

실사 오브젝트의 이미지 기반 변형기법

정한빛^o 이인권

연세대학교 컴퓨터과학과

sharpguy@cs.yonsei.ac.kr^o, iklee@yonsei.ac.kr

Deformation of Objects in Real Scenes using Image-Based Method

Han-Vit Chung^o In-Kwon Lee

Dept. of Computer Science, Yonsei University

요 약

배경은 정적인 실사 이미지이며 주요 등장 인물은 CG캐릭터인 경우, 배경 이미지 내의 객체와 CG 캐릭터 간에 상호 작용을 다루기 위하여 일반적으로 배경 내의 객체를 CG 캐릭터로 대체하는 방법을 사용한다. 그러나 본 연구에서는 배경의 객체를 직접 변형시키는 새로운 기법을 제안한다. 우리는 배경 내의 객체를 간단히 표현한 3D 모델로부터 정보를 얻어와 이미지 변형 기법을 이용하여 직접 배경의 객체를 변형시키고, ERI(Expression Ratio Image) 기법을 이용하여 변형된 배경의 객체에 달라진 조명 효과를 반영하는 방법을 사용하였다. 이 기법은 원본 이미지를 그대로 사용하므로, 실사와 같은 높은 품질의 결과물을 얻을 수 있다.

1. 서 론

최근의 영화나 광고 분야를 살펴보면 실사의 화면에 CG 캐릭터를 합성하는 것은 더 이상 새롭거나 놀라운 기법이 아니다[1]. 경우에 따라 CG캐릭터가 실사 배경의 객체와 상호 작용을 하기도 하는데, 일반적으로 이 경우엔 일반적으로 원본 텍스처와 실사 환경과 동일한 조명 효과를 가진 CG캐릭터를 모델링하고 정교하게 실사 배경위에 합성하는 방법을 사용한다.

그런데 합성을 원하는 실사 이미지의 객체와 이미지의 배경이 매우 복잡해서 이미지 객체를 배경으로부터 분리해내기 어려운 경우가 있다. 또한 객체의 복잡한 정도에 비해 CG캐릭터와 상호 작용하는 양이 매우 미비할 경우 애니메이터는 배경 캐릭터를 모델링하여 합성하는 방법 외에 다른 효율적인 방법을 찾기 원할 수 있다.

이 점에 착안하여 우리는 배경의 객체를 직접 변형시키는 새로운 기법을 제안한다. 우선 실사 이미지의 객체 대신 CG캐릭터와 상호 작용할 3차원 보조 모델이 필요하다. 이것은 전통적인 기법에서 합성을 위한 모델 보다 훨씬 단순화된 모델로, 시뮬레이션 기하학적으로 변형되는 모델의 좌표 정보는 배경의 객체를 변형시키는 데에 사용된다. 또한 ERI(Expression Ratio Image)기법을 이용하여 모델의 변형에 따른 조명 변화 정보를 이미지에 적용시킨다. 이러한 과정은 원본 이미지를 그대로 사용하므로, 그 결과물은 실사와 같은 높은 품질을 유지한다.

2. 기존연구

컴퓨터 그래픽스 분야에선 이미지에 기반한 조명효과[2]에 대한 연구가 오랫동안 진행되어왔는데, Liu[3]는 한 사람의 얼굴이미지에서 조명 변화 정보를 추출하여(ERI), 다른 사람에게 적용시키는 방법을 개발하였다. 이 기법은 단순한 이미지 와핑 기법만으로는 표현하기 힘든 얼굴 표정 세세한 변화를 매우 효과적으로 그럴 듯하게 표현해낸다. 여러 장의 이미지에서 카메라 정보를 얻어오는 연구도 진행되어왔는데, 한 장의 이미지에서 얻어오는 방법은 아직까지 더욱 연구되어야 할 분야이다[4]. 이미지를 변형시키는 방법도 오랜 기간동안 연구되어 왔는데, Gomes[5]는 이 기법들을 크게 매개변수에 의한 방법[6], 자유 형상에 의한 방법[7,8], 특징 점에 기반한 방법[9,10] 등으로 나누었다. 2차원의 이미지나 사진으로부터 애니메이션을 만들어내려는 연구 분야도 있다. 여러 장의 2차원 이미지를 사용하여 임의의 카메라 위치에서의 이미지를 만들어내는 '이미지에 기반한 렌더링' 방법 [11-15]이나, 이미지로부터 직접 3차원 모델을 만들거나 애니메이션을 만들어내는 방법[16-18]등이 그 범주에 속한다.

