

Classification에 기초를 둔 texture에 의한 영상분할

최재각, 김종대, 김성대, 김재균
한국과학기술원 전기 및 전자공학과

Segmentation by texture based on classification

Jae-Gark Choi, Jong-Dae Kim, Seung-Dae Kim, Jae-Eun Kim
Dept. of Electrical Engineering, KAIST

Abstract

A new approach to segmentation by texture is presented. This approach consists of two-step procedures based on classification. In the first step, n by n blocks are classified by cluster analysis. In the second step, all pixels in boundary blocks are classified using a window to calculate features and sliding it. Computer simulation shows good segmentation results for artificial pictures.

1 서론

Texture는 region내에 있는 pixel들의 구성관계(structural relationship)를 결정짓는 region property이고 texture region은 statistical parameter에 의해 기술될 수 있는 2-dimensional stochastic process의 한 sample로 modeling할 수 있다[1].

Stochastic texture field에 대한 여러 차례의 visual discrimination 실험 결과, human visual perception system은 2nd order moment까지만 같고 higher order moment는 다른 texture field pairs를 잘 구별할 수 없음이 판명

되었다. 이것을 "texture conjecture"라고 한다[2]. 본 논문은 위의 같은 이유로 해서 texture region을 mesh와 variation으로 기술되는 Gaussian distribution으로 modeling하였다.

Texture에 의한 영상 분할은 한 image안에 여러 개의 texture region이 있을 때 이들간의 경계를 찾아 내는 문제이다. 지금까지 연구되어 온 Texture에 의한 영상 분할 방법은 크게 region based method와 edge detection에 기초를 둔 방법이 있다. Region based method는 homogeneous한 small region에서 시작하여 homogeneity를 유지하는 범위내에서 region을 growing하는 방법이고 [3][4], edge detection에 기초를 둔 방법은 한 homogeneous region에서 다른 homogeneous region으로 transition이 일어나는 부분을 찾는 것을 기초로 한다[5][6][7].

본 논문에서는 위의 두 가지 방법과는 다른 것으로 classification에 기초를 두고 두 가지 처리과정을 거치는 texture에 의한 영상 분할방법을 제안한다.

2 본문

(1) 알고리즘의 개요

본 논문에서 제안한 방법은 다음처럼 두 가지 처리과정으로 나누어 진다.

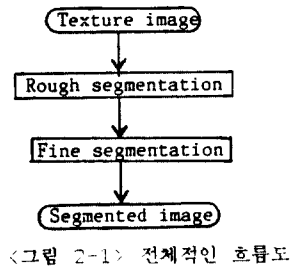
Step1(Rough segmentation):

먼저 image를 $n \times n$ block으로 나누고 clustering algorithm을 사용하여 각 block을 classification한다.

Step2(Fine segmentation):

Step1의 결과를 이용하여 다음 절에서 정의되는 boundary block에 대해 pixel단위로 classification한다.

전체적인 흐름도는 그림 2-1과 같다.



(2) Rough segmentation

(2-1) Cluster analysis

Image를 $n \times n$ block으로 나누고 각 block이 homogeneous하다고 가정하여 feature를 구한 다음, clustering algorithm을 이용하여 각 block을 classification하였다. clustering algorithm으로는 within-cluster scatter matrix의 trace($\text{tr}(S_w)$)를 최소화하는 방식을 사용했고 texture region의 가지 수도 다음과 같은 criterion을 사용하여 구했다[8].

$$\text{criterion, } C = n_c \times \text{tr}(S_w)$$

여기서 n_c : class의 수

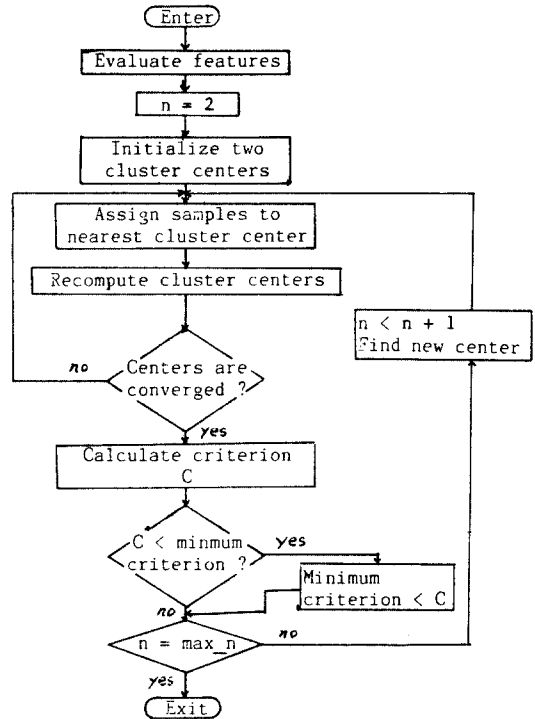
윗 식에서 C가 최소일 때의 n_c 가 그 image에 존재하는 texture의 가지 수를 나타낸다.

Rough segmentation의 흐름도는 그림 2-2와 같다.

(2-2) Isolated small region의 제거

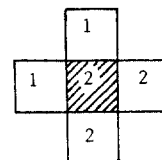
Rough segmentation에서 생긴 isolated

small region은 cluster analysis에서 local property만 고려하고 spatial 관계는 고려하지 않은 데서 기인된다. texture region이 충분히 크다고 가정하고 isolated small region을 제거하였다.



