

Radiosity model과 AI 알고리즘을 이용한 모바일 게임 구현

김성동*, 진성아**, 조데레샤*

계원예술대학교 게임미디어학과, 성결대학교 미디어소프트웨어학부,
sdkim@kaywon.ac.kr, solideochin@gmail.com, teresa@kaywon.ac.kr

Implementation of 3D mobile game using radiosity model and AI algorithm

Seongdong Kim*, Seonga Chin**, Teresa Cho*
Dept. of Game Media, Kaywon University of Art and Design*
Division of Media Software, Sungkyul University**

요 약

3D 게임그래픽 표현기술은 게임콘텐츠발전과 함께 콘텐츠 분야에서 중요한 요소가 되었다. 특히 게임 캐릭터 표현 기술은 사실적인 그래픽 기술과 시각적인 즐거움을 주는 것 이외에 게임을 진행하는 게임에 대한 몰입도의 중간 단계역할을 하며 플레이어가 마치 게임 속에서 영웅적인 모험을 즐길 수 있도록 작각을 만들어 낸다. 3D 게임에 있어서 게임캐릭터의 높은 완성도는 개발과정 가운데 캐릭터 설정작업의 세심한 디테일작업과 신중함이 주요요인으로 작용한다[3]. 본 논문에서는 게임구현을 위하여 인지적 AI 알고리즘이 적용된 3D 유니티 게임 엔진을 사용하여 radiosity의 수학적 모델과 기본적인 radiosity 모델, 점진적 개선 radiosity 모델 기법을 방법론을 소개하고, 모바일 게임에 적용한 캐릭터 표현기법을 제안하려고 한다. 게임엔진에 실제적으로 적용하여보니 렌더링과정과 모의실험에서 표면의 투영도는 게임콘텐츠 환경의 조명도에 따라 변화됨을 발견 할 수 있어서, 전체적으로 질 높은 게임캐릭터가 완성되었음이 확인 되었다.

ABSTRACT

The 3D game graphic technology has become an important factor in the contents field with the game contents development. In particular, game character technology provides a realistic technique and visual pleasure, as well as an intermediate step in the immersion of the game in which the game might create an optical illusion that enables the player to enjoy heroic adventure in the game. The high expression level of characters in 3D games is a key factor in the development process, with details and carefulness of the character setting work [3]. In this paper, we propose a character representative technique applied to mobile games using mathematical model of radiosity energy, spectral radiance model, and ray tracing model method using 3D unity game engine with sensible AI algorithm for game implementation. As a practical application to the game contents, it was found that the projection of the surface in the rendering process and the game simulation might change according to the lighting condition of the game content environment, so that the high quality of game characters was simulated.

Keywords : Radiosity model, Spectral radiance, Artificial Intelligence, ray tracing algorithm

Received: Jan, 6, 2017

Revised: Jan, 24, 2017

Accepted: Jan, 26, 2017

Corresponding Author: Seongdong Kim (Kaywon University)

Seonga Chin (Sungkyul University)

E-mail: sdkim@kaywon.ac.kr, solideochin@gmail.com

ISSN: 1598-4540 / eISSN: 2287-8211

© The Korea Game Society. 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.

1. 서론

최근 컴퓨터 그래픽 표현 기술의 향상으로 3차원 게임 개발의 주요 트렌드는 시기별로 구분되는 특징은 가지고 있지만 지난 수 10년 동안 변하지 않는 흐름 한 가지는 3차원 게임 그래픽 표현의 사실성을 강화하는 것이었다. 일반적으로 캐릭터 상에서 우리가 보는 조명효과를 모델링하는 것은 복잡한 과정인데 물리학과 심리적인 요소를 포함하고 있다. 근본적으로 콘텐츠 캐릭터들은 객체표면과 전자기 에너지 상호작용을 고려하는 모델을 가지고 묘사하게 된다[1]. 일단 빛이 눈에 도달하게 되면 그것은 인지과정을 유발시켜 우리가 실제적으로 무엇을 보는지를 결정하게 된다. 물리적인 조명모델은 물질특성, 광원과 다른 객체와의 상대적인 객체위치, 광원의 특징 등과 같은 많은 요소들을 포함한다. 특히 게임 캐릭터 표현 기술은 현실적인 그래픽 기술과 시각적인 즐거움을 주는 것 이외에 게임을 진행하는 게임에 대한 몰입도의 중간 단계역할을 하며 플레이어가 마치 게임 속에서 영웅적인 모험을 즐길 수 있도록 착각을 만들어 낸다. 또한 3D 게임에 있어서 게임캐릭터 높은 완성도는 개발과정 가운데 캐릭터 설정작업의 세심한 디테일작업과 신중함이 주요요인으로 작용하게 된다[3]. 컴퓨터 그래픽에서 조명모델은 종종 표면 조명효과를 묘사하는 물리적 법칙의 주요 요인이 된다[1,7]. 정확한 캐릭터 표현을 할 때 사용하는 radiosity model 알고리즘은 광원과 다양한 표면사이의 복사에너지 전파를 고려하여 광도를 계산하는 것이 바람직하다[7]. 본 논문에서는 게임구현을 위하여 전지적 능력을 활용한 AI 알고리즘이 적용된 3D 유니티 게임 엔진을 사용하여 복사 에너지의 수학적인 모델과 기본적인 radiosity model, 점진적 개선 radiosity model 기법을 이용하여 모바일 게임콘텐츠에 적용한 캐릭터 표현기법을 제안하려고 한다.