3. 이미지에 기반한 변형 기법

3.1. 3차원 보조 모델

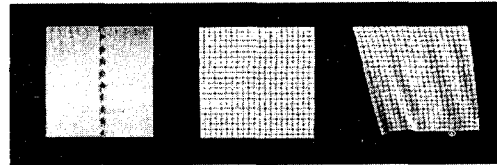


그림 1. 3차원 보조 모델

미리 정의된 시나리오에 따라 CG 캐릭터와 상호 작용 하도록 배경 이미지 내의 객체를 변형시키기 위해서는 적절한 3D 좌표 데이터가 필요하다. 이를 위하여 원본 이미지의 객체와 충분히 유사한 Mass-spring 모델을 사용한다. 이 모델은 흰색에 평면형태이며, 다음과 같은 기준에 의해 적절히 단순화된 모델이다.

- 고정된 카메라의 관점에서 보이지 않는 뒷부분은 제거될 수 있다.
- 상호 작용에 의해 변형되지 않는 부분은 제거될 수 있다.
- 2D 관점에서 보았을 때, 모델의 윤곽에 크게 영향을 미치지 않는 복잡한 부분은 제거될 수 있다.

이 모델의 움직임으로부터 기하학적 변형 정보와 그에 따른 조명효과 정보를 추출하여 이미지의 변형에 사용한다.

3.2. 기하학적인 변형

3차원 보조 모델의 움직임으로부터 기하학적 정보를 추출하여 원본 이미지의 배경 객체를 변형시키는데 이용하기 위하여 보조모델과 이미지 객체 위에 동일한 그리드 G_M (그림2.a), G_J (그림2.b)를 각각 정의한다. 이 두 그리드는 주요한 특징 점의 초기 위치에 맞추어 변형되어 초기화되고(그림2.c, 그림2.d), 보조 모델이 움직이면 G_M 위의 특징 점들이 따라 움직이며, 이에 따라 그리드 G_M 의 모습이 변형된다(그림2.e). 3차원 보조모델 위의 특징 점들의 움직임은 3차원 정보이지만, 그리드의 변형에 사용하기 위하여 고정된 카메라의 관점에 맞추어 투영시켜 2차원 정보로 변형시킨다. G_J 는 역시 G_M 에 따라 변형되며, 결국 이미지의 객체는 변형된 그리드에 따라 와핑[7,8] 된다(그림 2.f). (카메라의 고정된 위치는 입력으로 받았다)

이미지 객체 위에 그리드 G_J 를 그릴 때, 이미지 객체의 주변에 있는 배경 픽셀이 포함되도록 조금 크게 그려야 할 필요가 있다.(그림 3) 이는 그리드의 모양 변화에 따른 이미지의 와핑 단계에서, 주변의 배

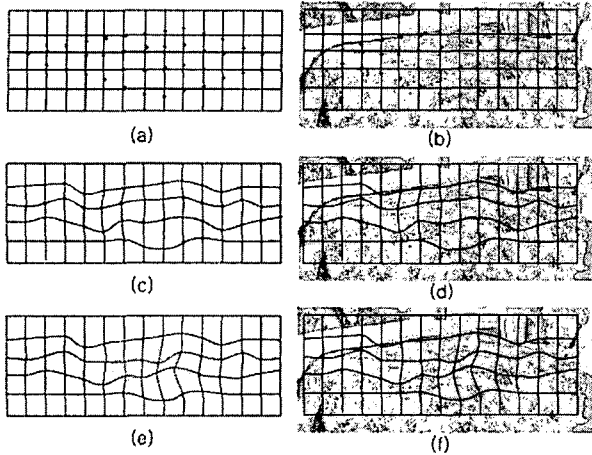


그림 2. 3차원 모델과 이미지 위의 그리드

경 픽셀들이 함께 왜곡되므로서 왜곡된 이미지 객체의 경계가 배경과 동떨어져 부자연스러워짐을 방지할 수 있기 때문이다.

