

---

# 스테레오 적외선영상의 이미지 향상에 관한 연구

류재훈\* · 김윤호\* · 류광렬\*

## A Study on the Stereoscopic Infrared Image Enhancement

Jae-hoon Ryu · Yoon-ho Kim · Kwang-ryol Ryu

### 요 약

본 논문은 스테레오 알고리즘을 적외선 스테레오 정지영상에 적용시켜 입체감을 갖는 3차원 적외선 이미지로 향상시키는 연구이다. 적외선 이미지 향상 기법에 적용한 스테레오 알고리즘은 특징기반의 에지 검출 방법으로 좌우영상의 깊이를 비교 검출하고 스테레오 특징기반 정합을 실현하여 향상된 3D 적외선 영상을 구현하였다. 실험결과로 에지 경계가 보다 자연스러운 3차원 적외선 입체영상이 투영되었다.

### ABSTRACT

The 3D infrared image enhancement with Stereoscopic algorithm on still infrared image is presented. The adapted stereoscopic method is that the depth is extracted by comparison with right-left image, and the enhanced 3D infrared image by matching based on feature is realized. As the result of experiment this method forces a 3D infrared image by the edge lines to be more smooth.

### 키워드

Stereoscopic algorithm, Stereo matching, Infrared, 3D-Image

## 1. 서 론

최근 적외선 야시경 기술은 영상증폭(image intensification)과 열상(thermal)을 이용하는 방식으로 수행되어 왔으나, 이 두 가지 방식을 결합시키는 방향으로 연구가 제시되고 있다[1-2]. 또한 양자웰 적외선 광검출기(Quantum Well Infrared Photo detector)가 군사용으로 사용되기 시작 하였고 적외선 영상에 대해 3차원 영상처리 기술도 연구되고 있다[3]. 적외선 3차원 입체 영상기술은 군사, 영화, 의료, 보안, 교통, 항공, 항해, 우주항공 등의 다양한 분야에서 활용되고 그 응용범위가 계속 증가 하고 있다[4-5]. 스테레오영상 기법은 한 장의 영상으로부터 깊이 정

보를 추출하는 단안시법과 두 장 이상의 영상으로부터 깊이 정보를 추출하는 복안시법이 있다[6]. 또한 정합방법의 차이로 분류하여 특징기반법과 영역기반법으로 구분된다. 특징기반은 영교차점, 에지, 모서리, 마루, 골, 원추 곡선 등의 정합 요소가 있으며 이러한 특징들은 영상 자체의 밝기보다는 밝기의 변화에 관련됨으로써 영상의 물리적 변화를 잘 나타내며 반면에 정합되어야 할 영상의 특징(애지나 영역)을 다른 쪽 영상을 탐색하여 대응하는 형태 변이를 결정하여 시간이 많이 걸리는 단점이 있다. 영역기반은 밝기 정보의 변화가 평탄하거나 동일한 영역의 모

양, 평균 밝기 및 면적 등을 이용한다. 이 정합 요소는 밝기 정보에 많이 의존하기 때문에 잡음에 약한 면이 있지만 영상의 전체 거리 정보를 얻을 수 있다는 장점이 있다. 위 두 가지 방법 이외에 특징기반방법과 영역기반방법의 여러 요소를 이용하는 복합적인 정합법, 색 정보를 이용하는 정합법, 신경회로망을 이용하는 방법, 유전자 알고리즘을 이용하는 방법 등이 있다[7].

본 논문에서는 입력된 적외선 2차원 영상을 스테레오 알고리즘을 적용하여 입체감을 향상시키기 위해 다음 과정으로 전개한다. 첫째, 특징기반 방법을 사용하여 좌영상과 우영상의 깊이를 비교 하고, 둘째, 스테레오 적외선 영상으로 정합하여, 향상된 3D 적외선 영상을 실현한다.

## II. 스테레오 적외선 영상 기법

스테레오 적외선 영상을 얻기 위하여 다음과 같은 과정으로 진행한다. ①두 대의 적외선 카메라와 객체를 배열한다. ②유입되는 빛을 적절히 차단한 상태에서 초점거리, 렌즈와 렌즈 사이의 거리를 정한다. ③영상을 획득하기 위한 준비가 끝나면 여러 차례에 걸쳐 영상을 획득한 후 영상의 에지의 특징을 검출한다. ④검출된 영상을 정합하여 3D 영상으로 정합한다. 3차원 적외선 영상 획득 과정을 순서대로 나타내면 그림 1과 같다.

