

論文2003-40SP-1-12

# 비디오 복사방지를 위한 새로운 특징들의 성능평가

## (Performance Evaluation of New Signatures for Video Copy Detection)

玄基浩 \*

(Ki-Ho Hyun)

## 요 약

비디오 복사 방지(video copy detection)는 기존의 워터마킹 방법과 반대의 개념으로, 비디오 스트림에 독특한 패턴을 첨가하는 워터마킹에 비해, 비디오 복사 방지 기법은 비디오의 복사판을 검출하기 위해 패턴을 첨가하지 않고 비디오의 내용 기반 특징(content-based signature)을 비교한다. 기존의 일반적인 내용 기반 복사 방지방법은 이미지 정합을 사용하였으나, 본 논문은 비디오 복사방지를 위해 가능한 두가지의 새로운 순서정합(sequence matching) 알고리즘을 제안하고, 기존의 방법중 칼라 정합 방법과 성능을 비교분석하였다. 모션, 명암도와 칼라 기반 특징을 복사 방지 관점에서 비교하고, 영화클립에 대해 실험한 결과를 제시한다.

## Abstract

Video copy detection is a complementary approach to watermarking. As opposed to watermarking, which relies on inserting a distinct pattern into the video stream, video copy detection techniques match content-based signatures to detect copies of video. Existing typical content-based copy detection schemes have relied on image matching. This paper proposes two new sequence matching techniques for copy detection and compares the performance with color techniques that is the existing techniques. Motion, intensity and color-based signatures are compared in the context of copy detection. Comparison of experimental results are reported on detecting copies of movie clips.

**Keyword** : 내용기반 비디오 복사방지(Video copy detection), 순서정합(Sequence Matching), Ordinal, 모션과 칼라 특징(Color and Motion signature)

## I. 서 론

인터넷을 통한 미디어의 교환이 활발히 이루어지고 있는 요즘에 미디어의 불법복제에 대한 저작권보호의 필요성이 증가하고 있다. 최근의 보호방법으로 독특한

패턴을 첨가하는 워터마킹등이 대안으로 연구되고 있으나 미디어 파일의 변환이나 이미 배포된 미디어에 대하여는 보호할 수 없는 단점이 있다.

내용기반 복사방지(content-based copy detection)의 기본적인 주제는 "미디어자체가 워터마크(the media itself is the watermark)"이다. 즉 미디어(비디오, 오디오, 이미지)는 복사본을 검출하기위한 충분하고 독특한 정보를 보유하고 있다는 것이다. 내용기반 복사방지 방법은 먼저 원래의 미디어에서 특징(signature)을 추출한다. 같은 특징이 테스트 미디어 스트림으로 부터 추출

\* 正會員, 靈山 大學校 컴퓨터情報工學部  
(School of Computer and Information Engineering,  
YoungSan University)  
接受日字:2002年3月13日, 수정완료일:2002年11月25日

되고 테스트 스트림이 원본 미디어의 복사본을 포함하는지를 판단하기 위해 원본 미디어의 특징과 비교한다.

위터마킹에 비해 내용기반 복사방지의 중요한 장점은 “특징 추출을 미디어가 보급된 이후에도 할 수 있다”는 것이고 위터마킹을 제거할 목적의 미디어 파일 변환에도 적용할 수 있다. 예를 들면 내용기반 복사방지방법으로 Star Wars 무비의 마스터 테이프에서 특징들을 추출하고, 이 특징들은 인터넷상에서 불법 복제된 스타워즈 무비의 클립들을 찾는 데 사용될 수 있다. 또한 이 방법은 위터마크방법의 보완적인 백업처럼 활용할 수도 있다. 최근에 여러 연구노력과 상업적인 회사가 내용기반 복사방지방법에 대한 연구를 진행하고 있다<sup>1-8)</sup>. 기존의 내용기반방법은 키(key) 이미지들로부터 이미지기반 특징을 추출하여 정합한다.

