

해리스-라플라스 검출기를 이용한 동적 실내 환경에서의 위상학적 위치인식 성능 평가

김성수, 박영빈, 서일홍
한양대학교 전자컴퓨터통신공학과
e-mail : {sskim, pa9301}@incorl.hanyang.ac.kr, ihsuh@hanyang.ac.kr

Performance Evaluation of Place Recognition in Dynamic Indoor Environment Using Harris-Laplace Detector

Sung-su Kim, Young-Bin Park, Il Hong Suh
School of Electronic Computer Communications Engineering
Hanyang University

Abstract

In real environment, there are many problems to perform topological localization. They might be due to various factors such as illumination and viewpoint changes or occlusion by human. In this paper, place recognition rates according to the variations of the various factors are evaluated using Harris-Laplace detector as a local feature detector.

I. 서론

동적인 환경에서 비전센서를 기반으로 하는 이동 로봇은, 미리 확보된 기준 영상들과 실시간 영상을 비교하여 자신의 위상학적 위치를 추정한다. 실시간 영상은 일조량과 실내조명에 의한 밝기 변화와 사람에 의한 가려짐 등으로 인해 기준영상과 차이가 나타난다. 또한 같은 위상학적 위치에서 취득된 실시간 영상들이라 할지라도 취득되는 타이밍과 로봇의 진행 상태에 따라서 각도와 거리 측면에서 기준영상과 차이가 발생하게 되는데 이러한 차이는 로봇의 위치 인식률에 중요한 영향을 준다.

본 논문은 크기불변 검출기인 해리스-라플라스 검출기를 이용하여, 위에서 언급한 변화요인에 따라 달라

지는 실시간 영상을 미리 지정된 노드 상에서 취득된 기준 영상과 비교한다. 그리고 각 변화요인들 간의 다양한 조합에 따라 달라지는 장소인식의 적중률과 정확도를 계산하고 그 영향을 분석한다.

II. 해리스-라플라스 검출기

해리스-라플라스 검출기[1],[3]는 가우시안 스케일-공간을 구성하고 각각의 가우시안 영상위에서 코너특징점들을 추출한다. 그리고 스케일불변 특성을 얻기 위해 각 코너 특징점들의 위치를 기준으로 LoG (Laplacian of Gaussian)의 절대값이 최대가 되는 특성 스케일을 찾는다. 만일 크기만 다를 뿐 같은 구조를 취하는 두 코너 특징점들이 있다면 각각의 구조적 크기의 비율은 특성스케일의 비율과 동일하게 된다. 그러한 두 특징점들 각각의 특성스케일 상에서 SIFT[2]에서의 경우와 같이 특징점 주변영역의 밝기정보를 이용한 서술자를 구성하여 비교하면, 두 특징점의 부합여부를 판단할 수 있다.

III. 실험 및 분석

실험을 위해 총 8곳의 위치가 선정되었고 실시간 영상을 취득할 때의 변화요인은 조명, 각도, 거리, 사람에 의한 가려짐으로 주어졌다. 조명의 변화정도는 오후1시를 기준으로 오전8시, 오후7시로 주어졌고, 나머지 3가지 요인의 변화 방법은 그림1과 같이 주어졌다. 변

화정도는 각 요인 당 2단계씩 주어졌다. 영상은 노출 고정, 320 X 240로 취득되어 실험데이터로 이용되었다.

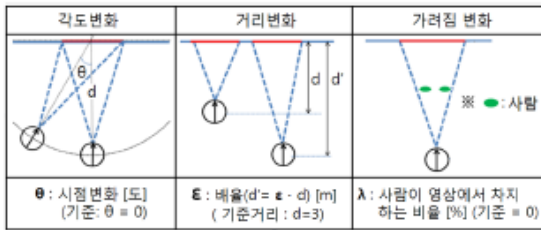


그림1. 변화요인

	변화요인				변화요인				변화요인		
	\$\theta\$	\$\epsilon\$	\$\lambda\$		\$\theta\$	\$\epsilon\$	\$\lambda\$		\$\theta\$	\$\epsilon\$	\$\lambda\$
0	0	1.0	0	9	0	1.2	0	18	0	15	0
1	0	1.0	10	10	0	1.2	10	19	0	15	10
2	0	1.0	20	11	0	1.2	20	20	0	15	20
3	10	1.0	0	12	10	1.2	0	21	10	15	0
4	10	1.0	10	13	10	1.2	10	22	10	15	10
5	10	1.0	20	14	10	1.2	20	23	10	15	20
6	20	1.0	0	15	20	1.2	0	24	20	15	0
7	20	1.0	10	16	20	1.2	10	25	20	15	10
8	20	1.2	20	17	20	1.2	20	26	20	15	20

