

스테레오 이미지를 이용한 특징점 매칭 기반 누락 이미지 복원

최현지, 이덕우*
 계명대학교 컴퓨터공학부
 tyg06229@naver.com, dwoolee@kmu.ac.kr

Image Restoration using Stereo Images based on Feature Matching

Hyunji Choi Deokwoo Lee*
 Department of Computer Engineering, Keimyung University

요약

스테레오 이미지는 카메라 두 대를 사용하여 찍은 미묘하게 다른 두 사진을 의미한다. 이 차이는 우리가 두 눈의 차이로 대상과의 거리를 계산하는 것처럼 이미지의 깊이를 예측할 수 있기에 요즘 주목받고 있는 자율주행 자동차나 로봇 비전에 이 기술이 사용된다. 심지어는 스마트폰 또한, 듀얼 카메라라는 이름으로 우리 일상생활에 쉽게 접할 수 있다. 이러한 상황에서 본 논문에서는 두 대의 카메라에서 찍힌 스테레오 이미지에서 손상된 한쪽의 이미지를 복원하는 기술문제에 대해 다루고자 한다.

1. 서론

인간의 시각 시스템을 컴퓨터로 구현하려는 목표를 가지고 있는 컴퓨터 비전(computer vision) 분야가 발달함에 따라 목표물까지의 깊이 정보를 알기 위해 사용하는 방법으로 스테레오 카메라를 많이 채택한다. 스테레오 카메라는 카메라를 두 개 이상 사용하여 물체의 3차원 영상 정보를 추출하는 방법으로 카메라 두 대로 영상과 거리 정보를 동시에 추출할 수 있는 장점이 있다. 이러한 카메라 두 대를 사용한 간단한 하드웨어 세팅법으로 얻는 여러 이점 때문에 스테레오 카메라는 평소에 자주 사용하는 스마트폰에도 듀얼 카메라라는 이름으로 쉽게 접할 수 있다. 요즘 성장하고 있는 게임 분야에도 이 스테레오 카메라에서 착안한 키넥트(Kinect)를 사용하여 사용자의 동작을 인식하여 새로운 인터페이스를 제공한다. 이렇게 스테레오 카메라는 생소한 이름과는 다르게 우리 일상 생활에 잘 녹아 있는 시각센서이다. 그렇기에 현재 이 스테레오 카메라의 성능을 끌어내기 위해 스테레오 카메라 관련 연구가 활발하게 진행되고 있다. 스테레오 카메라를 이용하여 얻은 두 영상은 스테레오 이미지라고 하여 둘의 관계는 연관되어있으며 특수한 관계에 놓여있다 [1,2,3,4]. 본 논문에서는 이 스테레오 이미지를 이용하여 한쪽의 손상된 이미지를 다른 쪽의 이미지를 이용하여 복원하는 문제에 대해 다루고자 한다.

2. 제안 알고리즘

두 이미지로 이루어진 스테레오 영상에 대한 서로의 관계를 알기 위해선 우선 두 이미지에서 특징점과 기술자를 계산하였다. 특징점과 기술

자를 계산하기 위한 알고리즘은 여러 종류가 존재하지만 본 실험에서는 ORB(oriented BRIEF)라는 알고리즘을 사용한다 [5,6]. ORB는 특징점 검출을 위해 FAST keypoint detector와 기술자 계산은 BRIEF descriptor를 사용한다. FAST 알고리즘은 FD(Feature Detection), FS(Feature Score), NMS(Non Maximum Suppression) 단계로 구성된다. FAST의 기본 알고리즘은 어떤 점 p 가 코너(corner)같 될 수 있는지에 대한 판별을 하고 선택하는 것으로 우선 FD(Feature Detection) 단계에서 각 코너가 가능한 후보를 검색한다. 코너를 판단하기 위해서 점 p 를 중심으로 반지름이 3인 원 안의 16개의 픽셀값을 보고 p 보다 일정 값 이상 밝거나 어두운 픽셀들이 n 개 이상 연속되어 있으면 p 를 코너 점으로 판단한다. 이때 n 의 숫자에 따라 FAST-9, FAST-10, FAST-11 등 다양한 버전이 존재하며 ORB에서는 특징점을 검출하는데 FAST-9를 사용한다 [3].

