

논문 2004-41SP-3-13

동적 프로그래밍에 기반한 윤곽선 근사화를 위한 정점 선택 방법

Vertex Selection Scheme for Shape Approximation Based on Dynamic Programming

이 시 응*, 최 재 각**, 남 재 열***

(Si-Woong Lee, Jae Gark Choi, and Jae-Yeal Nam)

요 약

본 논문은 다각형 기반 윤곽선 근사화를 위한 새로운 정점 선택 방법을 제안한다. 제안된 방법은 초기 정점 선택 단계와 정점 조절 단계로 구성된다. 먼저 기존의 순환적인 정점 선택 기법(Iterative Refinement Method: IRM) 또는 순차적인 정점 선택 기법(Progressive Vertex Selection: PVS)을 사용하여 초기 정점이 윤곽선상에 놓이도록 초기 정점을 선택한다. 이렇게 선택된 초기 정점은 원 윤곽선의 부분 집합을 구성하게 된다. 두번째 단계에서 정점 조절 과정을 수행하게 되는데, 최종 정점의 위치를 윤곽선상으로 국한하지 않고, 주어진 왜곡 척도하에서 최적인 정점들을 얻는다. 이때 전역적인 관점에서 최적인 최종 정점들을 얻기 위하여 동적 프로그래밍을 사용한다. 제안된 방법은 동적 프로그래밍을 사용함으로써 반복적인 과정없이 전역적 관점에서 최적인 정점들을 선택할 수 있다. 실험결과, 제안된 방법이 기존의 방법들보다 우수한 성능을 나타내었다.

Abstract

This paper presents a new vertex selection scheme for shape approximation. In the proposed method, final vertex points are determined by "two-step procedure". In the first step, initial vertices are simply selected on the contour, which constitute a subset of the original contour, using conventional methods such as an iterated refinement method (IRM) or a progressive vertex selection (PVS) method. In the second step, a vertex adjustment process is incorporated to generate final vertices which are no more confined to the contour and optimal in the view of the given distortion measure. For the optimality of the final vertices, the dynamic programming (DP)-based solution for the adjustment of vertices is proposed. There are two main contributions of this work. First, we show that DP can be successfully applied to vertex adjustment. Second, by using DP, the global optimality in the vertex selection can be achieved without iterative processes. Experimental results are presented to show the superiority of our method over the traditional methods.

Keywords: shape coding, polygonal approximation, dynamic programming

I. 서 론

MPEG-4는 장면(scene)을 분리된 비디오 객체들(video objects: VO)의 관계로 표현함으로써 영상 내용에 기반을 둔 다양한 기능 및 부호화(content-based

functionalities and coding)를 추구하고 있다. 임의의 모양을 가지는 비디오 객체(generally shaped object)는 객체 단위의 접근, 조작, 편집(access, manipulation and editing)과 같은 다양한 대화형 멀티미디어(interactive multimedia) 서비스를 가능케 한다. 이러한 객체 단위의 멀티미디어 조작을 위해서는 비디오 객체를 질감(texture) 정보와 함께 모양(shape) 정보로 기술되어야 한다. 따라서 모양 정보 부호화는 임의의 모양을 가지는 비디오 객체를 효과적으로 부호화하고 표현하는데 필수적이다.

기존의 모양 정보 부호화 방법(shape coding method)은 비트맵 기반 방법(bitmap-based scheme)과 윤

* 정회원, 한밭대학교 정보통신컴퓨터공학부
(Hanbat National University, School of Information Communication and Computer Engineering)

** 정회원, 동의대학교 컴퓨터공학과
(Donggeui University, Dept. of Computer Eng.)

*** 정회원, 계명대학교 컴퓨터공학과
(Keimyung University, Dept. of Computer Eng.)

접수일자: 2003년3월11일, 수정완료일: 2004년4월30일

곽선 기반 방법(contour-based scheme)으로 나눌 수 있다. 비트맵 기반 방식에는 CAE(context-based arithmetic coding)^[12]와 modified MMR(modified modified read)^[13] 등이 있다. 비트맵 기반 방식은 객체 전체를 모양 블록(shape block)으로 나누고 각 모양 블록의 비트맵을 부호화 하는 방식이다. 그러나 비트맵 방식은 기본적으로 블록 기반 부호화 방식이기 때문에 계단 효과(staircase effect)와 같은 화질 열화가 나타날 수 있다. 윤곽선 기반 방식은 이러한 단점을 피할 수 있는 대안으로 생각할 수 있다. 윤곽선 기반 방법은 객체의 경계, 즉 윤곽선을 따라 일주함으로써 윤곽선을 부호화하게 된다. 윤곽선 기반 부호화 방법에 대한 많은 연구가 이루어져왔는데 이들 중 다각형 근사화 기반 방식(polygon-based method)이 화질제어가 용이한 장점으로 많은 관심을 끌고 있다. 이 방법은 객체의 윤곽선을 직선 성분의 조각들로 구성된 다각형으로 근사화하는 방법인데, 이때 원 윤곽선(original contour)과 근사화된 윤곽선 사이의 오차가 주어진 문턱값 이하가 되도록 윤곽선을 근사화한다.