본 논문은 하나의 비디오 프레임으로 정합하지 않고 여러 장의 비디오 프레임을 가지고 시간 간격을 사용한 방법인 순서정합(sequence matching)방법에 초점을 두고 있다. 또한 비디오의 움직임은 통계적으로 표현하여 클립을 나타내는 모션특징을 제안하였으며, ordinal 특징을 비디오 복사방지 분야에 적용하였다. 이들 특징을 기존의 칼라 특징과 비교하여 복사방지 관점에서 성능비교를 하였다. 실험은 Star Wars 무비를 디지털화한 파일에 모션, 명암도순서(intensity ranking), 즉 ordinal 특징과 칼라 히스토그램등과 같은 특징을 기준 특징(reference signature)으로 원본 비디오 프레임으로부터 추출하고, 같은 특징이 테스트 미디어 순서(sequence)로부터 추출되고 복사여부를 검출하기 위해 기준 특징과 정합한다.

## II. 내용기반 복사방지

내용기반 비디오 복사방지는 원본 비디오로부터 시간 혹은 공간영역에서의 특징을 추출하고, 이들 특징을 실시간 비디오 스트림으로부터 추출된 특징과 정합하여 복사여부를 검출한다. 복사방지 단계는 크게 특징추출단계, 데이터베이스 인덱싱 단계, 정합단계로 나눌 수 있는데, 실제 시스템을 구현하기 위해서는 각 단계가 이상적으로 2초미만의 짧은 클립을 정합해야 하고, 25시간 이상의 데이터베이스 인덱스를 구성할 수 있어야 하며 실시간 처리가 되어야 한다. 비디오의 특징추출은 칼라, 명암도등의 공간적인 특징과 모션, optical flow 등의 시간적인 특징으로 나눌 수 있다. 현재까지는 키 프

레이를 정한후 이미지 특징을 이용한 정합이 내용기반 복사방지 분야에 적용되어 왔다<sup>1,2,4-6)</sup>.

Linehart 등은 클립의 키프레임 들을 표현하기 위해 칼라 결함(color coherence) 벡터를 이용하여 비디오 클립 정합을 위한 시스템에 적용했다<sup>4)</sup>. Sanchez 등은 복사방지를 위해 키프레임의 칼라 히스토그램에서 주성분(principal component)을 특징으로 사용했다<sup>6)</sup>. 이들은 TV 광고영역에 적용했으나 칼라 변화에 정합된 결과가 민감하였다. Hampapur 등이 제안한 방법은 에지특징을 사용하여 칼라변화에 강하게 하였다<sup>2)</sup>. 그러나 이전의 방법들은 비디오 순서(video sequence) 고유의 중복성을 효과적으로 활용하지 못했다. 비디오의 시간적인(temporal) 성분을 연구한 Indyk 등은 비디오에서 장면변환(scene change) 사이의 거리를 특징처럼 사용하였다<sup>3,5,10)</sup>. 이는 실제로 적용하는데 제한이 있는 특징이다. Mohan은 비슷한 동작을 표현하는 비디오 검색을 위해 ordinal 특징을 사용하였다<sup>10)</sup>. Naphade 등은 비디오 클립을 정합하기 위해 효과적인 히스토그램 압축 방법을 제안하고 MPEG 비디오에서 DC 순서(sequence)의 YUV 히스토그램의 교차부분을 사용했다<sup>5)</sup>. 그들은 프레임 특징의 순서를 사용하였으나, 특징이 복사본에서 엔코딩과 디지털화단계에서 칼라나 명암도등의 변화를 가질 경우에 대한 실험을 하지 않았다.

## III. 비디오 복사방지를 위한 특징 추출과 정합

비디오 복사방지를 위해 본 논문에서는 시간영역의 특성을 표현하는 모션특징과, 공간영역의 특성인 ordinal과 칼라 특징에 대하여 기술하고자 한다. 모든 비디오 클립은 공간, 칼라와 시간적인 차원에 분포된 정보를 가지고 있다. 특징들은 이런 차원의 상대적인 중요도를 비교하여 선택된다. 모션기반 특징은 비디오에서 변화하는 정보만을 대상으로 하고, 칼라특징은 공간 정보 없이 칼라특성만을 사용하며 ordinal 특징은 비디오의 칼라와 공간특성 둘 다에 관한 함수이다. 세 가지 특징 모두 프레임 순서 정합(frame sequence matching)을 사용하여 비디오의 시간성분을 반영하게 된다.

