

RANSAC으로 선택한 강인한 영상특징을 이용한 스테레오 비전 기반의 비주얼 오도메트리

정상준¹, 송재복¹, 강신천²

¹고려대학교, ²국방과학연구소

Stereo Vision-based Visual Odometry

Using Robust Visual Features Selected by RANSAC

Sang-Jun Jung¹, Jae-Bok Song¹, Sin-Cheon Kang²

¹Korea University, ²Agency for Defense Development

e-mail : hound98/jbsong@korea.ac.kr, ksc3413@yahoo.com

요 약

비주얼 오도메트리는 연속된 영상에서 추출된 특징점의 변화를 이용하여 이동로봇의 위치를 예측하는 방법인데, 본 논문에서는 강인한 영상특징을 선택하여 위치인식 성능을 향상시킨 비주얼 오도메트리 방법을 제안한다. 이전 영상과 현재 영상에서 추출된 특징점을 정합하여 특징점들 간의 상관관계를 계산하고, 스테레오 비전센서로 추출한 특징점의 3차원 좌표를 closed-form solution에 적용하여 로봇의 회전 변화량과 이동 변화량을 예측할 수 있다. 모든 특징점을 사용하여 로봇의 위치를 예측할 경우 스테레오 비전센서로 추출한 거리정보의 불확실성으로 인해 오차가 크므로, 본 연구에서는 RANSAC 알고리즘을 적용하여 강인한 3차원 특징점을 선별하였다. 임의로 선별한 특징점을 통해 계산한 위치변화량으로 이전 영상의 특징점을 이동시켜 현재 영상의 특징점과의 위치 차이를 비교할 수 있는데, 이 과정을 반복하며 위치 차이가 가장 작은 임의의 점을 선택하여 위치인식에 사용한다. 이 방법은 슬립이 심한 환경에서 엔코더만을 이용한 방법보다 강인한 위치인식을 할 수 있는데, 실제 환경에서의 실험을 통해 이를 검증하였다.

1. 서론

평지에서 주행하는 이동로봇은 주로 바퀴에 부착된 엔코더 정보를 사용하여 자신의 위치를 계산하지만 이동로봇의 바퀴와 바닥 사이에서 미끄러짐이 발생할 경우 위치추정 오차가 발생하게 된다. 그래서 이 단점을 보완하기 위해 카메라의 영상변화를 기반으로 위치를 인식하는 비주얼 오도메트리(visual odometry) 기법이 연구되고 있다 [1]. 본 논문에서는 특징점의 정합오류와 스테레오 카메라의 거리정보 불확실성을 RANSAC(random sample consensus)에 의해

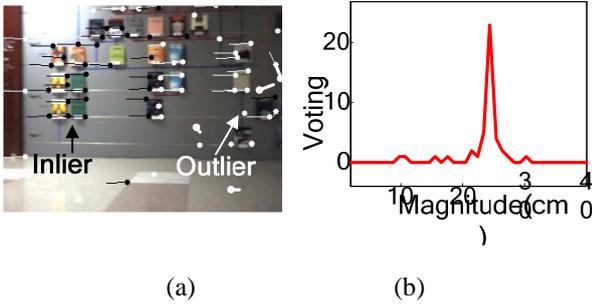
제거함으로써 강인한 특징점을 사용한 비주얼 오도메트리 방법을 제안한다.

2. 위치 변화량 예측을 위한 강인한 특징점 선정

2.1 외곽점(outlier) 제거

이전영상과 현재영상에서 추출된 특징점을 정합시키면 화면에서의 특징점의 위치변화를 예측할 수 있는 모션벡터를 생성할 수 있다. 이렇게 추출한 영상에서의 모션벡터는 스테레오 카메라의 거리정보(depth)를 사용하여 3차원공간인 벡터로 변환된다. 3차

원벡터의 크기로 히스토그램을 생성하면 제거해야 할 외곽점을 알 수 있다.



[그림 1] (a) Motion vectors in image plane, and (b) histogram of motion vector.

