

게임 인공지능 연구동향

Research Trends in Game AI

조병현 (B.H. Cho)

HD게임연구팀 연구원

박창준 (C.J. Park)

HD게임연구팀 팀장

목 차

- I. 서론
- II. 주요 게임 인공지능 알고리즘
- III. 해외 우수 게임 인공지능 기술
- IV. 결론

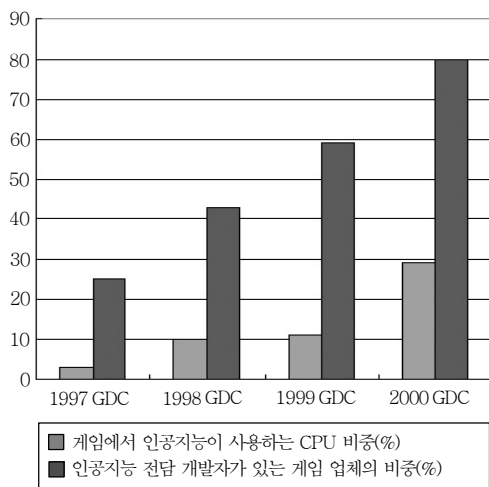
* 본 논문은 지식경제부의 IT성장동력기술개발사업인 "멀티코어 CPU 및 MPU 기반 크로스플랫폼 게임 기술 개발" 과제의 지원으로 작성되었음[2006-S-044]

예전에는 게임성에 관해 얘기할 때 그래픽 수준을 언급하는 경우가 많았다. 그러나, 최근 들어서는 하드웨어와 그래픽 기술의 발달로 그래픽 수준으로 게임의 품질을 높이는 데에는 어느 정도의 한계에 도달했다는 것이 많은 전문가들의 판단이다. 이러한 상황을 극복하기 위해 국내외 게임 업체들은 다른 게임과의 차별성을 게임 인공지능에서 찾는 경우가 많아졌다. 게임에 인공지능을 적용하는 엔진 및 저작도구로서 인공지능 미들웨어 제품들이 등장하고 있고, 높은 수준의 인공지능 기술을 적용하여 시장에서 성공을 거둔 게임들이 속속 나타나고 있다. 본 고에서는 주요 게임 인공지능 알고리즘, 해외에서 출시된 인공지능 미들웨어의 현황과 게임들에 적용된 우수한 인공지능 기술에 대해서 알아본다.

I. 서론

멀티미디어 산업의 핵심 기술로 주목 받고 있는 컴퓨터 게임은 영상, 그래픽, 애니메이션, 사운드, 통신 등의 기술 발전과 맥을 같이 하고 있다. 컴퓨터 게임은 사람들이 즐기는 오락적인 요소들을 지닌 규칙이나 행위를 컴퓨터에 도입한 것으로 인간과 상호 작용하고, 실시간으로 반응하여 인간에게 즐거움을 주는 도구로 자리 잡아가고 있다. 최근에는 게임을 단지 오락적 측면이 아니라 개발에 필요한 기술들을 학문적으로 정착시키려는 연구가 활발히 진행중이다.

초기의 컴퓨터 게임은 그래픽, 사운드 등 모든 면에서 제약이 있어서 인공지능에 대해서는 게임을 개발하는 프로그래머의 상식 수준에 의존하는 게임이 개발되었다. 게임에 있어 인공지능이 중요한 역할을 하기 시작한 것은 1990년대 후반부터이다. 그래픽이나 사운드의 기능이 일정 수준에 도달하자 게이머들은 보다 자연스럽고 재미있는 게임을 요구하였으며, 인공지능이 이의 돌파구가 되고 있다. (그림 1)은 게임에서 차지하는 인공 지능의 비중의 추이를 나타낸다. 1997년의 경우 게임에 있어 인공지능에 사용되는 CPU의 비율은 5% 이하였으나 2000년의 경우 약 30%의 CPU가 인공지능 처리에 사용되고 있다. 또한 1997년의 경우 인공지능 담당 프로그래머가 있는 게임 프로젝트는 25%에 불과하였으나



(그림 1) 게임에서의 인공지능 비중 추이

2000년의 경우 80%의 게임 프로젝트에서 인공지능을 담당하는 전담 프로그래머가 포함되어 있다는 결과를 보인다.