2장에서는 광 모델의 관련연구와 관련 자료들을 소개하고, 3장에서는 제안된 수학적 모델들에 대한 전개과정을, 4장에서는 얻어진 게임구현 영상과 성

능을 분석하며, 결론을 5장에 기술한다.

2. 관련연구

그래픽 렌더링은 기하학적인 3차원 정보를 2차원 스크린상의 이미지로 표현하는 것이 가장 중요 기능이다. 렌더링 엔진의 기능들을 크게 기본기능, 특수효과 기능, 속도 개선을 위한 기능 3가지로 나누어 볼 수 있다. 최근 다양한 게임캐릭터 애니메이션 광고 등의 콘텐츠 에서 사용되고 있는 사실적 렌더링 기술에서는 캐릭터를 효과적으로 표현하기 위해서 특징선과 색, 조명을 이용하는 방법을 제시하였다[1,2]. 그리고 조명효과는 반사와 굴절 모두 산란 및 정반사 향으로 정의 할 수 있다[1].

캐릭터 표면 위치에서 빛의 세기는 수학적 조명 모델을 이용하여 계산되는데 대부분 지원하는 그래픽 패키지에서 물리적 법칙의 단순한 근사모델을 사용하게 된다. 이러한 수학적 모델계산은 캐릭터 표면 위치로부터 반사되는 빛의 RGB 각 성분과 투명한 물체를 통과하는 빛에 대한 밝기 값을 제공한다[8].

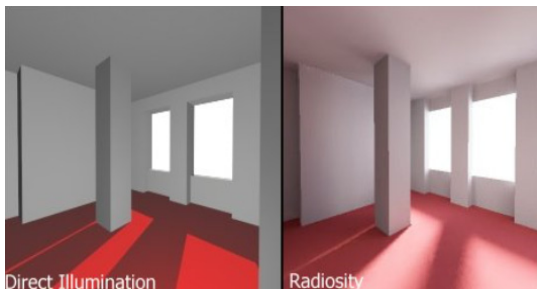
정 반사광도는 Phong 모델을 사용하여 계산된다. 투명효과는 재질의 단순한 투명도 계수를 이용하여 보통 근사되지만, 정확한 굴절효과는 Snell의 법칙을 사용하여 모델링 할 수 있다[8,9]. 개별광원으로부터 그림자효과는 그 장면에서 광원으로부터 보이지 않는 영역을 찾아내어 더하여 질수도 있다[10]. 평탄 렌더링(flat rendering)이라고도 부르는 균일광도 표면 렌더링에서는 계산된 하나의 칼라를 표면의 모든 점을 표현하는데 사용한다. 평탄 표면 렌더링은 보는 위치와 광원위치가 물체로부터 멀리 있는 경우 다면체나 곡면 다각형 메쉬에 대하여 정확하게 표현한다[1,10]. Gouraud 표면 렌더링은 다각형 꼭지점에서 빛의 세기를 계산하고 이 값들을 다각형의 면전체로 선형 보간하게 된다[3,4]. Phong 표면 렌더링은 더 느리기는 하지만, 보다 정교한 표면 렌더링 과정인데, 다각형 각면에 걸쳐

