

3차원 감성 공간 표현기법 연구 A Study on Expression of Emotion Space

이승욱(동명대학교)

차 례

1. 서론
2. 감성 콘텐츠의 이론적 배경
3. 감성콘텐츠 처리방법
4. 반투명 물체 구현을 위한 수학적 모델
5. 결론

1. 서론

3차원그래픽 기술의 발달은 이전에는 생각지도 못한 다양한 요소에 대해 표현이 가능하게 되었다. 본 연구는 감성 콘텐츠를 기반으로 게임공간에서 적용 가능한 다양한 자연현상에 대한 처리 요소에 대한 기술적인 방법과 알고리즘에 대하여 기술하려고 한다. 자연현상으로는 계절의 변화에 따라 나타나는 구름과 산, 나무와 바다의 변화 등을 가상공간에 표현하기 위한 방법을 살펴보고자 한다. 이를 위해서는 물체에 대한 표현방법을 살펴보고, 자연현상을 표현하기 위해 필요한 기본 처리 방법에 관하여 다루어야 한다. 물체는 고체와 유체로 구분하여 처리하기 위한 방법이 필요하다. 일반적인 물체는 고체와 같은 일반적인 처리 기법을 이용하여 쉽게 표현할 수 있다. 반면 구름과 비와 같은 표현과 강물과 바닷물의 경우 반투명 물질로 사실적으로 렌더링하기 위해서는 물체 표면에서와 달리 빛이 매우 복잡한 경로를 이동하며 산란, 흡수, 발광하는 과정을 통해 생성시켜야 한다. 컴퓨터의 성능이 현재보다 현저히 낮았던 시기에는 강물의 움직임이나 구름과 같은 반투명 물체를 표현하기 위해 방대한 계산량을 요구하는 물리기반의 수치해석 기법을 적용하기 보다는 수작업에 의존하거나 여러 사인 곡선의 합성을 통한 웨이브 곡면이나 Height field를 이용하여 표현하였다. 그러나 이러한 처리 기법은 다양한 분야에 활용하기 부적합하였으며, 많은 문제점들을 내포하고 있었다[2,3]. 본 연구는 구름과 하늘 및 바다와 강물과 같은 반투명 물체에 기반 한 처리 요소에 대하여 중점적으로 살펴보고, 감성 온라인 게임에 적용할 수 있는 다양한 처리 방법에 관하여 연구하려고 한다.

2. 감성 콘텐츠의 이론적 배경

2.1 반투명 물체의 밀도 및 렌더링 방법

반투명 물체의 밀도 표현 방법으로는 첫째, 수학적 모델을 기반으로 표현하는 방법으로 Gardner와 Ebert등의 펄린의 노이즈 기반의 텍스처를 적용한 밀도를 표현하는 방법과 Schpok의 노이즈 텍스처를 적용시켜 표현하는 기법이 대표적이다. 둘째, 공간을 일정한 크기를 갖는 볼륨 데이터 형태의 격자로 나누고, 각 격자점에 유체 속도 및 밀도를 Euler 방법으로 계산하는 방법이 있다. 세 번째로 파티클에 대한 Lagrange 방법으로 계산하는 파티클 기반의 펄린이 제시한 처리방법이 있다. 네 번째는 셋째와 넷째의 장점을 결합한 처리 방법으로 격자-파티클 혼합기법도 있다[8]. 분석적 방법으로 대표되는 처리 기법으로는 J. Blinn의 외부에서 들어오는 빛에 대한 단일 산란만을 렌더링 하기 위한 방법이 제안되었으며, 수학적 함수를 통한 처리 방법으로는 Narasimhan은 높은 투명도를 가지는 균일 밀도의 물질에 대한 다중 산란 모델을 제안하였으며, Zhon은 복사형 기반의 함수를 사용한 비 균일 물질의 단일 산란을 처리하는 방법을 제안하였다. 통계적 방법으로는 빛의 산란에 대한 샘플링을 통하여 전체를 예측하는 방법으로 Lafortune과 Willems은 Monte Carlo 방법을 기반으로 한 경로 추적 방법을 사용하여 전역효과를 표현하였으며, J.Stam은 밀도장과 조명모델로부터 계산된 통계 값에 따라 물질 내부의 빛의 산란을 예측하는 방법을 제안하였다. 결정적 방법으로는 J.Kajiya 등은 편미분 방정식으로부터 계산된 반투명 물질의 여러 계수들을 사용하여 격자공간

안에서의 빛의 단일산란을 포함하는 밀도장을 렌더링하는 기법을 구현하여 구름의 렌더링에 적용하였다[2,8].