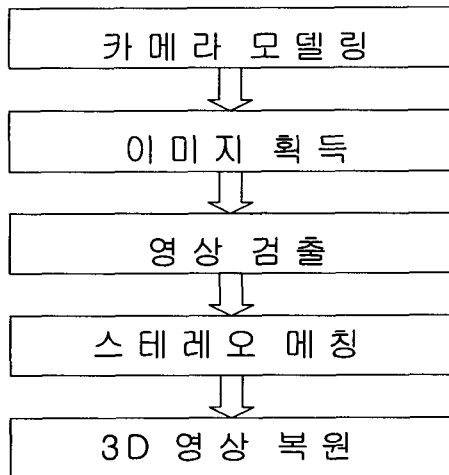
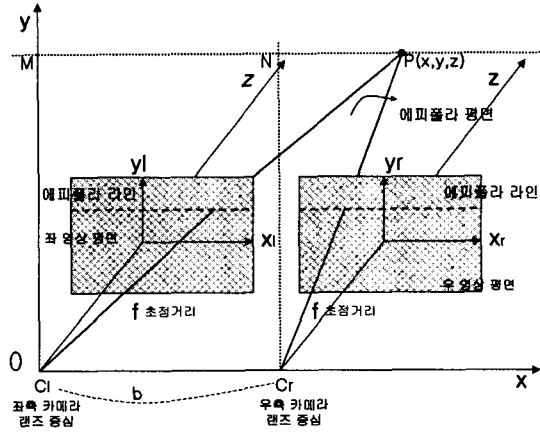
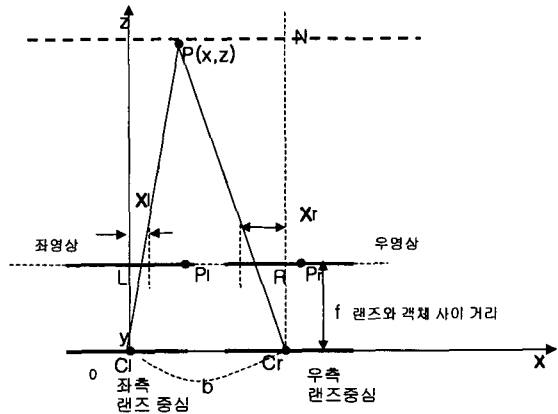


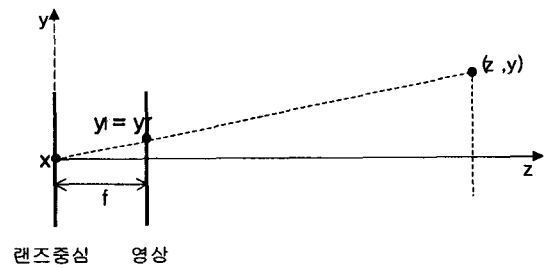
그림 1. 3차원 영상 획득 과정



(a)



(b)



(c)

그림 2. 스테레오 영상 취득을 위한 공간좌표  
 (a) 공간좌표  $p(x, y, z)$   
 (b) 공간좌표  $p(x, z)$ ,  
 (c) 공간좌표  $p(z, y)$

그림 2.에서 두 카메라의 초점과 영상의 한 점을 지나는 평면을 에피폴라 평면이라고 하고 이 평면과 카메라의 영상 면이 만나서 이루는 선을 에피폴라 선이라 하면 한 점에 대한 정합 후보는 이 점에 대한 다른 쪽 영상에서의 에피폴라 선 위에만 존재하게 되므로 이 선상의 점들에 대해서만 정합을 시도하면 에피폴라 구속 조건이 된다. 두 대 카메라의 초점거리  $f$ 가 서로 같고 좌측, 우측 카메라의 각 영상 좌표계를  $yr-yl-zl$ 과  $xr-yr-zr$ 이라고 할 때, 두 카메라의 광축을 각각  $zl, zr$ 로 하여 서로 평행하게 되도록 한다. 좌측 렌즈의 중심과 우측 렌즈의 중심 사이의 거리를  $b$ 라고 하고, 이 두 중심위치를 연결하는 선분을 베이스 라인이라 한다. 삼차원 공간 좌표계  $x-y-z$ 에 대해 좌측, 우측 영상 좌표계의 원점을 각각  $(0,0,f)$ 와  $(b,0,f)$ 에 놓고 좌측 영상의  $Zl$  축과 공간 좌표계의  $z$ 축을 서로 일치시킨다. 에피폴라 구속조건을 가정하면  $yl=yr$ 이고 그림 2.(a)와 같은 영상 취득 구조가 된다.

