

# 스테레오 영상 해석 과정의 가려진 영역 검출에 관한 연구

## Research about the occlusion area detection though it is a stereo image analysis

이 한 구\* · 우 동 민\*\*  
(Han-Ku Lee\* · Dong-Min Woo\*\*)

**Abstract** - Stereo image analysis has been an important tool for reconstructing 3D terrain. By In its nature, occlusion is one of difficulties we cannot avoid in stereo matching. This paper presents a study on occlusion detection by employing LRC(Left-Right Check) and OCC(Occlusion Constraint). Experimental results show that these method can effectively detect occluded regions and those regions are usually occurred around object contours and scene discontinuity.

**Key Words** : Occlusion, LRC, OCC

### 1. 장 서 론

고해상도 영상 센서의 개발에 의해 항공기나 위성으로부터 취득된 영상의 활용도가 증대되고 있다. 항공 및 위성 영상의 가장 기본적인 적용분야는 겹쳐서 취득된 영상 쌍으로부터 3차원 지형을 복원하는데, 이 기술은 방위, 우주산업 및 GIS(geometric information system) 사업에 중요한 핵심 기술로 항공 및 위성 영상을 이용한 지도제작에 사용된다. 이러한 3차원 지형 복원과 인식을 위해 영상 쌍을 epipolar 변환, 스테레오 정합, 모델 발생 등을 거치는 데 특히 스테레오 정합은 3차원 지형 복원에서 매우 중요한 역할을 한다.

스테레오 정합에 있어 영상 쌍을 이용하여 DEM(Digital Elevation Map)을 생성한다. 영상 쌍 중에 한쪽  $I_R(i,j)$ 과 다른쪽  $I_L(i,j)$ 의 불일치 지도로부터 DEM을 얻는다. 불일치 지도를 이용하여 DEM을 생성하다 보면 영상 쌍을 취득하는 센서의 구조적인 원인으로 좌우 센서 각각이 취득한 영상 사이에는 서로 가려진 부분이 발생한다. 가려짐 현상에 의해서 DEM의 오차가 발생하여 정확한 3차원 복원을 어렵게 된다. 이러한 가려짐의 기본적인 기하학과 인식은 레오나르도 다빈치 시절에 알려졌다. 가려짐을 고려하지 않고 지형을 복원하면 외곡된 값에 의해 실 지형과 차이가 발생한다.

가려짐을 찾아내는 방법은 여러 가지가 있지만 본 논문에서는 불일치 지도의 좌우 점검(Left-Right Check:LRC)방법과 가려짐 압박(Occlusion Constraint:OCC)방법을 사용하여 가려진 영역을 검출하였다. LRC 방법은 영상 쌍에서 왼쪽 영상을 기준으로 생성한 불일치 지도와 오른쪽 영상을 기준으로 생성한 불일치 지도에서 만약 가려진 부분이 아니면 불

일치 값의 크기는 같고 부호만이 반대인 원리를 이용한 것이다. 이에 의해 영상 쌍에서 각각의 영상을 기준으로 불일치 지도를 만들고, 상호 비교를 수행하여 가려진 부분이 검출된다. OCC 방법은 영상 쌍에서 각각의 영상을 기준으로 생성된 불일치 지도에서 가려짐이 발생하지 않았다면 불일치 지도의 각 픽셀 값의 크기가 일률적일 것이라는 점에 기반한 방법이다. 만약 가려짐이 발생하면 불일치 값의 변화가 크게 발생하므로, 이 변화를 찾아내면 가려진 부분이 검출된다.

본 논문의 실험에서는 Ascona 항공영상에 의한 Avenches 데이터를 이용하여 생성된 불일치 지도를 사용하여 실험하였다.

### 2. 장 LRC(Left-Right Check : 좌우점검) 방법

각종 스테레오 영상에서 획득된 영상 쌍을 이용하여 3차원 복원을 하는 과정에서 일반적으로 생성되는 불일치 지도를 이용하여 영상 쌍의 가려진 부분을 찾아내는 방법인데, 영상 쌍에서 오른쪽 영상을 기준으로, 왼쪽 영상을 기준으로 생성된 불일치 지도는 각각 영상에서 가려진 부분을 제외하고 같은 영상을 보여준다. 영상 쌍중에 왼쪽 영상을 기준영상( $I_R$ ), 오른쪽 영상을 목표영상( $I_L$ )이라고, 각 영상의 화소값을  $I_R(i,j)$ 과  $I_L(i,j)$ 로 나타내고 불일치 지도를  $\{D_x(i,j), D_y(i,j)\}$ 로 정의한다. 좌우 점검 방법은 기준영상의 좌표( $i,j$ )의 화소값에 대응하는 목표영상의 좌표 ( $i+D_x(i,j), j+D_y(i,j)$ )의 화소값과의 정합도를 찾는 것이다.

