

Stereo 영상의 Matching Algorithm

조 규 상, 김 경 기
한양대학교 전자공학과

THE MATCHING ALGORITHM OF STEREO IMAGES

Gyu-Sang Cho, Gyung-Ki Kim

Hanyang University department of electronic engineering

Abstract.

In the way of perception and depth finding of 3-D scene stereo vision is one of the best ways. Matching is important problem of stereo vision. In this paper we develop an algorithm that is adaptable to errors and computation time. And we demonstrate the way of matching.

이에따라 본 논문에서는 두 영상에서 물체의 모서리 부분에 대한 matching 방법을 사용한다. 이 matching 방법은 많은 대응점들에 대한 계산시에 시간을 절약 할 수 있고 또한 error에 의한 잘못된 matching 을 검색할 수 있으리라고 본다.

II. 기본 방정식

I. 서 론 .

Computer vision을 이용하여 물리적인 환경에서 자동화나 robot, 이동 robot 등에 응용하려면 물리적인 환경에 대해 정확하게 인식할 수 있는 vision system 의 개발이 필요하다.

두대의 camera로 3 차원상의 물체를 인식하고 그 물체에 대한 정보를 얻는 것은 한대의 camera에 비해 매우 효과적이다. stereo vision 은 두개의 영상을 통해서 3 차원 물체에 대한 자료입력 camera calibration, matching 등의 문제에 좌우된다.

환경의 장애요인은 조명, 반사, 그림자, 물체간의 반사등으로 고유한 물체의 특성을 제대로 나타내지 않는 경우가 많다. 이런 단점은 사전 처리 (preprocessing) 로 어느정도 보완할 수 있다.

본 논문에서는 camera의 중심축이 평행한 경우에 얻은 영상에 사전 처리를 하여서 edge-detection 을 하고 이 edge 에서 물체의 특징을 가장 잘 나타내 주는 모서리 부분의 점을 추출한다.

두 영상에 대한 matching은 stereo vision에서 물체의 인식과 거리등을 알아내는데 가장 근본적인 문제로 정확한 matchings을 할수 있어야 3 차원 물체에 대한 정보를 얻을 수 있다.

두개의 camera의 초점 거리의 중심축을 거리 B 만큼 분리시킨다. 그리고 항상 같은 평면상에 놓는다. 두 렌즈의 중심에서 X,Y,Z 좌표계를 형성한다. 좌측 camera 영상을 (XL,YL)로 표시하고 마찬가지로 우측의 camera 영상을 (XR,YR)로 표시한다. camera의 초점 거리를 f 로 표시한다. 이 때 다음과 같은 방정식을 얻을 수 있다.

$$XL = f(X+B/2)/Z, \quad XR = f(X-B/2)/Z$$

$$y = fY/Z, \quad Z = fB/(XL-XR)$$

여기서 XL-XR 을 disparity 라고 한다.

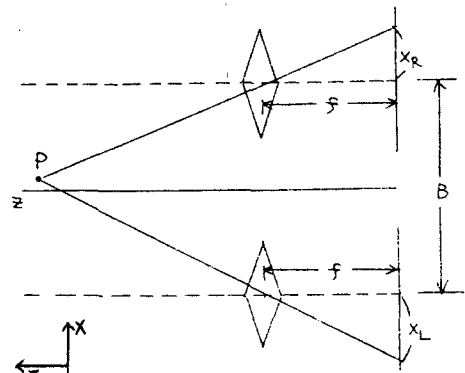


그림 1 카메라 모델

III. 사전 처리

1. Median filtering.

원래의 영상에 생긴 잡음을 제거하고 정확한 물체를 회복하기 위한 첫단계로 3 X 3 median filtering 을 한다. 이 방법은 9 개의 pixel gray level 값중에 5 번째의 pixel 의 값을 채택하는 방법이다.

2. Enhancement.

물체의 경계 부분을 부각시키기 위하여 사용하였다. 수직, 수평의 값 중 pixel 의 값의 변화가 큰 부분을 Sobel 연산자를 사용해서 강화한다.

