A Reduction Method of Over-Segmented Regions at Image Segmentation based on Homogeneity Threshold

Gi-Tae Han^{*}

ABSTRACT

In this paper, we propose a novel method to solve the problem of excessive segmentation out of the method of segmenting regions from an image using Homogeneity Threshold(H_T).

The algorithm of the previous image segmentation based on H_T was carried out region growth by using only the center pixel of selected window. Therefore it was caused resulting in excessive segmented regions. However, before carrying region growth, the proposed method first of all finds out whether the selected window is homogeneity or not. Subsequently, if the selected window is homogeneity it carries out region growth using the total pixels of selected window. But if the selected window is not homogeneity, it carries out region growth using only the center pixel of selected window. So, the method can reduce remarkably the number of excessive segmented regions of image segmentation based on H_T .

In order to show the validity of the proposed method, we carried out multiple experiments to compare the proposed method with previous method in same environment and conditions. As the results, the proposed method can reduce the number of segmented regions above 40% and doesn't make any difference in the quality of visual image when we compare with previous method.

Especially, when we compare the image united with regions of descending order by size of segmented regions in experimentation with the previous method, even though the united image has regions more than 1,000, we can't recognize what the image means. However, in the proposed method, even though image is united by segmented regions less than 10, we can recognize what the image is. For these reason, we expect that the proposed method will be utilized in various fields, such as the extraction of objects, the retrieval of informations from the image, research for anatomy, biology, image visualization, and animation and so on.

Keywords : Image Segmentation, Homogeneity Threshold, Region Growth, Center Pixel, Selected Window

1. 서 론

영상은 인간에게 시각적 정보를 전달하는 중요한 수단이며, 오늘날 많은 산업분야에서 영상의 분석 결과가 의사결정의 결정적인 기준이 되기도 한다. 특히 내용기반 영상검색이나 영상 내 객체인식 혹은 영상 시각화 연구 등에서는 영상을 분할하여 여러 개의 동질성영역으로 나누거나 여러 개의 동질성 영역을 하나의 영역으로 모으는 병합과 같은 영상처리 과정이 필요하며, 특히 의료분야나 바이오 인포믹스 분야에서 요구되는 해부학적 구조의 분석을 위해서는 하나의 영상을 객체(objects)나 영역(region)으로 나누는 2D 혹은 3D 영상분할 기술이 필요하다[2, 3, 4, 5, 6, 7, 9].

현재까지 영상분할에 관한 연구는 꾸준히 진행되었으며, Otsu의 방법[1]을 확장한 영상분할 기술[3, 4, 10, 11]이 많은 영역에서 활용되어 왔다. 특히 최근에 발표된 동질성 문턱 값 기반 영상 분할 방법은 영상을 분할할 임계 값을 분할대상 영상으로부터 자동으로 추출하고, 그 임계 값을 가지고 영상을 자동으로 분할하는 방법이다[11]. 이 방법은 하

나의 영상에서 여러 개의 영역을 분할하는데 필요한 분리 기준인 동질성 문턱 값(H_T :Homogeneity Threshold)을 자동으로 계산한다.

H_T 계산은 분할대상 영상에 대하여 3×3 윈도우로 슬라이딩하면서 국소(local)영역마다 단일 Otsu 방법을 적용하여 두 클래스에 대한 각각의 표준편차 σ_{c0} 와 σ_{c1} 및 각 클래스간의 최대분산 σ_B^2 을 구한다. 이때 $\sigma_B \leq \sigma_{c0} + \sigma_{c1}$ 이면 해당영역이 동질성영역으로 판단하고, 그렇지 않으면 동질성영역이 아닌 것으로 간주한다. 여기서 윈도우가 동질성영역으로 분류되면 동질성 영역 윈도우(W_H : Window of Homogeneous region)의 모든 화소들에 대하여 동일영역으로 영역번호를 부여한다. 한편, 동질성이 아닌 영역 중에서 $\sigma_c = \sigma_{c0} + \sigma_{c1} > 2$ 인 경우에 대하여는 동질성 영역 문턱 값 H_T 를 계산하기 위한 원소로 σ_c 를 저장하고, 전체 영상을 윈도우로 분할한 모든 국소 영역들에서 구한 σ_c 들을 가지고 식(1)로 평균값 H_T 를 구한다.

$$H_T = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \sigma_{c_i} \quad (1)$$

(단, m은 H_T 계산을 위해 참여하는 σ_c 의 수)

※ 이 연구는 2012년 가천대학교 지원에 의한 결과임.