$P(x,y,z)$ 가 좌,우 영상 면에 투영되었다고 가정하면 삼각형의 비례관계( $\Delta PCIM \equiv \Delta PCIN, \Delta PCrN \equiv \Delta PrCrR$ )를 이용하여 얻은  $x, y, z$  각각의 관계식은 다음과 같다. 여기서  $x_l - x_r = d$  (양안시차)라 하고,  $b$ 와  $f$ 는 카메라와 영상취득 구조에 의해 결정되는 값이므로 두 영상의 변위를 구하고 3차원 깊이 정보인  $z$ 값을 구한다.

$$z = \frac{b \cdot f}{x_l - x_r}$$

$$x = \frac{b (x_l + x_r)}{2 (d)} + \frac{b}{2}$$

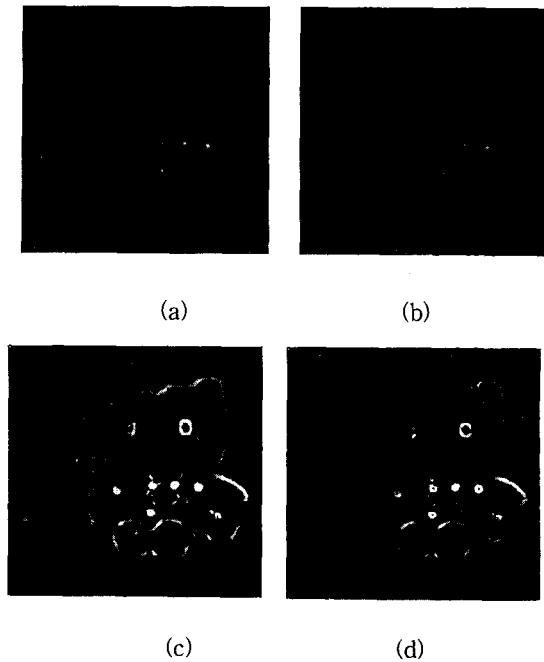
$$y = \frac{b (y_l + y_r)}{2 (d)}$$

$$[d = x_l - x_r]$$

### III. 실험 및 고찰

스테레오 알고리즘의 성능 평가에 대한 정규화된 방법이 없으므로 스테레오 적외선 영상의 실험방법과 성능분석은 다음과 같이 전개한다. 첫째, 물체의 물리적 변화를 잘 나타내는 특징기반 방법을 선택했다. 둘째, 가시광선의 유입 양에 따라 적외선 영상 획득은 선명도와 잡음에 있어서 많은 차이를 낸다. 따라서 에지 검출 정합을 하여 영상의 경계를 확실하게 함으로서 일반적인 정지영상의 3차원 영상과 동일하게 실현하기 위해서이다. 스테레오 실험을 위한 환경은 그림 2.(a)와 같이 두 카메라 렌즈 사이의 거리는 인간의 시각 시스템과 비슷한 거리인 66mm로 설정하고, 그림 2.(b)의 카메라 렌즈와 객체사이의 거리는 750mm의 거리를 두어 그림 3.(a)와 (b) 같은 적외선 영상을 획득했다.

실험하기 위한 입력 영상은 적당한 가시광선의 유입으로 선명하지 않은 영상을 사용하였다. 특징기반의 에지 정합 방법중 다음과 같이 하였다. 라플라시안 변환 후 바이너리 방법과 케니 마스크를 적용한 후 다시 3x3 블록으로 이진화한 방법과 케니방법 3가지를 서로 비교 하였다.



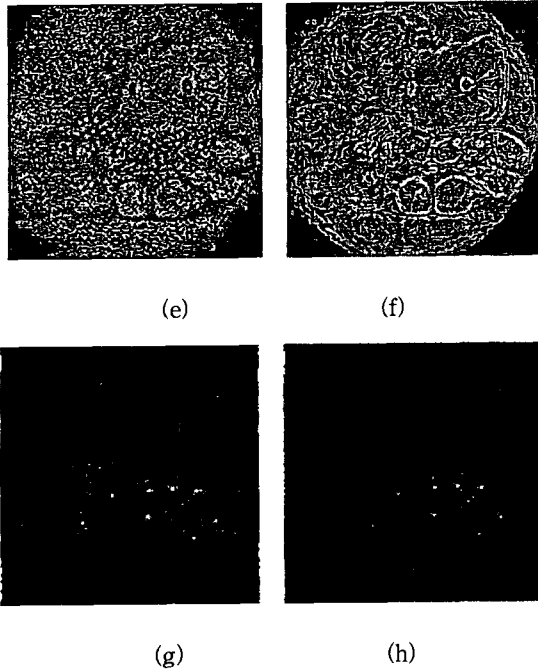


그림 3. 에지 검출

- (a) 입력 좌영상 (b) 입력 우영상
- (c) 케니 좌영상 (d) 케니 우영상
- (e) 케니 + 3x3 블록 이진화 좌영상
- (f) 케니 + 3x3 블록 이진화 우영상
- (g) 라플라시안 + 바이너리 좌영상
- (h) 라플라시안 + 바이너리 우영상

그림3은 (e), (f)의 케니 + 3x3 블록 이진화 검출 방법에 의한 결과이다.

