참조 이미지를 이용한 과장된 카투닝

한명훈[1O] 서상현[1] 류승택[2] 윤경현[1]

[1]중앙대학교, [2]한신대학교

[1]{mengddor, shseo}@cglab.cau.ac.kr, khyoon@cau.ac.kr, [2]stryoo@hs.ac.kr

Exaggerated Cartooning using a Reference Image

Myoung-hun Han[1O] Sang-hyun Seo[1] Seung-taek Ryoo[2] Kyung-hyun Yoon[1]

[1]Chung-Ang University, [2]Han-Shin University

요 약

본 논문에서는 입력 대상 이미지를 만화와 같은 영상으로 만드는 방법으로 참조 이미지를 사용하는 방법을 제안한다. 본 논문은 미리 정의된 참조 이미지를 사용하여 대상을 변형한다. 이를 위하여 동적 외형 모델(AAM)을 사용하여 대상 이미지로부터 특징점을 추출하고, 추출된 특징점과 선택된 참조 이미지의 특징점을 기준으로 대상 이미지를 와핑(warping)한다. 변형된 대상 이미지를 추상화(abstraction)한 뒤, 에지를 추출하고 명도 영역을 양자화(quantization)하는 것으로 만화와 같은 단순화된 결과 이미지를 생성한다. 과장되어 표현된 만화 스타일 이미지를 참조 이미지로 사용하는 것으로 만화의 두 주요한 특징인 과장된 표현과 단순화가 같이 적용된 결과 이미지를 생성할 수 있다. 본 논문의 방법은 대상 이미지의 변형 정도를 조절하거나 변형에 사용할 참조 이미지를 바꾸는 것으로 다양하게 표현된 결과를 생성하는 것이 가능하다.

Abstract

This paper proposes the method of image cartooning, that makes cartoon-like images of a target, using reference images. We deform a target image using pre-defined reference images. For this deformation, we extract feature points from the target image by Active Appearance Model(AAM) and apply the warping method to the target using feature points of target and feature points of reference image as a basis of warping function. We create simplified cartoon-like images by abstraction of the deformed target image and drawing of edges and quantization of luminance of the abstracted image. Two main concept of cartoon(exaggeration and simplification) is inhered in this method when we use a exaggerated cartoon image as a reference image. It is possible for this method to create various results by control of warping and change of reference image.

키워드: 이미지 카투닝, 참조 이미지, 과장, 비사실적 렌더링

Keywords: Image Cartooning, Reference Image, Exaggeration, Non-Photorealistic Rendering

1. 서론

만화는 영화, 광고 등의 상업적인 분야뿐만 아니라 개개인의 메모, 일기 등 일상의 여러 곳에서 사용되고 있다. 하지만 비전문가가 잘된 만화 작품을 생성하는 것은 매우 어려운 일이다. 이를 돕기 위해 컴퓨터를 이용하여 만화 영상을 생성하는 카툰 렌더링에 관한 연구들[1,2]이 진행 되었다. 하지만 대부분의 카툰 렌더링 방법은 대상을 정해진 알고리즘으로 단순화 하는데 그쳐, 대상을 다양하게 표현하지 못

*투고일: 2010-04-28 / 심사일: 2차 2011-01-07 / 게재확정일: 2011-01-11

하였다. 다양한 결과 영상의 생성이 가능한 경우에는, 그 방법이 직관적이지 않아 비전문가가 적용하기에 어려움이 있었다[3,4].

본 연구에서는 이를 극복하기 위하여 미리 정의된 참조 이미지를 제공하고, 선택된 참조 이미지에 나타난 캐릭터의 형태로 대상을 변형하여 표현하는 방법을 제안한다. 이때, 만화의 주요한 특징인 대상의 과장을 위하여, 과장된 표현이 적용되어 있는 만화 스타일의 이미지를 참조 이미지로 사용한다. 사용자는 단지 참조 이미지를 선택하는 것으로 참조 이미지의 형태로 과장된 카툰 이미지를 생성할 수 있다. 따라서 비전문가도 쉽게 카툰이미지를 생성할 수 있게 한다.

