

동영상의 컬러 및 에지 정보에 기초한 shape 영역 segmentation 기법 연구

박진남*, 이재덕*, 윤성수**, 허영*, 정성환**

*: 한국전기연구원 영상응용연구그룹, **: 창원대학교 컴퓨터 공학과
경기도 의왕시 내손동 665 번지

Shape region segmentation based on color and edge characteristics of moving images

Jin-Nam Park, Jae-Duck Lee, Sung-Soo Yoon, Young Huh, Sung-Hwan Jung
Applied Imaging Research Group, Korea Electrotechnology Research Institute(KERI)
E-mail: jnpark@keri.re.kr

요약

멀티미디어 정보표현 기술인 MPEG-7 표준이 빠른 속도의 진전을 보임에 따라 이를 활용한 검색 기술 개발도 활발히 진행 중에 있다. 방대한 량의 동영상 내용 검색 기술 연구에 있어서 우선적으로 고려되어야 할 부분이 내용이 연속되는 프레임들의 분류이다. 이를 위해서는 물리적인 장면전환이 이루어지는 부분에 대한 실시간 자동 cut detection 기술 및 이 컷 프레임 영상에 대한 내용 기술을 자동적으로 수행할 필요성이 있다. 각 컷 프레임의 자동 내용 기술의 전 처리로써 본 논문에서는 장면전환이 생기는 프레임의 영상의 어떠한 정보도 사전 정보로 취하지 않고 사용자의 개입이 없는 상황에서 영상의 컬러 특성 및 에지 정보만을 가지고 shape 영역 segmentation을 자동적으로 실행하는 방법을 제안한다.

제안한 방법의 성능은 segmentation된 영상과 원 영상과의 영역비교를 통한 유사도에 의해 평가하며, 시뮬레이션 결과에서 제안한 알고리즘은 평균 90% 이상의 영역 분할이 정확하게 됨을 알 수 있었고, 컬러의 구분이 명확하지 않은 자연영상에서도 robust한 segmentation 결과를 나타냄을 본 연구를 통하여 알 수 있었다.

1. 서론

최근 인터넷이나 무선 네트워크를 통한 멀티미디어 데이터 전송 멀티미디어 기기의 발전과 더불어 다양한 매체로부터 다양한 종류의 영상, 오디오, 텍스트 등의 정보가 존재하고, 이들 정보를 사용자의 요구에 따라 효과적으로 검색·관리를 위한 연구가 활발히 진행되어지고 있다. 방대한 동영상 데이터로부터 텍스트 키워드를 이용한 검색 기술은 한계에 도달되었기에 영상자체의 정보·내용에 기반한 검색기술의 필요성이 크게 대두되고 있는 실정이다. 이러한 최근의 기술 발전 추세 및 시장요구에 의해 국제 표준화 기구인 ISO/IEC의 연합기술 위원회 산하의 SC29에서는

멀티미디어 데이터의 내용 표현을 위한 방식에 대하여 MPEG-7이라는 이름으로 국제 표준화 작업이 진행 중이다. MPEG-7은 멀티미디어 데이터 각각이 가지는 내용에 대하여 표현하므로 이들 표현되어진 특징을 이용하여 보다 다양한 정보의 검색을 효과적으로 할 수 있는 길을 연 것이다.

검색의 효율성을 도모하기 위해 MPEG-7을 이용한다 할지라도 그 방대한 영상데이터 프레임마다 검색을 위한 메타데이터를 첨부시키는 것은 비효율적인 일이다. 그러므로, 동영상의 내용 검색을 위하여 물리적인 장면전환이 이루어지는 부분에 대한 실시간 자동 cut detection 및 이 컷 프레임 영상에 대한 내용 기술을 자동적으로 수행할 필요성이 있다. 각 컷 프레임의 자동 내용 기술을 위하여 본 논문에서는 장면전환이 생기는 프레임의 컬러 특성 및 shape 영역 segmentation을 통해 그 결과 내용을 기술하고자 한다. 이를 위해서는 우선적으로 프레임의 color 특성과 shape 영역 segmentation을 자동적으로 뽑아내는 처리가 매우 중요하므로 본 논문에서는 이를 효과적으로 수행할 수 있는 방법을 제안한다.