2.2 볼륨 포톤 매핑 기법

볼륨 포톤 매핑기법은 방대한 계산을 요구하는 전역 조명 계산문제를 처리하기 위한 방법으로 Jensen이 제시한 방법으로 사실적 렌더링 분야에서 널리 사용되고 있는 처리기법이다. 이 후 Purcell 등이 가속 방법을 제시하였다[15]. 빛은 반투명 물질과 반응하며 빛 에너지가 물질에 흡수 혹은 산란되어 에너지가 소실되거나, 물질 내부에서 발광 혹은 주변에서 외부 산란된 빛이 내부 산란되어 에너지가 추가되며 진행하는데, 이러한 반투명 물질에서의 빛의 반응은 물체 표면에서와는 달리 빛이 매우 복잡한 경로를 이동하는 산란(scattering), 흡수(absorption), 발광(emission)하는 과정을 통해 생성되는데, 이는 Kajiya가 제시한 볼륨 렌더링 방정식을 통하여 알 수 있다[2].

$$\begin{aligned}
 L(x, \vec{w}_0) &= \int_0^s e^{-r(x,x')} \sigma_a(x') L_e(x') dx' \\
 &+ \int_0^s e^{-r(x,x')} \sigma_a(x') \int_{\Omega_{4\pi}} p(x', \vec{w}_0, \vec{w}_i) L(x', \vec{w}_i) d\vec{w}_i dx' \\
 &+ e^{-r(x,x+s\vec{w})} L(x+s\vec{w}, \vec{w}_0)
 \end{aligned}$$

여기서 $r(x, x') = \int_x^{x'} \sigma_t(t) dt$ (1)

식(1)은 광원에서 출발한 빛이 진행하면서, x 의 위치에 도달했을 때, \vec{w}_0 의 반대 방향에 대한 에너지의 양을 나타낸다. 첫 번째 항은 물질 안에서 발광한 빛이 흡수되거나 외부산란하지 않고 투과한 에너지의 양을 나타낸다. 마지막 세 번째 항은 진행방향으로 본래의 빛 에너지가 소멸되지 않고 투과하는 에너지의 양을 나타낸다. 볼륨렌더링 방정식이 표현하고 있는 반 투과 매체에서의 물리 기반 전역 조명 렌더링 계산을 효과적으로 수행하기 위해 개발된 다양한 방법 중 볼륨 포톤 매핑기법은 근사화를 최소화하고 계산의 정확도를 높일 수 있는 대표적인 방법으로 널리 사용되고 있다. 빛이 반 투과 물질 안에서 산란하는 모습을 사실적으로 표현하기 위해 카메라가 바라보는 한 방향을 일정한 단위 영역 안에서는 광원으로부터 직접 입사하는 조명은 분할 영역에 대한 단위영역으로 순차적으로 적용하기 위해 구간 샘플링하고, 각 구간에서의 값을 누적하는 광선진행법 기법을 사용한다[2,8].

2.3 Navier-Stokes 방정식

N. Foster는 Navier-Stokes 방정식을 적용하여 유체의 유동을 물리적으로 가시화하는 방법을 제안하였다. Stam은 시간 증분에 대해서도 Navier-Stokes 방정식을 안정적으로 풀 수 있는 방법을 제시하였다. Foster는 Navier-Stokes 방정식을 이용하여 사실적인 유체의 움직임을 음함수를 이용하여 가시화하였다[8]. Enright는 이 방법을 발전시켜 동적 음함수 면과 입자 레벨 셋 방법을 복합적으로 이용하였다.

2.4 하늘의 원경 렌더링

하늘을 표현하기 위해 3차원 처리방법으로 원경을 주로 사용되는 것은 skybox이다. 원경을 미리 6개의 상자로 만든 후 텍스처들로 만들어 두고, 그 텍스처들을 상자의 면에 붙여 하늘을 표현한다. skybox 객체의 한 텍셀이 화면상의 한 픽셀로 매핑하는 것이 효율적이며, 주어진 화면의 해상도에서 이상적인 skybox 해상도를 구하는 공식은 다음과 같다.

$$skyboxRes = \frac{screenRes}{\tan(fov/2)} \quad (2)$$

식 (2)의 skyboxRes는 skybox 한 변의 해상도이고, screenRes는 화면의 너비, fov는 수평 시야각이다. 그러므로 출력 이미지의 크기는 텍스처 해상도로 맞춰야 하며, 카메라의 시야각을 90도로 설정하여, 원경에 쓰일 장면을 만든 후, 장면 중심에 카메라를 놓고 렌더링해서 장면을 각각의 텍스처로 만들면 된다[6].

