

3D 영화제작을 위한 얼굴윤곽의 에지검출

신설*, 하성수**, 최성진***

*한국뉴욕주립대학교 병실연구소 씨윌코리아

**뉴욕주립대학교 컴퓨터공학과

***디넥스트 미디어

e-mail : shin@cewit.re.kr

The Facial Edge Detection in Creating a Stereoscopic 3D Movie

Seol Shin*, Seong-soo Ha**, Seong-Jin Choi***

*CEWIT Korea

**Dept. of Computer Engineering, The State University of New York

***Dnext media co.

요 약

2D/3D 입체영상의 변환을 위해 산업현장에서 아티스트가 경험적으로 양자화된 깊이 정보를 제작하고, 입력된 깊이 정보의 차이와 픽셀 간의 유사성을 이용하여 물체의 윤곽을 보존하는 한편, 실시간으로 평활화 과정을 수행하는 방법을 제안하였다. 아티스트의 의도를 반영하기 위해 초기 입력한 깊이 정보를 바탕으로 적응적인 스무딩 파라미터를 할당함으로써 기존의 수작업을 반자동화하였다. 제안된 방법에서는 기존 방법의 평활화 단계에서 Domain Transformation 기법을 적용하고, 노이즈 제거 단계에서 양방향 필터를 적용하였다. 즉 산업 현장에서 문제점들을 해결하도록 알고리즘을 변형하여 기존 알고리즘의 성능을 개선하였다. 실험 결과는 제안된 방법이 기존의 제작 방법과 비교하여 적은 양자화 단계로 동일한 성능을 내는 것을 확인하였다.

1. 서론

최근 널리 3D 입체영화가 상업적으로 이용되고 있으나 특수한 카메라로 촬영되지 않은 기존의 콘텐츠를 입체영상으로 변환하기 위해서는 통상 몇 백명의 아티스트가 반 년 이상의 시간을 투자해야만 한다. 이는 깊이에 관한 정보를 제작하는데 대부분 수작업에 의존하고 있기 때문이다. 입체영상의 제작과정은 통상 텍스맵을 기반으로 좌우영상을 합성하는 과정으로 진행된다. 아티스트가 카메라와 물체의 거리를 주관적으로 해석하는 과정에서 아티스트의 숙련도는 결과물의 완성도와 밀접한 관계가 있으므로 수작업에 의존하는 과정은 비용적으로 영화제작사의 부담이 되고 있으며 결과물을 일관성 있게 도출하기 위하여 별도의 노력이 필요하다. 아티스트가 임의적으로 제작한 양자화된 깊이 정보는 자연스러운 입체영상을 위하여 평활화 과정이 필요하나 물체와 인물의 윤곽은 아티스트가 그린 레이어의 정밀도에 비례하기 때문에 눈,코,입 및 머리카락의 세밀한 부분은 스크린에서의 비중과 무관하게 많은 시간이 요구되어진다.

본 연구는 근거리 촬영된 인물영상에서 통상 수작업으로 진행되는 얼굴 윤곽 및 상반신의 평활화 작업을 반자동화하는 필터를 제안하였다. 구체적으로 양자화 단계가 많을수록 실물과 유사한 텍스맵, 깊이 정보를 표현한 이미지를 제작할 수 있으나 그와 비례하여 생산성이 저하는 문제점을 극복하기 위해 양자화 단계 수를 최적화하여 적은 단계의 양자화 깊이

정보를 활용하는데 그 목적을 두고 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2 장에서는 물체 윤곽을 보존하기 위한 평활화 기법과 실시간 처리를 위한 기존 연구를 정리하고, 3 장에서는 Domain Transformation 을 이용한 적응적인 평활화 기법을 제안한다. 4 장에서는 모의 실험 결과를 제시하고 마지막으로 결론과 향후 과제를 제시하였다.

2. 기존 연구

에지를 보존하는 스무딩 기술은 어도비를 비롯한 영상처리 소프트웨어에서 구현되고 있으며[1] 양방향 필터가 국부적인 범위를 실시간으로 처리하는 연구가 있다[2] 이는 이미지 크기에 제한이 있거나 파라미터를 작은 값으로 제한하여 많은 계산량이 요구되어진다.

계산속도를 향상시키기 위하여 선형 시스템에 가중치를 도입하는 연구로서 채색화기법을 이용하거나[3] 엣지를 회피하는 웨블렛 집합을 도입하는 연구가 있다[4] 그러나 커널의 크기를 2 의 제곱승으로 제한하고 있는 문제점이 있다.

이와 더불어 다양한 크기의 이미지를 실시간 처리하는 방법으로 Domain Transformation 이 있으나[5] 배경과 전경을 분리한 상황에서 물체주변에 확산현상이 발생한다.