본 논문에서는 동영상의 컬러 특성 분포 및 에지 정보에 기반한 자동 shape 영역 segmentation 기법을 제안하고, 원 영상과 segmentation 후의 영상을 비교하여 제안한 방법의 효율성 및 정확성을 검토하고자 한다. 본 논문에서 제안하는 방식은 동영상의 어떠한 정보도 사전 정보로 취하지 않고 사용자의 개입이 없는 상황에서도 입력되어지는 동영상의 컬러 특성 및 에지 정보만을 가지고 그 영상 내용 중의 shape 영역 segmentation을 자동적으로 실행한다. 제안한 방식의 성능 평가를 위하여 TV 광고, 스포츠, 뉴스, 영화, 다큐멘터리 등의 동영상을 이용하여 shape 영역 segmentation에 대한 시뮬레이션을 하였다. 제안한 방법은 동영상이 포함하는 칼라 분포 특징과 그 영상의 edge 정보만을 가지고 자동 shape 영역 segmentation을 수행하고, 그 성능은 segmentation된 영상과 원 영상과의 영역비교를 통한 유사도에 의해 그 성능 평

가를 하고자 한다.

2. 동영상의 cut detection 및 shape 영역 segmentation

인간의 시각은 빛의 분광에 의해 물체에 반사되어 되돌아오는 색을 감지·식별하게 되므로 인간 시각 특성에 가까운 색상 특성 분류를 통한 동영상의 cut detection 과 shape region segmentation 을 위한 방법을 제안한다.

2.1 컬러 표현 및 분포 특성에 따른 실시간 동영상 cut detection 기법

색상표현 특성을 고려하여 R(Red), G(Green), B(Blue) 색상표현에서 컬러별 DC 값에 기초한 cut detection 방식과 HSI(Hue, Saturation, Intensity) 색상표현에 기초한 cut detection 방식을 제안하고, 이들의 cut detection 원리를 조합하여 영상의 장면 전환을 검출하는 알고리즘을 제안한다.

2.1.1 R,G,B 컬러 표현에서의 cut detection 방식

(1) DC 값의 평균에 의한 방식

R, G, B 컬러 표현에서 각각의 컬러에 대해 이전 프레임과 현재 프레임의 8*8 블록 단위의 DC 값 차이의 전체 평균 변화가 크게 생기는 프레임을 장면이 전환되는 것으로 생각할 수 있다. 그림 1 은 제안한 방식의 원리를 설명하는 것이고, 식(1)와 같이 컬러 값의 평균 변화분이 주어진 임계값보다 클 경우 색상의 변화분이 크게 생겨 내용변화를 가지는 장면전환의 것으로 판별하는 방식을 제안한다.

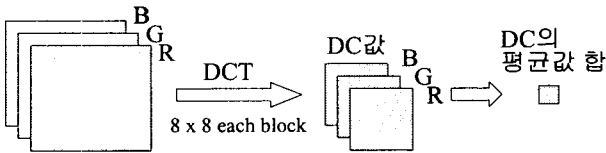


그림 1. DC 값의 평균을 이용하는 방식

DCT 변환식 :

$$C(u,v) = a(u)a(v) \sum_{n=0}^{N-1} \sum_{m=0}^{N-1} f(n,m) \cdot \cos\left(\frac{(2n+1)u\pi}{2N}\right) \cos\left(\frac{(2m+1)v\pi}{2N}\right)$$

$$u, v, n, m = 0, 1, 2, \dots, N-1$$

위식에서 $C(u,v)$ 는 변환영역에서의 DC 계수 값이고, 변화전의 n,m 픽셀 위치의 컬러 값은 $f(n,m)$ 으로 나타내었다.

컷 판별 조건식 :

$$\frac{\sum_{j=0}^L (|R_i(j) - R_{i-1}(j)| + |G_i(j) - G_{i-1}(j)| + |B_i(j) - B_{i-1}(j)|)}{X \times Y} > T \quad (1)$$

여기서, X, Y 는 각각 가로 픽셀수/8, 세로 픽셀수/8 을 나타내고, i 는 이전 프레임 번호, j 는 DC block 번호, T 는 임계값을 나타낸다.

이 방식은 R, G, B 중 어느 한가지 색상만이라도 그 변화가 뚜렷이 나타나는 경우 유용하게 쓰일 수 있는 방법이다. 비슷한 색상으로의 점진적인 변화에 대한 컷의 검출 방식과 함께 사용한다면 컷 검출 성능을 향상시킬 수 있을 것이다.

