

유형기반 스테레오 정합을 통한 영상변이 측정

김계영*, 장석우**

Image Disparity Estimation through Type-based Stereo Matching

Gye-Young Kim*, Seok-Woo Jang**

요약

본 논문에서는 영역기반의 스테레오 정합을 사용하여 영상의 변이를 추정하는 방법에 대해 기술한다. 영역기반의 변이 추정은 분할된 영역단위로 변이값을 계산하는데 스테레오 정합 단계의 정합오류뿐만 아니라 정합된 영역의 유형을 고려하지 않고 일률적인 방법으로 변이를 계산하기 때문에 부정확한 변이를 추정하게 되는 문제점을 가진다. 이런 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 정합된 영역의 유형을 고려하여 변이를 추정하는 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 스테레오 정합 수행 후 정합영역의 유형을 분석하여 유사정합, 비유사정합, 오정합, 비정합 영역으로 분류한 다음 분류된 정합영역별로 적절한 변이 추정 방법을 적용한다. 이 방법은 정합오류로 인한 잘못된 변이 추정을 최소화하며 정상적인 정합영역에 대해서도 변이의 정확도를 향상시킨다. 제안하는 방법의 성능을 평가하기 위해 다양한 장면에 대해 실험을 하였으며, 실험결과 다양한 영상에서 정확도가 향상된 변이도를 얻을 수 있었다.

Abstract

This paper describes an image disparity estimation method using region-based stereo matching. Region-based disparity estimation yields a disparity map as the unit of segmented region. However, it estimates disparity imprecisely because it not only has matching errors but also applies an identical way to disparity estimation, which does not consider each type of matched regions. To solve this problem, we proposes a disparity estimation method which considers the type of matched regions. That is, the proposed method classifies whole matched regions into a similar-matched region, a dissimilar-matched region, a false-matched region and a miss-matched region. We then performs proper disparity estimation for each type of matched regions. This method minimizes the error in estimating disparity which is caused by inaccurate matching and also improves the accuracy of disparity of the well-matched regions. The experimental results show the improved accuracy of the proposed method.

▶ Keyword : 영상 변이(image disparity), 스테레오 정합(stereo matching), 변이도(disparity map), 분할된 영역(segmented region)

• 제1저자 : 김계영

• 접수일 : 2006.03.2, 심사완료일 : 2006.05.17

* 숭실대학교 컴퓨터학부 조교수, ** 한국건설기술연구원 건설정보연구부 선임연구원

I. 서론

스테레오 비전은 카메라에 투영된 영상을 해석해서 물체의 깊이, 형상 또는 거리 등의 3차원 정보를 얻는 방법으로 두 개의 카메라로부터 획득된 좌우 영상으로부터 대응하는 점의 변이를 구하고, 이 변이에 간단한 삼각 측량법을 이용하여 3차원 정보를 검출한다[1]. 3차원 정보는 일반적으로 변이도(disparity map)로 표현 할 수 있으며 스테레오 비전에 관한 대부분의 연구는 정확한 변이도를 얻는 것에 초점을 맞추고 있다[2][3]. 그리고 변이도를 얻기 위한 기존의 다양한 방법은 크게 영역기반 방법(area-based method)과 특징기반 방법(feature-based method)으로 나눌 수 있다.

영역기반 방법은 영상에서 정합될 단위 영역에 포함된 모든 화소 전체를 정합하는 방법으로 영상의 밝기값 자체를 특징으로 한다. 이런 방법들은 전체 변이도를 한 번에 얻을 수 있는 반면 계산복잡도가 높은 단점이 있다. 영역기반 방법의 일반적인 처리 방법은 최대 상관도(cross correlation)나 최소 SSD(sum of squared difference)를 이용하는 것이다[4][5]. 이것은 지역적으로 작은 영상 영역을 정합시킴으로써 조밀한 변이도를 구할 수 있다. 그러나 정합시키는 영상 영역내의 모든 지점의 변이가 서로 유사하다는 가정이 필요하므로 경계부분에서 오차가 발생하며, 밝기값 분포가 균일하거나 텍스처 정보가 부족한 경우에는 정합의 정확도가 떨어진다는 단점이 있다.

특징기반 방법은 영상의 특징을 찾고 그 특징간의 정합을 하는 방법으로 영역기반 방법처럼 영상의 전체 영역에 대한 조밀한 변이 추정은 불가능하지만 처리 속도가 빠르기 때문에 널리 사용되고 있다. 일반적으로 대부분의 특징기반 방법에서는 정합 요소로서 점(point)이나 에지(edge)를 사용하고 있다[6][7][8]. 그러나 점이나 에지 간의 대응관계를 찾기 위한 특징이 부족하고 폐색(occlusion), 즉 한쪽 카메라에서는 보이지만 다른 카메라에서는 보이지 않는 부분에 대해서는 비정합(mismatch)이 자주 발생된다. 이러한 단점은 분할영역과 같은 정합 요소를 사용함으로써 극복할 수 있다[9][10][11].

