

# 고급 렌더링 기술을 활용한 사실적인 피부 구현

팀 명 송상성한 포레스트

팀 원 송정은

지도교수 신현준 교수님

멘 토 정태홍 박사님 (스노우)

## 개발 동기 및 목적

피부를 현실적으로 구현하는 과정이 어려운데, 그 이유는 피부는 많은 미묘한 시각적 특징을 지니고 있으며, 실제 사용자인 사람은 피부와 외모에 민감하여 부자연스럽다고 느끼기 쉽기 때문이다.

그래서 피부의 물리적 특성을 분석하고, 이를 반영하여 사실적인 피부 렌더링을 구현한다. 특히, 피부 표면 아래의 빛 투과와 산란을 나타내는 Subsurface Scattering에 중점을 두어 개발하였다.



그림1. 개발한 프로그램에서 피부 모델을 테스트하는 과정.

## 개발 내용

### SSSSS (Separable Screen Space Subsurface Scattering)

#### 1 각각 다른 반사율을 가지는 피부층

피부는 여러 개의 층으로 이루어져 있으며, 피부로 들어오는 빛은 층마다 다른 반사율을 가진다. 크게 봤을 때 피부의 기름진 상위층에서는 빛이 바로 반사되고, 내부 하위층에서는 빛을 흡수하여 사라지거나 피부 내부에서 산란되어 다른 곳으로 방출되기도 한다. 산란되어 다른 곳으로 방출된 빛은 피부를 번지게 하는 효과(블러)를 준다.

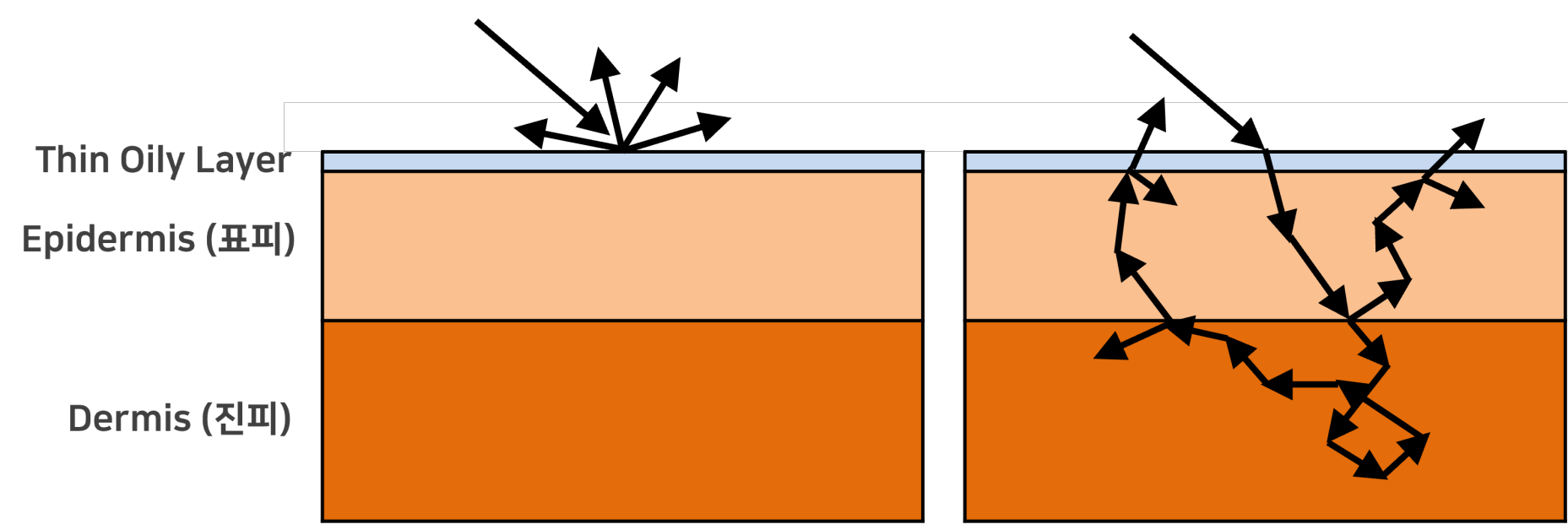


그림2. 피부층에 따른 빛의 반사

이 효과를 재현하고자 반사되는 빛(specular)는 그대로 두고, 방출된 빛에 대한 색(diffuse)에 Gaussian Blur를 적용한다. 아래 그림과 같이 거친 피부가 부드러워졌지만, Specular는 선명한 모습을 유지한다.