(2) DC 값의 차분에 의한 방식

앞에 설명된 영상의 8*8 블록의 DC 값이 이전 프레임과 현재 프레임의 R, G, B 컬러별 DC 값 차이가 큰 부분의 비율에 따른 컷 검출을 하는 방식을 제안한다. 즉, 각각의 DC 컬러값의 차이의 변화가 크게 나타나고, 변화한 블록의 개수가 그 프레임을 기준으로 큰 비율을 차지할 때 그 프레임을 컷 프레임으로 판별하는 방식이다. 이 절에서 제안하는 방식의 원리를 그림 2 에서 도식화하였다. 각각의 컬러 값의 차이가 수식(2)와 같이 주어진 임계값보다 클 경우, 각각의 컬러 변화가 크게 발생한 것으로 판단하고, 이렇게 판단된 DC 블록의 수가 수식(3)과 같이 전체 DC 블록 수에 비해 $\alpha\%$ 를 넘게 되면 컷 프레임으로 취급하는 방식이다.

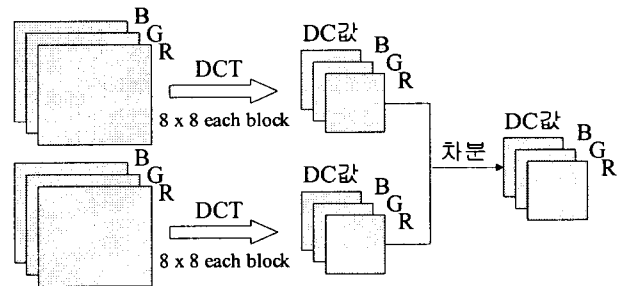


그림 2. DC 값의 차분을 이용하는 방식

컷 판별 조건식 1 :

$$\begin{aligned} |R_i(j) - R_{i-1}(j)| > T & \quad (2) \\ \text{or } |G_i(j) - G_{i-1}(j)| > T & \\ \text{or } |B_i(j) - B_{i-1}(j)| > T & \end{aligned}$$

조건식 2:

$$\text{the number of } j > \text{all of counted DCs} \times \alpha\% \quad (3)$$

두 번째 제안하는 방식은 DC 값의 평균변화량에 비해 8*8 블록 단위로 색상의 변화량이 생기는 부분을

비교하므로 유사한 색상으로 영상의 객체가 바뀔 경우에도 컷 검출이 가능한 방식이다. 그러나, 같은 위치에서 영상의 오버랩에 의한 색상의 점진적인 변화에 의한 장면 전환은 검출하기 어려운 단점이 있다. 이를 보완하기 위해 우리는 한 프레임의 영상속의 색상을 분류하고 이 분류된 색상의 변화에 따른 컷 검출 방식도 제안한다. 본 논문에서는 색상분류에 편리한 HSI 컬러공간을 이용하는 방식을 제안한다.

2.1.2 HSI 컬러 표현 및 분류에 의한 cut detection 방식

영상의 오버랩 등에 의한 점진적인 색상변화를 가지는 영상의 장면 전환을 검출하기 위하여 본절에서 제안하는 방식은 색상을 그림 3 와 같이 8 가지로 분류하고 프레임간의 색상분류 영역의 색상분포 변화로 장면전환 여부를 판단하는 것이다.

컬러별 DC 값의 변화를 기준으로 한 앞의 두 cut detection 방법은 장면의 전환이 급격히 이루어졌을 때(반전, 배경 및 객체의 변화 등) 프레임내의 컬러 값 역시 일반적으로 많은 변화를 가진다. 이 컬러의 변화정도가 큰 부분의 컷을 검출하기에는 적당한 방식이다.

본 절에서 제안하는 방식은 앞의 두 가지 방식과는 달리 영상이 오버랩되면서 점진적인 장면전환이 이루어지는 부분의 컷을 검출하는 적절한 방식이다. 색상의 분포정도를 나타내는 컬러영역을 R, G, B 보다 세밀하게 그림 3 와 같이 나누고 그 색상이 화면을 구성하는데 다른 색상들에 비해 이전 프레임과 현재 프레임간의 색상 비중의 차이를 이용하여 전체 색상 중에 어느 하나의 색상이라도 프레임간의 변화를 크게 가지게 되는 점진적 변화의 컷을 검출하는 방식이다.

