

# 블록기반 워터셰드 영역분할과 다각형 근사화를 이용한 특징점 추출

김영덕\*, 백중환\*

\*한국항공대학 통신정보공학과 대학원

## Feature Points Selection Using Block-Based Watershed Segmentation and Polygon Approximation

YoungDuk Kim\*, JoongHwan Baek\*

\*Dept. of Telecomm. & Inform. Eng., Graduate School, Hankuk Aviation University.

E-mail : jhbaek@mail.hangkong.ac.kr

### 요 약

본 논문에서는 2D 자연영상을 MPEG-4의 메쉬 구조로 압축/저장하기 위한 메쉬 구성(mesh generation)의 전처리에 사용될 수 있도록, 특징점들을 블록기반의 워터셰드 영역분할과 다각형 근사화를 통해 추출하는 방법을 제안한다. 우선 2D 자연영상을 8×8 또는 4×4 블록 패턴분류를 이용한 워터셰드 분할을 이용하여 영역별로 분리해 낸다. 이렇게 분할된 영역의 구분선을 이루는 화소들은 영상의 특징을 나타내며, 이들은 폐곡선을 이루게 된다. 이들 폐곡선 위의 연속적인 화소들을 다각형 근사화와 중복 정점을 제거하는 후처리를 이용해 특징점으로 얻어낸다.

### Abstract

In this paper, we suggest a feature points selection method using block-based watershed segmentation and polygon approximation for preprocessing of MPEG-4 mesh generation. 2D natural image is segmented by 8×8 or 4×4 block classification method and watershed algorithm. As this result, pixels on the watershed lines represent scene's interior feature and this lines are shapes of closed contour. Continuous pixels on the watershed lines are selected out feature points using polygon approximation and post processing.

### 1. 서 론

매우 낮은 비트율에서도 audio-visual 서비스를 제공하기 위해 객체별로 최적화된 압축을 하는 mpeg-4는 OBMC(overlaped block motion compensation)와 DCT를 사용하여 바운딩박스 내의 2D 자연 영상 객체의 압축을 구현한다. 자연 영상 객체에 대해서는 메시-기반 움직임보상과 추적기법을 사용할 수 있다. 이를 위해 Forward motion estimation, piecewise affine warping, dynamic mesh update와 같은 기법이 필요하게 된다. 이 같은 방법으로 2D 영상을 mesh로 구성/압축을 하게 되면 DCT가 갖는 약점인 블럭경계현상을 효과적으로 제거할 수 있고 2/3D 합성 비디오 영상 공통의 데이터 구조로

조각이 가능하므로 매우 효율적이다[1][3].

MPEG-4는 분할 전처리 과정에서 얻어진 객체의 형상정보(alpha plane)와 화소정보(YUV plane)를 이용하므로, 형상정보로부터 객체의 형상을 알 수 있다. 본 논문에서는 형상정보(외곽 정보)와 객체내부의 화소정보를 영역별로 분할, 근사화해서 객체 영상의 특징점을 얻어내는 기법을 제안한다. 이 특징점 추출기법은 앞에서 설명한 2D 자연영상을 메쉬로 압축/저장하기 위한 메쉬 구성의 전처리로서 사용될 수 있다.

2장에서는 기존의 방법들을 소개하고, 3장에서 영상을 영역별로 분류를 하기 위해 질감영역에서의 과분류 오류를 줄인 블록기반 워터셰드 기법을, 4장에선 워터셰드로 분류된 영역구분선을 다각형 근사화 알고리즘을 이용하여 근사한 내용을 소개한다. 실험결과와 결론은 5장과 6장에서 기술한다.

## II. 메쉬 구성

2D 메쉬는 같은 크기를 갖는 정규 메쉬 구성과 영상의 내용에 적용하여 메쉬의 크기나 모양이 정해지는 비정규 메쉬 구성 또는 내용기반 메쉬 구성으로 나눌 수 있다. 또 각 프레임마다 메쉬 구조를 재구성 하는 방법과 첫 번째 프레임의 메쉬 구조로부터 다음 프레임 메쉬구조를 전방향 추적(forward tracking)하는 방법으로 나눌 수 있다.