분할영역에 대한 정합을 위해 가장 많이 사용하는 알고리즘은 분할영역간의 인접관계를 이용한 제약사항을 적용한 것이다[10][11]. 그러나 이 방법은 폐색된 부분에 대해서는

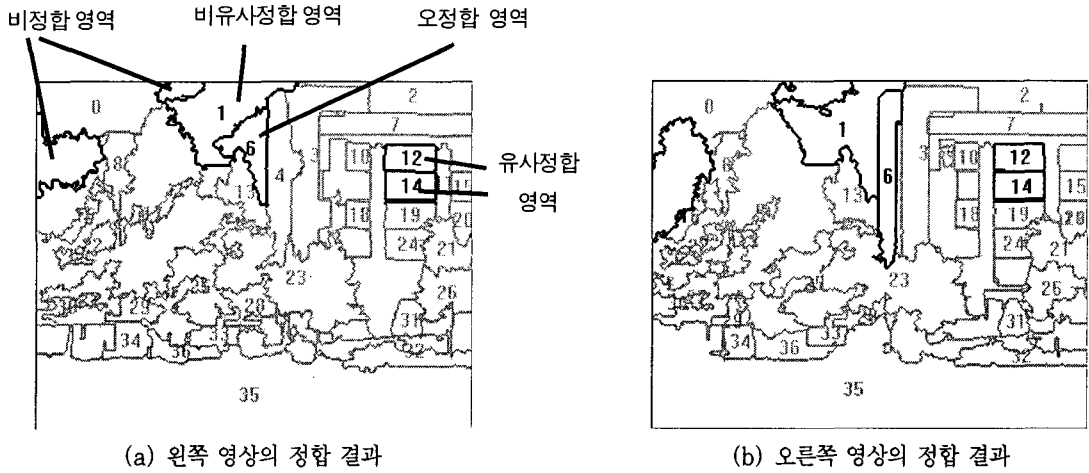
오정합을 만들고, 특히 영상분할 결과의 오류를 전혀 고려하지 않기 때문에 자연영상과 같이 복잡한 영상에 대해서는 오정합과 비정합이 많이 발생한다. 또한 모든 정합 영역에 대해 일률적인 변이 추정을 하기 때문에 정합 영역의 유형이 다른 영역에서는 변이의 정확도가 떨어진다는 단점이 있다.

본 논문에서는 이런 문제점을 보완하기 위해 스테레오 정합결과를 분석하여 분석결과를 변이 추정을 위해 적용함으로써 정확한 변이도를 얻는 방법을 제안한다. 스테레오 정합 결과로 얻어지는 정합영역을 유사정합, 비유사정합, 오정합, 비정합 영역으로 분류한 후 각 영역별로 효과적인 변이추정 방법을 적용하여 정확한 변이도를 추출한다.

II. 정합된 영역의 유형 분석

영역기반 스테레오 정합은 두 영상에서 분할영역간의 유사도를 비교하여 대응관계를 결정함으로써 정합을 수행한다. 그리고 영역의 변이는 대응관계가 결정된 영역간의 모양정보를 이용하여 계산되며, 전체 정합영역의 변이가 계산되면 영상 전체의 변이도를 획득할 수 있다. 기존의 영역기반 스테레오 변이추정 방법의 문제점은 영상분할 결과에 따라서 변이도의 정확도가 민감하게 반응한다는 것이다. 즉, 두 스테레오 영상에 대해 영상분할을 수행한 후 각각 좌우영상에서 대응가능성이 있는 영역들의 형태나 크기 등이 서로 유사하지 않다면 정합률이 낮아지는 원인이 되고 결국 정확한 변이도를 얻기가 어렵다. 또한 기존방법에서는 정합특성, 예를 들어 정합된 영역들의 모양과 크기 등을 고려하지 않고 일률적인 방법을 사용하여 변이를 계산함으로써 변이도의 정확도를 감소시키는 문제점이 있다. 따라서 본 논문에서는 이런 문제점을 보완하기 위해 스테레오 정합결과를 분석하여 정합영역을 유형별로 분류하고 각 유형에 따라서 적절한 변이 추정방법을 적용함으로써 전체 변이도의 정확도를 향상시키는 방법을 제안한다.

본 논문에서 제안하는 영상변이 추정 방법은 분할된 영역들의 대응관계를 결정한 후에 수행되며 크게 두 단계로 구성된다. 첫 번째 단계에서는 정합영역을 정합유형에 따라 유사정합, 비유사정합, 오정합, 비정합 영역으로 분류한다. 두 번째 단계에서는 분류된 정합영역별로 효과적인 변이추정 방법을 적용하여 정확한 변이도를 추출한다.



