

---

# 하이브리드 방법을 이용한 격자 패턴의 세그멘테이션

이 경우\* · 조 성종\* · 주 기세\*

The Grid Pattern Segmentation Using Hybrid Method

KYUNGWOO LEE\* · SUNGJONG JO\* · KISEE JOO\*

## 요 약

본 논문은 하이브리드 방법을 사용하여 영상내의 체형 외곽 선과 격자 패턴을 추출하여 3차원 체형 데이터를 획득하기 위한 새로운 영상분할 알고리즘을 제안한다.

체형 외곽 선을 추출하기 위한 영상분할 방법으로 최대 값 인식 알고리즘을 사용하였다. 이 방법은 에지에서의 접선 방향 값은 작지만 법선 방향 값은 큰 성질을 이용하여 일정 영역내의 픽셀들간의 변화 값 중 최대 값을 인식하는 알고리즘이다. 그리고 체형 외곽내의 격자 패턴은 격자 패턴 검출 알고리즘을 사용하여 추출하였다. 추출된 체형 외곽 선과 격자 패턴을 결합한 후 휴리스틱 방법인 연속 길이 테스트에 의한 격자 패턴의 연결 및 잡음제거를 하였다.

본 논문에서 제안한 영상분할 방법은 기존의 기울기나 라플라시안 연산방법보다 매우 효과적인 결과를 가져왔다.

## ABSTRACT

This paper presents an image segmentation algorithm to obtain the 3D body shape data that the grid pattern and the body contour line in the background image are extracted using the new proposed hybrid method.

The body contour line is extracted based on maximum biased anisotropic recognition(MaxBAR) algorithm which recognizes the most strong and robust edges in the image since the normal derivative at the edges is large, while the tangential derivatives can be small. The grid patterns within body contour lines are extracted by grid pattern detection (GPD). The body contour lines and the grid patterns are combined. The consecutive run test based on heuristic method is used to link the disconnected line and reduce noise line.

This proposed segmentation method is more effective than the conventional method which uses a gradient and a laplacian operator, verified with application two conventional method.

## 키워드

image segmentation, hybrid method, MaxBAR, heuristic method

## 1. 서론

영상처리에 있어서 영상해석을 위해서 필요한 가장 어려운 과제중의 하나가 영상분할이다. 영상분할은 화면을 이루는 배경과 물체를 분리하는 과

정을 말한다.

영상분할을 하기 위해서는 기본적으로 물체의 표면이 울퉁불퉁하지 않고 영상의 명암도는 부드럽게 변해야 하며 경계선은 급격하게 변해야한다. 그렇지 않으면 유사한 표면들끼리 인접하게 되며

---

\* 목포해양대학교

접수일자 : 2003. 9. 25

표면질감(texture)이나 잡음이 문제가 되어 경계선이 뚜렷하지 않게 된다.

항공 사진에서와 같이 복잡한 영상을 효과적으로 분할하기 위해서는 도로, 산등성, 강 등 변형될 수 있는 물체의 테두리를 효과적으로 추적 및 정합 할 수 있는 동적 프로그램 기법이 많이 이용된다. 이 방법은 연속된 영상프레임에서 테두리 부분은 부드럽게 연결시키고 그렇지 않은 부분은 짧게 건너 뛴 수 있도록 테두리 추출을 위한 비용을 정의하고 이 비용을 최소로 하는 연결 화소들을 추출하는 방법이다[1]. 또한 둥근 물체의 테두리를 효과적으로 추출하기 위해서 양방향 관성 비용 최대화 기법인 반경, 곡률 등과 같은 공간정보들이 이용된다[2]. 거리 영상의 분할과 분류를 위하여 평균 곡률과 가우시안 곡률의 상호협동 이완 알고리즘을 이용하는 방법을 제안하였다[3]. 또한 새로운 면 단위의 영역분할 및 면 표현을 위하여 기호(signature)화 기법을 이용하였다[4]. 최근에는 비선형 함수를 이용한 방법[5]과 에너지 함수를 이용한 에지 검출 방법인 순위 집합(level set)을 이용한 방법이 연구되고 있다[6][7][8][9][10].