정규 메쉬 구성은 메쉬 조각이 움직임 보상에 부적합하나(하나의 메쉬조각에 서로 다른 두 개의 움직임을 가짐), 내용기반 메쉬 구성의 메쉬 조각들은 움직임 보상/예측에 적합하다[2].

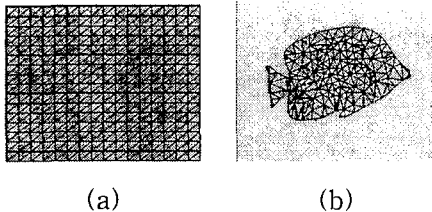


그림 1. Mesh 의 종류.

(a) uniform mesh, (b) content-based mesh

내용 기반 메쉬구성은 경계정점 선택과 내부정점 선택과정으로 나누어져 있다. 우선 객체의 경계 정점을 다각형 근사화를 사용하여 선택하고,

내부의 화소들에 대해 아래와 같은 중요도 측정 함수, 식 (1)을 사용하여 이 값이 낮은 화소들을 제거해 나감으로써 내부 정점들을 얻어낸다.

$$C_n = |I_x(\overline{p}_n)|^2 + |I_y(\overline{p}_n)|^2 + \Gamma(\overline{p}_n) \quad (1)$$

여기서  $\overline{p}_n$ 은 화소의 위치를 나타내며,  $I_x(\overline{p}_n)$ 와  $I_y(\overline{p}_n)$ 는  $\overline{p}_n$  위치에서의  $x, y$  방향의 변화량이며,  $\Gamma(\overline{p}_n)$ 는  $\overline{p}_n$  위치에서의 코너 검출기의 응답이다[1].

## III. Watershed segmentation.

워터셰드 분할은 영상단순화, 마커추출, 침식실험에 의한 경계결정의 세가지 과정으로 이루어진다. 첫단계인 영상 단순화는 재구성에 의한 열림-닫힘 필터와 닫힘-열림 필터를 사용하여 형태요소 보다 작은 밝고 어두운 영역을 제거하여 영상의 형태가 정확히 정의된 결과를 얻어낸다. 다음으로 영상내 주어진 형태학적 기울기값 보다 작은 값을 갖는 연결영역을 추출하여 마커로 결정한다. 이 마커는 밝기 값이 균일한 평지영역이므로 워터셰드 알고리즘에서 집수지역 역할을 하게 된다. 마지막 과정으로, 집수지역들을 나누는 경계선을 침수실험을 통해 얻어낸다[5]. 그러나 워터셰드에 의한 영역분할은 매우 뛰어나지만 질감영역에서 과분할이 일어나므로 영역을 병합하는 후처리 과정이 반드시 필요하다. 이를 해결하기 위해 적당한 크기의 블록으로 영상을 쪼갬 뒤 질감, 단순, 에지 블록으로 패턴분류를 한 뒤, 에지블록에 대해서만 워터셰드 알고리즘을 적용하는 블록기반 워터셰드를 사용하여 과분류와 후처리가 필요한 문제를 해결 할 수 있다[4]. 그림 2는 MPEG-4 테스트 영상 중의 하나인 bream(352×288)을 4×4 블록기반 워터셰드를 이용하여 영역분할한 결과이다

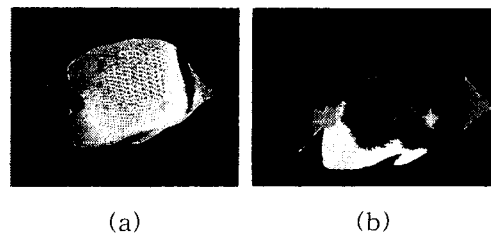
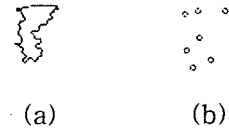


그림 2. 입력영상과 영역분할.