최근 들어 멀티플레이 게임이 활성화되면서 인공지능은 더 이상 중요하지 않게 되었다고 생각하는 사람들이 있다. 왜냐하면 이제 더 이상 지능이 낮은 컴퓨터를 상대할 필요 없이 멀티플레이를 통해 직접 사람과 겨룰 수 있기 때문이다. 하지만 시간이 지나면서 오히려 멀티플레이 게임때문에 그 어느 때 보다도 인공지능이 더 중요한 요소로 인식되고 있다. 요즘 등장하는 멀티플레이 게임들의 경향을 살펴보면 점차 팀으로 플레이해야 하는 게임들이 늘어나고 있다. 게이머들이 이제는 단순한 퀘이크류의 데드매치식 플레이에 식상한데다 다양한 역할을 나누어서 플레이해야 하는 팀플레이에 재미를 느끼기 시작했기 때문이다. 대표적으로 카운터스트라이크, 프리스타일 등을 그 예로 들 수 있다. 그리고 일대일 보다는 다대다로 플레이하는 것이 재미있다 보니 skirmish 모드처럼 컴퓨터의 인공지능과 사람이 섞여서 플레이하는 경우도 있다. 이런 상황에서 팀플레이를 할 수 있는 사람이 항상 준비되는 것은 아니므로 사람의 빈자리를 대신할 똑똑한 인공지능이 그 어느 때보다도 필요한 실정이다.

그리고, 울티마 온라인, 에버퀘스트 같은 대용량 온라인 게임들이 활성화되면서 이들 게임에 등장하는 NPC들의 지능을 높일 필요성이 더욱 높아지고 있다. 접속하는 게이머들을 붙잡아 두려면 다른 게이머들만으로는 부족한 것이다. 게이머들이 항상 접속해 있을 수 없으므로, 온라인상의 가상세계 안에 항상 존재하면서 게이머들과 상호작용을 해주는 NPC들이 있는 것이다. 이렇게 해야 수시로 접속한 게이머들이 심심해하지 않고 계속 가상세계에 빠져 들 수 있다.

이처럼 네트워크 게임의 등장과 더불어 더 이상 지능이 낮은 컴퓨터 인공지능과 플레이 할 필요가 없어질 것으로 생각했지만, 네트워크 게임들이 점점 발전하면서 오히려 똑똑한 인공지능의 필요성은 더욱 커지고 있다.

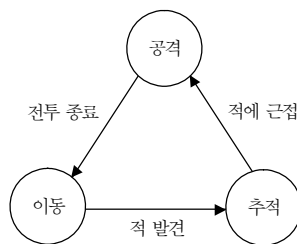
II. 주요 게임 인공지능 알고리즘

게임에서 인공지능의 역할은 여러 가지가 있다. 그 중 가장 중요한 것은 게이머의 상대방 역할을 수행하는 것이다. 그래서 게임 개발자들은 인공지능 기법을 이용하여 등장 캐릭터의 지능적인 행동을 구현한다. 게이머는 게임에서 상대방이 서툰 행동을 하는 것을 원하지 않는다. 비록 그러한 경우를 이용해서 게임에 이겼다고 해도 그 즐거움이 크지 않기 때문이다. 따라서 게임의 상대방은 지능적인 행동을 하게 만들어야 한다. 예를 들어 대전 액션 게임에서 게이머가 조종하는 캐릭터가 멀리 있는데 상대방 캐릭터가 다가오지 않고 엉뚱한 행동만 하고 있다면 게이머는 의아하게 생각할 것이다.

게임에서 사용되는 인공지능 기법은 FSM, FuSM 과 같은 전통적인 기법에서부터 인공지능, 신경망 등에 이르기까지 다양한 기법이 있다. 본 절에서는 이러한 인공지능 기법들을 FSM과 FuSM, 인공지능, 신경망, 유전자 알고리즘의 네 부류로 나누어 설명한다.

