

논문 2008-45SP-2-1

# 양방향 스테레오 정합 기반 확장탐색 알고리즘을 이용한 물체추출 기법

( Object Extraction Technique using Extension Search Algorithm based  
on Bidirectional Stereo Matching )

최영석\*, 김승근\*\*, 강현수\*\*\*

( Young-Seok Choi, Seung-Geun Kim, and Hyun-Soo Kang )

## 요약

본 논문은 스테레오 영상에서 물체영역을 추출하기 위하여 변위정보와 밝기정보를 함께 사용하는 개선된 물체 추출 알고리즘을 제안한다. 변위정보와 밝기정보를 이용하여 물체를 추출하는 기법은 Ping과 Chaohui에 의해 연구된 바 있으며, 이들의 기법은 입력영상을 밝기기반으로 분할하고 분할된 영역 내의 변위정보를 고려하여 분할영역을 병합한다. 그러나 물체와 배경의 밝기 값이 비슷한 경우, 분할영역은 물체영역과 배경영역을 동시에 포함하게 됨으로써 분할영역 단위의 병합은 물체영역 추출의 오류를 야기한다. 이 문제를 해결하기 위해서 제안된 기법에서는 화소단위의 병합을 수행한다. 또한 변위정보의 신뢰도를 높이고 단방향 정합의 부족한 변위정보를 보완하기 위하여 양방향 스테레오 정합을 구현하며, 변위 탐색의 진행 여부는 입력영상의 기울기 성분, 즉 물체의 경계정보로부터 결정한다. 제안된 물체추출 알고리즘은 기존 방법에서 추출되지 않은 변위정보를 탐색함으로써 우수한 물체추출 성능을 보인다. 최종적으로 스테레오 카메라를 이용하여 획득한 실사영상에 대한 실험으로 제안된 방법의 성능을 평가한다.

## Abstract

In this paper, to extract object regions in stereo image, we propose an enhanced algorithm that extracts objects combining both of brightness information and disparity information. The approach that extracts objects using both has been studied by Ping and Chaohui. In their algorithm, the segmentation for an input image is carried out using the brightness, and integration of segmented regions in consideration of disparity information within the previously segmented regions. In the regions where the brightness values between object regions and background regions are similar, however, the segmented regions probably include both of object regions and background regions. It may cause incorrect object extraction in the merging process executed in the unit of the segmented region. To solve this problem, in proposed method, we adopt the merging process which is performed in pixel unit. In addition, we perform the bi-directional stereo matching process to enhance reliability of the disparity information and supplement the disparity information resulted from a single directional matching process. Further searching for disparity is decided by edge information of the input image. The proposed method gives good performance in the object extraction since we find the disparity information that is not extracted in the traditional methods. Finally, we evaluate our method by experiments for the pictures acquired from a real stereoscopic camera.

Keywords : stereo vision, object extraction, disparity, disparity map

학생회원, \* \*\* 평생회원, 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부

(School of Electrical & Computer Engineering, Chungbuk National University.)

\*\* 정회원, 한국해양연구원 해양시스템안전연구소

(Maritime & Ocean Engineering Research Institute, Korea Ocean Research & Development Institute.)

※ 이 논문은 2007학년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비지원에 의해 연구되었음.

접수일자: 2007년7월25일, 수정완료일: 2008년2월25일

## I. 서론

스테레오 비전에서 두 대의 카메라로부터 얻은 2차원 영상으로부터 두 영상간의 정합을 이용하여 물체의 3차원 정보를 얻어낸다. 3차원 정보를 얻기 위해 두 영상간의 대응되는 화소 위치의 차이, 즉 변위를 구하는 것이 스테레오 정합의 목표이다. 이는 지난 수십 년간 활발히 연구되어 온 컴퓨터 비전 분야의 고전적 문제이며, 3차원 영상복원, 물체위치 확인, 물체추출 등 다양한 응용가능성을 갖고 있다<sup>[1]</sup>.

최근 스테레오 비전에서는 정합문제를 영상을 MRF (Markov Random Field)로 모형화하여 목적 함수를 에너지로 만든 다음, 에너지를 최소화하여 해를 찾는 연구가 활발히 시도되었다. 대표적으로 신뢰 전파(Belief Propagation) 알고리즘과 그래프 분할(Graph Cut) 알고리즘이 있다<sup>[2][3]</sup>. 본 논문에서는 Felzenszwalb와 Huttenlocher가 제안한 효율적 다행상도 기반의 신뢰 전파 알고리즘<sup>[4]</sup>을 사용하여 스테레오 정합을 하였다. 이는 기존 신뢰전파 알고리즘의 연산량을 줄임으로 향상된 수행속도를 보이는 기법이다.

스테레오 정합 기법으로 추출되는 변위정보는 텍스처(texture)가 없는 균일 영역이나 가려짐이 발생하는 폐색 영역 및 좌, 우 영상 간의 조명 차이 등에 의하여 추출되지 못하는 경우가 발생한다<sup>[5]</sup>. 이는 변위정보만을 이용한 하여 물체영역을 추출하는 방법에 있어 상당한 왜곡을 야기한다. 본 논문에서는 추출되지 못한 변위정보가 물체추출의 성능을 저하시키는 문제를 해결하기 위하여, 신뢰전파 스테레오 알고리즘으로 얻은 변위정보와 입력영상의 밝기정보를 병행하여 보다 더 정확한 물체영역을 추출하는 알고리즘을 제안한다.

