

삼각형의 무게 중심을 이용한 새로운 다각 근사화 정점 부호화 기법

정회원 윤병주*, 강현수**, 조순제***, 김성대*

A New Vertex Coding Scheme Using The Center of the Gravity of a Triangle

Byoung-Ju Yun*, Hyun-Soo Kang**, Soon-Jae Cho***, Seong-Dae Kim* *Regular Members*

요 약

최근 MPEG-4 표준화 작업의 마무리와 MPEG-7 표준화 작업이 활발히 진행됨에 따라 영상내의 물체(object)의 모양 정보 부호화의 중요성이 대두되었다. 본 논문에서는 물체의 특징을 표현하기에 적합한 다각형 근사화 정점을 효율적으로 부호화 하는 기법에 대해 연구하였다. 제안한 기법에서는 근사 다각형의 정점들을 이용하여 삼각형의 무게 중심들을 구한 후 순차적으로 부호화 한다. 무게 중심들의 분포영역이 좁다는 사실을 이용하여 부호화 효율을 얻을 수 있다.

ABSTRACT

Recently the shape information of the visual object in the scene is more important, as the completion of the MPEG-4 standard and the progress of the MPEG-7 standard. This paper represents the study of effective coding method of vertices that are used in the polygonal approximation to represent the feature of visual object. In the proposed method, we make the centers of gravity of triangles that are made using the vertices of polygonal approximation and encode them sequentially. We can get a coding gain because the centers of the gravity of triangles have narrower dynamic ranges.

I. 서론

MPEG-4 표준화 작업이 진행됨으로써 MPEG-1, MPEG-2, H.261, H.263에서와 같은 기존의 영상 압축 표준에서는 고려하지 않았던 물체라는 개념이 새로이 나타나게 되었다. 기존의 영상 압축 표준에서는 영상을 특정한 크기의 블록으로 나누어서 블록별로 부호화 한다. 하지만 MPEG-4에서는 하나의 영상을 여러 가지의 물체들의 조합이라고 생각한다. 즉, 각각 별도로 저장되어 있는 물체들을 임의의 위치에 재배치함으로써 새로운 영상이 만들어진다고 생각한다. 각각의 물체는 임의의 모양을 가지고 있

고, 각 물체별로 내용 정보, 움직임 정보와 함께 모양 정보를 부호화 해야 하는 필요성이 생기게 된 것이다.

MPEG-4 표준화 작업이 마무리되면서 물체의 모양 정보의 부호화 기법으로 두 가지 기법이 경합을 벌이게 되었다. 첫 번째 방법은 비트맵을 이용하는 기법으로써 인접한 화소들간의 확실적인 정보를 이용하는 CAE (Context-based Arithmetic Encoding) 기법이고, 다른 하나는 윤곽선(contour)을 이용하는 방법으로 윤곽선을 다각 근사화한 후 다각 근사화 정점을 부호화 하고, 원 윤곽선과 근사 직선사이의 오차를 적은 양의 테이더로 보상해주는 방법이다.

* 한국과학기술원 전기 및 전자공학과

** 현대전자(주) 정보통신 연구소 선임연구원

** 삼성전자

논문번호 : 98446-1011, 접수일자 : 1998년 10월 11일

이 두 가지 기법은 비슷한 성능을 보였으나, 구현측면에서의 복잡도가 낮은 CAE가 표준으로 정해지게 되었다.

현재 MPEG-7 표준화 작업이 활발히 진행되고 있는데, MPEG-7에서는 MPEG-4나 기존의 표준과는 달리 단순히 영상을 부호화하는 것보다 영상 내에 존재하는 물체들을 잘 표현하는 것이 중요하다. 즉, 영상의 장면의 상황이라든지, 영상 내의 물체의 생김새, 색깔, 자세 등을 잘 묘사하는 것이 중요하게 되었다. 이러한 것들을 이용하여 많은 양의 영상 데이터 내에서 원하는 물체나, 장면 등을 쉽게 찾을 수 있게 하는 것이다. 이렇게 하기 위해서는 수많은 정보를 간략하게 묘사하는 것이 필요하다.

특히, 물체의 모양을 묘사할 때, 물체의 모양이 가지는 특징을 잘 추출하여 적은 정보량으로 표현하는 것이 중요하다. 그러나, CAE 기법은 인접한 화소간의 확률적인 정보를 이용하므로 물체의 특징(feature) - 곡률, 물체의 면적, 경계의 길이, 등 - 을 적은 양의 정보로 표현하기가 힘들다. 반면, 윤곽선을 이용하는 기법은 물체의 모양으로부터 앞에서 언급한 특징들을 추출하기에 적합하다^[1]. 여기서 특징이란 물체를 가장 잘 표현하는 데이터로 물체를 효율적으로 묘사할 수 있는 정보이다. 이런 특징들은 다각 근사화 정점(vertex)을 이용하여 쉽게 만들어 낼 수 있다. 하지만 이러한 정점들을 부호화하는 데는 많은 정보량이 필요하므로 효율적인 부호화 기법이 요구된다.