### 1. 모션방향(Motion Direction)

모션 특징추출 과정의 전체적인 흐름을 설명하면 다

음과 같다. 각 프레임은 x축을  $N_x$ 로 나누고, y축을  $N_y$ 로 나눌때  $N = N_x \times N_y$  개의 블록을 갖고, 각 블록에 대한 모션 벡터를 현재 프레임과 다음 프레임을 가지고 계산한다. 각 블록의 모션벡터는 Q개의 방향으로 양자화를 한다. 제한한 모션특징은 양자화된 모션방향을 한 프레임에 대해 통계를 구한, 즉 한 프레임의 특징은 각 Q 방향을 포함하는 모션벡터의 갯수이다. 만약 Q 방향이외에 움직임이 없는 블록이라면 모션벡터의 크기가 0이 되고 블록은 0방향으로 정의된다. 예를 들면 프레임당  $15 \times 15$  개의 블록으로 나누고 모션벡터가 4방향으로 양자화 된다면 어느 t시간의 비디오 특징은 식 (1) 및 (2)로 나타낼수 있다.

$$S_m(t) = a_0(t), a_1(t), a_2(t), a_3(t), a_4(t) \quad (1)$$

$$q_i(t) \in \{0, \dots, 225\}, i = 0, \dots, 4 \quad (2)$$

여기서  $q_i(t)$ 의 합은 255이다. 이는 비디오 특징을 프레임 당 5바이트로 표현할 수 있는 것으로 인덱스의 용량을 줄일 수 있다.

현재 프레임을  $f_t$ , 다음프레임을  $f_{t+1}$ 이라고 하면 <그림 1>과 같이 모션추정과정을 표현할 수 있다. 프레임  $f_t$ 의 블록 B에서 중심을  $(x_t, y_t)$ 에 둔 블록크기  $(p_x, p_y)$ 의 작은 명암도 조각을 P라고 둔다. 프레임  $f_{t+1}$ 에 일치하는 블록 B에서 중심을  $(x_{t+1}, y_{t+1})$ 에 둔 추적영역  $(S_x, S_y)$ 을 정의한다. 명암도 조각 P는 추적영역안의 모든 가능한 위치에 대해 절대화소차이(absolute pixel difference)의 합을 계산한다.

절대화소차이의 합은 조각의 유사도를 계산하기 위해 사용한다. 이들중 최소값을 갖는 위치  $(Mx_{t+1}, My_{t+1})$ 가 조각 P와 가장 유사하다고 가정하여, 국부적인 흐름

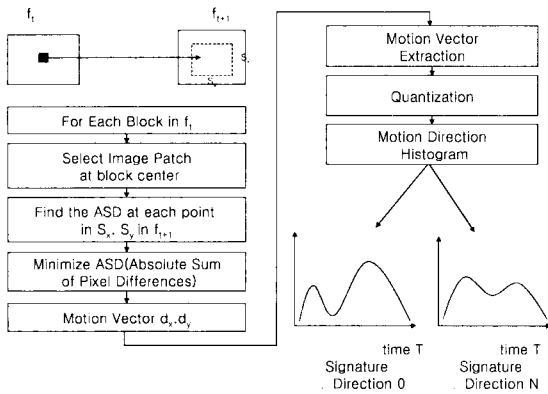


그림 1. 모션특징 추출 순서도  
Fig. 1. Block diagram of motion signature.

의 변이벡터  $d_x = x_t - Mx_{t+1}$ 와  $d_y = y_t - My_{t+1}$ 를 구하고 방향  $\theta = \tan^{-1}(d_y/d_x)$ 를 계산한다. 이중 벡터의 방향만을 가지고 한 프레임에 대한 통계를 구한다. 차후 벡터의 크기를 양자화 하여 표현할 수도 있다. 벡터의 방향정보는 각 방향에 대한 한 클립을 움직임에 의한 주파수 성분으로 나타내는 것이다.