밝기정보와 변위정보를 모두 사용하는 방법은 Ping과 Chaohui에 의해 연구된바 있다<sup>[6]</sup>. 이 방법은 입력영상을 밝기기반으로 분할하고, 분할된 영역 내의 변위정보를 고려하여 물체로 간주된 영역을 병합함으로써 물체를 추출한다. 그러나 분할영역 단위의 병합으로 물체를 추출하는 방법은 물체영역과 배경영역의 밝기가 비슷할 경우, 분할영역이 배경영역을 포함하거나 물체영역에 추출되지 못한다.

이와 같은 물체추출의 오류를 해결하기 위하여 제안된 방법에서는 영역단위의 병합이 아닌 화소단위로 물체영역을 탐색하며, 좌 영상에 대한 대응점을 우 영상에서 찾는 순방향 변위정보와 그 반대 경우인 역방향 변위정보를 모두 사용하여 변위정보에 신뢰도를 높인

다. 또한 화소단위의 탐색진행 여부를 입력영상의 경계 정보로 판단하여 물체의 경계 부분을 고려하는 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 본 논문에서 사용한 신뢰전파 알고리즘을 소개하고, III장에서 기존의 물체 추출 방법을 설명하며, IV장에서는 연구 배경과 제안된 물체추출 알고리즘을 소개한다. V장에서는 실제 스테레오 카메라로 촬영한 입력영상을 이용한 실험결과를 보이며, VI장에서 본 논문의 결론을 기술한다.

## II. 신뢰전파 스테레오 알고리즘

본 장에서는 변위정보 추출을 위해 최근 스테레오 알고리즘 중 우수한 성능을 보이는 것으로 알려진 신뢰전파 기법을 사용함에 따라 이에 대한 소개를 하고자 한다. 신뢰전파 기법은 그래프 분할 기법과 함께 목표함수를 MRF기반의 에너지 함수로 모델링 하는 방식으로, 두 방식은 알고리즘의 차이가 있음에도 불구하고 동일한 MRF 변수를 사용하는 경우 거의 같은 수준의 정확도를 보인다는 실험결과가 제시된 바 있다<sup>[7]</sup>. 신뢰전파 방식은 에너지 함수를 이용하여 나타낼 수 있으며 스테레오 정합문제는 식(1)을 최소화하는 변위값을 찾는 것으로 변환된다.  $N$ 은 점  $p$ 의 4방향 이웃화소를 나타내며  $V(f_p, f_q)$ 는 변위값의 smoothness를 계산하기 위한 항이며  $D_p(f_p)$ 는 변위 값  $f_p$ 에 대한 비용을 나타낸다.

$$E(f) = \sum_{(p,q) \in N} V(f_p, f_q) + \sum_{p \in P} D_p(f_p) \quad (1)$$

MRF 기반 방식은 에너지 함수가 영상 전체에 걸쳐 정의되는 속성에 의해 연산량이 매우 많이 요구된다. 이에 신뢰전파 방식에 대한 다해상도 피라미드구조인 계층적 연산방식이 제시되었다<sup>[4]</sup>.

본 논문에서는  $V(f_p, f_q)$ 값의 계산방식을 개선하여 연산횟수를 줄인 [4]의 향상된 신뢰전파 방식을 스테레오 기법으로 사용한다. 이는 매우 효율적인 에너지 계산 알고리즘으로 320x240 크기의 16화소의 변위값이 값을 가지는 영상을 초당 10 프레임 이상의 속도로 처리할 수 있다. 이는 초당 30프레임 이상의 실시간 처리속도에는 미치지 못하지만 실용적인 목적에 많이 이용될 수 있는 수준이다. 그림 1은 스테레오 입력영상과 계산된 실제 변위영상 및 신뢰전파 알고리즘을 이용하여 생성한 변위영상 영상을 나타낸다.

### III. 기존의 물체 추출 방법

본 논문에서는 양방향 변위정보와 좌, 우측 입력영상의 밝기정보를 함께 사용한 물체 추출 기법을 제안한다. 변위정보와 밝기정보를 병행하여 물체를 추출하는 기법은 [6]에서 연구된바 있다. [6]의 물체 추출 방법은 입력된 좌측 영상을 밝기기반으로 분할한 영역과 좌측 영상의 대응점을 우측 영상에서 찾은 변위영상의 분할영역을 이용한다. 그림 2는 [6]의 방법에서 사용된 분할영역의 예를 나타낸다. 그림 3(a)과 같이 두 분할영역을 합성하여, 밝기기반의 분할영역 내에서 변위영상기반 분할영역의 분포를 조사한다. 가장 많이 분포되어있는 변위영상의 분할영역이 물체영역이라면, 밝기기반의 분할영역은 물체로 간주되어 물체로 간주된 다른 분할영역들과 병합을 한다. 병합된 밝기기반의 분할영역은 하나의 물체영역을 이루게 된다. 그림 3(b)는 물체영역으로 간주되어 병합된 밝기기반의 분할영역을 나타내고, 그림 3(c)는 병합된 영역을 이용하여 물체를 추출한 영상이다.

그러나 이 방법은 밝기기반의 분할영역에 왜곡이 생기면 물체분할 성능이 크게 저하된다. 예를 들어 물체의 경계부분에서 물체의 밝기 값과 배경의 밝기 값이 비슷하게 분포되어 있다면 그 부분의 분할영역은 물체

영역과 배경영역을 모두 포함하는 경우가 발생한다. 이러한 분할영역으로 인하여 배경영역이 물체로 추출되거나, 물체영역임에도 배경으로 포함되는 등 영역단위의 병합으로 인한 물체 추출의 오류가 발생한다.