3. 제안한 텍스맵 스무딩 알고리즘

3.1 Domain Transformation

Domain Transformation 이란 이미지를 표현하는 2 차원의 행렬을 가로 및 세로의 1 차원 배열로 나누어서 에지를 검출하는 방법이다. 2 차원의 공간에서 C 라는 커브를 갖는 곡선이 있다면 X 축에서 h 만큼 일정한 간격으로 샘플링하는 f(x)변환은 식 1 에서와 같이 x 와 x+h 값에 대한 C 커브 위에서의 norm 거리를 이용하여 에지를 검출할 수 있다. 이와 동일한 변환을 수행하는 변환 T 는 최소 거리가 1 픽셀인 디지털 이미지에서의 식 2 로 변환이 가능하다. 이는 식 3 을 만족하므로 이에 대한 필터링을 수행하면 C 곡선의 1 차원 상의 에지와 일대일 대응이 된다.

(식 1)

$$h + |f(x+h) - f(x)| = T(x+h) - T(x)$$

(식 2)

$$T'(x) = 1 + |f'(x)|$$

(식 3)

$$T(x) = \int^x 1 + |f'(x)| dx$$

식 3 은 C 의 에지부분에서 x 의 양의 증가값을 가지는 계단모양의 그래프가 된다. 에지가 아닌 부분에서 노이즈를 필터링하였다.

3.2 제안하는 알고리즘

두 영역에서 필터링이 독립적으로 수행되기 위한 연속된 영역을 검출하는 알고리즘을 제시한다. Domain Transformation 에서는 에지를 구성하는 이웃점을 샘플링하면 모든 점에 대하여 샘플링할 필요가 없어 f(x) 의 식 3 의 경사면을 기준으로 아티스트가 선택한 경계면을 찾아내었다.

본 시스템은 손쉬운 방법으로 텍스맵을 선택하도록 초기 픽셀 (startX, startY)를 마우스로 선택하였다. 픽셀 (startX-1, startY)는 경계밖에 있어야만 하고 (startX, startY)는 경계안에 있어야 한다. 무한루프를 벗어나기 위한 규칙을 정하였다. 선택한 영역이 8 개의 점을 포함하는지 여부 및 내부에 홀이 있는지를 판단하였다. 4 개의 픽셀이 만나는 교차점에 좌표를 부여하면 (x-1, y-1) 과 (x,y)사이의 교차점은 (x,y)로 표현된다. 이동 방향으로 우측, 전면, 좌측, 후면에 대하여 0,1,2,3 의 번호를 부여하였다. 픽셀방향은 4 개의 픽셀을 기준으로 반시계방향으로 0,1,2,3 을 부여한다. 방향과 각도는 순환하여 방향 -1 = 방향 3 이 된다.

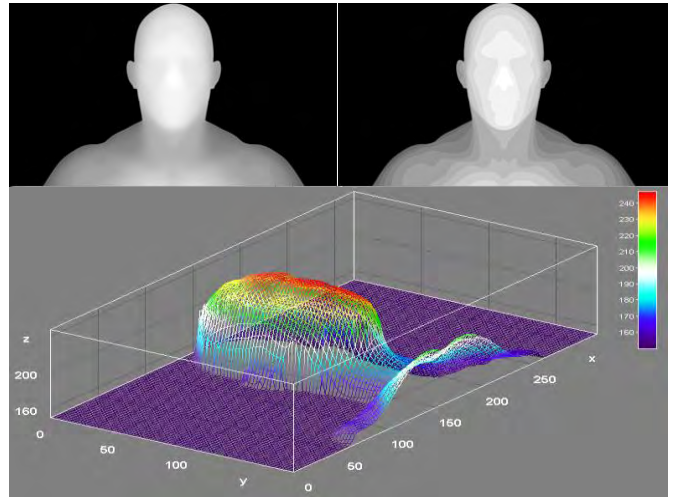
알고리즘은 초기 픽셀로부터 경계를 따라 경계 밖의 픽셀이 언제나 좌측에 오도록 움직인다. 유효한 점을 포함하는 가능한 큰 영역을 검출하기 위하여 될수 있는한 픽셀은 좌회전을 하려고 한다. 그 결과 방향 1 로 움직일 때, 방향 2 의 픽셀을 판단하여 만약 방향 2 의 픽셀이 경계 안이라면 방향 2, 즉 좌측으로 이동하고, 방향 2 의 픽셀이 경계 밖이라면 방향 1, 전면으로 이동한다. 이 경우 방향 1 이 경계 밖이라면 방

향 0, 즉 우측으로 이동한다. 4 개의 픽셀 안에서는 시계 방향을 이동한다. 1 번 픽셀이 경계 밖이라면 방향 0, 즉 우측으로 이동한다. 만약 경계 안이라면 2 번 픽셀을 판단하여, 2 번 픽셀이 경계 밖이라면 방향 1, 즉 전면으로 이동한다. 만약 경계 안이라면 방향 0, 즉 우측으로 이동한다.

