

---

## 영역분할과 객체 밀도 계산을 통한 Angry Birds 인공지능 개발

### Development of Artificial Intelligence for Angry Birds Using Region Segmentation and Object Density Calculation

안경준, Kyoungjun Ahn\*, 장동현, Donghyun Jang\*\*, 김경중, Kyungjoong Kim\*\*\*

---

**요약** Angry Birds는 Angry Birds 인공지능 경진대회의 발생으로 최근 주목을 받게 된 게임이다. 이 논문은 Angry Birds 인공지능을 개발하는 데 있어 구조분석 기술에 영역분할과 밀도 계산을 도입하여 Angry Birds 인공지능을 개발하고 관련 대회에 제출하여 그 성능을 평가한 내용을 담고 있다. 20개 팀이 참가한 IJCAI 경진대회에서 14등을 하였으며, 제안한 방법의 취약점을 파악할 수 있었다. 예를 들어, 구조분석에서 장애물간의 연속적인 상호작용을 충분히 고려하지 못한 것을 알 수 있었고 향후 개발 시 이 부분을 예상하는 데 초점이 맞추어져야 함을 알 수 있었다.

**Abstract** Recently, the development of Angry Birds AI has gained interest from researchers and there have been international competitions on the topic. In this paper, we report the progress of our team to build Angry Birds AI using region segmentation and object density calculation. In 2013 Angry Birds AI competition held in China, our team ranked 14th among 20 teams. The event revealed potential and weakness of our approach. In our submission, we considered only the first-level interaction of objects but it was not enough to clear difficult stages. As a future work, we plan to design a new algorithm estimating the consequent events caused from the interaction of objects.

**핵심어:** *Angry Birds, AI Development, Region Segmentation, Object Density Calculation*

---

이 논문은 2013년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국 연구재단의 지원을 받아 수행된 중견연구지원사업(2013 R1A2A2A01016589) 및 뇌과학 원천기술개발사업(2010-0018950)

\*주저자 : 세종대학교 컴퓨터공학과 학부생 안경준 e-mail: ahnkjg@gamil.com

\*\*공동저자 : 세종대학교 컴퓨터공학과 학부생 장동현 e-mail: jjdh11117@gmail.com

\*\*\*교신저자 : 세종대학교 컴퓨터공학과 부교수 김경중 e-mail: [kimkj@sejong.ac.kr](mailto:kimkj@sejong.ac.kr)

## 1. 서론

최근 게임 인공지능 개발 현황을 살펴보면 개발이 활발하게 진행되고 있는 게임 분야는 보드게임, 이론게임, 레이스 게임, FPS 순으로 넓은 게임의 분야에 비해 좁은 분야의 게임들이 집중적으로 개발되어 왔다[1]. 최근 대표적인 모바일 게임 중 하나인 Angry Birds를 위한 인공지능 경진대회가 열리고 있으며, 이를 위한 인공지능 개발에 대한 관심이 커지고 있다.

Angry Birds는 주어진 스테이지상에서 존재하는 장애물을 이용하거나 피해 초록색 돼지를 제한된 수의 새를 날리어 잡는 것을 목적으로 하는 게임이다. 날릴 수 있는 새의 수가 제한되어 있어 모든 돼지를 잡기 위해서는 구조분석을 통한 장애물의 구조 파악이 필요하다. 그러므로 Angry Birds AI를 제작하는데 있어 구조분석은 중요한 부분이다. 그 중요성은 Angry Birds AI Competition의 주최자인 Jochen Renz가 고득점으로 게임 클리어를 위해 구조분석을 이용한 것에서도 알 수 있다[2].

본 논문에서는 Angry Birds를 플레이 하는 인공지능을 만드는 데 있어 전체적인 방법을 구조분석에 중심을 두어 소개하고 Angry Birds 관련 인공지능 경진대회(Angry Birds AI Competition)에서의 성적과 성능평가를 분석하여 제안한 방법의 한계점을 파악하고 그에 따른 향후 발전방향을 제시한다.

