

스테레오 영상에서의 깊이정보를 이용한 3차원 입체화

이 성재*, 김 정훈, 윤 성원, 최 종주, 이 명호
연세대학교 공과대학 전기·컴퓨터 대학원

Volumetric Visualization using Depth Information of Stereo Images

S. J. Lee*, J. H. Kim, S. W. Yoon, J. J. Choi, M. H. Lee
Department of Electrical&Computer Engineering, Yonsei University

Abstract - This paper presents the method of 3D reconstruction of the depth information from the endoscopic stereo images. After camera modeling to find camera parameters, we performed feature-point based stereo matching to find depth information. Acquired some depth information is finally 3D reconstructed using the NURBS(Non Uniform Rational B-Spline) algorithm. The final result image is helpful for the understanding of depth information visually.

1. 서 론

최근 가상현실에 대한 관심이 높아지면서 많은 분야에서 가상현실을 적용하는 분야가 점점 넓어지고 있다. 의료영상 분야도 물론 예외는 아니다. 지금까지의 내시경 진료에서는 주로 하나의 카메라만 부착된 2차원 내시경을 사용하였는데, 하나의 카메라로는 3차원 정보인 깊이감을 느낄 수가 없다. 따라서 의사들은 내시경 진료 시에 많은 어려움을 겪게 되는데, 이러한 점을 해결하기 위해 요즘에는 두 대의 카메라를 이용하는 스테레오 내시경을 사용하는 경우가 많아지고 있다. 즉, 사람의 두 눈처럼 좌, 우 두 대의 카메라를 내시경에 부착하여 이로부터 얻은 영상을 사람의 두 눈에 각각 보여줌으로서 사람으로 하여금 평면이미지와는 다르게 실제로 보는 듯한 느낌을 받게 한다. 하지만, 스테레오 내시경이 3차원적인 깊이감을 제공한다 해도, 내시경 영상이 주로 사용되는 인체 내부는 그 깊이감이 모호한 경우가 많기 때문에, 카메라로부터 인체 내부 장기까지의 정확한 깊이를 계산하여 알려줄 필요성이 있다. 따라서 본 논문에서는 영상에서의 깊이를 찾기 위해 상관도와 적응형 윈도우를 이용한 스테레오 정합을 시도하였다. 그리고 카메라 모델링 결과로부터 정합결과를 실제 깊이로 변환하였으며, 이렇게 얻어진 깊이정보를 이용하여, 실제 내시경영상을 NURBS(Non Uniform Rational B-Spline)[6,7]에 적용하여 3D 입체 영상을 재구성 해 보았다.

2. 3D 입체 구현

2.1 깊이정보 추출

2.1.1 카메라 모델링(Camera Modeling)

일반적인 스테레오 시스템에서는 특성이 동일한 두개의 카메라가 렌즈 축이 서로 평행하고, 극상선(epipolar line)이 일치한다. 이러한 조건에서는 삼각 비례법을 이용하여 스테레오 정합으로부터 구한 시차로부터 직접적으로 깊이정보를 얻을 수 있다. 하지만, 본 논문의 연구대상인 스테레오 내시경은 위의 두 조건에 부합되지 않으므로 일반적인 삼각 비례법으로는 실제 깊이 정보를 찾을 수 없다. 따라서 본 논문에서는 우선 내시경 카메라 보정(Calibration)[1]을 이용하여 분석하고, 이 과정에

서 구한 카메라 행렬을 이용하여 깊이 정보를 구하고자 한다. 이로부터 얻은 카메라 행렬은 다음과 같다. 행렬 A, B는 각각 좌측, 우측 카메라에 대한 모델링 행렬을 나타낸다.

$$A = \begin{bmatrix} 50.7633 & -7.74069 & 45.4115 & 103.078 \\ -1.15333 & -44.6824 & 11.9717 & 633.188 \\ 0.02356 & -0.0300336 & 0.241343 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.1.1)$$

$$B = \begin{bmatrix} 32.5328 & -6.78885 & 33.5916 & 115.86 \\ -3.06493 & -32.6649 & 8.73996 & 467.002 \\ -0.00926 & -0.0241082 & 0.165253 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.1.2)$$

2.1.1 스테레오 매칭

전체 영상의 깊이를 찾아내는 영역정합에서 주로 사용하는 방법은 상관도를 이용하는 방법인데, 상관도에 있어서 중요한 것은 상관도 함수와 크기이다. 본 논문에서는 좌우 내시경 카메라가 각기 다른 특성을 가지므로 식(2.1.3)과 같은 영역 밝기의 평균값을 이용한 상관도함수를 사용하였다[2].

Correlation =

$$\frac{\sum_{i,j} [(I_1(x+i, y+j) - m_1) - (I_2(x+d+i, y+j) - m_2)]^2}{\sqrt{\sum_{i,j} [I_1(x+i, y+j) - m_1]^2} \times \sqrt{\sum_{i,j} [I_2(x+d+i, y+j) - m_2]^2}} \quad (2.1.3)$$

where $m_1 = \overline{I_1(x, y)}$, $m_2 = \overline{I_2(x+d, y)}$

상관도 함수뿐만 아니라 상관 윈도우의 크기도 두 영역의 유사도에 많은 영향을 끼친다. 일반적으로 윈도우가 크면 클수록 좋지만, 폐색(Occlusion)영역이나 특징점 부분에 있어서는 상관도의 정확도를 낮추는 결과를 낳는다. 반면에 윈도우의 크기가 작은 경우에 있어서는 폐색 영역으로 인한 영향을 줄일 수 있고 특징점과 같이 정보의 밀도가 높은 곳에서는 효과적이지만, 반복적인 패턴을 이루는 영역에 대해서는 큰 오차를 발생시킨다. 따라서 본 논문에서는 각 영역특성에 따라 윈도우의 크기와 모양을 변형시키는 방법을 사용했는데 그 방법은 다음과 같다.

그림 2.1은 영역에 따른 적응형 윈도우를 설정하는 과정을 보여준다. 정합하려는 점을 중심으로 모든 방향으로 조사를 하면서 주위의 점들을 윈도우 내에 포함시킬지를 상관함수를 이용하여 결정한다. 이와 같이 결정된 상관 윈도우로 왼쪽 영상의 픽셀에 대해 오른쪽 영상에서 최대시차범위 내의 픽셀과 상관도를 계산하여 최대의 유사도를 갖는 픽셀을 대응쌍으로 정한다. 영상의 모든 부분에 대해서도 같은 방식을 적용하여 전체적인 깊이 지도를