1. FSM과 FuSM

FSM은 상태들 간의 전이에 의해 통제되는 그래프 내에 유한 개의 상태들이 연결되어 있는 규칙 기반 시스템으로서, 현재 가장 널리 사용되는 인공지능 기법이다[1]. FSM은 단순히 if-else나 switch-case 문장만으로 구현할 수 있기 때문에 이해하기 쉽고 프로그램으로 구현하기 쉬워 널리 사용된다. (그림 2)는 FSM을 이용하여 게임을 구현하는 간단한 예를 보여준다. 그림에서 표시한 바와 같이 캐릭



(그림 2) FSM의 예제

터의 상태를 여러 가지로 나누고, 환경의 변화에 따라 상태가 변화하게 된다.

2. 인공지능

인공지능이란 생명체가 나타내는 현상을 컴퓨터, 로봇 등과 같은 인공 매체 상에 재현함으로써 생명의 일반적인 특성에 대해서 연구하는 학문으로서, 1987년 9월, 로스앨러모스(Los Alamos)에서 처음 열린 인공지능 워크숍을 기점으로 시작된 새로운 연구 분야이다[2]. 생물학이 생물 현상에 대해 분석적인 방법으로 접근하였다면, 인공지능은 종합적인 방법으로 접근한다.

게임 개발자들은 인공지능 기법을 게임에 적용하려고 오래 전부터 시도를 해왔다. 그러나 인공지능의 예측하지 못하는 특성으로 인한 어려움을 보고해왔고, 제한적으로 사용되어 왔다[3]. 최근 들어 다시 인공지능을 게임에 적용하려는 시도가 있다. 그 이유로는 인공지능의 기본적인 특성인 적응성, 창작성 등을 게임에 적용하게 되면, 복잡한 환경이나 사용자의 조작에 적응하거나 전혀 예상치 못한 창의적인 행동으로 인하여 게임의 흥미와 재미를 높일 수 있기 때문이다. 지금까지 연구의 초점은 주로 캐릭터들이 집단으로 군집을 형성하는 게임에서 전체적인 전략을 결정하는 것에 중점을 둔 연구로서 아직 기초적인 단계에 머물고 있었다[4]. 그러나, 최근 들어 The Sims 시리즈에 인공지능 기술이 적용되면서 이에 대한 관심이 증대되고 있다.

3. 신경망

신경망은 인간의 신경 체계를 모사한 것으로서 수많은 간단한 구성요소들이 연결된 구조를 가지고, 입력되는 데이터의 패턴 인식에 기반하여 출력을 산출한다[5],[6]. 신경망이 게임에 적용되었을 때의 가장 큰 장점으로는, 신경망은 학습 능력을 가지고 있기 때문에 게임을 진행하면서 계속해서 지능이 향상될 수 있다는 점이다. 그래서 지금까지 신경망을 게임에 적용하려는 연구가 많이 진행되고 있는

데, 대부분이 오목, Tic-Tac-Toe 등 보드 게임이 주를 이룬다[7]. 보드 게임의 특징은 보드 상에서 움직이는 말들의 전체적인 상황을 인지하여 개개 말들의 움직임을 결정하는 것이다.

4. 유전자 알고리즘

유전자 알고리즘은 자연 생태계의 진화이론을 이용한 탐색과정이라 할 수 있다. 유전자 알고리즘은 인위적인 선택을 통해 다양한 형태의 개체를 생성할 수 있으며, 가장 좋은 개체를 다음 세대에 전달함으로써 진화 능력과 학습 능력이 있다. 유전자 알고리즘의 특징으로는 탐색공간이 매우 큰 경우에 사용할 수 있으며, 주어진 문제가 정확히 수식으로 정의하기 어려운 경우도 적용할 수가 있고, 반드시 최적해를 요구하지 않는 경우에 적합하다[8],[9]. 최근 들어 게임에 유전자 알고리즘을 적용하려는 연구가 시도되었다[10],[11]. 이 연구에서는 염색체가 캐릭터의 상태에 따라 지능 캐릭터가 어떤 행동을 할 것인지에 대한 정보를 포함하고 있다. 따라서 게임이 달라지거나 캐릭터의 구현 방식이 달라지면 처음부터 새로 작성해야 하는 문제점이 있다.