- (a) 입력영상(352×288 bream.yuv의 60번째 프레임의 Y성분)
- (b) 4×4 블록 기반 워터셰드 영역분할 결과



#### IV. 다각형 근사화

워터셰드 분할의 결과로 얻어진 영상의 각 영역의 구분선들은 단혀 있다. 이들 폐곡선 위의 각 정점들은 영상의 특징을 나타내며, 이 연속적인 정점들을 근사화하여 특징점으로 나타내기 위해 다각형 근사화를 이용한다. 다각형 근사화를 적용하기 위해서 분할영상의 영역 구분선 위의 정점들을 순차적으로 연결시켜야 한다. 그러나 분할 후 영역을 구분 나타내는 정점들은 좌상우하 방향으로 처리되므로 정점들의 순서는 연속적이지 않다. 이들을 체인코딩을 이용하여 연속적으로 재배열을 한다.

곡선 위의 화소들 중 가장 거리가 최대인 두 점(그림 3의 정점1과 정점2)을 연결하여 주축을 구성한 뒤 주축으로부터 가장 큰 수직거리를 갖는 두 화소를 찾는다. 이렇게 얻어진 네 정점을 초기정점 이라고 부른다. 이제 정점1에서 시계방향으로 가장 가까운 정점(정점3)을 선택하고 직선을 그린다. 이 두 정점 사이에 있는 경계선 위의 모든 화소들에 대해, 직선과 곡선경계와의 최대거리가 어떤 문턱 값보다 작고, 경계와 직선 사이의 면적이 전체 중첩영역의 5%이하라면 새로운 정점은 필요없고, 그렇지 않다면 직선과 최대거리에 있는 화소가 정점으로 추가된다. 이 같은 과정은 경계 영역 분할에 더 이상 새로운 정점이 필요 없을 때 까지 반복된다. (그림 4 참조) [2][6].

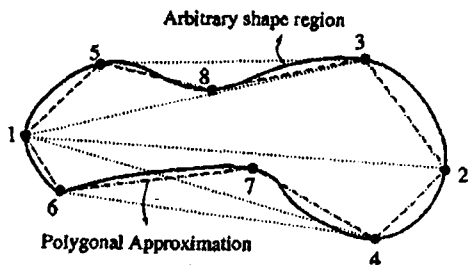


그림 3. Polygonal approximation

그림 4. Bream 60 번째 프레임의 영역2.

- (a) 워터셰드 구분선,
- (b) 다각형 근사화에 의해 얻어진 특징점

#### V. 실험결과

인접 영역들의 구분선들을 각각 근사화를 통해 정점을 얻게 되면 중첩된 영역 구분선 위에 많은 수의 중복된 정점들을 갖게 된다. 따라서, 중복된 정점을 제거하는 후처리가 필요하다. 그림 5는 특징점추출 과정을 나타내고 있고 그림 6은 결과 영상을 보이고 있다.

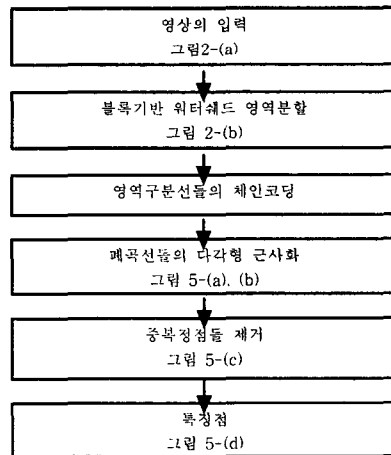
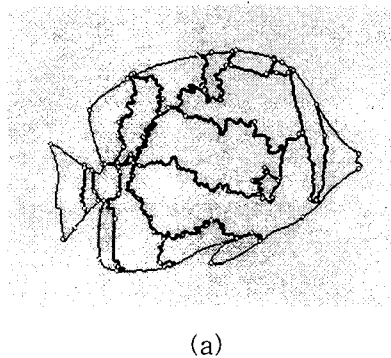
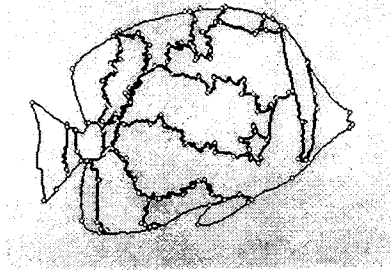