윤곽선을 이용한 물체의 모양 정보의 부호화 기법이 사용될 수 있는 또 다른 분야는 물체 인식(pattern recognition)이다. 물체 인식이란 여러 가지의 데이터로부터 물체의 특징을 추출해 데이터 베이스에 저장하고, 인식하고자 하는 물체가 있을 때, 이 물체에서 추출된 특징들과 데이터 베이스 내에 저장된 물체의 특징들간의 유사성을 비교하여 가장 유사한 물체를 찾아내는 기법이다. 여기서 사용되는 특징으로 물체의 모양을 다각 근사화한 후 생기는 정점들간의 거리와 각도가 사용되기도 한다^[2]. 이 상에서 윤곽선을 이용하는 기법이 여러 가지 응용에 사용됨을 보았다.

본 논문에서는 다각 근사화 기법에서 많은 정보량을 필요로 하는 정점 부호화 기법에서 정점의 선택 방법에 대해서 새로운 기법을 제안한다. 제안하는 기법의 핵심은 근사화 기준에 의해 얻어진 정점을 부호화 하는데 한 화소 범위의 오차를 허용함으로써, 부호화 효율을 얻고자 하는 것이다.

정점 선택의 기준이 되는 척도는 왜곡률과 데이터량이 될 수 있다. 즉, 원 윤곽선과 재현 윤곽선 사이의 왜곡이 척도가 될 수도 있고, 모양 정보를 부호화하는데 필요한 데이터량이 척도가 될 수 있다. 이러한 척도를 기반으로 정점 선택의 대표적인 방법에는 순차적인 기법과 순환적인 기법이 있다. 기존의 정점 선택 기법에서는 선택된 정점은 원 윤곽선 위에 존재한다. 하지만 다각 근사화 기법은 손실 부호화 기법으로, 선택된 정점이 반드시 원 윤곽선 위에 존재할 필요가 없는 것이다. 이러한 점을 착안하여 한 화소 범위의 오차를 허용하면서 데이터량을 현저하게 줄임으로써 전체 비트율-왜곡 측면에서 이득을 얻고자 하는 것이 본 논문에서 제안하는 정점 선택 기법의 핵심 개념이다.

이와 비슷한 개념으로 접근하는 기법으로 다각 근사화 한 후 얻어진 정점을 기준으로 한 화소의 오차를 허용하면서, 원 윤곽선과 재현 윤곽선사이의 오차를 최소로 하는 화소의 위치를 정점으로 선택하는 방법이 제안되었다^[3]. 한 화소의 정점 위치의 변화로 정점을 부호화하는 데 필요한 데이터량은 같게 하고, 재현 윤곽선과 원 윤곽선과의 오차를 줄이고자 하였다.

제안된 기법은 재현된 정점에 약간의 오차를 허용하면서, 정점들의 분포 영역을 좁혀서 부호화 효율을 높인다. 이 기법에서는 정점의 정보량을 줄이기 위해 이미 부호화된 두 개의 정점과 부호화 해야 할 하나의 정점으로 이루어지는 삼각형을 구하고, 이 삼각형의 무게 중심을 부호화한다. 삼각형의 두 점과 무게중심이 주어지면, 나머지 한 점은 유일하게 구할 수 있다. 무게 중심이 정수 값이 아니기 때문에 생길 수 있는 재현된 정점의 오차의 범위는 한 화소이다. 이런 오차를 허용함으로써 얻을 수 있는 부호화 이득은 실험 결과에서도 볼 수 있듯이 아주 높다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 일반적으로 사용되는 정점 부호화 기법이 II장에서 소개되고, III장에서는 모양정보의 부호화 기법의 성능을 평가하는 왜곡척도에 대해서 설명하고, IV장에서는 제안하는 정점 부호화 기법에 대해서 소개하고, 이어서 V장에서는 모의 실험의 결과를 보여주고, 마지막으로 결론을 VI장에서 맺는다.

II. 정점 기반 모양 정보 부호화 기법의 일반적인 구조

다각 근사화를 기반으로 하는 모양 정보의 부호화 기법의 일반적인 구조는 그림 1과 같다^[4]. 입력으로 들어오는 물체의 마스크(이진 알파 평면: binary alpha plane)는 원하지 않는 잡음과 경계(edge)의 지지분한 면을 없애기 위해 공간적인 해상도를 줄이는 전처리 과정을 거치게 된다. 그 다음, 물체의 윤곽선(contour)이 결정되고, 윤곽선의 다각 근사화를 결정짓는 정점들이 왜곡 척도나 정점 개수의 한계에 따라 선택되어지고, 순차적으로 부호화 된다. 그림 1의 점선으로 표시된 요소들은 근사화한 후 원 윤곽선과 근사 직선 사이의 오차를 적은 양의 데이터로 부호화 해주는 방법이다.