이를 위하여 본 논문은 참조 이미지 속 캐릭터의 형태 정보를 저장하는 특징점을 지정한다. 지정된 특징 정보를 대상에 반영하기 위하여 동적 외형 모델(AAM; Active Appearance Model)을 사용하여 대상의 특징점을 추출하고, 이들 특징점을 기준으로 와핑(warping)을 적용하여 대상 이미지를 참조 이미지의 형태로 변형 시킨다. 이렇게 변형된 대상 이미지를 단순화 하여 표현하는 것으로 본 논문은 참조 이미지 속 캐릭터의 형태를 가지는 대상의 만화 스타일로 표현된 결과 영상을 얻게 된다.

대상 이미지를 변형시킬 참조 이미지를 바꾸거나 대상을 변형시키는 정도를 조절하는 것으로 다양한 형태로 변형된 대상의 만화 스타일 이미지를 생성하는 것이 가능하다. 이를 통해 디지털 콘텐츠 분야에서 콘텐츠의 생산성을 높힐 수 있다.

2. 관련 연구

Decaudin[1]은 균일색의 면과 윤곽선, 그림자를 이용하여 3D 객체로 구성된 장면을 만화와 같은 영상으로 생성하였다. 이를 시작으로 컴퓨터를 이용한 만화 영상 생성에 관한 연구들이 활발히 이루어지게 되었다. Winnemoller 외[2]는 2D 이미지를 만화와 같은 영상으로 생성하였다. 이들은 바이레터럴(Bilateral) 필터와 DoG(Difference of Gaussian) 에지 검출 방법, 그리고 명도 양자화를 적용하여 이미지를 만화 스타일로 표현하였다. 하지만 이들 연구들은 대상을 본래의 모습 그대로 단순화하여 표현한 방법들이었다. 본 논문은 참조 이미지를 이용하여 대상을 변형시켜 표현한다.

다양한 결과 영상을 생성하기 위한 시도로 Barla 외[3]의 연구가 있었다. 이들의 방법은 2D텍스쳐를 쉐이딩에 적용함으로써 텍스쳐에 따른 다양한 스타일의 만화 영상 생성을 제공하였다. 하지만 이는 사용될 텍스쳐의 생성이 직관적이지 않아서 비전문가가 다루기에 쉽지 않았다. Chen 외[4]는 트레이닝 데이터를 이용하여 만화 이미지를 생성하는 연구를 보였다. 이들의 연구는 사용자에게 결과 영상의 조작이 가능한 툴을 제공하여 대상을 과장하여 표현할 수 있도록 하였다. 이는 사용자가 자유롭게 대상을 변형 시킬 수 있는 기회를 제공하였지만, 결과 영상의 질이 조작하는 사용자에 크게 의존적이었다.

본 논문은 정해진 하나의 방법으로 대상을 변형하는 것이 아니라, 참조 이미지를 사용하여 그 속에 나타난 캐릭터에 따라 대상을 다양한 형태로 변형하여 표현하였다. 이는 원하는 참조 이미지를 선택하기만 하면 되는 것으로, 사용자의 능력에 의존적이지 않고 모두에게 쉽게 사용할 수 있는 방법이다.

3. 참조 이미지를 이용한 과장된 카투닝

그림 1 은 본 논문에서 제안하는 참조 이미지를 이용한 과장된 카투닝 시스템의 구성을 보인다. 제안하는 시스템은 크게 전처리 단계와 실행 단계로 나눌 수 있으며, 실행 단계는 다시 대상 형태 변형 단계와 카툰화 단계로 나눌 수 있다.

