

저작권보호를 위한 내용기반 비디오 복사검출의 비디오 정합 알고리즘

현 기 호[†]

요 약

비디오 데이터베이스에서 복사본의 위치를 검출하기 위해서는 비디오의 특징(signature)이 비디오의 재편집(reediting), 채널 잡음, 시간적인 프레임 율(frame rate) 변화에 강한 특성을 지녀야 한다. 여러 가지 시그네처중 하나인 오디널(ordinal) 시그네처는 평균 명암도 값을 구하는 고정 윈도우(fixed window) $N \times N$ 의 크기에 따라 프레임의 공간적인 특징을 나타내기 어렵다. 본 논문은 인터넷상에서 이미 배포된 비디오, 위조된 비디오의 검출을 위해 키 프레임으로 정합하지 않고 연속적인 비디오 프레임에서 공간의 변화특성인 기존의 오디널을 개선한 변형된 robust 오디널 특징을 제안하였다. Robust 오디널은 2차원 벡터 구조를 가지고 있어 비디오의 잡음과 프레임 율의 변화에 강한 특성을 가지고 있으며, 검색공간인 R-트리 공간에서 MBR 형태로 표현될 수 있다. 또한 비디오 복사 검출에 필수적인 대용량 데이터베이스 검색에 적합한 R-트리 구조를 이용하여 정확히 정합되는 프레임의 위치를 찾아내고, n차원 입력의 구조를 가지고 있는 R-트리의 입력으로 robust 오디널 특징이 적합하게 사용되었다. 실험결과 비디오 정합율이 향상되고 대용량 데이터베이스에 알맞은 특징을 가지고 있음을 확인하였다.

Video Matching Algorithm of Content-Based Video Copy Detection for Copyright Protection

Ki-Ho Hyun[†]

ABSTRACT

Searching a location of the copied video in video database, signatures should be robust to video reediting, channel noise, time variation of frame rate. Several kinds of signatures has been proposed. Ordinal signature, one of them, is difficult to describe the spatial characteristics of frame due to the size of fixed window, $N \times N$, which is compute the average gray value. In this paper, I studied an algorithm of sequence matching in video copy detection for the copyright protection, employing the R-tree index method for retrieval and suggesting a robust ordinal signatures for the original video clips and the same signatures of the pirated video. Robust ordinal has a 2-dimensional vector structures that has a strong to the noise and the variation of the frame rate. Also, it express as MBR form in search space of R-tree. Moreover, I focus on building a video copy detection method into which content publishers register their valuable digital content. The video copy detection algorithms compares the web content to the registered content and notifies the content owners of illegal copies. Experimental results show the proposed method is improve the video matching rate and it has a characteristics of signature suitable to the large video databases.

Key words: Content-Based Video Copy Detection(내용기반 비디오 복사검출), R-Tree(R-트리), Robust Ordinal(robust 오디널), Copyright Protection(저작권보호)

※ 교신저자(Corresponding Author): 현기호, 주소: 경남 양산시 웅상읍 주남리 산 150 (626-840), 전화: 055)380-9241, FAX: 055)380-9249, E-mail: khhyun@ysu.ac.kr
접수일: 2007년 8월 28일, 완료일: 2008년 1월 16일

[†] 정회원, 영산대학교 IT계열 컴퓨터공학과 부교수
※ 이 논문은 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(R05-2004-000-10754-0)

1. 서 론

네트워크를 통한 미디어의 교환이 활발히 이루어짐에 따라 미디어의 저작권보호에 관한 필요성이 증가하고 있다. 최근의 보호방법으로 독특한 패턴을 첨가하는 워터마킹등이 연구되고 있으나 워터마킹 제거 후 복원 영상의 열화 문제와 미디어 파일의 변환이나 이미 배포된 미디어에 대하여는 보호할 수 없는 단점이 있다. 워터마킹의 대안으로 주목받고 있는 새로운 방법이 내용기반 복사검출이다. 내용기반 복사검출(content-based copy detection) 방법은 그림 1과 같이 먼저 원본 미디어인 기준 클립(reference clip)에서 특징을 추출한다. 이를 대용량 데이터베이스에서 검색할 수 있도록 오프라인 인덱스에 저장한다. 같은 특징이 실시간 입력인 테스트 미디어 스트림으로 부터 추출되고 테스트 스트림이 원본 미디어의 복사본을 포함하는지를 판단하기위해 실시간 검색엔진을 이용하여 원본 미디어의 특징과 비교한다.

