

색상-깊이 영상간의 좌표 정합 기법

현용환^o, 조슬기, 안병탁, 유국열
 영남대학교 정보통신공학과

kyoo@yu.ac.kr

Coordinate Conversion Method between the Color and Depth images

Yong-Hwan Hyun^o, Seul-Ki Jo, Byung-Tak Ahn, Kook-Yeol Yoo
 Dept of Information and Communication Engineering, Yeungnam University

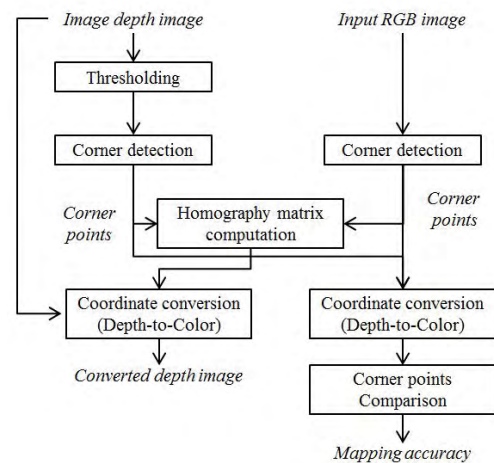
요 약

본 논문에서는 색상-깊이 영상간의 좌표 변환 관계 검출 시스템 및 변환 정확도 측정 시스템의 알고리즘을 제안한다. 자체 제작한 3D 체크 패턴 구조물을 이용하여 두 영상간의 대응점을 찾고, 이들 간에 관계식을 수치적 분석 또는 수학적 분석을 통해 관계를 유도하였다. 키넥트 카메라를 이용하여 실험을 하였고, 3차원 영상으로 기존의 방법과 비교하여 성능이 향상됨을 확인할 수 있었다.

1. 서론

좌표 정합 기법은 최근 영상처리 분야에서 활발히 연구되고 있다. 마이크로소프트사에서 키넥트(Kinect)라는 기존의 장치에 비해 굉장히 저가인 장치를 출시하였고, 가격에 비해 우수한 성능으로 컴퓨터 비전 분야뿐 아니라 여러 분야에서 널리 활용되고 있다. 키넥트에는 RGB 카메라와 깊이(Depth) 카메라를 포함하고 있는데 깊이는 화소간 미세한 거리 차이와 적외선의 불균일함으로 질감이 낮다는 단점을 지니고 있다[1]. 이러한 단점으로 인해 본 논문에서는 mouse event를 활용하여 단점을 보완하였다. 색상 기반 및 깊이 기반으로 객체를 추적하거나 판별할 때 각기 방법마다 단점이 있으나 이를 복합적으로 사용하면 서로 단점들을 보완해 줄 수 있다. 하지만 두 영상 간에는 시점의 차이가 존재하기 때문에 두 영상을 하나의 시점인 단일 좌표계로 표현하는 보정이 필요하다. 본 논문에서는 색상과 깊이 영상간의 좌표를 이용하여 정합하는 기법을 제시한다.

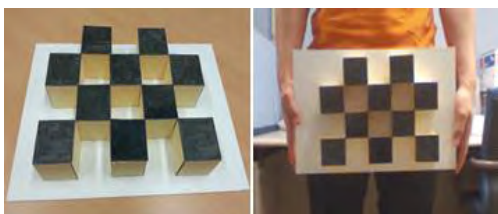
코너점 검출 방식에서 특징점이 다수 있는 객체는 보정을 위해 사용될 수 있지만, 실용적으로 체스판 같이 규칙적인 패턴이 있는 객체를 선호한다. 패턴이 한쪽으로 치우치거나 하면 안되고 검출된 코너 점들을 화면에 출력함으로써 코너 점들이 정확하게 검출되었는지 알 수 있다.