2.5 바다 물결 표현기법

Fournier는 수심에 따라 트로코이드의 주파수를 변형함으로써 해안에 접근하는 파면(wave front)이 해안선에 따라 굴절되는 현상 및 물마루가 구부러지는 현상 등을 표현하는 이론을 제시하다[4]. Thon은 실제와 같은 바다의 모습을 표현하기 위해서는 트로코이드의 특성 값, 즉, 진폭과 주파수 등을 올바르게 선택하여야 함을 지적하고 트로코이드의 스펙트럼이 정현파의 스펙트럼과 유사함을 이용하여 Pierson-Moskowitz 스펙트럼으로부터 이들 특성 값을 유도하였다. 그리고 계산량을 줄이고 거친 바다의 모습을 효과적으로 나타내기 위해 Pierson-Moskowitz은 스펙트럼으로 필터링된 Perlin 잡음을 사용하여 작은 물결에 의한 복잡한 수면의 모습을 표현하였다. Hinsinger는 Gerstner 모델을 통해 실

시간으로 바다의 모습을 표현하고자 하였다. 화면상의 2차원 균일 격자를 수면으로 투사하여 생성된 투사 격자(projected grid)를 사용하여 바다를 나타내는 메쉬를 생성하고 격자 간격에 따라 중첩되는 트로코이드의 수를 조절하여 전체적으로 계산시간을 단축하였다[7].

3. 감성콘텐츠 처리방법

3.1 일반적인 감정 추론 모델

감정의 종류와 감정의 규칙을 정의하는 기초가 되는 감정 모델은 OCC(Ortony, Clore, Collins) 모델로서 U, of Illinois at Urbana-Champaign의 Ortony 교수가 1980년 후반부에 연구를 수행하였다. 다른 감정모델과 다르게 OCC 모델은 계산 모델로서 많은 장점을 가지고 있다. OCC 모델은 22가지의 감정을 정의하기 때문에 인공 감정에서 감정 모델을 구성하기 위해 감정의 종류가 많아 구현에 어려움이 따르는 단점이 있다[1,6].

3.2 통계적 순차적 의사결정 모델방법

통계적 순차적 의사결정 모델방법으로 마코프 의사결정 과정(MDP)은 불확실한 환경에서 순차적 의사결정 문제를 통계적으로 다룰 수 있는 장점이 있는 모델이다. 의사결정 주체인 에이전트가 어떠한 행동을 수행하면 행동과 환경의 상태에 따라 그 결과인 보상 값이 주어지게 된다. 에이전트는 보상 값을 최대로 할 수 있도록 순차적인 행동을 최적화하기 위한 수학적모델로 MDP라는 4개의 항목을 정의하여

- 환경 상태의 집합 X
- 수행할 수 있는 행동의 집합 A
- 상태 x 에서 행동 a 을 수행했을 때, 다음 상태가 x' 가 될 전이확률(transition probability)

$$T(x, a, x') = P(x' | x, a) \quad (3)$$

- 상태 x 에서 행동 a 를 수행하고 받는 보상을 정의하는 보상함수(reward function)

$$R(x, a, x') \quad (4)$$

이를 바탕으로 의사를 결정하게 된다.

부분관찰 마코프 의사결정 과정(POMDP)

POMDP는 앞서 설명한 MDP의 제약점을 해소하기 위해서 부분적 혹은 부정확한 관찰 값을 함께 모델링하게 된다. POMDP는 MDP의 정의에 다음의 항목들을 추가

하여 정의된다.