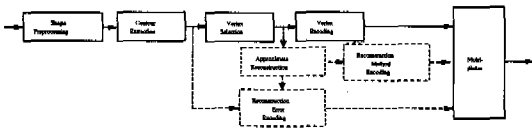


그림 1. 윤곽선 부호화 기법의 블록도

제안하는 기법은 정점 선택 부분에 해당하는 내용으로서 다각 근사화 기법에서 선택된 정점의 위치를 변화 시켜서 정점을 부호화 하는데 필요한 비트 수를 줄일 수 있는 방향으로 정점 위치를 설정하는 것이다.

III. 오차 척도^[5]

모양 정보의 부호화에서 사용하는 왜곡 척도를 정의하기 위해 몇 가지 기호를 정의한다. $C = \{c_0, \dots, c_{N_c-1}\}$ 는 물체의 윤곽선(contour)을 나타낸다. c_j 는 C 의 j 번째 화소이고, 윤곽선의 화소의 수는 N_c 이다. 닫혀진 윤곽선(closed contour)인 경우 $c_0 = c_{N_c-1}$ 이다. $V = \{v_0, \dots, v_{N_v-1}\}$ 는 C 를 근사화하기 위한 근사화 정점(vertex)을 나타낸다. v_k 는 k 번째 정점이고 총 정점의 수는 N_v 이다. k 번째 세그먼트는 v_{k-1} 에서 v_k 까지의 직선이다.

v_{k-1} 과 v_k 를 잇는 선분의 세그먼트는 $(l+1)$ 개의 화소를 가지는 물체의 부분 윤곽선 $\{c_j = v_{k-1}, c_{j+1}, \dots, c_{j+l} = v_k\}$ 를 근사화 한다. 이 세그먼트의 왜곡 척도를 $d(v_{k-1}, v_k)$ 라고 정의한다. 부분 윤곽선 $\{c_j = v_{k-1}, c_{j+1}, \dots, c_{j+l} = v_k\}$ 과 직선의 세

그먼트 (v_{k-1}, v_k) 사이의 최대 변이(maximum distance)는 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$d(v_{k-1}, v_k) = \max_{s \in \{c_j = v_{k-1}, c_{j+1}, \dots, c_{j+l} = v_k\}} d'(v_{k-1}, v_k, s) \quad (1)$$

Where,

$$d'(v_{k-1}, v_k, s) = \frac{|(s_x - v_{k-1,x}) \cdot (v_{k,y} - v_{k-1,y}) - (s_y - v_{k-1,y}) \cdot (v_{k,x} - v_{k-1,x})|}{\sqrt{(v_{k,x} - v_{k-1,x})^2 + (v_{k,y} - v_{k-1,y})^2}} \quad (2)$$

위의 식에서 s 는 부분 윤곽선 $\{c_j = v_{k-1}, c_{j+1}, \dots, c_{j+l} = v_k\}$ 에 속하는 화소를 나타낸다.

또 다른 왜곡 척도는 평균 변이(mean distance)로써 다음과 같은 형태를 가진다.

$$d(v_{k-1}, v_k) = \frac{1}{l} \sum_{s \in \{c_j = v_{k-1}, c_{j+1}, \dots, c_{j+l} = v_k\}} d'(v_{k-1}, v_k, s) \quad (3)$$

지금까지 정의된 두 가지의 왜곡 척도는 하나의 세그먼트 내에서 정의된 값이다. 일반적으로, 우리는 전체 윤곽선에서 원윤곽선과 근사 직선사이의 오차의 정도에 관심이 있다. 전체 윤곽선에서 원윤곽선과 근사 직선사이의 왜곡은 다음과 같은 두 가지의 방법으로 정의한다.

$$\text{Class 1: } D(v_0, \dots, v_{N_v-1}) = \max_{k \in \{0, \dots, N_v-1\}} d(v_{k-1}, v_k)$$

$$\text{where } d(v_{-1}, v_0) = 0 \quad (4)$$

$$\text{Class 2: } D(v_0, \dots, v_{N_v-1}) = \sum_{k=0}^{N_v-1} d(v_{k-1}, v_k)$$

$$\text{where } d(v_{-1}, v_0) = 0 \quad (5)$$

Class 1은 하나의 세그먼트에서 얻어진 왜곡들 중에서 가장 큰 값을 취하는 방법이고, Class 2는 하나의 세그먼트에서 얻어진 왜곡들의 합을 취하는 방법이다.

