

## 면 외 회전에 강인한 지역적 그래프 기반의 특징 기술 및 정합

이만희, 박인규  
 인하대학교 정보통신공학부  
 maninara@hotmail.com, pik@inha.ac.kr

### Robust Feature Description and Matching under Out-of-Plane Rotation using Local Graph

Man Hee Lee, In Kyu Park  
 School of Information and Communication Engineering, Inha University

#### 요 약

본 논문에서는 지역적인 그래프를 이용하여 면 외 회전에 강인한 특징 기술 및 정합 방법에 대하여 제안한다. 특징 기반의 지역적인 그래프의 경우 SURF 등을 이용하여 찾아진 특징 정보에 대하여 특징 사이의 상관관계를 이용하여 지역적인 그래프를 생성함으로써 특징 기술의 적용 범위를 확장할 수 있고 이러한 지역적인 그래프의 정합을 위하여 새로운 비용 함수와 정합 방법을 제안한다. 또한 특징 정합 시 이를 활용하여 정합 후보를 결정함으로써 면 외 회전이 존재하는 영상에 대해 좀 더 강인한 특징 정합 결과를 얻을 수 있고 실험 결과 기존의 특징 정합 방법에 비하여 찾아지는 후보의 개수가 증가하고 찾아진 정합 결과의 정확도가 증가하는 것을 확인할 수 있다.

#### 1. 서론

최근 특징 검출 및 정합은 대부분의 컴퓨터 비전 분야에서 해당 알고리즘을 수행하기 위한 가장 기본적인 단계로 수행되고 있을 뿐만 아니라 이러한 특징 정합을 이용하여 3 차원 물체를 복원하는 연구도 꾸준히 진행되어 왔다. 이와 같은 특징 검출 및 정합에는 영상의 흐려짐, 시점의 변환, 영상의 확대 및 회전, 조명의 변화와 같이 특징 검출 및 정합을 방해하는 여러 가지 요소들이 존재한다. 이러한 제약 조건들을 해결하기 위하여 SURF[1]나 CenSurE[2]와 같은 알고리즘들이 제안되었다. 그러나 위와 같은 알고리즘의 경우 여전히 급격한 시점변화엔 취약한 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 면 외 회전에 좀 더 강인한 특징 기술 및 정합 방법에 대하여 제안한다.

최근 발표되고 있는 특징 검출 및 정합 관련 알고리즘의 경우 특정 상황에 좀 더 향상된 성능을 갖는 기법들이 제안되고 있다. KAZE[3]의 경우 비선형 등급 공간에서 비선형 확산 필터링을 이용한 특징 검출 방법을 제안하고 있다. 이 때 기존의 SIFT 와 유사한 방법으로 특징을 검출하고 SURF 와 유사한 기술자를 사용하고 있지만 영상의 흐려짐이나 잡음에 중점을 두었기 때문에 시점변화엔 역시 취약한 단점이 있다. 한편 Kannala[4]는 넓은 기준선을 갖는 영상들에 대한 조밀한 정합을 위하여 정합 변칙과 유연한 적응 방법을 이용한 알고리즘을 제안하였다. 이 때 패치 사이의 의사 변환을 정합 변칙 시 반복적으로 갱신함으로써 좀 더 정확한 상관관계를 추정할 수 있다. 그러나 기본적으로 패치 기반의 정합 방법이기 때문에 텍스처가 강하지 않은 영역에 취약한 단점이 있다.

본 논문에서는 지역적인 그래프를 이용하여 면 외 회전에 강인한 특징 기술 및 정합 방법에 대하여 제안한다. 특징 기반의 지역적인 그래프의 경우 SURF 등을 이용하여 찾아진 특징 정보에 대하여 특징 사이의 상관관계를 이용하여 지역적인 그래프를 생성함으로써 특징 기술의 적용 범위를 확장할 수 있고 이러한 지역적인 그래프의 정합을 위하여 새로운 비용 함수와 정합 방법을 제안한다. 또한 특징 정합 시 이를 활용하여 정합 후보를 결정함으로써 면 외 회전이 존재하는 영상에 대해 좀 더 강인한 특징 정합 결과를 얻을 수 있다.