- 가능한 관찰 값들의 정의하는 집합 Z
- 행동 a 를 수행하고 상태가 x' 로 전이되었을 때 관찰 값이 z 로 주어질 확률
- 초기 상태 x 에 대한 확률 $b_0(x) = P(x)$

POMDP에서는 에이전트가 현재 상태를 정확히 알 수 없으므로, 현재 상태에 대한 확률 분포인 확률상태(belief state) a 을 사용하게 된다. 확률상태란 지금까지 수행한 행동과 관측한 관찰 값의 이력을 이용하여 추론한 현재 상태에 대한 확률 분포로 정의된다. 즉 확률상태는 $|S|$ 차원의 확률 심플렉스(probability simplex)인 확률상태 공간(belief space)에 존재하게 되며, 시간 t 에서의 확률 상태는 수행한 행동, 그리고 그 결과로 관측한 관찰 값을 이용하여 재귀적으로 정의될 수 있다[1,2,6].

3.3 인공지능의 의사 결정 모델

FSM(Finite State Machine)은 인공지능 분야에 사용되는 분석과 추론에 사용되는 방법으로 계절의 변화와 같은 순차적인 변화를 표현하기 위해 적합하게 사용할 수 있다. 주어지는 시간 내에 처할 수 있는 유한개의 상황을 가지고 주어지는 입력에 따라 다른 상태로 전환하거나, 출력해서 액션을 취하는 처리 방식이다. FuSM는 FSM(Finite State Machine) “유한 상태기계” 개념에 퍼지 논리가 추가된 복합 의미이다. 즉 게임에서 감정과 같은 모호한 개념을 정의하기 위한 처리 개념으로 사용하기 적합하다. 퍼지 상태기계라는 의미는 “예”, “아니요”라는 이분적인 의미 보다는 상태를 표현할 수 있는 의미로 분석과 추론을 위한 처리 개념을 정의할 수 있다. 퍼지 상태기계를 사용하여 단순한 상태뿐만 아니라 다중적인 상태를 부여할 수 있다. FuSM은 하나의 상태를 0.0~1.0과 같은 사이의 범위로 표현한다. 이것은 퍼지의 논리 값을 확률로 표현하는 방법이다. 확률의 경우 각 경우에 대한 경우의 수에 해당되는 값이다. 즉 FuSM가 효율적으로 작동하기 위한 퍼지의 결정값 1.0이 되어야한 것이 아니다. FSM을 FuSM의 로직을 적용하기 위해서는 결정 값이 한 상태의 단일 값으로 결정되지 않고 범위를 가질 수 있게 만들어야한다. 이것은 변수간의 상태전이 과정이 여러 개의 상태들과 상태의 정도를 처리할 수 있게 만들어야한다. 감정과 같은 경우 사람에 따라 차이를 가지고 또한 “많이 기쁘다”, “조금 기쁘다”, “기쁘지 않다”라는 이러한 감정의 값들이 정하기 어렵다[1,2,6].

4. 반투명 물질 구현을 위한 수학적 모델

4.1 반투명 물체의 생성 방법

본 연구에서는 제시한 반투명 물체를 생성시키기 위한 방법으로 파티클 입자로 일종의 방사체를 이용하여 난수를 발생시킨다. 난수의 발생 시 입자의 값들은 영향력 범위에 존재해야한다. 무작위로 발생될 경우 물체를 표현하기 어려워지고, 분포밀도를 나타내기 어려워지는 단점을 가지고 있다. 그러므로 난수의 값들은 일정한 영향력 범위의 값들을 초과하지 않도록 초기 생성 값을 기준으로 영향력 범위로 제한시킴으로써 안정적인 크기를 유지할 수 있는 물체를 생성시킬 수 있으며, 모양 또한 사용자가 원하는 모양을 유도해 낼 수 있다. 아래 소스는 난수를 발생시키기 위한 의사난수 발생기의 처리부를 나타낸다.

```
float Rndo(int x)
{
    x=(x<<13)^x;
    int Prime1=15731;
    int Prime2=789221;
    int Prime3=1376312589;
    return (1.0f - ((x*(x*x*Prime1
    +Prime2)+Prime3)
    & 7ffffff)/1073741824.0);
}
```

난수 값들은 512×512 텍스처 맵으로 저장하고, 이 맵을 일종의 참조데이터블로 사용한다. 512×512 텍스처 맵의 경우 약 26만개의 난수 값을 담을 수 있다. 이 값을 이용하여 파티클 입자의 초기 값, 위치, 속도, 시간으로부터 계층적인 물체를 생성한다. 아래 수식의 경우

```
Pos=pos0+vel0*t; (5)
Pos.x=prevpos.x+noies(x,y,z)*0.01;
Pos.y=prevpos.y+0.1;
Pos.z=prevpos.z+noies(x,y,z)*0.01;
```

식 (5)에서 초기 위치에서 어떤 속도로 발산하는 입자의 위치와 방향을 계산하기 위한 처리를 나타내기 위한 식이다. Ebert의 생성 모델을 기초하여, 음함수 모델로 전체적인 물체를 표현한다. Wyvill이 제안한 음함수 모델의 밀도 함수인 식 (4)을 적용한다.