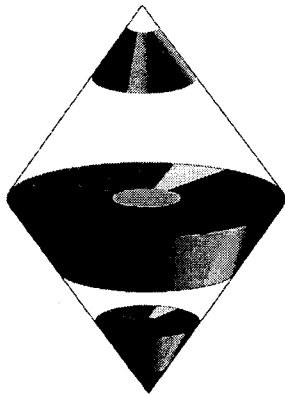


그림 3. HSI 컬러 공간에서 cut detection 을 위한 색상영역 분할 map

컷 판별 조건식

$$C_n(i) > C_n(i-1) \times \beta\% \quad (4)$$

수식 (4)과 같이 전·후 두 프레임간의 색상분포 변화가 비교 대상 영상자체의 분포 특성에 비해 일정 비율이상 변화하는 것이므로 고정적인 임계값이 아닌 각 색상분포에 따라 그 임계값을 달리 가지므로 적응

적인 임계값을 가지는 것이 가능하다.

2.1.3 DC 값과 HSI 색상분류 특성을 이용한 cut detection 방식

Cut detection 성능을 보다 향상시키기 위해 위의 방식들을 조합하여 그 성능을 평가하고자 한다. 즉, 컬러별 DC 평균 변화에 의한 방식과 HSI 컬러공간 특성을 이용한 방식 그리고, 컬러별 DC 차분에 의한 방식과 HSI 컬러공간 특성을 이용한 방식을 순차적으로 적용하여 급진적인 변화를 가지는 컷과 점진적인 변화를 가지는 컷을 모두 검출하는 방식을 최종적으로 본 논문에서는 제안하고자 한다. 두 가지 조합방식을 도식화하여 표현하면 그림 4 과 같다.

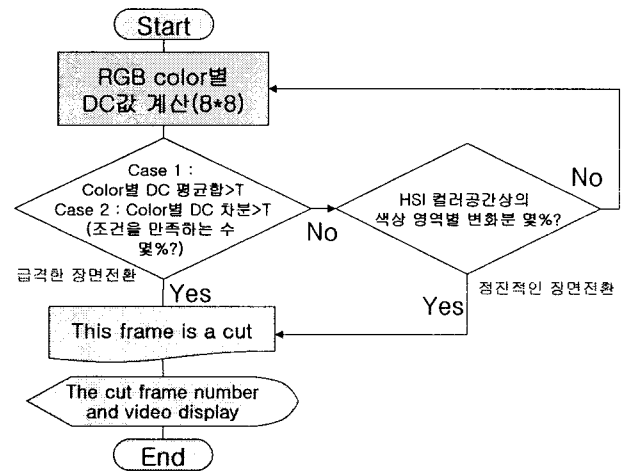


그림 4. 제안한 cut detection 방식들을 조합한 flowchart

본 논문에서 cut detection 을 위해 제안하는 방식을 정리하여 기술하면 다음과 같다.

Step 1. 입력 영상의 R,G,B 각각에 대하여 8*8 블록의 DC 값을 계산한다.

Step 2.

Case 1 : DC 값의 평균 변화량을 계산한다.

Case 2 : 컬러별 DC 값의 차분을 계산한다.

차분이 큰 블록수를 카운팅한다.

Step 3. HSI 컬러공간에서의 색상분포 변화율을 계산한다.

제안하는 알고리즘은 Step 1 에서 컬러별 8*8 블록 단위 DCT 에 의해 각 평균 색상값을 계산하고, Step 2 에서 급격한 장면전환이 이루어지는 컷을 검출하고, 컷이 아니라고 한 프레임에 대해서 Step 3 에서 점진적인 컷을 검출하여 컷 프레임정보를 출력하여 화면에 표현하는 순서로 구성되어 있다.

