

다치영상의 계층적 형상분해

최종호

강남대학교

Hierarchical Shape Decomposition of Grayscale Image

Jong-Ho Choi

Kangnam University

E-mail : jhchoi@kangnam.ac.kr

요 약

본 연구에서는 패턴인식과 영상압축을 목적으로 다치영상의 형태론적 형상분해법을 제안하였다. 다치영상내에 포함된 형상들을 직접적으로 기술하는 방법은 데이터 압축과 계산시간의 측면에서 그 효과를 기대할 수 없다. 따라서 본 연구에서는 2진수로 표현되는 화소 값을 그레이 코드로 변환한 다음, 그레이 코드로 변환된 화소들 중에서 특정비트가 1인 화소들만을 선택해서 얻은 8개의 비트평면 영상에 포함된 형상을 형태론적 멀티모드 형상분해 알고리즘을 적용하여 분해하였다.

ABSTRACT

In this paper, a shape decomposition method using morphological operations is studied for decomposing the complex shape in 2-D image into its simple primitive elements. The serious drawback of conventional shape representation algorithm is that the primitive elements are extracted too much to represent the shape and the processing time is long. To solve these problems, a new shape decomposition algorithm using the 8 bit planes obtained from gray code is proposed.

키워드

패턴인식, 영상압축, 다치영상, 형상분해, 멀티모드

1. 서 론

다치영상을 대상으로 하는 형태론적 형상분해법은 영상압축 및 영상통신, 패턴인식 등의 분야에서 필수적인 기술이다. 따라서 본 연구에서는 2진수로 표현되는 화소 값을 그레이 코드로 변환하고, 그레이 코드로 변환된 화소들 중에서 특정 비트가 1인 화소들만을 선택해서 얻은 8개의 비트평면 영상에 포함된 각각의 형상을 계층적으로 분해하는 방법을 제안하였다.

다치영상으로부터 얻어지는 비트평면 영상은 이치영상이므로 이치형상을 분해하는 방법을 적용할 수 있다. 그러나 기존의 알고리즘을 적용하면 형상 기술 효율이 저하되고 기술오차는 증가한다. 따라서 본 연구에서는 형상의 기하학적인 특징에 적합한 구성소를 미리 선택한 다음, 4개의 스캔모드에서 팽창 연산만을 수행하여 다치영상에 포함된 형상을 계층적으로 분해하였다.

제안된 방법은 형상의 기술오차를 줄이고 원시

형상 요소의 수를 줄여 기술효율을 높일 수 있는 방법으로 최소의 중복성을 보장할 수 있으며, 알고리즘이 단순하다는 특징이 있다. 제안된 이론의 유효성을 검증하기 위한 실험을 통하여 기술효율의 향상과 기술오차의 감소를 확인하였다.

II. 형태론적 형상분해

2-D 형상 $X(\subseteq R^2)$ 을 여러개의 집합 즉 원시형상 요소인 $\{X_i\}$ 로 분해하고자 하는 형상분해의 형태론적 표현은 다음과 같다[1].

$$X = \bigcup_{i=1}^n X_i, X_i \in G(R^2) \quad (1)$$

여기서 $G(R^2)$ 은 2-D 유클리드 공간 R 에서 정의

되는 2-D 개집합(Open Set)이다.

X_i 를 생성하기 위한 기본형상 요소를 Y_i 라고 하고, Y_i 의 구성소를 B 로 표현하면 형태론적 형상분해 알고리즘은 다음과 같은 회귀적 형태로 표현된다. 기본형상 요소 Y_i 의 가장 간단한 예는 단위 밑적을 갖는 원판이나 정사각형 등으로 선택되는 구성소 B 의 스칼라 배인 $n_i B$ 이다.

$$X_i = X \circ Y_i = X \circ n_i B = (X \oplus n_i B^c) \oplus n_i B \quad (2)$$

여기서 B 는 구성소이고, n_i 는 구성소의 크기이며, \circ 및 \oplus 와 \ominus 는 각각 열립 및 확장과 침식 연산사이다. 그리고 B^c 는 원집에 대한 B 의 반전(Reflection)이다.

이상에서 서술한 처리과정을 회귀형식으로 표현하면 다음과 같다[2,3].

$$X_i = (X - X'_{i-1}) \circ n_i B = ((X - X'_{i-1}) \ominus n_i B^c) \oplus n_i B$$