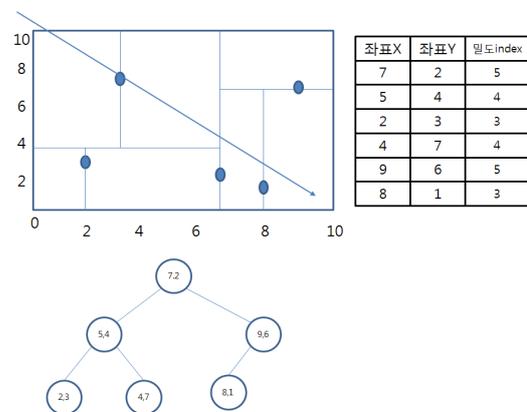
$$h_i(r) = \begin{cases} 1 - \frac{4}{9} \frac{r^6}{R^6} + \frac{17}{9} \frac{r^4}{R^4} - \frac{22}{9} \frac{r^2}{R^2}, & (r \leq R), \\ 0 & (r > R) \end{cases} \quad (6)$$

여기서 R 은 주어진 방사체의 반지름이고, r 은 방사체의 중심에서 현재 위치까지의 거리이다. $r=0$ 일 때 $h(r)=1$ 이 되고, $r=R$ 일 때 $h(r)=0$ 이 된다. 이때는 i 번째 생성된 방사체를 나타낸다. 이렇게 생성된 물체의 밀도는 렌더링을 위한 저장된 포톤의 경로에 대한 계산 값으로 사용된다. 물체의 밀도 값은 포톤 검색의 효율성을 위하여 공간분할 구조인 kd-tree를 구성하여 저장한다. kd-tree의 경우 n 개의 포톤을 저장하기 위한 포톤맵의 경우 하나의 포톤을 검색하기 위해 사용되는 검색시간은 $O(\log n)$ 의 탐색 시간이 필요하며, 최적화된 균형 kd-tree의 경우 N 개의 인접한 포톤의 검색을 위해서는 $O(k + \log n)$ 의 탐색시간이 소요된다[11]. 구름과 같은 경우 경계가 곡선인 물체를 모델링하기 위해서는 가우시안 분포처럼 밀도 분포가 연속적으로 부드럽게 배치되어야한다. 강물의 이동과 달리 구름과 같은 반투명 물체의 경우 이동 방향은 물체가 이동한 방향과 힘의 방향이 반드시 일치하지 않는다. 물체가 위치 X 에서 dX 만큼 약간 이동했을 때 힘 F 가 한일 dw 을 계산할 수 있다.

$$dw = F \cdot dX \quad (7)$$

D'Alembert의 방정식을 적용하여 구름의 이동시에 발생하는 위치에 대한 구속 개념을 적용할 수 있다.

$$m\ddot{X} \cdot dX = F \cdot dX \quad (8)$$



▶▶ 그림 1. KD-tree 자료구조의 저장형식 및 구조

$X = (x_1, x_2, x_3)$, $F = (F_1, F_2, F_3)$ 일 때, $dX = t$ 라면, $m\ddot{X}_1 = m\ddot{X} \cdot t = F \cdot t = F_1$ 이 된다. 즉 변위 j 나 k 방향으

로도 발생할 수 있으므로 j 방향으로 발생하면 $m\ddot{X}_2 = F_2$, k 방향으로 발생하면 $m\ddot{X}_3 = F_3$ 로 이동이 발생하게 된다.