(그림 2) 제안한 색상-깊이간 좌표변환 관계 검출 시스템 및 변환 정확도 측정 시스템

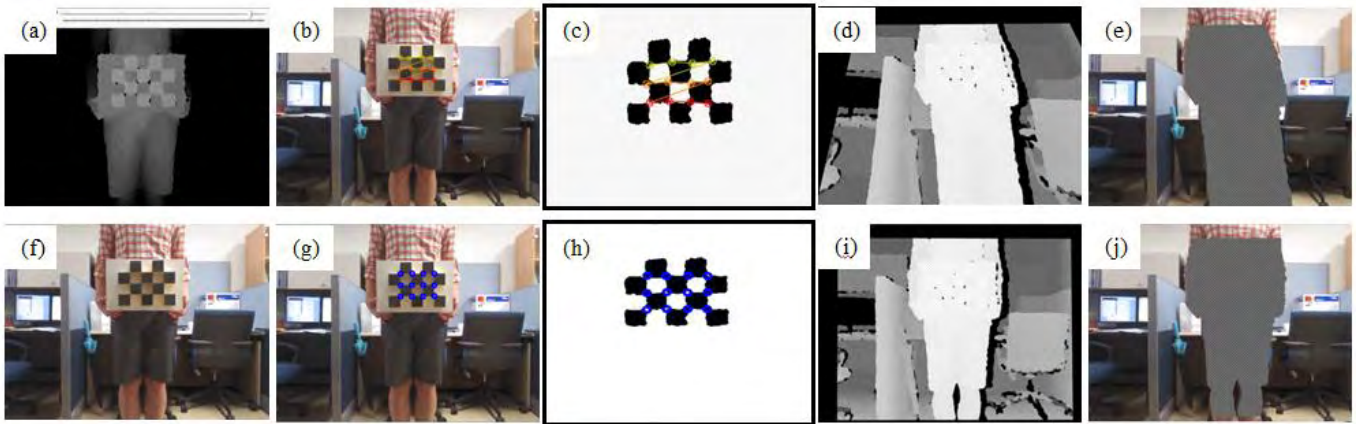
2. 3차원 좌표 정합 알고리즘

본 논문에서는 (그림 1)에서와 같이 자체 제작한 3D 체크 패턴 구조물을 이용하였다.



(그림 1) 자체 제작한 3D 체크 패턴 구조물

본 논문에서는 두 영상들 간의 좌표변환을 위해 (그림 2)의 알고리즘을 제안한다. 색상 영상과 깊이 영상에서 각각 코너를 검출하고 이 코너점을 이용하여 Homography matrix를 계산한다. Depth-to-Color의 좌표 변환을 한 후 코너점을 비교하여 매핑 시킨다. 3D 패턴 구조물의 깊이 및 색상 영상들에서 코너점을 검출하기 위해 Zheng에 의해 제안된 방식[2]을 사용하였다. 검출된 깊이 및 색상 영상들에서 대응하는 코너점들 간의



(그림 3) 색상-깊이 좌표변환 결과: (a) 입력 깊이 영상, (b) SW 방식 색상영상 코너검출, (c) SW 방식 깊이영상 코너검출, (d) SW 방식의 변환결과, (e) SW 방식에 의한 변환결과(overlapping), (f) 입력 색상 영상, (g) event 방식 색상 영상 코너검출, (h) event 방식 깊이영상 코너검출, (i) event방식의 변환결과, (j) event방식에 의한 변환결과(overlapping)

변환을 위해 식(1)으로 주어지는 Homography 변환을 사용하였고, 변환식에 있는 파라미터들은 Parag에 의해 제안된 방식[3]를 이용하여 구하였다.

$$st(x, y) = src\left(\frac{M_{11}x + M_{12}y + M_{13}}{M_{31}x + M_{32}y + M_{33}}, \frac{M_{21}x + M_{22}y + M_{23}}{M_{31}x + M_{32}y + M_{33}}\right) \quad (1)$$

위 식(1)에서 M은 변환행렬이고, x, y는 코너점들의 좌표값이다. 식(1)을 계산하면 두 영상을 결합하는 단일 좌표계의 값이 나오게 된다.