본 논문은 다각형 근사화 방식을 위한 새로운 정점 선택 방법(vertex selection)을 제안한다. 제안된 방법은 두 단계로 구성된다. 첫 단계에서 초기 정점(initial vertex)을 선택하는데 초기 정점의 선택은 기존의 IRM^[2,3] 방법 또는 PVS^[3] 방법을 사용한다. 두번째 단계에서 초기 정점들을 최적의 위치로 이동시키는 정점 조절 단계(vertex adjustment step)를 거치게 되는데 이것이 본 논문의 핵심 내용이다. 정점들을 전역적인 관점에서 최적 위치(global optimality)로 이동시키기 위해 본 논문에서는 동적 프로그래밍을 사용하는 해결책을 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 제 II장에서 기존 관련 연구들에 대해 기술한다. 그리고 기존 방식의 문제점들을 분석하고 이를 위한 해결책을 제시한다. 제 III장에서 제안된 정점 선택 방법에 대해 기술한다. 제 IV장에서 모의실험을 통해 제안된 방식의 성능을 검토하고, 마지막으로 제 V장에서 결론을 맺는다.

II. 다각형 기반 모양 정보 부호화 방식의 고찰

그림 1은 다각형 근사화에 기반한 윤곽선 부호화 방식의 일반적인 블록도를 나타낸다^[8]. 먼저 비디오 객체의 모양 정보를 포함하는 분할 마스크를 필요한 수준의 레벨로 공간 해상도를 낮추고, 불필요한 잡음 및 에지

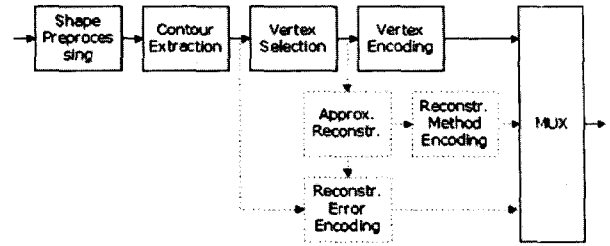


그림 1. 다각형 기반 모형 부호화의 블록도
Fig. 1 Block diagram of polygon-based shape encoder

의 거친 부분(edge jaggedness)을 제거하는 사전처리(pre-processing) 단계를 거친다^[4,5]. 그런 뒤, 분할 마스크로부터 최종 윤곽선이 결정된다. 정점 선택 모듈(Vertex selection (VS) module)에서 주어진 오차 척도(distortion criteria) 또는 전체 정점수의 제한(limit on the number of vertices)을 기준으로 윤곽선을 다각형으로 근사화하는 정점들을 결정한다. 최종적으로 정점 부호화 모듈(vertex encoding (VE) module)에서 근사화된 윤곽선에 해당하는 정점의 리스트를 부호화한다^{[6]-[8]}. 일부 정점 기반 모양 부호화 방식에서는 그림 1의 점선으로 표시된 부분처럼 객체의 윤곽선을 재생하고 원 윤곽선과 재생된 윤곽선과의 오차성분을 부호화하기도 한다.

정점 선택을 위해 일반적으로 두가지 방법이 널리 사용되고 있다. IRM 방법^[2,3]은 윤곽선을 다각형으로 근사화 할 때, 근사화 오차가 주어진 허용오차, δ 이하가 될 때까지 다각형을 순환적으로(recursive) 분할하는 방법이다. PVS 방법^[3]은 윤곽선상의 한 초기점에서 시작하여, 윤곽선으로부터 거리가 δ 이하인 가장 긴 선분을 얻을 때 까지 윤곽선을 따라 이동하는 방식이다. 현재 다각형 선분의 끝이 다음 선분의 시작점으로 사용하여 위의 과정을 반복하게 된다.