† 정 회 원 : 가천대학교 IT대학 인터랙티브미디어학과 교수

논문접수: 2012년 8월 9일

심사완료: 2012년 8월 30일

* Corresponding Author: Gi-Tae Han(gthan@gachon.ac.kr)

Fig. 2의 (a)단계에서 (f)단계를 가지고 동질성 윈도우 W_H 와 기 분할 영역 간 병합방법을 살펴보면 Fig. 2의 (a):

Fig. 2. Merging process between homogeneous window W_H and surround regions

H_T 를 계산하는 과정에서 영역분할이 이루어져 영역번호가 부여된 화소들과 3×3 윈도우를 가지고 슬라이딩하기 위한 첫 단계를 보여주고 있다. 번호 1로 부여된 3×3 윈도우 영역이 동질성 윈도우 영역 W_H 이고, W_c 가 윈도우의 중심 화소이다.

Fig. 2의 (b): 최초 3×3 윈도우를 한 화소 우측으로 슬라이딩 하였으며, (a)의 중심화소 W_c 가 영역 4로 병합되었음을 보인다. 3×3 윈도우에서 빗금쳐진 영역은 영역번호를 가지고 있는 기 분할된 영역을 나타낸다.

Fig. 2의 (c): 3×3 윈도우내에 W_H 가 들어 왔으나 윈도우의 중심화소 W_c 가 W_H 의 원소가 아니므로 W_c 를 동질성 영역병합 과정에 이용한다.

여기서 Fig. 2의 (a)~(c)의 과정은 기존의 동질성 문턱 값 기반 영역확장(Region Growth) 방법의 단계와 동일하다

Fig. 2의 (d): 윈도우의 중심화소 W_c 의 위치에 동질성 윈도우 W_H 의 화소(①)가 들어왔으므로, 동질성 윈도우 W_H 의 주변 화소(빗금쳐진 화소)가 속한 각 영역들(4, 5, 6 영역)의 평균 명암도와 동질성 윈도우 W_H 의 평균 명암도와 차를 비교하여 그 차 값을 동질성 문턱 값 H_T 와 비교한다.

이때 그 차 값이 H_T 이하인 영역이 존재하면 Fig. 2의 (e)(f): 동질성 윈도우 W_H 와 병합하되 병합 전 두 영역 중에 영역번호가 작은 번호를 병합영역에 부여한다. (e)의 경우는 1개의 병합 영역이 발생한 경우이고, (f)의 경우는 2개의 병합 영역이 발생한 경우이다.

예를 들어 동질성 윈도우 W_H 에 1번의 번호가 부여되어 있고 (e)에서처럼 동질성 윈도우 W_H 의 평균명암도와 그

주변 영역의 평균명암도의 차이가 H_T 이하인 영역이 6번 영역만 해당된다면 6번 영역을 모두 1번으로 부여하게 된다. 또한 (f)에서처럼 조건을 만족하는 영역이 2개 이상 일 때 해당 영역 모두를 동질성 윈도우 W_H 에 병합한다. 여기서 병합영역에 사용할 영역번호는 W_H 와 조건을 만족하는 주변의 영역에 부여된 영역번호 중에서 가장 작은 번호를 선택한다. 예를 들어 4와 6의 영역이 H_T 이하의 영역이라면 1과 4와 6영역 모두가 1의 영역이 된다. 이와 같은 작업이 이루어진 후에 슬라이딩했을 때 기 영역 분할영역(여기서는 1번 영역)의 화소가 W_c 에 위치한다면 영역분할이 되지 않은 영역이 나올 때까지 (e')과 (f')처럼 윈도우를 슬라이드시킨다. 다음은 동질성 윈도우 W_H 와 주변 동질성 영역과의 병합 알고리즘이다.