3 Threshold

광역적 threshold 대신에 국부적 threshold 의 값을 사용 한다.

$$T[f(i,j)] = \sum_{p=-1}^1 \sum_{q=-1}^1 W_{pq} * f(i+p, j+q)$$

W_{pq} 는 프로그램된 정수의 가중치.

4.Binary image smoothing.

위에서 처리한 화상에서 불규칙하게 생겨난 pixel 에 대한 보상을 한다. 연결되지 않은 pixel 은 제거하고 누락된 pixel 은 보상을 해준다.

5.Chain code.

물체의 주변 부분에 생겨난 값들의 바깥부분에 대해서 추적한다. 한번 수행하고 난 뒤에도 또다른 폐곡선이 있으면 계속 폐곡선을 이루는 방향으로 수행한다.

6. 모서리 점 찾기.

다면체의 경우에 물체의 특징을 가장 잘 나타내는 부분은 모서리 부분이다. 두 화상에 대해서 matching 을 할 때에는 그 화상에서 가장 필요로 하는 정보만 얻으면 되기에 이 경우는 물체의 모서리를 찾는 방법을 사용 하였다.

IV. Matching algorithm

Matching은 disparity 를 구하기 위한 가장 일반적인 방법이다. matching을 하는 여러 방법이 있으나 여기서는 물체의 특징을 가장 잘 나타내는 모서리 부분을 추출하여 이 점들에 대한 가능한 대응점들을 찾는 algorithm 을 사용하였다.

일반적으로 stereo image 의 disparity 를 구하는 단계는 다음과 같다.

1. 한 영상에서 물체의 어느 특정한 점을 선택한다.
2. 다른 영상에서 대응점을 찾는다.
3. 두 대응 영상에서 disparity 를 측정한다. 이런 일반적인 방법으로는 완전한 matching을 하기에는 어려움이 따른다.

두 영상을 얻을때 같은 외상이라도 gray level 이 같지 않을때 생기는 error 와 또다른 요인에 의해서 대응점을 찾지 못하는 경우가 생길 것이다.

이런 장애요인에도 적응할 수 있고 또한 수행시간도 줄일수 있는 matching algorithm 을 사용하는 것이 matching을 정확하게 할 수 있는 방법이다.

본 논문에서 사용한 방법은 다음과 같다. 화상 P 에서의 점을 $P(x,y)$ 라 하고 화상Q 에서의 점을 $Q(i,j)$ 라 하자.

1. 대응점에 대한 범위 결정.

$p_1(x,y)$ 에 대응하는 점의 범위 결정은 $Q(i,j)$ 에서

$q_{tr} = (j_{max} - j_{min}) / n$ 인 값을 선택하고

$p_1(x,y) - q_{tr} \leq q(i,j) \leq p_1(x,y) + q_{tr}$ 인 범위의 점들을 선정한다. 이렇게 하므로써 모든 대응점들에 대해서 검색을 해야하는데 대한 시간을 절약한다.

2. 대응점에 대한 검색.

$p_1(x,y)$ 와 1 단계에서 범위에 든 $q(i,j)$ 점들간의 X_{dis} 와 Y_{dis} 의 최소값을 검색한다. 여기서 $X_{dis} = (x-i)$, $Y_{dis} = (y-j)$ 라고 정의한다.

이것은 $r = \sqrt{(x-i)^2 + (y-j)^2}$, $\theta = \tan^{-1}((y-j)/(x-i)) * 180$ 을 의미한다.

위 두 조건을 만족하는 $p_1(x,y)$ 와 $q_1(i,j)$ 를 matching 가능한 점으로 선정한다.

X_{dis} 와 Y_{dis} 중에서 X_{dis} 가 우선한다.

