

사진에서 움직이는 물체를 제거하는 어플리케이션 개발

¹ 변주성*, 김민호*, 신병석*
 인하대학교 컴퓨터공학과

e-mail : bjs14099@inha.edu, kimminho300@naver.com, bsshin@inha.ac.kr

Development of application that removes moving objects from pictures

Ju-Seung Byun*, Min-ho Kim*, Byeong-Seok Shin*
 Dept. of Computer Engineering, Inha University

요 약

여러 장의 사진을 촬영하여 움직이는 객체를 식별하고 이를 지울 수 있는 모바일 어플리케이션을 제안한다. 여러 장의 사진을 촬영 후 첫 번째 사진을 기준으로 나머지 사진들에 와핑(warping) 변환을 적용하고, 최적의 패치(patch)들을 변환된 사진 속에서 골라내어 이동 객체로 가려진 배경을 복원한다.

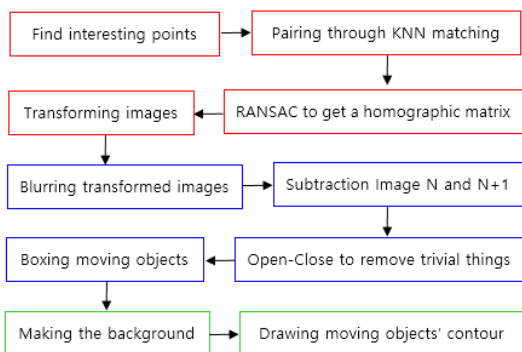
1. 서론

관광지나 놀이공원 같은 장소에서 모바일 장치의 카메라로 특정한 위치를 촬영하고자 할 때 움직이는 객체들이 많기 때문에 사용자가 원하는 대로 주변 경관을 촬영할 수 없을 때가 많다.

이 논문에서는 이런 불편함을 없앨 수 있는 어플리케이션의 개발을 소개한다. 사용자가 여러 장의 사진을 연속으로 촬영만 하면 이동 객체를 지워 배경으로 대체할 수 있는지를 알 수 있으므로 사용자가 원하는 경우에 배경을 가리는 객체들을 지울 수 있다.

2. 영상처리 기법을 활용한 전경제거

본 어플리케이션은 크게 세 단계의 처리과정을 거친다. (1) 여러 장의 사진을 스마트폰으로 촬영을 하기 때문에 연속된 사진들은 미세한 흔들림이 있을 수 밖에 없다. 따라서 이 흔들림을 보정해야 한다. (2) 사소한 변화를 제거 한 후 움직이는 객체들을 식별한다. (3) 전경 객체 정보를 바탕으로 각각의 사진에서 가려진 배경의 조각들을 모으고, 이 결과를 사용자에게 보여준다. (그림 1)은 간단한 전체 흐름도이다. 빨간색, 파란색, 녹색 상자들이 첫번째부터 각각의 단계를 차례로 의미한다.



(그림 1) 전경제거 알고리즘의 흐름도

2.1. 손떨림 보정 단계

스마트폰으로 7 장의 사진을 연속적으로 찍기 때문에 손 떨림이 발생한다. (그림 2) 손 떨림을 보정해 주기 위해서 첫 번째 사진(Image 1)을 제외한 나머지 여섯 장의 사진들을 첫 번째 사진을 기준으로 와핑 변환을 한다. 이 때 이용되는 호모그래피(homography)를 얻기 위해서는 (그림 1)에 제시된 빨간 상자의 순서를 거친다.

7 장의 사진을 찍고 FAST 알고리즘을 통해 특징점들을 추출한다. 이어서 KNN 매칭을 통하여 Image 1 과 나머지 사진들을 각각 페어링(pairing)을 해준다. 페어링 된 점들 중 8 개의 쌍을 임의로 선택 한 후 후보 호모그래피를 얻는다. 그리고 이를 Image2 에 대해서 적용 하고 RANSAC 을 수행한다[1]. (95%의 점들이 5 픽셀 내에 있어야 유효한 호모그래피로 판별하였다.)