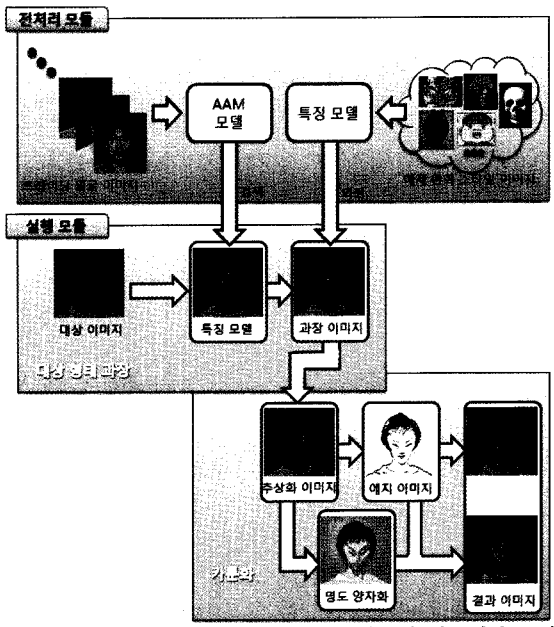

그림 1: 참조 이미지를 이용한 과장된 카투닝 시스템의 구성

전처리 단계에서는 사용할 여러 참조 이미지의 특징 모델을 생성한다. 이는 참조 이미지 속 캐릭터의 특징을 대상에 적용하여 대상을 변형하기 위함이다.

실행 단계의 대상 형태 변형 단계에서는 동적 외형 모델을 이용하여 대상의 형태를 변형할 때 필요한 특징점을 추출한다. 추출된 특징점은 선택된 참조 이미지의 특징 모델과 같이 대상을 변형시킬 와핑의 기준이 된다. 와핑을 적용하는 것으로 참조 이미지 속의 캐릭터 형태로 변형된 대상 이미

지를 얻을 수 있다.

실행 단계의 카툰화 단계에서는 대상을 단순화하여 표현하기 위해 대상을 추상화(abstraction) 하고 에지를 추출하여 그린다. 여기에, 셀 쉐이딩 효과를 표현하기 위해 명도 양자화(quantization)를 적용하여 최종 결과 영상을 생성한다.

4. 참조 이미지 모델링

참조 이미지는 본 연구가 대상의 형태를 변형함에 있어서, 변형의 기준이 될 캐릭터 특징을 적용하기 위하여 사용하는 이미지이다. 이는 참조 이미지의 직관적인 선택만으로 대상을 원하는 형태로 변형 할 수 있으므로, 본 연구의 방법은 전문가와 비전문가를 가리지 않고 쉽게 접근 할 수 있게 하는 매우 효과적인 방법이다. 사용할 참조 이미지를 바꾸어 적용함으로써 이전과는 매우 다른 결과 영상을 생성할 수 있으므로, 본 논문은 하나의 대상 이미지에 대하여 매우 다양한 결과 영상을 생성하는 것이 가능하다.

본 논문은 참조 이미지로 보통 만화 스타일의 이미지를 사용하는데, 이는 일반적으로 과장되어 표현된 만화 스타일 이미지의 캐릭터 특징을 대상에 적용하여, 대상을 과장하여 표현하기 위함이다.

본 논문은 이를 적용하기 위하여 참조 이미지에 대하여 특징 모델을 생성한다. 이는 대상 이미지의 특징 점과 함께 와핑의 기준이 되어 대상 이미지의 형태를 변형할 때 사용될 정보이다. 이 모델 정보는 총 85개의 특징점으로 구성된다. 그림 2 는 이 특징모델의 예를 보인다. 이 특징 모델은 대상 이미지 형태 변형의 기준이기 때문에, 마찬가지로 기준이 될 대상 이미지의 특징점과 같은 기준을 가져야 한다. 따라서 대상 이미지에서 추출될 특징점은 참조 이미지의 특징 모델과 같은 기준의 모델을 사용하여 추출해야 한다.

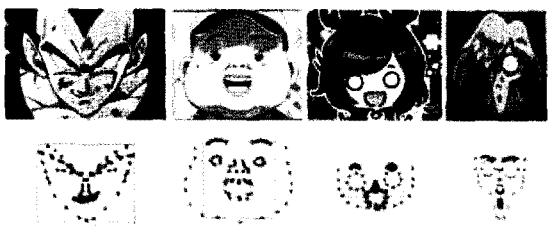

그림 2: 참조 이미지와 특징 모델. 윗줄의 이미지는 참조 이미지, 아랫줄의 이미지는 특징 모델을 보인다. 특징 모델의 녹색 점들은 특징점을 빨간사각형은 정규화 기준점을 보인다

