

등고선 지도의 3차원 표현에 관한 연구

○ 박정일 남병덕 이광기 권중남 강분규 박규태

* 연세대학교 전자공학과
 ** 삼성 전자(주)

3-D Reconstruction of Contour Map

Sungil Park, Byungdeok Nam, Kwangki Lee, Jungnam Jeon,

Munkyu Kang, Kyu Tae Park

* Yonsei University
 ** Samsung Electronics.

ABSTRACT

This paper shows some results on the reconstruction of a 3-D structural information of contour map image obtained from camera.

To extract height, 2 image frames are used, one for ordering of the contour and the other for height calculation.

Wire frame method and Phong shading algorithm are used for 3-D reconstruction.

1. 서론

2차원 등고선 지도로부터 3차원 정보를 추출하여 보는 사람의 눈의 위치와 태양의 방향에 따라 입체적으로 표현하여 주는 시스템을 연구하였다.

전체 시스템은 그림 1-1과 같이 화상 입력부(Image Acquisition Unit), 사전 처리부(Preprocessing Unit), 인식부(Recognition Unit), 표현부(Display Unit)로 나뉜다.

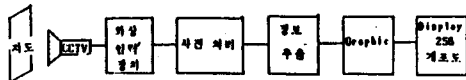


그림 1-1 컴퓨터 시각 장치

2. 등고선 추출

그림 2-1과 같은 등고선 지도를 CCTV로 받아들인다. 이렇게 받아들인 등고선은 디지털 이미지에서 두꺼운 선으로 나타나므로 이진화상으로 만든 다음 골격(skeleton) 추출을 한다. 이때 골격이 두꺼운 선의 중심에 위치하도록 적당한 Thinning Algorithm을

선택하였다.(참고 1)

이렇게 하여 얻은 이미지가 그림 2-2이다.

위에서 얻은 등고선의 특징은 표 1과 같다.



그림 2-1 Contour Map Image 그림 2-2 Skeleton Image

표 1

No	Initial (i, j)	End (i, j)	Circle (T/F)	Length (pixel)	Packing (byte)
1	49, 40	75, 40	F	78	
2	88, 40	40, 75	F	178	
3	102, 40	200, 122	F	135	
4	120, 40	200, 86	F	106	
5	166, 40	200, 75	F	52	
6	200, 199	175, 200	F	307	
7	138, 200	60, 200	F	97	
8	40, 187	40, 99	F	99	
9	40, 166	40, 158	F	11	
10	110, 133	110, 133	T	163	
11	122, 142	122, 142	T	79	514

등고선은 왼쪽 위에서 시작하여 반시계 방향으로 돌면서 추출하였고 폐곡선의 경우는 위에서 부터 Scanning 하여 얻었다.

이 등고선을 8방향 Chain Coding을 위하여 시작점과 0-7 사이의 값으로 구성된 Code로 나타낸 후 8 byte로 3 byte로 Packing하여 보관한다.

3. 고도 추출

Packing한 데이터를 받아들여 복원한 후 256X256 배열에 각 등고선의 번호를 등고선의 위치에

기입한다.

높이를 추출하기에 앞서 먼저 기본 가정을 그림 3-1과 같이 정한다.



그림 3-1 높이 관계

그림 3-2와 같은 폐곡선을 제외한 등고선만을 생각할 경우 각 등고선의 상대적인 시작점과 끝점의 방향(V)에 대하여 Length를 4등분 하는 3점에 관한 시작점으로 부터의 방향(V1, V2, V3)을 구한 후 2개 이상의 점이 V에 대하여 왼쪽 방향이면 CONVEX(CV), 그 반대는 CONCAVE(CC)로 가정한다.



그림 3-2 등고선 높이의 증가 방향 추출

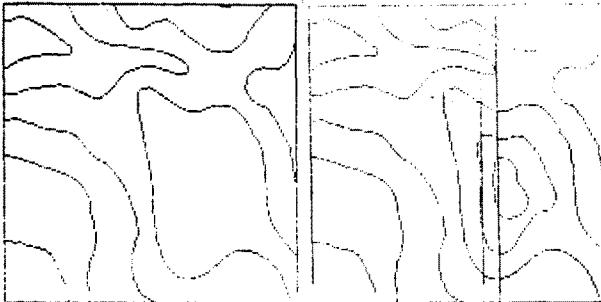


그림 3-3 등고선 높이 추출 그림 3-4 폐곡선 높이 추출된 결과는 그림 3-3으로 나타나고 Queue에는 다음과 같은 데이터가 저장된다.

(CV CC CC CV CV CV CC CC CC CV CC CV CC CV CV CC CC CV)

그림 3-3에서 왼쪽 위를 100으로 정하고 등고선 간격을 10으로 두면, Translator가 CV일 경우 10을 더하고 CC일 경우 10을 감하여 다른 256X256 배열의 각 등고선의 위치에 그 값을 기록한다.

변환된 값은 다음과 같다.

(100 110 100 90 100 110 120 110 100 90 100 90 100 90 100 110 100 90 100)

폐곡선의 경우는 그림 3-4와 같이 시작점에서

수직으로 Window를 쬐우고 위와 아래 방향으로 탐색하여 처음 만나는 등고선이 폐곡선일 경우 시작점이 이 폐곡선의 내부에 있으면 이 폐곡선의 높이에 10을 더하고 외부에 있을 경우는 같은 값을 기입한다.