3.모든 $P(x,y)$ 에 X_{dis} 와 Y_{dis} 값을 shift. 2 단계에서 구한 X_{dis} 와 Y_{dis} 를 모든 $P(x,y)$ 에 shift 한다. 즉, $p(x+X_{dis}, y+Y_{dis})$ 가

된다. 모든 $Q(i,j)$ 에서

$$\begin{aligned} |(x+X_{dis}-i)| &\leq a \\ |(y+Y_{dis}-j)| &\leq b \end{aligned} \text{ 을 검색한다.}$$

위 두 조건을 만족한 $p(x,y)$ 와 $q(i,j)$ 의 대응점들을 matching 점으로 선택한다.

4. matching된 점들에 대한 검색.

$P(x,y)$ 와 $Q(i,j)$ 중에서 대응점을 찾은 비에 대한 검색을 한다. $P(x,y)$ 의 점의 수가 p 개 $Q(i,j)$ 의 점의 수가 q 개 이고 matching 된 수가 m 개 이면

$$(m / (p+q)) \geq k \text{ 는 matching된 비율을 나타낸다.} \\ (0 \leq k \leq 1)$$

$(m / (p+q)) \geq k$ 는 matching되었다고 인정한다.

$(m / (p+q)) < k$ 는 matching이 되지 않은 경우이다. 이 경우는 2 단계로 다시가서 $p2(x,y)$ 에 대해 다시 수행한다.

V. 결과 및 고찰.

두 영상의 점들을 상기한 algorithm 에 적용한 결과 매우 높은 적응률과 짧은 시간내에 disparity 를 구할 수 있었다. 간단한 문자의 입력 영상을 그림 2(a) 에 나타내었고 그림 2(b) 에 중간 처리 과정을 나타내었다. 우측입력 영상을 그림 3(a) 에 나타내었고 그림 3(b)는 처리 화상이다. 그림 4 는 입력 영상에 대한 disparity map 이다. 그림 5 (a),(b) 는 다면체입력 영상이고 그림 5(b),6(b) 는 처리 영상이다. disparity map을 그림 7에 나타내었다.

이 matching algorithm을 적용하는데 있어서 어려운 점은 두 camera의 초점 중심축이 평행하지 않고 같은면에 있지 않은 경우에 난점이 따른다. 이것은 a 와 b 를 반복적으로 선택함으로써 어느정도는 가능 하리라 본다.

그러나 완벽한 matching에는 어려움이 있다. 이 점은 확률 문제를 도입하여야 해결되리라 생각한다.

한 영상내에 여러 물체가 있을 경우 각각의 물체에 대한 disparity 는 다르므로 이들의 각각에 대한 거리 관계식을 구할수도 있으리라고 생각한다.

VI. 결 론.

camera의 중심축이 평행한 경우의 stereo image matching algorithm은 error 점이 발생하

여 matching 결과가 잘못나오는 경우에 대응하고 계산 시간에 이득이 있다.