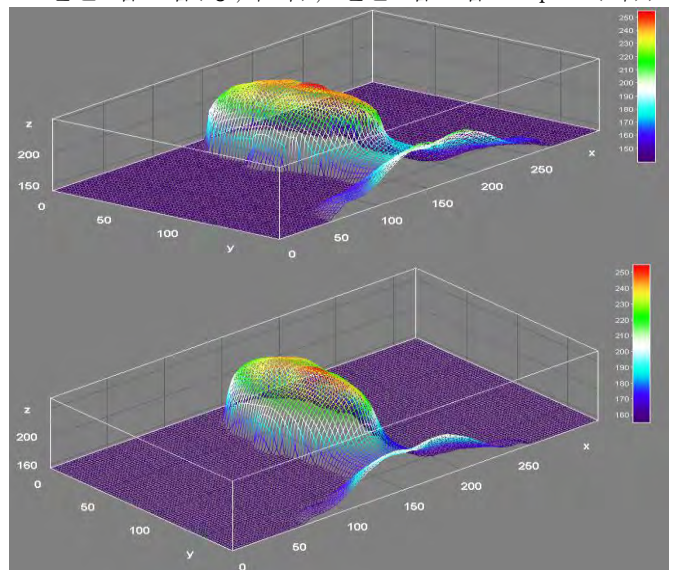
단한 루프를 이동하는 경우에는 방향은 360 도 시계 방향 또는 반시계방향으로 카운트가 증가하거나 감소한다. 경계 안의 픽셀이 우측에 존재하므로 이들의 윤곽을 검출할 수 있다.

4. 시뮬레이션 및 결과

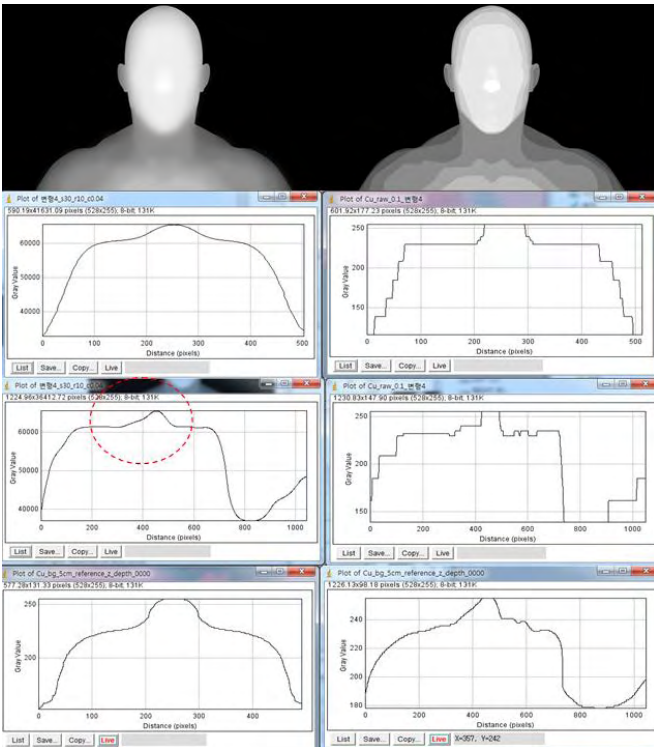
제안한 알고리즘의 스무딩 결과를 확인하기 위하여 3D 툴로 제작한 클로즈업 샷의 텍스맵과 코 부분의 x 축 및 y 축의 프로파일을 분석하였다. 디자이너가 작업한 텍스맵은 단순히 일정한 색상편차를 양자화하였다.



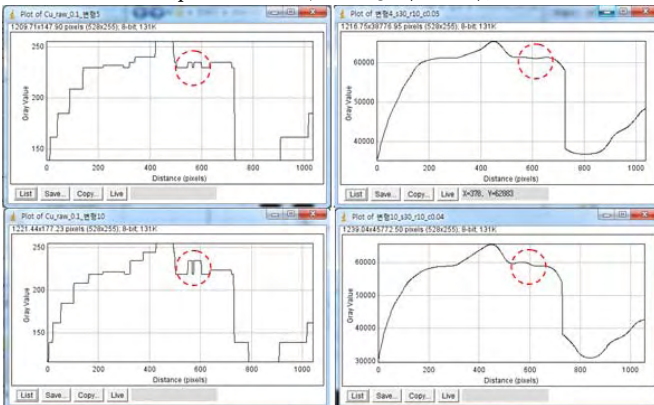
(pic 1.nuke 로 작성한 텍스맵(상,좌측), 10 단계로 표현된 텍스맵(상,우측), 원본 텍스맵 3D plot(하))