IRM 및 PVS 두 가지 방식은 모두 다각형의 모든 정점들이 윤곽선상에 위치하도록 정점들에서 선택한다. 이러한 제한은 정점들이 위치할 수 있는 가능한 점들의 수를 줄임으로써 구현문제를 간단히 한다. 그러나 이러한 제한은 동시에 전역적 관점에서 최적의 정점 선택을 어렵게 한다. 따라서 그림 1의 정점 선택 모듈(VS)와 정점 부호화 모듈(VC) 사이에 정점 조절 단계라는 새로운 단계를 삽입하여 더욱 정확한 근사화가 가능하도록 초기 정점들을 이동시킬 수 있다. 최근 참고문헌^[14]에서 정점 조절 단계를 사용하는 방법이 제안되었다. 이 방법은 초기 정점을 중심으로 8x8 창을 구성한 뒤, 창내에서 초기 정점을 한 화소씩 이동시키면서 오차가

가장적인 화소를 최종정점으로 선택하였다. 그러나 이 방법은 고려중인 정점의 위치가 전체 정점에 대한 왜곡을 고려하여 선택된 것이 아니라, 8x8 창내의 국부적인 왜곡을 고려하여 결정되었기 때문에 국부적인 측면에서 오차를 최소화한 방법이다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 이 방식논문에서는 측정된 왜곡이 더 이상 감소하지 않을 때까지 본 과정을 반복하였다. 그러나 이러한 반복과정은 많은 처리시간을 요할 뿐 아니라, 하는 이러한 반복적인 방법이 전체적인 왜곡을 줄일 수는 있지만 전역적인 최적화를 보장할 수 없다하지는 않는다. 따라서 본 논문에서는 동적 프로그래밍을 이용하여, 반복적인 과정없이 전역적인 최적화를 보장하는 새로운 정점 조절 단계를 포함하는 다각형 근사화를 위한 기법을 이용한 정점 선택 방법을 제안한다.

III. 동적 프로그래밍을 이용한 정점 조절 방법

동적 프로그래밍은 국부적 최소화를 피하는 최적화 방법으로 컴퓨터 비전 분야에서 가변치 문제(variational problem)에 널리 적용되어 왔다^{[3][15][16][17]}. 본 절에서는 윤곽선 근사화를 위한 최적 정점 선택을 위해 동적 프로그래밍에 기반한 정점 조절 방법을 제안한다.

A. 문제정의(Problem Definitions)

객체의 연결된 윤곽선을 $C = \{c_0, \Lambda, c_{M-1}\}$ 로 정의하면, C 는 순서집합(ordered set)으로 표시된다. 여기서 c_j 는 C 상의 j 번째 점이고 M 은 C 상에 있는 점들의 총수이다. 윤곽선이 폐곡선인 경우, $c_0 = c_M$ 이 된다. 객체를 다각형(polygon)으로 근사화하는 경우, 다각형의 N 개의 정점 위치(vertex locations)의 순서집합을 $V = \{v_0, v_1, \Lambda, v_{N-1}\}$ 로 표시하면 v_k 는 V 의 k 번째 정점이 된다.

정점의 수, N 이 주어진 경우, 최적 정점 선택은 식 (1)의 최소 왜곡 척도(minimal distortion criterion)을 만족하는 집합 $V^{opt} = \{v_0^{opt}, v_1^{opt}, \Lambda, v_{N-1}^{opt}\}$ 을 찾는 것이다.

$$E(V^{opt}) < E(V) \text{ for any } V \neq V^{opt} \quad (1)$$

여기서 $E(\cdot)$ 는 다각형 근사화의 품질을 결정하는데 사용할 수 있는 다각형 왜곡 척도(polygon distortion

measure)를 나타낸다.

앞에서 언급한 것처럼, IRM 또는와 PVS와 같은 기존 방법들은 근사화 정점들이 원 윤곽선(original contour) 상에 놓이도록, 즉 $V \subset C$ 가 되도록 제한함으로써, 정점 선택시 강한 제한(hard constraint)을 부여한다. 이 경우 두 개의 연속된 정점 v_{k-1} 및 v_k 을 연결하는 k 번째 근사화 조각(k th polygon segment)은 $(l+1)$ 개의 윤곽선상의 점들을 포함하는 부분 윤곽선(partial contour), $\{c_j = v_{k-1}, c_{j+1}, \Lambda, c_{j+l} = v_k\}$ 에 대한 근사화를 나타낸다.