정합영역 영역유형	왼쪽 영상의 영역	오른쪽 영상의 영역	두 영역의 중첩과 영역중심 비교
비정합 영역		없음	비교대상 없음
오정합 영역			
비유사정합 영역			
유사정합 영역			

(c) 분류된 각 영역유형의 예

(그림 1) 정합영역의 유형분류의 예
(Fig. 1) Examples of type classification of regions

그림 1은 정합영역을 유형별로 분류한 예를 보여준다. 그림 1(a)와 (b)는 스테레오 영상에 대한 정합결과이며, 정합에 성공한 왼쪽과 오른쪽 영역은 같은 번호가 부여되고 그렇지 않고 정합에 실패한 영역은 번호가 부여되지 않는다. 그림 1(c)는 유형별로 분류된 정합영역의 예를 보여준다. 전체 분할영역에 대한 스테레오 정합결과에서 가장 먼저 눈에 띄는 특징은 정합의 성공유무이다. 즉, 정합영역은 정합된 영역과 비정합된 영역으로 구분된다. 비정합 영역은 대응후보영역과 크기차이가 크거나 대응후보영역이 존재하지 않기 때문에 정합에 실패한 영역이다. 그런데 정합된 영역에 대해서는 변이를 계산할 수 있지만 비정합 영역은 변이 계산을 할 수 없다. 따라서 전체 정합영역에서 비정합 영역의 비율이 높다면 전체 영상에 대해 계산된 변이도의 정확도는 낮을 수밖에 없다.

그리고 정합된 영역을 더 자세하게 살펴보면 좌우 영상에서 동일한 영역과 대응관계를 가지는 경우와 그림 1(a)의 6번 영역처럼 그렇지 않은 경우를 볼 수 있다. 후자의 경우는 본 논문에서 오정합 영역이라고 정의하는데 오정합 영역은 변이 계산이 가능하지만 실제 그 결과는 정확하지 않다. 따라서 비정합 영역과 유사하게 전체 정합영역에서 오정합 영역의 비율이 높을수록 변이도의 정확도는 감소한다. 마지막으로 정합결과에서 비정합과 오정합 영역을 제외한 나머지 영역을 살펴보면 또 한 가지의 변이계산에 영향을 미칠 수 있는 요인이 존재한다. 그림 1(a)에서 1번 영역처럼 두 정합 영역의 크기나 모양이 매우 다른 경우로서 본 논문에서는 비유사정합 영역이라고 정의한다. 비유사정합 영역에 대한 변이추정 결과는 대응 영역의 크기나 모양에 민감한 결과를 보인다. 이것은 영역 기반의 스테레오 변이추정이 정합된 영역의 경계에 해당하는 대응점 간의 평균변이를 계산하기 때문이다.

그림 2는 영역의 유형에 따라 적절한 변이 계산 방법을 사용하기 위한 영역의 유형분류 알고리즘을 보여준다. 본 논문의 유형분류 알고리즘은 세 단계로 구성된다. 첫 번째 단계에서는 정합영역을 정합의 성공유무에 따라 정합된 영역과 비정합 영역으로 분류한다. 이 때 영역의 정합 성공유무는 스테레오 정합 단계에서 결정된 영역간의 대응관계를 이용한다. 그런데 비정합 영역들은 기준영역이 후보영역과 모양, 크기가 현저하게 다르기 때문에 대응영역을 찾을 수 없고 결국 정합에 실패한다. 이것은 두 영역의 모양정보를 주로 이용하는 영역기반 정합의 단점 중의 하나이다.

두 번째 단계에서는 정합된 영역을 동일 영역간 정합 영역과 오정합 영역으로 분류한다. 여기서 두 영역을 분류하

기 위해서는 정합된 두 영역의 무게중심을 중첩시켰을 때, 두 무게중심을 잇는 선분의 기울기를 이용한다. 이것은 식 (1)과 같이 두 정합 영역의 형태가 비슷하고 y좌표의 위치도 크게 차이가 없는 정합영역에 대해서는 두 영역의 무게중심을 잇는 선분이 수평으로 형성되지만 그렇지 않은 경우에는 무게중심을 잇는 선분이 수평을 이루지 않는다는 특성을 이용한 것이다.