다각형 꼭지점의 평균 표면 법선을 보간하게 된다. 본 논문에서 언급하고 있는 방사도 수학적 모델은 게임캐릭터 장면내 여러 가지 표면들 사이에 방사 에너지 움직임을 계산함으로써 난반사효과를 위한 정확한 모델을 제공한다. 방사도 계산 속도를 향상하기 위하여 한 번에 하나의 표면조각으로부터 움직임을 고려하여 점진적으로 개선하는 방법을 사용하게 된다. 실험과정을 통하여 radiosity 캐릭터에 제대로 된 인공지능 시스템이 동작하기 위해서 두 가지 게임환경에 캐릭터를 전적으로 적용하여 캐릭터가 이상한 행동을 하지 않는지 살펴 볼 것이다 [8].

3. 본 론

3.1 Radiosity 의 수학적 모델

표면으로부터 난 반사를 정확하게 묘사하기 위하여 radiosity model은 장면에 있는 모든 표면사이의 복사에너지 상호작용을 하여야 한다. 비록 기본적인 조명모델이 많은 응용에서 적절한 결과를 만들어 낸다 할지라도 이 모델의 단순한 근사화는 게임캐릭터 같은 곳은 정확하게 묘사하기가 쉽지 않다. [Fig. 1]처럼 조명된 장면 내에서 복사에너지 투과를 지배하는 물리적 법칙을 고려함으로써 보다 정확하게 모델링할 수 있다. 이러한 화소 칼라 색 계산방법을 일반적으로 radiosity model 이라 하는데 여기서 각 부문별 적용된 수학적 모델을 제시하려고 한다[1,5].



[Fig. 1] Difference between standard direct illumination and radiosity model [5]

3.1.1 복사 에너지 항

일반적으로 빛의 양자모델에서 복사에너지는 개별적인 광자에 의해 전달된다. 보다 나은 조명 효과를 구현하기 위해서는 전역 조명 모델을 이해해야 하며, 근본적으로 빛의 속성을 이해해야 한다. 즉, 광학(Optics)에 대한 이해가 필요하지만, 이론 물리학에서 요구하는 수준의 깊은 이해를 필요로 하는 것은 아니다[6]. 전역 조명 모델 알고리즘의 궁극적인 목표는 어떤 장면에서 빛의 복사 에너지 방출이 안정적인 상태일 때 최대한 근사하는 것이다. 지역 조명 모델의 환경광, 난 반사광, 정반사광만을 사용한 근사식은 특정 상황에서만 정확한 근사식일 뿐이다. 보다 정확한 조명을 계산하기 위해서는 아주 미세한 영역에서의 빛의 에너지를 파악해야 한다. 이를 위해서, 플럭스(flux)라고도 불리는 방사 단위를 정의하고 하여야 한다. 단위 면적에 입사되는 빛을 입사 광도(Irradiance)라 하면, 이들의 관계를 다음과 같이 표현할 수 있다[1,6].

$$E_{\text{photon}, f} = hf \quad (1)$$

여기서 주파수 f 는 초당 사이클수로 측정되는데 빛의 색을 특징짓는데 사용되며, 파란색광은 자기장 스펙트럼의 가시적인 밴드내에서 높은 주파수를 가진다. 주파수는 또한 복사의 전기와 자기요소크기에 대한 진동률(oscillation rate)을 제공한다. 매개변수 h 는 플랑크 상수인데 그것은 광 주파수에 독립적으로 6.6262×10^{-34} joules. sec를 가진다. 단색 광 복사를 위한 전체 에너지는 다음과 같다.

$$E_f = \sum_{\text{all photons}} hf \quad (2)$$

그러나 임의의 실제 광 복사는 단색 광원으로부터 나왔다 할지라도 주파수의 영역을 포함한다. 그러므로 전체복사 에너지는 모든 주파수의 모든 광자에 대한 합이 된다.

$$E = \sum_f \sum_{all\ photons} hf \quad (3)$$

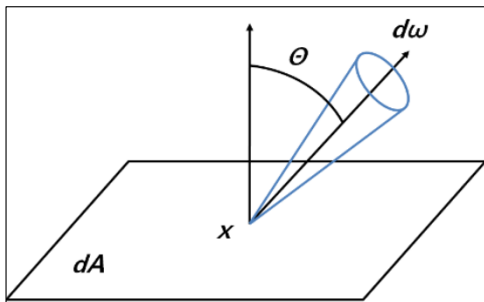
아울러 단위시간당 투과되는 복사에너지의 양을 복사속(radiant flux) Φ 이라 한다.

