

# 모바일 기기에서 카툰 렌더링을 위한 파일 전처리 기법 및 도구의 개발

전재웅<sup>0</sup> 장현호 최윤철 임순범\*  
연세대학교 컴퓨터과학과  
숙명여자대학교 멀티미디어과학과\*  
{fyren, kencot, ycchoy}@rainbow.yonsei.ac.kr  
sblim@sookmyung.ac.kr\*

## Development of Cartoon Rendering File Preprocessing Method for Mobile Device

Jae-Woong Jeon<sup>0</sup> Hyun-Ho Jang Yoon-Chul Choy Soon-Bum Lim\*  
Department of Computer Science, Yonsei University  
Dept. of Multimedia Science, Sookmyung Women's University\*

### 요 약

최근 3차원 그래픽 기법 중에서도 비실사(Non-Photorealistic Rendering) 기법은 3차원 그래픽의 변형을 통해 사용자와의 원활한 커뮤니케이션을 이끌어 낼 수 있다는 점에서 많은 주목을 받고 있다. 비실사 기법 중에서도 실루엣 에지 렌더링과 불연속적인 셰이딩을 응용하여 3차원 그래픽을 카툰 스타일로 표현함으로써 수용자에게 친근하게 다가갈 사용자의 주의를 끄는데 용이한 방법을 카툰 렌더링이라고 하며 현재 다양한 분야에서 사용되고 있다. 그러나 모바일 기기에서의 카툰 렌더링 기법 구현에 대한 연구는 미비한 실정이다. 본 논문은 모바일 기기에서의 카툰 렌더링 기법 구현을 위하여 카툰 렌더링 파이프 라인의 변화 및 전처리 파일 대체 기법에 대하여 제안하며 이를 위한 파일 전처리 도구에 대하여 다루고 있다. 이 기법을 통해서 사용자는 모바일 기기에서 카툰 렌더링 기법을 구현하여 다양한 모바일 분야에 적용이 가능하게 된다.

### 1. 서 론

전통적인 컴퓨터 그래픽은 사진에 근접한 실사 기법을 구현하는데 중점을 두고 있었다. 그러나 사실적 3차원 그래픽의 구현을 벗어나 사용자와의 커뮤니케이션을 중시하는 비실사적 렌더링 기법이 최근 활발히 연구되고 있다. 비실사적 렌더링에서는 다양한 선화를 통해서 정보의 전달을 효과적으로 이루어 내며 이를 위해 실루엣 에지 렌더링을 사용하고 있다. 3차원 모델의 선을 찾아내고 표현하는 실루엣 에지 렌더링과 불연속적인 셰이딩 기법을 결합하여 기존의 카툰 스타일의 그래픽을 생성하는 것을 카툰 렌더링이라고 한다. 카툰 렌더링은 카툰이라는 미디어가 많은 사용자에게 익숙한 매체라는 점에서 친근감을 주며, 정보를 전달하는데 있어서 카툰이라는 매체가 가지는 과장 및 특징화 기법을 빌려와 사용자의 관심과 높은 수준의 커뮤니케이션을 이끌어 낼 수 있다. 본 논문에서는 모바일 기기에서 카툰 렌더링 기법을 구현하기 위하여 카툰 렌더링 파이프 라인의 일부를 파일로 전처리 하는 기법과 이를 위한 도구를 제안한다. 이 기법은 카툰 렌더링에 따른 광원 계산 및 1차원 맵 생성, 매핑 좌표 계산 등의 오버 헤드를 줄이는 기법으로 파일 전처리 도구를 통해서 간단한 조작으로 자신이 원하는 3차원 메쉬 모델의 카툰 스타일의 그래픽을 모바일 기기에서도 사용할 수 있도록 개발하였다. 또한 본 논문에서 제작된 도구는 입력으로 기존의 3차원 모델 자료를 사용하고 있어서 적용이 편하고 응용의 폭이 넓어지는 장점을 가지고 있다.