또한 좌측 영상에서 우측 영상으로의 정합만 수행하

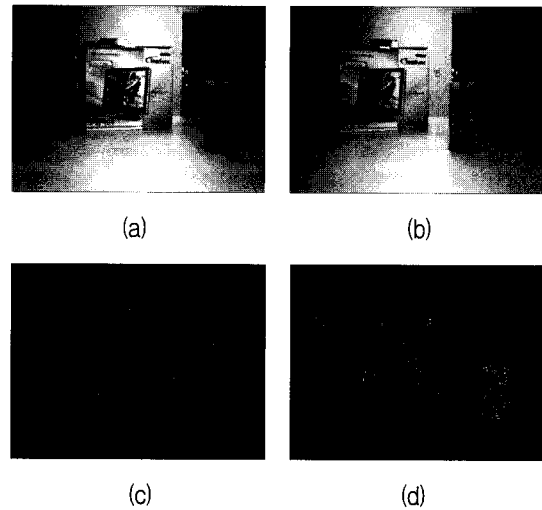


그림 2. [6]에서 사용한 분할영역: (a) 좌측 영상, (b) 우측 영상, (c) 변위영상의 분할영역, (d) 밝기기반 분할영역

Fig. 2. Segmentation regions used in [6]: (a) left image, (b) right image, (c) segmentation regions of disparity map, (d) brightness-based segmentation regions.

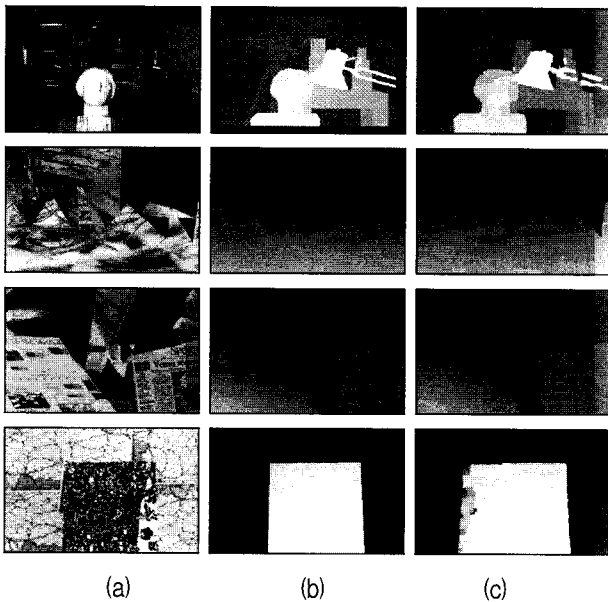


그림 1. 신뢰전파 알고리즘으로 생성한 변위영상: (a) 입력영상, (b) 실제 변위영상, (c) 신뢰전파 알고리즘으로 생성한 변위 영상

Fig. 1. disparity map created by BP algorithm: (a) Input image, (b) True disparity map, (c) disparity map created by BP algorithm.

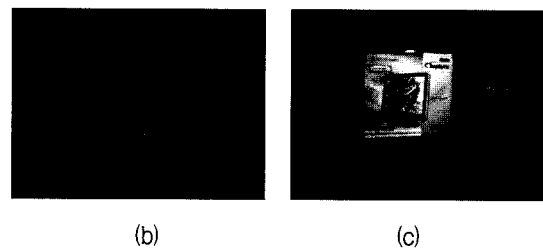
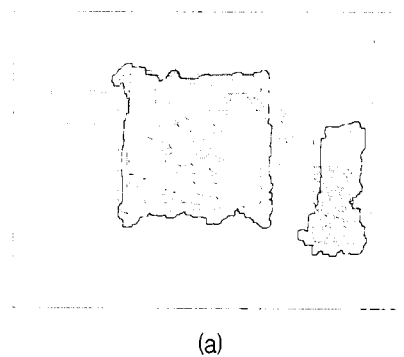


그림 3. [6]의 방법에 의한 물체 추출: (a) 그림 2(a),(b)의 합성영상, (b) 병합된 분할영역, (c) [6]의 방법에 의한 물체 추출 결과

Fig. 3. Object extraction by [6] (a) synthetic image of Fig. 2(a), (b) merged segmentation regions, (c) result of object extraction by [6].

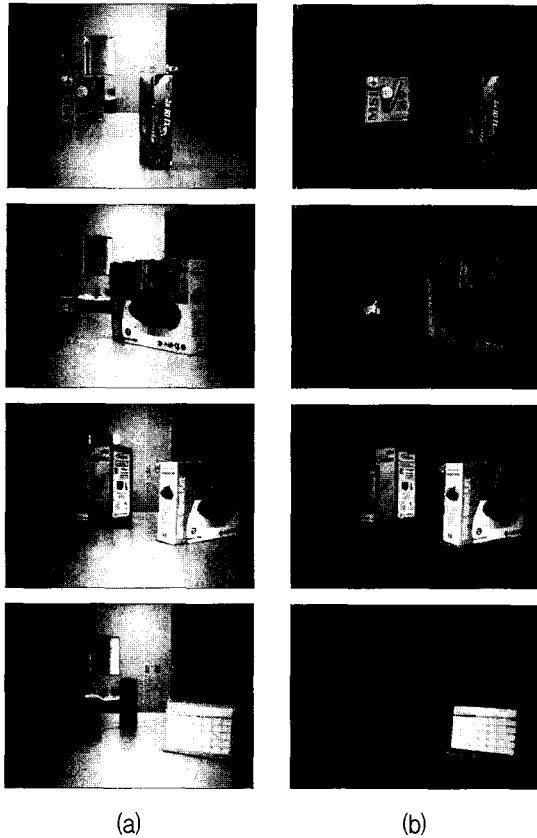


그림 4. [6]의 방법에 의한 물체 추출 결과:  
(a) 입력 영상, (b) 물체영역 추출

Fig. 4. Result of object extraction by [6]:  
(a) input image, (b) object region extraction.

