

## 가상해저 환경구축을 위한 Fish 군중행동 모델러

김종찬<sup>○</sup>, 조승일, 김웅곤  
순천대학교 컴퓨터 과학과  
{seaghost<sup>○</sup>, kek}@sunchon.ac.kr

### Fish Schooling Behavior Modeler for Constructing Virtual Underwater World

JongChan Kim<sup>○</sup>, SeungIl Cho, EungKon Kim  
Dept of Computer Science, Suncheon National University

#### 요 약

현대 영상산업에서 컴퓨터 그래픽스가 차지하는 비중은 크게 늘어나고 있다. 컴퓨터 그래픽스 기술의 발달로 인한 디지털 영화나 애니메이션이 점차 증가함에 따라 이러한 장면이 등장하는 가상캐릭터를 쉽게 접할 수 있다. 이런 가상 캐릭터를 이용하여 가상 해저 환경을 생성하기 위해서는 3D 모델링 및 애니메이션 기술을 개발해야 한다. 국내에서는 가상 해저 환경을 구축하여 실감 체험을 할 수 있는 VR 콘텐츠 기술 개발에 관련하여 군중 장면 처리 및 군중 행동 시스템의 설계 및 구현 등의 연구가 있었으나 군중 행동 모델러 기술 개발을 실용화 할 단계까지는 미치지 못하고 있다. 본 논문에서는 가상 해저환경에 존재하는 다수의 캐릭터의 움직임을 수작업으로 제공하는 것이 시간과 비용이 많이 소요되기 때문에 이를 자동화하여 보다 사실적이고 효율적인 가상 해저환경 속에서 군중 행동 장면을 생성하기 위해서 Fish 군중 행동 모델러 기술을 개발한다.

#### 1. 서 론

현대 영상산업에서 컴퓨터 그래픽스가 차지하는 비중은 크게 늘어나고 있다. 컴퓨터 그래픽스 기술의 발달로 인한 디지털 영화나 애니메이션이 점차 증가함에 따라 이러한 장면이 등장하는 가상캐릭터를 쉽게 접할 수 있다. 이런 가상 캐릭터를 이용하여 가상 해저 환경을 생성하기 위해서는 3D 모델링 및 애니메이션 기술을 개발해야 한다. 가상 해저 환경 속에서 군중 행동 장면은 영화, 게임 등의 엔터테인먼트 산업에서 많은 장면이 사용된다. 그래픽스 기술의 발달로 인하여 디지털 영화나 애니메이션이 점차 증가함에 따라 이러한 장면이 등장하는 경우를 쉽게 접할 수 있다.

컴퓨터 애니메이션에서 캐릭터는 가상공간의 생기를 불어넣는 역할을 한다. 이러한 가상캐릭터의 수가 증가함에 따라 가상세계의 몰입감은 그에 비례하여 증가한다. 그리고 영화, 애니메이션과 같은 군중환경에서는 캐릭터를 움직이는 실시간 계산이 필요하지 않기 때문에 계산량을 줄이는 것이 필수적이지는 않지만, 이미지 공간을 적게 차지하는 캐릭터의 움직임을 계산하는 자원을 낭비할 필요가 없다. 하지만, 군중의 규모가 커질수록 한 프레임을 생성하기 위한 시뮬레이션 성능은 이에 반비례하여 감소한다. 가상 해저환경에 존재하는 다수의 캐릭터 개개의 움직임을 수작업에 의존하는 기존의 애니메이션을 제작 방법으로 제작할 경우 많은 시간과 비용

이 필요하기 때문에 이를 자동화하여 보다 사실적, 효율적인 해저환경을 표현하고 군중 행동 장면을 생성하기 위해서 자동화된 연구가 진행되어야 한다.

국내에서는 가상 해저 환경을 구축하여 실감 체험을 할 수 있는 VR 콘텐츠 기술 개발에 관련하여 군중 장면 처리 및 군중 행동 시스템의 설계 및 구현 등의 연구가 있었으나 군중 행동 모델러 기술 개발을 실용화 할 단계까지는 미치지 못하고 있다. 본 논문에서는 가상 해저환경에 존재하는 다수의 캐릭터의 움직임을 수작업으로 제공하는 것이 시간과 비용이 많이 소요되기 때문에 이를 자동화하여 보다 사실적이고 효율적인 가상 해저환경 속에서 군중 행동 장면을 생성하기 위해서 Fish 군중행동 모델러 기술을 개발한다[2][3].