## 2. 관련 대회

현재 알려진 대회로는 호주 국립대학에서 주최하는 Angry Birds AI Competition이 있다. 대회에서는 여러 팀들이 참가해 Angry Birds를 플레이하는 인공지능 프로그램들이 우열을 겨룬다. 2012년 12월에 첫 번째로 개최되었으며 2013년 8월에 두 번째로 중국 베이징 IJCAI 학회에서 개최되었다. 새롭게 생겨난 게임 인공지능 경진대회이다. 2013년 8월에는 12개국에서 20팀이 참가하여 인공지능 프로그램의 우수성을 겨루었다. 관련한 더 자세한 내용은 <http://www.aibirds.org>에서 확인할 수 있다.

## 3. 제안한 방법

### 3.1 환경

Angry Birds게임에서는 수십 가지의 다양한 장애물 종류와 여덟 종류 이상의 새가 나오고 목표인 돼지 네 종류 이상이 등장하며 이러한 장애물, 새와 돼지는 각각 고유한 성질을 가진다. 본 논문에서는 이러한 모든 장애물, 새와 돼지의 종류를 고려하는 대신에, Angry Birds게임의 Poached

Eggs 편에 등장하는 장애물, 새와 돼지의 종류만을 고려하여 개발, 시험하였다.

### 3.2 기본정보 파악

Angry Birds 인공지능이 게임을 원활하게 플레이하는데 있어 구조분석과 그 외에 다른 요소들의 충분한 활용이 필요한데 이를 위해 우선적으로 기본적인 자료의 수집이 필요하다.

#### 3.2.1 장애물 유무 및 종류파악

게임 내에서는 돌, 나무, 얼음과 같은 목표물을 잡는데 있어 방해가 되는 장애물들이 존재한다. 이러한 장애물들은 종류에 따라 다른 강도를 지니고 있기 때문에 어느 종류의 장애물이 어느 위치에 존재하는지가 궤도 선택에 큰 기준 중 하나로 작용한다. 이러한 장애물들은 종류에 따라 고유한 색의 계열을 가지는데 예를 들면 돌의 경우 회색계열, 얼음의 경우 하늘색 계열의 색을 가진다. 이러한 특성을 이용하여 컴퓨터 비전 알고리즘은 게임 상의 각 픽셀의 색을 통해 위치에 따른 장애물의 유무와 만약 특정 위치에 장애물이 존재한다면 그 종류를 파악하고 정보를 수집하게 된다.

#### 3.2.2 영역분할과 밀도파악

스테이지를 그대로 사용한다면 단지 하나의 인공지능에게는 하나의 사진에 지나지 않으므로 사람처럼 구조분석을 할 수 있도록 가공과정 즉, 영역분할을 한다. 영역분할은 우선 영역을 분할할 범위를 구하기 위해 최대 타격범위가 되는 스테이지상에 존재하는 모든 돼지와 장애물을 포함하는 직사각형을 구한다. 그 다음 영역이 되는 작은 정사각형으로 분할 범위를 채워 분할한다. 단 이때의 정사각형의 한 변의 길이는 스테이지 마다 새총의 높이를 기준으로 잡게 된다. 그 이유는 스테이지 마다 새와 새총의 길이 비율은 일정하지만 그 크기가 달라지므로 일정한 길이로 정할 경우 구조분석에 부적절한 크기의 정사각형이 사용될 수 있기 때문이다. 이러한 과정을 거치면 아래에 보이는 그림 1과 같은 상태가 된다. 장애물의 영역별 유무도 중요하지만 영역에 장애물이 얼마나 존재하는지에 따라 새가 그 부분에 타격이 되었을 때 결과와 그 영역에 존재하는 장애물을 파괴하기 위한 새의 수가 달라진다. 그리고 영역마다의 장애물의 양이 새의 타격 지점을 정하는데 큰 영향을 주므로 영역분할 후에는 그 부분을 고려하기 위해 각 영역의 밀도를 구하여 저장한다. 이 때  $D$ 를 구간의 밀도,  $P_p$ 을 한 구간에서의 장애물 픽셀  $P_a$ 를 한 구간에서의 총 픽셀 수라 하면 밀도를 구하는 수식은 아래와 같다.

