

동물의 세력 투쟁 행동을 이용한 게임 인공지능 구현

이면재
백석대학교 정보통신학부

Implementation of NPC Artificial Intelligence Using Agonistic Behavior of Animals

MyounJae Lee

Division of Information & Communication, BaekSeok University

요 약 게임에서 인공지능은 주로 NPC(Non Player Character)와 적의 행동 패턴을 결정하거나 길 찾기에 사용된다. 이러한 인공지능을 구현하는 경우에 FSM(Finite State Machine)과 플로킹(Flocking) 방법이 사용된다. FSM 방법에서는 상태 개수에 따라 NPC의 행동 개수에도 제한을 받는다. 상태 개수가 너무 적은 경우 플레이어들이 쉽게 NPC의 행동 패턴을 알 수 있으며 너무 많은 경우에는 구현이 복잡하게 된다. Flocking 방법에서는 리더의 결정에 따라 NPC들의 행동이 결정되기 때문에 NPC들의 이동 패턴이나 공격 방향을 쉽게 플레이어들이 알 수 있다. 본 논문에서는 이 문제를 개선하기 위하여 동물의 세력 투쟁 행동(공격, 위협, 의례적인 보여줌, 기피, 복종)들을 NPC에 적용하는 것을 제안하고 이를 Unity3D 엔진을 이용하여 구현한다. 이 논문은 실제감 있는 NPC 인공지능 제작에 도움을 줄 수 있다.

주제어 : 인공지능, NPC 인공지능, 세력 투쟁 행동, 동물 행동, 유니티3D

Abstract Artificial intelligence in the game is mainly used to determine patterns of behavior of NPC (Non Player Character) and the enemy, path finding. These artificial intelligence is implemented by FSM (Finite State Machine) or Flocking method. The number of NPC behavior in FSM method is limited by the number of FSM states. If the number of states is too small, then NPC player can know the behavior patterns easily. On the other hand, too many implementation cases make it complicated. The NPC behaviors in Flocking method are determined by the leader's decision. Therefore, players can know easily direction of movement patterns or attack pattern of NPCs. To overcome these problem, this paper proposes agonistic behaviors(attacks, threats, showing courtesy, avoidance, submission)in animals to apply for the NPC, and implements agonistic behaviors using Unity3D engine. This paper can help developing a real sense of the NPC artificial intelligence.

Key Words : Artificial Intelligence, NPC AI, Agonistic Behavior, Animal Behavior, Unity3D

1. 서론

2012년 국내 게임시장 규모는 9조 7,525억원, 2013년에

는 10조원, 2015년도에는 12조원에 근접하는 시장을 형성할 것으로 예상되고 있다[1]. 이러한 국내 게임 시장의 성장 배경으로는 플레이어들의 시각을 사로잡는 컴퓨터

Received 17 December 2013, Revised 17 January 2014

Accepted 20 January 2014

Corresponding Author: MyounJae Lee(BaekSeok University)

Email: davidlee@bu.ac.kr

ISSN: 1738-1916

© The Society of Digital Policy & Management. 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.

그래픽스 기술의 발달, 이동성과 휴대성이 우수한 모바일 게임 시장의 성장, 그리고 게임을 플레이하는 도중에 제공되는 다양한 재미 요소 등을 언급할 수 있다.

사실감과 실제감을 제공하기 위한 기술과 연구도 국내 게임 시장의 성장 요인에 포함될 수 있다. 실사와 같은 효과를 제공하기 위해 그림자, 색상, 농도 변화등과 같은 3D 질감을 넣는 렌더링 기술, 청각적인 사실감을 제공하기 위한 사운드 기술, 실제 운동이나 대전을 하는 것 같은 타격감을 제공하기 위한 인터페이스 기술, 플레이어의 반응에 적절하게 적이나 NPC(Non Player Character)들이 대처하는 인공 지능(Artificial Intelligence) 기술 등이 이에 속한다.

특히 인공 지능은 생명체가 나타내는 지능을 컴퓨터, 로봇 등과 같은 인공 매체 상에 재현함으로써 생명의 일반적인 특성에 대해서 연구하는 학문인데, 1987년 9월, 로스앨러모스(Los Alamos)에서 처음 열린 인공 생명 워크숍을 기점으로 시작된 새로운 연구 분야이다[2].