하지만 참조이미지의 크기와 대상이미지의 크기가 다르고 이미지 안에서 캐릭터의 위치가 다르기 때문에 단순히 특징 모델의 기준점만을 적용하여 대상을 변형할 수 없다. 본 논문은 이 문제를 해결하기 위하여 참조 이미지의 특징 모델에 두 개의 정규화 기준점을 두었다. 정규화 기준점은 특징 모델의 기준점들의 좌표를 0~1사이로 정규화 하여 대상 이미지의 특징점에 상대적인 좌표로 변경할 수 있도록 한다. 특징 모델 기준점의 좌표 S은 다음 수식을 통하여 정규화 한다:

$$S' = \frac{S - N_{\min}}{N_{\max} - N_{\min}}$$

S' 정규화된 특징 모델의 기준점 좌표이며, Nmin, Nmax는 정규화 기준점의 두 점을 의미 한다. 이를 통해 본 논문은 두 정규화 기준점을 조절하는 것으로 대상을 뚱뚱하게 변형하거나 홀쭉하게, 납작하게, 그리고 길어지도록 변형한 결과를 생성하는 것이 가능하게 되었다.

본 논문은 참조 이미지와 각각의 특징 모델을 미리 정의하여 제공한다. 대상의 형태 변형과 참조 이미지의 선택이 직관적이게 하기위하여, 정규화 기준점은 해당 참조 이미지를 통하여 연상 가능한 변형 형태를 만들도록 하는 값으로 지정하여 제공한다.

5. 과장된 카투닝

5.1 대상 형태 변형

과장된 카투닝의 한 부분인 대상 형태 변형 단계에서는 대상 이미지의 형태를 선택된 참조 이미지의 형태로 변형한다. 이를 위하여 AAM(Active Appearance Model)[5]을 통해 대상 형태 변형의 기준이 될 특징점을 추출하고, 이 특징점과 참조 이미지의 특징 모델을 기준으로 하여 특징점 기반의 와핑을 적용한다.

AAM의 모델 데이터는 참조 이미지의 특징모델과 같이 85개의 특징점을 가지는 48개의 트레이닝 데이터를 이용하여 생성하였다. 트레이닝 데이터로는 난반사 조명의 정면이미지를 사용하였다. 본 연구는 이 모델 데이터를 이용하여 대상 이미지로부터 85개의 특징점을 추출한다. 이때 발생하는 약간의 오차는 사용자 조작을 통하여 수정한다.

대상 이미지로부터 추출된 특징점은 선택된 참조 이미지의 특징 모델과 함께 와핑의 기준으로 사용된다. Lee et al.[6]은 이러한 특징점 기반의 와핑 방법을 제안하였다.

본 연구는 Lee 외의 와핑 방법을 통해 대상의 특징점과 참조 이미지의 특징 모델간의 와핑 함수를 만들고 이를 적용하여 대상의 형태를 변형한다. 이때 참조 이미지의 특징 모델은 모델안에 정의되어 있는 정규화 기준점을 통하여 정규화 되며, 이는 다시 대상 이미지 특징점의 최대값과 최소값을 기준으로 대상 이미지에서의 좌표값으로 변환된다.

본 연구는 α값을 이용하여 대상 변형의 단계를 조절할 수 있도록 하였다. 작은 α값은 대상에 가까운 변형 이미지를 큰 값의 α는 참조 이미지에 가깝도록 심하게 변형된 이미지를 출력한다.(그림 3)

그림 3: α값에 따른 와핑 결과 이미지. (위 왼쪽)대상 이미지와 특징점, (위 오른쪽)참조 이미지와 특징 모델, (아래)α값에 따른 와핑 결과 이미지

그림 4: 기존의 카툰화 결과와 참조 이미지를 이용한 과장된 카투닝 결과의 비교. (각 쌍의 왼쪽)기존의 카툰화를 적용한 결과 이미지, (각 쌍의 오른쪽)참조 이미지를 이용하여 형태를 변형한 뒤 카툰화를 적용한 결과 이미지

5.2 카툰화

카툰화 단계는 변형된 대상이미지를 단순화하여 만화와 같은 영상으로 표현하는 것을 목표로 하고 이를 위해 대상 이미지를 추상화(abstraction)한다. 만화와 같은 효과를 더하기 위하여 에지를 추출하여 그려 넣고, 3D 카툰 렌더링이 표현하던 셀 쉐이딩(cell shaing)의 효과를 주기 위하여 명도 양자화(quantization)를 적용한다. 이는 Winnemoller et al.[2]이 사용했던 방법으로 쉽고 빠르게 대상의 단순화된 결과 이미지를 얻을 수 있게 한다.