Ⅲ. 해외 우수 게임 인공지능 기술

1. 인공지능 미들웨어

해외에서 출시된 게임 인공지능을 위한 미들웨어로는 AI.Implant, DirectIA, RenderwareAI, Sim-bionic 등을 들 수 있다. AI.Implant는 Biographic Technologies에서 개발한 인공지능형 애니메이션 제어 엔진으로서, 3D Studio Max와 Maya에서 플러그인 형태로 손쉽게 사용할 수 있다. DirectIA는 MASA 그룹에서 만든 툴킷으로 인공지능 에이전트

● 용어해설 ●

미들웨어: 두 개 이상의 시스템 혹은 프로그램 사이에서 둘 사이를 중재하는 프로그래밍 서비스

〈표 1〉 주요 인공지능 미들웨어의 특징

미들웨어	주요 기술 및 문제점
AI.Implant (Biographic Technologies)	- 자동 경로 생성 - 길 찾기 - 애니메이션 제어
DirectIA (MASA)	- 엔진 코드 중 일부만 공개 - 에이전트 행동 편집 불가 - 향상된 결정 그래프 알고리즘 - English-like script 지원 - 길 찾기
RenderwareAI (Kynogon)	- 엔진 코드 미공개 - 내장된 행동 템플릿 미흡 - 신경망 - 자동 경로 생성 - XML
SimBionic (Shottler Henke Associates)	- Renderware 개발 환경에 최적화 - 에이전트 행동 편집 불가 - 향상된 FSM 알고리즘 - 행동 편집 기술 - 에이전트간 통신 - 내장된 행동 템플릿 미흡 - 스크립트 지원 미흡

에 FSM을 적용할 수 있다. 프랑스의 Kynogon이 개발한 RenderwareAI는 게임 캐릭터의 동작을 GUI 형식으로 설계하고 구현되는 데 사용할 수 있다. 마지막으로 Shottler Henke Associates가 개발한 SimBionic은 캐릭터의 정의, 행동 제어, 동작 지정 등을 수행할 수 있다. 이들 인공지능 미들웨어의 상세한 특징은 <표 1>과 같다.

위에서 설명한 바와 같이, 여러 인공지능 미들웨어가 출시되었지만, 게임이라는 특성상 게임의 내용에 따라 인공지능 기술을 적용하는 방식 및 구현 방법이 다를 수 밖에 없고, 게임 업계의 다양한 요구사항을 모두 만족시키는 제품은 나타나지 않고 있다.

2. 우수 게임 인공지능 기술

최근 들어 인공지능이 게임의 중심적인 역할을 담당하는 게임이 속속 등장하였고, 이 게임들이 게이머에게서 좋은 평가를 얻어 상업적으로 큰 성공을 거두고 있다. 이 장에서는 최근 국내외에서 출시된 게임 중 인공지능이 주요 이슈가 된 4가지 게임에 대해서 설명한다.

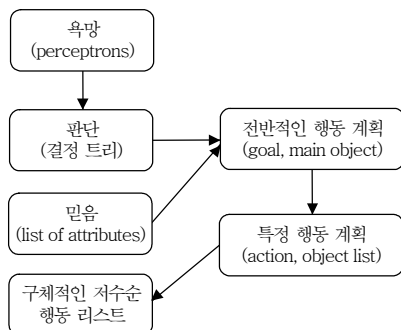
가. Black & White 시리즈

독특한 게임성으로 전세계적으로 많은 매니아들이 형성되어 있는 Black & White 시리즈는 플레이어가 직접 신의 입장에 서서 자신의 분신인 (그림 3) 과 같은 크리처(creature)를 이용해 세상을 다스리는 학습형 인공지능을 도입한 게임이다.