그림 2 a 문자의 좌측 입력영상

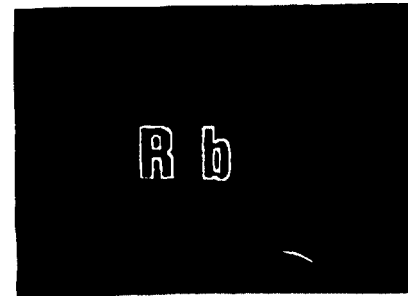


그림 2 b 문자의 좌측 처리영상

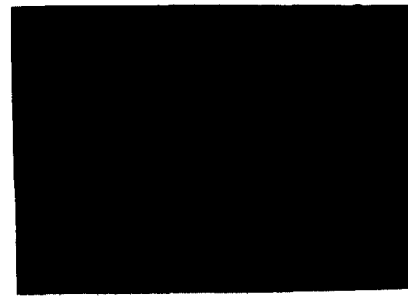


그림 3 a 문자의 우측 입력영상



그림 3 b 문자의 우측 처리영상

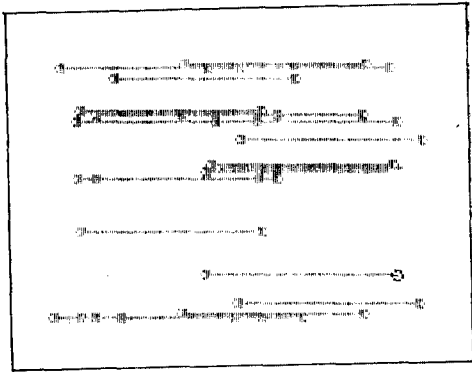


그림 4 문자의 disparity map

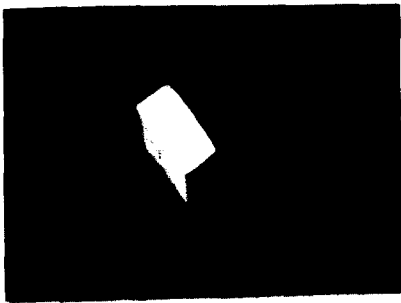


그림 5 a 다면체의 좌측 입력영상

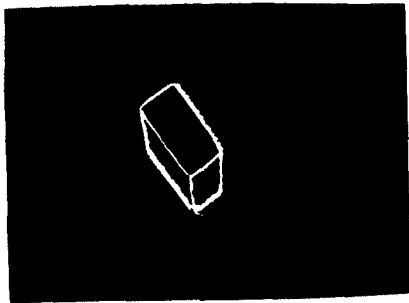


그림 5 b 다면체 좌측 처티영상

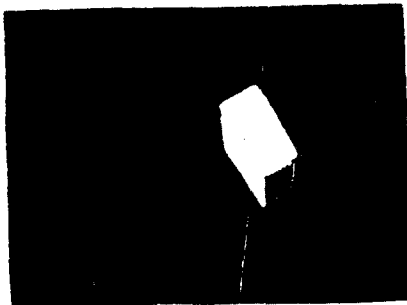


그림 6 a 다면체 우측 입력영상

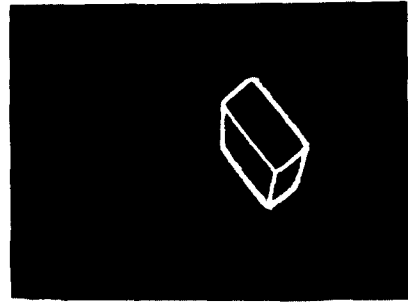


그림 6 b 다면체의 우측 처티영상

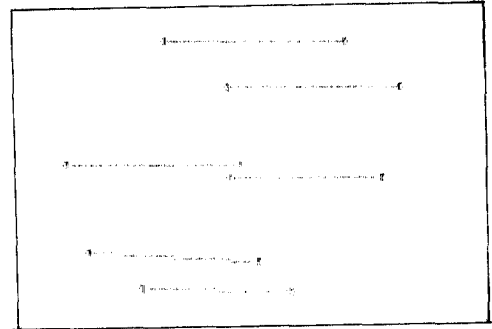


그림 7 다면체의 disparity map

Reference.

- [1] Berthold Klaus Paul Horn, "Robot Vision", MIT Press, 1986
- [2] Rafael C. Gonzalez/Paul Wintz, "Digital Image Processing", ADDISON WESLEY, 1987.
- [3] Stephen T. Barnard, "Disparity of Images", IEEE Trans. on PAMI vol, PAMI-2, No-4, July 1980, pp 133-340.
- [4] D. Marr and T. Poggio, "Cooperative Computation of Stereo Disparity", Science vol, 194, Oct. 1976, pp 283-287.
- [5] "A Disparity Gradient Limit for Binocular Fusion", Science, vol, 208, May. 1980, pp 615-617.
- [6] Yuichi Ohta/Takeo Kanade, "Stereo by Intra- and Inter-Scanline Search Using Dynamic Programming", IEEE Trans. on PAMI vol, PAMI-7, No. 2, March 1985.
- [7] H. Freeman and L. S. Davis, "A Corner Finding Algorithm for chain-coded Curves", IEEE Trans. Comp. vol, C-25, pp 197-203, Mar. 1977.