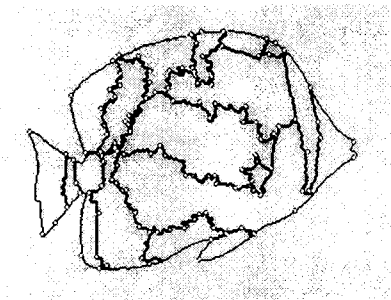
그림 5. 특징점 추출 과정



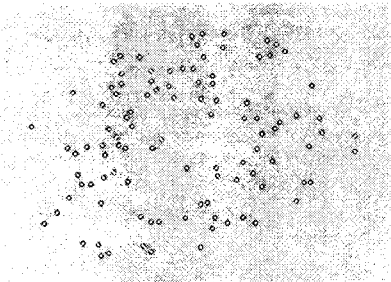
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 6. 실험결과 영상(segment line threshold = 5.0 pixel)

(a) 영역별 초기정점, (b) 다각형 근사화 결과, (c) 중복정점제거 후처리, (d) 특징점들

### VI. 결론 및 향후 연구계획

특징점으로 얻어진 정점들의 수를 기존의 내용 기반메쉬 구성 방법과 비교해 보았다. (표1 참조) 위의 결과로는 정점의 수가 기존의 방법보다 적어서 프레임간 메쉬 재구성에 의한 압축에 사용할 경우 효율이 개선됨을 알 수 있다.

앞으로의 연구는 메쉬 구조에 텍스처를 렌더링 했을 때, 기존방법에 비해 PSNR 개선 과 영역분

할에 의해 얻어진 특징점들에 전방향 추적 기법을 추가하여 프레임마다 메쉬 재구성에 대한 오버헤드를 줄일 예정이다.

	내용기반	영역분할 (seg_Th = 5.0)	영역분할 (seg_Th = 3.0)
bream (352*288)	165 개	64 개	135 개
akiyo (352*288)	210 개	72 개	105 개

표 1. 내용기반과 영역분할방식의 정점 수 비교

### 참고 문헌

- [1] P. J. L. van Beek I. Celasun and A.M.Tekap, "Hierarchical coding of 2D mesh geometry and motion", SPIE vol.3309, pp.863-873, 1997.
- [2] Y. Altunbasak and A. Murat Tekalp, "Occlusion-Adaptive, Content-Based Mesh Design and Forward Tracking", IEEE Trans. on Image Processing, vol. 6, no. 9, pp.1270-1280, Sept, 1997.
- [3] P. J. L. van Beek and A. M. Tekap, "Object-based video coding using forward tracking 2-D mesh layers", SPIE vol. 3024, pp. 699-710, 1997.
- [4] 임재혁, 박동권, 원치선, "블록분류와 워터셰드를 이용한 영상분할 알고리즘", 대한전자공학회 논문지, vol 36-S no. 1, pp. 81-89, Jan., 1999.
- [5] L. Vincent and P. Soille, "Watersheds in Digital Spaces: An Efficient Algorithm Based on Immersion Simulation", IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 13, no. 6, June, 1991.
- [6] P. Gerken, "Object-based analysis-synthesis coding of image sequences at very low bit-rates", IEEE Trans. Circuit Syst. Video. Technol., vol 4, pp. 228-235, June 1994