

## 특징점 창을 이용한 특징 기반 스테레오 정합

### Feature based Stereo Matching using a Feature Window

○김 창 일\*, 박 순 용\*\*

\* 경북대학교 대학원 전기전자컴퓨터학부 (TEL : 053-940-8598; E-mail: cikim@vision.knu.ac.kr)

\*\* 경북대학교 IT 대학 컴퓨터학부 (TEL : 053-950-7575; E-mail: sypark@knu.ac.kr)

**Abstract** In this paper, we present a new feature based stereo matching algorithm. The proposed algorithm uses a feature window which has some feature vectors. At first, a feature window is determined by geometric information between stereo images. Second, some features in a feature window of standard image are corresponded at a feature window of reference image. A feature that is not determined a disparity is interpolated. To verify the accuracy of the proposed algorithm compares with a ground truth image.

**Keywords** Stereo Matching(스테레오 정합), Feature based Matching(특징 기반 정합)

#### 1. 서론

스테레오 정합은 컴퓨터 비전 분야에서 오랜 기간 연구된 주제이다. 스테레오 정합은 표준 영상과 참조 영상 간의 대응하는 픽셀 간의 관계를 결정하는 것을 의미하며, 표준 영상과 참조 영상의 거리 차이를 변이라 한다.

스테레오 정합 방법 중의 하나인 특징 기반 방법은 영상에서 두드러진 특징이 나타나는 영역에 대해서만 변이 값을 계산한다. 이 방법은 특징이 나타나는 부분에 대해서만 특징 정합을 함으로 결정된 변이 값은 정확하며, 수행 시간이 짧다.

본 논문에서는 특징 기반 방법을 기반으로 한 새로운 특징 기반 정합 방법을 제안한다. 이전 연구에서 진행된 특징 기반 정합[2]보다 많은 유효한 특징점의 변이를 결정할 수 있게 했다. 이를 위해 본 논문에서 특징점 창 특징 정합 알고리즘을 제안한다. 이 방법은 특징점 창 내부의 특징점들의 기하학적 특성과 변이 성질을 이용하여 변이 값을 결정한다.

마지막으로 제안하는 방법의 정확성을 검증하기 위해 Middlebury 에서 제공하는 2 개의 정답 영상[3]과 비교하여 정확성을 비교하고, 이전 알고리즘과 또한 비교하여 우수성을 검증하였다.

#### 2. 특징점 창을 이용한 정합

특징 기반 스테레오 정합을 위해 먼저 주어진 영상에서 특징점을 추출하는 것이 필요하다. 많은 특징 추출기가 있지만, 그 중에서 FAST 추출기[4]를 사용한다.

FAST 추출기는 현재 화소 주변의 픽셀과 밝기 차이를 비교하여 특징점을 추출하기 때문에 빠른 속도로 특징 추출이 가능하다. 비교할 픽셀의 수에 따라 FAST 추출기의 종류가 달라진다.

특징점 간의 대응 관계를 판단하기 위해 판별함수가 필요하다. 일반적으로 정합을 하려고 하는 좌우 대응되는 픽셀의 주변 영역의 정보를 이용하는 창 함수 방법을 이용한다[1]. 또한, 스테레오 정합의 경우 회색 영상을 많이 이용하는데, 이는 스테레오 영상 간의 대응점을 판단하는데 한계가 있다 [2]. 이런 이유로 제안하는 방법에서는 RGB 컬러 정보를 이용하는 판별함수를 아래 수식으로 정의하여 사용한다.

$$f(x, y) = \frac{1}{n^2} \sum_{i=-n/2}^{n/2} \sum_{j=-n/2}^{n/2} dist_c(Right(x+i, y+j), Left(x+i+d, y+j)) \quad (1)$$

$$dist_c(c_L, c_R) = (R_1 - R_2)^2 + (G_1 - G_2)^2 + (B_1 - B_2)^2 \quad (2)$$

$$Left(x, y) = (R_{left}(x, y), G_{left}(x, y), B_{left}(x, y)) \quad (3)$$

$$Right(x, y) = (R_{right}(x, y), G_{right}(x, y), B_{right}(x, y)) \quad (4)$$

수식 (1)에서  $n$  은 창의 크기이며,  $d$  는 스테레오 영상에서 계산된 변이를 의미한다. 이 함수의 값이 특정 문턱치보다 작을 경우에 대응 관계에 있다고 판단한다.

추출된 특징점의 정합을 위해 특징점 창을 이용한다. 특징점 창은 정방향 크기를 가지고, 창 내부는 특징점들의 정보가 벡터 형태로 존재하는 공간을 의미한다. 특징점 창의 크기는 스테레오 정합에서 최대 변이 값 크기로 설정한다. 이 때, 특징점 창은 최대 변이의 반만큼 이동하며, 내부의 특징점들을 정합한다. 특징점 창을 이용한 스테레오 정합을 위해 먼저 표준영상에서 특징점 창을 생성한다. 다음으로 표준 영상의 특징점과 대

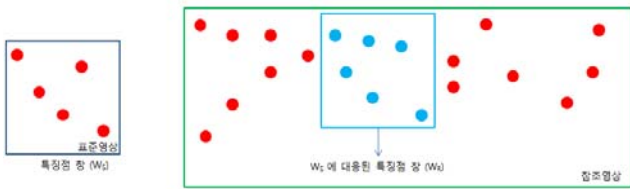


그림 1. 표준 영상과 참조 영상의 특징점 창 선택

응되는 참조 영상에서 찾는다. 그림 1과 같이 참조 영상에서 특징점 창을 최소 변위에서 최대 변위까지 이동하면서, 특징점 창 내부의 특징점 간의 유클리디안 거리를 계산하여 합한다. 이 결과값이 가장 최소가 되는 창을 대응되는 창으로 선택한다.