(1) 모션 정합(Motion matching)

모션 특징을 기준클립과 테스트클립 모두에서 추출하고 특징을 정합하는 방법은 각 클립을 주파수 성분으로 표현하였으므로 주파수 형태의 유사도를 비교하였다. 이는 테스트클립을 기준클립에 대하여 상층적분시킨 후 각 위치에서 정규화 상관계수(normalized correlation coefficient)를 구한다. 이를 구한 후 최고의 상관계수 값을 갖는 위치가 최상정합이라고 판단한다. R(t)를 기준클립의 특징으로 T(t)를 테스트 클립의 특징으로 두면, t주위의 테스트클립의 길이 LT윈도우에서 정규화 상관계수 C(t)는 식 (3)과 같다.

$$C(t) = \frac{E(R(t)T(t)) - E(R(t)) \times E(T(t))}{\sigma(R(t)) \times \sigma(T(t))} \quad (3)$$

여기서 확률 E는 다음 식 (4)와 같다

$$E(S(t)) = \frac{1}{L_T} \sum_{i=t-L_T/2}^{t+L_T/2} [S(i)] \quad (4)$$

$\sigma(R(t))$ 와  $\sigma(T(t))$ 는 윈도우안에서 특징의 편차를 나타낸다. 그리고 C(t)에서 최고값은  $t_{max}$ 이고 R(t)와 T(t)의 최적 정합이라고 판단한다.

2. Ordinal 명암도 특징

Bhat와 Nayar<sup>[9]</sup>는 ordinal값을 영상의 일치여부를 측정하기위해 처음 적용하였고, Mohan은 이를 변형하였다<sup>[10]</sup>. 본 논문에서는 복사방지의 목적을 위해 Mohan이 변형한 측정값을 적용한다. 비디오 클립의 ordinal특징을 구하기 위해, 클립의 각 프레임에 대한 ordinal 값을 먼저 추출한다. 영상을  $N = N_x \times N_y$  크기로 나누고 각 블록의 평균 명암도를 구한다. 평균 명암도는 크기에 따라 정렬되고 rank가 각 블록에 정의된다. <표 1>에 정렬방법과 rank를 나타내었다.

만약 N윈도우로 나눈다면, t위치의 프레임의 ordinal 특징은 각 윈도우의 순서에 일치하는 정수  $r_i$ 의 벡터로 식 (5)와 같이 나타낸다.

$$S_o(t) = (\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_N) \quad (5)$$

표 1. 프레임을 9개의 블록으로 나눈 명암도 평균값과 순서에 따른 rank

Table 1. Average gray level in a video frame divided in 9 blocks and its rank based on intensity ordering.

20.3	12.9	123.2
250.1	72.3	199.2
69.3	80.2	200.0

1	0	5
8	3	6
2	4	7

(1) Ordinal 정합

기준 특징을 R(t)로 하고 길이 L<sub>T</sub>윈도우의 테스트 특징을 T(t)라고 하면, 테스트특징을 기준특징의 각각 다른 위치에 놓고 둘 사이의 거리를 계산한다. 임의의 시간 t의 두 특징사이의 거리는 식 (6)과 같다.

$$D(t) = \frac{1}{L_T} \sum_{i=1}^{L_T} |R(i) - T(i)| \quad (6)$$

R(t)와 T(t)사이의 거리가 최소가 되는 위치 t<sub>min</sub>의 D(t) 값을 가장 최적의 정합으로 판단한다.

3. 칼라 히스토그램 특징

이 특징은 순서(sequence)에서 각 프레임의 특징으로 YUV히스토그램을 사용하고, 히스토그램 교차부분을 두 특징(프레임)사이의 거리측정값으로 추정하는 것으로 Naphade가 제안하였다<sup>[5]</sup>. 또한 다항식 근사로 계속적인 프레임의 히스토그램을 압축하는 방법을 제안했다. 본 논문은 비디오 복사방지관점의 성능비교를 위해 히스토그램 압축은 필요하지 않아, 히스토그램 교차만을 구현하였다. YUV 히스토그램을 비디오의 각 프레임에서 계산하고, Y는 32, U와 V는 16양자화하므로 M=64개의 연결된 히스토그램으로 하였다. 그러므로 비디오 클립의 특징은 각 프레임의 YUV히스토그램의 순서(sequence)이다.

(1) 칼라 히스토그램 정합

Naphade가 사용한 정합 방법은 기준 특징을 R(t)로 하고 길이 L<sub>T</sub>의 윈도우를 적용한 테스트 특징을 T(t)

라고 하면, 정규화 히스토그램교차부분(normalized histogram intersection)은 다음 식 (7) 및 (8)과 같다.

$$NHI(t) = \frac{1}{L_T} \sum_{i=1}^{L_T} I(H_R, H_T) \quad (7)$$

$$I(H_R, H_T) = \frac{\sum_{l=1}^{L-M} \min(H_R(l), H_T(l))}{\sum_{l=1}^{L-M} H_R} \quad (8)$$

NHI는 R(t)와 T(t)의 유사도를 측정한다. 위치 t<sub>max</sub>에서의 최대 NHI(t)가 최적 정합이다.