$$\Phi = \frac{dE}{dt} \quad (4)$$

여기서 복사속(radiant flux)은 복사력이라고도 하며, 와트(watts or joules)로 측정된다. [Fig. 2]에서 표면에 대한 광 효과를 얻기 위하여, 단위면적당 표면을 떠나는 복사속을 계산하는데, 이 양을 radiosity B 라고 한다.

$$B = \frac{d\Phi}{dA} \quad (5)$$

이것은 제곱 미터당 와트 단위로 측정된다. 광도 I 는 단위 투영 영역당 단위 입체 각도의 특정방향에 대한 복사속 측정으로 얻어지며, 단위는 $watts/(meter^2 \cdot steradian)$ 이다. 때때로 광도는 단순히 특정방향으로의 복사속으로서 정의된다고 보면 된다. 항목 광도의 해석에 따라 복사휘도(radiance)는 단위 투영 영역의 광도로서 정의될 수 있다. 선택적으로 복사휘도를 복사속 또는 단위 입체각도당 radiosity로부터 얻을 수 있다[1,2].



[Fig. 2] The radiant energy emitted from the surface point in the direction θ within the solid angle $d\omega$ [2]

3.1.2 Basic Radiosity Model

기본적인 radiosity model 은 모든 표면들이 작고 불투명한 이상적인 난 반사기 (Lambertian) 이라고 가정한다. [Fig. 2]은 표면으로부터 복사에너지 전달을 보여주는데 dB 는 단위표면 영역에서 단위 시간당 미분입체각도 $d\omega$ 내에서 각도 θ 와 ϕ 에 의해 주어진 방향으로 표면점으로 부터 방사되는 가시 복사속(flux) 이다. 방향 (θ, ϕ) 로의 발산 복사에 대한 광도 I 는 단위 입체 각도 당, 단위 투영 영역 당, 단위시간당 복사에너지로서 묘사될 수 있다.

$$I = \frac{dB}{d\omega \cos\phi} \quad (5)$$

표면이 이상적인 난 반사기라고 가정하면 광도 I 를 모든 관찰방향에 대해 일정하게 설정 할 수 있다. 표면 점으로부터 전체 에너지 복사비율을 얻기 위해 모든 방향에 대한 에너지를 더 할 필요가 있다. 다시 말하면 표면점에 중심을 둔 반구로부터 방사되는 전체 에너지를 원하는데 그것은 다음과 같다.

$$B = \int_{hemi} dB \quad (6)$$

완벽한 난 반사기에 대해 I 는 상수여서 복사속 B 를 다음과 같이 표현 할 수 있다.

$$B = I \int_{hemi} \cos\phi d\omega \quad (7)$$

또한 입체각 d 의 미분요소는 다음과 같이 표현 할 수 있다.

$$d\omega = \frac{dS}{r^2} = \sin\phi d\phi d\theta \quad (8)$$

그래서

$$B = I \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \cos\phi \sin\phi d\phi d\theta \quad (9)$$

$$= I\pi$$

다양한 표면으로부터 광 반사 모델은 울타리(enclosure)를 설정하는 것에 의해 형성된다. 울타리 내의 각 표면은 반사체, 방사체(광원), 또는 반사체-방사체의 결합이다. 울타리 내에 있는 n 개의 표면을 갖는 장면에 대해, 표면 k 로부터 복사에너지는 radiosity equation 으로 묘사된다.

$$B_k = E_k + \rho_k H_k$$

$$= E_k + \rho_k \sum_{j=1}^n B_j F_{jk} \quad (10)$$

여기서 매개변수 F_{jk} 는 표면 j 와 k 에 대한 형상인자(form factor)라 한다. k 가 광원이 아니라면 $E_k = 0$ 이 된다. 그렇지 않으면 E_k 는 단위면적당 표면 k 로부터의 에너지 방사율이 된다. 매개변수 ρ_k 는 표면 k 에 대한 반사계수이다. (모든 방향으로 반사되는 입사광의 퍼센트). 이 반사계수는 실험적인 조명모델에서 사용된 난 반사계수와 관련 있다. 울타리 내에 있는 다양한 표면위에서 조명효과를 얻기 위해 E_k , ρ_k 그리고 F_{jk} 가 주어진다면, n 표면에 대한 연립 radiosity 방정식을 풀어야만 얻을 수 있다.