게임에서 사용되는 인공 지능 기법들에는 그래프 형태로 유한 개의 상태들이 연결되어 있는 규칙 기반 시스템으로서 적이나 NPC들의 상태를 제어하는 FSM(Finite State Machine)[3], NPC 들의 집단 형성[4], 학습을 통해 행동을 결정하는 신경망(Neural Net)[5], 자연 생태계의 진화 이론을 이용하여 캐릭터의 상태와 행동을 결정하는 유전자 알고리즘[6]과 길찾기(Path-Finding)[7] 등이 있다. 특히, NPC 인공 지능에는 FSM 방법과 플로킹 방법(Flocking), 그리고 집단 형성 방법이 주로 사용된다. 그러나, FSM 방법은 상태 개수에 따라 게임 제작의 난이도가 결정되고 플레이어가 NPC 행동 패턴을 파악하는 것이 결정될 수 있다. 플로킹 방법과 집단 형성 방법은 NPC 리더와 리더를 따르는 NPC들의 행동이 동일하기 때문에 플레이어가 일부 NPC 들의 행동을 보고 다른 NPC들의 행동을 쉽게 예측할 수 있다.

상업용 인공 지능 엔진에는 MASA 의 DirectIA 엔진, Shottler Henke Associate의 simBoionic, Biographic Technologies의 AI.Implant 등이 있다[8]. 그러나, 이러한 엔진을 영세한 게임 개발업체에서 구입하기에는 무리가 따를 수 있다.

본 논문은 NPC의 행동에 인공 지능을 부여하기 위하여 동물의 세력 투쟁 행동(Agonistic Behavior)들을 게임 NPC에 적용하기 위한 연구이다. 동물의 세력 투쟁 행동

은 신체적인 피해를 감소시키거나 상대방에게 신체적인 피해를 주는 행동을 말한다[9]. 본 논문의 연구 방법은 3 단계로 진행된다.

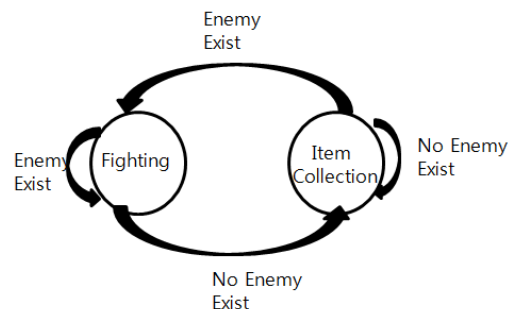
첫째, 세력 투쟁 행동이 무엇인지를 알아보기 위해 인터넷과 학술 논문 사이트에서 동물 행동에 관한 자료를 검색한다. 검색 결과 동물의 경우 위협(threaten)[9-10,12], 공격(aggression)[9,11,12], 복종(submission)[9,11,12], 기피(avoidance)[10,21], 의례적인 보여줌(ritual display)[12,13,14]이 있다. 둘째 연구된 세력 투쟁 행동들을 NPC에 적용하는 것을 제안하고, 셋째 Unity3D 엔진을 이용하여 구현한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 NPC 인공 지능 동향을 기술하고 3장에서는 동물의 세력 투쟁 행동을 설명하고 4장에서는 구현 결과를 기술한다. 그리고 마지막으로 5장에서는 결론 및 추후 연구방향을 기술한다.

2. 관련 연구

현재 게임 NPC에 대한 인공 지능은 FSM 방법과 플로킹으로 주로 구현된다.

FSM 방법에서는 먼저 NPC의 행동 패턴을 여러 개의 상태로 나눈다. 그리고 입력된 외부 조건에 따라서 다음 행동 즉 상태를 결정한다 [Fig. 1][15]는 전투와 아이템 수집 2개의 상태를 갖는 FSM을 보여준다. 전투(아이템 수집) 상태인 경우 적이 없으면(있으면) 아이템 수집(전투) 상태로 이동한다.



[Fig. 1] An Example of FSM

이 방법은 [Fig. 1]에서 보는 바와 같이 NPC의 행동

개수가 상태의 개수에 따라 제한을 받기 때문에 플레이어들에게 NPC 행동이 예측될 수 있다.