[알고리즘: W_H 와 주변영역 그리고 W_c 와 주변영역의 병합]

약어설명

I_O : 분할대상 원본영상

I_{HT} : H_T 계산 과정에서 동질성 윈도우 W_H 의 영역번호가 부여된 메모리상의 영상

I_{MR} : 영역 병합(merge of region)과정의 영상으로 현 위치까지 W_H 의 병합이 반영된 메모리상의 영상

W_H : 동질성 윈도우

W_c : 윈도우의 중앙 화소

$R_{i,j}$: W_H 의 주변 화소가 포함된 영역,

R_j : W_c 의 주변 화소가 포함된 영역

H_T : 동질성영역 문턱 값

1. I_O 에서 윈도우를 슬라이딩하여 다음 처리할 3×3 윈도우 W 를 얻음
2. I_{HT} 영상에서 W_c 와 동일한 위치 화소 검사
3. IF (I_{HT} 의 W_c 화소위치에 영역번호 존재)
 - {
 - ① I_{MR} 영상에서 W_c 와 동일한 위치 화소 검사
 - // I_{MR} 영상의 W_c 위치에 영역번호가 부여 되었는지 확인
 - ② IF (I_{MR} 의 검사 화소위치에 영역번호가 존재하지 않음)
 - {
 - I_O 의 W_c 가 동질성윈도우 W_H 의 원소인지 검사
 - // I_O 의 W_c 위치부터 I_{HT} 의 3×3 윈도우의 영역번호를 비교하여 9개의 화소가
 - // 동일하면
 - // W_c 를 동질성 W_H 의 원소로 판단: $W_c \in W_H$)
 - IF (W_c 가 W_H 의 원소) CALL 알고리즘_SUB_01;
 - ELSE
 - {
 - Flag = 1;
 - CALL 알고리즘_SUB_02;
 - // I_{HT} 의 검사 화소위치에 영역번호가 존재하지 않을 때
- } ELSE
 - {
 - Flag = 2;
 - CALL 알고리즘_SUB_02;
4. IF (I_{MR} 의 W_c 에 영역번호가 부여되어 있음) GOTO 1
 - ELSE GOTO 2

[알고리즘_SUB_01]: W_c 가 W_H 의 원소일 때 동질성 윈도우 W_H 와 주변영역의 병합방법

1. I_O 에서 W_H 의 주변 화소가 포함된 영역 R_i 와 W_H 간의 평균명암도 차 D_i 계산
 $(D_i = |avg(W_H(intensity)) - avg(R_i(intensity))|, 1 \leq i \leq 5)$
 - // 윈도우 W_H 와 조건을 만족하는 영역 간 병합
2. IF($D_i \leq H_T$ 의 조건을 만족하는 어떤 영역 R_i 존재)
 - {
 - ① 동질성 윈도우 W_H 와 조건을 만족하는 $R_i, D_i \leq H_T, 1 \leq i \leq 5$ 에 부여된 영역 번호 중에서 가장 작은 영역번호 s 선택
 - ② 선택한 s로 W_H 와 $R_i, D_i \leq H_T, 1 \leq i \leq 5$ 의 모든 영역번호를 갱신
 - ③ W_c 가 W_H 를 벗어날 때까지 윈도우를 슬라이딩
 - } ELSE W_c 가 W_H 를 벗어날 때까지 윈도우를 슬라이딩

[알고리즘_SUB_02]: I_{HT} 의 화소위치에 영역번호가 존재하지 않거나 혹은 W_c 가 W_H 의 원소가 아닐 때 W_c 와 주변영역 병합방법

1. I_O 에서 W_c 화소와 주변 화소가 포함된 영역 R_j 간의 평균 명암도차 계산
 $(D_j = |avg(W_c(intensity)) - avg(R_j(intensity))|, 1 \leq j \leq 4)$
2. IF($D_j \leq H_T$ 의 조건을 만족하는 어떤 영역 R_j 존재)
 - {
 - ① $R_j, D_j \leq H_T, 1 \leq j \leq 4$ 에 부여된 영역 번호 중에서 가장 작은 영역번호 s 선택
 - ② 선택한 s로 W_c 와 $R_j, D_j \leq H_T, 1 \leq j \leq 4$ 의 모든 영역번호를 갱신
 - } ELSE IF(Flag = 1) I_{MR} 의 W_c 화소에 새로운 영역번호 부여
 - ELSE I_{MR} 의 W_c 화소에 I_{HT} 의 영역번호를 그대로 부여
3. I_O 에서 윈도우를 슬라이딩하여 다음 처리할 3×3 윈도우 W 를 얻음