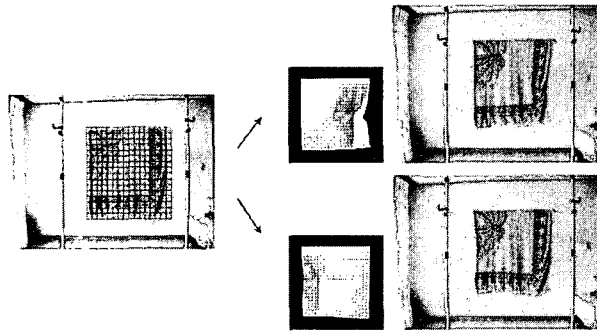


그림 3. 기하학적인 변형

우리는 3차원 보조모델의 시뮬레이션 시 그리드의 정점들이 서로 교차하게 하는 큰 움직임에 제한을 두었다. 이는 그리드의 정점이 교차할 경우 그리드가 꼬이게 되고 이 경우 왜곡 결과가 자연스럽지 못하기 때문이다. 만약 매우 센 바람에 의해 천이 크게 흔들리게 되는 예제를 원할 경우, 실제로 3차원의 천 객체를 합성하여 렌더링을 하는 것이 더욱 좋은 결과를 가져올 것이다.

3.3. 조명 변화 효과

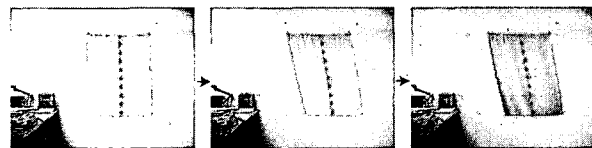


그림 4. 조명 변화 효과

그림 4에서 보이 듯 이미지 객체에 기하학적인 변형만 가해진 결과는 실제 움직인 모습과 다르다. 이것은 단지 이미지 왜핑 기법만을 사용해서는 주름의 생성이나 천의 법선 벡터의 변화에 따른 조명변화의 효과를 반영하지 못하기 때문이다.

조명의 위치를 입력 값으로 받고, 3차원 보조 모델의 시뮬레이션 단계에서 이 위치에 따른 가상의 조명을 사용하여 모델 위에 조명효과를 더하고, 조명의 세기 등의 특성은 실사 이미지의 그것과 비슷하게 조정하도록 하였다. 흰색의 평면형태인 3차원 보조 모델 위에 조명효과

가 가해진 결과는 시뮬레이션 시 매 프레임마다 렌더링되어 이미지 형태로 저장된 뒤, 다음과 같은 ERI 계산 과정을 거쳐 왜핑된 이미지 위에 더해진다.

m개의 광원이 모델의 표면 위 p위치에 조명을 가하고 있다고 가정하자. p에서의 법선벡터는 n, i번째 광원에서 p로 향하는 광원의 방향과 세기는 각각 l_i 와 l_i' 라고 하고, 점 p위치에서의 반사율을 ρ 라고 하자. 그렇다면 ERI(\mathcal{R})은 다음과 같이 두개의 조명이 가해진 서로 다른 이미지의 같은 위치에서의 조명 세기의 비율로 정의된다.

$$\mathcal{R} = \frac{I'}{I} = \frac{\rho \sum_{i=1}^m l_i n' \cdot l_i'}{\rho \sum_{i=1}^m l_i n \cdot l_i}$$

위의 식으로부터 표면 위 한 점에서 $I' = \mathcal{R} * I$ 와 같은 식이 유도된다. 이제 다음의 이미지들을 이용하여 ERI로 계산된 조명 변화율을 1번째 프레임의 이미지 객체에 적용한다.

- A_0 : 초기 프레임의 3차원 모델의 렌더링 이미지
- A_1 : 1번째 프레임의 변형된 3차원 모델의 렌더링 이미지
- A_0' : A_2 와 동일한 모습을 가지도록 왜핑된 A_0 이미지
- B_1 : 1번째 프레임에서 기하학적으로 변형된 실사 이미지

$$\mathcal{R}(u, v) = \frac{A_1(u, v)}{A_0'(u, v)}$$

[3]에 증명되어 있듯이, 두 이미지의 같은 위치에서의 픽셀 값을 비교함으로써 ERI(\mathcal{R})를 구할 수 있다. 이때 (u,v)는 픽셀의 2차원 좌표이며, 이렇게 구해진 ERI를 적용하여 변화된 조명정보에 의한 이미지 객체의 픽셀 값을 구한다.

$$B_1'(u, v) = \mathcal{R}(u, v) * B_1(u, v)$$

같은 픽셀에서의 조명 값을 비교하기 위하여 A_0 에서 A_0' 로 이미지를 왜핑을 하여야 함을 유의하라.