일반적으로 윤곽선을 근사화하는 다각형은 이론적으로 영상 평면 어디에나 다각형의 정점을 둘 수 있다. 그러나 실제 구현측면을 고려하여, 정점 조절 단계에서 각 정점의 허용할 수 있는 위치(admissible location)에 약한 제한(weak constraint)을 둔다. 즉, v_i^{opt} 의 위치가 v_i^0 를 중심으로 한 크기가 L 인 관측창 내에 놓인다고 가정한다. 여기서 v_i^0 는 IRM 또는PVS 방법에 의해 얻어진 초기정점이다. 관측창의 크기, L 의 결정은 계산량과 성능사이의 trade-off 문제이다. 만일 L 을 영상 전체의 크기로 할 경우, 가정된 약한 제한을 하지 않게 된다. 이러한 관점에서 보면, 정점 조절 단계는식 (2)를 만족하는 새로운 다각형 정점, $V^{opt} = \{v_0^{opt}, v_1^{opt}, \Lambda, v_{N-1}^{opt}\}$ 을 찾는 것으로 나타낼 수 있다.

$$E(V^{opt}) < E(V) \text{ for any } V \neq V^{opt},$$

$$v_i \in \text{neighborhood}(v_i^0) \quad (2)$$

여기서 v_i 는 V 의 i 번째 정점이고 v_i^0 의 사전 정의된 이웃 영역(predefined neighbor region) 내에 존재한다.

B. 평가척도(Evaluation Criteria)

윤곽선 근사화의 품질을 평가하기 위하여 일반적으로 두 가지 평가 척도가 사용된다. 하나는 다각형의 근사화 된 세그먼트와 원 윤곽선사이의 최대간격(peak deviation)을 나타내는 유클리디안 거리의 최대치, d_{max}^* 이다. d_{max}^* 는 손실 윤곽선 부호화(lossy shape coding)

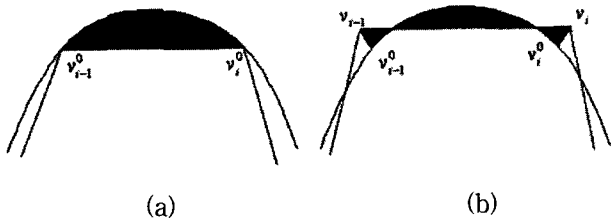


그림 2. 국부 왜곡 d_i 의 계산 (a) 기존 방법; (b) 제안 방법

Fig. 2 Computation of local distortion d_i (a) conventional method; (b) proposed method

가 객체의 형태에 변화를 유발하는 경우에 효과적인 척도가 아닐 것으로 알려져 있다^[1]. 다른 척도는 근사화한 다각형과 원 윤곽선사이의 오차 면적을 원 모양(original shape)의 면적으로 정규화한 d_n 이다. 본 논문에서는 두 번째 척도를 평가 기준으로 사용한다. 그리고 다음부터 표기상의 모호성을 피하기 위해 d_n 에서 첨자 n 을 생략한다.

근사화된 다각형의 전체 왜곡은 N 개의 부분 왜곡 (partial distortions)의 합, $d = \sum_i d_i$ 로 주어지고, 여기서 d_i 는 i 번째 다각형 세그먼트에 의한 왜곡을 나타낸다. 정점을 윤곽선상에 위치시키는 기존 방법에서 d_i 는 그림 2(a)에 주어진 것처럼 선 세그먼트(line segment) $\overline{v_{k-1}^0 v_k^0}$ 와 윤곽선 점들의 부분집합(subset of contour points) $\{c_j = v_{k-1}^0, c_{j+1}, \Lambda, c_{j+l} = v_k^0\}$ 에 의해 둘러싸인 면적으로 계산된다. 제안된 방법에서는 윤곽선 상에 위치하지 않는 점들을 정점으로 사용할 수 있기 때문에 근사화 세그먼트와 윤곽선 점들의 부분집합사이에 직접적인 대응은 없다. 따라서 정점 조절 단계에서 세그먼트 왜곡 d_i 는 그림 2(b)처럼 $\overline{v_{k-1} v_k}$, $\overline{v_{k-1} v_{k-1}^0}$, $\overline{v_k v_k^0}$ 와 $\{c_j = v_{k-1}^0, c_{j+1}, \Lambda, c_{j+l} = v_k^0\}$ 에 의해 둘러싸인 면적으로 정의된다.

C. 동적 프로그래밍을 이용한 정점조절(Vertex Adjustment Using Dynamic Programming)

동적 프로그래밍은 다단계 프로세스(multistage process)의 전역 최적(global optimum)을 찾는 방법이다. 이것은 주어진 두 경로사이의 최적 경로는 그 최적 경로상에 놓인 어떤 두 점 사이에서도 역시 최적임을

나타내는 Bellman의 원리(Bellman's principal)에 기반하고 있다^[11].