2.2 컬러 특성 및 에지 정보를 이용한 shape 영역 segmentation 기법 개발

2.1절에서 제안한 cut detection 방식에 의해 분류되어진 cut 의 첫번째 프레임을 기준으로 영상의 내용 분석을 행한다. 영상의 내용 중에서 본 논문에서

는 shape 영역을 먼저 분류해 내는 방식을 제안한다. 본 방식은 영상이 가지는 색상분포 특성 값을 단순화시키고, 에지 분포 특징값 정보를 서로 비교하여 영역을 분할하는 방식이다. Shape 영역을 분류하고자 하는 동영상 프레임의 색상 단순화를 앞 절에서 제안한 HIS 색상분류 특성을 활용하여 사람의 시각특성에 의존한 16색만으로 컬러 영역을 단순화시켜 분할한다. 이렇게 분할되어진 색상분포 특징값 별로 에지 특성을 구한 것과 원래 영상의 에지 값을 서로 비교하여 이 두 값이 일치하는 값이 영역별 에지의 지배적인 값을 가지는 영역으로 분류되어진다.

색상분류에서 유사 색상을 하나의 색상으로 단순화하는 과정과 원래 영상의 에지 값 중에 상대적으로 큰 값들이 겹쳐지는 영역으로 하나의 유사 색상 분포의 shape 영역 분할이 되는 것이다. 제안하는 방식을 알기 쉽게 flowchart 로 기술하면 아래 그림과 같다.

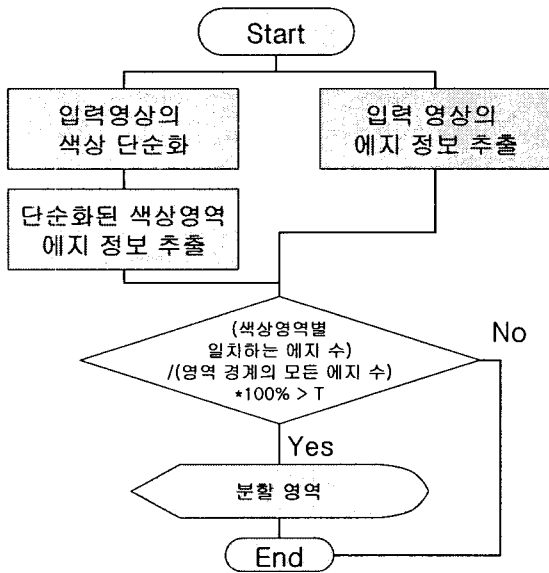


그림 5. Shape 영역 segmentation 을 위한 제안하는 방식의 flowchart

3. 제안한 알고리즘의 성능 평가를 위한 시뮬레이션 결과

3.1 알고리즘 성능평가를 위한 실험 조건

제안한 cut detection 방식의 성능평가를 위하여 기존의 컬러 히스토그램 방식과 제안한 방식들을 순차적으로 비교 실험하였다. 실험에 사용한 테스트 영상은 표 1 에 기술한 것과 같이 TV 광고, 스포츠 중계, 뉴스, 다큐멘터리, 영화 등에서 약 10,000 개의 영상 프레임을 대상으로 실험하였다. 영상의 내에서 급격한 변화 성분과 점진적인 변화 성분을 가지는 컷을 검색하는 성능도 분류하여 실험하였다.

실험에 사용한 알고리즘은 본 논문에서 제안하는

컬러별 DC 값의 평균치 변화에 의한 방식, 컬러별 DC 값의 차분치 변화에 의한 방식, 이들 각각의 방식과 HSI 컬러 분류를 이용한 방식의 조합 그리고, 적절한 임계값이 주어진 경우의 컬러 히스토그램 방식 및 실험에 사용한 모든 영상의 임계값의 평균을 사용한 경우의 컬러 히스토그램 방식에 대하여 각각 다음의 표에 기술한 영상 데이터의 cut detection 에 관한 성능 평가를 실험하였다.

표 1. cut detection 실험에 사용한 영상데이터

영상종류	파일수	프레임수	실제 컷수
광고	8	2154	98
스포츠	5	1344	44
영화	4	1160	55
다큐멘터리	3	627	27
뉴스	10	4205	67

3.2 제안한 방식을 이용한 cut detection 성능

제안한 방식들과 기존의 Color histogram 방식 각각에 대한 cut detection 성능을 영상의 종류별로 실험하였다. 성능 평가를 위하여 이들 방법들을 적용시켜 찾은 컷이 주어진 영상들의 실제 컷을 기준으로 정확하게 검출된 컷, 찾지 못한 컷, 잘못 찾은 컷 수를 이용하여 컷 검출의 정확성 평가를 한다. 컷 검출 결과로부터 실제 컷을 찾지 못할 오류를 포함한 경우의 정확성 확률을 Recall로 나타내고, 실제 컷이 아닌 것을 컷으로 오 판단할 경우의 오류를 포함하는 경우의 정확성 확률을 Precision을 통하여 계산하여 각각의 컷 검출 성능을 나타낸다. 그림 6은 본 논문에서 제안하는 cut detection 방식들과 기존의 방식의 성능을 비교·평가하기 위해 제작한 시뮬레이터이다. 나타내는 결과는 광고 영상의 cut detection 결과이다.