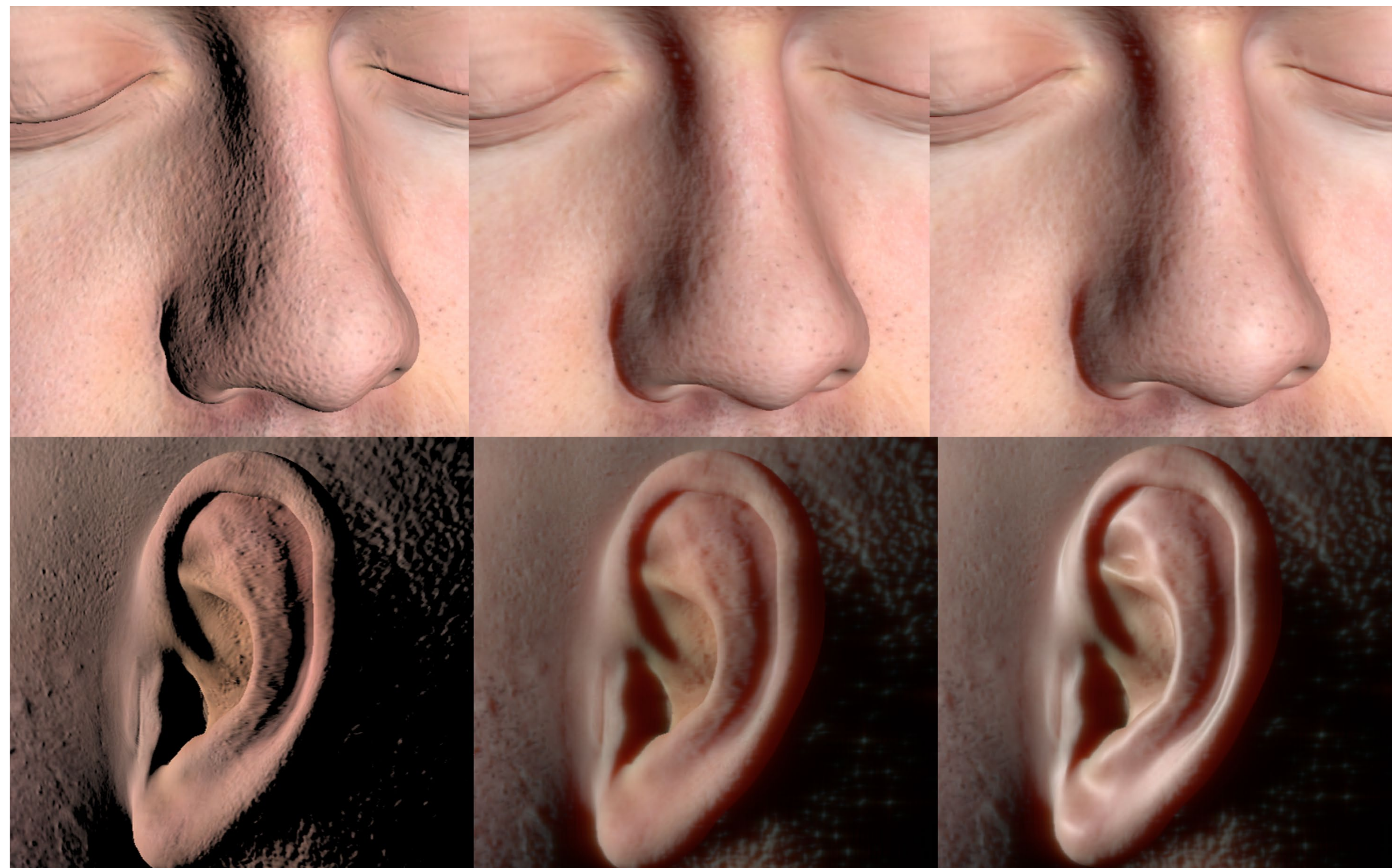


그림3. 왼쪽부터 Diffuse, Diffuse \* Gaussian blur, Diffuse \* Gaussian Blur + Specular

#### 2 파장마다 방출 강도가 다른 피부

피부는 파장마다 빛의 방출 강도가 달라서, 거리에 따라 방출되는 빛의 색이 다르다. 방출 강도가 가장 큰 빨간색은 빛이 들어온 지점과 먼 곳에서도 방출될 수 있다.