If $S < Th_s$, then 동일영역간 정합영역
else 오정합 영역 (1)

$$S = \left| \frac{y_b - y_a}{x_b - x_a} \right|$$

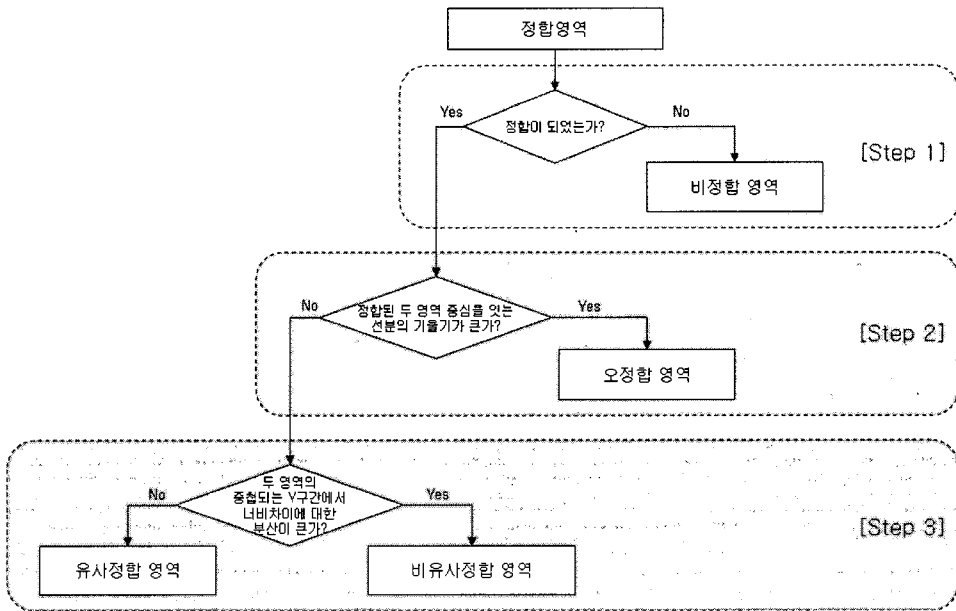
식 (2)에서 S는 기울기의 절대값이고, THs는 두 영역을 구분하는 기울기의 임계값이며 본 논문에서는 실험치로 0.5를 사용했다. 그리고 a(xa,ya), b(xb,yb)는 정합된 왼쪽과 오른쪽 영역의 무게중심을 나타낸다.

세 번째 단계에서는 동일영역간 정합 영역을 유사정합 영역과 비유사정합 영역으로 분류한다. 유사정합 영역과 비유사정합 영역을 분류하기 위해서는 두 정합영역의 중첩되는 Y구간에서 식 (2)에서와 같이 두 정합영역의 너비차이에 대한 분산값을 이용한다. 여기서 중첩되는 Y구간은 두 정합 영역에서 y좌표가 겹치는 구간을 의미한다.

If $\sigma_d < Th_o$, then 유사정합 영역
else 비유사정합 영역 (2)

$$\sigma_d = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\bar{w} - w_i)^2$$

식 (2)에서 σ_d 은 두 영역의 너비차이에 대한 분산이고, THo는 두 영역을 분류하는 분산의 임계값을 나타내며 본 논문의 실험에서는 10을 사용한다. n은 중첩된 Y구간의 간격을 나타내고, $w_i = |w_i^A - w_i^B|$, $\bar{w} = \sum_{i=1}^n w_i$ 이다. 그리고 w_i^A 와 w_i^B 는 각각 정합영역 A와 B의 중첩되는 Y구간 내의 i번째 y좌표에서의 너비이다.



(그림 2) 정합영역의 유형분류 알고리즘
(Fig. 2) Type classification algorithm of regions

III. 정합영역의 유형별 변이 측정

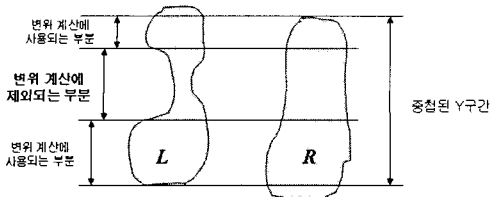
유사정합 영역의 평균변이 D_s 는 식 (3)을 이용하여 계산한다.

본 장에서는 유형분류 알고리즘을 사용하여 분류된 정합 영역에 대해 유형별로 적절한 변이 추정 방법을 기술한다. 본 논문에서는 한 영역의 경계점에 대한 변이를 계산하기 위해 정합된 영역의 대응되는 경계점을 찾아야 하는데, 이때 대응점을 찾기 위해 다음과 같이 세 가지 대응점 탐색 제약사항을 사용한다. 첫째, 대응관계를 맺기 위한 두 대응점은 영역의 경계에 포함된 점이어야 한다는 영역경계 제약 (boundary constraint)이다. 둘째, 두 대응점은 같은 에피폴라 라인에 존재해야 한다는 에피폴라 제약(epipolar constraint)이다[13]. 셋째, 하나의 점이 영역의 왼쪽 경계에 해당한다면 그 점의 대응점도 왼쪽 경계에 해당되어야 하고, 오른쪽 경계에 해당하는 점도 이와 동일한 규칙을 적용한다는 정합순서 제약(ordering constraint)이다[13].