(3) Fine segmentation

그림 2-3과 같이 가운데 block이 그 주위의 4-neighborhood block중 어느 한 block과는 다른 class에 속할 때 그 가운데 block을 boundary block이라 정의하고 boundary block에 대해 pixel단위로 classification한다.



<그림 2-3> boundary block의 정의

Estimated mean은 Gaussian distributed random variable이고 estimated variance는

자유도가 n 인 chi-square 분포를 하지만 sample 수
가 충분히 크다고 가정하면 central limit theorem에 의해 Gaussian distributed random variable로 approximation할 수 있으므로 각 class의 분포는 density, $P_i(X)$ 를 갖는 multivariate Gaussian 분포로 생각할 수 있다. 여기서 $P_i(X)$ 는 다음처럼 표현된다.

$$P_i(x) = \frac{1}{(2\pi)^{d/2} |\Sigma_i|^{1/2}} \exp[-\frac{1}{2}(x - \mu_i)^T \Sigma_i^{-1}(x - \mu_i)]$$

따라서 boundary pixel을 식별하면 각 pixel을 중심으로 하는 window내의 feature를 계산하고 Bayes classification에 의해 discriminant function, $g_i(x)$ 가 가장 큰 class의 pixel을 window의 center pixel에 할당하게 된다. 이때 discriminant function은 다음과 같다.

$$g_i(X) = X^T W_i X + w_i^T X + w_{i0}$$

여기서 $W_i = -1/2 \Sigma_i^{-1}$

$$w_i = \Sigma_i^{-1} \mu_i$$

$$w_{i0} = -1/2 \mu_i^T \Sigma_i^{-1} \mu_i - 1/2 \log |\Sigma_i|$$

위에서 μ_i 는 boundary pixel의 statistical hood의 class

3. Simulation 결과

본 논문은 MVL0000 computer로 simulation을 하고 1981년 12월 10일 240000을 통해서 simulation을 하였다.

그림 3-1은 input image가 1000x1000인 256×256 pixel과 feature space가 1000x1000인 256×256 pixel이 있는 simulation을 나타낸다.

그림 3-2는 그림 3-1을 rough segmentation한 결과이고 여기서 각 요소는 300 pixel을 나타내주는 것이다.

그림 3-3은 rough segmentation한 결과를 토대로 fine segmentation한 것을 나타낸다.

Texture region이 여러 개있는 경우와 boundary가 쉽게 구별되지 않는 경우에도 좋은 결과를 얻었다.

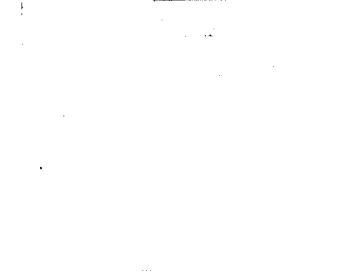


그림 3-1. Input image result

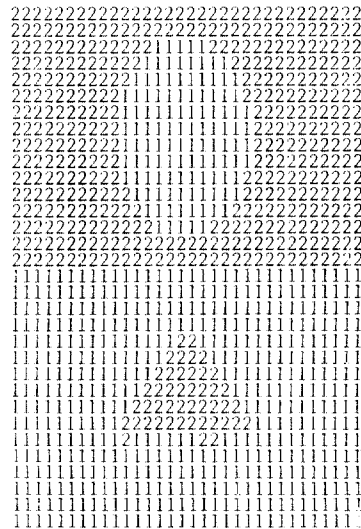


그림 3-2. Rough segmentation result



그림 3-3. Fine segmentation result

4. 결론

본 논문은 classification에 기초를 두고 두가지 처리 과정을 거치는 texture에 의한 영상 분할 방법을 제시하고 simulation하였다.

Simulation결과, 두 가지 처리 과정을 사용하

로써 계산 속도도 줄이고 보다 정확히 segmentation 할 수 있음을 알 수 있었다. 그리고 edge based method에서 나타나는 boundary가 끊어지는 현상도 없고 region based method에서 처럼 region의 homogeneity를 결정하는 데 필요한 threshold나 priori knowledge로 texture region의 수를 필요로 하지않은 장점이 있다.

REFERENCE

- [1] O. D. Faugeras and W. K. Pratt
"Decorrelation methods of texture
feature extraction"
IEEE Vol. PAMI-2, No4, July 1980
- [2] W. K. Pratt, O. D. Faugeras and A.
Gagalowicz "Visual discrimination
of stochastic texture fields"
IEEE Trans. Syst., Man., Cyber.,
Nov. 1978
- [3] P. C. Chen and T. Pavlidis
"Image segmentation as estimation
problem"
CGIP 12, 153-172(1980)
- [4] M. Pietikainen and A. Rosenfeld
"Image segmentation by texture us-
ing pyramid node linking"
IEEE Vol. SMC-11, No.12, December
1981
- [5] A. Rosenfeld and M. Thurston
"Edge and curve dection for visual
scene analysis" IEEE Trans. Co-
mputers Vol. C-20, No.5, MAY 1971
- [6] W. B. Thompson
"Textural boundary analysis"
IEEE Trans. Computer, March 1977
- [7] L. S. Davis and A. Mitche
"Edge dection in textures"
CGIP 12, 25-39(1980)
- [8] F. H. C. Marriott
"Practical problems in a method of
cluster analysis" Biometrics 27,
501-14 September 1971