4.2 물체의 밀도

반투명 물질에서의 빛의 진행 성질은 빛의 진행구간에 따른 적분 방정식으로 표현된다. 구름의 부피는 렌더링 과정에서 렌더링 위치의 격자들에 대한 파티클 입자의 분포를 통하여 효율적인 처리 속도 및 효과를 얻을 수 있다. 유체의 부양력은 Navier-Stokes 방정식을 이용하여 각 지점의 부피밀도 계산할 수 있다. 유체의 흐름에서 얻어지는 바람의 속도와 구름의 밀도 등의 정보들은 서로 긴밀히 영향을 준다. 이렇게 반투명 물체의 속도장에 영향을 줄 수 있는 요인으로는 사용자에게 의해 정의되는 외부의 힘, 밀도에 의한 부양력, 유체의 팽창을 위한 \varnothing 값 등이 있다. 한 지점에서 밀도에 대한 부양력은 다음의 수식으로 표현된다.

$$f_{buoy} = -\alpha dz + \beta z \tag{9}$$

여기서 z 는 중력의 반대 방향을 향하는 벡터이고, 각 격자에 해당하는 공간에 포함된 입자들의 개수 n_{grid} 이고, 격자 내부에서 입자들이 차지하는 체적 율을 입자의 반지름을 r 이라고 하면, 식 (10)은 체적 율을 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$f_{grid} = \frac{n_{grid} \times \frac{4}{3} \pi r^3}{a^3} \tag{11}$$

4.3 구름의 생성 및 렌더링 방법

구름과 같은 반투명 물체를 렌더링하기 위해 제한하고 있는 처리 방법은 KD-Tree 자료구조를 이용하여 밀도 값으로 인덱싱한 참조 테이블을 생성시켜, 이를 이용하여 시뮬레이션 하는 처리 기법을 적용하여 처리하는 방법을 소개한다. 그림 1의 저장구조를 바탕으로 KD-Tree를 복구할 수 있다. 이것은 시점의 변화나 반투명 물체의 이동시에 관계없이 파티클에 대한 계산을 빠르게 수행할 수 있다. 이로 인해 높은 수준의 결과를 얻기 위해 격자점 해상도를 높더라도 계산 량의 증가가 적고 각각의 물질마다 밀도장을 할당할 필요가 없기 때문에 추가적인 메모리 사용의 부담을 줄일 수 있다. 또한 반투명 물체를 세밀하게 표현하기 위한 확장이 자유로운 장점을 가질 수 있다. 그리고 광원광도에서 광도를 가진 많은 수의 입자를 추적하여 그 곳에 광도를 높이기

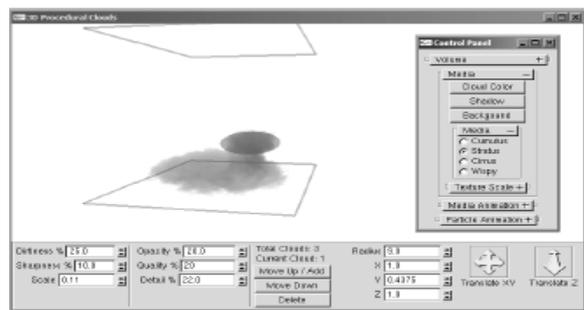
위한 방법으로 각각의 물체와 만난 그 지점에 대한 반사, 투과, 흡수의 3가지 확률적인 선택을 통하여 반응된 포톤 맵의 위치 정보를 저장하여 이를 러시아 룰렛 (russian-roulette)방법을 활용한다. 포톤이 한 물체의 표면에 부딪혔을 때 그 물체가 ϕ_r 의 확률로 빛을 반사시키고 ϕ_t 의 확률로 투과시킨다고 했을 때, 이 포톤이 세가지 경우로 진행하게 된다. 특히 포톤이 산란되는 경우에만 위상함수를 이용하여 계산한다. 가장 흔히 사용되는 위상함수로 Henyey-Greenstain 함수는 다음과 같이 정의된다[2].

$$p(\theta) = \frac{1-g^2}{4\pi(1+g^2-2g\cos\theta)^{1.5}} \tag{12}$$

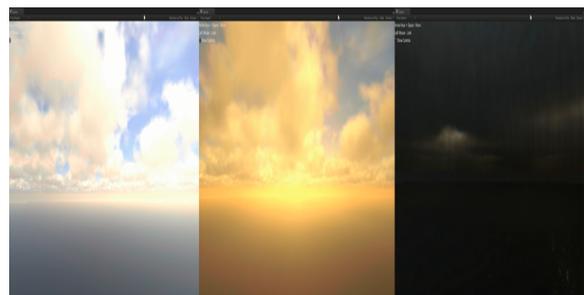
위 식(12)에서 g 는 이 위상 함수의 계산을 위해 각 물질이 갖는 -1과 1사이의 값을 갖는 상수이며 θ 는 굴절될 방향의 각도를 의미한다[11].