동적 프로그래밍을 정점 조절에 적용하기 위하여, N 개의 정점들을 N 단계(stage)를 갖는 순방향연결 그래프(a forward-connected graph)로 생각하고, 각 단계는 정점의 허용 가능한 수인 L 개의 가능한 상태 (possible states)를 가진다고 생각한다. 이때 각 단계에서 식 (3)을 계산한다.

$$d^n = \sum_{i=0}^n d_i, \quad n = 0, \Lambda, N - 1 \tag{3}$$

여기서 d_n 은 단계 n 까지의 왜곡을 나타내고, d_i 는 i 번째 단계에서의 국부 왜곡(local distortion)을 나타낸다. 최적 다각형(optimum polygon)은 d^{N-1} 이 최소가 되도록 정점 $v_i, i = 0, \Lambda, N - 1$ 를 연결함으로써 주어진다.

i 번째 정점 선택 과정에서 그림 3처럼 초기 정점 v_i^0 을 중심으로 크기 L 인 정방형 관측창이 사용된다. 관측창 내의 모든 가능한 점들에 대해 왜곡 d^i 를 식 (4) 처럼 계산한다.

$$d^i(l_i) = \min_{l_{i-1}} \{d_i(l_{i-1}, l_i) + d^{i-1}(l_{i-1})\}, \quad l_i = 1, \Lambda, L \tag{4}$$

여기서 l_{i-1} 와 l_i 는 각각 정점 v_{i-1} 및 v_i 에 대한 탐색 위치에 대한 인덱스를 나타낸다. 각 l_i 에 대해, 출발 정점에서 l_i 까지 오직 하나의 경로만이 선택되고 다음 단계를 위해 기록된다. $i = N - 1$ 단계에서 최소 전체 왜곡(minimal total distortion)이 찾아진다. 동적 프로그래밍을 위해서는 2종류의 테이블이 필요한데, 하나는 L 개의 $d^i(l_i)$ 값을 포함하는 왜곡 테이블(distortion table)이고 다른 하나는 l_i 까지의 최적 경로를 저장하는 경로 테이블(path table)이다.

전체적인 정점 선택 과정은 다음과 같다.

1. IRM 또는 PVS 방법을 사용하여, 초기 정점 집합 (a set of initial vertices), V^0 을 결정한다.

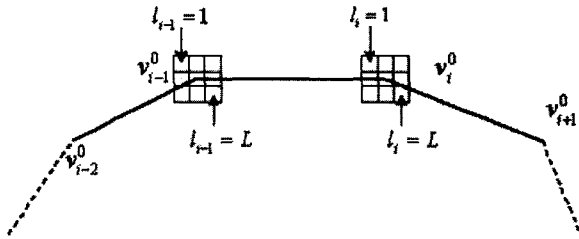


그림 3. 정점 조절을 위한 탐색 위치
Fig. 3 Search locations for vertex adjustment

2. 첫 정점에 대한 최적점을 $v_0^{opt} = v_0^0$ 로 고정한다. 이것은 폐곡선의 조건(condition of a closed contour), $v_N = v_0$ 을 위해 필요하다.
3. $d^1(l_1) = d_1(v_0^0, l_1)$ 에 따라 $d^1(l_1), l_1 = 1, \Lambda, L$ 을 계산하고 이 값들을 왜곡 테이블에 저장한다.
4. 단계(stage number) i 를 증가한다.
5. 각 l_i 에 대해, 식 (4)에 따라 $d^i(l_i)$ 을 계산하고 왜곡 테이블과 경로 테이블의 내용을 갱신한다.
6. $i \neq N-1$ 이면 step 3으로 가서 위의 과정을 반복한다. $i = N-1$ 이면 $d^{N-1}(l_{N-1}) = \min_{l_{N-2}} \{d_{N-1}(l_{N-2}, l_{N-1}) + d_N(l_{N-1}, v_0^0) + d^{N-2}(l_{N-2})\}$ 에 따라 $d^{N-1}(l_{N-1}), l_{N-1} = 1, \Lambda, L$ 을 계산한다.
7. $d^{N-1}(l_{N-1}), l_{N-1} = 1, \Lambda, L$ 중 최소값을 선택하면, 이것에 대응되는 경로(path history)가 최적 경로로 최적 정점 선택이 된다.

위에 기술된 과정에서 첫 번째 정점이 고정되어 있다고 가정하였다. 즉, $v_0^{opt} = v_0^0$. 물론 v_0^{opt} 선택을 위해, L 개의 선택 가능한 위치에 대해 최적 정점을 탐색하는 것이 더욱 일반적이다. 하지만 실험결과, 계산시간이 L 만큼 증가될 뿐, 이것이 현저한 성능향상을 나타내지 않았다. 그러므로 효율적인 구현을 위해 첫 번째 정점은 초기 정점으로 고정하였다.