에지 검출방법은 이미지 픽셀의 케니 + 3x3 블록 이진화 방법이 세밀하지 못한 케니와 라플라시안 + 바이너리 방법 보다 나은 방법임을 알 수 있다. 그러나 객관적인 영상의 비교기준으로는 적합하지 않다. 따라서 성능 평가 지수로 입력 스테레오 좌, 우영상과 스테레오 정합으로 얻은 3D 영상들의 PSNR(Peak to peak Signal to Noise Ratio)을 비교 하였고, 사용된 식은 다음과 같다.

$$PSNR=20\log_{10}\left(\frac{NM(f_{max}-f_{min})}{\sum_{y=0}^{M-1}\sum_{x=0}^{N-1}(f(x,y)-f^*(x,y))^2}\right)$$

여기서  $f_{max}$ 와  $f_{min}$ 는 입력 영상의 에너지 평균값이고  $f(x,y)$ 과  $f^*(x,y)$ 은 입력영상 평균값과 3D 정합 영상을 나타내며  $x,y$ 는 영상의 열(row)과 행(column)을 나타낸다.

표 1. 입력 영상과 3D영상들의 PSNR

	3D 정합 결과 영상		
	라플라시안+바이너리	케니	케니+3x3 이진화
PSNR (dB)	22	24	25

표 1은 3D 정합으로 얻은 영상들의 PSNR 값을 나타낸다. 비교 결과 케니+3x3 이진화 방법은 라플라시안+바이너리에 대하여 약 3dB 이상, 케니에 대하여 약 1dB 이상 향상을 보였다. 따라서 적외선 스테레오 입력 영상에 대해 노이즈 면에서 향상된 결과임을 알 수 있다.



그림 4. 스테레오 정합으로 얻은 3D 영상

영상에서 특징기반 정합방법에 의한 스테레오 결과 영상은 그림 4와 같이 깊이정보를 포함하는 3D 영상을 얻었다. 불연속적인 외곽 경계에 대해 결과 영상은 그림과 같이 경계가 보다 선명하고 자연스러운 3D영상이 검출 된다.

#### IV. 결 론

본 논문은 적외선 스테레오 영상을 입력 영상으로 사용하여 3D 영상으로 정합 하여 적외선 영상의 향상에 관한 연구이다. 특징기반방법을 사용하였으며 일반적인 에지 검출 알고리즘을 사용했다. 그 결과 깊이 정보와 에지 경계선이 자연스러운 3D 영상을 얻었다. 이 결과는 군사, 의료, 보안, 교통, 항공, 항해, 우주항공 등 야간 및 어두운 환경에서 불확실한 물체에 대한 확실성을 주는 효과적인 입체 구현으로 응용 될 수 있다. 앞으로 특징기반 및 다양한 정합 방법을 적용한 적외선 분야의 스테레오 향상기법 연구가 요구된다.

#### 참고문헌

- [1] A. Rogalski 'Infrared Detectors' Gordeon and Breach Science Publishers.
- [2] Ronald G. Driggers, paul Cox, 'Interoduction to Infrared and Electro-Optical systems' Artech House.
- [3] Brian Smith 'Infrared Spectral Interpretation : a systematic approac' CRC Press.
- [4] Patras, N. Alvertos and G.Tziritas 'Joint disparity and motion field estimation in stereoscopic image sequences' Institute of Computer Science Foundation for Research and Technology-Hellas, and, Department of Computer Science, University of Crete P.O. Box 1470, Heraklion, Greece.
- [5] 이종호, 김은수 '차등적 영역 이동기법을 이용한 2차원 정지영상의 3차원 입체영상 변환' 한국통신학회논문지 '01-11 Vol.26 No.11A
- [6] 박래홍 'Stereo vision 및 응용' 전자공학회 제21권 제10호 1994.10.
- [7] 한규필, 김용석, 도경훈, 하영호 '경계선 및 영역 정보를 이용한 스테레오 정합' 대한전자공학회 논문지 32 12 (p.47-58)

#### 저자소개



류광렬(Kwang-ryol Ryu)

1988년 경희대학교 공학박사  
1996년~1997년 University of Pittsburgh 객원교수  
현재 : 목원대학교 IT공학부 정교수

※관심분야: DSP, Image and Video Processing, Medical Image Processing, Infrared Image Processing, Speech Signal Processing



김윤호(Yoon-Ho Kim)

1983년 : 청주대학교 공학사  
1986년 : 경희대학교 공학석사.  
1992년 : 청주대학교 공학박사  
현재 : 목원대학교 IT공학부 부교수

※관심분야: 회로 및 시스템, 영상처리



류재훈(Jae-Hoon Ryu)

2002년 : 목원대학교 공학사  
2003년 : 목원대학교 산업정보대학원 석사과정

※관심분야: Image and Video Processing