6. 결과

본 연구에서 개발한 시스템은 Intel Core2Duo 6600 CPU(2.4GHz)에 2GB RAM의 컴퓨터에서 결과 이미지를 생성하는데 640x480 사이즈의 이미지를 기준으로 대상 형태를 변형하는데 약 5초가량 걸리며 카툰화 영상을 생성하는데 약 2초미만의 시간이 걸린다.

그림 4 는 기존의 카툰화 결과 이미지와 본 논문의 결과 이미지의 비교를 보인다. 단순히 카툰화만을 적용한 기존의 결과보다 대상의 형태를 변형한 뒤 카툰화를 적용한 본 논문의 결과가 더 만화 느낌이 나는 것을 볼 수 있다.

그림 5 는 선택된 참조 이미지에 따라 대상의 형태가 변하는 모습을 보인다. 이는 본 연구가 특정 대상을 다양한 형태로 변형하여 표현할 수 있음을 보여준다.

그림 6 은 그림 5 의 변형된 대상 이미지를 이용하여 만화 스타일의 결과를 생성한 영상이다.

그림 7 은 정규화 기준점으로 인하여 대상의 변형 형태가 바뀌는 점을 보인다.

본 연구는 변형되는 대상의 일부 부위에 만화 스타일 이미지의 텍스처를 삽입한 결과도 생성하였다. 이는 없던 내부 공간이 와핑으로 인하여 늘어나면서 생기는 문제(예, 입술이 두터워지는 효과)를 막아주는 동시에 텍스처로 인해 만화적 효과를 더욱 부풀리는 결과를 보인다. 그림 8 은 텍스처를 적용한 카툰화 이미지의 결과 향상을 보인다.

그림 5: 참조 이미지에 따른 대상의 형태 변형. (왼쪽)대상 이미지, (오른쪽 위)참조 이미지 베지터, (오른쪽 아래)참조 이미지 후쿠오, (가운데)참조 이미지와 α값에 의해 변형된 대상 이미지

그림 6: 대상의 변형 정도에 따른 카툰화 결과 이미지. (왼쪽)작은 α값의 변형에 의한 결과 이미지, (오른쪽)큰 α값의 변형에 의한 결과 이미지

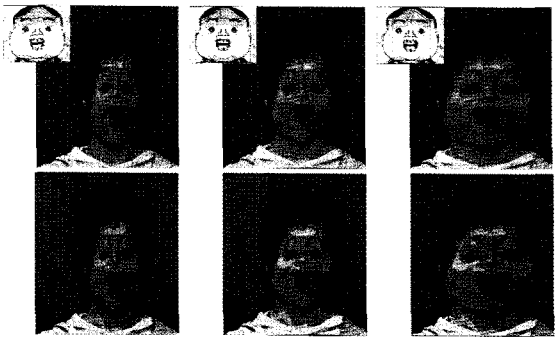

그림 7: 정규화 기준점에 따른 대상의 변형과 카툰화 결과 이미지. (왼쪽)큰 정규화 기준점에 의하여 홀쭉하게 변형된 대상 이미지와 카툰화 결과 이미지, (가운데)보통의 정규화 기준점에 의하여 정상적인 크기로 변형된 대상 이미지와 카툰화 결과 이미지, (오른쪽)작은 정규화 기준점에 의하여 뚱뚱하게 변형된 대상 이미지와 카툰화 결과 이미지

그림 8: 텍스쳐를 적용한 결과 이미지의 향상. 눈 과 입 부분에 참조 이미지의 텍스쳐를 적용함

7. 결론 및 향후연구

본 논문은 대상 이미지를 만화와 같은 영상으로 만들기 위한 방법으로 참조 이미지를 사용하는 방법을 제안하였다. 이는 대상 이미지에 참조 이미지 속 캐릭터의 형태를 적용하는 것으로, 참조 이미지를 선택하는 것으로 효과적이고 쉽게 다양하게 변형된 결과 영상을 생성할 수 있게 하였다. 대상을 변형 시키는 정도를 조절하는 것 또한 쉽게 다양한 결과 영상을 생성할 수 있게 하였다.