크리처는 자신의 욕구와 상태에 따라 게이머의 행동에 대한 반응을 다이내믹하게 나타낸다. 더 흥미로운 점은 게이머가 크리처를 가르칠 수 있다는 것이다. 어떤 행동을 크리처에게 반복해서 보여줬을 경우 그 행동을 똑같이 따라하고 칭찬과 벌을 병행함으로써 선과 악, 양방향으로 교육이 가능하다. (그림 4)의 아키텍처를 살펴보면 크리처의 욕망과 의견, 믿음 등이 행동을 결정하는 데 영향을 준다. 특히 판단(opinions)에 해당하는 부분을 결정 트리



(그림 3) Black & White 2의 크리처



(그림 4) Black & White에 적용된 믿음-의지-욕망 아키텍처

(decision tree)를 이용해 교육의 효과를 구현했다. 블랙 앤 화이트에서는 dynamically building decision tree라는 방식을 이용했는데 일반적인 결정 트리 방식을 응용해 좀더 다이내믹한 형태로 수정했다.

나. The Sims 시리즈

EA사의 심시티 시리즈로 유명한 심즈(The Sims)는 윌라이트(Will Write)가 개발한 것으로 (그림 5)의 결혼식과 같은 일상적인 실생활을 게임으로 옮겨 놓았으며, 각 캐릭터의 욕구가 있어서 그것들을 잘 충족시켜줘야 순조롭게 플레이 할 수 있다. 심즈에서는 이와 같은 인공지능을 인공생명체와 퍼지를 이용하여 구현하였다.

특히, 인공생명 기술을 이용하여 (그림 6)처럼 여러 캐릭터들을 결합하여 새로운 캐릭터를 창조할 수 있다. 이것은 각 캐릭터들에 고유의 유전자를 부여함으로써 가능해졌다.



(그림 5) Sims2



(그림 6) Sims2에서의 새로운 캐릭터 생성

다. Assassin's Creed

어쌔신 크리드는 ‘페르시아왕자: 시간의 모래’, ‘레인보우식스: 베가스’ 등을 개발한 UBI 소프트웨어 몬트리올 스튜디오에서 차세대 시장을 목표로 준비한 게임으로, 15세기 십자군 전쟁을 무대로, 게이머가 한 명의 어쌔신이 되어 맡은 임무를 달성해 나가는 액션 어드벤처 게임이다. 이 게임에서는 그 동안의 게임에서는 보여주지 못했던 자연스러운 행동을 해결하려 했다. 예를 들어, (그림 7)에서 보여주는 바와 같이 거리에서 돌아다니는 NPC가 어쌔신과 부딪히면, NPC가 사람과 비슷하게 밀리고, 그 상황에 적절한 행동을 하게 된다. 또한 건물 사이의 오브젝트를 뛰어넘거나 더 높은 건물로 올라갈 때 손이 닿을 수 있다고 생각이 드는 공간은 대부분 손으로 움켜잡고 발판으로 사용할 수 있게 설계되어 있다. 이와 같은 부분은 보다 실제와 같은 행동을 보여줘야 하는 게임 인공지능 분야가 나아가야 할 또 다른 방향을 보여주었다는 데에 의미가 있다.



(그림 7) Assassin's Creed

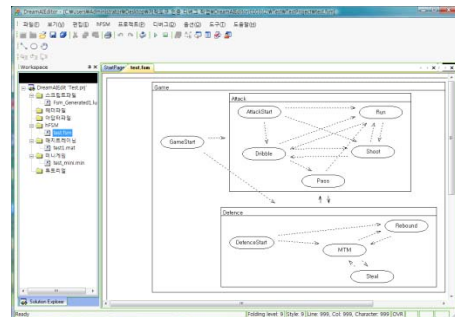
라. 프리스타일

프리스트아일은 (그림 8)과 같이 최대 3대3 플레이가 가능한 캐주얼 온라인 농구 게임으로서, 전 세계적으로 서비스되고 있다.

과거 프리스타일에는 인공지능이 포함되어 있지 않아서 혼자서 연습할 수 있는 방법이 없어서 초보자들의 진입장벽이 높은 문제가 있었다. 이러한 문제를 해결하기 위하여, 게임 내에 매치트레이닝이라는 코너를 확률기반행동결정 시스템을 이용하여 구



(그림 8) 프리스타일



(그림 9) ETRI의 게임 인공지능 저작도구

현했다. 이 코너에서는 1대1에서 3대3까지의 대결을 지원하고, 하나의 캐릭터만 게이머가 조종하고, 나머지 캐릭터들은 시스템에 의해 동작한다. 확률기반행동결정 시스템은 ETRI의 게임 인공지능 엔진 및 저작도구에서 지원하는 인공지능 알고리즘으로, 게임 내 캐릭터가 할 수 있는 행동들을 상태에 따른 확률로 제어하며, (그림 9)의 저작도구를 통해 쉽게 변경할 수 있다.

