

Halftoning 영상을 이용한 3차원 특징 추출

* 김도년, 김소연, 조동섭

이화여자대학교 전자계산학과

Feature Extraction of 3-D Object Using Halftoning Image

D. N. Kim, S. Y. Kim, D. S. Cho

Dept. of Computer Science, Ewha Womans University

Abstract

This paper shows 3D vision system based on halftone image analysis. Any halftone image has its own surface vector normal to surface patch.

To classify the given 3D images, all the patch on 3D object are transformed to black/white halftone. First we extract the general learning patterns which represents required slopes and their attributes. And next we propose 3D segmentation by searching intensity, slope and density. Artificial neural network is found to be very suitable in this approach, because it has powerful learning quality and noise tolerant. In this study, 3D shape reconstruct using pyramidian model. Our results are evaluated to enhance the quality.

I. 서론

2차원 영상으로 표현된 3차원 물체의 인식에 관한 연구는 컴퓨터 비전 분야에서 중요한 과제중의 하나이다. 이 과제에서 가장 중요한 것은 2차원 영상에서 3차원 물체의 깊이(depth)정보를 추출해 내는 것이다. 본 연구는 3차원 물체에 대한 2차원 영상을 halftone 화상으로 변환하여 면의 분할과 표면의 굴곡등을 분류해 낸다.

계조 화상은 그 데이터량이 많기 때문에 대상 화상으로부터 선 성분 등을 추출한 이치 도형으로 변환한 후, 화상 해석이 행하여진다. 이에 비하여 각 화소가 가지는 농도 정보를 직접 이용하는 방법중의 하나가 텍스처 해석법이다.

텍스처(texture)라고 하는 것은 어떤 규칙에 의해 배열된 반복 패턴을 뜻하며, 텍스처 해석의 종류로는 ① 텍스처

인식, 즉 텍스처 자신이 가지는 고유의 특징을 추출하여 모델화를 행한 후, 화상 패턴의 종류를 결정하는 것이다. ② 텍스처에 의한 등질 영역의 추출, 이것은 동일한 화상 중에서 다른 텍스처 영역을 인식하는 방법이다. ③ 텍스처의 변화를 이용함으로써 경계 영역의 추출을 행하는 것이 있다. ④ 텍스처의 응용, 예를 들면, 텍스처의 합성에 의해 컴퓨터로 화상을 자동적으로 발생시키든지, 텍스처의 섬세도로부터 물체의 거리를 측정하는 것에도 이용되고 있다.

본 연구에서 다루는 화상은 halftone으로 이루어져 있다. halftoning은 패턴을 생성하는 한 기법이며 bit tiling이라고도 한다. Halftoning 영상이 표현하고 있는 3차원 정보를 추출함에 있어서의 장점은 분석이 간단하고 예측 가능하며 검색 시간이 보통의 다른 텍스처 영상보다 짧다는 것이다.

II. Halftone pattern

Halftone 패턴은 screen frequency(혹은 dot spacing)와 dot area(혹은 percentage area)로 정의될 수 있다. screen frequency는 결과 영상의 정밀도(sharpness)를 정의하고(보통 잡지책의 경우 133-150 dpi), percentage area는 결과 화상의 명암을 정의하게 된다. 그림1은 dot area가 각각 25%, 50%, 85%인 halftone pattern을 보여준다. round dot가 사용되고 있으나 다른 모양을 이용하여도 무방하다. 그림2는 이산화된 패턴이다.

Halftoning 과정은 다음과 같다. ① halftone pattern, 즉 패턴의 밀도 단계와 갯수를 결정한다. ② 일정 area의 pixel들의 평균과 분산을 구한다. ③ 구해진 평균에 가장 적합(fit)한 halftone pattern을 결정한다. ④ 결정된 halftone pattern으로 대체한다. ⑤ ②~④ 과정을 반복

수행한다. Halftoning 결과는 원화상의 잡음을 제거 혹은 약화의 효과가 있으며 정규화과정을 대신한다.