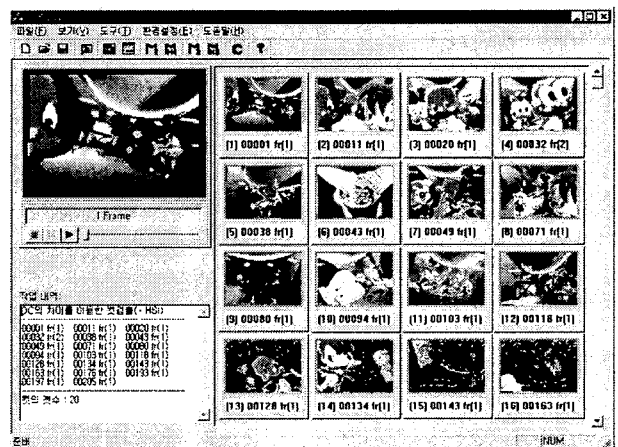


그림 6. 제안한 방식에 의한 cut detection 결과

$$Recall = \frac{E_n}{E_n + M_n} \times 100\%$$

$$Precision = \frac{E_n}{E_n + F_n} \times 100\%$$

수식 중의 E_n 은 정확하게 검출한 컷 수를 나타내고, M_n 은 찾지 못한 컷 수 그리고, F_n 는 잘못 찾은 컷 수이다. 제안한 각 방식들의 컷 검출 결과 및 기존의 컬러 히스토그램 방식의 결과를 Recall과 Precision의 성능 평가 지수를 가지고 평가되었고, 그 결과를 그림 7에 도표로써 나타낸다. 모든 테스트 영상의 평균 컷 검출 성능을 나타낸 것이다.

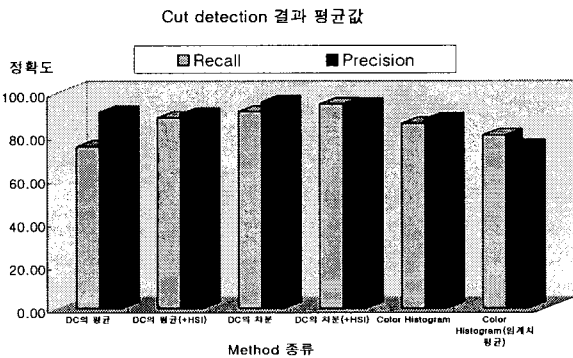


그림 7. 제안한 방식과 기존의 방식에 의한 Cut detection 결과 평균

검출결과에서 알 수 있듯이 기존의 컬러 히스토그램 방식은 검색할 영상의 통계적 데이터 특성을 알고 이에 맞는 임계값을 설정했을 경우는 recall과 precision이 각각 85%, 88%로써 양호한 결과를 얻었으나, 모든 영상의 전체적인 평균치를 사용한 경우는 평균 80%, 75%로 그 성능이 떨어지는 것을 알 수 있었다. 그러나, 본 논문에서 제안하는 방식들은 precision의 경우 모두 90%이상의 평균 검색 성능을 나타내었고, recall의 경우도 DC값 차분과 HSI 색상분류에 의한 방식을 조합한 방식은 전체 평균 94%를 넘는 뛰어난 cut detection 결과를 그림 7에서 보이고 있다. cut detection 성능에 관한 recall과 precision의 평균 편차범위도 각각 2.6%, 2.2%이내로 안정적이므로 어떠한 종류의 영상 입력에 대해서도 robust한 cut detection 성능을 가지는 방식임을 알 수 있다.

이전 프레임을 기준으로 cut을 detection 함으로써 영상의 변화를 비교하는 임계값을 영상의 컬러 분포에 따라 변화량을 달리 가지는 값을 선택할 수 있는 장점과 기존의 대부분의 방법이 동영상 전체의 특징값에 따른 임계값을 사용하는 것과는 달리 실시간 입력되는 동영상에 포함하는 특징만을 사용하여 그 변화분을 찾아 cut detection에 적용시킴으로 다른 방식들에 비해 robust하고 높은 검출 성능을 가지는 방식임을 알 수 있다.