표1. 변화요인의 조합

변화요인의 조합은 표1과 같이 단계 별 조명을 기준으로 27가지가 만들어 질 수 있고 장소인식물에 대한 평가는 적중률과 정확도를 계산함으로써 수행될 수 있다.

$$\text{적중률} = \frac{\text{true_positive}}{\text{true_positive} + \text{false_negative}} \quad (1)$$

$$\text{정확도} = \frac{\text{true_positive}}{\text{true_positive} + \text{false_positive}} \quad (2)$$

총 4가지 변화요인 각각에 따른 인식률의 감소율을 평가하기 위해 한 가지 요인을 기준으로 각 요인의 변화 정도에 따른 평균 적중률과 정확도를 그림2와 그림3에 각각 정리하였다.

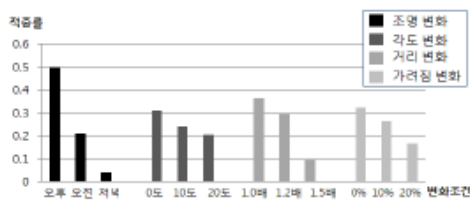


그림2. 평균적중률

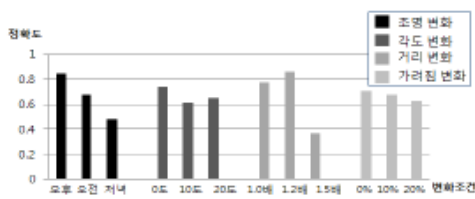


그림3. 평균정확도

실험결과를 통해, 조명조건의 변화가 장소 인식률에 가장 큰 영향을 주는 것을 분석할 수 있다. 거리변화의 경우 1.5배 이상이 될 경우 인식률이 많이 떨어지는 것으로 평가할 수 있다. 각도변화와 사람에 의한 가림은 각각 20도와 20% 내에서는 인식률의 변화에 큰 영향을 주지 않는 것으로 판단된다.

조명을 기준으로 27가지의 변화조건에 대한 적중률과 정확도는 그림3과 그림4와 같다. 그림4에서의 큰 원들은 표본 수의 부족으로 정확도를 계산 할 수 없는 경우 보간법에 의해 구해진 경우에 해당한다.

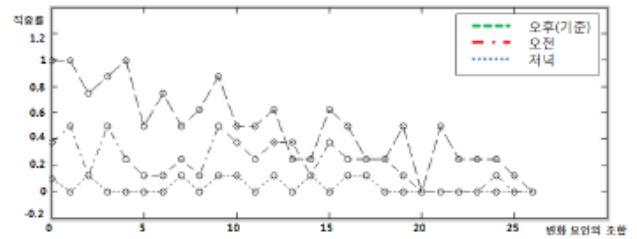


그림3. 변화정도에 따른 적중률

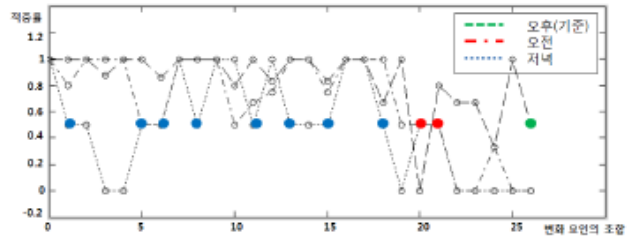


그림4. 변화정도에 따른 정확도

IV. 결론

해리스-라플라스 검출기를 동적 변화요인을 동반하는 실내 환경에서 위상학적 위치인식을 위해 사용할 경우, 여러 가지 동적변화 요인 중 조명 변화에 강인하도록 성능을 개선하는 방안이 요구된다.

참고문헌

- [1] Krystian Mikolajczyk, "Indexing based on scale invariant interest points", IEEE International Conference on Computer Vision, 2001
- [2] David G. Low, "Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints", International Journal of Computer Vision, 2004
- [3] Krystian Mikolajczyk, "Scale & Affine Invariant Interest Point Detectors", International Journal of Computer Vision, 2001
- [4] R. C. Gonzalez, R. C. Woods, "Digital Image Processing", Prentice-Hall, pp.706-719, 2008