유사정합 영역은 네 개의 정합유형 중 가장 잘 정합된 경우로서 이 경우에는 영역에 대한 변이를 계산하기 위해 두 영역의 중첩된 Y구간에서 모든 경계점의 변이를 사용한다. 정합된 좌우 영역의 k번째 두 대응점의 x좌표를 각각 x_k^L , x_k^R 이라고 하자.

$$D_s = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m (x_k^L - x_k^R) \tag{3}$$

비유사정합 영역은 동일 영역간의 정합에는 성공했으나 두 대응영역의 크기와 모양의 차이 때문에 정확한 변이를 계산하기 어려운 영역이다. 두 대응영역의 크기와 모양의 차이는 중첩된 Y구간 내에서 영역너비차이에 대한 분산값을 크게 만들며, 이에 따라 각 경계점들의 변이에 대한 차이도 크게 나타난다. 이것은 영역의 최종변이에 대한 정확도를 저하시킨다. 따라서 본 논문에서는 이러한 두 대응영역의 차이에 대한 영향을 받지 않고 정확한 변이를 계산하기 위해서 그림 3과 같이 영역의 너비 크기가 비슷한 부분의 경계점에 대한 변이만을 사용한다. 그림 3에서 두 대응영역 L 과 R의 너비 크기가 비슷한 부분은 변이계산에 사용되지만 너비크기가 큰 부분은 변이 계산에서 제외된다.



(그림 3) 변이 계산에 사용되는 부분
(Fig. 3) Parts used for disparity estimation

오정합 영역은 정합에는 성공했지만 정합된 두 대응영역은 실제로는 전혀 다른 영역이다. 따라서 오정합 영역에 대해서 계산된 변이는 잘못된 값을 가지기 때문에 최종 변이도 계산에서는 오정합 영역에 대한 변이를 배제한 결과를 사용하여야 한다. 또한 전체 정합영역에서 오정합 영역의 비율이 높아진다면 최종 변이도에 사용되지 못하고 배제되는 변이 값이 많아지게 되며 결국 오정합 영역의 비율이 일정 비율을 넘는다면 최종 변이도는 사용이 불가능할 정도의 정확도를 가지게 된다.

최종 변이도의 정확도를 떨어뜨리는 또 하나의 정합 영역으로는 비정합 영역이 있다. 비정합 영역은 정합 단계에서 정합에 실패한 영역이다. 따라서 대응영역이 존재하지 않아 변이 계산이 불가능하기 때문에 비정합영역도 오정합영역과 마찬가지로 전체 변이도에 변이를 포함할 수 없다. 이러한 오정합과 비정합 영역이 발생하는 가장 큰 이유는 입력된 두 스테레오 영상의 특성, 두 카메라의 관찰 지점 (view point)이 서로 조금씩 다르기 때문에 발생하는 부분 폐색(occlusion)과 두 카메라가 받는 조명의 차이[15] 등으로 인한 두 영상의 차이가 영상분할 결과에서도 나타남으로써 기준영역에 대한 대응후보영역이 존재하지 않거나 기준영역과 대응후보영역의 크기와 모양이 현저하게 차이가 나기 때문이다. 이러한 이유로 인해서 오정합과 비정합 영역은 분할 영역기반 스테레오 정합에서 불가피하게 발생되고 특히 기존의 연구에서 자주 다루어져왔던 실내영상보다도 실외의 복잡한 영상에서 많이 발생한다. 결국 실외의 복잡한 영상에 대한 대부분의 변이도는 사용하기 어려울 정도의 정확도를 갖게 된다.

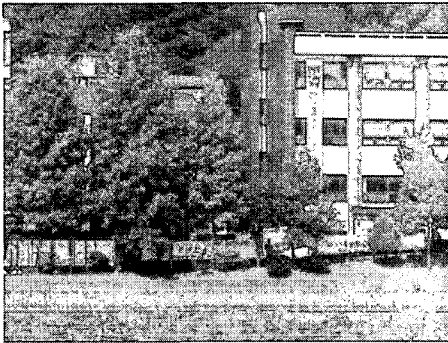
그런데 오정합과 비정합 영역을 자세히 살펴보면 왼쪽 영상의 두 영역이 오른쪽 영상의 통합된 하나의 영역으로 존재하거나 왼쪽 영상의 영역과 대응가능성이 있는 오른쪽 영역이 두 개 이상의 영역으로 분리된 형태로 존재하는 경우를 볼 수 있다. 이러한 경우의 영역들은 영역분할 및 병합을 통해서 기준영역과 정합될 수 있는 형태로 변형한 뒤 새로운 정합을 결정하고 변이를 추정할 수 있다. 따라서 본

논문에서는 오정합과 비정합 영역에 대한 병합 및 분할 (merge and split) 방법을 사용하여 전체 정합영역에서 오정합과 비정합 영역의 비율을 최소화하여 최종 변이도의 정확도를 향상시킨다.