특징점 창 내의 특징점을 정합하기 위해 창 내의 특징점의 위치 정보를 이용한다. 대응되는 창 내부의 특징점 정합은 기본적으로 특징점 링크를 이용한 정합[2] 방법을 기반으로 하되 수직 위치의 차가 두 픽셀의 차이가 있을 때도 이 알고리즘을 적용하였다. 마지막으로 표준 영상의 특징점 창의 정합되지 않은 결정된 변이 후보군 중에서 각각을 표준 영상과 참조 영상에 적용하여 판별 함수의 문턱치보다 작으면서, 후보군 중에 최소가 되는 값을 설정해준다.

또한, 특징 기반 스테레오 정합의 정확성을 향상시키기 위해 전역 특징점 지도를 사용한다. 특징점 정합이 이루어질 때마다 전역 특징점 지도의 위치 값에 대응되는 영상의 전역 좌표로 교체해준다. 이 정보는 정합하려는 특징점의 위치를 전역적인 거리를 계산하여 동일 영역 안에서 정합 정확성을 높여준다.

### 3. 실험 결과

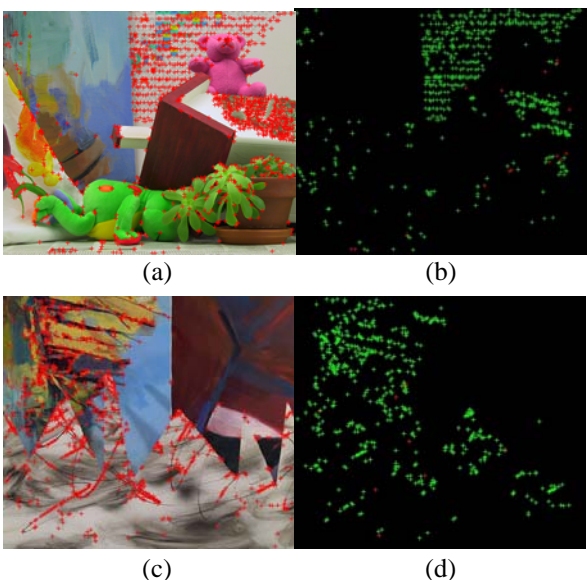


그림 2. 실험에 사용한 표준 영상과 결과 영상. (녹색-정확한 값, 적색-부정확한 값) (a) Teddy 표준 영상, (b) Teddy 결과 영상, (c) Sawtooth 표준 영상, (d) Sawtooth 결과 영상

제안하는 방법을 검증하기 위해 Middlebury에서 제공하는 스테레오 영상 Teddy와 Sawtooth 영상을 사용하고, 그 영상에 따른 정답 영상을 이용하였다 [3]. 이 때, FAST 추출기의 비교 픽셀 수는 9개로 두었고, 약 1000개의 특징점을 추출하였고, 판별함수의 창 크기는 7, 문턱값은 500으로 설정하였다. 그리고 정합이 계산된 픽셀의 변이 값을 정답 영상의 것과 비교하여 오차범위를 2.0 픽셀로 두었다. 이 결과는 그림2에 나타났다. 또한 다른 두 알고리즘[2]의 결과와 비교한 결과를 표1에 나타냈다.

표 1. 세 알고리즘의 오차 범위 2.0일 때 정확성. (정확히 정합된 픽셀 수 / 백분율)

	단순 특징 정합	특징점 링크 정합	제안하는 방법
Teddy	199 / 93.0 %	201 / 95.7 %	580 / 97.2 %
Sawtooth	143 / 98.6%	176 / 98.3 %	503 / 98.0 %

결과를 통해 제안하는 방법은 특징점 링크 정합보다 정확성을 높이고, 단순 특징점 정합보다 정합되는 특징점의 수가 크게 나타난다..

### 4. 결론

본 논문에서 특징점 창을 이용한 스테레오 정합을 제안하였다. 이 방법은 특징점들의 기하학적 위치 정보를 가지는 특징점 창을 이용하여 변이를 추정하고, 보간할 수 있었다. 이 알고리즘은 약 97%의 정확성을 가지면서 이전보다 많은 변이 값을 추정하였다.

### 감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 로봇 비전 연구의 한계 상황 돌파를 위한 핵심 기술 개발 지원사업의 연구결과로 수행되었음.

### 참고문헌

- [1] A. Saaidi, H. Tairi and K. Satori, "Fast Stereo Matching using Rectification and Correlation Techniques," Proceeding of Second International Symposium on Communications, Control and Signal Processing, Mar. 2006
- [2] 김창일, 박순용, "특징점 연결 제약을 이용한 고속 스테레오 특징점 정합", 제23회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵, Feb. 2011.
- [3] Stereo datasets with ground truth image, Middlebury College, <http://cat.middlebury.edu/stereo/data.html>
- [4] E. Rosten and T. Drummond, "Machine Learning for High-speed Corner Detection," European Conference on Computer Vision, May. 2006.