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2004-000-10117-0(2005))지원으로 수행되었음

### 2. 관련 연구

#### 2.1 비실사적 렌더링

컴퓨터 그래픽 분야는 지난 수십 년간 사진과 동일한 효과의 실사 그래픽을 생성하는데 많은 연구가 행해지고 현재도 진행되고 있다. 실사적 표현에 근거한 컴퓨터 그래픽의 질은 최대한 세밀하게 묘사하여 사진과 흡사한 정도에 있다. 실사적 렌더링과 더불어 실사적 렌더링의 기본 개념에서 벗어나 다양한 표현 방법으로 전달하고자 하는 부분을 추상화시키는 새로운 개념의 컴퓨터 그래픽이 등장하였는데 이것이 바로 비실사적 렌더링 기법이다[1]. 비실사적 렌더링 기법은 추상화의 효율성에 중점을 두고 커뮤니케이션의 레벨에 초점을 맞춘다. 비실사적 렌더링 기법은 크게 미술적 미디어를 시뮬레이션 하는 방법과 사용자의 조작에 도움을 주어 새로운 비실사적 그래픽을 생성하는 방법, 마지막으로 자동적으로 미리 정해놓은 커뮤니케이션의 방법에 따라서 추상화된 그래픽을 생성하는 방법들이 있다[2]. 이와 더불어 실루엣 에지 렌더링의 변형을 통해서 외곽선을 생성하고 모델의 불연속적인 셰이딩을 통해 카툰 렌더링을 구현하는 기법 등 다양한 연구가 행해지고 있다.

#### 2.2 실루엣 에지 렌더링

실루엣 에지를 렌더링 하는 방법에는 실루엣 에지의 가시성을 계산하는 은선 계산 알고리즘[3]의 방법이 있는데 [3]의 알고리즘은 전체 화면을 탐색하여 계산을 하지 않아도 실루엣 에지 렌더링을 가능하게 해주며 프레임률을 향상시킨다. 은선을 제거하는 기법을 통해서 실루엣 에지 렌더링을 구현한 연구도 있으며 이들은 주로 배치 프로세스를 통해 렌더링 되며 실시간으로

로 렌더링을 구현하지는 못했다 [4][5]. 이후 정적인 다면체 모델에서 근접 정보를 통한 실시간 실루엣 에지 렌더링 방법도 제시되었다 [6]. 근접 정보를 통한 실루엣 에지 검출 방식과는 다르게 깊이 버퍼와 두 개의 폴리곤 집합을 사용하여 주어진 시선기준에서 화면에 보이는 실루엣 에지를 실시간으로 계산하는 방법을 사용한 기법도 제시되었다 [7][8].

### 2.3 카툰 렌더링

카툰 렌더링은 3차원 그래픽을 2차원 애니메이션과 같은 분위기로 렌더링을 해주는 기법을 말하며 카툰 렌더링이라는 이름 외에 셀 렌더링, 도트 렌더링 등으로 부르기도 한다. 카툰 렌더링을 구축하는 두 가지 요소는 다음과 같다.

첫 번째 카툰 렌더링의 요소는 실루엣 에지 렌더링이다. 카툰이라는 요소가 가지고 있는 외곽선을 표현하기 위해서 실루엣 에지 렌더링이 사용된다.

두 번째, 카툰 렌더링은 불연속적인 셰이딩 과정을 거치게 된다. 카툰에서는 단순화된 면 처리와 함께 특유의 단색 셰이드를 사용하는데 이 과정을 연산을 통해서 셰이딩 처리한다.