본 연구에서는 3차원 체형 데이터를 얻기 위하여 먼저 획득된 영상으로부터 체형의 외곽선을 추출하기 위해서 일정 마스크 내의 3x3마스크 내의 각 픽셀간의 변화 값 중 가장 최대 값을 인식하는 알고리즘을 개발하여 배경과 체형 외곽선을 분리해 냈다. 그리고 체형 내의 격자 패턴만을 분리하는데 있어서 여러 가지 제약조건이 따르는데 먼저 영상 전체에 명암도의 분포가 불규칙적으로 변하고 있으며 잡음이 많은 편이다. 그리고 격자 패턴의 명암도가 체형 이미지의 명암도와 명확하게 차이가 나지 않은 부분이 존재한다. 이러한 제약조건을 전제로 라인검출 알고리즘을 사용하여 체형 내에 존재하는 격자 패턴 이미지를 분리해 냈다. 그리고 격자 패턴의 끊어진 라인을 연결하거나 잡음을 제거한 후에 체형 외곽선과 격자 패턴을 합성하는 방법을 사용하였다.

## II. 시스템 및 좌표계 구성

본 연구에서 사용된 시스템은 그림 1에서와 같이 3차원 정보를 얻기 위해 대상물에 일정한 간격의 격자 패턴을 사영해주는 장치인 프로젝터와 대상물의 영역 정보를 얻기 위한 카메라로 구성되어 있다. 그리고 그림 2와 같이 각각의 장치에 대한 좌표계는 실세계 좌표계( $X_w, Y_w, Z_w$ ), 카메라 좌표계( $X_c, Y_c, Z_c$ ), 스크린 좌표계( $u, v$ )를 사용하며 프로젝터는 1차원 좌표계를 사용한다. 3차원 정보를 얻는 과정은 먼저 프로젝터에서 대상물에 격자 패턴을 사영하여 대상물 전체에 격자 패턴을 주사하고 카메라로 격자 패턴이 사영된 대상물 영상을 획득한다. 다음으로 영상의 한 점에 대해서 프로젝터에서의 격자 패턴과 카메라 영상에서의 좌표정보를 이용해서 3차원 정보를 추출한다.

## III. 물체의 외곽선 추출 및 그리드 검출 알고리즘

본 연구에서는 체형의 외곽선과 체형 내의 격자 패턴을 추출하기 위하여 하이브리드 방법을 사용하였는데 먼저 3x3마스크 내의 각 픽셀간의 변화 값 중 가장 최대 값을 인식하는 알고리즘을 개발하였다(Max Biased Anisotropic Recognition: MaxBAR). 그리고 격자 검출 알고리즘, 휴리스틱에 기반을 둔 격자 패턴 연결 및 잡음제거 알고리즘을 사용하여 영상을 분할한다.

### 3.1 물체의 외곽선 추출

물체의 외곽선 추출은 텍스처 이미지에 대한 다단계 분할 방법을 사용함으로써 배경으로부터 물체를 구분해 낼 수 있으며 영상해석에서 물체만을 가지고 영상처리를 할 수 있도록 하였다 [11][12][13].

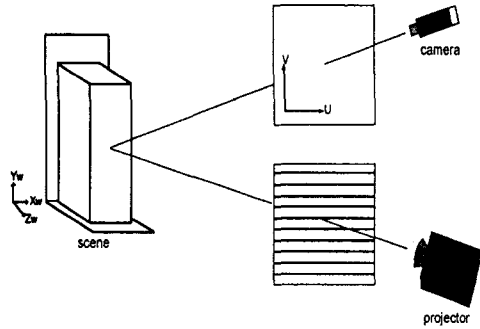


그림 1. 3차원 측정 시스템 구성도  
Fig. 1 The structure of 3d measurement system

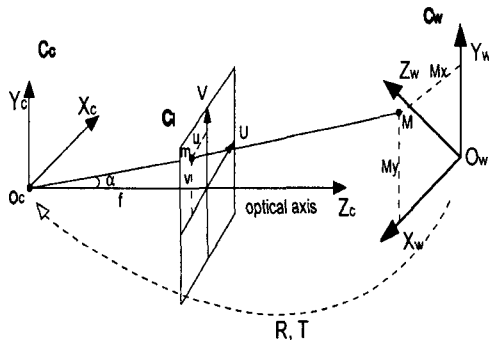


그림 2. 좌표계 시스템  
Fig. 2 Coordinate system

본 연구에서는 격자 무늬 패턴의 화상에 적합한 이미지 분리 알고리즘을 개발하였다. 격자 무늬 위에 나타나는 체형의 외곽선은 이중적인 구조를 지니고 있다. 영상 바탕, 격자 무늬, 체형 외곽선 등 3가지의 화소 값으로 구성되어있어 기존의 방법보다 덜 민감한 영역분할 방법이 요구된다. 이를 위하여 3x3마스킹 내의 각 픽셀간의 변화 값 중 최대 값을 인식하는 MaxBAR 알고리즘을 이용하였다.