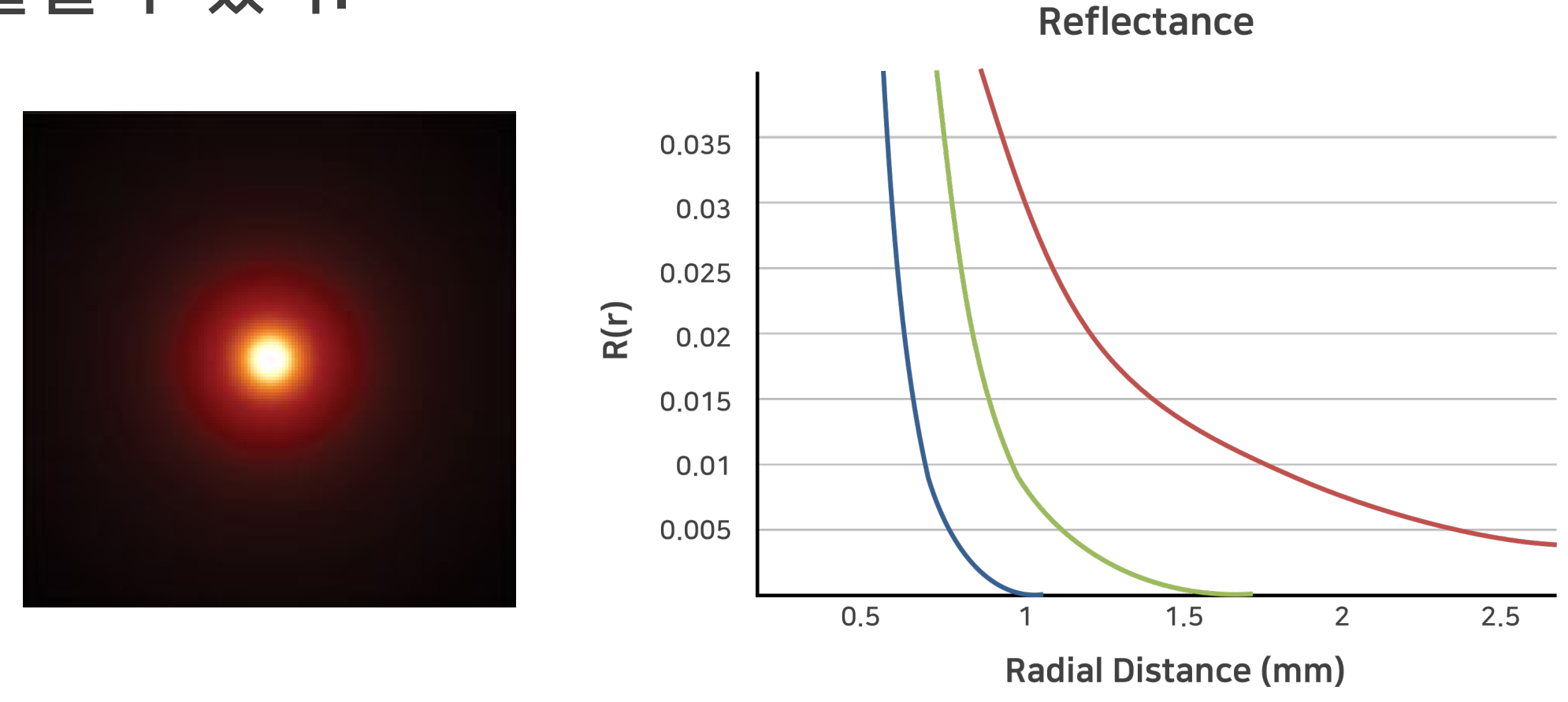


그림4. 피부 하위층에서 산란되는 방식에 대한 근사치를 시각화한 모습

Gaussian Blur의 Kernel 크기를 다르게 하여 각 RGB채널마다 6번의 블러를 적용하였고, 여러 층을 가지는 피부를 표현하였다. 콧등, 귀, 눈가 부분에서 붉은색의 퍼짐을 확인할 수 있다.