여 양방향으로 추출한 변위정보에 비하여 추출되지 못한 변위정보가 많다. 이는 분할영역을 변위정보로 고려할 때 물체영역의 정보를 제공해 줄 수 없게 되므로 물체 추출의 성능을 저하시킨다. 그림 4는 [6]의 방법에 의하여 추출한 물체영역을 나타낸 것으로 물체 추출의 오류가 발생한 결과이다.

#### IV. 제안한 물체 추출 방법

##### 1. 연구 배경

제안된 방법에서는 변위 추출의 신뢰도를 높이기 위하여 양방향 정합을 사용한다. 양방향 정합이란 좌측영상에서 우측영상으로의 대응점 탐색의 순방향 정합과 우측영상에서 좌측영상으로의 대응점 탐색의 역방향 정합을 모두 수행하는 것이다. 양방향 정합은 순방향 탐색 시 여러 요인으로 추출되지 못한 변위정보를 역방향 탐색으로 인하여 찾을 수 있으며 왜곡된 변위정보를 제거하는 판단기준이 되기 때문에 신뢰도가 높은 변위정보를 추출 할 수 있다. 또한 순방향 정합의 변위영상은

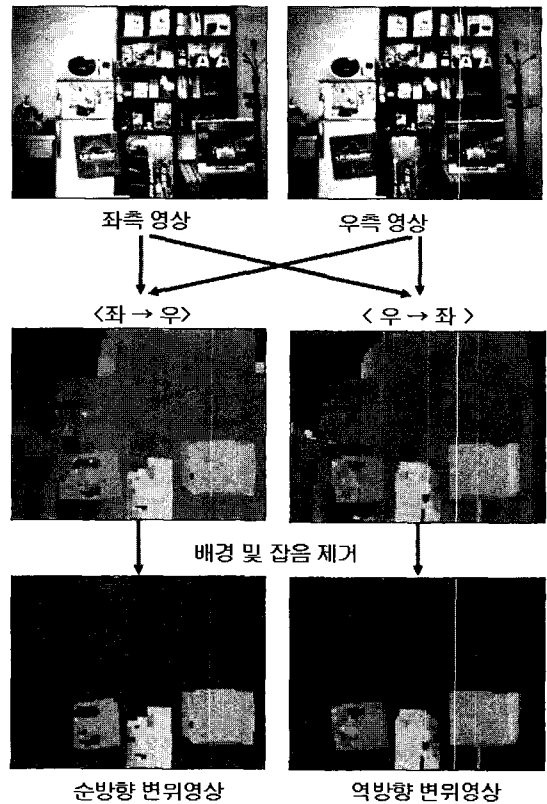


그림 5. 양방향 변위영상 생성

Fig. 5. Bidirectional disparity map creation.

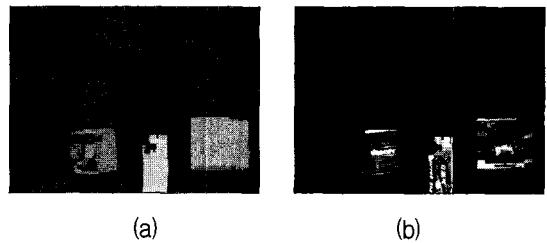


그림 6. 초기 변위영상: (a) 초기 변위영상, (b) 초기 변위영상을 이용한 물체영역 추출

Fig. 6. Initial disparity map: (a) initial disparity map, (b) object extraction using initial disparity map.

물체의 우측 경계가 뚜렷하고, 역방향 정합의 변위영상은 물체의 좌측 경계를 뚜렷이 나타냄으로써 추가적인 정보를 얻을 수 있다. 전처리과정으로 양방향 변위영상의 배경영역과 잡음을 제거한다. 그림 5는 전처리과정을 수행한 양방향의 변위영상을 나타낸다. 양방향 변위영상은 다음 식을 이용하여 두 변위벡터 차이가 3이하인 신뢰도가 높은 초기 변위영상을 생성한다.

$$|d_l(x) + d_r(\tilde{x})| \leq \epsilon \quad (2)$$

그림 6(a)는 식(2)를 이용하여 생성한 초기 변위영상이다. 한편, 양방향 변위영상에서 물체영역 내의 변위정보가 존재함에도 불구하고 초기 변위영상에서는 변위정

보가 추출되지 않는다. 초기 변위영상을 이용하여 물체 영역을 추출한 결과, 저조한 물체 추출 성능을 그림 6(b)에서 확인할 수 있다. 따라서 향상된 물체 추출을 위하여 변위영상의 확장이 필요하며 이를 위한 추가적인 정보가 요구된다.