$$(1 - \rho_k F_{kk}) B_k - \rho_k \sum_{j \neq k} B_j F_{jk} = E_k \quad k = 1, 2, 3, \dots, n \quad (11)$$

그리고 radiosity 값 B_k 를 π 로 나누어 광도 값 I_k 로 변환한다. 칼라 응용에 대해 ρ_k 와 E_k 에 대한 칼라요소를 이용하여 radiosity (B_{kR}, B_{kG}, B_{kB})의 개별적인 RGB 요소를 계산 할 수 있다. 두 표

면사이의 형상인자는 면적 dA_j 로부터 방사되어 dA_k 로 입사되는 에너지의 비율이 되는데 다음과 같다[1,2].

$$F_{dA_j, dA_k} = \frac{dA_k \text{로 입사되는 에너지}}{dA_j \text{에서 나오는 총 에너지}}$$

$$= \frac{I_j \cos\phi_j \cos\phi_k dA_j dA_k}{r^2} \cdot \frac{1}{B_j dA_j} \quad (12)$$

또한 $B_j = \pi I_j$ 가 되어,

$$F_{dA_j, dA_k} = \frac{\cos\phi_j \cos\phi_k dA_k}{\pi r^2} \quad (13)$$

그리고 캐릭터 전체표면 k 로 입사하는 면적 dA_j 로부터 방사되는 에너지는 다음과 같이 정리할 수 있다.

$$F_{dA_j, A_k} = \int_{surf_j} \frac{\cos\phi_j \cos\phi_k}{\pi r^2} dA_k \quad (14)$$

여기서 A_k 는 표면 k 의 면적이 된다. 이 식을 영역평균으로서 두 표면사이의 형상 인자를 정의 할 수 있는데 그것은 다음과 같이 정의 할 수 있다 [1,7].

$$F_{dA_j, A_k} = \frac{1}{A_j} \int_{surf_j} \int_{surf_k} \frac{\cos\phi_j \cos\phi_k}{\pi r^2} dA_k \quad (15)$$

radiosity model 을 적용하기 위해 장면에 있는 각 표면을 많은 작은 다각형으로 나눈다. 표현된 장면의 사실적인 모양은 다각형조각의 크기를 줄임에 따라 개선 할 수 있으나 보다 많은 시간이 장면을 렌더링하기 위해 필요하다[1].

3.1.3 점진적 개선복사모델 기법

radiosity 기법이 상당히 사실적인 표면 렌더링을 만들어 낸다 할지라도, 형상인자를 계산하기 위해 상당한 처리시간이 필요하고 많은 기억저장 장소가 요구된다. 점진적 개선복사모델기법을 이용하면 매 반복 할 때 마다 계산을 빠르게 하고 기억장소를 줄 일수 있도록 반복적인 radiosity 알고리즘을 재구성 할 필요가 있다. 또한 radiosity 수식 (11) 으로부터 두 개의 표면 조각사이의 복사에너지 전달은 다음과 같이 계산 할 수 있다.

$$B_k \text{에 기인한 } B_j = \rho_k B_j F_{jk} \quad (16)$$

이 수식을 역으로 이야기 하여보면,

$$B_k \text{에 기인한 } B_j = \rho_j B_k F_{kj}, \text{ for all } j \quad (17)$$

이 수식은 다음과 같이 다시 정리 할 수 있다.

$$B_k \text{에 기인한 } B_j = \rho_j B_k F_{jk} \frac{A_j}{A_k}, \text{ for all } j \quad (18)$$

이 관계는 radiosity 연산을 위한 점진적 개선법 근방법의 기본모델이다. 한 개의 표면조각 k를 이용하여 모든 형상 인자 F_{jk} 를 계산 할 수 있으며, 그 조각으로부터 주위에 있는 모든 다른 표면으로의 광 전달을 고려 할 수 있다. 이러한 과정에서는 하나의 반 정육면체 매개변수 값들 및 관련 형상인자만 계산해서 저장하면 된다. 이러한 매개변수 값들을 다른 선택된 조각들에 대한 값으로 대치한다. 그리고 하나의 선택된 조각으로부터 다른 것으로 진행됨에 따라 표면 렌더링을 점진적으로 개선하여 캐릭터를 디스플레이 할 수 있다. 단순한 점진적 개선기법에서의 처리 단계를 다음 알고리즘에 간략히 제시하고자 한다[1,2].

```
// A semi-cube is set for each patch k, and the shape factor
// sh[j][k] is calculated.

for each patch k {

    DRAD = RHO[j] * bb[k] * sh[j][k] * AA[j] / AA[k];
    DDB[j] = DDB[j] + DRAD;
    bb[j] = bb[j] + DRAD;
}
DDB [k] = 0;
```