또한 만화 스타일의 표현을 위해 대상을 단순화 하여 표현한 것 외에도 텍스쳐 등을 추가할 수 있도록 하여 만화적 느낌이 더욱 살아있는 결과를 얻을 수 있었다.

본 연구의 카툰 렌더링 방법은 몇 가지 개선해야할 사항을 가지고 있다. 먼저 참조 이미지의 특징 모델을 생성하는 것이 전적으로 사용자에 달려 있는 문제를 개선하여야 한다. 사용자가 직접 참조 이미지의 특징 모델을 지정하는 작업은 너무 시간 소모적인 작업이다. 또한 대상 이미지가 제한되는 점이 개선되어야 한다. 현재의 시스템에서의 대상은 얼굴의 정면 이미지로 제한된다. 이를 개선하면 본 논문의 결과가 더욱 다양한 분야에 적용될 수 있도록 하는데 큰 도움이 될 것이다.

감사의 글

본 논문은 교육과학기술부의 중견연구자 지원 사업(20100018445) 및 2010년 지식경제부 산업원천기술개발사업(10035538)의 지원에 의하여 연구되었음.

참고 문헌

[1] P. Decaudin, "Cartoon-Looking Rendering of 3D Scenes." *Research Report INRIA#2919*, 1996.

[2] H. Winnemoller, S. C. Olsen and B. Gooch, "Real-Time Video Abstraction." *In Proc. SIGGRAPH2006*, pp1221-1226, 2006.

[3] P. Barla, J. Thollot and L. Markosian, "X-Toon: an extended toon shader." *Proc. 4th international symposium on Non-Photorealistic animation and rendering*, Annecy, pp127-132, 2006.

[4] H. Chen, N. Zheng, L. Liang, Y. Li, Y. Xu and H. Shum, "Pictoon: a personalized imagebased cartoon system." *In Proc. The 10th ACM international conference on Multimedia*, pp.171-178, 2002.

[5] T. F. Cootes, G. J. Edwards and C. J. Taylor, "Active Appearance Models", *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 23, No. 6, pp.681-685, 2001.

[6] S. Lee, G. Wolberg and S. Y. Shin, "Scattered data interpolation with multilevel Bsplines." *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, Vol. 3, pp.228-244, 1997.

〈저자소개〉

한명훈

- 2007년 중앙대학교 공과대학 컴퓨터공학과 공학사
- 2009년 중앙대학교 일반대학원 컴퓨터공학과 공학석사
- 2010년~ 현재 중앙대학교 일반대학원 컴퓨터공학과 공학박사 과정
- 관심분야 : 컴퓨터 그래픽스, 비사실적 렌더링, 비사실적 애니메이션

서상현

- 1998년 중앙대학교 공과대학 컴퓨터공학과 공학사
- 2000년 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 공학석사
- 2003년~2005년 ㈜지노시스템 기술연구소 선임연구원
- 2009년 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 공학박사
- 관심분야 : 컴퓨터 그래픽스, 비사실적 렌더링, Proceduralism, GIS

류승택

- 1996년 중앙대학교 공과대학 전자계산학과 학사
- 1998년 중앙대학교 대학원 컴퓨터공학과 공학석사
- 2002년 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 공학박사
- 2004년~현재 한신대학교 컴퓨터공학부 부교수
- 관심분야 : 영상기반 렌더링, 비사실적 렌더링, 실시간 렌더링

윤경현

- 1981년 중앙대학교 공과대학 전자계산학과 학사
- 1983년 중앙대학교 대학원 전자계산학과 석사
- 1983년~1985년 한국전기연구소 연구원
- 1988년 University of Connecticut 전자계산학과 석사
- 1991년 University of Connecticut 전자계산학과 박사
- 1991년~ 현재 중앙대학교 컴퓨터공학부 교수
- 관심분야 : 컴퓨터 그래픽스, GIS, 영상기반모델링 및 렌더링, 비사실적 렌더링