Fig. 3. Merging process of surround regions by algorithm SUB-2

2.2 윈도우 중심화소(W_c) 기반 영역병합

앞 절에서는 W_c 가 동질성 윈도우 W_H 의 원소일 때와 아닐 때를 구분하여 영역병합 방법에 대한 알고리즘을 제시하였다. 이 절에서는 영역분할과정에서 윈도우 중심화소 W_c 에 의하여 연결된 두개 이상의 영역이 병합 될 수 있음을 예를 통하여 보이고자 한다. Fig. 3과 같이 I_{HT} 의 W_c 화소위치에 영역번호가 존재하지 않을 때 알고리즘 SUB_2를 통하여 영역병합여부를 결정하고, 윈도우내 W_c 명암도와 W_c 의 주변화소가 속한 기 분할된 영역들(7, 8, 9번 영역)과 평균명암도 값을 비교하여 그 차이가 H_T 보다 작거나 같다면 알고리즘 SUB_2에 정의한 조건에 따라 영역병합을 진행한다. Fig. 3을 가지고 설명하자면 평균명암도 값의 차이가 H_T 보다 작거나 같은 영역 7번 영역만이 존재한다면 W_c 는 영역번호 7로 영역이 병합되고 다음 단계로 Fig. 3의 (c)와 같이 계속 작업이 진행된다. 하지만 7번 영역 외에 9번 영역 또한 평균명암도와 W_c 의 명암도의 차이가 H_T 보다 작거나 같다면, W_c 에 의해 7번 영역과 9번영역의 연결이 Fig. 3의 (b')와 같이 일어나고 Fig. 3의 (c')와 같이 다음 윈도우에 의하여 계속 작업을 진행한다. 이때 영역번호 7번과 9번 중에서 7번의 영역번호를 택한 것은 앞의 알

고리들을 설계할 때 영역번호가 작은 영역번호를 부여하기로 정하였기 때문이다.

Fig. 3은 3x3 윈도우의 중심 화소인 W_c 에 의해 주변영역들을 병합으로 연결하는 유형을 보여주고 있다. Fig. 3의 (a)->Fig. 3의 (b)->Fig. 3의 (c)는 W_c 가 1개의영역으로 병합되는 내용을 보여주고 있고, Fig. 3의 (a)->Fig. 3의 (b')->Fig. 3의 (c')는 W_c 가 2개 이상의 영역을 연결하여 병합되는 내용을 보여주고 있다.

3. 실험 및 결과

본 논문에서는 기존에 제안한 동질성 문턱 값 기반 영상 분할 방법[11]에서 과 분할영역의 개수를 줄이기 위하여 동질성 윈도우 W_H 와 W_H 의 주변영역간의 병합 및 W_c 와 W_c 주변 영역간의 병합 알고리즘을 제안하고 실험을 통하여 제안한 방법의 우수성을 보인다. 실험은 Citrus, Peppers, Human Brain, Spine, Pollution, Scenery, Semiconductor, Lena 등 다양한 영상을 가지고 기존방법과 제안한 방법에 대한 영역분할 결과를 비교하되, 동질성 영역으로 분할된 결과 영상들을 시각화하기 위하여 기존방법[11]에서 제시한 것과 같이 분할된 영역 중에서 영역이 가장 큰 것부터 1개, 5개, 10개, 50개, 100개, 500개, 1000개, 그리고 전체영역을 결합한 영상을 Fig. 4와 Fig. 5부터 Fig. 18과 Fig. 19까지 쌍을 이루어 시각적으로 비교하기 수월하도록 나타내었다.