그림 3에서 보는 바와 같이 각 격자 점(i, j)에서의 이웃하는 8점들과의 화소 값의 변화(difference)를 다음 식 (1)을 이용하여 계산하였다.

(i-1, j-1)	(i-1, j)	(i-1, j+1)
(i, j-1)	(i, j)	(i, j+1)
(i+1, j-1)	(i+1, j)	(i+1, j+1)

그림 3. 격자 점(i, j)에 이웃한 8점  
Fig. 3 8-neighbors of pixels(i, j)

$$D_{ij} = \frac{|u_{ij} - u_{lm}|}{\sqrt{(i-l)^2 + (j-m)^2}}, (l, m) \neq (i, j) \quad (1)$$

여기서  $(l, m) \in [i-1, i+1] \times [j-1, j+1]$

만약  $D_{ij,1}$ 과  $D_{ij,2}$  ( $D_{ij,1} \leq D_{ij,2}$ )가 식 (1)에서 계산된 값 중 가장 큰 두 값이라고 하면 격자 점 (i, j)에서의 화소 값 변화량(gradient magnitude)은 다음 식 (2)에 의해서 얻어진다.

$$|\nabla u| \cong \sqrt{D_{ij,1}^2 + D_{ij,2}^2} \quad (2)$$

일반적으로 노이즈가 없는 이미지에서 에지의 접선 기울기는 아주 적지만 반대로 법선 기울기는 크기 때문에 각 에지점에서 MaxBAR는 법선 기울기 값을 이용하여 에지를 잘 인식할 수 있다.

### 3.2 격자 패턴검출 알고리즘

또한 본 연구에서는 3차원 체형의 정확한 측정 및 렌더링을 위하여 체형 내의 격자를 분할한다. 그림 4는 평면 물체에 투영된 격자 패턴과 화면 좌표계에서 u, v축 각각에 관한 히스토그램을 나타내고 있다. 여기서 물체가 평면이므로 x축과 y축의 격자 패턴이 일정하여 히스토그램도 일정한 간격으로 변화하게 된다. 만약 물체가 평면이 아니고 굴곡이 완만하다면 격자 패턴도 일정한 굴곡을 띄기 때문에 히스토그램도 바뀌게 된다.

물체에서 격자 패턴만을 추출하기 위해서는 히스토그램에서 부분 최소 점들을 전부 검출하면 된다. 본 연구에서는 격자 패턴의 히스토그램에서

세로방향 및 가로방향의 격자 패턴을 검출하기 위하여 식 (3)과 같은 격자 패턴 검출기(grid pattern detector= GPD)를 설계하여 이용하였다.

$$u(i \pm k, j) - u(i \pm k + 1, j) > 0 \quad (3)$$

$$u(i, j \pm k) - u(i, j \pm k + 1) > 0$$

여기서  $k = -3 \sim 3$ ,  $u(i, j)$ : 격자 점  $(i, j)$ 에서의 화소값

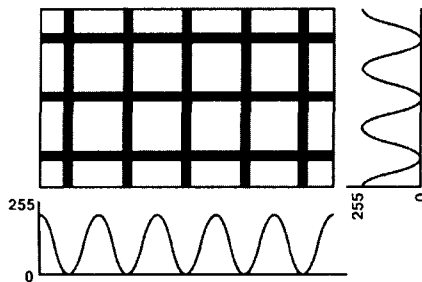


그림 4. 체형내 격자 패턴 및 히스토그램  
Fig. 4 The grid patterns within body contour lines and histogram

### 3.3 격자 패턴의 연결 및 잡음 제거

GPD를 이용하여 체형 내의 격자 패턴을 검출했을 때 격자 패턴이 부드럽게 변화하지 않을 뿐만 아니라 명확하게 나타나지도 않아 추출하는데 어려움이 있다. 그림 5는 가로방향의 격자 패턴 알고리즘을 적용했을 경우의 영상으로 격자 라인과 ㉠과 같은 잡음이 포함되어 있으며, 격자 라인도 ㉡, ㉢와 같이 끊어진 부분이 존재하고 세로방향의 격자 패턴 알고리즘을 적용했을 때도 같은 문제가 발생한다.