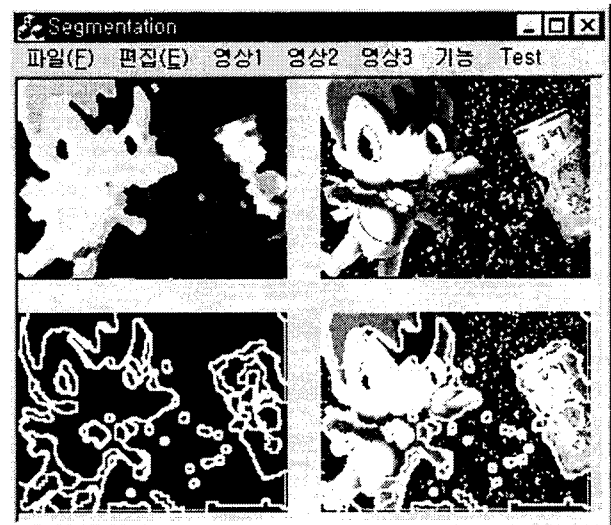
3.3 검출된 cut 프레임의 shape region segmentation 결과 및 성능

segmentation 결과 및 성능

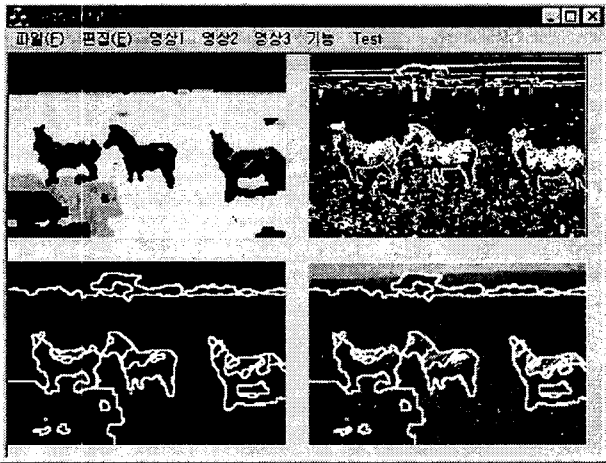
제안한 방식의 shape region segmentation 성능 평가로는 원래 영상에서 인간 시각에 의해 영역 분할이 가능한 부분들로 나눈 영상과 제안한 방식에 의해 자동 영역 분할되어진 영상의 영역 유사도 비교에 의해 평가 되어졌다. 그림 8에서 보이는 결과와 같이 원래 영상과 shape 영역 분할을 통한 에지 정보를 겹쳐 보았을 때 거의 완벽하게 shape 영역이 분할되어 있음을 알 수 있다. 그림 8의 (a), (b)는 그림 6의 컷 검출 결과 중의 20, 134번째 프레임들이다. 또한 본 논문에서 제안하는 방식은 특수 색상상에 의존하는 부분 또는 사용자의 요구 또는 특정 부분만을 분할 하는 방식이 아닌 영상이 가지는 색상과 에지 정보에 의존한 프레임내의 영역 분할이므로 별도의 사용자의 요구 또는 사전 정보가 따로 입력되지 않더라도 자동으로 shape 영역을 분할 할 수 있는 방식으로 자동 분류법이 필요한 검색 또는 데이터 관리 시스템에 유용하게 활용할 수 있는 방법으로 생각된다.



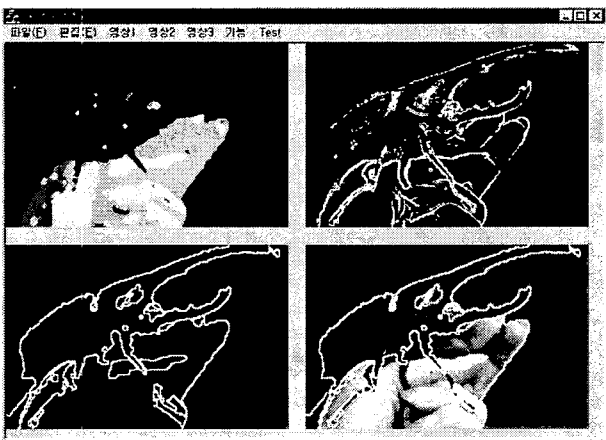
(a) 광고 영상의 shape region segmentation 결과(20번)