4.4 반 투명 물질의 구현 사례

실 감형 온라인 게임에 필요한 타입의 구름과 하늘을 이론을 바탕으로 실시간으로 구현하여 시뮬레이션 하였습니다. 그림 2는 기존에 연구되어온 구름 생성시스템의 모형을 보여주고 있다[8]. 그림 3은 캐릭터의 감정에 따라 태양의 조명 및 하늘의 색상과 변화를 실 감형 온라인 게임에 적합하게 구현하였습니다[2].



▶▶ 그림 2. 구름 생성 시스템[8]



▶▶ 그림 3. 시간과 감정에 따른 구름 변화 유형

5. 결론

본 연구는 감성 온라인 게임과 같은 환경에 사용 가능한 반투명 물체 중 하늘과 구름과 같은 반투명 물체를 생성하기 위한 처리 유형을 살펴보았다. 이것은 최근 관심이 많아지고 감성 게임에 적용 가능한 처리 기법이 될 것이다. 기존의 볼륨렌더링기법은 구름과 같은 반투명 물질을 가시화하기 위해 사용되어온 전통적인 방법으로는 생성된 이미지의 사실성에 있어 매우 높은 성능을 보여주고 있으나 많은 계산시간을 요구하는 단점으로 인해 실시간 온라인게임과 같은 환경에 적용하기에 어려운 점이 있었다. 밀도 정보를 이용하여 렌더링 시 필요한 처리 값을 미리 생성시켰으며, 이에 대한 인덱스 값을 KD-Tree 자료구조를 이용하여 저장함으로써 빠른 저장과 검색효율을 얻을 수 있는 처리 방법이다. 또한 다양한 감성 처리를 위한 처리 방법의 접목을 통하여 효율적인 시스템을 구축할 수 있을 것이다.

참고 문헌

- [1] 이승욱, "실 감성 온라인 게임을 위한 계산이론 기반의 프로세스 모델". 한국컴퓨터게임학회논문지, NO 3. 25, September 2012.
- [2] 이승욱, "감성 온라인 게임을 위한 구름 생성 시스템". 한국컴퓨터게임학회논문지, Vol.26, NO 1. 30, March 2013.
- [3] A. Ortony, G. Clore, A. Collins, "The Cognitive Structure of Emotions", Chicago University Press, 1998
- [4] Alain Fournier and William T. Reeves, "A Simple Model of Ocean Waves," Computer Graphics, Vol. 20, No. 4, 1986, pp 75-84.
- [5] Bruce Blumberg, "Integrated Learning for Interactive Synthetic Characters", Proceedings of the 29th annual conference on Computer graphics and interactive techniques. SIGGRAPH, 2002
- [6] D. Kim, H. S. Sim, K.-E. Kim, J. H. Kim, H. Kim, and J. W. Sung, "Effects of user modeling on POMDPbased dialogue systems", In Proceedings of Interspeech, 2008.
- [7] Damien Hinsinger, Fabrice Neyret and Marie-PauleCani, "Interactive Animation of Ocean Waves," Proceedings of the 2002 ACM SIGGRAPH/Eurographics Symposium onComputer Animation, 2002.
- [8] David. S. Ebert, "Volumetric modelling with implicit functions: A cloud is born." In Visual Proceedings of ACM SIGGRAPH 1997, Computer Graphics Proceedings,pp. 147, 1997.

- [9] J. Pineau, G. Gordon, and S. Thrun, "Point-based value iteration: an anytime algorithm for POMDPs", In Proceedings of IJCAI, 2003.
- [10] Ken Perlin, "An Image Synthesizer," SIGGRAPH, 1985.
- [11] S. Sanner and C. Boutilier, "Practical solution techniques for first-order MDPs" Artificial Intelligence, 173:748-788, 2009.

저자소개

● 이승욱(SungUg Lee)

정회원



- 2005년 : 동아대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
- 2001~2005.3 : 동아대학교 컴퓨터공학과 BK21 교수
- 2005.4~현재 : 동명대학교 디지털엔터테인먼트학부 게임공학과 교수

<관심분야> : 게임알고리즘, 분산처리, 컴퓨터 그래픽스