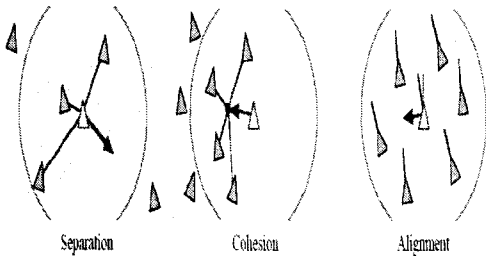
#### 2. 관련 연구

##### 2.1 플로킹 알고리즘(Flocking algorithm)

플로킹 알고리즘은 동물이나 생물 등이 집단으로 움직이는 것을 컴퓨터 프로그램으로 구현하는 것을 말한다. 플로킹 알고리즘은 1987년 Craig Reynolds에 의해 처음으로 발표되었다. 플로킹의 아버지로 불리는 Reynolds는 [그림 1]의 세가지의 간단한 기본 규칙들을 이용하여 보이드라는 존재들이 생물과 비슷한 집단행동을 취하는 것을 보여준다[1][6]. Reynolds는 이 규칙들을 조타 행동

(steering behavior) 규칙이라고 불렀으며 다음과 같다.

- ▶ 분리: 보이드가 주변의 다른 보이드들과 적당한 거리를 유지하도록 하는 것이다. 응집규칙만 있다면 보이드들은 서로 부딪히게 되는데 그것을 방지하는 것이 분리 규칙이다.
- ▶ 정렬: 보이드가 주변의 다른 객체들과 동일한 방향(속도)을 유지하도록 하는 것이다. 이 규칙에 의해 보이드들이 모인 무리가 마치 하나의 보이드처럼 움직이게 된다.
- ▶ 응집: 보이드들을 하나의 무리를 이루는 동료 보이드들과 거리가 많이 떨어졌을 때 동료 보이드들과의 평균위치 쪽으로 움직이는 역할을 한다.



[그림 1]. 분리, 결합, 정렬 규칙

플로킹은 유닛들의 집단이동을 위한 도구가 될 수 있으며 또한 게이머에게 좀 더 현실감 있는 게임 환경을 제공하는 수단이 될 수 있다. 그리고 RTS게임이나 RPG에서 동물들의 무리를 움직일 때 간단한 스크립트보다는 플로킹을 사용하는 것이 훨씬 더 현실감 있는 결과를 얻을 수 있다.

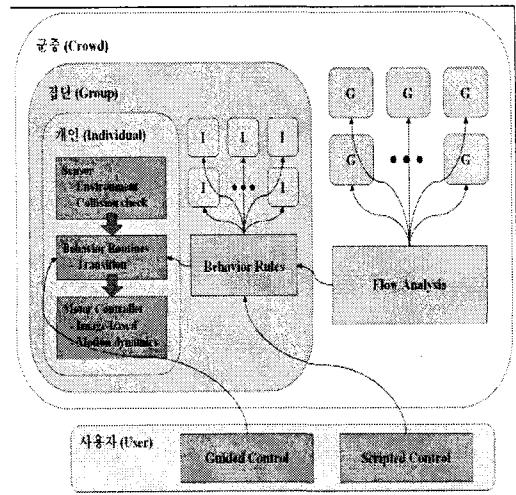
### 2.2 군중 애니메이션

군중 애니메이션의 궁극적인 목적은 장면의 사실성, 시스템의 성능 그리고 사용자와의 상호작용성이다. 위의 3가지 핵심을 모두 만족하는 시스템을 설계하는 것이 바람직한 군중 애니메이션의 연구 방향이다. 가상공간에 존재하는 대규모 군중 애니메이션의 개개의 움직임을 부여하는 것은 앞서 제시 하였듯이 사람의 노력이 많이 요구되는(labor intensive) 작업이다. 따라서, 군중의 규모가 커지면 커질수록 개개의 움직임에 대한 자동화가 필요하고 이를 위해서는 군중의 계층 모델이 필요하다. 군중의 계층은 군중(crowd), 집단(group), 개인(individual) 순으로 구성되며 개개의 움직임을 제공하기 위해 개인들을 포함한 집단을 접근하여 행동을 제시한다[2],[5].

군중 애니메이션은 가상 세계에 존재하는 물체들과의 상관 관계를 인지하는 센서(sensor)로부터 행위의 순서

(behavioral routines)를 결정한다. 행위의 규칙에 따른 행위의 순서가 결정되면 운동 제어기(motor controller)에서 적절한 모션을 시뮬레이션한다. 센서는 가상공간에 놓인 물체들의 상관관계를 통하여 개인간의 혹은 개인과 물체 사이의 충돌을 회피하고 가상공간의 정보를 제공받아 행위 결정의 지침으로 활용된다. 센서로부터 받은 가상공간의 정보와 행위의 규칙은 개인의 행위의 순서를 생성하는 입력정보로 사용된다. 행위의 순서를 결정하는 과정에서 자연스러운 행위의 연결을 위한 분석이 이루어진다. 최종적으로 행위의 순서가 결정되면 운동 제어기는 행위에 맞는 모션을 제공하는데, 모션 시뮬레이션의 성능을 향상 시키기 위해 영상기반 혹은 모션 단순화를 통한 시스템 성능의 향상을 노력한다.