$$I_R(i,j) \leftarrow I_L(i+D_x(i,j), j+D_y(i,j)) \quad (1)$$

여기서,  $i$ 는 절대 좌표상의  $x$ 축을 나타내고,  $j$ 는 절대 좌표상의  $y$ 를 나타낸다. 그런데 영상을 epipolar 샘플링하면 샘플링된 영상은 좌우 영상이 epipolar 선분을 지나므로  $j$ 값에 대해서는 불일치 값을 구할 필요가 없이  $i$ 에 대해서만 epipolar 선분에 대해 불일치 값을 구하면 된다. 그러므로, epipolar 샘플링된 영상을 사용하면 식(1)을 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$I_R(i,j) \leftarrow I_L(i+D_x(i,j), j) \quad (2)$$

저자 소개

\* 準 會 員 : 明知大學 情報工學科 碩士課程

\*\* 正 會 員 : 明知大學 情報工學科 教授 · 工博

위 식(2)에서 기준영상의  $i$ 좌표를  $i_R$ , 목표영상의  $i$ 좌표를  $i_T$ ,  $D(i,j)$ 를  $D_R$ 로 표현하면 식(2)는 다음과 같이 표현된다.  $i_R = i_T + D_R$ . 따라서, 기준영상을 기준으로 목표영상과의 오차는 식(3)과 같다.

$$Error = i_R - (i_T + D_T) \quad (3)$$

여기서  $D_T$ 는 목표영상을 기준으로 기준영상과의 불일치 값이다. 식(3)에서 두 영상의 좌표의 값이 부호가 반대이며 서로 크기가 같으면 가려짐이 없는 것이며, 그렇지 않을 경우는 모두 가려진 것으로 간주한다.

### 3. 장 OCC(Occlusion Constraint : 가려짐 압박) 방법

영상 쌍에서 좌우 기준영상과 목표영상을 기준으로 각각의 불일치 지도를 생성하면 좌우 영상의 차이에 따라 불일치 지도의 최소 값이 차이가 발생한다. 따라서 기준영상을 기준으로 한 불일치 지도에서 값의 불연속이 목표영상을 기준으로 한 불일치 지도의 가려짐에 상응되고 그 반대의 경우도 같게 된다.

이상적인 일치가 이루어지기 위해서는 두 개의 연속적인 면 사이에서 생성된 불일치 지도의 값은 연속적이다. 기준영상에서 가려짐이 발생하는 경계에서는 불일치 값이 물체에서 배경으로 뛰어나 배경에서 물체로 뛰어 목표영상에 일치되지 않는다. 이렇게 일치과정에서 불일치 값이 갑작스럽게 변하여 반대 영상의 다른 면에 일치될 경우 반대영상이 가려졌다고 표시 될 수 있다. OCC를 수식적으로 표현하면 다음과 같다.

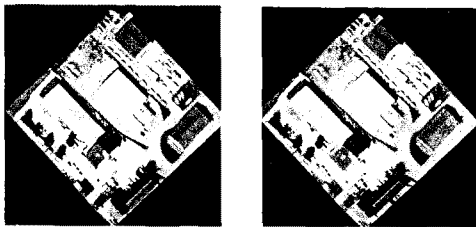
$$Error = \max(0, D_{T-1} - D_T) \quad (4)$$

여기서  $D_T$ ,  $D_{T-1}$ 는 목표영상을 기준으로 기준영상과의 불일치 값이다. 식(4)에서 인접하는 불일치 값의 차이가 없으면 가려짐이 없는 것이며, 그렇지 않을 경우는 모두 가려진 것이다.

### 4. 장 실험 결과

본 연구에서는 실험 영상으로 Avenches에서 제공하는 1024×1024 크기의 항공영상을 사용하여 불일치 지도를 생성하여 실험을 하였다.

그림 1의 (a)와 (b)는 Avenches의 항공영상을 epipolar 샘플링하여 생성한 영상으로 (a)는 기준영상, (b)는 목표영상이다.

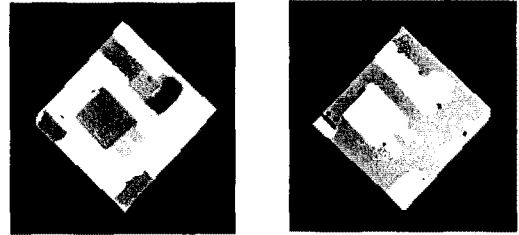


(a) 기준영상 (b) 목표영상

그림 1. epipolar 샘플링 영상(Epipolar Sampling images)

그림 2는 그림 1의 epipolar 샘플링 영상 쌍으로 생성한 불일치 영상 쌍이다. epipolar 샘플링 영상 (a)를 기준영상으로

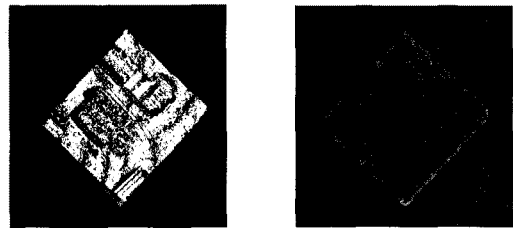
하고 epipolar 샘플링 영상 (b)를 목표영상으로 하여 생성한 불일치 지도가  $D_{AB}$ 로써 그림 2의 (a)와 같이 나타나고, 기준영상과 목표영상을 바꾸어 생성한 불일치 지도가  $D_{BA}$ 로써 그림 1의 (b)와 같이 나타난다.