#### 2. 특징 기반 지역적인 그래프 생성

시점의 변화에 좀 더 강인한 특징 기술자를 생성하는 방법은 기술자의 적용 범위를 확장하는 것이다. 본 논문에서는 특징 기술자의 적용 범위를 확장하기 위하여 특징 사이의 상관관계를 활용한 지역적인 그래프를 제안한다. 그림 1 은 의사 변환에 대하여 기술자의 범위를 확장하였을 경우와 지역적인 그래프를 이용하였을 경우를 비교하여 보여주고 있다. 그림 1 에서 보여주는 바와 같이 단순히 기술자의 범위만 확장하였을 경우 의사 변환에 대하여 기존 기술자의 범위 또한 의사 변환 되기 때문에 특징 정합의 유사도가 감소하게 된다. 반면 지역적인 그래프의 경우 의사 변환에 대하여 그래프의 구조가 유지되기 때문에 비용 함수에 의한 정합 가능성이 증가한다.

본 논문에서는 지역적인 그래프를 생성하기 위한 기본 특징 검출 방법으로 SURF 를 사용하였다. 그 후 지역적인

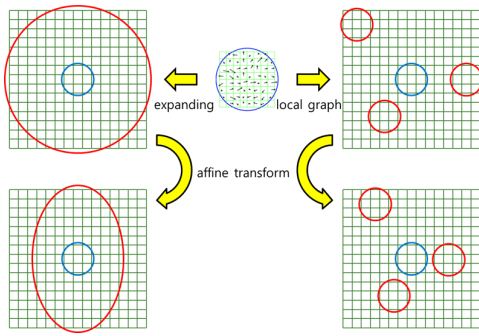


그림 1. 의사 변환에 대한 기술자의 범위 확장.

그래프를 생성하기 위하여 우선 각 특징에서 해당 특징의 등급 이상의 등급을 갖는 특징들 중 일정 범위에 있는 8 개의 특징을 이용하여 그래프를 생성하였다. 각각의 그래프 노드들은 정규화된 거리와 등급, 그리고 해당 특징에서의 정렬된 방향과 노드 고유의 방향을 특성으로 갖게 된다. 이러한 각 노드의 특성을 이용하여 식 1 을 이용하여 지역적인 그래프 사이의 유사도를 계산할 수 있다.

$$z_{i,j} = g_{\theta}(\theta_i - \theta_j) g_d\left(\frac{d_i - d_j}{d_i}\right) \left(1 - \frac{s_i - s_j}{s_n}\right) \left(1 - \frac{o_i - o_j}{\pi}\right) \quad (1)$$

이 때,  $g()$  는 가우시안 함수를,  $\theta$  는 해당 특징에서의 노드 방향을 의미하고  $d$  는 거리,  $s$  와  $o$  는 각각 등급과 노드의 고유방향을 의미한다.

위와 같이 정의된 유사도 함수를 이용하여 특징 정합 시 정합 될 가능성이 있는 특징 후보들을 추출하고 기존의 기술자 비교와 함께 부가적인 가중치로 지역적인 그래프의 유사도를 사용함으로써 특징 정합의 정확도를 향상시킬 수 있다.

### 3. 실험 및 결과

우선 2 절에서 설명하였듯이 의사 변환에 대하여 기술자의 적용 범위 확장에 대한 본 논문의 주장을 입증하기 위하여 해당 환경에 맞게 합성된 영상을 0 도에서 90 도까지 회전시킨 뒤 영상으로 투영된 결과를 단순한 기술자 범위의 확장시킨 경우와 지역적인 그래프를 사용한 경우에 대하여 수치화 하여 비교하였다. 그림 2 에서 SURF\_1 과 SURF\_2 는 합성 영상과 합성 영상에 세로 줄무늬를 추가한 영상에 대하여 기존 SURF