동적 프로그래밍을 사용할 때, V^{opt} 선택을 위해 필요한 계산량은 현저하게 줄어들게 된다. 각 단계에서, l_i 의 각 위치에 대한 최소 $d^i(l_i)$ 를 탐색해야 한다. 이처럼, 각 정점에 대한 L 개의 가능한 점들이 있다면, 전체 탐색 작업의 수는 $L^2(N-1) + L$ 이다. 만일 V^{opt}

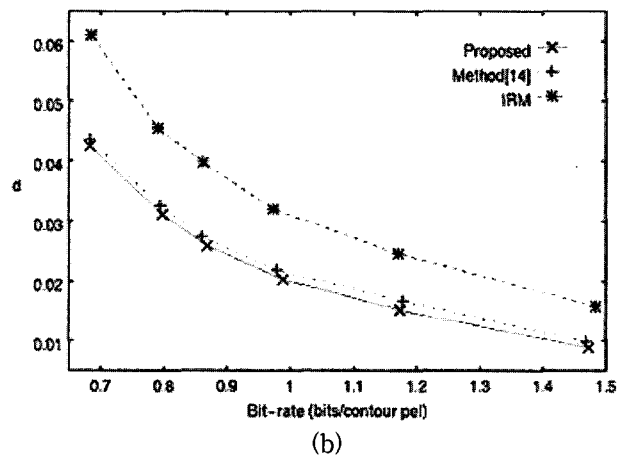
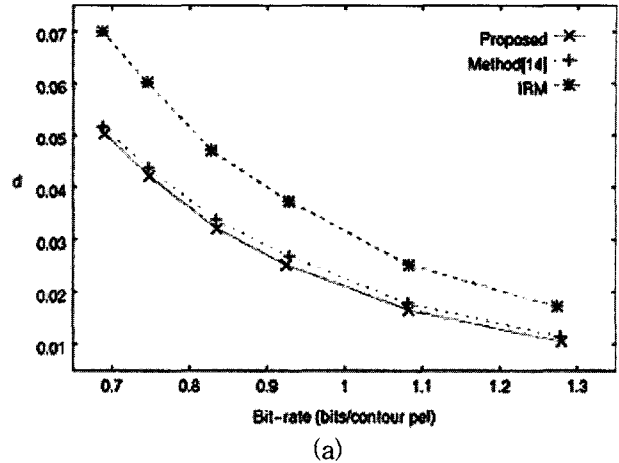


그림 4. 3가지 방법에 대한 평균 율-왜곡 곡선 (a) "Stefan": (b) "Children"
Fig. 4 Averaged rate-distortion curves for three methods: (a) "Stefan": (b) "Children"

을 찾기 위해, 전역탐색(exhaustive searches)을 할 경우, L^{N-1} 개의 탐색 작업이 필요하다. N 과 L 이 클 경우, 전역탐색은 동적 프로그래밍을 사용한 경우보다 훨씬 많은 탐색 작업이 필요하게 된다.

IV. 실험결과

본 절에서는 기존 방법에 비해 제안된 정점 선택 방법의 우수성을 나타내기 위한 실험이 수행되었다. 실험을 위해 표준 SIF(352X240) MPEG-4 테스트 시퀀스를 사용하였다. 넓은 범위의 d_{max} 에 대한 율-왜곡 곡선(rate-distortion curve)을 객관적인 평가 척도(objective performance measure)로 사용하였다. 선택된 정점을 부호화하기 위해, 참고문헌 [8]의 방법을 사용하였는데, 이 방법은 정점간의 상대적 위치의 동적범위를 적응적으로 표현한 부호화 방식인 참고문헌 [8]의 방법을 적

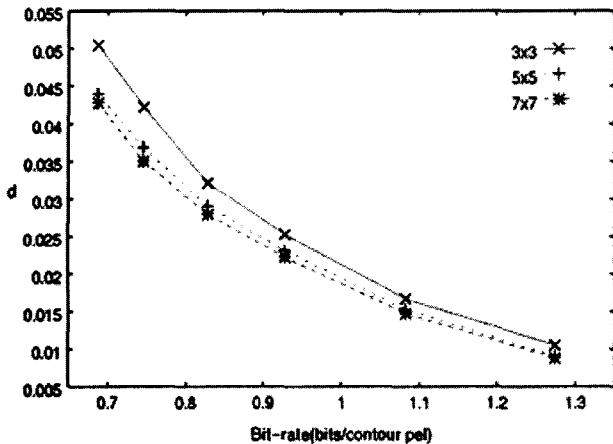


그림 5. 다양한 탐색창의 크기에 대한 율-왜곡 곡선
Fig. 5 Rate-distortion curves for various sizes of search window