(a)  $D_{AB}$  (b)  $D_{BA}$

그림 2. 불일치 지도들(Disparity Maps)

그림 2의 불일치 지도  $D_{AB}$ 를 기준으로 불일치 지도  $D_{BA}$ 를 LRC 방법에 의해 가려짐을 검출하여 생성된 영상이  $LRC_{AB}$ 로 그림 3의 (a)이고, 반대로 불일치 지도  $D_{BA}$ 를 기준으로 불일치 지도  $D_{AB}$ 를 LRC 방법으로 가려짐을 검출한 결과 영상이  $LRC_{BA}$ 로 그림 3의 (b)이다.



(a)  $LRC_{AB}$  (b)  $LRC_{BA}$

그림 3. LRC 수행결과 영상(Images result from LRC)

그림 2의 불일치 지도  $D_{AB}$ 를 기준으로 불일치 지도  $D_{BA}$ 를 OCC 방법에 의해 가려짐을 검출하여 생성된 영상이  $OCC_{AB}$ 로 그림 4의 (a)이고, 반대로 불일치 지도  $D_{BA}$ 를 기준으로 불일치 지도  $D_{AB}$ 를 OCC 방법으로 가려짐을 검출한 결과 영상이  $OCC_{BA}$ 로 그림 4의 (b)이다.

$Error = \max(0, D_{T-1} - D_T)$ 의 식을 구현하는 과정에서  $D_{T-1} - D_T$ 의 값이 2일 경우에 가장 가려짐을 명확히 식별하였다. 그림 4의 영상은  $D_{T-1} - D_T$ 의 값이 2일 때의 영상이다.



(a)  $OCC_{AB}$  (b)  $OCC_{BA}$

그림 4. OCC 수행결과 영상(Images result from OCC)

그림 3에서 나타난 바와 같이 LRC를 이용한 가려짐 식별

에서는 불일치 영상의 생성에서 발생하는 작은 물체와 영상의 크기의 차이에 의해 가려지지 않은 부분도 가려짐으로 식별하여, 정확한 가려짐이 식별되지 않았다.

OCC의 결과는 그림 4에서 나타난 바와 같이 LRC와 비교하면 매우 정확하게 가려진 부분을 찾아내었다. OCC를 수행하여 결과를 얻는 과정에서  $D_{T,1} - D_T$ 의 값이 1, 2, 3, 4 이상을 각각 수행하였으나  $D_{T,1} - D_T$ 의 값이 1일 경우는 LRC 방법과 비슷하게 가려짐이 아닌 부분도 식별이 되었고, 3 이상의 경우는 아주 많이 가려지지 않은 부분은 검출되지 않았다.

## 5. 장 결 론

본 논문에서는 스테레오 영상으로부터 불일치 지도를 구하여 DEM을 구하는 과정에서 보다 정확한 DEM을 구하기 위해 가려진 영역을 보다 정확한 식별하는 방법을 연구하였다. 이를 위해 좌우비교(LRC)방법과 가려짐 압박(OCC)방법을 사용하여 불일치 지도에서 가려진 영역을 식별하였다. 이 과정에서 좌우비교방법은 스테레오 영상으로부터 불일치 지도를 생성하는 과정에서 작은 물체와 좌우영상의 획득위치 차이로 인한 영상의 차이가 가려진 영역으로 식별되어 비교적 신뢰도가 낮았고, 가려짐 압박 방법은 불일치 값의 차가 2일 경우 가려진 영역을 정확히 식별하였다. 실험 결과에서 보듯이 가려짐 압박방법에 의해 검출된 가려진 영역을 개선한 결과가 가장 정확한 DEM을 발생함을 알 수 있었다.

## 참 고 문 헌

- [1] G. Egnal and R.P.Wildes, "Detecting Binocular Half-Occlusion : Empirical Comparisons of Five Approaches", IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell., vol. 24, no 8, pp. 1127-1133, August 2002
- [2] T. Kanade and M. Okutumi, "A Stereo matching algorithm with adaptive window : Theory and experiment", IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell., vol. 16, no. 8, pp. 920-932, 1994
- [3] Bernd Jahne, Horst Haubecker, "Handbook of Computer Vision and Applications", Academic Press. pp. 411-449, 1999
- [4] 우동민, "적응적인 스테레오 정합 기법에 의한 3차원 지형 복원", 대한전기학회 논문집 47권 12호, pp. 2229-2236, 1998
- [5] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, "Digital Image Processing", Addison-Wesley Pub. Co, pp. 580-586, 1992
- [6] K. Konolige, "Small Vision Systems : Hardware and Implementation", Proc. Int'l Symp. Robotics Research, 1997
- [7] C. Lawrence Zitnick and Takeo Kanade, "A Cooperative Algorithm for Stereo Matching and Occlusion Detection", IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell., vol. 22, no. 7, pp. 1-10, July 2000