이 외의 경우는 위 방향으로 탐색하여 구하고자 하는 폐곡선의 위치가 찾아낸 등고선의 증가하는 방향에 놓여 있으면 이 등고선의 높이에 10을 더하고 그렇지 않을 경우는 이 등고선의 값을 기입한다.

등고선의 높이를 얻은 다음 원하는 격자 지점에서의 높이는 그 지점에서의 가장 가까운 두 등고선을 참조하여 그 등고선 위의 각 점에서 기준점과의 유클리디안 거리를 구한 다음 최소 거리에 있는 두 점 사이의 비율을 이용하여 구한다. 등고선 간격이 좁아지면 오차는 무시될 수 있다.

4. WIRE FRAME DISPLAY

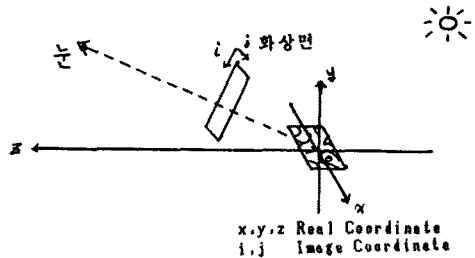


그림 4-1 원근 투시 좌표계

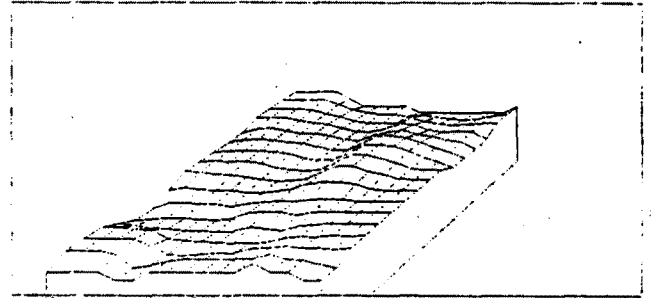
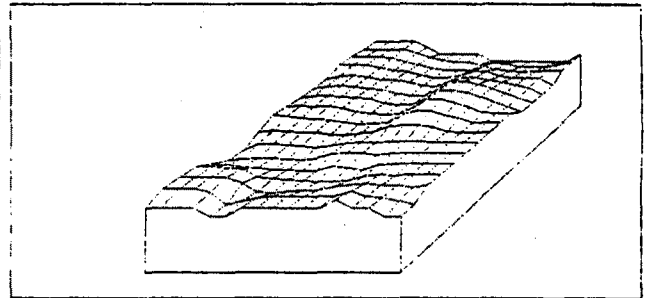


그림 4-2 Viewing With Clipping

그림 4-2 에서 추출한 높이 정보를 가지고 16X16 격자를 위 Wire Frame 으로 표현하였다.

5. RAY TRACING

그림 1-1의 정보 추출 단계에서 높이 정보를 추출한 후 Ray Tracing을 위하여 9X9 배열의 81 byte 정보를 얻어 Phong Shading을 취한다.

그림 5-1의 (a),(b)는 눈의 위치를 고정시키고 태양의 방향을 좌우로 이동시켰을 경우의 3차원 표현(Reconstruction)이다.

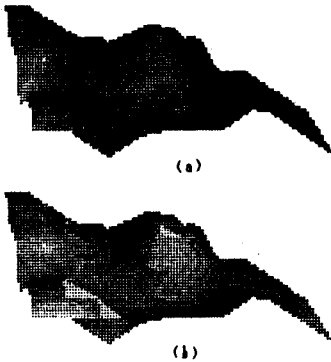


그림 5-1 (a) W-S (b)E-S

6. 결론

256X256 해상도의 등고선 이미지를 얻은 후 등고선을 Chain Code로 변환시킨 후 Packing하여 이 정보를 토대로 Wire Frame으로 표현하였고 동시에 81 byte의 높이 정보를 추출하여 Ray Tracing(Phong Shading)을 사용하여 입체적으로 표현(reconstruction)하였다.

복잡한 등고선 지도를 처리하기 위해서는 호수나 기타 정보를 참고하여 Heuristic하게 더 정확한 높이 관계를 얻을 수 있으리라 생각한다. 또한 부분적으로 겹쳐 얻은 등고선 이미지 간의 Matching 점을 찾아내어 전체적인 표현을 얻는 것도 연구되어야 한다.

이러한 방법은 댐, 도로 건설, 일기도 해석 등에 이용될 수 있다.

참고 문헌

- (1) H. E. Lu, "An Improved Parallel Thinning Algorithm For Digital Patterns", IEEE. Proc. Computer Vision and Pattern Recognition. 1985. Jun.pp364-368.
- (2) Paul Besl, "Intrinsic and Extrinsic Surface Characteristics", IEEE. Proc. Computer Vision and Pattern Recognition. 1985. Jun. pp226-233.
- (3) William M. Newman and Robert F. Sproull, "Principles of Interactive Computer Graphics," Mac.-Hill Book Co., 1979.
- (4) CHAN S.PARK, "Interactive Microcomputer Graphics," Addison-Wesley Publishing Co., 1985.
- (5) K.R.Castleman, "Digital Image Processing," Prentice-Hall, 1979.
- (6) Roy A. Hall and Donald p. Gronberg, "A Tested for Realistic Image Synthesis," IEEE Computer Graphics, vol 3(8), november 1983,pp.10-20.
- (7) David F.Rogers, "Procedural Elements for Computer Graphics," McGraw-Hill New York, 1985.
- (8) J.D.Foley and A.V.Dam, "Fundamentals of Interactive Computer Graphics", Addison-Wesley Publishing Co., 1982.