(pic 2. 영역을 분리하기 전의 스무딩 모습(상), 영역을 분리한 이후의 스무딩 모습(하))



(pic 3. 코부분 영역 분리)



(pic 4. 입 영역 분리)

그림 1은 NUKE의 포스터라이즈 노드를 이용하여 RAW 상태에서 색상 편차 0.1 단위로 양자화하였다. 그림 2는 제안된 알고리즘으로 눈과 입 영역을 분리하여 스무딩을 한 결과, 프로파일이 유사하여 단계를 줄여도 유사한 스무딩 맵을 구현할 수 있음을 알 수 있다.

그림 3의 코 부분을 보면 비교적 작은 면적에서 큰 깊이를 변화를 가지고 있음을 알 수 있다. 단순히 일정한 색상편차를 양자화하다보니 한 단계로 코 부분이 표현되었다. 코 부분을 중심으로 영역을 검출한 후, 그래프에서는 다른 결과를 확인할 수 있다.

그림 4는 기존의 방법에서 Spatial parameter가 전체적으로 영향을 줌으로서 위상차를 크게 만들어도 스무딩 결과 값이 크게 변경되지 않았으나, 평균적인 위상차보다 작은 값의 위상차를 가지는 영역에 대하여 filter의 parameter 값을 다르게 적용함으로써 좀 더 원본에 가까운 스무딩 맵이 만들어졌다. 일반적으로 맵스 편차가 보다 미세한 편차를 가지는

구간만 spatial parameter 값을 줄여서 스무딩을 할 수 있다면 아티스트가 의도한 과형으로 스무딩을 할 수 있음을 알 수 있다. 면적이 작은 부분에서 큰 입체 편차가 생기는 영역은 색상 편차 값을 작게 분할하여 스무딩시 원본과 유사해지도록 변형이 필요하며 이는 코의 중간 단계를 생략해서 스무딩 결과로 코가 약간 휘어지는 현상도 방지할 수 있다.

광대뼈 부터 머리 까지 부분의 스무딩 프로파일을 보면 비교적 넓은 면적에서 일정한 기울기는 가지면서 맵스가 변하는 구간은 양자화 단계를 줄여도 유사한 스무딩 값을 만들수 있는 것으로 보이므로 이러한 구간은 양자화 단계를 줄여서 생산성을 높힐수 있음을 확인하였다.

5. 결론

본 논문에서는 3D 영화제작 환경에서 아티스트가 맵스맵을 그리는 과정을 반자동화하는 알고리즘을 고안하였다. Domain Transformation이라는 과정을 이용하여 2차원의 이미지를 1차원의 가로, 세로 방향의 배열로 나누어 에지를 검출하였다. 이로부터 도출된 함수가 컨벌루션이 되는 경우, 기존의 필터를 사용하여도 적은 계산량으로 스무딩을 할 수 있었다. 또한, 재귀적으로 필터링을 수행하는 과정에서 파라미터를 독립적으로 설정할 수 있도록 관심 영역을 분리하였다. 이는 얼굴에서 눈, 코 입 등의 미세한 영역의 윤곽을 보존할 수 있었다.

현재 업계에서 상용되고 있는 NUKE 소프트웨어와 비교해보면 단축된 양자화 과정으로 맵스맵을 생성할 수 있었다. 앞으로 숙련된 디자이너 뿐만이 아니라 일반인에게도 편리한 인터페이스로서 기존의 시스템과도 상호호환이 되어야 하겠다.

6. 감사의 말

본 연구는 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원의 산업기술혁신사업 (기술료지원사업)의 일환으로 수행하였음. [10048070, 양자화 기반 2D 영상콘텐츠의 3D 변환 기술과 이를 활용한 입체영상 저작도구 개발 및 시험 적용].

참고문헌

- [1]KIMBALL,S.,MATTIS,P., AND GIMP DEVELOPMENT TEAM,2011.GNU Image Manipulation Program. Computer software
- [2]TOMASI, C., AND MANDUCHI, R. 1998. Bilateral filtering for gray and color images. In ICCV, 839–846
- [3]LEVIN, A., LISCHINSKI, D., AND WEISS, Y. 2004. Colorization using optimization. ACM TOG 23, 689–694
- [4]FATTAL, R. 2009. Edge-avoiding wavelets and their applications. ACM TOG 28, 3, 22
- [5]Eduardo S. L. Gastal and Manuel M. Oliveira. "Domain Transform for Edge-Aware Image and Video Processing". ACM Transactions on Graphics. Volume 30 (2011), Number 4, Proceedings of SIGGRAPH 2011, Article 69.