## 3. 파일 전처리 기법 및 도구

### 3.1 파일 전처리를 위한 사용자 정의 회전각 설정

모바일 기기는 하드웨어 성능 및 기반 조건이 데스크탑 환경에 비해 부족하기 때문에 기존의 카툰 렌더링 파이프 라인은 적용할 수 없다. 따라서 모바일 기기에서 실시간 카툰 렌더링을 구현하기 위해서는 렌더링 파이프 라인의 변화가 필요하다. 본 논문에서는 셰이딩의 계산량을 줄여주고 가장 부하가 많이 걸리는 텍스처 처리 과정을 논문에서 제안한 J2C 형식의 파일로 전처리 하게 된다. 파일 전처리 기법을 적용하기 위해서 사용자는 각각의 모바일 기기의 화면 특성과 하드웨어 성능에 따라서 회전각을 설정하게 된다. 회전각은 개발된 도구에서 조절이 가능하여 추후 각 회전각 사이의 보간 과정을 통해서 자동스러움을 더할 수 있다.

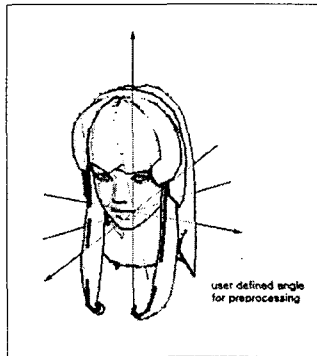


그림1. 사용자 정의 회전각

### 3.2 카툰 렌더링 파일 전처리 시스템 구조도

본 논문에서 제시된 기법은 구현된 도구에서 다음과 같은 과정을 통해서 J2C 라고 명명된 전처리 파일로 처리된다.

1. ASCII 3D scene 파일인 ase파일을 불러온다.
2. ase파일로부터 읽어 들인 모델 데이터에서 실루엣 에지를 찾기 위한 근접 정보를 전처리한다.
3. 설정한 회전 각도, 광원의 위치, 광원의 색상 에 따라 조영 분산색과 그늘 분산색을 구하고 각 재질에 대한 텍스처

를 생성한다.

4. 3차원 모델의 각 정점에서 1차원 텍스처 좌표계를 계산한다.
5. 여러 시정을 통해 모델을 확인한다.( 카메라 시정 이동, 회전, 확대/축소 )
6. 광원 방향을 대화식으로 조절하여 셰이딩을 확인할 수 있다.
7. 셰이딩 색상 선택 대화상자와 실루엣 에지 두께 선택 대화상자를 통해서 사용자는 원하는 카툰 렌더링 효과를 창조할 수 있다.
8. 설정한 모든 정보를 제안된 파일 형태로 생성한다.

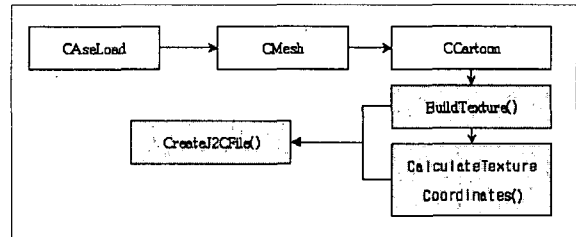


그림2. 시스템 구조도

### 3.3 J2C 파일 구조도

본 논문에서 제시하는 J2C 파일 내에는 회전각에 따른 1차원 텍스처 맵과 1차원 매핑 좌표, 정점과 면의 정보가 담긴 연결 인덱스가 포함되어 있다. 모바일 기기에서는 J2C 파일에 담긴 모델 자료와 계산된 좌표값을 통해서 부가적인 셰이딩 연산 없이 렌더링 과정을 진행하게 되어 계산량이 줄고 실시간으로 카툰 렌더링을 구현할 수 있게 된다.