기존방법을 사용하여 영상 분할한 결과를 영역의 크기순으로 나타낸 Fig. 4, Fig. 6, Fig. 8, Fig. 10, Fig. 12, Fig. 14, Fig. 16, Fig. 18을 보았을 때, 1,000개 이상의 영역을 결합하여도 어떠한 영상인지 구분하기가 어려운데, 이것은 동질성 영역을 가진 영역들이 서로 병합되지 않은 채 남아있는 영역이 있어서 과 분할을 초래했기 때문이다. 그러나 제안한 방법의 결과인 Fig. 5, Fig. 7, Fig. 9, Fig. 11, Fig. 13, Fig. 15, Fig. 17, Fig. 19에서는 10개 내외의 영역만 결합하여도 그 영상이 어떤 영상인지를 식별할 수 있음을 확인할 수 있는데, 이것은 영역분할 과정에서 동질성 윈도우 W_H 와 주변 영역 간에 병합이 이루어지고, 또한 윈도우의 중심화소 W_c 를 통하여 주변의 동질성영역들이 이어져서 병합되었기 때문이다.

또한 원 영상에 유입된 노이즈를 처리한 상태에서 제안한 방법을 적용하였을 때에는 영역의 분할개수가 노이즈 처리 전 영상의 절반수준으로 줄어드는 것을 볼 수 있었다. Fig. 20은 각 실험영상에 대하여 분할된 영역들로 결합한 영상을 나타내는데, 각 영상에 대하여 (A)는 기존방법[11]을 적용하여 영상분할 한 결과 영상, (B)는 본 논문에서 제안한 방법 1(노이즈 포함 영상을 실험)을 사용한 경우의 결과 영상, 그리고 마지막으로 (C)는 본 논문에서 제안한 방법 2(노이즈 제거 영상을 실험)를 사용한 경우의 결과영상을 비교하고 있다. Fig. 20은 결과적으로 시각적인 차이는 없지만 (A)에서 (C)로 갈수록 과분할 영역의 개수를 줄일 수 있는 방법임을 보이고 있다.

Fig. 4. Segmentation of citrus image by previous method[11]

Fig. 5. Segmentation of citrus image by proposed method

Fig. 6. Segmentation of peppers image by previous method[11]

Fig. 7. Segmentation of peppers image by proposed method

Fig. 8. Segmentation of human brain image by previous method[11]

Fig. 9. Segmentation of human brain image by proposed method

Fig. 10. Segmentation of spine image by previous method[11]

Fig. 11. Segmentation of spine image by proposed method

Fig. 12. Segmentation of pollution image by previous method[11]

Fig. 13. Segmentation of pollution image by proposed method

Fig. 14. Segmentation of scenery image by previous method[11]

Fig. 15. Segmentation of scenery image by proposed method

Fig. 16. Segmentation of semiconductor image by previous method[11]

Fig. 17. Segmentation of semiconductor image by proposed method

Fig. 18. Segmentation of lena image by previous method[11]

Fig. 19. Segmentation of lena image by proposed method

(1) Peppers

(2) Human Brain

(3) Spine

(4) Pollution

original image

The number of regions:
6,488
(A) previous method

The number of regions:
2,325
(B) proposed method 1

The number of regions:
1,093
(C) proposed method 2

(5) Scenery

original image

The number of regions:
7,063
(A) previous method

The number of regions:
3,360
(B) proposed method 1

The number of regions:
814
(C) proposed method 2

(6) Semiconductor

original image

The number of regions:
8,046
(A) previous method

The number of regions:
5,732
(B) proposed method 1

The number of regions:
2,719
(C) proposed method 2

(7) Lena

original image

The number of regions:
7,319
(A) previous method

The number of regions:
5,335
(B) proposed method 1

The number of regions:
2,118
(C) proposed method 2

Fig. 20. Result of segmentation for several experimentations

기존 방법과 제안한 방법을 비교할 때 Table 1에서 보는 바와 같이 분할된 전체영역의 개수에 있어서 노이즈가 포함된 실험영상에 대하여는 평균 41.2%의 감소율을 보였고, 노이즈가 제거된 실험영상에 대하여는 평균 74.7%의 감소율을 보였다. Table 1에서 제안한 방법 B의 분할영역 개수에 대한 감소율 계산은 $(1-B/A) \times 100$, 제안한 방법인 C의 분할영역 개수에 대한 감소율 계산은 $(1-C/A) \times 100$ 로 계산한 결과이다.