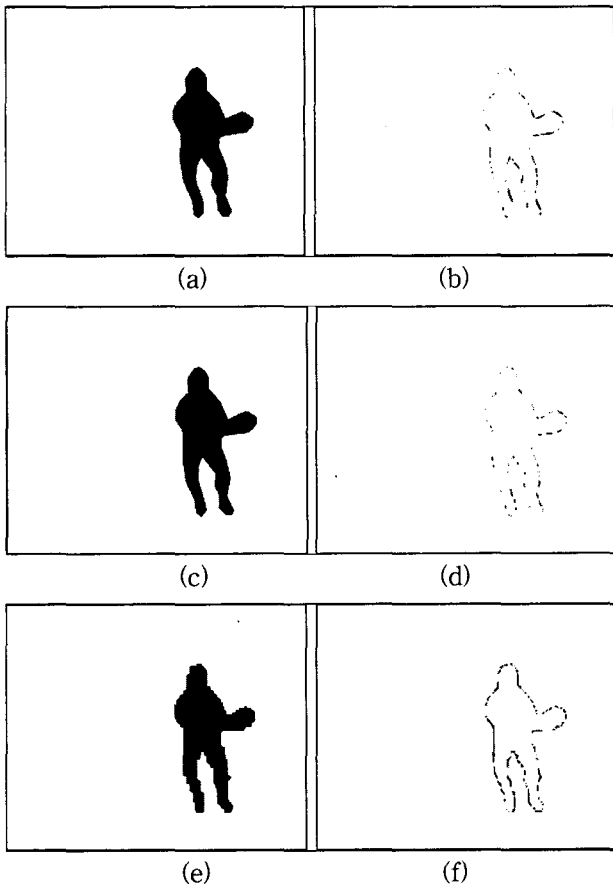


그림 6. 재생된 객체 마스크 및 대응되는 오차 영상 (a) IRM에 의한 재생 마스크: (b) (a)에 대한 오차 화소: (c) 제안된 방법에 의한 재생 마스크: (d) (c)에 대한 오차 화소: (e) CAE에 의한 재생 마스크: (f) (e)에 대한 오차 화소

Fig. 6 Reconstructed object masks and corresponding error images; (a) reconstructed mask for IRM; (b) error pixels for (a); (c) reconstructed mask for proposed method; (d) error pixels for (c); (e) reconstructed mask for CAE; (f) error pixels for (e)

용하였다.

그림 4는 "Children" 및 "Stefan" 시퀀스에 대한 율-왜곡 곡선을 나타낸다. 3가지 방법(IRM 방법, 참고문헌 [14] 방법, DP를 사용한 제안방법)에 대해, 10 프레임에 대한 평균 왜곡을 표시하였다. 실험의 정점 조절 과정에서 3x3 블록의 탐색창을 사용하였다. 실험결과에서 볼 수 있듯이, 제안된 방법이 IRM 방법에 비해 30~40% 에러 감소를 나타내었고, 참고문헌 [14] 방법에 비해 3~10% 에러 감소를 나타내었다.

탐색 영역의 크기가 제안된 방법의 성능에 미치는 영향을 분석하기 위해, 다양한 L 에 대해 왜곡을 측정하였다. "Stefan" 시퀀스에 대한 결과를 그림5에 나타내었다. L 의 결정은 계산량과 성능사이의 trade-off 문제이다. 탐색창의 크기가 클수록 윤곽선에 대한 정확한 근사화가 가능하다. 탐색창의 크기가 5x5 ($L=25$)일 경우 3x3($L=9$)인 경우에 비해 에러가 10% 감소하였으며, 7x7 ($L=49$)인 경우 5x5 ($L=25$)에 비해 에러가 평균 4% 감소하였다. 탐색창의 크기 L 이 증가할 경우, 계산량은 L^2 에 비례하여 증가하게 되므로 계산량과 성능을 동시에 고려하여 탐색창의 크기를 적절히 결정하여야 한다. 된다

기존 방법과 비교하여, 제안된 방법의 주관적 평가를 위하여, "Stefan" 시퀀스에 대한 재생 마스크(reconstructed mask)와 대응되는 오차 영상을 그림 6에 표시하였다. 오차 영상에서 오차 영역을 검은색으로 표시하였다. 각 방법에서 전체 비트는 동일하게 유지하였다. 결과로부터 윤곽선기반 방법(그림 6(a) 및 그림 6(c))이 CAE 방법(그림 6(e))보다 훨씬 자연스런 결과를 나타낼 수 있다. CAE 방법에서는 계단 효과(staircase effect)와 같은 화질 열화가 관찰되는데, 이것은 특히 낮은 비트율에서 블록 기반 방법의 피할 수 없는 현상이다. IRM 방법과 비교할 때, 제안된 방법에 의한 오차 면적이 IRM 방법에 의한 오차 면적보다 대략 반으로 줄어든다.