시나리오에 따라 각 프레임의 이미지에 기하학적인 변화와 조명변화 효과를 가한 후, 별도로 시뮬레이션 된 CG캐릭터를 합성[19]하여 결과물을 만들어낸다.

4. 결 과

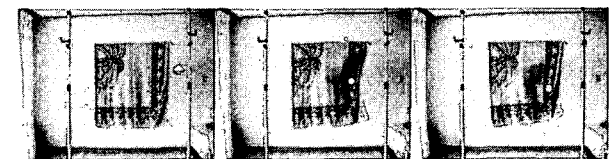
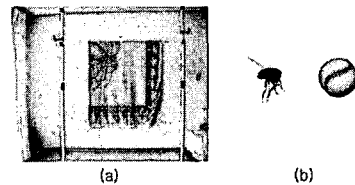


그림 5. (a) 원본 실사 이미지. (b) 2개의 CG캐릭터. 파리와 공. (c) 공과 상호 작용하는 빨래 이미지 애니메이션

그림 5의 결과는 파리를 쫓기 위해 빨래가 있는 쪽으로 공이 던져지는 애니메이션이다. 공과 빨래간의 충돌 시간과 그 세기는 시나리오에 의해 미리 정의되었다. 우리는 mass-spring 모델[20]을 사용하여 이미지 내의 빨래 객체의 3차원 보조 모델을 만들었으며, 왜핑을 위해 23 X 23 그리드를 사용하였다. 원본 이미지의 크기는 1400 X 1050

픽셀이다.

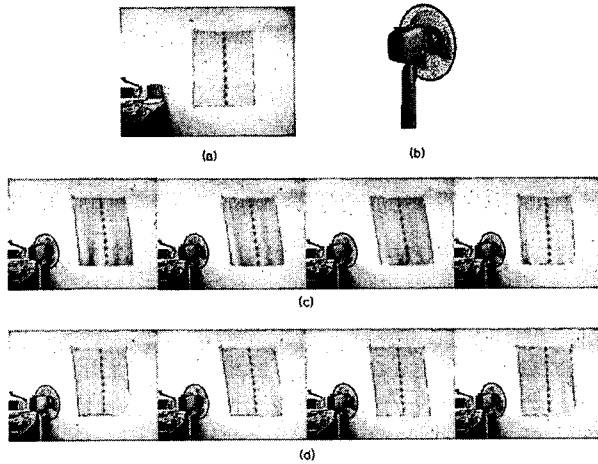


그림 6. (a) 원본 실사 이미지 (b) 선풍기 CG 캐릭터 (c) Image-based Deformation 기법을 이용한 결과물 (d) 천에 해당하는 CG캐릭터를 모델링하고 원본과 동일한 텍스처를 입혀 실사 이미지와 함께 렌더링한 결과

그림 6은 선풍기 CG캐릭터에 의해 생성된 바람에 의해 흠날리는 천 애니메이션으로, 역시 23 X 23 크기의 그리드를 사용하였다. 일반적인 방법대로 천을 CG캐릭터로 만들어 합성한 결과(6.c)와 우리 방법으로 만들어낸 결과(6.d)를 비교하였다. 합성된 결과의 경우 애니메이션의 기술과 작업에 소요된 시간에 의해 결과물의 질이 크게 달라질 수는 있으나, 우리의 방법에 의한 결과물 역시 충분히 사실 적이고, 그럴 듯한 영상을 보여준다.

5. 결 론

우리는 이 논문을 통해 CG캐릭터와 상호 작용하는 실사 이미지 내의 객체를 직접 변형시키는 기법을 제안한다. 이미지의 객체를 간단히 표현한 3차원 보조모델을 사용하고, ERI기법을 적용하여 이미지 공간 내에서의 객체를 직접 변형시킴으로써 매우 그럴듯한 영상을 만들어낼 수 있었다.

이 기법에 가장 큰 장점은 실사 이미지의 객체를 직접 조작함으로써 실사와 같은 높은 품질의 결과물을 얻을 수 있다는 점이다. 또한 ERI 기법을 이용함으로써 실사 이미지 내의 정확한 광원 정보를 추출해야 하는 복잡한 작업을 줄일 수 있다.

