

최소 특징 벡터 거리와 변이지도를 이용한 스테레오 정합 기법

*예철수

극동대학교 컴퓨터정보표준학부

e-mail : csye@kdu.ac.kr

A stereo matching method using minimum feature vector distance and disparity map

*Chul-Soo Ye

School of Computer Science, Information and Standard
Far East University

Abstract

In this paper, we proposed multi-dimensional feature vector matching method combined with disparity smoothness constraint. The smoothness constraint was calculated using the difference between disparity of center pixel and those of 4-neighbor pixels. By applying proposed algorithm to IKONOS satellite stereo imagery, we obtained robust stereo matching result in urban areas.

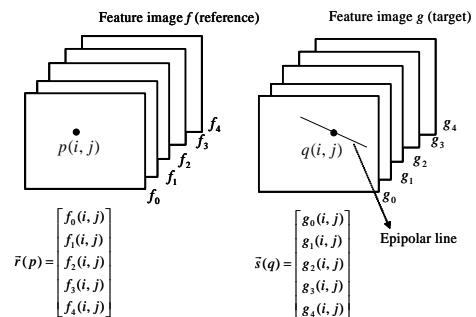
I. 서론

고해상도의 위성영상의 등장과 더불어 도시 지역에 대한 보다 상세한 영상 정보가 제공되면서 고해상도 위성영상을 이용해서 정밀한 3차원 도시 모델을 구축하고자 하는 연구가 국내외적으로 활발히 연구되기 시작하였다. 특히 3차원 도시 모델 구축의 핵심적인 기술인 스테레오 정합에 관한 연구는 컴퓨터 비전 분야에서 이미 오래 전부터 활발하게 연구된 주제이나 1m 급의 고해상도 위성영상에서 건물을 복원하는데 만족할 만한 정합 방법은 아직까지 개발되어 있지 않다. 본 논문에서는 깊이 불연속이 빈번하게 발생하는 도심 지역의 1m 급의 고해상도 위성영상에서 건물을 복원하기 위하여 다차원특징벡터 정합에 변이지도 확산 기법을 결합시킨 새로운 정합

방법을 제안한다

II. 본론

다차원특징벡터정합은 영상 화소의 특징을 나타내는 요소들을 확장해서 영상의 밝기값 이외에 밝기값의 분산, 밝기값의 1, 2차 수평 및 수직 미분값 등을 이용한다 [1]. 영상의 모든 화소에 대해 특징값을 계산하여 각 특징에 대한 특징영상(feature image)을 만든다. 각 특징영상에서 각 화소 위치에 존재하는 특징값들을 모아서 특징벡터(feature vector)를 구성한다(그림1).



$$|\vec{r}(p) - \vec{s}(q)| = \min_{\vec{f} \in S_{epipolar}} |\vec{r}(p) - \vec{f}|$$

그림 1. 특징 벡터의 구성 및 정합

다차원특징벡터 정합에서 동일점을 찾기 위해 좌, 우 영상의 화소가운데 특징벡터의 거리가 최소가 되는 정합

쌍을 찾는다. 이때 사용되는 기준 영상(reference image)의 특징 벡터와 정합 대상 영상(target image)의 특징 벡터 사이의 거리는 유클리디안 거리로 정의한다. 최소 특징벡터 거리가 정합 임계값보다 작은 경우에만 정합쌍으로 결정한다.

본 논문에서는 두 화소 사이의 특징벡터 거리를 계산하는 기존의 다차원특징벡터 정합을 공간적으로 확장하여 정합하고자 하는 화소의 특징 벡터뿐만 아니라 일정한 거리 이내에 존재하는 주변 화소들의 다차원특징벡터를 함께 고려하는 방법을 제안한다. 정합하고자 하는 화소를 중심으로 정합창틀 내에 45°간격의 정합창틀 $W_i (i = 1, \dots, 8)$ 를 설정하여 8개의 작은 정합창틀을 생성한다.

