

# 의류 객체의 사실적 렌더링 기법\*

강영민<sup>1</sup> 강정훈<sup>2)</sup> 김정수<sup>1</sup>

<sup>1</sup>동명대학교 게임공학과, <sup>2</sup>한국전자통신연구원

<sup>1</sup>ymikang, blackhydra1@tu.ac.kr <sup>2</sup>sungsoo@etri.re.kr

## Realistic Rendering Method for Fabric Objects

Young-Min Kang, Jung-Hun Kang<sup>2)</sup>, Sung-Soo Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tongmyong University, <sup>2</sup>ETRI

### 요약

선으로 이루어진 의류 객체의 움직임 생성하고 그 결과를 영상으로 만들어 내는 작업은 많은 응용을 가진 분야로서 활발히 연구되었다. 그러나 선의 직조 패턴 등을 고려하여 렌더링을 수행하는 기술들은 의류를 가까이에서 관찰한 결과를 렌더링 하는 데에 중점을 두었다. 시점이 객체에서 멀어져 직조 패턴이 시각적으로 감지되지 않는 상태에서, 천의 질감을 표현할 수 있는 표면 반사 모델에 대한 연구는 많지 않았다. 본 논문에서는 의류의 반사 특성을 표현할 수 있는 렌더링 모델을 제안한다.

### 1. 서론

옷감과 같은 객체는 일상생활에서 흔히 관찰되는 물체이기 때문에 가상으로 의류 객체를 만들어낸 경우, 그 동작이나 렌더링 결과가 사실적이지 않을 경우 쉽게 눈에 띄게 된다. 현재의 시뮬레이션 기술은 매우 사실적인 옷감을 실시간 환경에서도 생성할 수 있는 수준에 도달하였지만 옷감의 표면 반사 모델에 대해서는 아직도 만족스러운 수준이 아니다.

Yasuda 등과 Adabala 등은 천의 직조 패턴 등을 고려하여 렌더링을 수행하는 기술들이 제안하였다[1,2]. 하지만 이러한 기법들은 직조 패턴들을 사실적으로 보여주기 위한 것이었기 때문에 카메라를 객체에 가까이 놓고 관찰했을 때의 렌더링을 주로 고려하였다. 하지만, 직조 패턴이 감지되지 않는 거리에서 의류를 관찰할 경우에도 의류 표면의 독특한 특성에 따라 의류는 다른 플라스틱이나 금속 표면과는 다른 질감을 보이게 된다. 본 연구에서는 이러한 의류 특유의 질감을 생성하기 위한 모델을 제안하고자 한다.

### 2. 단순한 렌더링 모델의 문제점

같은 실시간 렌더링을 위한 그래픽 라이브러리들은 구로(Gouraud) 셰이딩을 기본 렌더링 방법으로 사용한다. 그림 1은 이러한 구로 셰이딩을 이용하여 렌더링한 결과를 보이고 있다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 구로 셰이딩을 이용할 경우 의류의 재질감을 느낄 수 없다. 본 연구를 수행하기 위해 한국전자통신연구원(ETRI)의 GridRender를 사용하였다. 이를 이용하여 풍(Phong) 모델과 측정 BRDF를 활용하여 렌더링한 결과가 그림 2의 (a)와 (b)에 나타나 있다. 의류 표면에 대한 측정 BRDF를 적용한 경우에도 사실적인 느낌의 의류 질감을 얻을 수 없었다.



그림 1. 구로(Gouraud) 셰이딩을 이용한 옷감 렌더링



(a) 풍 모델 적용 결과 (b) 측정 BRDF 적용 결과

그림 2. 풍 모델과 측정 BRDF 적용 결과

### 3. 미세표면 모델 기반의 반사 모델

제안하는 기법은 미세표면(microfacet) 모델을 기반으로 하고 있다. 이 모델의 반사 특성은 조각면들의 법선 벡터가 어떤 확률 분포를 가지는가에 따라 결정된다.

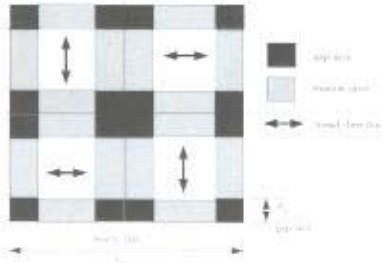


그림 3. 직조 패턴 간략화

Ashikhmin과 Shirley는 비등방성 표면의 외형을 표현하기 위한 미세표면 모델을 제안하였다. 이들이 제안한 미세표면 분포 함수는 다음과 같다.

$$D(w_h) = \sqrt{(e_x + 1)(e_y + 1)} (w_h \cdot n)^{e_x \cos^2 \theta + e_y \sin^2 \theta} \quad (1)$$

이때,  $e_x$ 와  $e_y$ 는 표면의 2차원 축을 따라 미세면들이 가지는 특성을 표현할 수 있게 한다.

