

엣지 정보를 이용한 개선된 BP 기반의 스테레오 정합

*최정현, 나인태, 정 흥
포항공과대학교 전자전기공학과

e-mail : *cjungh15@postech.ac.kr, bluewing@postech.ac.kr, hjeong@postech.ac.kr*

Stereo Matching with Efficient Belief Propagation Using Edge Detection

*Junghun Choi, Intae Na, Hong Jeong
Department of Electronic and Electrical Engineering
Pohang University of Science and Technology

Abstract

An implementation of modified stereo matching using efficient belief propagation(BP) algorithm is presented in this paper. Edges of the image were found using conventional edge detection algorithms. Resulting edge information is used to suppress propagation of wrong probabilistic information. Proposed method can effectively reduce errors that incurred by ambiguous scene properties.

I. 서론

스테레오 비전 기술은 같은 장면을 바라보는 두 개 이상의 카메라에서 획득한 영상에서 대응점을 탐색하여, 대응점 간의 양안차(disparity)를 계산하여 카메라의 원근 투사(perspective projection)에 의해서 소실된 영상의 거리정보를 추정하는 기술이다.

스테레오 비전에서 대응점을 탐색하는 기법은 크게 지역 정합법과 전역 정합법의 두 가지 기법으로 나눌 수 있다. 지역 정합법은 대응점을 찾고 싶은 픽셀 주변에서 단일 픽셀이나 픽셀 마스크를 이용하여 그 유사도(similarity) 혹은 비유사도(dissimilarity)를 측정

하여 가장 유사한 지점을 대응시키는 기법이다. SAD, SSD, 그리고 NCC 등이 가장 널리 쓰이는 지역 정합법들이다. 전역 정합법은 픽셀의 양안차를 영상 전체의 정보를 이용하여 추정하는 기법으로, Graph cut, stochastic diffusion, belief propagation(BP)[1] 등의 기법이 스테레오 비전에 응용되고 있다.

BP를 기반으로 하는 전역 정합법은 많은 픽셀의 정보를 이용하기 때문에 패턴이 없는 영상 영역이나 가려진(occluded) 영역에 의한 오차가 지역 정합법에 비해 낮은 편이다. 그러나 패턴이 없는 영역에 있는 픽셀들이 주변 패턴에 영향을 받아 잘못된 정보가 전달되어 오차를 발생시킬 가능성이 있다.

본 논문에서는 영상에서 추출한 엣지 정보를 바탕으로 BP 기반 스테레오 정합 알고리즘의 상기한 문제점을 해결하는 방법을 제안한다

II. 본론

2.1 Belief Propagation

BP는 2차원 그래프 모델 상에서 각 노드들이 이웃하는 노드들과 확률적인 정보를 반복적으로 상호 교환하여 최적화된 상태값을 추정한다. 상기한 확률적 정보는 식 (1) 과 같은 메시지 함수로 정의된다.

$$m_{pq}^t(f_q) = \min(D(f_p) + V(f_p, f_q) + \sum_{s \in N(p)} m_{sp}^{t-1}(f_p)) \quad (1)$$

식 (1)에서 $D(f_p)$ 는 상태 f_p 의 data cost, $V(f_p, f_q)$ 는 상태 f_p 와 f_q 사이의 smoothness cost, 그리고 $N(p)$ 는 노드 q 를 제외한 노드 p 의 이웃 노드를 나타낸다.

2.2 Truncation

일반적으로 각 노드에 대해서 $V(f_p, f_q)$ 를 구하는 연산은 $O(n^2)$ 의 연산 복잡도를 가진다. [2]에서는 식 (2)와 같은 선형 절단 모델을 사용하여 상기한 연산을 $O(n)$ 의 연산만으로 수행할 수 있는 방법을 제시하였다.

$$V(f_p, f_q) = \min(\|f_p - f_q\|, d) \quad (2)$$

2.3 Edge constraint

영상에서 패턴이 적은 물체는 물체 내부에는 엣지가 적고 경계면에서만 강한 엣지 특성을 나타낸다. 따라서 엣지를 추출하여 엣지 부분에서의 메시지 전달을 억제하는게 되면 패턴이 없는 부분으로 잘못된 메시지가 전달되는 현상을 효과적으로 방지할 수 있다.

엣지를 가로지르는 메시지의 전달을 억제하기 위해서는 수직/수평 엣지 특성을 구분할 필요가 있다. 이를 위해서 본 논문에서는 그림 1과 같은 3x3 크기의 소벨 마스크를 사용하여 수평, 수직 엣지를 추출하고 그림 2와 같은 알고리즘을 사용하여 메시지를 억제하였다.

$$\mathbf{G}_x = \begin{bmatrix} +1 & 0 & -1 \\ +2 & 0 & -2 \\ +1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad \mathbf{G}_y = \begin{bmatrix} +1 & +2 & +1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

그림 1. 수평/수직 소벨 마스크

```

begin
E = findEdge(f);
for u = 1:width
for v = 1:height
    if E(u,v) = horizontal edge
        dl,r = dlow;
    else if E(u,v) = vertical edge
        du,d = dlow;
end
    
```

그림 2. 제안된 알고리즘

III. 결과

알고리즘의 구현은 C++언어를 이용하여 구현되었으며, 그림 2의 실험 영상[3]을 사용하여 얻은 결과는 그림 3과 같다.

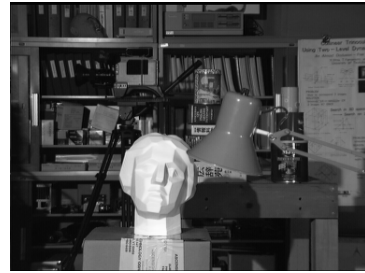


그림 2. 실험에 사용된 좌/우 영상(695×555)



그림 3. 제안된 알고리즘의 정합 결과

IV. 결론 및 향후 연구 방향

패턴이 없는 영상 영역에서의 정합성 판단은 스테레오 매칭 분야에서 오랫동안 연구되어오던 분야이다. BP를 이용한 전역 정합법은 이 문제를 기존의 지역 정합법에 비해서 강인하게 해결할 수 있으나, 양안차의 변화가 급작스러운 경계면에서 메시지의 전달로 인하여 큰 오차가 발생할 수 있다. 본 논문에서 제시한 엣지 정보를 바탕으로 한 개선된 BP 기법은 상기한 문제를 효과적으로 해결할 수 있었다. 수평/수직 방향의 gradient가 아니라 2차원 좌표 상의 엣지의 방향정보를 더 이용한다면 더욱 양질의 결과를 나타낼 수 있을 것으로 예상된다.

참고문헌

[1] J.Sun et al. Stereo Matching Using Belief Propagation. IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 25, No. 7, 2003
 [2] P.Felzenswalb et al. Efficient Belief Propagation for Early Vision. International Journal of Computer Vision, 2006.
 [3] <http://vision.middlebury.edu/stereo>