기존 점 (x, y) 에 대해서 변환된 새로운 사진상에서의 점을 (x', y') 라 하면 호모그래피는 다음과 같다

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

8 쌍의 점에 대해서 다음과 같은 행렬식을 얻는다[2].

$$\begin{matrix} (16 \times 8) A & (8 \times 1) h & (16 \times 1) b \\ \begin{pmatrix} x_1 & y_1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x_1x'_1 & -y_1y'_1 \\ 0 & 0 & 0 & x_1 & y_1 & 1 & -x_1y'_1 & -y_1x'_1 \\ x_2 & y_2 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x_2x'_2 & -y_2y'_2 \\ 0 & 0 & 0 & x_2 & y_2 & 1 & -x_2y'_2 & -y_2x'_2 \\ x_3 & y_3 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x_3x'_3 & -y_3y'_3 \\ 0 & 0 & 0 & x_3 & y_3 & 1 & -x_3y'_3 & -y_3x'_3 \\ x_4 & y_4 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x_4x'_4 & -y_4y'_4 \\ 0 & 0 & 0 & x_4 & y_4 & 1 & -x_4y'_4 & -y_4x'_4 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} h_{11} \\ h_{12} \\ h_{13} \\ h_{21} \\ h_{22} \\ h_{23} \\ h_{31} \\ h_{32} \end{pmatrix} & = & \begin{pmatrix} x'_1 \\ y'_1 \\ x'_2 \\ y'_2 \\ x'_3 \\ y'_3 \\ x'_4 \\ y'_4 \\ \vdots \end{pmatrix} \\ & & & \vdots \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} (16 \times 8) & (8 \times 1) & (16 \times 1) \\ A & h & = & b \\ A^T A h & = & A^T b \\ h & = & (A^T A)^{-1} A^T b \end{matrix}$$



(그림 2) Image1 을 기준으로 Image3 을 왜핑시킨 결과

2.2. 전경 물체 제거

2.1 에서 구한 호모그래피를 이용하여 변환된 영상들을 얻은 후 영상들 간의 차이를 이용하여 움직이는 객체를 식별한다. 이 때 나무들이 바람에 흔들리는 등 물체들의 미세한 변화는 무시하기 위해서 Blurring 과 Open-Close 를 이용한다. 영상 간의 비교는 연속된 6 개 쌍의 영상들에 대해서 수행한다. 이후 움직이는 객체에 대해서 윤곽선을 그리고 해당 객체에 대하여 경계상자를 설정 한다. 아래 (그림 3)은 예시이다.



(그림 3) 전경 물체에 대한 윤곽선 추출과 경계상자 지정

2.3. 배경 복원

경계상자가 지정된 된 객체가 지울 수 있는지 여부를 조사하고, 경계상자 부분을 채울 수 있는 가장 적합한 패치를 얻어낸다. 한 객체의 경계상자 좌표 $((x_1, y_1), (x_2, y_2))$ 얻고 나머지 영상쌍들에 대해서도 동일한 검사를 수행한다. 만약 얻은 경계 상자의 영역이 나머지 6 개의 차이 이미지에서 얻은 각각의 상자들과 겹치지 않는다면 배경을 추출할 수 있다는 의미이다.

다음으로 각 영상 쌍을 비교하는 과정에서 얻어온 패치들 중 가장 최적의 패치를 선별을 해야한다. $(x_1, y_1-1) \sim (x_1+7, y_1-1)$ 과 얻어온 8×8 크기의 패치의 $(0, 0) \sim (7, 0)$ RGB 색상 차이의 절대값을 중 가장 작은 패치를 선택하였다.

배경을 복원한 후 사용자에게 지울 수 있는 객체를 알려준다.(그림 4)는 이 과정을 나열한 것이다.

3. 실험 결과 및 결론

본 어플리케이션의 실험은 삼성 갤럭시 6 와 삼성 갤럭시 노트 5 에서 수행을 하였다. 배경을 얻을 때 단순히 위 아래의 픽셀 값의 차이가 가장 작은 패치를 골랐음에도 불구하고 상당히 좋은 배경을 얻어 낼 수 있었다.(그림 5)는 추가 실험 결과이다.

본 어플리케이션에서의 단점은 두 가지가 있다. 첫 번째로 상자 영역을 직사각형 단위로 하다 보니 패치를 얻을 수 있는 상황임에도 불구하고 얻어 오지 못하는 경우가 있었다. 해결하기 위해선 직사각형 이상의 다각형을 이용해야 한다. 두 번째는 첫 사진을 찍을 때 가만히 있던 객체가 갑자기 움직이는 경우 이를 감지를 하지 못한다.



(그림 4) 원본 사진과 배경의 차이에 따른 객체 표시 및 제거



(그림 5) 모바일 환경에서의 실험 결과 사진

참고문헌

- [1] Martin A, Fischler and Robert C. Bolles, Communications of ACM, Volume 24 Number 6, June 1981. "Random Sample Consensus: A Paradigm for Model Fitting with Application to Image Analysis and Automated Cartography"
- [2] O. Chum and T. Pajdla and P. Sturm (2005). "The Geometric Error for Homographies". *Computer Vision and Image Understanding*.