V. 결론

본 논문에서는 윤곽선의 다각형 근사화를 위한 새로운 효율적 정점 선택 방법을 제안하였다. IRM 과 PVS와 같은 기존 방법은 구현이 간단한 반면, 정점 선택의 최적성 측면에 문제가 존재한다. 따라서 제안된 방법은

2 단계를 거치게 되는데, 먼저 초기 정점이 선택되고, 정점 조절 단계에서 선택된 초기 정점이 전체 왜곡(overall distortion)을 최소화하는 위치로 조절된다. 이때 동적 프로그래밍을 최종 정점의 전역 최적성(global optimality)을 해결하는 수단으로 이용하였다. 실험결과, 제안된 방법이 기존방법보다 우수한 결과를 나타내었다.

참 고 문 헌

- [1] Aggelos K. Katsaggelos, et al., "MPEG-4 and Rate-Distortion-Based Shape-Coding Techniques," *Proceedings of the IEEE*, vol. 86, no. 6, pp. 1126-1154, June 1998.
- [2] U. Ramer, "An iterative procedure for the polygon approximation of planar curves," *Computer Graphics: Image Processing*, vol. 1, pp. 244-256, January 1972.
- [3] I.Pitas, *Digital Image Processing Algorithms*, NY: Prentice Hall 1993.
- [4] F. Bossen and T. Ebrahimi, "Region shape coding," in *ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG95/377*, Dallas, TX, Nov. 1995.
- [5] MPEG Video Subgroup, "MPEG-4 Video Verification Model (VM) version 1.0," in *ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 (MPEG) N1172*, Munich, Germany, Jan. 1996.
- [6] C. Y. Choo and H. Freeman, "An efficient technique for compressing chain-coded line drawing images," in *Conf. Rec. Twenty-Sixth Asilomar Conf. Signal, Systems and Comp.*, Oct. 1992, vol. 2, pp. 717-720.
- [7] J. W. Chung, J. K. Kim, and J. H. Moon., "Shape information reduction based on contour prediction and shape coding type," in *ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG95/461*, Dallas, TX, Nov. 1995.
- [8] K. J. O'Connell, "Object-adaptive vertex-based shape coding method," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 7, no. 1, pp. 251-255, Feb. 1997.
- [9] J. L. Kim, J. I. Kim, J. T. Lim, J. H. Kim, H. S. Kim, K. H. Chang, and S. D. Kim, "Daewoo proposal for object scalability," in *ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG 95/554*, Munich, Germany, Jan. 1996.
- [10] M. Lee and W. G. Chen, "Microsoft proposal for MPEG4," in *ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG 95/467*, Dallas, TX, Nov. 1995.
- [11] R. E. Bellman and S. Dreyfus, *Applied dynamic programming*, Princeton, N.J.:Princeton University Press 1962.
- [12] N. Brady, F. Bossen, and N. Murphy, "Context-based arithmetic encode of 2D shape sequences," *Special Session on Shape Coding, ICIP 97*, Santa Barbara, CA, 1997.
- [13] N. Yamaguchi, T. Ida, and T. Watanabe "A binary shape coding method using modified MMR," *Special Session on Shape Coding, ICIP 97*, Santa Barbara, CA, 1997.
- [14] MPEG Video Group, "Description of core experiments on shape coding in MPEG-4 video," *ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N1326*, Tampere, July 1996.
- [15] A. A. Amini, T.E.Weymouth, and R.C.Jain, "Using dynamic programming for solving variational problems in vision," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 12, no. 9, pp. 855-860 Sep. 1990.
- [16] Yue Fu, A. Tanju Erdem, and A.Murat Tekalp, "Tracking visible boundary of object using occlusion adaptive motion snake," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 9, no. 12, pp. 2051-2060, Dec. 2000.
- [17] A.K.Jain, *Fundamentals of Digital Image Processing*, Prentice-Hall, INC., 1989.

저 자 소 개

이 시 웅(정회원)
제40권 SP편 제1호 참조

최 재 각(정회원)
제40권 SP편 제1호 참조

남 재 열(정회원)
제40권 SP편 제1호 참조