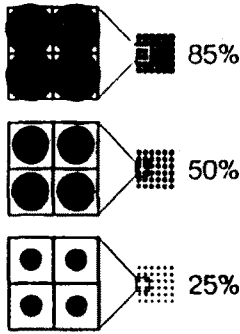


그림1. dot area가 25%, 50%, 85%인 halftone patterns

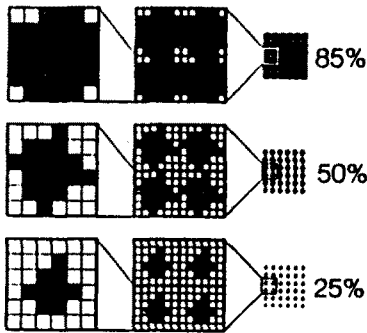


그림2. dot area가 25%, 50%, 85%인 halftone patterns을 이산화한 패턴

II. 신경회로망을 이용한 패턴 분류

halftone으로 구성된 화상에서 reasonable한 크기의 윈도우를 잡아 인공신경회로망을 이용하여 텍스처의 영역을 구분한다. 이 때의 가정은 화상의 물체가 연속된 면으로 구성되어 있으며 표면 자체가 갖는 무늬는 고려하지 않는다. 사용하는 halftone pattern의 갯수나 밀도는 미리 알려져 있다는 것이다. 이러한 가정에 의하여 면의 방향 정보와 상대적인 깊이 정보를 고려한 학습 패턴을 가지고 학습하여 회로망을 구축한다. 이 때 윈도우의 크기가 너무 작으면 시스템 자체는 간단하게 구성이 되겠지만 지역적인 constraint가 global한 조건을 만족하지 못하게 되는 경우가 생기게 되므로 시스템에 적합한 크기를 설정해야 한다. 이때 고려되어야 할 사항은 정규화 시키게 되는 화상의 최대 크기와 dot area의 종류, dot의 모양등이고 만약 입력 되는 화상의 성질에 대한 사전 지식이 있다면 (예를 들어

단순하지만 농담이 여러 종류인 화상, 혹은 복잡하지만 실제 명암은 큰 차이가 없는 화상) optimal한 solution을 찾을 수 있다. 시스템에 대한 전체적인 구성이 그림3에 있다.

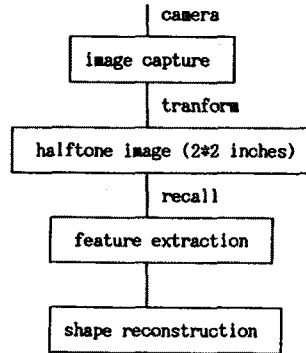


그림3. 전체적인 시스템 구성도

IV. 실험 및 구현 결과

실험 순서는 다음과 같다.

- ① 사용할 halftone의 dot area결정 (5*5)(그림4)
- 5%, 25%, 45%, 65%, 85% percentage area 사용

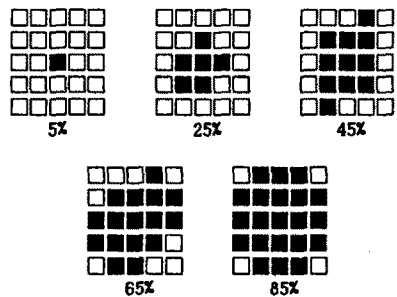


그림4. Halftone pattern

- ② 학습 패턴 생성

학습 패턴의 예가 그림5에 있다.

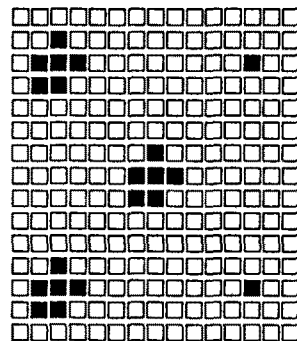


그림5. 학습패턴의 예

③ learning

학습에는 EBP 모델이 사용되었고 입력노드수는 5*5*3*3=225, 은닉층 수 1, 은닉층 노드수 50, 출력노드수는 93이다. 학습률은 0.7, momentum은 0.9, total system error는 0.001이고 pattern error는 0.0001이다.

④ 실험 영상 입력

⑤ halftone image로 transform

halftone image로 변환된 결과는 그림6과 같다.

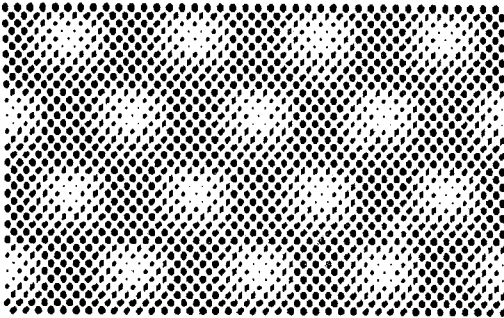


그림6. 실험 영상

⑥ 한 도트의 크기만큼 쉬프트하면서 3*3 패턴들을 recall

⑦ 3차원 정보 추출

예를 들어 방향정보의 추출, 특정 target object의 식별등의 정보를 추출한다. 3*3 윈도우로 밀도 변화에 따른 방향을 추출하는 과정이 지역적인 특징을 추출하는 과정이라면 이 3차원 정보를 추출하는 과정에서는 전역적인 특성을 고려하여 원하는 작업을 수행하여야 한다. 전역적인 특성을 미리 알고 있는 경우가 보통이다.