위와 같은 문제를 해결하기 위해서 본 연구에서는 잡음 제거 및 연결을 격자패턴 영상에 적합한 알고리즘을 설계하였다. 일정 크기의 마스크를 정하고 이 영역 안에서 연속하는 에지들의 이웃들 간의 길이 런 테스트를 통해서 세션화[14], 잡음 제거, 에지 연결을 행하였다. 휴리스틱 방법을 적용한 결과는 다음 그림 6과 같다.

## IV. 실험 결과

본 논문에서 제안한 하이브리드 방법을 이용



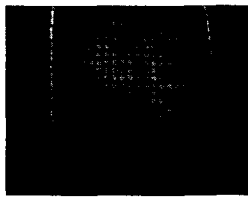
그림 5. 잡음이 있는 추출된 격자패턴영상  
Fig. 5 The grid patterns image to include noises



그림 6. 잡음이 제거된 최종 영상  
Fig. 6 The result image to remove noises

한 격자 패턴 분할 방법을 410x312크기의 체형 영상에 적용하여 체형의 외곽선 및 격자 패턴을 추출하였다. 체형 데이터를 얻기 위한 격자 패턴 분할 방법에서는 먼저 MaxBAR을 이용하여 체형의 외곽선을 추출하고 추출된 체형외곽선 내의 격자 패턴을 추출하기 위하여 자체 설계한 GPD를 이용하였다. 획득된 영상은 그림 7의 (a)와 같다. 먼저 원 영상으로부터 MaxBAR를 이용하여 체형 외곽만을 추출한 영상이 그림 7의 (b)와 같다. 다음으로 GDP를 이용하여 체형 내의 격자 패턴을 추출한 후 휴리스틱 방법인 연속 길이 테스트에 의한 격자 패턴의 연결 및 잡음제거 결과는 다음 그림 7의 (c)와 같다. 그리고 영상 분할의 최종 결과는 그림 7의 (f)와 같다.

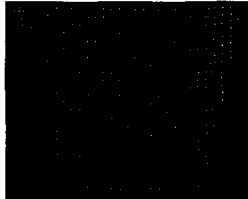
그림 7의 (d)와 (e)는 다른 영상분할 알고리즘을 적용한 결과로서 (d)영상은 기울기(gradient)를 적용한 것으로서 영상에서 명암도 차가 큰 픽셀을 모두 검출하기 때문에 격자 패턴뿐만 아니라 여러 잡음이 검출되는 단점이 있다. 또한 그림 7의 (e)



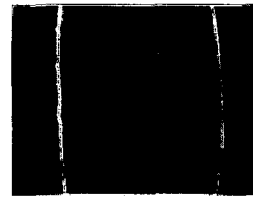
(a) 원 영상



(b) 외곽선 추출 영상



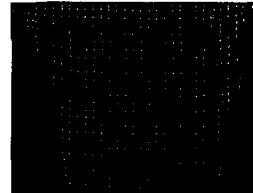
(c) 추출된 격자 패턴 영상



(d) 그래디언트 알고리즘을 적용한 영상



(e) 라플라시안 알고리즘을 적용한 영상



(f) 최종 영상

그림 7 체형 영상으로부터 외곽선과 격자 패턴 추출

Fig. 7 The body contour lines and the grid patterns in the body image

는 라플라시안(Laplacian) 방법을 적용한 것으로 기울기를 기반으로 한 방법 보다 내부 격자 패턴을 찾지 못하는 단점이 있다.

### V. 결론

본 논문에서는 영상 분할을 쉽게 하고 필요한 데이터만 얻기 위해서 체형의 외곽선과 체형 내의 격자 패턴을 추출하기 위한 하이브리드 알고리즘을 제안하였다. 체형 외곽선을 추출하기 위한 Max-BAR은 에지에서의 접선 방향 값은 작지만 법선 방향 값은 큰 성질을 이용하여 3x3 마스크 내의 각 픽셀들간의 변화 값 중 가장 최대 값을 인식하는 알고리즘을 개발하여 사용하였다. 또한 추출된 체형 외곽선 내의 격자 패턴을 인식하기 위하여 지역적 최소 값들을 찾기 위하여 GDP를 설계하여 사용

하였다. 마지막으로 추출된 에지의 연결 및 노이즈 제거를 위하여 실험적인 데이터에 기반을 둔 휴리스틱 방법인 연속하는 이웃들간의 런 테스트를 이용하여 끊어진 에지를 연결하고 노이즈를 제거하였다. 위에서 제안한 하이브리드 방법을 사용함으로써 기울기와 라플라시안 영상 분할 방법을 적용한 것 보다 매우 만족스러운 결과를 가져왔다.