4. 결론 및 향후 연구방향

본 논문에서는 기존의 동질성 문턱 값 기반 영상분할 방법[11]에서 나타났던 과분할 현상을 개선하기 위한 알고리즘을 제안하였다. 제안한 방법은 동질성 문턱 값 H_T 를 기반으로 영상을 분할하는 개념에 있어서는 기존 방법과 동일하지만, 기존에 하나의 독립된 영역으로 간주했던 동질성 원

Table 1. Decreasing rate for segmented regions of proposed method against previous method

Images of exp.	Previous method (A)	Proposed method (with noise) (B)	Reducing rate of regions by B (%)	Proposed method (removed noise) (C)	Reducing rate of regions by C (%)
Pepper	8,241	4,856	41.1	2,327	71.8
Human Brain	6,929	4,229	39.0	2,447	64.7
Spine	7,174	4,608	35.8	1,632	77.3
Pollution	6,488	2,325	64.2	1,093	83.2
Scenery	7,063	3,360	52.4	814	88.5
Semi-conductor	8,046	5,732	28.8	2,719	66.2
Lena	7,319	5,335	27.1	2,118	71.1
Average of reducing rate	-	-	41.2	-	74.7

도우 W_H 영역과 W_H 주변영역과의 영역 병합 알고리즘 및 윈도우의 중심화소 W_c 를 기반으로 W_c 주변의 영역들을 연결하여 병합하는 알고리즘을 구현하여 삽입함으로써 기존 방법 보다 과분할 현상을 현저하게 줄일 수 있었다. 영상의 분할결과를 기존 방법과 비교하였을 때 제안한 방법은 실험영상에 따라 차이는 있지만 노이즈가 포함된 실험영상에 대하여는 평균 41.2%정도의 분할 영역수를 줄일 수 있었고, 노이즈가 제거된 실험 영상에 대하여는 평균 74.7%정도의 분할 영역수를 줄일 수 있었다. 분할된 영역의 크기순으로 조합하여 나타낸 영상의 결과는 기존 방법에 있어서는 1,000여개 정도의 영역을 조합하여도 영상이 포함하고 있는 객체를 시각적으로 분별하기 어려웠지만 제안한 방법에서는 10개미만의 영역만을 가지고도 시각적으로 포함된 객체를 분별할 수 있었다. 이로써 동질성 문턱 값 기반 영상분할 방법에 본 논문에서 제안한 알고리즘을 적용할 경우에는 영상의 분할 영역수를 현저하게 줄일 수 있을 뿐만 아니라 분할된 영역들 중에서 몇 개의 영역만을 가지고도 영상의 내용을 간단하게 파악할 수 있기 때문에 내용기반 영상 검색 혹은 의료와 바이오 과학 분야 및 영상 애니메이션 분야 등에서 널리 이용할 수 있을 것으로 기대한다.

향후 연구과제로는 분할된 결과 영역들을 토대로 분할 영역에 대한 화소들의 군집 모양기술자를 개발하고 이를 내용기반 영상 검색에 적용하는 연구와 제안한 방법을 통한 3D 볼륨 영상의 분할 및 분할 영역 객체를 시각화하는 연구 등을 진행할 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] NOBUYUKI OTSU, "A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms," *IEEE TRANSACTION ON SYSTEM, MAN, AND CYBERNETICS*, Vol.SMC-9, No.1, pp.62-66, 1979.
- [2] Hui-Fuang Ng, "Automatic thresholding for defect detection," *Pattern Recognition Letters*, Vol.27, Issue 14, pp.1644-1649, 2006.
- [3] Ch.Hima Bindu, QISCET and Ongole, "AN IMPROVED MEDICAL IMAGE SEGMENTATION ALGORITHM USING OTSU METHOD," *SHORT PAPER Internal Journal of Recent Trends in Engineering*, Vol.2, No.3, pp.88-90, 2009.
- [4] PING-SUNG LIAO, TSE-SHENG CHEN and PAU-CHOO CHUNG, "A Fast Algorithm for Multilevel Thresholding," *JOURNAL OF INFORMATION SCIENCE AND ENGINEERING* 17, pp.713-727, 2001.
- [5] Octavio Gomez, Jesus A. Gonzalez, and Eduardo F. Morales, "Image Segmentation Using Automatic Seeded Region Growing and Instance-based Learning," *Lecture Notes In Computer Science archive Proceedings of the Congress on pattern recognition 12th Iberoamerican conference on Progress in pattern recognition, image analysis and applications*, 2007, pp.192-201.
- [6] Zheng Lin, Jesse Jin and Hugues Tabot, "Unseeded region growing for 3D image segmentation," in *ACM International Conference Proceeding Series Vol.9, Selected papers from the Pan-Sydney workshop on Visualisation* Vol.2, 2000, pp.31-37.
- [7] Soumya Dutta, Bidyut B. Chaudhuri, "Homogeneous Region based Color Image Segmentation," in *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science*, Vol.2, 2009, WCECS 2009, San Francisco, USA.
- [8] Chantal Revol-Muller, Francoise Peyrin, Yannick Carrillon, and Christophe Odet, "Automated 3D region growing algorithm based on an assessment function", *Pattern Recognition Letters* 23, pp.137-150, 2002.