IV. 실험 결과 및 고찰

실험을 위해 Star Wars와 Super Bowl 2001무비를 이용하여 Star Wars의 엔코딩을 MPEG1 (352×240)으로 하여 원본무비의 기준특징을 발생하였고, 테스트 특징은 기준특징과 다른 조건에서 발생하기 위해 Star Wars와 Super Bowl의 MPEG1 (176×112)엔코딩으로부터 구했다. <표 2>는 실험 데이터에 관해 나타냈다. 다음은 특징정합을 위한 실험 과정을 설명하였다.

표 2. 실험데이터

Table 2. Data for experiments.

Video title	Resolution	Usage	Length
Star Wars1	352×240	Reference	2hrs 12 mins
Star Wars1 Q	176×112	Test	2hrs 12 mins
Super Bowl	176×112	Test	2hrs 6mins

1. 기준 비디오(R)로부터 특징을 추출한다.
2. 테스트비디오(T)로부터 특징을 추출한다.
3. 테스트 클립길이 L을 정한다.
4. 테스트비디오 T에서 임의의 점(P)을 선택한다.
5. P주위로 길이 L의 클립(C)를 선택한다.
6. R에 대해 C의 최적 정합위치 M을 구하고 정합 스코어 M<sub>s</sub>를 계산한다.
7. 4-6단계를 100번 반복한다.
8. 다른 클립 길이 L에 대해 3-7단계를 반복한다.

각 순서정합방법의 성능은 ROC(Receiver operating characteristics) 곡선으로 나타내었으며, 곡선은 false positive(F<sub>pr</sub>)와 false negative(F<sub>nr</sub>)의 비를 나타낸다. N<sub>T</sub>가 실행한 정합테스트의 전체 개수이고 τ를 정합 임

계치,  $F_n$ 은 false negative의 개수이고  $F_p$ 는 false positive의 개수 일때  $F_{pr}$ 과  $F_{nr}$ 은 식 (9)와 같다.

$$F_{pr}(\tau) = \dots F_{nr}(\tau) = \dots \quad (9)$$

ROC곡선은  $\tau$ 의 값을 최소값부터 최고값까지 5%씩 증가시키면서 구한 것이다. 좋은 ROC곡선일수록 축에 가깝게 된다. 즉 임의의 임계치에 대해  $F_{pr}$ 과  $F_{nr}$ 은 0에 가깝다. 이상적인 경우  $F_{pr} = F_{nr} = 0$  이다.

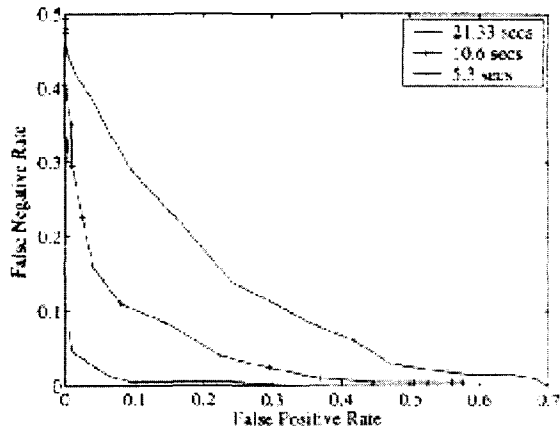


그림 2. 모션특징 : false positive vs. false negative 비  
Fig. 2. Motion signature : false positive vs. false negative rates.

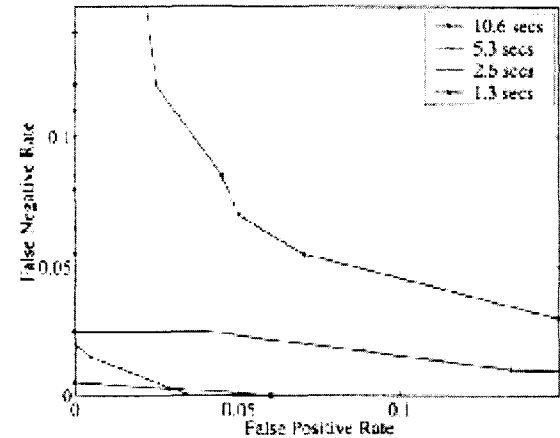


그림 3. ordinal 특징 : false positive vs. false negative 비  
Fig. 3. Ordinal signature : false positive vs. false negative rates.