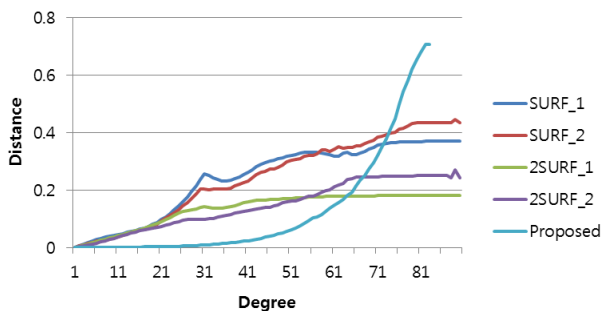


그림 2. 합성영상을 이용한 기술자의 범위 확장 비교.

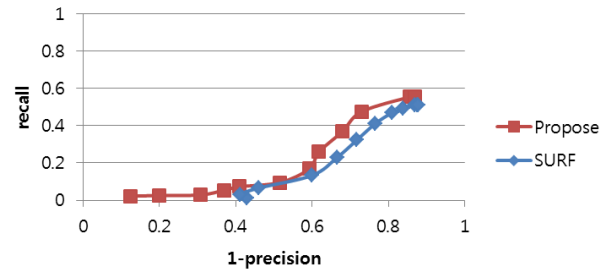


그림 3. Graffiti 영상을 이용한 recall precision.

특징추출 알고리즘을 적용하였을 때 기술자의 차이를 의미하고 2SURF\_1 과 2SURF\_2 는 특징의 등급을 두 배로 증가시켜 기술자의 적용 범위를 확장시켰을 때 기술자의 차이를 의미한다. 그림 2 에서 보는 바와 같이 기존의 SURF 기술자의 경우 면 외 회전의 각도가 증가할수록 기술자의 차이 또한 선형적으로 증가하는 것을 확인할 수 있다. 반면 본 논문에서 제안하는 지역적인 그래프의 경우 일정 각도에 도달할 때까지 유사도의 차이가 크지 않은 반면 일정 각도 이후엔 유사도의 차이가 급격하게 증가하는 것을 확인할 수 있고 결국 기존의 기술자 차이에 비하여 면 외 회전에 좀 더 강한 특성을 갖는 것을 확인할 수 있다.

실제 영상에 대하여 본 논문에서 제안하는 방법의 성능을 검증하기 위해 graffiti 영상을 이용하여 특징 정합에 대한 실험을 진행하였다. 그림 3 은 graffiti 영상 1 번과 3 번에 대하여 기존의 SURF 방법과 제안하는 방법을 이용하여 특징 정합을 수행하였을 때 recall 과 precision 을 보여주고 있다.

### 4. 결론

본 논문에서는 지역적인 그래프를 이용하여 면 외 회전에 강한 특징 기술 및 새로운 비용 함수와 정합 방법을 제안하였다. 실험 결과 기존의 특징 정합 방법에 비하여 recall 과 precision 이 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 추후 평면이 아닌 복잡한 환경에 대한 면 외 회전에 대하여 실험 및 성능 개선을 기대한다.

### 참고문헌

- [1] H. Bay, A. Ess, T. Tuytelaars, and L. V. Gool, "SURF: Speeded up robust features," Computer Vision and Image Understanding, vol. 110, no. 3, pp. 346-359, June 2008.
- [2] M. Agrawal, K. Konolige, and M. R. Blas, "CenSurE: Center surround extremas for realtime feature detection and matching," Proc. ECCV, pp. 102-115, October 2008.
- [3] P. F. Alcantarilla, A. Bartoli, and A. J. Davison, "KAZE features," Proc. ECCV, pp. 214-227, October 2012.
- [4] J. Kannala, E. Rahtu, S. S. Brandt, and J. Heikkila, "Object recognition and segmentation by non-rigid quasi-dense matching," Proc. CVPR, pp. 1-8, June 2008.