]

- 2013년 2월 : 원광대학교 대학원 교육학과 교육학 박사
- 2013년 3월~현재 : 익산궁동초등학교 교사

<관심분야> : 융합교육, 교육학, 로봇교육