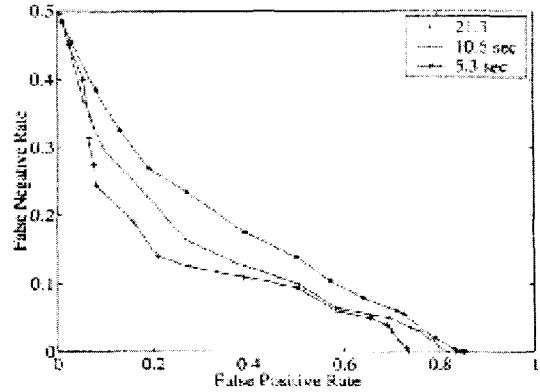


그림 4. 칼라 특징 : false positive vs. false negative 비  
Fig. 4. Color signature : false positive vs. false negative rates.

1. 고찰

<그림 2>, <그림 3> 및 <그림 4>는 각각 모션기반 정합, ordinal 정합, 칼라기반 정합 결과를 나타낸다. 각 ROC곡선은 클립길이 L에 대한 결과이다. 기대한대로, 정합성능은 클립길이가 증가할수록 개선된다. 표 3은 다른 클립길이에 대하여 100번을 수행한 결과 정합 어려움의 최소 값을 나타낸다.

표 3. 클립 길이변화에 대한  $F_{pr}$ 과  $F_{nr}$ 의 값  
Table 3. Representative  $F_{pr}$ ,  $F_{nr}$  pairs for a number of clip lengths in percent.

L	20.3s	10.6s	5.3s	2.6s	1.3s
Motion	6,1	8,11	24,14	-	-
Ordinal	0,0	0,0.5	0,2.0	0,2.5	5,7
Color	21,14	23,18	27,23	-	-

<그림 3>과 <그림 4>에서 각 축은 같은 크기를 나타내지 않는다. 그림과 표로부터 ordinal특징이 가장 좋은 성능을 나타내었고, 그 다음은 모션특징이고 칼라특징은 세 가지 특징 중 가장 좋지 않은 성능을 나타내었다. 이 결과는 엔코딩 방법이 다를 때 칼라 값이 변하기 때문이다. 칼라특징은 엔코딩에 의한 영향을 가장 많이 받는다고 할 수 있다. 그러나 각각은 시간과 공간 영역에서의 특성을 나타내는 특징으로 이들을 결합한 새로운 특징에 대한 연구도 필요하다. 본 논문의 전체적인 성능비교는 다음과 같이 요약할 수 있다.

- Ordinal 특징 : 이 특징은 비디오에서 시간과 공간의 명암도의 상대적인 분포를 표시한다. 그러므로 디지털 화/엔코딩과정에서 야기되는 비디오 화질변화에 강한 특성이 있다.

- Motion 특징 : 이 특징도 시간영역에서 명암도의 상대적인 변화를 포함하기 때문에 비디오의 엔코딩시 발생하는 칼라변화에 강하다. 그러나 공간영역의 정보를 가지지 못하므로, 성능은 ordinal에 비해 떨어진다. 왜냐하면 일반적인 비디오 프레임의 중요한 부분들이 모션정보를 포함하지 않을 수 있기 때문이다.

- 칼라 특징 : 이 특징은 공간정보를 사용하지 않고 프레임의 절대칼라를 엔코딩하므로, 서로 다른 엔코딩 방법에 의해 발생하는 전체적인 변화에 민감하다. 성능이 떨어지는 또다른 이유는 Star Wars와 같은 영화는 다른 장면에서 같은 칼라분포를 갖는 부분이 있어 공간 정보 없이는 구별하기가 어렵다.

결론적으로 매우 짧은 클립에 대해 낮은 에러율을 가지는 것과 함께, ordinal특징은 계산방법이 효율적이고 실시간 비디오의 처리에 빠른 처리시간을 갖는다. 그러므로 상대적인 정보를 엔코딩하는 특징이 비디오의 절대적인 특성을 엔코딩하는 것에 비해 성능이 낮다고 할 수 있다.