$$D = P_p / P_a \quad (1)$$

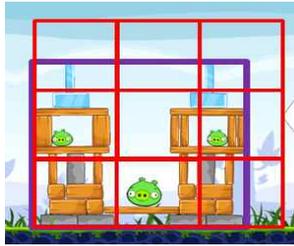


그림 1. 영역분할 후의 모습

3.2.3 새 종류 파악

이 게임에서는 여러 종류의 새가 등장하고 빨간 새를 제외한 모든 새들은 표 1과 같이 특수 능력을 가진다. 또한 장애물에 대한 상성을 가진다. 예를 들면 파란 새의 경우 얼음 재질의 장애물에 강하고 검은 새의 경우 돌 재질의 장애물에 강하다. 이러한 이유로 새의 종류는 돼지를 죽이는데 있어 방해가 되는 장애물을 피하거나 또는 효과적으로 파괴하기 위해 필수적으로 고려하는 사항이다. 새들은 각자 대표하는 색을 가지고 있는데 이 점을 이용하면 현재 날아갈 새의 종류를 인공지능 프로그램이 알 수 있다.

표 1. 일부 새의 종류에 따른 특수능력

새	파란 새	노란 새	검은 새
능력	클릭하면 새가 새 마리로 분리되어 넓게 퍼져 나간다.	클릭하면 집선 방향으로 가속한다.	물체에 부딪치거나 클릭해주면 폭발한다.

3.3 구조분석

구조 분석의 단계에서는 이전 단계에서 수집한 정보를 활용하여 구조분석을 진행하고 적절한 타격 지점들을 구하게 된다. 여기서는 아래 그림 3과 같은 방법으로 지점들을 결정하게 되는데 가장 첫 번째로 선택하는 목표는 각 돼지들이다. 그리고 첫 번째로 선택된 지점들은 다시 그림 3의 과정을 거쳐 적절한 타격점으로 반환된다. 그러므로 목표지점은 돼지의 수만큼 반환된다. 그리고 장애물이 있어 도달이 어려운 경우는 목표 지점을 장애물 지점이 속한 정사각형 열의 가장 아래 정사각형의 중앙으로 목표지점을 수정한다. 그림 2에 보이듯이 그 이유는 위를 타격하였을 경우 파괴되지 않은 사각형이 뒤에 쌓인다. 그래서 장애물을 치워 돼지를 타격하는데 도움을 주기 보다는 돼지까지 도달하는 궤도에 장애물을 더해 어려움이 증가한다. 이 경우, 아래쪽을 타격하여 파괴되지 않은 장애물이 앞으로 쌓이도록 하며 목표지점 또한 앞쪽에 있는 것을 우선 지점으로 한다. 단 그 장애물이 속한 정사각형의 밀도가 10퍼센트 이하이면 새의 궤도에 영향을 줄 가능성이 적으므로 무시하고 목표지점을 반환한다. 그 이유는 영역의 밀도가 10퍼센트일 경우 영역 안에 영역의 한 변의 길이와 같은 가장 얇은 두께의 장애물이 하나 들어 있는 경우의 밀도와 같아 새의 궤도를 방해할 정도의

장애물 구조가 존재한다고 보기 어렵기 때문이다. 이러한 방법으로 목표지점들과 그 우선순위를 정한다.