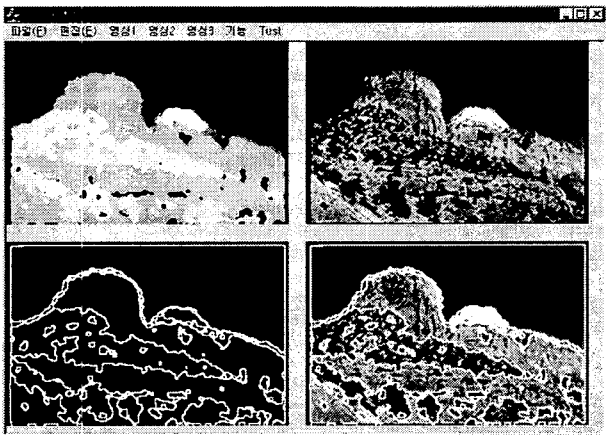
(b) 광고 영상의 shape region segmentation 결과(134번)



(c) 자연 영상의 shape region segmentation 결과



(d) 자연+합성 영상의 shape region segmentation 결과



(e) 복잡한 자연 영상의 shape region segmentation 결과

그림 8. 제안한 방식에 의한 shape region segmentation 결과

shape region segmentation을 성능 평가를 위해 아래와 같은 유사도 평가 수식을 사용하였다.

$$\text{Similarity} = \frac{\sum_{i=0}^I \left(\frac{S_r(i)}{O_r(i)} \times 100\% \right)}{I}$$

수식에서 $S_r(i)$ 는 Segmentation된 영상의 i 영역내의 픽셀 수, $O_r(i)$ 원래 영상의 i 영역내의 픽셀 수, I 는 총 영역의 개수이다.

테스트 영상이 합성 영상인 경우에는 95%이상의 영역분할 유사도를 나타내고, 자연 영상인 경우에도 평균 90%이상의 shape region segmentation 유사도를 나타내는 특성을 가짐을 알 수 있었다.

4. 결론

방대한 량의 동영상 내용 검색 기술 연구에 있어서 우선적으로 고려되어야 할 부분이 내용이 연속되는 프레임들의 분류이다. 이를 위해서는 물리적인 장면전환이 이루어지는 부분에 대한 실시간 자동 cut detection 기술 및 이 컷 프레임 영상에 대한 내용 기술을 자동적으로 수행할 필요성이 있다. 각 컷 프레임의 자동 내용 기술의 전처리로서 본 논문에서는 장면전환이 생기는 프레임의 영상의 어떠한 정보도 사전 정보로 취하지 않고 사용자의 개입이 없는 상황에서 영상의 컬러 특성 및 에지 정보만을 가지고 shape 영역 segmentation을 자동으로 실행하는 방법을 제안하였다.

제안한 방법의 성능은 segmentation된 영상과 원 영상과의 영역비교를 통한 유사도를 가지고 시뮬레이션 결과에서 제안한 알고리즘은 평균 90%이상의 영역분할이 정확하게 됨을 알 수 있었고, 컬러의 구분이 명확하지 않은 자연영상에서도 robust한 segmentation 결과를 나타냄을 본 연구를 통하여 알 수 있었다.

참고 문헌

- [1] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 group, "ISO/IEC FCD 15938-3 Information technology - Multimedia content description interface Part 3 Visual," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/N4062, Sept. 2001.
- [2] John S. Boreczky, Lawrence A. Rowe, "Comparison of video shot boundary detection techniques," in Storage & Retrieval for Image and Video Database IV, Proc. of SPIE 2670, pp.170-179, 1996.
- [3] Nilesh V. Patel and Ishwar K. Sethi, "Video shot detection and characterization for video databases," Pattern Recognition, Vol.30, No.4, pp.583-592, April, 1997.
- [4] Ishwar K. Sethi and Nilesh V. Patel, "A statistical approach to scene change detection," SPIE, Vol.2420, 1995.
- [5] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 group, "ISO/IEC FCD 15938-2 Information technology - Multimedia content description interface Part 2 Description definition language," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/N4002, Sept. 2001.