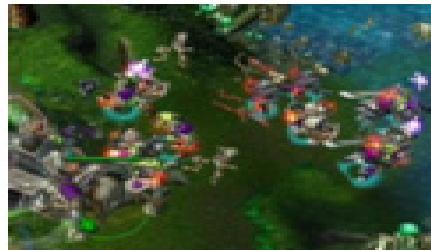
[Fig. 2][17]는 Half-life 2에서 FSM 방법으로 구현된 NPC들을 보여준다. Half-life 2는 플레이어가 이동중 여러 곳에 배치된 NPC와 전투를 벌이다가, 보스 NPC를 제거하면 스테이지가 클리어 되는 게임이다. 이 게임에서 NPC 행동은 지정된 경로를 따라 이동(이동 행동)하거나 제자리에서 기다리는 행동(대기 행동), 플레이어를 발견하게 되면 플레이어에게 접근하는 행동(접근 행동), 플레이어를 공격하는 행동(공격 행동)으로 구성되어 있다.



[Fig. 2] NPCs in Half-Life 2

플로킹은 새나 벌, 어류 등과 같은 수많은 개체들이 무리를 지어 집단적으로 움직이는 모습을 흉내내어 묘사하는 방법[15-16]으로 분리, 정렬, 응집, 회피, 이동과 같은 행동 원칙들을 이용하여 NPC들의 무리 이동을 자연스럽게 구현하는 방법이다. 분리는 주변 NPC들과의 거리를 판단하고 적당한 거리를 유지하는 것이며 정렬은 주변 NPC들과의 속력과 방향을 맞추어 움직임이 일관되도록 조정하는 것을 말한다. 응집은 NPC들이 모여서 행동할 수 있도록 이동 속력 및 방향을 조정하는 것이며 회피는 장애물의 존재 유무를 파악하여 장애물을 피하는 것이다. 이동은 미리 정의해 놓은 목적지를 향하여 움직이는 것을 말한다. NPC들의 움직임을 자연스럽게 보여주기 위해서는 이 5가지의 행동들을 적절하게 이용해야 한다. 이 방법은 NPC 무리가 모두 같은 방향으로 이동하여서 무리가 작거나 너무 큰 경우 NPC의 이동 방향과 공격 패턴 등을 쉽게 플레이어가 예상할 수 있다.

[Fig. 3][18]은 플로킹의 예로서 블리자드 회사의 게임 Warcraft 3의 NPC 행동을 보여준다.



[Fig. 3] NPCs in Warcraft 3

두 방법 모두 정해진 패턴을 반복하기 때문에 여러번 플레이를 하는 경우 플레이어가 NPC의 이동 방향과 공격 패턴 등을 쉽게 파악할 수 있다는 단점을 갖고 있다.

3. 동물의 세력 투쟁 행동

본 장은 동물들의 세력 투쟁 행동을 게임 NPC에 적용하는 것을 기술한다. 즉, 동물들의 세력 투쟁 행동 5가지, 즉 공격, 회피, 의례적인 보여줌, 위협, 복종을 기술하며 이를 NPC에 적용하는 방법을 기술한다.

1) 공격

동물은 자신과 상대방의 몸집 크기를 비교하여 승리할 가능성이 있다고 판단하는 경우 공격적인 성향을 보인다.

2) 기피

동물은 싸움을 통해 식량을 획득할 때 심각한 부상을 당할 것 같다고 판단한다면 피하려는 행동을 한다. 돌고래의 경우 극심한 부상을 입거나 멸종을 맞이할 뻔 했지만 지속적인 회복으로 위기를 극복 한다.

3) 의례적인 보여줌

동물은 소리치는 행동을 취하여 상대방에게 의사를 전달하는 행동을 한다. 아주 큰 희생이 따르는 전투를 피하기 위해 적들에게 허세를 부리거나 고릴라들이 적들이 위협할 때 소리를 지르거나 제스처를 통해 의견을 교환하는 것 등이 포함된다.

4) 위협

이 행동은 적대감이나 다른 동물을 공격할 의도를 의

미하며, 다른 동물이 물러나게 하는 행동을 취한다. 예를 들어 사자가 8km내의 동물에게 자신의 존재를 알릴 때 포효를 하거나, 숫사자의 경우 갈기를 통하여 상대에게 위협적이고, 크게 보이는 효과를 준다.

5) 복종

동물은 집단에서 개인적인 행동을 하지 않고 리더의 명령을 따른다.