각 정합창틀 안에 존재하는 화소들의 특징벡터와 탐색 영역의 정합 후보 화소 주위에 동일한 형태의 정합창틀을 설정한 후에 각 정합창틀간의 특징벡터 거리를 구하고 총 8개의 거리 가운데 최소가 되는 거리를 두 화소의 특징벡터거리로 계산한다. 일정한 탐색 영역 내에서 특징벡터거리가 최소가 되는 점을 정합쌍으로 결정한다 [2].

$$|\bar{r}(p) - \bar{s}(q)| = \min_{W_i} \sum_{k_i=1}^N |r_{W_i}^{k_i}(p) - s_{W_i}^{k_i}(q)|$$

$$= \min_{W_i} \left(\sum_{k_i=1}^N \sqrt{\frac{\sum_{l=1}^m ((\bar{r}_{W_i}^{k_i}(p_l) - \bar{s}_{W_i}^{k_i}(q_l)) \cdot w_l)^2}{\sum_{l=1}^m w_l^2}} \right) / N$$

N : total number of pixels in W
 W_i : i th matching window ($i = 1, \dots, 8$)
 k_i : i th pixel in $W_i (i = 1, \dots, N)$

초기 변이지도를 앞의 특징벡터거리가 최소가 되도록 구한 후에는 생성된 변이지도에 대해 4-neighbor 화소의 변이값을 이용하여 smoothness 조건을 부과하여 다음 식으로 주어지는 특징벡터거리(Feature Vector Distance, FVD)를 이용하여 반복적으로 변이지도를 갱신한다. 4-neighbor 화소의 변이값과 현재 후보정합쌍의 변이값이 유사하면 특징벡터거리가 작아지고, 그 반대의 경우에는 특징벡터거리가 큰 값을 가지게 되어 정합 가능성이 낮아지게 된다. 즉, 이 방법은 좌, 우 스테레오 영상의 유사도와 이전에 정합된 4-neighbor 화소의 변이를 동시에 고려하는 정합 방법이다.

$$F.V.D \leftarrow |\bar{r}(p) - \bar{s}(q+d)| + \lambda \cdot \sum_{(k,l) \in N_4} c(k,l) \cdot |\arg \min_{d \in D} |\bar{r}(p) - \bar{s}(q+d)| - d(k,l)|$$

III. 실험 결과

그림 2는 IKONOS 위성영상과 normalized cross correlation 정합을 통해 얻어진 변이지도이다. 그림 3은 제안한 방법을 이용하여 얻어진 변이지도이며 각 건물들 간의 변이지도 상의 블러링 현상이 기존 방법을 적용할 때보다 감소되었음을 알 수 있다.

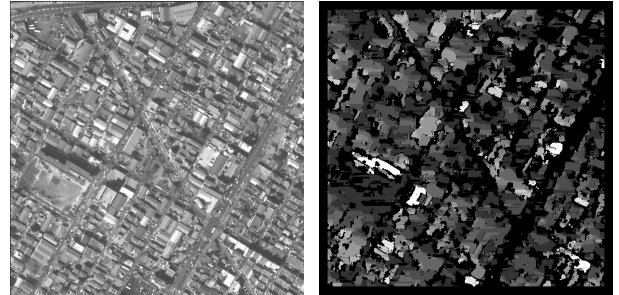


그림 2. IKONOS 위성영상(좌) 및 기존의 normalized cross correlation 방법으로 얻어진 변이지도(우)

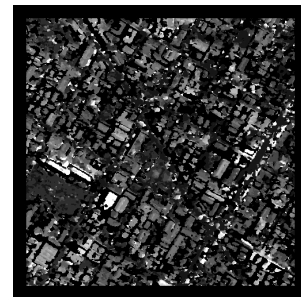


그림 3. 제안한 방법을 이용하여 얻어진 변이지도

IV. 결론 및 향후 연구 방향

1m 급의 고해상도 위성영상을 이용하여 도시 지역의 건물들 복원하기 위해서는 깊이 불연속에 강건한 스테레오 정합이 필수적이다. 본 논문에서는 좌, 우 스테레오 영상의 유사도와 이전에 정합된 4-neighbor 화소의 변이를 동시에 고려하는 정합 방법을 이용하여 깊이 불연속에 강건한 정합 결과를 얻었다. 추후 4-neighbor 화소 변이값 가중치를 자동으로 결정하는 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] Walter G. Kropatsch and Horst Birschhof, 2001. Digital Image Analysis, Springer.
- [2] 예철수, 김병성, 박용문, 2006. 다중정합창틀을 이용한 다차원특징벡터 정합 기법, 제주, 제18회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵, 2월8-10일, 2006년, pp. 289-293.

감사의 글

본 연구는 정보통신연구진흥원의 IT기초기술연구지원사업(B1220-0501-0132)에 의해서 지원 되었습니다.