## V. 결 론

기존의 비디오 복사방지는 키 프레임에 의존한 이미지 정합방법을 사용하였으나, 본 논문은 하나의 비디오 프레임으로 정합하지 않고 여러 장의 비디오 프레임들 가지고 시간 간격을 사용한 방법인 순서정합(sequence matching)방법을 사용하여, 비디오의 움직임을 통계적으로 표현하여 클립을 나타내는 모션특징을 제안하였으며, ordinal특징을 비디오 복사방지 분야에 적용하였다. 이들 특징을 기존의 칼라 특징과 비교하여 복사방지 관점에서 성능비교를 하였다.

비교 결과 순서정합의 클립에서는 ordinal특징이 모션과 칼라특징에 비해 우수한 성능을 보였다. 특히 실시간 처리를 위한 간단한 처리방법, 짧은 클립에 대하여도 우수한 에러율, 다음단계인 인덱스를 위한 비교적 적은 저장용량 등을 보였다. 앞으로 다른 형태의 비디오 내용, 예를 들면 TV CF, 빠른 변화를 포함한 비디오 등에 대해 ordinal특징을 적용할 예정이고, 공간의 일관

성을 포함하는 ordinal 특징의 변형에 대해서도 지속적인 연구가 필요하다. 또한 현재의 순서 정합방법보다 기존 스트림을 병렬로 구현할 수 있는 인덱스 기법을 개발해야 한다.

## 참 고 문 헌

- [1] C.L.E. Chang, J. Wang and G. Wiederhold, "Rime: A replicated image detector for the world wide web," in SPIE Multimedia Storage and Archiving Systems III, Nov. 1998.
- [2] A Hampapur and R. M. Bolle, "Feature based indexing for media tracking," in Proc. of Int. Conf. on Multimedia and Expo, pp. 67~70 Aug. 2000.
- [3] G.L.P Indyk and N. Shivakumar, "Finding Pirated video sequences on the internet," in Stanford Infolab Technical Report, Feb. 1999.
- [4] C.K.R Lienhart and W. Effelsberg, "On the detection and recognition of television commercials," in Proc. of the IEEE Conf. on Multimedia Computing and Systems 1997.
- [5] M.Y.M. Napphade and B.-L.Yeo, "A novel scheme for fast and efficient video sequence matching using compact signatures," in Proc. SPIE, Storage and Retrieval for Media Database 2000, Vol. 3972, pp. 564~572, Jan. 2000.
- [6] J.V.J.M. Sanchez, X. Binefa and P. Radeva., "Local color analysis for scene break detection applied to tv commercials recognition,," in Proceedings of Visual 99, pp. 237~244, June 1999.
- [7] S.-C. Cheung and A. Zakhor, "Estimation of web video multiplicity," in Proc. SPIE-Internet Image, Vol. 3964, pp. 34~36, 2000.
- [8] w. Contentwise Inc.
- [9] D. Bhat and S.Nayar, "Ordinal measures for image correspondce," in IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 20 Issue: 4, pp. 415~423., April 1998.
- [10] R. Mohan, "Video sequence matching," in

- Proceedings of the International Conference on Audio, Speech and Signal Processing Society, 1998.
- [11] M. Swain and D. Ballard, "Color indexing," in International Journal of Computer Vision, Vol. 7, No. 1, pp. 11~32, 1991.
- [12] A. Hampapur and R. M. Bolle, "Comparison of distance measures for video copy detection," in Proc. of Int. Conf. on Multimedia and Expo, Aug. 2001.

---

 저 자 소 개
 

---



## 玄基浩(正會員)

1986년 경북대학교 전자공학과(공학사). 1990년 경북대학교 전자공학과(공학석사). 1994년 경북대학교 전자공학과(공학박사). 1990년~1993년 대현정밀(주) 자동화개발 연구소 연구실장. 1993년~1997년 마산창신대학 전자과 조교수. 2001년 IBM T.J. Watson Research Center 방문교수. 1997년~현재 영산대학교 컴퓨터정보공학부 조교수. 관심분야는 컴퓨터비전, 비디오 신호처리, 영상처리, 패턴인식 등.