2. 제안한 알고리즘

앞 절에서 설명한 바와 같이 물체영역을 보다 강건히 추출하기 위하여 추가적인 정보가 필요하다. 병행되는 정보는 입력된 좌, 우측 영상을 분할한 분할영역과 입력영상의 수평, 수직방향의 에지정보이다. 그림 7은 좌, 우측 영상의 분할영역과 수직, 수평방향의 에지성분을 나타낸다. 하나의 분할영역은 같은 값으로 분포되어 있으므로 분할영역의 값을 밝기정보로 사용할 수 있다. 또한 물체의 경계에서 에지성분이 크기 때문에 에지성분은 물체의 경계부분에 대한 정보를 제공한다.

제안한 물체 추출 방법은 초기 변위영상에서 추출되지 않은 변위정보의 추출하기 위하여 변위정보가 존재하는 위치를 기점으로 네 방향의 인접화소를 탐색한다. 이는 초기 변위영상은 양방향의 변위영상에 모두 존재하는 믿을만한 변위정보로 생성하였기에 변위정보가 존재하는 위치의 이웃화소들도 물체영역일 가능성이 크기 때문이다. 다음으로 인접화소와 시작점과의 밝기기반 분할영역을 고려하여 초기 변위영상에서 미 검출된 변위정보를 탐색한다. 에지성분으로 물체의 경계부분을

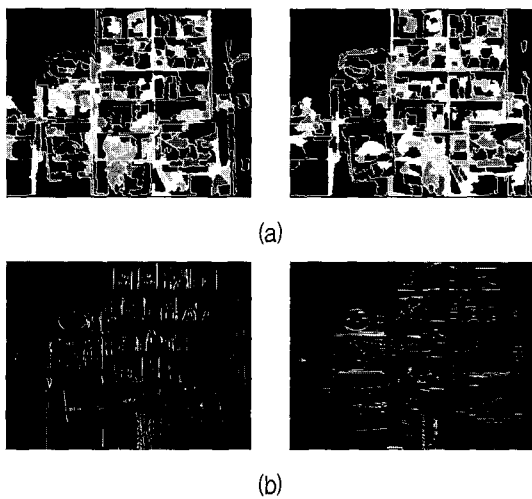


그림 7. 추가 정보:  
 (a) 좌, 우측 영상의 밝기기반 분할영역,  
 (b) 좌측 영상의 수직, 수평 방향 에지성분  
 Fig. 7. Additional information: (a) brightness-based segmentation region of left and right image, (b) edge ingredient of horizontality and vertical direction of left image.

판단하면서 미 검출 변위에 대한 검출을 진행한다. 수직, 수평 방향으로의 탐색과정에서 검출된 변위정보를 이용하여 변위영상을 확장하고, 최종적으로 확장된 변위영상을 분할하여 물체를 추출한다. 그림 8은 전체 시스템의 순서도이다. 제안된 알고리즘은 다음과 같이 진행된다.

초기 변위영상에서 변위정보가 추출된 화소의 위치를 시작점으로 하여 수평방향의 인접화소를 탐색한다. 먼저 현재화소의 좌측방향으로 탐색하여 변위정보가 검출되지 않았다면 우측 영상의 분할영역을 이용하여 현재화소와 좌측의 인접화소가 동일한 분할영역에 존재하는지의 여부를 검토한다. 이는 동일한 분할영역에 위치한다면 어느 정도 같은 물체영역에 놓여있다고 간주될 수 있기 때문이다. 두 화소가 동일한 분할영역에 있다면 물체의 좌측경계가 뚜렷이 나타나는 역방향 변위영상을 탐색한다. 역방향 변위영상의 변위 값과 시작화소의 변위 값이 일치하면 시작점의 변위 값으로 좌측화소의 화소 값을 대체한다. 또한 두 화소가 동일한 분할영역에 위치하지 않는다면 상이한 분할영역의 신뢰도를 검사한다. 분할영역의 신뢰도 검사는 그 영역에서 전체 화소의 개수와 물체로 간주되는 변위정보의 개수로 비율을 구함으로써 계산된다. 이는 상이한 분할영역이 물체의 분할영역인가를 판단하여 동일한 분할영역으로 간주하기 위함이다.

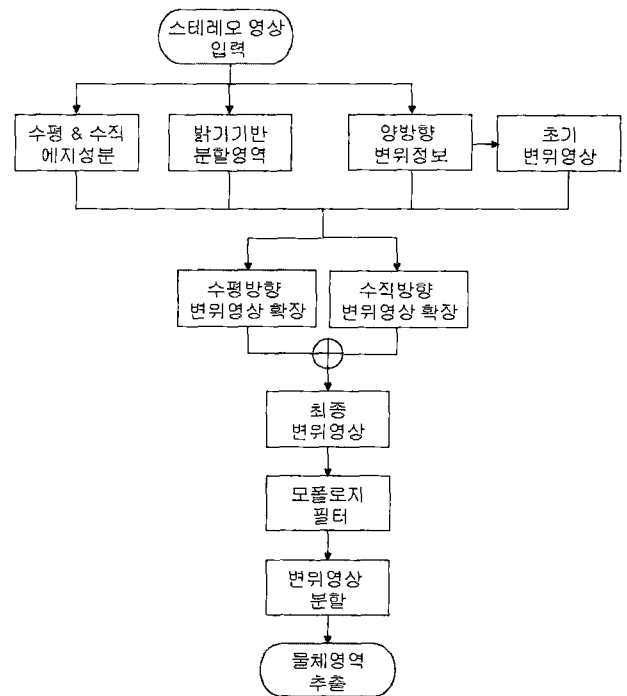


그림 8. 제안된 알고리즘의 순서도  
 Fig. 8. Flowchart of proposed algorithm.