IV. 정점 선택 기법

기존에 존재하는 정점 부호화 기법으로 대표적인 방법은 정점의 절대 좌표를 순차적으로 부호화하는 방법과 정점들간의 상대적인 좌표를 부호화하는 방

법이다. 첫 번째 방법은 정점간의 상대적인 거리가 먼 경우 효율적일 수 있지만, 그 거리가 가까운 경우 비효율적일 수 있다. 이와는 반대로 두 번째 기법에서는 거리가 짧으면 효율적이고, 거리가 멀면 그렇지 못하다. 그리고 또 다른 기법으로 8진 표현(octant) 기반 정점 부호화 기법⁶⁾이 있다. 이 기법은 순차적으로 정점을 부호화 하는데 있어 부호화해야 할 정점이 이전의 정점을 기준으로 어느 영역에 있는지를 미리 결정하는데, 이 것이 8가지의 영역으로 정의된다. 이렇게 함으로써 그 영역에 포함된 정점의 x 성분과 y 성분의 대소가 결정되어지고, 큰 값을 갖는 성분을 먼저 부호화하고, 작은 값을 나중에 부호화 한다. 이렇게 하면 두 번째 부호화되는 성분의 분포 영역을 줄여서 부호화 효율을 얻는 방법이다. 이 방법으로 기존의 두 방법에 비해 부호화 효율을 얻을 수 있다. 여기서는 소단원에 관한 내용을 간단히 살펴본다. 여기서는 소단원에 관한 내용을 간단히 살펴본다.

본 논문에서 제안하는 정점 선택 기법은 삼각형의 무게 중심을 이용하는 기법이다. 삼각형의 무게 중심은 주어진 세 개의 좌표로부터 정해지고, 또 이 무게 중심과 다른 두 좌표가 주어지면 역으로 나머지 하나의 좌표를 유일하게 구할 수 있다. 이러한 성질을 이용하여 기존의 순차적으로 존재하는 정점 좌표의 집합을 새로운 무게 중심 좌표의 집합으로 변환이 가능하다. 변환으로 얻어진 무게 중심들의 좌표를 순차적으로 부호화하여 부호화 효율을 높일 수 있다.

정수 값을 갖는 영상에서 삼각형의 무게 중심의 성질을 살펴보자.

삼각형의 무게중심 (The Center of the Gravity of a Triangle)

삼각형의 무게 중심은 삼각형의 각 꼭지점에서 대변의 중심을 연결한 선분들이 만나는 점이다. 이 점은 항상 삼각형의 내부에 존재하고, 꼭지점으로부터 대변까지의 변을 2:1로 내분하는 성질을 가진다.(그림 2)

선분 \overline{AB} 로부터 무게 중심(G)까지의 거리는 선분으로부터 꼭지점 C까지의 거리의 $\frac{1}{3}$ 이다. 삼각형의 이와 같은 성질에 의해 무게 중심(G)이 존재하는 영역을 예측할 수 있고, 그 영역의 크기가 부호화하고자 하는 점(C)이 존재하는 영역보다 줄어든다는 사실을 알 수 있다. 이런 성질을 이용하여 부호화 하는데 필요한 정보량을 줄일 수 있다.

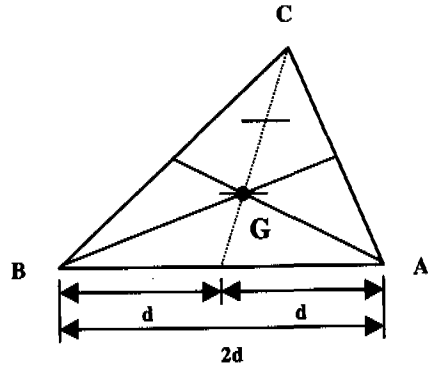
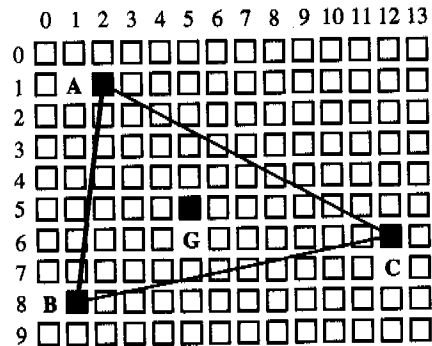


그림 2. 삼각형의 무게 중심



$$3x_G = x_A + x_B + x_C = 3k \quad k : \text{integer}$$

$$3y_G = y_A + y_B + y_C = 3m \quad m : \text{integer}$$

■ : gravity center of triangle(G)

■ : vertices of triangle(A,B,C)

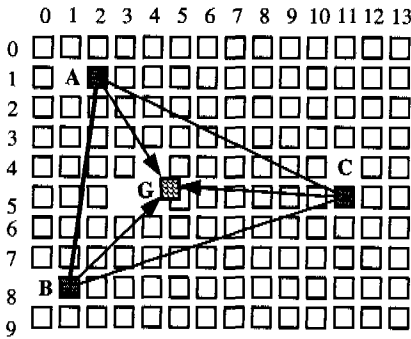
A, B : reference vertices

C : vertex to be coded

그림 3. 정수 값의 삼각형의 무게 중심

세 점 $A(x_A, y_A), B(x_B, y_B), C(x_C, y_C)$ 이 주어지면 무게 중심 $G(x_G, y_G)$ 는 다음과 같이 정해진다.(그림 2)