각 단계에서 렌더링 된 표면을 디스플레이 하는 것은 어두운 장면에서부터 충분히 조명된 연출 장면으로 진행되는 연속되어지는 장면을 만드는 것이다. 1 단계 이후, 광원들과 선택된 방사체에서 보이는 비 방사 조각들만 채색이 된다. 보다 유용한 초기장면을 만들기 위해 모든 조각들이 약간의 조명을 갖도록 주변 광 수준을 설정 할 수 있다. 반복의 각 단계에서 장면으로의 복사에너지 전달 정도에 따라 주변광을 줄인다[1]. [Fig. 3] 에서는 radiosity model 를 이용한 게임 그래픽 화면을 실제 게임예제로 제시하고 있는데, 광원의 영향으로 연출 장면이 충분한 효과로 만들지는 못하고 있는 한 예제이다.



[Fig. 3] Game graphical scene using radiosity mathematical model

4. 구현

4.1 구현 환경 및 방법

본 논문에서 제안된 수학적 모델을 바탕으로 게임 시스템을 구현하기 위해 다음과 같이 구성하였

다. 시뮬레이션을 위한 데스크 탑은 Intel Xeon(R) CPU 3.2Ghz, Window 8 64bit 운영체제가 설치되어 있고 그래픽 카드는 2X Geforce GTX 770 모델을 사용하였다. 소프트웨어로 Unity 5.3.4f1 버전이 설치되어 있다. 그림 [Fig. 4]는 실제 유니티에서 개발한 모바일 게임화면인데, 기본적인 radiosity 광 모델방법과 점진적 개선복사모델이 적용된 것을 테스트하기 위하여 전지적 능력을 활용한 인공지능 에이전트 알고리즘을 이용하여 구현하였다. 캐릭터 인공지능시스템이 제대로 동작하기 위해서는 주변 환경에 대한 정보가 있어야 한다. 특히 여기서 구현된 인공지능 수준은 전적으로 환경에 대하여 얻는 정보와 양에 따라 결정되었다. 이러한 정보를 토대로 수학적 복사모델과 인공지능 캐릭터는 실행 할 로직을 정확하게 구현하였다. 여기서 엉뚱한 지역에 숨는다거나 가만히 있거나 이상한 행동을 반복하게 되면 인공지능 캐릭터로서 제 역할을 하지 못하게 된다.



[Fig. 4] Game characters by improved radiosity and AI agent algorithm

본 연구 결과를 검증하기 위하여 인공지능 게임 캐릭터를 두 종류의 개발한 게임콘텐츠에 적용하여 보았다. 하나는 AI 에이전트 캐릭터가 감각을 가지고 특성을 가지도록 제작된 형태인데, 이 캐릭터는 임의의 방향으로 돌아다니며 여기에서는 두 가지 지능형 감각을 사용하였다.



[Fig. 5] Game characters by improved radiosity model and obstacle avoidance algorithm

[Fig. 5]에서는 캐릭터 개체가 장애물을 피하며 목적지에 도달 할 수 있도록 제작된 레이싱 형태 게임이다. 이것에 사용한 알고리즘은 아주 간단한 레이캐스팅 (ray casting)을 사용하였기 때문에 경로 이동 중 가로막힌 장애물만 피해 갈 수 있었다. 다음 스크린 샷은 장면 구현 모습이다. 특히 실험과정을 통해 발생한 문제점들은 개선하였으며 시스템을 더욱 완성도 높게 제작하였다.

4.2 실험 결과

실험을 통하여 얻은 개선 사항을 수정하여 보다 높은 그래픽 현실감을 부여하였으며, 인공지능 캐릭터의 감각을 구현하는 개념들을 게임을 통한 실험 대상으로 하여 직접 구현하였다. 수학적 모델을 통한 radiosity 광 모델과 인공지능시스템의 일부 행동 시스템과 결합 특정감각에 반응하는 행동을 게임 캐릭터로 연출되었다. 캐릭터 동작 인식과 렌더링 정도가 매우 훌륭하여 AI 에이전트가 적 특성 개체를 찾는 모습을 선명하게 보여 주었다.