좌측방향의 인접화소가 시작화소의 변위 값으로 대체되면 다음에 진행하게 될 화소의 수직방향 에지정보를 고려하여 물체의 경계를 조사한다. 에지성분이 주어진 임계치보다 크다면 물체의 경계부분이라고 간주하고 탐색을 종료한다. 이는 물체 경계부분에서는 에지성분이 크다는 점을 고려하여 물체외의 영역이 잡음으로 인해 검출되는 오류를 방지하기 위함이다. 진행화소가 에지정보를 이용하여 물체의 경계부분에 이를 때 까지 다음의 화소와 현재화소가 되고 두 번째 화소는 좌측화소가 되어 변위정보 검출을 진행한다. 물론 앞에서 설명한 변위정보의 조건과 밝기정보의 조건을 만족하지 않을 시에는 변위검출의 진행은 종료된다.

좌측방향의 탐색이 종료되면 동일한 검출조건으로 우측방향 탐색을 시작한다. 변위검출 진행의 알고리즘은 좌측방향 탐색과 같다. 그러나 우측방향 확장탐색은 물체의 우측경계가 뚜렷한 순방향성 변위정보와 좌측영상의 분할영역을 사용한다. 그림 9는 좌, 우측 방향으로 진행되는 수평방향 확장탐색 알고리즘을 화소단위와 분할영역 및 에지성분으로 나타낸 그림이다. 그림 9의 구도로 알고리즘을 살펴보면, 현재 진행되는 화소위치에서 확장 진행방향의 이웃 화소를 탐색한다. 밝기기반 분할영역에서 현재화소와 이웃화소와의 관계를 고려하고 이웃화소의 변위정보를 조사하여 새로운 변위정보를 생성한다. 그림 9에서 점선으로 이루어진 분할영역은 확장방향에 인접한 상이한 분할영역을 나타내며 이는 분할영역의 신뢰도 검사를 거쳐 동일 물체영역인가를 판단한다. 마지막으로 에지성분을 고려하여 물체의 경계로 판단되지 않으면 확장방향으로 탐색하면서 변위검출을 진행하고 에지성분이 물체의 경계로 판단되면 확장탐색의 진행을 멈춘다.

수평방향 탐색을 수행한 후, 상측 화소와 하측 화소

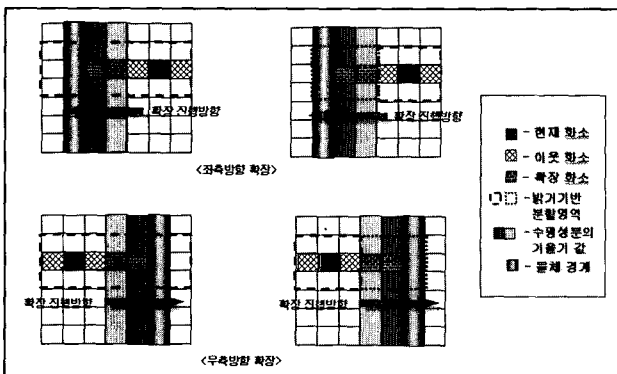


그림 9. 수평방향 확장 과정  
Fig. 9. Horizontal direction extension process.

의 수직방향 탐색을 진행한다. 수직방향 탐색 방법은 수평방향의 변위정보 검출조건과 동일하나 물체의 좌, 우측 경계의 정확도를 고려한 수평방향 확장과 달리 양방향 변위영상을 재차 적용한다. 즉, 순방향성 변위정보와 우측영상의 분할영역을 이용하여 상, 하측 방향으로 변위정보의 확장탐색을 진행하고, 역방향성 변위정보와 좌측영상의 분할영역을 사용하여 변위정보의 확장탐색을 재차 수행한다.

또한 확장 진행이 수평방향이면 진행되는 화소의 좌, 우측 화소가 고려되기 때문에 수직방향의 에지정보를 조사하지만, 수직방향 탐색에서는 수직방향의 에지정보로 물체의 경계를 고려한다.

그림 10은 수평방향 및 수직방향의 확장된 변위영상 영상이다. 수평방향 확장탐색으로 검출된 확장화소는 677개, 수직방향의 확장화소는 1494개이며 확장된 화소를 그림 10에 나타내었다. 확장된 변위영상을 병합하여 그림 10의 최종 변위영상을 생성한다. 최종 변위영상을 모폴로지 필터링하여 단순화 과정을 거친 후 분수령 알고리즘으로 변위영상을 분할하여 분할영역을 물체영역

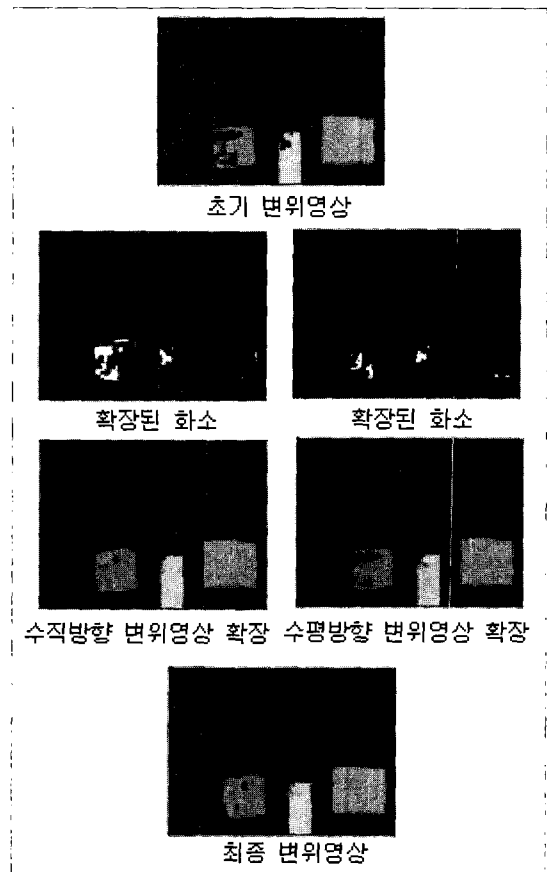


그림 10. 확장된 변위영상을 이용한 최종 변위영상 생성  
Fig. 10. Final disparity map creation using extension disparity map.