$$X_i = \bigcup_{1 \leq j \leq i} X_j \quad (3)$$

$$X_0' = \emptyset$$

$$\text{Stopping Condition: } (X - X_k') \ominus B^c = \emptyset$$

III. 다치영상의 형상분해

다치영상 내에 포함된 형상들을 직접적으로 기술하는 방법은 데이터 압축과 계산시간의 측면에서 그 효과를 기대할 수 없다. 따라서 다치영상을 대상으로 할 경우에는 이치영상으로 분해하는 과정이 필요하다. 이러한 과정에서 필수적으로 고려되어야 할 요소는 영상통신에서 생각할 수 있는 멀티미디어의 이용에 관한 것이다. 다치영상을 이치영상으로 분해하는 가장 단순한 방법으로는 그레이레벨에 따라 영상을 분할하는 방법을 들 수 있으나, 이러한 방법으로 형상을 기술할 경우에는 복원 과정에서 영상내의 일부분에 대응되는 영역들이 순차적으로 복원되므로 분해능이 서로 다른 영상들을 미디어의 특성이나 혹은 사용자의 필요성에 따라 계층적으로 복원하는 것이 불가능하다. 계층적 복원은 협대역 통신채널을 사용하여 규모가 큰 영상 데이터베이스에서 특정한 영상이나 혹은 같은 부류의 영상을 찾는 경우에도 필요하다. 이러한 측면을 고려하여 본 연구에서는 주어진 다치영상을 그레이코드로 변환하고, 이를 8개의 비트평면으로 분해하여 기술하는 방법을 제안하였다.

256개의 그레이레벨로 구성되는 표준영상에서 각각의 화소값은 8비트로 표현된다. 그러므로 영상을 구성하는 화소들 중에서 특정비트가 1인 화소

들만을 선택하면 8개의 비트평면을 얻을 수 있다. 이러한 방법으로 분해된 비트평면들을 이용하여 계층적 복원을 수행하기 위해서는 특정 비트평면에 농담값이 유사한 화소들을 많이 포함되도록 하는 것이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 2진수로 표현되는 화소값들을 그레이코드로 변환하여 처리하였다. 2진수를 그레이코드로 변환하는 과정을 식으로 표현하면 다음과 같다[4].

$$g[i] = b[i] \quad \text{for } i=1$$

$$b[i] \text{ XOR } b[i-1] \quad \text{for } i>1 \quad (4)$$

대상영상 $f(i,j)$ 와 데이터 M_n 을 오른쪽으로 1비트씩 시프트하면서 AND연산하면 그레이코드로 변환된 영상에서 특정비트가 1인 8개의 비트평면을 얻을 수 있다. 그 연산식을 다음에 나타냈다.

$$f_n(i,j) = M_n \text{ AND } f(i,j) \quad (5)$$

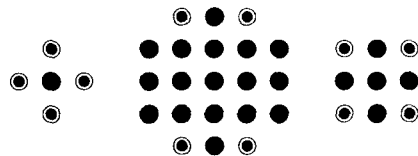
여기서 M_n 은 n 번째 비트가 1인 마스크 데이터이고, $f_n(i,j)$ 는 n 번째 비트평면을 의미한다.

이상에서 서술한 방법으로 분해한 영상들을 합성하여 분해능이 서로 다른 영상들을 복원하는 과정은 다음과 같다.

$$f(i,j) = \sum_{n=1}^m f_n(i,j) \times 2^{m-n} \quad (6)$$

여기서 $1 \leq m \leq 8$ 이다.

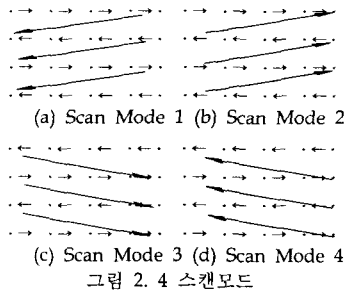
형상분해에서 형상에 설정되는 점은 대상영상을 연속적으로 침식 연산한 결과들 중에서 1개의 화소를 선택하는 중심점이다. 형상의 중심점에서 추출된 원시형상 요소를 원래의 형상에서 제거한 다음 다시 중심점을 선택하고 형상을 추출하는 과정을 반복하는 방법에서는 원시형상 요소가 증가하게 된다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 그림 1에 나타난 바와 같이 각각의 구성소에 4개의 정합점을 지정하였다. 여기서 각각의 구성소에 4개의 정합점을 선택한다는 것은 각각 서로 다른 스캔방식으로 원시형상 요소를 추출한다는 것을 의미한다.



●: Matching Point(M_p)

그림 1. 구성소에 설정되는 정합점

각각의 스캔모드에서 원시형상 요소를 추출하는 과정은 다음과 같다. 먼저 구성소 B를 그림 2에 나타난 각각의 스캔모드에 따라 영상내에서 평행이동시켜 정합점 M_p 가 영상내의 화소값이 1인 점에 위치하면, 구성소를 4근방, 8근방, 4근방-8근방으로 팽창연산하면서 형상에 내접하는 최대의 원시형상 요소를 추출한다. 이와 같은 방법으로 추출된 원시형상 요소를 원래의 형상에서 제거한 부분에 해당하는 화소를 대상으로 구성소의 평행이동과 팽창연산을 계속하면서 새로운 원시형상 요소를 추출한다. 이러한 과정은 각각의 스캔모드에서 다시 반복적으로 수행된다.



IV. 실험 및 검토

화소수가 256 X 256이고, 해상도가 8비트인 손사인 영상을 취득하여 제안된 알고리즘의 유효성을 확인했다. 실험영상을 그림 3에 나타냈다.