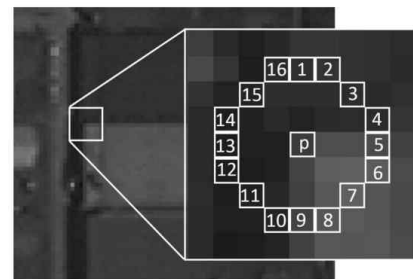


그림 1 p 를 중심으로 반지름 3의 위치의 픽셀 픽셀의 값의 어둡고 밝고의 유무는 임계 값(threshold, t) 기준으로 판단하며 그의 수식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 I_{p \rightarrow x} &\leq I_p - t, & 2 \text{ (Dark)} \\
 I_p - t &< I_{p \rightarrow x} < I_p + t, & 1 \text{ (Similar)} \quad \dots (1) \\
 I_p + t &\leq I_{p \rightarrow x}, & 0 \text{ (Bright)}
 \end{aligned}$$

FD에서 특징점의 후보를 검출한 후 후보들을 FS(Feature Score) 단계에서 주변 픽셀값들을 이용하여 값을 측정한다.

$$S = \max \left\{ \sum_{x \in S_{\text{bright}}} |x - p| - t, \sum_{x \in S_{\text{dark}}} |p - x| - t \right\} \quad \dots (2)$$

위의 식을 이용하여 밝은 픽셀들의 차의 합과 어두운 픽셀들의 차의 합 중 최대값을 각 픽셀의 점수를 매긴 후 NMS(Non Maximum Suppression) 단계에서 가장 높은 점수를 가진 후보를 최종 코너로 선택한다. 이제 ORB는 선택된 특징점에 BRIEF descriptors를 사용하여 기술자를 계산한다. 하지만 Brief 기술자 계산은 회전을 고려하지 않아 회전에 대해 제대로 작동하지 않는다. 이 때문에 ORB는 회전과 방향에 대한 정보를 추가하여 이에 대한 문제를 보완한다.

3. 실험

실험 환경은 Visual Studio 2019를 사용하여 C++ 언어로 openCV를 사용하여 진행하였다. 실험에 사용할 이미지는 <https://vision.middlebury.edu/>에서 제공해주는 스테레오 데이터셋을 사용한다. 그리고 하나의 이미지에 손실이 일어났음을 가정하고 픽셀한 연역을 검게 칠하여 사용한다. 이 이미지들은 흑백으로 불러 Mat 클래스에 저장된다. 저장된 두 개의 Mat 객체를 토대로 이 두 이미지로 이루어진 스테레오 이미지의 연관 관계를 알기 위해서 두 이미지에 ORB를 사용하여 특징점과 기술자를 구하였다.

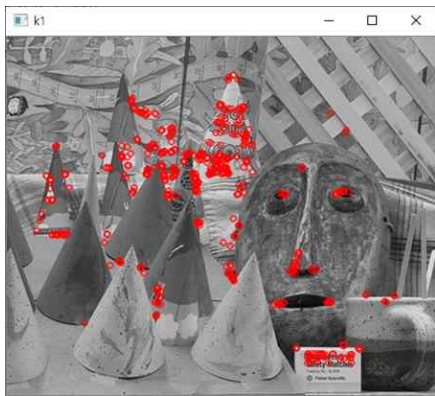


그림 3 영상으로부터의 특징점 추출 (영상 A)



그림 4 누락부분이 있는 영상으로부터의 특징점 추출 (영상 B)

그림 4를 보면, 특징점이 손상된 부분 주변에 몰려서 검출된 것을 볼 수 있다. 이 현상은 손실된 주변의 급격한 픽셀 차이로 인한 현상으로 손실된 부위가 코너 점만큼의 특징점수를 얻기 때문이다. 검출된 특징점을 토대로 비교하고 유추한 결과 A 이미지의 한 점 p 와 B 이미지의 한 점 p' 는 α 만큼 차이가 난다고 가정할 수 있었다.

$$p = p' + \alpha \quad \dots (3)$$

이를 바탕으로 B 이미지의 특징점을 A 이미지 위에 α 만큼 차이를 두어 적용해보았다. 적용한 결과 그림5와 같이 B 이미지에서 손실된 부분으로 추정되는 구역이 특징점으로 둘러싸여 있는 모습을 볼 수 있다. 이 구역을 B 이미지에서 손실된 부분으로 가정하고 A 이미지를 바탕으로 B 이미지를 복원하기 위해 이 부분의 픽셀 정보를 복사하여 추출하였다.