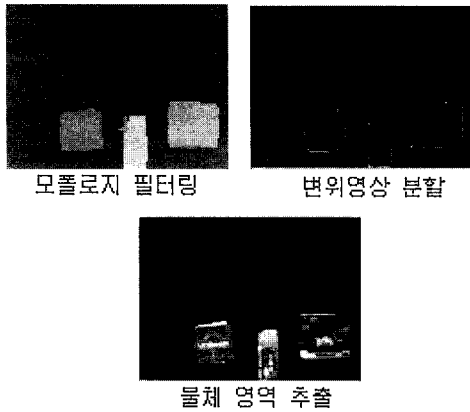


그림 11. 최종 물체 추출 결과  
Fig. 11. Final object extraction result.

으로 추출한다. 그림 11에서 최종 변위영상을 이용한 물체 추출 결과를 나타낸다. 물체 추출결과, 그림 3의 초기 변위영상을 이용하여 추출된 물체영상보다 뛰어난 물체추출 성능을 보인다. 가장 추출성능이 저조했던 좌측의 물체가 제안된 물체추출 알고리즘으로 정확히 추출된 것을 확인할 수 있다.

V. 실험 결과

제안된 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 그림 9의 Bumblebee2 스테레오 카메라를 사용하여 320x240의 크기의 스테레오 영상을 입력받았다. 실험영상은 책장에 책이 꽂혀 있는 복잡한 배경 앞에 다양한 색상과 크기의 물체를 배치하여 촬영하였으며, 각 물체가 서로 다른 거리를 갖도록 하였다. 거리가 다른 동일 물체의 경우를 고려하여 각 물체는 카메라와 정면으로 마주보는 상황과 경사를 두어 비스듬히 마주하는 위치로 배치하였다. 그림 13의 결과 영상은 그림 12의 스테레오 카메라로 좌, 우측 영상을 입력받아 [6]에서 제안된 방법과 변위정보만 사용한 방법, 본 논문에서 제안된 방법

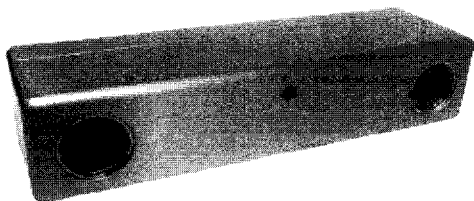


그림 12. 스테레오 카메라  
Fig. 12. Stereo camera.

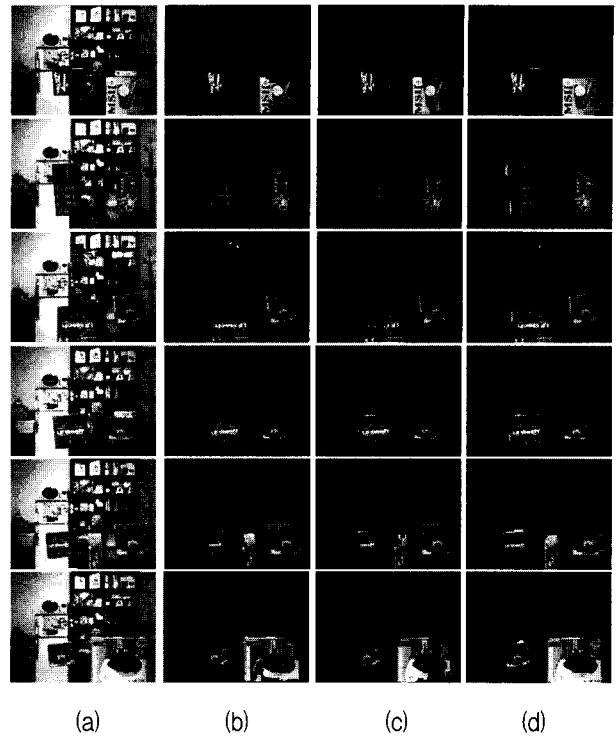


그림 13. 제안한 알고리즘의 실험결과: (a) 스테레오 입력 영상, (b) [6]에서 제안한 방법의 물체추출 결과, (c) 변위정보만 이용한 물체추출 결과, (d) 제안한 방법의 물체추출 결과

Fig. 13. Result of the experiment by proposed algorithm: (a) stereo input image, (b) object extraction result that is proposed in [6], (c) object extraction using disparity information, (d) result of the object extraction by the proposed method.

의 실험결과이다.

[6]에서 제안된 방법은 밝기기반의 분할영역을 밝기 정보로 사용한다. 실험결과에서 확인할 수 있듯이 [6]에서 제안된 방법은 배경영역이 물체로 인식되거나 물체 영역임에도 배경으로 간주되는 등 영역단위의 정보개입으로 인한 물체추출의 오류가 발생한다.