그림 3. 손사인 영상

본 연구에서는 분해능이 서로 다른 영상들을 미디어의 특성이나 혹은 사용자의 필요성에 따라 계층적으로 복원하기 위하여 기술의 대상이 되는 다치영상을 8개의 비트 평면으로 분해하였다. 각각의 비트평면 영상내에 포함된 형상들을 제안된 방법으로 분해하여 얻은 모든 원시형상 요소들을 재구성하여 그림 4에 나타냈다.

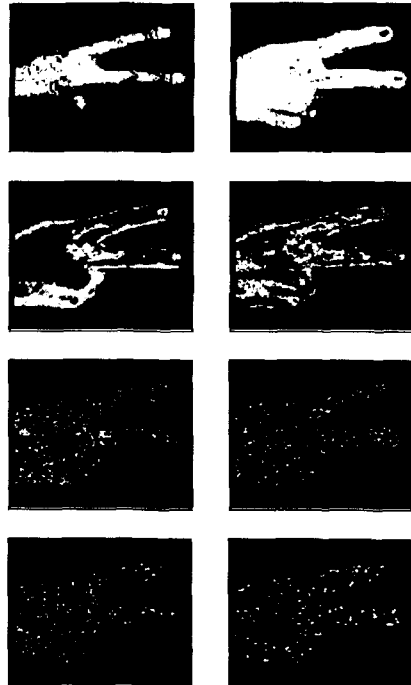


그림 4. 비트평면 영상의 형상분해

그림 4에 나타난 영상들을 1개 부터 8개까지 순차적으로 합성하여 복원한 8개의 영상들을 그림 5에 나타냈다.

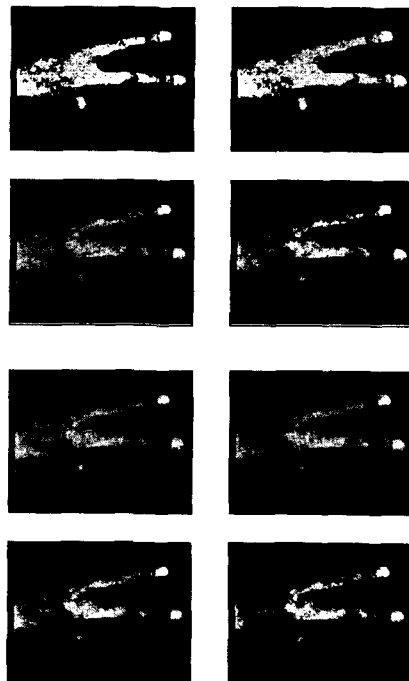


그림 5. 복원영상

다치영상의 형상분해에서 4개의 상위 비트평면 $f_1(i,j)$, $f_2(i,j)$, $f_3(i,j)$, $f_4(i,j)$ 등은 의미가 있으나, 그 밖에 4개의 하위 비트평면은 영상내에 포함된 형상들이 불규칙한 소수의 화소들로 구성되어 있기 때문에 형상분해의 의미가 없다. 그러나 이와 같은 경우에도 복원과정에서 4개의 하위 비트평면을 모두 무시하면 화질이 저하된다. 따라서 본 연구에서는 4개의 하위 비트평면은 불규칙적인 화소들로 구성되어 있다는 점에 착안하여 이치영상의 형상분해 결과를 4개의 상위 비트평면 영상에 포함시켜 합성하였다. 그림 6에 이치영상의 형상분해 결과를 포함시켜 복원한 영상을 나타냈다.



그림 6. 상위 4개 비트평면과 이치영상의 합성영상

V. 결 론

본 연구에서 제안된 방법을 다치영상의 형상분해에 적용하면 기술효율이 증가하고 기술오차가

감소한다는 것을 실험을 통하여 확인하였다. 본 연구의 결과는 영상저장 및 영상전송과 패턴인식은 물론 서로 다른 영상들을 미디어의 특성이나 혹은 사용자의 필요성에 따라 계층적으로 복원하거나 협대역 통신채널을 사용하여 규모가 큰 영상 데이터베이스에서 특정의 영상이나 혹은 같은 부류의 영상을 찾는 경우 등과 같은 분야에도 널리 응용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] Pitas, I. and Venetsanopoulos, A. N., "Morphological Shape Decomposition," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.12, No.1, pp. 38-45, 1990.
- [2] Pitas, I. and Venetsanopoulos, A. N., "Morphological Shape Representation," Pattern Recognition, Vol.25, No. 6, pp. 555-565, 1992.
- [3] Maragos, P. and Schafer, R.W., "Morphological Skeleton Representation and Coding of Binary Images," IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Vol.ASSP-34, No.5, pp.1228-1244, 1986.
- [4] Tun-Wen Pai and John H.L. Hansen, "Bit Plane Decomposition and Shape Analysis for Morphological Skeletonization," SPIE Vol.1818 Visual Communications and Image Processing, pp. 885-896, 1992.