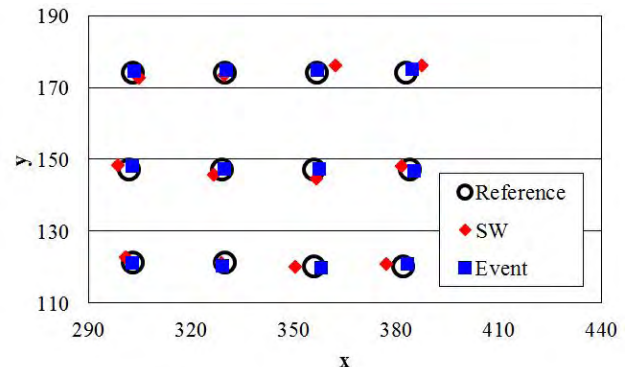
3. 실험 결과

실험에 사용된 3D 체크 패턴 구조물은 검은색 부분을 약 5cm 정도 돌출되게 만들어 바탕과 깊이 값의 차이가 나도록 제작하였고, 돌출부 색상을 검은색으로 색칠해서, 색상 영상에서 돌출부와 배경부를 구분할 수 있도록 하였다. 코너 검출에서 모든 코너 점들이 제대로 검출되었다면 각 코너는 다른 색깔의 원으로 칠해지며 정해진 순서대로 코너 점들이 직선으로 이어서 보여준다.

본 논문에서는 제안하는 방식인 mouse event를 활용하여 코너점을 검출하는 방식과 [2]에서 제안하는 방식을 비교하였다. 깊이 영상을 이들 두 방식에 의해 변환한 결과는 (그림 3)에 나타내었고, (그림 3)의 (d)와 (i)의 성능을 비교하면 변환된 결과에 현격한 차이를 보여줄 수 있다. 또한 인체 부분에 대해 변환 식을 이용해서 깊이 영상의 인체 영역을 음영으로 표시한 색상영상과의 겹치는 부분(Overlapping area)를 살펴보면, SW 방식의 정확도가 매우 낮고, Event 방식의 경우 매우 높은 수준의 정확도를 보여줄 수 있다.

(그림 4)에서 Reference는 색상 영상에서 정확한 코너점들을 의미하고, 각각의 방식에 의해 검출된 코너 점들을 식(1)을 이용하여 변환한 결과를 보여준다. 이 결과에 따르

자면, SW 방식의 좌표축 변환 정확도가 매우 낮음을 알 수 있다. SW 방식에서 낮은 정확도는 깊이 영상의 떨림 현상에 의해 이진화된 영상에서 코너점들이 정확하게 검출되지 않는 원인들에 기인하는 것을 알 수 있었다. 높은 성능을 보인 Event 방식의 경우에는 수작업이 들어가야 하기 때문에 이를 일반적으로 적용 및 활용하기에는 제약성이 높고, 이를 해결하기 위한 지속적인 연구의 필요성이 있다.



(그림 4) 코너점 검출 방법에 좌표 변환 성능 평가

4. 결론

본 논문에서는 자체 제작한 3D 체크 패턴 구조물을 이용하여 두 영상간의 대응점을 찾고, 이들 간에 관계식을 수치적 분석 또는 수학적 분석을 통해 관계를 유도하였고, 좌표 정합 기법으로 단일 좌표계로 표현하는 방법을 구현하였다. 본 논문의 결과는 코너점의 안정적 검출이 보장이 된다면 두 영상간의 정합이 매우 성공적으로 이루어질 수 있다는 것을 보여준다. 또한 3D 패턴 구조물의 형태를 육면체가 아닌, 판에 핀을 꽂아 구성하는 형태이면 깊이 영상의 음영부분에서 발생하는 부정확도를 일정 부분 해결할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 획득된 코너점들은 직선상에 존재한다는 조건을 추가적으로 부여하여 코

너점 위치 개선(refinement) 알고리즘을 추가적으로 적용하는 등의 다양한 공학적, 3D 구조학적인 연구가 필요할 것이다.

ACKNOWLEDGEMENT

이 논문은 2013년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. NRF-2013R1A1A2059789)

참고문헌

- [1] 정하영, 김태연, 유준, “색상과 깊이 카메라를 이용한 3차원 영상 구성”, 전자공학회논문지, 제 49권, 제 1호, pp. 1-7, 2012년 1월
- [2] Z. Zheng, H. Wang, E. K. Teoh, “Analysis of gray level corner detection”, *Pattern Recognition Letters*, vol 20, no. 2, pp. 149-162, 1999
- [3] H. Parag and S. Singh, “Obstacle Detection Using Adaptive Color Segmentation and Color Stereo Homography”, in Proc. of IEEE *Int'l Conf* on Robotics and Automation, 2001, Vol 1, pp. 705-710, 2001