변위정보만을 사용한 물체추출 결과는 양방향 정합으로 신뢰도가 높은 초기 변위영상을 이용하여 물체를 추출한 결과이며, 이는 물체영역의 미 검출 변위정보로 인한 저조한 물체 추출 성능을 보인다. 물론 물체영역의 변위가 강건히 검출되어 물체 추출 성능이 우수하게 나타날 경우도 있다.

제안된 물체추출 알고리즘은 분할영역의 병합으로 물체를 추출하는 방법과는 달리, 분할영역의 밝기정보를 추가적으로 고려되는 정보로 사용하며 영역기반의 병합이 아닌 화소단위의 탐색으로 보다 정확한 물체영역을 추출한다. 변위정보만 사용한 물체 추출 결과와

[6]에서 제안한 방법의 물체 추출 결과에서는 추출되지 않은 물체영역이 제안한 방법을 이용한 물체 추출 결과에서는 물체영역으로 추출되는 것을 확인할 수 있다.

## VI. 결 론

본 논문에서는 스테레오 카메라로 좌, 우측 영상을 입력받아 물체를 추출하는 알고리즘을 제안한다. 두 영상의 스테레오 정합은 신뢰전파 스테레오 알고리즘을 사용하고, 물체 분할은 분수령 알고리즘을 도입하며, 영상을 단순화는 모폴로지 필터로 처리한다.

스테레오 알고리즘을 이용하여 변위정보를 추출하는 과정에서 균일영역이나 폐색영역 및 조명 등의 영향으로 추출되지 못하는 변위가 발생한다. 부족한 변위정보로 인해 물체 추출 성능이 저하되기 때문에 밝기정보를 추가적으로 사용하는데, [6]에서는 밝기기반의 분할영역을 밝기정보로 사용한다. 그러나 이는 영역단위의 병합에서 오는 물체 추출의 오류가 물체 추출 성능의 저하를 야기 시킨다.

정확한 물체영역을 추출하기 위해서 본 논문에서는 화소단위의 변위 검출 탐색방법을 제안한다. 이는 단방향 스테레오정합의 부족한 변위정보를 양방향 스테레오 정합으로 보완하고, 밝기기반의 분할영역과 에지정보를 고려하여 변위영상을 확장하는 방법이다. 실험결과, 물체영역의 변위를 우수하게 검출하는 반면 배경영역의 왜곡된 변위는 검출되지 않았으며 물체추출 성능의 향상을 확인할 수 있었다.

한편, 물체영역임에도 양방향 변위정보가 모두 검출되지 않을 경우는 제안된 알고리즘에서 다루지 않았다. 이 경우 물체영역임을 검증할 알고리즘이 필요하며 이를 위해 제 3의 정보가 요구 될 것이다. 이러한 영역이 복원된다면 물체 추출 성능을 더욱 높일 수 있을 것이다. 또한 제안된 알고리즘을 이용하여 추출된 물체영역에 대한 만족도 검사의 기준이 필요하다.

## 참 고 문 헌

- [1] D. Schastein and R. Szeliski, "A taxonomy and evaluation of dense two-frame stereo correspondence algorithm", *International Journal of Computer Vision*, Vol. 47, no. 1, pp. 7-42, 2002.
- [2] J. Sun, N. Zheng, and H. Shum, "Stereo matching using belief propagation", *IEEE Trans.*

*Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 25, pp. 787-800, 2003.

- [3] Y. Boykov, O. Veksler, and R. Zabih, "Fast approximate energy minimization via raph cuts", *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.23, pp. 1222-1239, 2001.
- [4] P. F. Felzenszwalb and D. P. Huttenlocher, "Efficient belief propagation for early vision", in *Proc. Computer Vision and Pattern Recognition*, 2004.
- [5] L. Zitnick and T. Kanade, "A cooperative algorithm for stereo matching and occlusion detection", *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 22, no. 7, pp. 675-154, 2000.
- [6] P. An, C. Lu and Z. Zhang, "Object segmentation using stereo images", *International Conference of Communications, Circuits and System*, Vol. 1, pp. 534-538. 2004.
- [7] M. F. Tappen and W. T. Freeman, "Comparison of graph cuts with belief propagation for stereo using identical MRF paramater", in *Proc. International Conference on Computer Vision*, 2003.



저 자 소 개



최 영 석(학생회원)  
 2006년 충북대학교 전기전자  
 컴퓨터공학부 학사졸업.  
 2008년 충북대학교 정보통신  
 공학과 석사졸업  
 2008년 현재 롯데정보통신

<주관심분야 : 영상처리, 영상 부호화>



김 승 근(정회원)  
 1995년 인하대학교 전자공학과  
 학사 졸업.  
 1997년 광주과학기술원 정보통신  
 공학과 석사 졸업.  
 2002년 광주과학기술원 정보통신  
 공학과 박사 졸업.

2002년~현재 한국해양연구원 선임연구원  
 <주관심분야 : 통신신호처리, 통신시스템 설계 및  
 구현, 영상통신>



강 현 수(평생회원)-교신저자  
 1991년 경북대학교 전자공학과  
 학사졸업  
 1994년 KAIST전기및전자공학과  
 석사졸업  
 1991년 KAIST 전기및전자공학과  
 박사졸업

2005년 3월~현재 충북대학교 전기전자컴퓨터  
 공학부 부교수

<주관심분야 : 영상처리, 부호화, 콘텐츠보호>