<Table 1>은 동물의 세력 투쟁 행동들을 NPC 행동에 적용한 예이다. 공격의 경우 게임의 공격 방법을 그대로 사용하고, 기피의 경우 NPC 상황이 불리한 경우 플레이어로부터 도망가고, 의례적인 보여줌은 플레이어에게 공포감을 제공하기 위해 빨간색으로 깜빡거리는 현상을 제공하고, 위협은 NPC의 크기를 갑자기 2배로 증가시킨다. 복종의 경우 NPC 리더가 기피나 공격을 결정했을 경우 부하 NPC들이 NPC 리더의 결정을 따른다.

<Table 1> Agonistic behavior applies to NPC behavior

Agonistic Behavior	NPC's behavior
fighting	fighting(shooting)
avoidance	If the NPC health is less than a certain strength, avoid
ritual display	give the player a sense of fear, change the NPC color
threaten	double the size of the NPC
submission	General NPCs were subjected to NPC leader's decision. of the decision.

4. 구현 결과

구현한 PC의 메모리는 8.00GB 이며, CPU는 AMD A10-4600M APU with Radeon(tm) HD Graphics 2.30 GHz이며, 운영체제는 Window7이고, 구동한 Unity3D는 4.3.1 버전이다. Unity3D 엔진을 사용한 이유는 제작이 용이하고 엔진 구입 비용이 저렴하고 이식성이 높은 장점 때문에 국내 게임 개발자들이 가장 선호하는 엔진이기 때문이다[20].

실험에 사용된 게임은 '3rd Person Shooter'[19]으로 Unity 3D store에서 기본적으로 제공되는 게임을 사용한다. 이 게임을 사용하는 이유는 NPC가 플레이어를 추적하여 공격하는 것을 행하는 비교적 단순한 인공 지능 형태를 갖고 있기 때문에 제안 방법과 쉽게 인공 지능을 비교할 수 있기 때문이다.

4.1 기존 3rd Person Shooter에서의 NPC 인공 지능

<Table 2>는 '3rd Person Shooter' 게임의 NPC 인공 지능을 보여준다. NPC들은 자신의 체력과 상관없이 플레이어에게 무조건 접근하여 공격한다. 라인 (1)과 라인 (2)에서는 주변의 물체들을 Raycast로 감지하여 플레이어가 해당 영역안에 있는 경우 라인 (3)에서와 같이 현재 자신의 위치를 기준으로 이동 방향을 결정하는 과정이다. 라인 (5)는 라인 (3)에서 계산된 값과 플레이어의 현재 위치 좌표 값을 더하여 플레이어에게 접근하는 과정이다. 이 게임에서는 NPC의 체력과 상관없이 무조건 플레이어에게 접근하기 때문에 플레이어의 체력이 NPC보다 강한 경우 플레이어가 계속적으로 공격한다면 NPC는 쉽게 죽을 수밖에 없는 한계를 갖고 있다.

<Table 2> NPC movement in the 3rd Person Shooter

```

(1)  if (Physics.Raycast(flyTarget+5*Vector3.up,
    -Vector3.up, out hit, 10)) {
(2)      if (hit.point.y > flyTarget.y - minHeightAbove)
(3)          flyTarget = hit.point + Vector3.up * minHeightAbove;
(4)      .....
(5)      flyTarget += player.transform.position;
    
```

[Fig. 4] (a)에서는 NPC 체력(오른쪽 우측 상단 빨간색 막대 바)이 플레이어의 체력(왼쪽 상단 하얀색 바)보다 훨씬 적은데도 플레이어에게 계속 접근하는 것을 보여준다. [Fig. 4] (b)에서는 해당 NPC가 계속 플레이어에게 접근하다가 결국 NPC 체력이 0이 되어 게임 화면에서 사라진 것을 보여주고 있다.



(a) NPC movement in 3rd Person Shooter



[Fig. 4] (b) NPC destroy in 3rd Person Shooter

4.2 세력 투쟁 행동을 3rd Person Shooter의 NPC에 적용하기

본 절에서는 3장에서 기술된 동물의 세력 투쟁 행동들을 '3rd Person Shooter' 게임의 NPC에 적용함을 보여준다. NPC 리더는 NPC중 1개를 임의로 선정하였다.