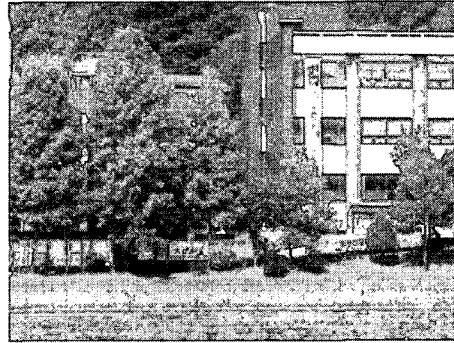
IV. 실험 결과

본 장에서는 본 논문에서 제안한 방법을 다양한 환경의 스테레오 영상에 적용하여 실험한 결과에 대해 기술한다. 기존 대부분의 연구에서는 조명의 변화가 없고 비교적 단순한 실내 영상에 대해서 실험이 이루어졌다. 그런데 본 논문의 정합 영역의 분류 방법을 이용하여 다양한 실내영상과 실외영상들의 정합 영역을 분류한 결과를 보면 실외영상에 대한 결과는 실내영상에서 보다 비정합 영역과 오정합 영역, 그리고 비유사 정합 영역의 비율이 현저하게 높다는 것을 알 수 있다. 이것은 실외환경이 실내환경보다 조명의 변화가 다양하고 따라서 더 복잡한 영상을 만들기 때문이다. 그러므로 본 논문의 실험에서는 제안하는 방법의 성능을 평가하기 위하여 실내영상으로 국한하지 않고 다양한 환경에서 획득한 실외영상 등을 사용하여 실험을 하였다. 실험을 위해서 Pentium IV 1.8GHz의 CPU와 256M의 메모리를 갖는 컴퓨터를 사용하였고, 프로그래밍 언어는 MS Visual C++ 6.0을 사용하였다. 그리고 분할영역기반 스테레오 정합을 위해 영상분할 방법으로는 평균이동영상분할(Mean Shift Segmentation) 알고리즘을[12] 사용하였고 스테레오 정합 방법은 RPC(Relative Position Constraint)기반 알고리즘[14]을 사용하였다.

본 논문의 실험에서는 제안하는 방법의 결과에 대한 비교 평가를 하기 위해서 일반적으로 사용되는 영역기반 스테레오 알고리즘인 AC(Adjacency constraint) [10]기반 알고리즘을 기존 방법으로 이용한다. 그림 5는 그림 4에 대한 영상분할 결과를 보여준다. 그림 6에서는 그림 4의 분할된 영역들을 이용한 기존의 스테레오 정합 결과를 보여주고, 그림 7은 본 논문에서 제안한 방법을 사용한 정합 결과를 보여준다. 정합은 왼쪽 영상을 기준으로 오른쪽 영상으로 수행되었고, 정합된 두 영상은 좌우 영상에서 같은 번호로 분류되었다. 그림 8에서는 기존 방법과 제안한 방법에 의한 최종 변이도를 비교한다.