IV. 결론

최근 들어 게임에서 인공지능의 중요성이 부각되고 있다. 이에 따라, 해외에서는 인공지능 미들웨어를 개발하여 게임에 적용하고 있고, 국내의 게임 업체는 앞다투어 인공지능을 통한 게임성 향상에 골몰하고 있다. 주요 인공지능 미들웨어는 게임에서 주로 사용되는 기능들 위주로 쉽게 사용할 수 있는 환경을 제공하는 데 주력하고 있다. 그러나, 게임의 특

성상 게임의 장르와 내용에 따라 인공지능의 역할과 기능, 구현 방법이 달라져야 하는 상황에서 게임 업체의 요구사항을 모두 만족할 만한 제품은 부족한 실정이다. 그리고 해외에서는 일찍이 게임에서 인공지능의 중요성을 인식하고 연구 및 개발을 추진해 온 것에 반해, 국내 업체는 개발 여건 및 기술력 부족 등의 문제로 인공지능 분야에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 하루 빨리 국내 게임 업계도 게임 인공지능 분야에 대한 연구를 확대하여 향후 급격한 시장 확대가 예상되는 디지털콘텐츠 시장에서 선진국과의 경쟁을 준비해야 할 시점이다.

● 용어해설 ●

결정 트리(Decision Tree): 흥미 있는 아이টে를 분류하거나 평가하기 위한 절차를 그래픽으로 표현한 것

약어 정리

AI	Artificial Intelligence
FSM	Finite State Machine
FuSM	Fuzzy Finite State Machine

참고 문헌

[1] 이만재, "게임에서의 인공지능 기술," 한국정보처리학회지, Vol.9, No.3, May 2002, pp.69-76.

[2] C. Langton, "Studying Artificial Life with Cellular Automata," *Physica D*, Vol.22, 1986, pp.120-149.

[3] C. Daniel Johnson and Janet Wiles, "Computer Games with Intelligence," *IEEE Int'l Fuzzy Systems Conf.*, 2001.

[4] 조남덕, 성백균, 김기태, "인공생명 시뮬레이션을 통한 게임 캐릭터의 전략 구현," 정보과학회 2000년 춘계학술대회, Vol.27, No.1, Apr. 2000, pp.241-243.

[5] Chin-Teng Lin and C.S. George Lee, *Neural Fuzzy Systems*, Prentice Hall, 1996.

[6] Richard P. Lippman, "An Introduction to Computing with Neural Nets," *IEEE ASSP Magazine*, Apr. 1987, pp.4-22.

[7] David B. Fogel, "Using Evolutionary Programming to Create Neural Networks That are Capable of Playing Tic-Tac-Toe," *Int'l Joint Conf. Neural Networks*, New York, 1993, pp.875-880.

[8] T.N. Bui and B.R. Moon, "On Multi-dimensional Encoding/Crossover," *Int'l Conf. on Genetic Algorithms*, 1995, pp.49-56.

[9] C. Anderson, K. Jones, and J. Ryan, "A Two-Dimensional Genetic Algorithm for the Ising Problem," *Complex system*, Vol.5, 1991, pp.327-333.

[10] 이면섭, 조병현, 정성훈, 성영락, 오하령, "유전자 알고리즘을 이용한 대전형 액션게임의 지능캐릭터," 정보처리학회 논문지, 제12-B권 제3호, 2005, pp.329-336.

[11] 이면섭, 조병현, 정성훈, 성영락, 오하령, "대전 액션게임에서의 유전자 알고리즘을 이용한 지능 캐릭터의 성능평가," 전자공학회 논문지, 제41권 TE편 제4호, 2004, pp.119-128.