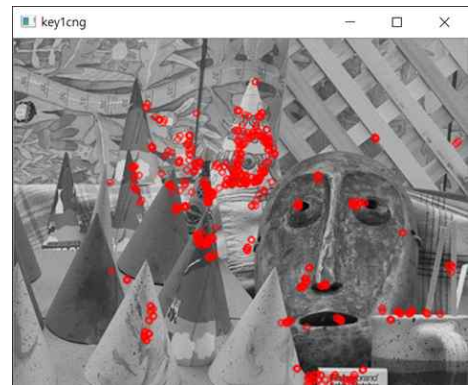


그림 5 영상의 특징점에 α 의 변위차를 두어 적용한 결과

이 A 이미지에서 추출한 픽셀 정보를 바탕으로 B 이미지의 손실된 구역에 다시 그려 주었다.

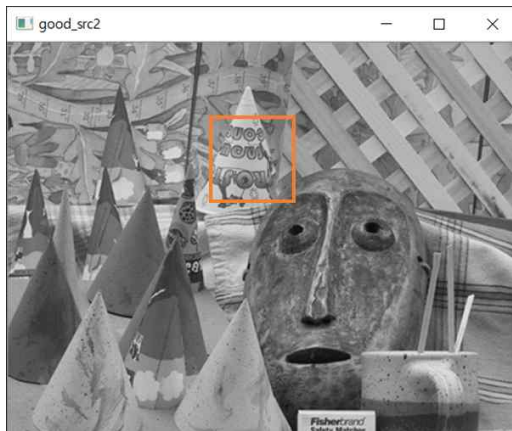


그림 6 누락부분을 복원한 결과

high-speed corner detection, in ECCV 2006

4. 결론

위 실험을 통해 스테레오 이미지를 통한 이미지 복원 문제에 대해 다루어 보았다. 위 이미지는 단순한 이동변화만 있는 샘플 데이터를 사용하여 단순히 구역 하나를 손실된 부위에 그대로 사용했음에도 불구하고 좋은 복원율을 보인다.

이를 바탕으로 스테레오 카메라의 틀어짐 정도의 카메라 파라미터를 바탕으로 기초행렬(fundamental matrix)를 추정하여 적용한다면 좀 더 광범위하게 적용될 수 있을 것이다.

위 실험을 통해 스테레오 카메라에서 나오는 두 영상을 사용하면 궁극적으로는 서로의 화질을 스스로 개선할 수 있을 것으로 전망한다.

Acknowledgement

본 논문은 교육부와 한국교육재단의 계명대학교 대학혁신 지원사업비를 지원받아 수행된 연구의 결과입니다.

참고문헌

- [1] Hartley, R., & Zisserman, A. (2004). Computer Vision의 다중 뷰 기하학 (2nd ed.). 캠브리지 : Cambridge University Press. doi : 10.1017 / CBO9780511811685
- [2] 김영성, 임종우, 평면 위 직선과 호모그래피를 이용한 스테레오 카메라 교정. 한국정보과학회 2015년 동계학술발표논문집, 2015년 12월, 1143-1145.
- [3] 윤용인, 옥형수, 최종수, 오정수, 평면 호모그래피를 이용한 3차원 재구성. 한국통신학회논문지, 제 31권 4C호, 2006, 381-390.
- [4] 이동석, 이동욱, 김수동, 김태준, 유지상, 스테레오 카메라를 이용한 이동객체의 실시간 추적과 거리 측정 시스템, 14(3), 방송공학회논문지, 2009, 366-377.
- [5] J. Huang, G. Zhou, X. Zhou, R. Zhang, A New FPGA Architecture of FAST and BRIEF Algorithm for On-Board Corner Detection and Matching. Sensors 2018, 18, 1014.
- [6] E. Rosten and T. Drummond, Machine learning for