의류를 구성하는 원은 직조된 직재로 가장 일반적인 형태는 직줄과 날줄이 번갈아가며 앞뒤로 교차하는 것이다. 옷감 표면의 반사 비등방성은 반사 표면에서 실이 어느 방향으로 진행하고 있는지가 중요하다. 따라서 본 논문에서 제안하는 모델은 표면의 비등방성이 직조 패턴의 크기에 따라 변화하는 모델이다. 직조 패턴을 크게 확대하면 그림 2와 같은 모습으로 간략화할 수 있다. 이 그림에 하나의 직조 패턴 크기는  $s_u$ 로 표현되어 있고, 실과 실 사이의 틈새 크기는  $s_v$ 로 표현되어 있다. 그림에서 검정색 영역은 실이 지나지 않는 틈새이며, 회색 영역은 직조에 의해 그림자가 생기는 영역이다. 화살표는 실이 지나가는 방향으로 이 방향에 따라 반사의 특성이 달라지게 된다. 우리는 간단히 이 방향에 따라 식 (1)의  $e_x$ 와  $e_y$  값을 서로 교환하는 모델을 사용하였다. 실의 방향을 판단하는 방법은 다음과 같은 식을 이용하였다.

$$\delta = \frac{(u - w_u - w_v \lfloor \frac{u}{w_u} \rfloor)(v - w_v - w_u \lfloor \frac{v}{w_v} \rfloor)}{2w_u} \quad (2)$$

이때  $u$ 와  $v$ 는 표면의 텍스처 좌표이다. 이 텍스처 좌표에 따라 실의 방향이 결정되며, 식 (2)에서 구한  $\delta$  값이 음수이면 실의 방향을 세로, 양수이면 가로로 설정하였다. 본 논문에서 제안하는 의류 렌더링 방법은 비등방성 미세표면 모델에 의한 반사와 램버트 반사 모델을 결합한 것이다. 램버트 모델은 실의 틈새에서는 빛을 반사하지 않고, 그림자 영역에서 어둡게 조정되었으며, 비등방성 미세표면 모델은 실의 방향에 따라 미세표면의 법선 벡터 방향을 조정하였다.

### 4. 실험 결과

그림 4는 본 논문에서 제안한 기법을 통해 렌더링한 결과이다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 기존의 모델에 비해 자연스러운 의류 표면 재질을 생성할 수 있다.

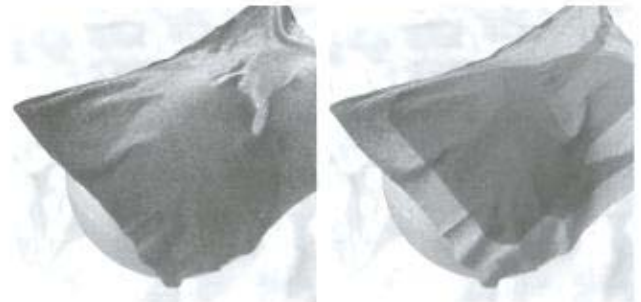


그림 4. 사실적인 의류 렌더링 결과

### 5. 결론

본 논문에서는 옷감의 직조 패턴이 만들어내는 변화하는 비등방성을 미세표면 모델로 구현하고, 옷감의 직조에 의해 발생하는 표면의 밤(gap)과 실에 의한 그림자 등을 고려한 렌더링 모델을 제안하였다.

### 참고문헌

- [1] T. Yasuda, S. Yokoi, J. Toriwaki, and K. Inagaki, A shading model for cloth objects, *IEEE Computer Graphics & Applications*, November, 1992.
- [2] N. Adabala, N. Magnenat-Thalmann and G. Fei, Visualization of woven cloth, *Proc. of the 14th Eurographics Workshop on Rendering*, pp. 178-185, 2003.
- [3] M. Ashikhmin and P. Shirley, An anisotropic Phong BRDF model, *Journal of Graphics Tools*, 5(2):25-32, 2002.