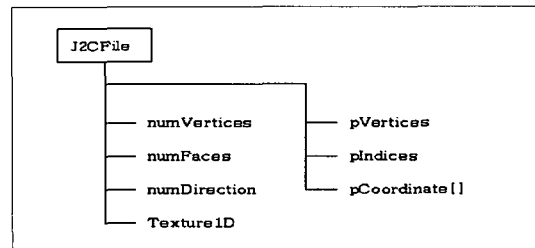


그림3. 파일 구조도

### 3.4 도구 뷰에서의 실루엣 에지 렌더링

3차원 모델에서 전면 폴리곤과 후면 폴리곤이 에지를 공유할 경우에 실루엣 에지가 형성된다[그림4]. 각 프레임에서 인접한 두 면의 노말 벡터와 시선 벡터의 내적을 서로 곱하여 얻은 값을 0과 비교하여 실루엣 에지를 찾아낸다[식1]. 만약 이 계산의 결과가 0보다 같거나 작을 경우, 에지 목록 구조에 저장되어 선 구역에 따라 선 렌더링 된다[9].

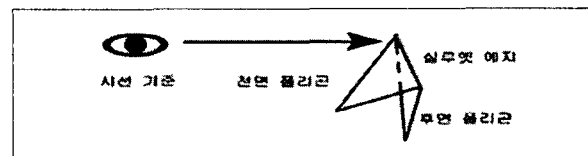


그림4. 실루엣 에지

$$(\text{연·노말벡터} \cdot \text{시선벡터}) \cdot (\text{연·노말벡터} \cdot \text{시선벡터}) \leq 0$$

식1. 실루엣 에지 검출식

### 3.5 도구 뷰에서의 카툰 셰이딩

실루엣 에지 렌더링이 끝난 상태는 카툰 제작 과정에서 잉크로 선을 그어 쉘을 완성한 단계와 같다. [식2][식3]의 계산식을 사용하여 조명 분산색(C<sub>i</sub>)과 그늘 분산색(C<sub>s</sub>)을 구하고 이를 이용한 텍스처를 생성하여 각 정점에서 1차원 텍스처 좌표 연산과 텍스처 매핑을 통해서 불연속적인 셰이딩 처리를 한다 [9].

$$C_i = a_g \times a_m + a_l \times a_m + d_l \times d_m \quad C_s = a_g \times a_m + a_l \times a_m$$

C <sub>i</sub> Vertex Color	C <sub>s</sub> Shadow Diffuse Color
a <sub>g</sub> Light Ambient	d <sub>l</sub> Light Diffuse
a <sub>m</sub> Material Ambient	d <sub>m</sub> Material Diffuse
a <sub>l</sub> Coefficient of Global Ambient Lighting	

식2. 분산색 계산식[9]

$$\text{Max}\{\bar{L} \cdot \bar{n}, 0\}$$

L normalized light vector  
n unit surface normal

식3. 텍스처 좌표 계산식[9]

### 4. 구현 결과

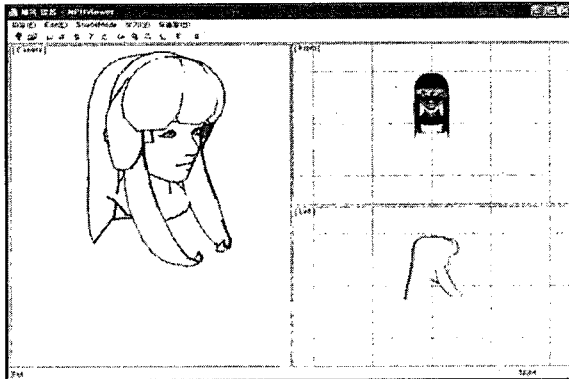


그림5. 구현 결과

본 논문에서 제시된 기법과 도구를 구현한 환경은 Windows XP OS 플랫폼에서 Visual C++ 컴파일러와 OpenGL[10]을 이용하여 제작하였다. 구현한 도구를 사용한 결과물은 위의 [그림 5]와 같다. 현재 구현물은 실루엣 에지 렌더링과 불연속적인 셰이딩 기법을 사용하여 몇 가지 모델들을 대상으로 하여 적용하였으며, 향후 구현물의 확장을 통해서 모바일 기기의 다양한 분야에서 카툰 렌더링을 사용한 구현물을 제작하는데 활용될 수 있을 것으로 예상된다.