- [9] Olver Wrjadi, "Survey of 3D Image Segmentation Methods," *Models and Algorithms in Image Processing Fraunhofer ITWM, Kaiserslautern*, pp.1-20, 2007.
- [10] Zhe-Xue Li and Sang-Woon Kim, "A Multi-thresholding Approach Improved with Otsu's Method," *The Journal of the IEEK: Part CI*, Vol.43, No.5, pp.407-415, 2006.
- [11] Gi-Tae Han, "Automatic Method for Extracting Homogeneity Threshold and Segmenting Homogeneous Regions in Image", *The KIPS Transactions: Part B*, Vol.17-B, No.5, pp.363-374, 2010.

한 기 태

e-mail : gthan@gachon.ac.kr

1982년 충남대학교 계산통계학과(학사)

1990년 한양대학교 전자계산학과(공학석사)

2001년 한양대학교 전자공학과(공학박사)

2009년~2010년 University of Texas at Austin, Researching professor

1992년~현 재 가천대학교 IT대학 인터랙티브미디어학과 교수

관심분야: 컴퓨터비전, 영상처리, 스마트객체 응용기술, 모바일 콘텐츠 등

동질성 문턱 값 기반 영상분할에서 과분할 영역 축소 방법

한 기 태*

요 약

본 논문에서는 영상의 동질성 문턱 값(Homogeneity Threshold: H_T)을 이용한 영상분할방법에서 영상의 과분할 발생을 해결하기 위한 개선된 영상분할 방법을 제안한다.

H_T 을 기반으로 한 영역성장(Region Growth) 알고리즘은 선택된 윈도우의 중심화소만을 사용하기 때문에 과 분할이 발생하였으나, 제안한 방법에서는 선택된 윈도우에 대한 동질성 여부를 조사하여 동질성을 만족할 경우 선택된 윈도우 화소전체를 영역병합에 사용하고 선택 윈도우가 동질성 윈도우를 만족하지 않을 때에는 윈도우의 중심화소를 사용함으로써 영역의 과 분할을 현저하게 줄일 수 있었다.

제안한 방법의 타당성을 보이기 위하여 기존방법과 동일한 영상을 동일한 조건으로 실험하였으며, 그 결과 제안한 방법은 기존 방법에 비해 영역의 개수를 40% 이상 줄이면서도 시각적으로 영상의 품질에 차이가 없음을 볼 수 있었다. 특히 분할된 영역의 크기순으로 결합한 영상을 가지고 비교 했을 때, 기존방법에서는 분할된 영역의 큰 영역으로부터 1,000개 이상의 영역을 결합하여도 어떠한 영상인지 구분하기가 힘들었으나, 제안한 방법에서는 10개 내외의 영역만 결합하여도 어떠한 이미지인지 식별할 수 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 제안한 방법은 특정 영상으로부터의 객체 추출이나 정보검색 혹은 해부학이나 생물학 분야의 연구 및 영상 시각화와 애니메이션 등 다양한 분야에서 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

키워드 : 영상분할, 동질성 문턱 값, 영역성장, 중심화소, 선택 윈도우