표면 방향의 추출에 있어서의 영상 결과를 종합하는 과정에는 피라미드 구조를 이용하였다. 피라미드 구조란 화상 데이터를 면적비 2⁻²ⁱ (i=1,2,...)로 차례로 압축하여 얻어지는 화상 계열을 말한다. 레벨 0의 원화상으로부터 레벨 1의 피라미드 화상의 화소값의 결정 기준은 추출해 내고자 하는 특성에 적합한 기준을 택한다. 논리합, 2화소 이상이 흑화소, 3화소 이상이 흑화소, 논리곱, 가로 혹은 세로 방향으로 흑화소가 연결되어 있을 경우등이 기준으로 사용된다. 본 실험에서 사용된 기준은 각 화소가 갖는 값은 8방향에 대한 코드이고 2*2 원소가 상위 피라미드의 한 원소에 대응되며 가장 많이 나타난 방향을 상위 레벨의 화소값으로 결정하고 같은 횟수로 나타나는 방향에 대해서는 두 방향인 경우는 두 방향 모두 상위레벨에 유지하고 그 이상인 경우에는 Don't Care로 처리한다.

⑧ 재구성 단계

재구성한 결과는 그림7에 있다.

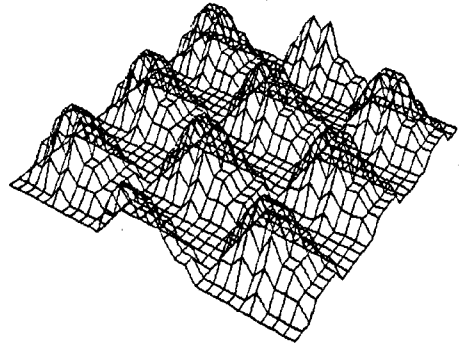


그림7. 재구성 결과

V. 결론

인간의 눈이 새우고 있는 텍스처에 대한 가정은 물체의 텍스처 변화는 물체의 표면 방향을 반영한다는 것이다. 또한 원하는 intensity level보다 적은 밀도 레벨을 가지고 영상을 표시해도 물체에 대한 인식을 할 수 있는 이유는 인간의 눈이 수행하고 있는 spatial integration 기능 때문이다. 만약 충분히 먼 거리에서 아주 작은 영역을 본다면 그 영역의 자세한 형태를 기억한다기 보다는 그 영역의 세세한 부분을 평균하여 그 영역의 전체적인 밀도로 기억하게 된다는 것이다.

halftoning된 영상을 이러한 성질을 이용하여 영상이 표현하고 있는 3차원 물체의 정보를 추출하게 된다. halftoning된 영상을 사용함에 있어서의 장점은 ①분석이 간단하고 ② 예측 가능하고 ③검색 시간이 보모의 다른 텍스처 영상보다 짧다는 것이다.

본 연구에서는 2차원 영상을 분석함에 있어서 halftoning 영상으로 변환하여 변환된 영상을 가지고 분석을 시도하였다. 각 부분의 분석에 EBP 학습 알고리즘을 이용한 인공신경회로망을 이용하였으며 학습 패턴의 크기는 15*15이다. 추출된 부분적인 방향 정보의 종합은 피라미드 모델을 이용하여 수행하였다. 이 피라미드 모델을 이용하여 global한 constraint를 유지하게 하였다. 이러한 시스템의 장점은 입력 영상을 원래의 특징을 보존하면서 간단한 도메인으로 변환하여 정규화와 잡음 제거 단계를 간단하게 한다는 것이다.

참고 문헌

1. M.C.Stone & W.B.Cowan, Color Gamut Mapping and the Printing of Digital Color Images. ACM Transactions on Graphics, 1988, pp. 249-292.
2. Foley, van Dam, Feiner, Hughes : Computer Graphics, 2nd pp. 563-603. Addison-Wesley, 1990.
3. C.K.Pokorny & C.F.Gerald, Computer Graphics: The Principles Behind The Art And Science, Franklin, Beedle & Associates, 1989.
4. L.Adams, High-Performance Graphics in C, Windcrest, 1988.
5. D.Marr, Vision, Freeman, 1982.
6. D.H.Ballard and C.M.Brown, Computer Vision, Prentice-Hall, 1982.
7. Yoh-Han Pao, Adaptive Pattern Recognition and Neural Networks, Addison-Wesley, 1989.
8. P.D.Wasserman, Neural Computing, 1989.
9. 김태균, 최형진, 화상 처리 기초, 정익사, 1990.