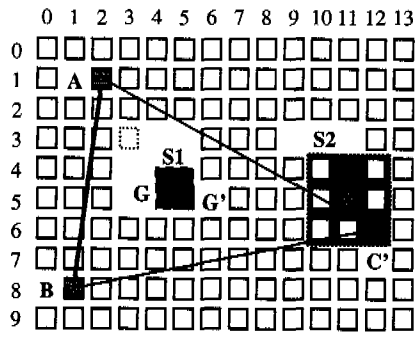
$$x_G = \frac{x_A + x_B + x_C}{3}, y_G = \frac{y_A + y_B + y_C}{3} \quad (6)$$



■ : gravity center of triangle(G)
 ■ : vertices of triangle(A, B, C)

$$A(2,1), B(1,8), C(11,5) \quad G(4\frac{2}{3}, 4\frac{2}{3})$$

(a)



■ : integer gravity center of triangle(G')
 ■ : recovered vertex of triangle(C')
 ■ : dynamic range of gravity center(S1)
 ■ : dynamic range of recovered vertex(S2)

$$G(4\frac{2}{3}, 4\frac{2}{3}) \rightarrow G'(5,5)$$

$$C(11,5) \rightarrow C'(12,6)$$

(b)

그림 4. 정수 값이 아닌 삼각형의 무게 중심

위 식으로부터 두 점 A, B가 주어지고, 무게 중심(G)이 주어지면, 세 번째 점 C는 쉽게 구할 수 있다.

$$x_c = 3x_g - (x_a + x_b), \quad y_c = 3y_g - (y_a + y_b) \quad (7)$$

이와 같은 방법으로 초기의 두 점 A, B가 부호화 되어 있다면, 다음으로 부호화 해야 할 세 번째 점 C를 부호화 하는 대신 무게 중심 G를 부호화한다. 이 때, 세 점 A, B, C로부터 구해진 무게 중심 G의 값은 두 가지 종류의 값을 가질 수 있다.

Case 1: G가 정수 값일 경우: 이 경우는 $(A+B+C = 3k, k: \text{정수})$ 인 경우이다. 점 A, B, G를 이용하여 복원된 점 C를 오차 없이 구할 수 있다. (그림 3)

Case 2: G가 정수 값이 아닌 경우: 이 경우는 $(A+B+C = 3k+1 \text{ or } 3k+2, k: \text{정수})$ 인 경우이다. (그림 4 (a)) G는 가장 가까운 정수 값(G')으로 되고 그림 4 (b)에서 보듯이 기존의 점 C는 새로운 점 C'이 된다. 이 때 무게 중심 G가 움직일 수 있는 영역 S1과 점 C가 움직일 수 있는 영역 S2의 범위는 다음과 같다.

$$-\frac{1}{3} \leq dx_{s1} \leq \frac{1}{3}, \quad -\frac{1}{3} \leq dy_{s1} \leq \frac{1}{3} \quad (8)$$

$$-1 \leq dx_{s2} \leq 1, \quad -1 \leq dy_{s2} \leq 1 \quad (9)$$

앞에서 살펴본 바와 같이 첫 번째 경우(case 1) 삼각형의 무게 중심을 이용하여 분포영역의 범위를 줄인 후 부호화 시 오차는 없다. 하지만 두 번째 경우(case 2)에는 정점을 부호화 하는데 있어서 1 화소의 오차가 생길 가능성이 존재한다.

정점 위치의 한 화소의 이동으로 인해 앞에서 정의된 오차 척도의 값은 전체 오차가 커질 수도 있고 줄어들 수도 있다^[4]. 본 논문에서 제안하는 기법은 근사 다각형의 정점을 부호화 하는데 한 화소의 오차를 허용함으로써 정보량을 줄이는 데 목적이 있다. 그림 5 (a)는 임의의 윤곽선의 다각 근사화 후 정점들의 분포(A, B, C, D, E)를 나타내고, 그림 5 (b)는 다각 근사화 정점을 이용하여 새롭게 변환된 무게 중심들의 분포(C', D', E')이다. 정점의 분포 영역이 좁아짐을 알 수 있다. 그리고 인접한 무게 중심들 간의 거리도 짧아진다. 그림 6은 children 영상에 대해서 다각 근사화 정점과 무게

중심들의 분포를 나타낸 예이다.