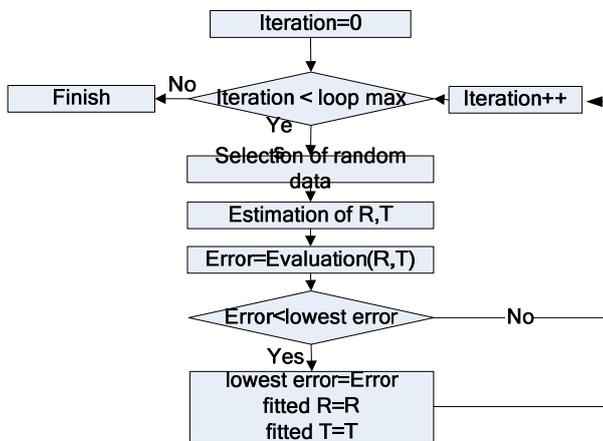
[그림 1]의 (b)는 이전영상과 현재영상에서 정합된 특징점의 3차원 벡터 크기를 히스토그램으로 표현한 것이다. 누적이 적은 벡터는 누적이 많은 벡터와 다르게 움직인 벡터이므로 외곽점으로 판단한다. (a)의 검은 점은 강한 특징점이고 흰색 점은 외곽점이다.

2.2 RANSAC을 이용한 특징점 선정

특징점 정합을 통한 정확한 위치변화량을 예측하기 위해 최소자승법(least-square method)을 이용하여 회전과 병진 변화량을 다음 식으로 찾는다.

$$Error = \min \sum_{i=1}^n (R_w p_i + T - p_i')^2 \tag{1}$$

n개의 이전 특징점 좌표 p와 현재 특징점 좌표 p'를 통해 R_w의 3x3 회전행렬과 T의 3x1 병진행렬을 계산할 수 있다.



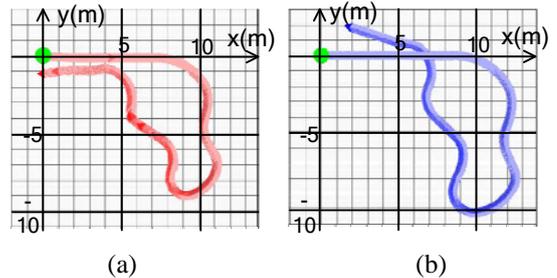
[그림 2] Flow of robust feature selection.

스테레오 카메라의 거리정보와 특징점 정합은 불확실성이 존재하므로 강한 특징점을 선정하여 위

치변화량을 예측하는 것이 중요하다. [그림 2]는 RANSAC을 이용하여 강한 특징점을 선정하는 흐름도이다. 임의로 선정한 특징점 집합을 통해 위치변화량을 계산하고, 이전 특징점을 예측한 위치변화량으로 이동하여 현재 특징점과의 차이를 통해 위치변화량의 오차를 알 수 있다. 이 과정을 반복하여 가장 작은 오차를 갖은 위치변화량을 로봇의 위치변화량으로 추정한다.

3. 실험 및 결론

본 실험에서는 특징점 정합을 위해 LKT 추적기를 사용하였고[2], 쿼터니온[3]을 통해 위치변화량을 예측하였다. [그림 3]은 제안한 방법과 휠 오도메트리를 사용하여 약40m를 주행하고 출발지점으로 돌아온 궤적을 표현한 것이다. (a)의 제안한 방법은 주행 중 발생한 미끄러짐 현상을 극복하여 (b)보다 작은 오차로 출발지점으로 돌아온 것을 확인할 수 있었다.



[그림 3] (a) Trajectory by visual odometry, and (b) trajectory by wheel odometry.

후기

본 연구는 국방과학연구소 지원으로 수행하는 국방무인 화기술 특화연구센터 사업의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

[1] D. Nister, Visual Odometry. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2004.
 [2] J. Y. Bouguet, Pyramidal Implementation of the Lucas Kanade Feature Tracker Description of the Algorithm. Technical report, Intel Corporation, 1999.
 [3] B. K. P. Horn, Closed-form solution of absolute orientation using unit quaternions. Journal of the Optical Society of America A, 1987.