5. 결론

본 논문에서는 현실감 있는 게임 캐릭터를 연출하기 위하여 전지적 능력을 활용한 인공지능 게임 환경을 확장구축하기 위하여 게임 캐릭터가 어떠한 형태가 적합한지를 효율적으로 표현 하려고 노력하

였다. 게임콘텐츠에 적합하게 보이고 물체들을 효율적으로 식별하고 연출 가능하도록 알고리즘을 개발하여 적용하였다. 일반적으로 물체는 발광체와 반사면으로부터 게임엔진에 실제적으로 적용하다보니 렌더링과정과 모의실험에서 표면의 투영도는 게임콘텐츠 환경의 조명도에 따라 약간 변화됨을 발견 할 수 있었으나, 전체적으로 완성도 높은 게임 캐릭터가 완성되었음을 볼 수 있었다.

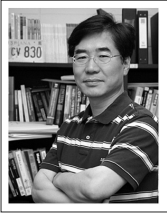
사실감 있게 게임구현을 위하여 생명체와 유사한 감각시스템 개념을 게임캐릭터에 사용하여 인공 지능적 행동을 구현하려고 하였다. 캐릭터의 변화 시스템에서도 자연스럽게 흥미로운 요소라는 점을 알 수 있었다. 솔직히 말하면 인지적 능력을 잘 활용하면 향후 본 시스템을 바탕으로 3D 캐릭터에 다양한 지능형 캐릭터가 게임콘텐츠를 통해 연구 개발 될 수 있으리라 판단된다.

Mathematical Fresnel model for Game Improvement”, Korea Game Society Vol.16, No 1 pp. 111 - 118, 2016.

- [10] Eunho Han, “An Efficient Rendering Method of Object Representation Based on Spherical Coordinate System”, Korea Game Society Vol.8, No 3 pp. 69 - 76,2008.

참고문헌

- [1] Hearn, Baker Computer Graphics, Pearson, 3rd edition, 2006.
- [2] W Lee, S Kim, S Chin, “Subsurface Scattering-Based Object Rendering Techniques for Real-Time Smartphone Games”, Mathematical Problems in Engineering, Vol. 2014, 8 pages, 2014.
- [3] <http://www.graphics.cornell.edu/~wbt/images/>
- [4] Hayoung Bang, “ A study on 3D game character”, SookMyeong Univ Master Thesis 2007
- [5] [https://en.wikipedia.org/wiki/Radiosity_\(computer_graphics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Radiosity_(computer_graphics))
- [6] <http://celdee.tistory.com/654>
- [7] Younmi Kwon, Kyeonga Min, “A Non-Photorealistic Rendering Technique for Game Characters using Contour Graph”, Korea Computer Game Society No 19, pp.75 - 78, 2009.
- [8] O Sourina, D Wortley, Seongdong Kim, Subconscious Learning via Games and Social Media, Springer 2015.
- [9] Seongdong Kim, “PBR simulation considered



김 성 동(Seong dong Kim)

약 력 : 1981 광운대학교 전자공학과 학사
1992 City University of New York 전산학석사
2001 광운대학교 컴퓨터공학과 박사
2001-2002 University of Notre Dame 연구 과학자
2010-2011 Purdue University 방문연구교수
1995- 계원예술대학교 게임미디어과 교수

관심분야 : 게임물리기반 렌더링, 게임물리엔진,
Serious game, Virtual Reality, AR



진 성 아(Seong ah Chin)

약 력: 1991 전북대학교 수학과 학사
1993 전북대학교 전산학 석사
1999 Stevens Institute of Technology 전산학박사
2000 서강대학교 미디어공학과 연구교수
2006 Wayne State Univ. 방문연구교수
2016 Nanyang Technological Univ. 방문연구교수
2001- 성결대학교 미디어소프트웨어 교수,
XICOM LAB (<http://xicomlab.re.kr>) 디렉터

관심분야 : Physically-based Rendering, Virtual Reality,
Mixed Reality, Game Engine, Visual Computing



조 데 레 샤 (Teresa Cho)

약 력 : 1998 Graphic Design at DJCAD in UK 학사
2000 3D Design at UCA in UK 석사
2004 Design at WMIN in UK 박사
2015-2006 현대자동차 디자인연구소 연구원
2006- 계원예술대학교 게임미디어과 교수