### 5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 모바일 기기에서 카툰 렌더링 기법을 구현하기

위한 파일 전처리 기법과 파일 생성을 위한 도구의 개발을 제안하고 있다. 파일 전처리 방식은 모바일 기기에서의 실시간 카툰 렌더링 구현을 위해서 필수적이며, 모바일 기기에서 부족한 그래픽 하드웨어 성능으로 인한 시간 지연을 줄여줄 수 있고 계산량 및 폴리곤 처리량을 줄여 성능을 높여준다. 이러한 성능 향상은 기존의 렌더링 방식으로는 모바일 기기에서 불가능하던 카툰 렌더링 기법을 구현할 수 있도록 해준다.

사용자는 모바일 카툰 렌더링 전처리 파일인 J2C 파일을 생성하기 위하여 카툰 렌더링 파일 전처리 도구를 사용한다. 파일 전처리 도구는 입력으로 일반적인 3차원 메쉬 모델을 받아들이며 다양한 뷰에서 회전각도, 광원의 위치, 광원의 색상, 광원의 속성 등을 대화식으로 적용할 수 있고 적용된 카툰 렌더링 효과에 따라 원하는 전처리 파일을 생성할 수 있게 된다.

도구에서는 사용자가 원하는 방식으로 처리된 J2C 파일을 생성하기 위해 다음과 같은 과정을 거친다. 우선 사용자 정의 회전각에 따라 재질에 따른 조명 분산색과 그늘 분산색을 계산한다. 계산의 결과를 통해 얻은 두 색을 이용하여 각각의 재질에 대해 텍스처를 만든 후 3차원 모델의 각 정점에서 1차원 텍스처 좌표계를 계산한다. 계산된 자료와 모델 자료는 J2C 파일로 생성된다.

향후 연구 과제로 논문에서 제시된 도구에서 생성된 전처리 파일을 통해서 모바일 기기에서 카툰 렌더링을 구현하는 방법에 대한 연구와 카툰 렌더링 기법을 다양한 분야에 활용하는 방법에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다. 또한 J2C 파일의 용량을 관리하는 방법과 카툰 렌더링 이외의 비실사 렌더링 기법을 모바일에서 적용하는 방법에 대한 연구가 이어져야 할 것이다.

### 참고문헌

- [1] Thomas Strothotte, Stefan Schlechtweg. Non-Photorealistic Computer Graphics, 2002.
- [2] Bruce Gooch, Amy Gooch. Non-Photorealistic Rendering, 2001.
- [3] A. Appel. The notion of quantitative invisibility and the machine rendering of solids. In Proceedings of ACM National Conference, pp.387-393, 1967.
- [4] I.Sutherland, R. Sproull, and R. Schumacker. A characterization of ten hidden-surface algorithms. Computing Surveys 6(1):1-55, March 1974.
- [5] G. Elber and E. Cohen. Hidden curve removal for free form surfaces. In Proceedings of SIGGRAPH '90, pp.95-104, 1990.
- [6] Lee Markosian, Michael A. Kowalski, Samuel J. Trychin, Lubomir D. Bourdev, Daniel Goldstein, and John F. Hughes. Real-Time Nonphotorealistic Rendering. Computer Graphics (Proceedings of SIGGRAPH '97), 1997.
- [7] Jarek Rossignac, Maarten van Emmerik. Hidden Contours on a Framebuffer. Proceedings of the 7th Workshop on Computer Graphics Hardware, Eurographics, 1992.
- [8] Ramesh Raskar, Michael Cohen. Image Precision Silhouette Edges. Symposium on Interactive 3D Graphics, 1999.
- [9] Adam Lake, Carl Marshall. Stylized rendering techniques for scalable real-time 3D animation. Non-Photorealistic Animation and Rendering 2000 (NPAR '00), Annecy, France, June 5-7, 2000.
- [10] <http://www.opengl.org>