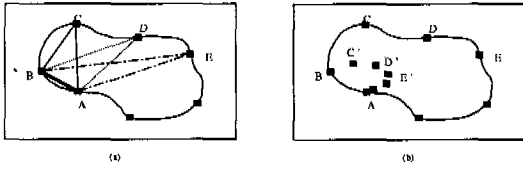


그림 5. 임의의 윤곽선의 (a) 다각 근사화 정점의 분포, (b) 무게 중심들의 분포

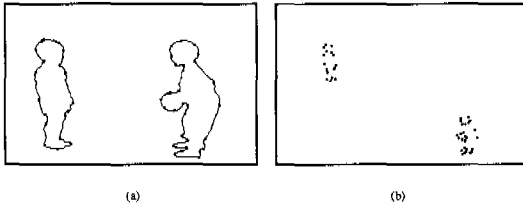


그림 6. Children 영상의 (a)다각 근사화 정점의 분포, (b)무게 중심의 분포

제안하는 기법은 전체 근사화 정점들 중 정점들 간의 거리가 가장 긴 두 정점을 기준으로 하여 나머지 정점들은 순차적으로 무게 중심을 구해서 부호화 한다. 가장 거리가 긴 두 정점을 선택함으로써, 부호화할 다른 정점들의 분포영역의 크기를 가장 효율적으로 줄일 수 있다. 이렇게 구해진 무게 중심들은 기존의 부호화할 정점들의 분포와 비슷한 모양을 가지고, 그 분포영역은 좁아진다. 이는 무게 중심들간의 상대적인 위치가 가까워진다는 것을 의미하고, 이로 인해 부호화 효율을 높일 수 있다. 앞에서 설명한 두 번째 경우(case 2) 한 화소의 오차가 생길 수 있지만, 항상 기준의 두 정점과 부호화할 정점을 이용하여 삼각형을 만들어 무게 중심을 구하므로, 이전 정점이 한화소의 오차가 발생하더라도 다음 정점에는 오차가 전파되지는 않는다.

V. 모의 실험 및 고찰

실험 환경

정점 기반 모양 부호화 기법의 성능을 비교하기 위해 모의 실험을 하였다. 특히, 정점의 절대좌표, 정점간의 상대 좌표, 8진 기반 부호화 기법, 그리고 이 논문에서 제안한 삼각형의 무게 중심을 이용한

기법들의 성능을 비교하였다. 모의 실험에 사용된 영상 시퀀스는 stefan영상과 children영상이다. 영상의 크기는 352x240(SIF format)이고, 각 영상 시퀀스 1번부터 10번까지를 사용하였다. 정점 선택은 순차적인 기법을 사용하였다. 순차적인 정점 선택기법이란 윤곽선을 순차적으로 따라 가면서 원 윤곽선과 근사 직선사이의 최대 거리가 주어진 D_{max} 값을 넘어서게 되면 그 점을 정점으로 선택하는 기법이다. D_{max} 값은 0, 0.5, ..., 15까지 사용하였다. 여기서 D_{max} 는 원 윤곽선과 근사 다각형 사이의 최대 오차 거리를 나타낸다. 성능 비교를 위한 왜곡 척도는 식 (1)에서 구한 최대 변이와 식 (3)에서 구한 평균 변이를 사용하여, 식 (5)의 case 2를 사용한다. 실험 결과는 각 시퀀스의 결과의 평균값을 나타낸 것이다.

실험 결과

그림 7은 children영상에 대한 실험 결과를 보여준다. 그림 7 (a)는 왜곡 척도로 최대변이를 사용한 결과이고, (b)는 평균 변이를 사용한 결과이다. 그림 7의 위 부분의 그림은 윤곽선 화소당 비트량이 0에서 12까지의 결과를 보이는 것이고, 아래 부분의 그림은 작은 비트량에서의 결과를 확대한 그래프이다. 그림 8은 stefan영상에 대한 실험 결과를 보여준다. 그림 8 (a)는 왜곡 척도로 최대변이를 사용한 결과이고, (b)는 평균 변이를 사용한 결과이다. 마찬가지로 그림 8의 위 부분의 그림은 윤곽선 화소당 비트량이 0에서 12까지의 결과를 보이는 것이고, 아래 부분의 그림은 작은 비트량에서의 결과를 확대한 그래프이다.

실험 결과에서 보듯이 본 논문에서 제안한 기법이 왜곡 비트율 측면에서 우수한 성능을 보인다. 특히, 손실 부호화 기법이 효율적으로 사용될 수 있는 범위인 D_{max} 가 2~4 인 범위에서 기존의 기법보다 20% 이상의 성능이 향상 되었음을 볼 수 있다. D_{max} 가 작은 범위($D_{max} = 0 \sim 1.0$)에서는 제안하는 기법이 기존의 기법들에 비해 성능이 떨어짐을 볼 수 있다. 이는 작은 왜곡 구간에서는 삼각형의 무게 중심을 사용하여 줄어드는 비트량 보다 한 화소의 오차에 의한 영향이 크기 때문이다. 그림 7과 그림 8의 위쪽 두 그래프에서 보면, 각 데이터의 오른쪽 끝은 $D_{max} = 0$ 인 경우를 나타내는데 제안된 기법에서는 비트량은 다른 기법에 비해 많이 감소되었지만, 한 화소의 오차로 인해 근사 다각형과 원 윤곽선 사이에 줄어들지 않는 오차가 존재하게 된다.