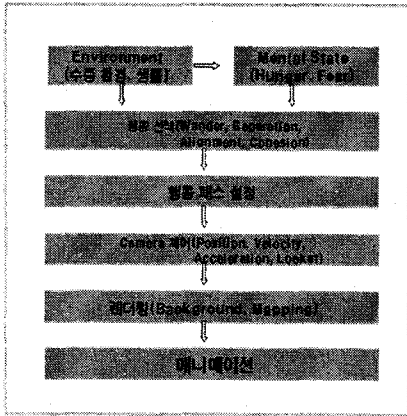
개인의 행위 규칙은 개인을 포괄하는 그룹으로부터 결정되고 그룹의 행위는 군중의 유동 성향에 영향을 받는다. [그림 2]는 군중 애니메이션 시스템 모델에 대해서 사용자는 guided control과 scripted control의 두 가지 상호작용 기법으로 행위의 성향에 대한 interaction이나 개인의 움직임을 직접 제어할 수 있는 시스템 모델이다[2].



[그림 2]. 군중 애니메이션 시스템 모델

### 3. 군중 행동 Framework

군중행동 모델러를 위해서는 먼저 수중환경 및 생물환경에 대한 정보를 통해 행동 선택을 결정하고, 행동 유형에 대한 패스를 선정하여 카메라 제어 및 렌더링 과정을 통하여 애니메이션을 구현한다. [그림 3]는 군중행동 framework을 나타낸다.



[그림 3]. 군중행동 Framework

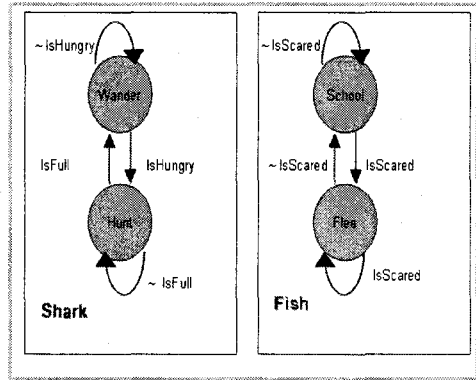
4. Fish 행동 유형 및 군중행동 모델

군중에 따른 행동 규칙은 개체 주위에 존재하는 Fish 들의 성향에 해당하는 행동 유형을 다음과 같이 정의 한다.

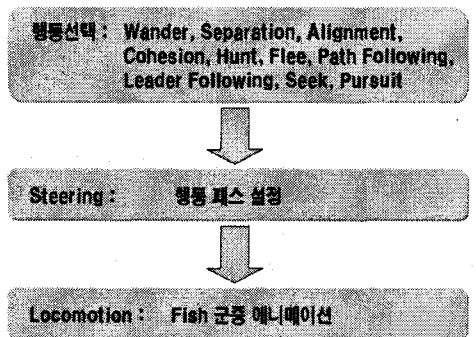
- Wander : Fish들이 규칙없이 자유롭게 움직인다.
- Separation : Fish들이 일정한 거리를 유지하면서 움직인다.
- Alignment : Fish들이 일정한 대형을 유지한다.
- Cohesion : Fish들이 한 곳으로 결함한다.
- Hunt : Fish가 포식자일 경우, 피식자를 사냥하는 상태를 나타낸다.
- Flee : 포식자를 피해 움직이는 상태 나타낸다.
- Collision Avoidance : 무리를 이루는 Fish 또는 지형 장애물이 있을 경우 충돌회피 한다.
- Path Following : 무리를 이루는 Fish 들이 일정한 경로에 따라서 움직인다.
- Leader Following: Fish 무리 중에서 리더에 움직임에 따라 움직이는 행동 유형이다.
- Seek : Fish 무리들이 먹이를 찾아서 움직이는 행동 유형을 나타낸다.
- Pursuit : 무리를 이루는 Fish들이 먹을 추적하는 행동 유형을 나타낸다.

[그림 4]은 군중행동 유형에서 포식자와 피식자 간에 군중행동에 대하여 한 마리 이상 fish들이 hunt하는 fish 군중행동 상태도이다. [그림 6]은 군중행동 모듈 플로우 차트를 나타낸 것이다. Initialize 단계는 환경설정에 대한 초기화 과정이며, InitializeGraphics 단계는 OpenGL API

를 초기화 하고, Display 단계에서 군중행동에 필요한 fish 모델을 생성하여 Draw 단계에서 3D 객체 fish를 생성하면서 군중행동 유형을 실행한다.