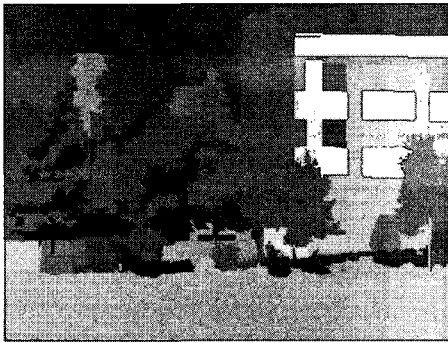


(a) 왼쪽 영상

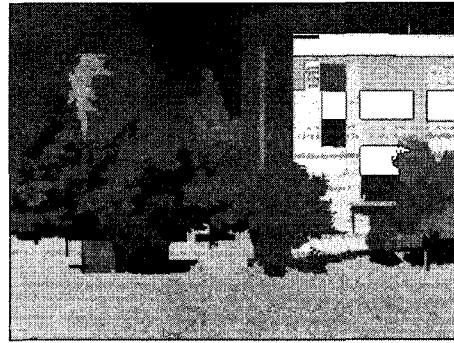


(b) 오른쪽 영상

(그림 4) 실외 스테레오 입력영상
(Fig. 4) Outdoor stereo input images

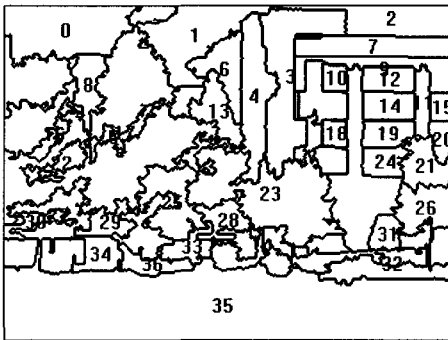


(a) 왼쪽 영상의 영상분할 결과

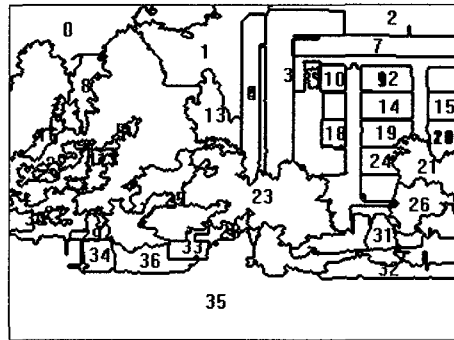


(b) 오른쪽 영상의 영상분할 결과

(그림 5) 영상분할 결과
(Fig. 5) Results of image segmentation

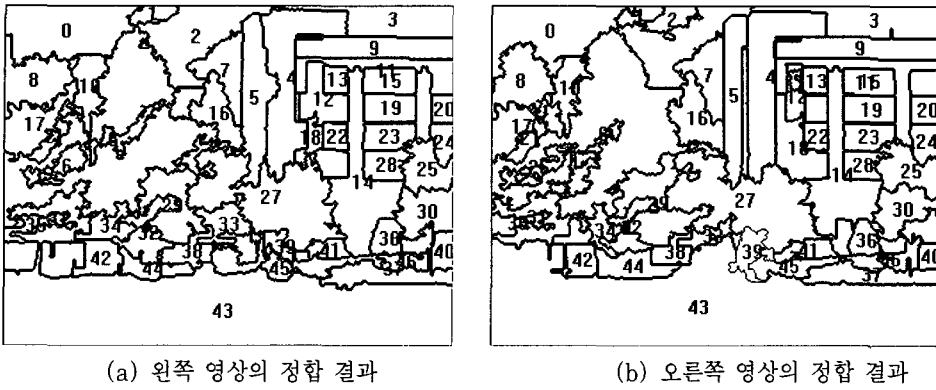


(a) 왼쪽 영상의 정합 결과

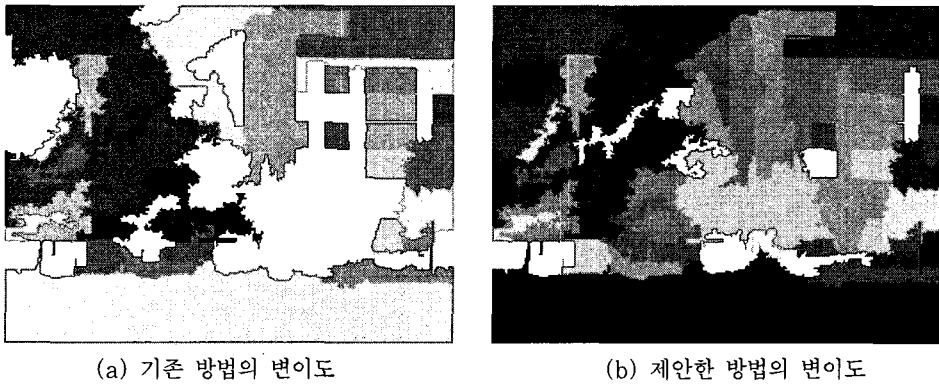


(b) 오른쪽 영상의 정합 결과

(그림 6) 기존 방법의 스테레오 정합 결과
(Fig. 6) Stereo matching of the existing method



(그림 7) 제안한 방법의 스테레오 정합 결과
 (Fig. 7) Stereo matching of the suggested method



(그림 8) 변이도 비교
 (Fig. 8) Disparity comparison

변이도는 왼쪽 영상을 기준으로 하였으며, 0에서 255사이의 값을 가지며, 값이 작을수록 카메라와 멀리 떨어져있는 것이고 값이 클수록 카메라와 가까운 영역을 의미한다. 또한 변이를 계산하지 못한 영역은 255의 값을 가진다. 그림 8(a)에서는 정합되지 못하여 변이를 추정할 수 없는 영역이 많이 보이지만 그림 8(b)에서는 그러한 영역들이 현저하게 줄어들었으며 기존의 잘못된 변이값들이 보정된 것을 알 수 있다.

표 1은 그림 8에 대한 변이값의 정확도를 정리한 것이다. 분류된 각 유형의 정합 영역에 따라서 기존 방법의 결과와 본 논문의 방법을 사용한 결과를 비교한다. 정확도 판단은 계산된 영역의 변이값과 실제 영상에서 스테레오 전문가가 예상한 변이를 비교하여 두 값의 차이가 클 경우에 정확하지 않은 영역으로 판단한다. 표 1에서 기존 방법의 정확도가 36.8%였지만 본 논문에서 제안한 방법에 의한 변이도의 정확도는 71%로 향상된 것을 확인할 수 있다.