### 참고 문헌

- [1] D. Geiger, A. Gupta, L. A. Costa, and J. Vlontzos, "Dynamic programming for detecting, tracking, and matching deformable contours", *IEEE Trans. PAMI*, Vol. 17, No. 3, pp. 294-302, 1995.
- [2] Hyo-Kyung Sung, Sung-Oan Kim, and Heung-Moon Choi, "Detection and Segm-

- entation of Circular Shaped Objects Using Spatial Information on Boundary Neighborhood", 전자공학회논문지-S, 제 24권, 제6호, 6, 1997
- [3] In Gab Jeong, Yong Suk Kim, Ki Ho Hyun, Eung Joo Lee, and Yeong Ho Ha, "Range Image Segmentation and Classification Using Cooperative Relaxational Algorithm Between H-K Curvatures", 전자공학회 논문지-S, 제 34권, 제 8호, 1997.
- [4] Boo-Hyoung Lee and Hern-Soo Hahn, Surface Segmentation and Feature Description using the Signature Technique, 전자공학회 논문지-S, 제 34권, 제12호, 1997.
- [5] L. Alvarez, P.Lions, and M.Morel, "Image selective smoothing and edge detection by nonlinear diffusion, II", SIAM J. Numer. Anal., 29(1992), pp. 845-866
- [6] G. Aubert and P. Kornprobst, "Mathematical Problems in Image Processing", No. 147 in Applied Mathematics Sciences, Springer-Verlag, New York, 2002
- [7] A. Marquina and S. Osher, "Explicit Algorithms for a new time dependent model based on level set motion for nonlinear deblurring and noise removal", SIAM J. Sci. Comput., 22(2000), pp387-405.
- [8] T.F.Chan and L.A. Vese, "Image segmentation using level sets and the piecewise constant Mumford-Shah model", Technical report, UCLA Dept. of Math., CAM 00-14, 2000
- [9] S. Osher and R. Fedkiw, "Level set methods: An overview and some recent results", J. Comput. Phys., 169(2):463-502, May 2001
- [10] D. Peng, B. Merriman, S.. Osher, H.K. Zhao, and M. Kang, "A PDE\_based fast local level set method", J.Comput. Phys., 155(2):410 - 438, 1999
- [11] J. C. Russ, "The Image Processing Handbook", 2nd Ed., CRC Press, Fla., 1995.
- [12] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, "Digital Image Processing, Addison-Wesley Publishing Company", Mass., 1993.
- [13] Bouman, C., and Liu, B. "Multiple Resolution Segmentation of Textured Images", IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell., Vol. 13, No. 2, pp. 99-113, 1991.
- [14] Jang, B.K., and Chin, R.T. "Analysis of Thinning Algorithms Using Mathematical Morphology". IEEE Trans., Pattern Anal. Machine Intell., Vol. 12, No. 6, pp. 541-551, 1990.

## 저자 소개

### 주기세(Kisee Joo)

1988년 2월 한양대학교 공과대학 산업공학과 (공학사)  
 1992년 5월 Texas A&M Univ. (공학석사)  
 1996년 2월 고려대학교 공과대학 산업공학과 (공학박사)  
 1996년 3월 ~ 1997년 2월 대불대학교 기계·산업시스템 공학부 전임강사  
 1997년 3월 ~ 현재 목포해양대학교 해상운송시스템공학부 부교수  
 ※ 관심분야 : 3차원 영상처리, 이동로봇, 데이터 베이스

### 이경우(Kyungwoo Lee)

1980년 2월 전남대학교 공과대학 기계공학과 (공학사)  
 1982년 2월 ~ 1983년 12월 현대자동차기술연구소 연구원  
 1998년 8월 목포대학교 공과대학 산업기술공학과 (공학석사)  
 2000년 2월 ~ 현재 목포해양대학교 해상운송시스템학과 박사과정  
 1984년 3월 ~ 현재 고등학교 교사  
 ※ 관심분야 : 관심분야 : 3차원 영상 처리, CAD & CAM, 데이터베이스

### 조성종(Sungjong Jo)

1989년 2월 광주대학교 무역학과 석사  
 2002년 8월~현재 목포해양대학교 해상운송시스템학과 박사과정  
 (주)남성특운 대표이사  
 ※ 관심분야 : 물류 시스템, 데이터 베이스