<Table 3>은 기피 행동을 보여준다. 라인 (1)과 (2)에서는 각각 플레이어의 체력과 NPC 리더의 체력을 저장한다. 그리고 플레이어의 체력이 NPC 리더의 체력보다 큰 경우(라인 (3)), 라인 (4)에서와 같이 NPC 리더는 일정량만큼 플레이어로부터 멀어진다.

<Table 3> Avoidance

(1)	<code>NPC_Leader_Helath=GameObject.Find("NPC_Leader").GetComponent<HealthController>().health;</code>
(2)	<code>Player_Health=GameObject.Find("Human").GetComponent<HealthController>().health;</code>
(3)	<code>if (NPC.Leaders_Health<Player_Health)</code>
(4)	<code>flyTarget -= (player.transform.position/1.5f);</code>
(5)	<code>else</code>
(6)	<code>flyTarget += player.transform.position</code>

[Fig. 5]는 기피 행동에 관한 예로서, NPC 리더 체력이 플레이어보다 작아져서 기피 행동을 한 결과를 보여준다([Fig. 5] (a)). NPC 리더가 기피 행동을 할 때 다른 NPC들도 함께 기피 행동을 한다.

[Fig. 5] (b)는 NPC 리더 체력이 일정한 양(50)이상이 되면 기피 행동을 멈추고 플레이어에게 접근함을 보여준다. [Fig. 5] (a)에 비해 멀리 보였던 고층 건물과 NPC들이 [Fig. 5] (b)에서는 가까이 보임을 확인할 수 있다.



(a) Avoidancet



[Fig. 5] (b) Recover

복종 행동은 [Fig. 5]로 충분히 설명이 가능하다. 즉 NPC 리더가 기피를 결정하여 기피 했을 때 다른 NPC들도 기피 행동을 했으며([Fig. 5](a)), 일정 체력이 회복되어 NPC 리더가 플레이어에게 접근했을 때([Fig. 5](b)) 다른 NPC들도 접근함을 이미 보여주었기 때문이다.

<Table 4>는 의례적인 보여줌 행동에 관한 스크립트이다. NPC 리더가 공격 의사가 있는 경우 플레이어들을 긴장시키기 위해 NPC 리더의 색상을 빨간색으로 변경하여 공격 의도를 플레이어에게 전달한다(라인 (1)). NPC 리더 체력이 약하거나 도망갈 경우에는 파란색으로 변경하여 도망 의도를 플레이어에게 전달한다(라인 (2))

<Table 4> Ritual display

```
(1) GameObject.Find("Orb_Leader").renderer.material.color =
    Color.red;
    flyTarget += (player.transform.position/1.5f);
...
(2) GameObject.Find("Orb_Leader").renderer.material.color =
    Color.blue;
    flyTarget -= (player.transform.position/1.5f);
```

[Fig. 7]은 의례적인 보여줌 행동에 대한 그림이다. NPC 리더가 플레이어를 공격하려는 경우 NPC 리더의 색을 빨강색으로 변화시킨다([Fig. 7](a)). 반면에 플레이어에게부터 공격을 받아 NPC 리더의 체력이 약해져서 도망가야 할 경우에는 [Fig.7] (b)에서와 같이 NPC 리더의 색상을 파란색으로 변화시켜서 도망 의사를 플레이어에게 전달한다.



(a) ritual display-fighting



[Fig. 7] (b) Ritual display-flee

공격 행동은 기존 '3rd Person Shooter'와 동일한 공격 방법을 사용했기 때문에 생략한다.

<Table 5>는 NPC의 위협 행동에 관한 스크립트이다. NPC는 자신이 위협에 처했을 경우 자신이 건재함을 보여주기 위해 자신의 모습을 거대화 시켜서 플레이어를 위협한다. 라인 (1)에서 자신의 생명력이 일정 수준 이하로 감소되었을 경우 라인 (3)에서와 같이 NPC의 크기를 두배로 증가시킨다.

<Table 5> threaten

```
(1) if(GameObject.Find("Orb_Leader").GetComponent
    <HealthController>().health < 50){
(2) if(!Threat_Flag){
(3)   GameObject.Find("Orb_Leader").transform.localScale
    += new Vector3(1,1,1);
(4)   Threat_Flag = true;}
```

[Fig. 8]은 위협 행동에 관한 결과 그림이다. NPC의 체력이 50 미만일 시에는 기존의 크기보다 2배 큰 크기로 플레이어를 위협한다. 빨간색의 NPC 리더가 위협 행동을 하고 있다.