그러나 보조 모델의 변형 정도가 매우 큰 경우 이미지의 왜곡 결과가 좋지 않기 때문에 보조 모델의 변형 정도에 제한이 있다. 또한 3차원 보조 모델의 변형되는 면이 카메라의 방향과 평행할 경우, 변형 정도가 매우 적어서 그럴듯한 영상을 만들어내기 힘들다는 제약도 있다.

앞으로는 카메라의 위치와 방향이 동적으로 변화하는 동영상에 우리의 기법을 적용하도록 하겠다. 또한 3차원 게임과 같은 실시간 환경에 적용하는 연구도 진행할 것이다. 이 경우 실시간으로 배경 이미지 객체를 변형시키는 것이 실시간 내에 처리되도록 빨리 처리하는 것이 관건이다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 특정기초연구 지원사업(R01-2004-000-10117-0)으로 수행되었음.

참고 문헌

- Birn J. Digital Lighting & Rendering. New Riders Press, 2000.
- Debevec P. HDRI and Image-Based Lighting. *SIGGRAPH '2003 Course Notes No. 19*, 2003.
- Liu Z., Shan Y., and Zhang Z. Expressive Expression Mapping with Ratio Image. *Proceedings of SIGGRAPH '2001*, pp. 271-276, 2001.
- Gabor Blasko. Vision-based Camera Matching Using Markers. *Proceedings of CESC G '2000*, 2000.
- Gomes J., Darsa L., Costa B., and Velho L. Warping and Morphing of Graphical Objects, *SIGGRAPH '95 Course Notes No. 3*, 1995.
- Barr A.H. Global and Local Deformations of Solid Primitives. *In Proceedings of SIGGRAPH '84*, pp. 21-30, 1984.
- Smith A.R. Planar 2-Pass Texture Mapping and Warping. *Proceedings of SIGGRAPH '87*, pp. 263-271, 1987.
- Smithe D.B., A Two-Pass Mesh Warping Algorithm for Object Transformation and Image Interpolation, *Technical Report 1030*, ILM Computer Graphics Department, Lucas Im, 1990.
- Beier T., Neely S. Feature-Based Image Metamorphosis, *Proceedings of SIGGRAPH '92*, pp. 263-271, 1992.
- Lee S.-Y., Chwa K.-Y., Shin S.-Y., Wolberg G. Image Metamorphosis Using Snakes and Free-Form Deformations, *Proceedings of SIGGRAPH '95*, pp. 439-448, 1995.
- McMillan L., Bishop G. Plenoptic modeling : An Image-based rendering system, *Proceedings of SIGGRAPH '95*, pp. 39-46, 1995.
- Chen S. E. QuickTime VR - An Image-Based Approach to Virtual Environment Navigation, *ACM SIGGRAPH '95 Conference Proceedings*, pp.29-38, 1995.
- Mark W. R., McMillan L., and Bishop G. Post-Rendering 3D Warping, *Proceedings 1997 Symposiums on Interactive 3D Graphics*, pp. 7-16, 1997.
- Chen S. E., Williams L. View Interpolation for Image Synthesis, *In SIGGRAPH '93 Conference Proceedings*, pp. 279-288, 1993.
- Shade J., Gortler S. J., He L. W., Szeliski R., Layered Depth Images, *Proceedings of SIGGRAPH '98*, pp. 231-242, 1998.
- Liebowitz D., Criminisi A., and Zisserman A. Creating Architectural Models from Images, *In EuroGraphics '99 Conference Proceedings*, pp. 39-50, 1999.
- Debevec P., Taylor C., and Malik J. Modeling and Rendering Architecture from Photographs: A Hybrid Geometry- and Image-Based Approach, *Proceedings of SIGGRAPH '96*, pp. 11-20, 1996.
- Chuang Y., Goldman D., Zheng K., Curless B., Salesin D., Szeliski R. Animating Pictures With Stochastic Motion Textures, *Proceedings of SIGGRAPH 2005*, pp. 853-860, 2005.
- Wright, S. 2001. Digital Compositing for Film and Video. Focal Press.
- Witkin A., Baraff D., Blum M., and Monheit G. Physically Based Modeling: Principles and Practice. *SIGGRAPH Course Notes 19*, 1997.