[그림 4]. Fish 군중행동 상태도

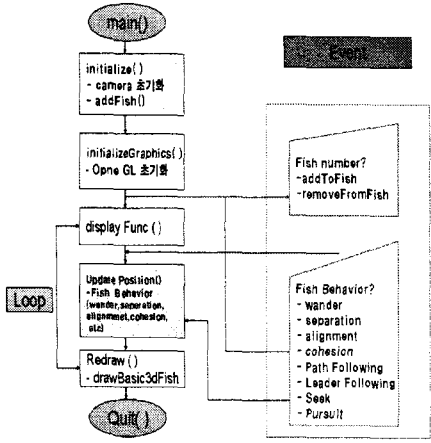


[그림 5]. Fish 군중행동 계층구조

[그림 5]은 wander, separation, alignment, cohesion, hunt, flee, path following, leader following, seek, pursuit와 같은 Fish 군중행동 유형 중에서 하나를 선택한 후 이에 대한 행동 패스를 설정하여 애니메이션을 실행하는 Fish 군중행동 계층구조를 나타낸 것이다.

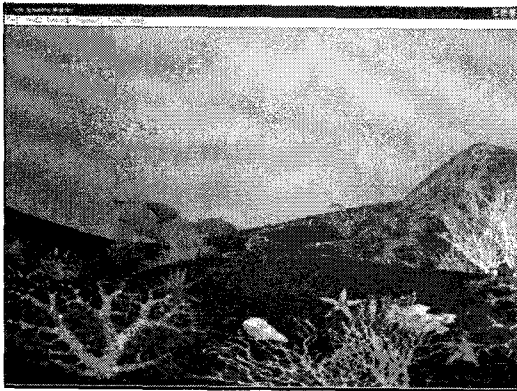
5. 구현 환경 및 사용자 인터페이스

Fish 군중행동 모델러의 구현 환경은 운영체제 Windows XP와 개발툴 Visual C-- 6.0 함께 OpenGL API을 이용했고, 각 fish형태를 30개의 메쉬로 삼차원 모델링하여 표현하였다.



[그림 6]. 군중행동 모듈 플로우차트

[그림 7]은 Fish 군중행동 모델러 사용자 인터페이스를 나타낸다. [그림 8]은 군중행동 유형에서 separation, alignment의 실행화면이고, [그림 9] cohesion, wander 군중 행동 실행화면이다.

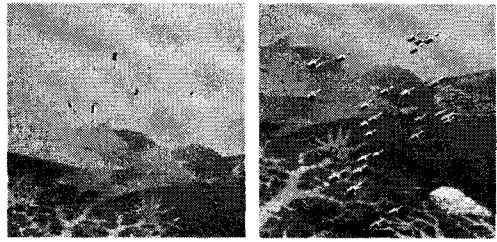


[그림 7]. Fish 군중행동 모델러 사용자 인터페이스

## 6. 결론 및 향후연구과제

가상 해저환경 속에서 장면의 사실성과 시스템의 성능, 사용자와의 상호작용성을 효율적으로 표현하고 군중행동 장면을 생성하기 위해서 본 연구에서는 Fish 군중행동 모델러를 설계하여 3D 객체에 군중행동 양식을 부여하고, 자연스러운 상호작용이 가능하도록 한다.

향후 연구과제는 주변 환경과의 상호작용성 및 충돌탐지에 관한 연구를 통하여 군중행동 알고리즘을 사용하여 실시간 상호작용 객체 모델링 및 실시간 군중행동 제어 자동화 기술을 개발하는 것이다.



separation behavior alignment behavior

[그림 8] separation과 alignment 실행화면



cohesion behavior wander behavior

[그림 9] cohesion 과 wander 실행화면

### [감사의 글]

본 연구는 문화관광부 및 한국문화콘텐츠진흥원의 지역문화산업연구센터(CRC) 지원사업의 연구결과로 수행되었습니다.

### 참고 문헌

- [1] C. Reynolds, "Flock, Herds and Schools: A Distributed Behavioral model", Proceedings Computer Graphics(SIGGRAPH'87), Vol.21, No.4, pp.25-34, July, 1987.
- [2] 안정현, 원광연 "Survey on Crowd Animation" 한국과학기술원 전산학과 Tech Memo 2003-4.
- [3] Kingsley Stephens, "Modelling Fish Behaviour" 2003.
- [4] 권일경 "보이드들의 생태계 행동 모델링을 위한 퍼지 플로킹 기법" 정보과학회 추계 학술발표논문집, 제30권, 제2호(I), pp 73-75, 2003.
- [5] X. Tu and D. Terzopoulos, "Artificial fishes: physics, locomotion, perception, behavior" ACM SIGGRAPH 94, July 1994.
- [6] 김종찬, 김용근 "가상 해저 환경 구축을 위한 Fish 행동 시뮬레이터 설계" 정보과학회 한국 컴퓨터종합학술대회 논문집(A) pp. 124-126, 2006.
- [7] C. Reynolds, "Steering behaviors for autonomous characters" GDC 1999, 1999.