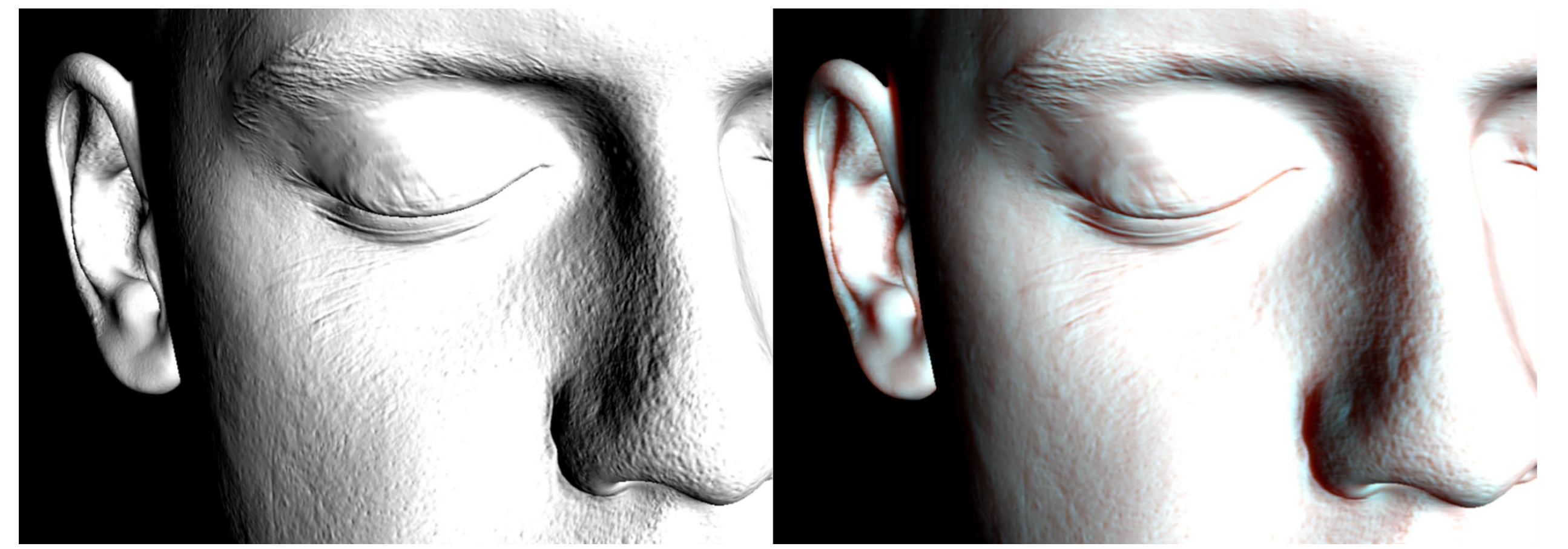
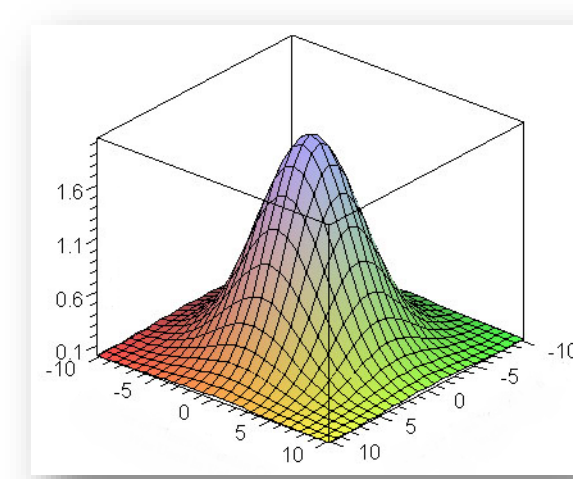


그림5. 컬러 텍스처를 제외한 Diffuse에만 Sum of Gaussian을 적용한 모습

## 주요 기술

그래픽 하드웨어(GPU)와의 통신을 지원해주는 API인 OpenGL을 사용하여 C++로 개발



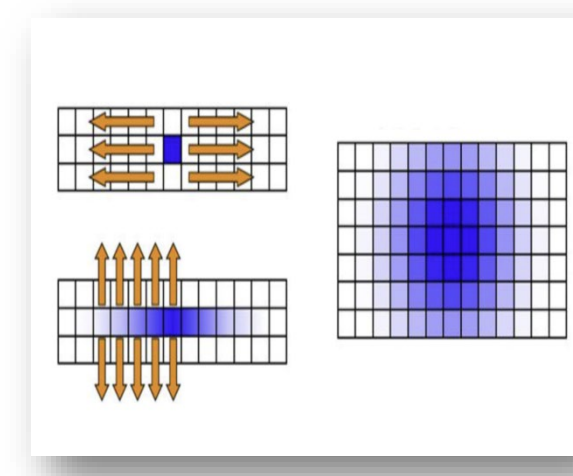
#### ◆ Screen Space에서의 Gaussian Blur

렌더링 화면을 텍스처로 저장하여 이미지에 전체적으로 블러를 적용하여 효율적인 GPU 사용으로 연산 속도 향상



#### ◆ Depth에 따른 커널 크기 조절 (Bilateral Filter)

Screen Space에서의 블러로 인해 배경과 모델이 섞이는 것과, 카메라와 모델의 거리에 따라 World Space에서 커널 바뀌는 것 방지



#### ◆ Separable Filtering

Screen Space임에도 불구하고 많은 연산 과정을 가지므로 가로/세로로 분리하여 블러를 적용해 연산 속도 향상

## 결과 및 분석

Subsurface Scattering을 구현한 렌더링 툴들이 존재하지만 복잡한 연산으로 높은 하드웨어 성능을 요구하곤 한다. 이를 보완하기 위해 Screen Space에서 Separable하게 구현하였고, 효율적인 GPU사용으로 연산 속도를 향상시킬 수 있었다.

추가적으로 Image Based lighting을 구현하여 더욱 현실적인 렌더링 환경을 제작할 예정이며, 게임 엔진에 기능을 적용하고 배포하는 것을 최종 목표로 한다.

오픈소스 URL

<https://github.com/jungizz/VCL-ScreenSpace-SubSurface-Scattering>