(표 1) 변이의 정확도 비교
(Table 1) Accuracy comparison of disparity

영역 유형	영역 개수	변이의 정확도	
		기존 방법(AC7번)	제안하는 방법
유사정합 영역	11 (19.3%)	9	9
비유사정합 영역	21 (36.8%)	12	19
오정합 영역	5 (8.8%)	0	2
비정합 영역	20 (35.1%)	0	11
합 계	57 (100%)	21 (36.8%)	41 (71.9%)

V. 결론

본 논문에서는 분할영역기반 스테레오 정합에서 변이 추정 방법에 관하여 기술하였다. 정확한 변이도를 얻기 위해 정합영역의 유형을 분석하였고, 정합영역의 유형은 크게 네 종류로 분류하여 유형별로 다른 변이 추정 방법을 적용하였다. 다양한 영상에서 변이도의 정확도가 향상되었으며 특히 자연영상과 같은 복잡한 영상에 대한 변이도의 정확도는 기존의 방법보다 그 향상정도가 뚜렷하게 나타났다.

향후 연구 과제로는 오정합과 비정합으로 분류된 영역들에 대한 분할 및 합병 알고리즘을 향상시켜 보다 정확성을 높이는 연구를 수행할 예정이다.

참고문헌

- [1] U. R. Dhond, J. K. Aggarwal, "Structure from Stereo - A Review," IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. Vol. 19, No. 6, pp. 1489-1510, 1989.
- [2] C. S. Park, H. W. Park, "A Robust Stereo Disparity Estimation Using Adaptive Window Search and Dynamic Programming Search," Pattern Recognition, Vol. 34, pp. 2573-2576, 2001.
- [3] C. Lu, P. An, Z. Zhang, "Efficient Stereo Disparity Estimation for Intermediate View Synthesis," 47th IEEE International Midwest Symposium on Circuits and Systems, 2004.
- [4] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, Digital Image Processing, Addison-Wesley, 1993.
- [5] M. Okutomi, T. Kanade, "A Multiple-BaseLine Stereo," IEEE Transactions on PAMI, Vol. 15, No. 4, pp. 353-363, 1993.
- [6] R. Horaud, T. Skordas, "Stereo Correspondence through Feature Grouping and Maximal Cliques," IEEE Transactions on PAMI, Vol 11, No. 11, pp. 1168-1180, 1989.
- [7] N. M. Nasrabadi, "A Stereo Vision Technique Using Curve Segments and Relaxation Matching," IEEE Transactions on PAMI, Vol. 14, No. 5, pp. 566-572, 1992.
- [8] S. T. Barnard, W. B. Thomson, "Disparity Analysis of Images," IEEE Transactions on PAMI, Vol. 2, No. 4, pp. 333-340, 1980.
- [9] M. Buvry, E. Zagrouba, C. Krey, "A Rule-based System for Region Segmentation Improvement in Stereovision," International Technical Conference of San Jose, Image and Video Processing II, Vol. 2182, pp. 357-367, 1994.

- [10] J. M. Vezien, J. P. Tarel, "A Generic Approach for Planar Patches Stereo Reconstruction," Rapport De Recherche, No. 2507, INRIA, 1995.
- [11] E. Zagrouba, C. Krey, "Region Matching by Adjacency Propagation in Stereo Vision," Second International Conference on Automation, Robotics and Computer Vision, Singapore, pp. CV.8.5.1-CV.8.5.5, 1992.
- [12] D. Comaniciu and P. Meer, "Mean Shift: A Robust Approach Toward Feature Space Analysis," IEEE Transactions on PAM, Vol. 24, No. 5, 2002.
- [13] A. Rojas, A. Calvo, J. Munoz, "A Dense Disparity Map of Stereo Images," Pattern Recognition Letters, Vol. 18, pp. 385-393, 1997.
- [14] M. El Ansari, L. Masmoudi, L. Radouane, "A New Region Matching Method for Stereoscopic Images," Pattern Recognition Letters, Vol. 21, pp. 283-294., 2000.
- [15] 정성태, "조명 변화에 견고한 얼굴 특징 추출," 한국컴퓨터정보학회논문지, Vol. 10, No. 6, pp. 1-8, 2005.

저자 소개



김 계 영

gykim@computing.ssu.ac.kr

1996년 2월 숭실대학교 대학원

컴퓨터학과 졸업 (공학박사)

2001년 3월 - 현재 숭실대학교

컴퓨터학과 조교수

<관심분야> 컴퓨터 비전, 형태인식,

생체인식, 증강현실,

신호처리 등



장 석 우

swjang@kict.re.kr

2000년 8월 숭실대학교 대학원

컴퓨터학과 졸업 (공학박사)

2003년 10월 - 현재

한국건설기술연구원

선임연구원

<관심분야> 컴퓨터 비전, 영상 처리,

동작 이해, 비디오 색인 및

검색 등