그림 2. 타격 위치에 따른 건물이 무너진 형태

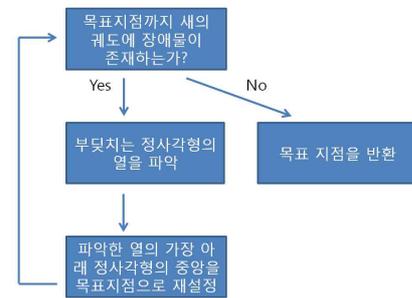


그림 3. 타격지점 결정방법

3.4 실행

실행단계에서는 새 종류를 고려하여 마지막 목표 지점을 정하고 발사한다. 가까운 지점부터 첫 번째로 만나는 장애물이 현재 발사될 새와 상성이 맞는지를 확인하여 가장 적절한 상성을 가진 장애물을 만나는 지점을 지정하게 된다. 그리고 지정된 지점으로 가는 발사각도는 발사각도가 90도, 45도, 0도인 경우를 제외하고 두 가지가 존재하게 되는데 이때 구조분석에서 무시한 밀도가 10퍼센트 이하인 정사각형에 속한 장애물이 타격지점까지 도달하는데 방해가 될 수 있음을 고려하여 발사궤도를 선택하고 발사하게 된다. 2가지 발사궤도중 하나를 정하는 방법은 표 2에 보이는 점수와 같이 장애물이 궤도 변화에 주는 영향정도를 점수를 이용하여 새가 지나는 궤도에 속하는 장애물 픽셀의 점수를 더한다. 후보 궤도의 점수를 산출하고 장애물의 방해를 점수가 적은 궤도를 선택하는 것이다. 이때 장애물 영향력 점수는 새마다의 상성을 고려하여 새가 잘 파괴하는 장애물 종류 순위를 매긴다. 그 순위에서 1을 뺀 값을 가중치로 더해 각각의 새와 장애물 마다 점수를 정한다. 이렇게 하면 파괴해야 하는 장애물 종류에 맞는 새를 발사하여 파괴할 돼지를 잡는데 있어 필요한 새의 수를 줄일 수 있다. 그리고 발사하는 새의

특수 능력이 존재할 경우 표 3과 같이 새의 능력을 고려하여 사용한다.

표 2. 장애물에 따른 궤도영향 점수

	빨간 새	노란 새	흰 새	파란 새	검은 새
돌	3	5	1	5	1
얼음	1	3	1	1	2
나무	1	1	1	3	2

표 3. 일부 새의 능력에 따른 사용법

	파란 새	검은 새
사용 시점	늦게 누를 경우 좁은 면적을 타격하고 빨리 누를 경우 정확성이 떨어지므로 목표점에 도달하는 시간 중 75퍼센트가 되는 시점에 클릭하여 능력을 사용한다.	장애물에 부딪치기 전에 누를 경우 직접적인 타격에 의한 피해를 주지 못하므로 부딪치고 난 직후 클릭하여 폭발하게 한다.

#### 4. 성능 테스트 및 결과

Angry Birds AI Competition에서의 성적은 20팀 중 14위의 성적을 거두었으며 대회 측에서 진행한 poached egg의 점수를 아래 표 4에서 보면 각 스테이지에서 점수를 얻은 것을 볼 수 있는 표 5와 달리 낮은 스테이지에서는 어느 정도 성적을 거두다가 단순한 상호작용이 아닌 장애물 사이의 상호작용까지 고려가 필요한 일정 난이도 이상에서는 점수를 얻지 못하는 현상을 보여주고 있다.

표 4. 제출 AI의 poached egg에서의 레벨별 점수

레벨	점수	레벨	점수	레벨	점수
1-1	30390	1-8	24860	1-15	34690
1-2	54160	1-9	49570	1-16	0
1-3	41890	1-10	50570	1-17	0
1-4	28000	1-11	53510	1-18	0
1-5	64440	1-12	57750	1-19	0
1-6	24990	1-13	42010	1-20	0
1-7	35900	1-14	58190	1-21	0

표 5. 우승팀의 poached egg에서의 레벨별 점수

레벨	점수	레벨	점수	레벨	점수
1-1	29670	1-8	37170	1-15	46550
1-2	43200	1-9	22610	1-16	63430
1-3	40620	1-10	51250	1-17	46820
1-4	11720	1-11	57930	1-18	50020
1-5	65850	1-12	45200	1-19	38460
1-6	15570	1-13	26570	1-20	46970
1-7	21310	1-14	65640	1-21	65190

#### 5. 결론

Angry Birds 게임에서 스테이지의 레벨이 증가할수록 단순히 건물을 무너트리고 돼지를 잡는 것이 아닌 장애물을 무너트려서 돼지를 맞추어 잡는 등 더욱 높은 장애물 사이의 상호작용의 이해를 필요로 하는데 이러한 점이 부족했다고 볼 수 있다. 이러한 점을 보았을 때 Angry Birds 게임 인공지능을 만드

는데 있어 향후 개발에서는 일차적인 상호작용을 넘어 연속적 상호작용의 예상에 초점이 맞추어 져야 될 것으로 생각된다.

#### 참고문헌

- [1] 박현수, 김경중, 게임 인공지능 최신 연구 동향, 정보과학회지 제31권 제7호, pp. 8-15, 2013.
- [2] Peng Zhang, Jochen Renz. Qualitative Spatial Representation and Reasoning in Angry Birds: First Results, IJCAI Symposium