[Fig. 8] threaten

5. 결론 및 추후 연구 방향

본 연구에서는 게임의 재미를 증가시키기 위하여 동물의 세력 투쟁 행동을 이용한 NPC의 인공 지능을 제안하고 이를 구현하였다. 동물의 세력 투쟁 행동에는 공격, 위협, 기피, 의례적인 보여줌, 복종들이 있었으며 이 각 행동들을 NPC 행동으로 제안하고 Unity3D 엔진을 이용

하여 구현하였다. 구현 결과, 기존 게임에 비해 게임의 난이도 상승과 플레이어에게 몰입감을 제공할 것이라고 판단된다. 그러나, 현재 이 인공 지능에는 NPC 리더에 대한 선정 방법과 NPC 구성원 수 등을 고려하지 않았다.

추후에는 이 사항들을 고려하여 제한된 인공 지능을 확장할 것이다. 그리고 구현된 결과를 바탕으로 실제 상용화된 게임에 적용하여 인공 지능 반영 전과 반영 후의 게임 몰입에 관한 것을 비교할 예정이다.

REFERENCES

- [1] KOCCA, Republic of Korea Game White Paper, 2013.
- [2] C. Langton, "Studying Artificial Life with Cellular Automata", Proceedings of the Fifth Annual International Conference, Physica D, Vol.22, Issues 1-3, pp.120-149, 1986.
- [3] Manjae Lee, "Artificial Intelligence in Game", Korea Information Processing Society, Vol.9, No.3, pp.69-76, 2002.5
- [4] N.D Cho, B.G Sung, K.T Kim, "Artificial life simulation game characters through the implementation of the strategy", Spring Conference of KISSE, Vol.27, No.1, pp.241-243, 2000.
- [5] 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, pp.875-880, 1993.
- [6] Marc Ponsen, IMPROVING ADAPTIVE GAME AI WITH EVOLUTIONARY LEARNING, a thesis submitted in fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science, Delft, 2004.
- [7] Ross Graham, Hugh McCabe and Stephen Sheridan, "Pathfinding in Computer Games", ITB J., Vol. 9, pp.223 - 230, 2004.
- [8] B.H, CHO. C.J, Park, "Research trend in Game AI", Trend analysis of electronic communication, Vol.23, No.4, 2008.8.
- [9] McGlone JJ, "Agonistic behavior in food animals: review of research and techniques", Journal of Animal Science, 62(4), pp.1130-1139, 1986.
- [10] P. SCOTT, "Agonistic Behavior of Mice and Rats:A Review", Integrative and Comparative Biology, Vol.6, Issue.4 pp.683-701, 1966.
- [11] N.M Kudryavtseva, "Agonistic Behavior:A Model, Experimental Studies, and Perspectives", Neuroscience and Behavioral Physiology, Vol.30, Issue.3, pp.293-305, 2000.
- [12] Edward M. Barrows, "Animal Behavior Desk Reference", April 26, CRC Press, 2011.
- [13] Singer, Peter, Defense of animals. Blackwell Publishing, 2006.
- [14] CHARLES C., CARPENTER, "Communication and Displays of Snakes", Integrative and Comparative Biology, Vol.17, Issue 1 pp.217-223, 1977.
- [15] H.S Park, K.J Kim, "Current research of artificial intelligence games", KISSE, 2013.7
- [16] H.J. Lee, "Game Artificial Intelligence Technologies, Trend analysis of electronic communication", Vol.20, No.4, 2005.8.
- [17] <http://www.valvesoftware.com>
- [18] <http://kr.blizzard.com/ko-kr/games/war3/>
- [19] <http://www.assetstore.unity3d.com>
- [20] Myoun-Jae Lee, "A Study on Game Production Education through Recent Trend Analysis of 3D Game Engine", Journal of the Korea Convergence Society, Vol.4, No.1, pp.7-12, 2013.

이 먼 재(Lee, MyounJae)



- 1994년 2월 : 홍익대학교 전자계산학과(석사)
- 2006년 2월 : 홍익대학교 전자계산학과(박사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 백석대학교 정보통신학부 멀티미디어 전공 조교수

- 관심분야 : 기능성 게임, 게임 프로그래밍, 게임엔진
- E-Mail : davidlee@bu.ac.kr