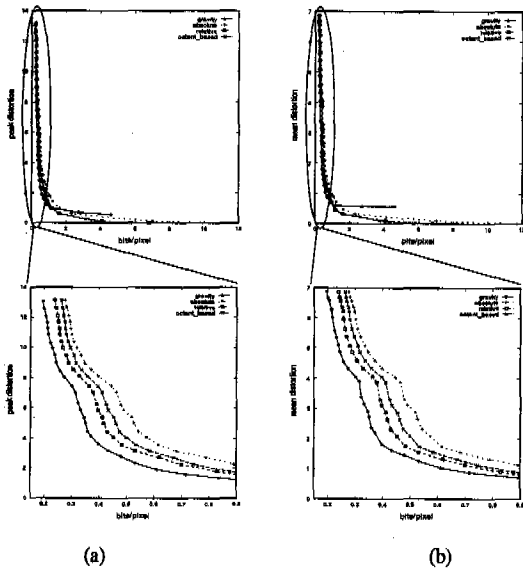


그림 7. children영상의 웨이블릿계수 그래프 (a) 최대 변이 (b) 평균 변이

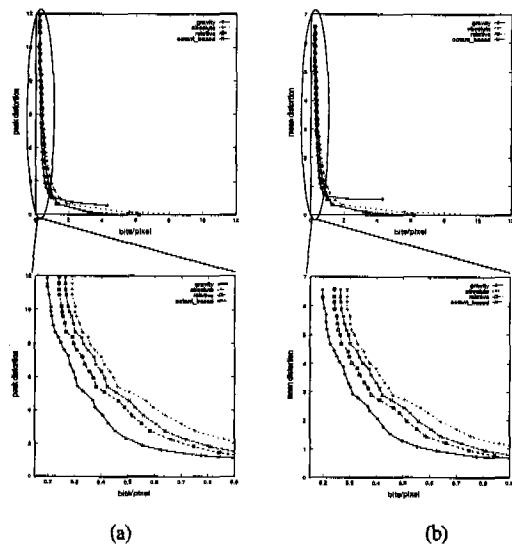


그림 8. stefan영상의 웨이블릿계수 그래프 (a) 최대 변이 (b) 평균 변이

그림 9는 children영상에서 다각 근사화 정점을 이용하여 만들어진 무게 중심들의 분포를 나타낸다. 기존의 정점들의 분포 영역보다 무게 중심들의 분포 영역이 좁다는 것을 보여준다. 그림10은 D_{max} 값의 변화에 따른 복원 영상을 나타낸다. 그림에서 보듯이 제안한 기법과 기존의 기법이 복원된 영상에서 거의 같은 성능을 보인다. 특히, D_{max} 가 1.5

이상에서는 두 기법이 거의 같은 복원 영상의 모습을 보여줌을 알 수 있다.

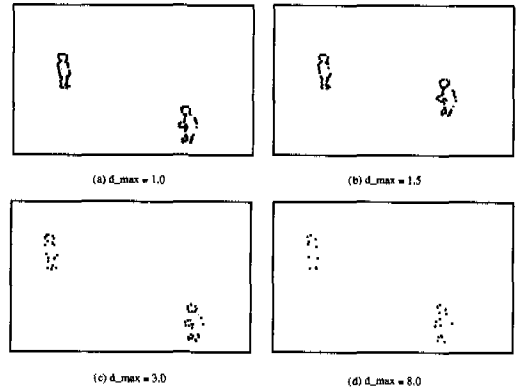


그림 9. Children영상의 무게 중심들의 분포

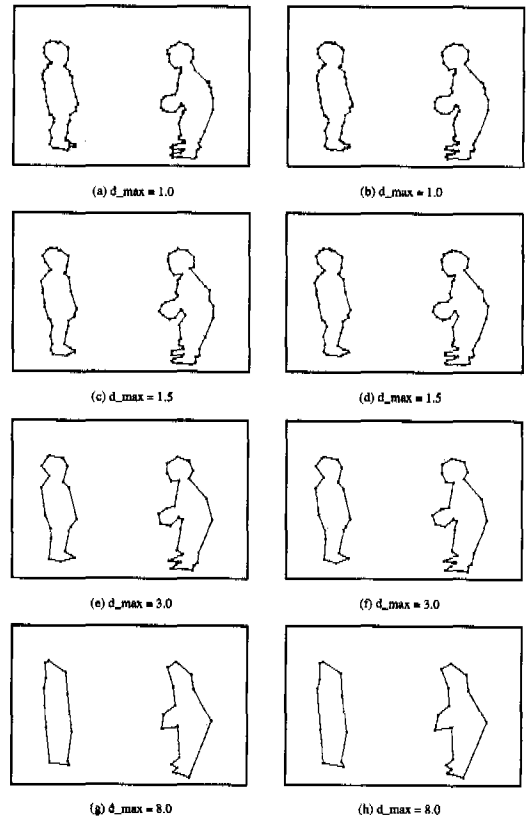


그림 10. 복원 영상 (a)(c)(e)(g) 제안한 기법, (b)(d)(f)(h) 기존의 기법

VI. 결론

본 논문에서는 물체의 모양 정보를 부호화 하는 기법 중 윤곽선을 기반으로 한 부호화 기법에서 널리 사용되고 있는 다각 근사화 정점을 부호화 하는 새로운 기법을 제안한다. 이 기법은 근사 다각형의 정점 셋을 이용하여 분포 영역이 좁은 삼각형의 무게 중심들을 만들고, 이들의 상대적인 위치를 부호화한다. 기존의 기법들은 정점의 위치는 그대로 둔 상태에서 절대 좌표나, 상대적인 좌표, 혹은 상대적인 좌표의 크기와 방향의 정보를 이용하여 부호화를 시도하였다. 제안하는 기법은 재현 정점에 한 화소의 오차를 허용함으로써 부호화 효율을 높였으며, 이는 실제 비트율-왜곡측면에서 우수한 성능을 보였다. 특히, D_{max} 가 큰 범위에서는 아주 우수한 성능을 보인다. 제안하는 기법은 MPEG-7이나, 패턴 인식 분야에서 데이터 베이스를 구축하는데 효율적으로 사용될 수 있을 것으로 보인다.

참고 문헌

- [1] Nirwan Ansari, and Kuo-Wei Huang, "Non-Parametric Dominant Point Detection," *Pattern Recognition*, Vol.24, No. 9, pp. 849-862, 1991.
- [2] Hun-Cheol Lee, Min-Sup Kim, Cheong-Woo Lee, Seong-Dae Kim, "Partial Shape Recognition Using Feature Element Matching," *Proceedings of the 1996 KSPC*, Vol. 9, part 1, pp. 339-342, 1996.
- [3] J. Ostermann, Ed., "Core experiments on MPEG-4 video shape coding," International Standards Organization, ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11 N1584, Seville meeting, Feb. 1997.
- [4] Kevin J. OConnell, "Object-Adaptive Vertex-Based Coding Method," *IEEE Trans. On CSVT*, Vol. 7, No.1, Feb. 1997.
- [5] Aggelos K. Katsaggelos, et al., "MPEG-4 and Rate-Distortion-Based Shape-Coding Techniques," *Proceedings of the IEEE*, Vol. 86, No. 6, June 1998.
- [6] MPEG Video Group, "Description of core experiments on shape coding in MPEG-4 video," in ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11 N1326, Tampere, July 1996.

윤 병 주(Byoung-Ju Yun)

정회원



1970년 6월 30일생

1993년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업 (공학사)

1996년 2월 : 한국 과학 기술원 전기 및 전자 공학과 졸업 (공학 석사)

1996년 3월~현재 : 한국 과학 기술원 전기 및 전자공학과 박사과정

<주관심 분야> 영상 코딩, 영상 처리, 컴퓨터 비전

강 현 수(Hyun-Soo Kang)

정회원



1969년 5월 18일생

1991년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업 (공학사)

1994년 2월 : 한국 과학 기술원 전기 및 전자 공학과 졸업 (공학 석사)

1999년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자 공학과 졸업 (공학 박사)

1999년 3월~현재 : 현대 전자(주) 정보통신 연구소 선임 연구원

<주관심분야> 영상 신호 처리, 영상 코딩

조 순 제(Soon-Jae Cho)

정회원



1971년 2월 15일생

1992년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업 (공학사)

1994년 2월 : 한국 과학 기술원 전기 및 전자 공학과 졸업 (공학 석사)

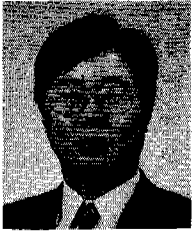
1999년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자 공학과 졸업 (공학 박사)

1999년 3월~현재 : 삼성 전자

<주관심분야> 영상 처리, VLSI 설계, 컴퓨터 비전

김 성 대(Seong-Dae Kim)

정회원



1953년 12월 26일생

1977년 : 서울대학교 전자공학과
졸업 (공학사)

1979년 : 한국 과학 기술원 전기
및 전자 공학과 졸업 (공학 석사)

1983년 : 프랑스 INPT
ENSEEIHТ 졸업 (공학 박사)

1994년 ~ 현재 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과
교수

<주관심분야> 영상 처리, 영상 통신, 컴퓨터 비전,
VLSI 구현 등