내용기반 비디오 복사 검출(content-based video copy detection)분야에서 부딪히는 문제는 크게 두 가지로 요약할 수 있다. 첫째는 시공간적(spatiotemporal)으로 복잡한 구조를 가지고 있는 비디오에서 명암도, 화면 크기(frame resizing) 변화 등의 공간적인 변화와 슬로우 모션, 프레임 율(frame rate) 변화 등의 시간적인 변화를 견딜 수 있는 강한 비디오 특징(video signature)을 구하는 일이고, 둘째는 방대한 양의 비디오 정보를 가지고 있는 인터넷 또는 대용량 데이터베이스에서 위조된 비디오(pirated video)를 찾기 위해 소모되는 검색시간을 줄이는 것이다.

최근 여러 대학의 연구실에서 복사검출에 관한 연구를 진행하고 있고 상업적인 회사가 이와 관련한

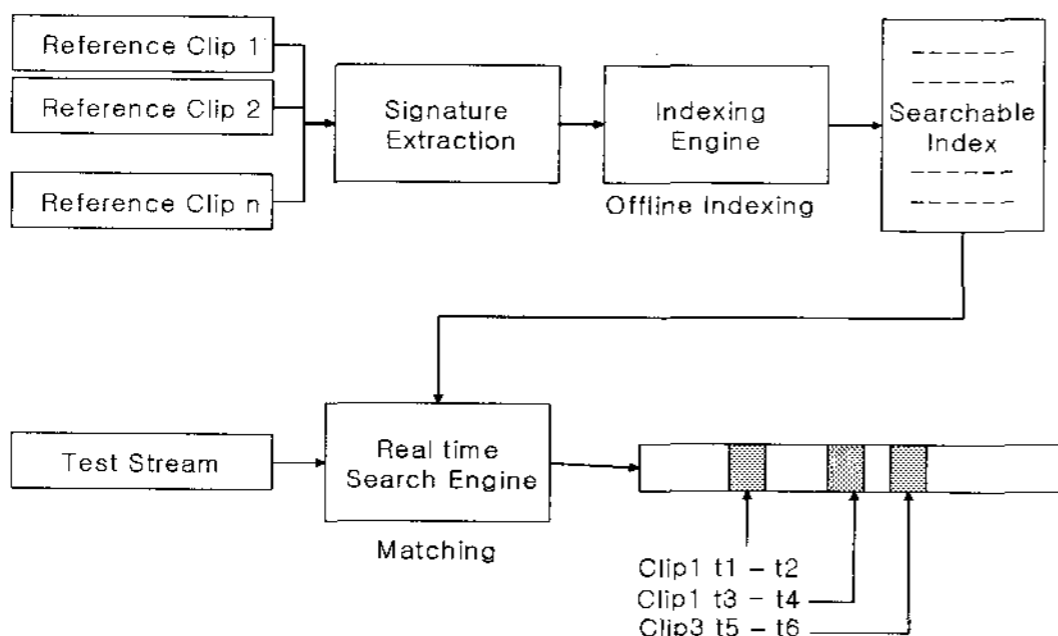


그림 1. 내용기반 비디오 복사 검출

시제품의 출시를 진행하고 있다[1-8]. Naphade등[2]은 압축된 비디오의 DCT 히스토그램과 비디오 클립을 정합하기 위해 다항식 근사화를 제안하였다. Hampapur등[5]은 모션, 오디널, 칼라특징을 이용한 여러 시퀀스 정합 방법의 성능을 비교하여 그중에서 오디널이 가장 우수함을 보였다. Hua[8]등은 프레임 율의 변화에 대처할 수 있도록 resampling 비디오 프레임에서 생성되는 오디널 특징을 제안했다. Kim과 Vasudev[7]는 원 오디널 특징보다 나은 성능의 오디널과 시간적인 특징을 제안하였다.

그러나 비디오 데이터베이스에서 복사본의 위치를 검출하기 위해서는 비디오의 특징이 비디오의 재편집(reediting), 채널 잡음, 시간적인 프레임 율(frame rate) 변화에 강한 특성을 지녀야 한다. 여러 가지 시그네처 중 칼라는 프레임의 명암도 변화에 가장 민감한 반응을 일으키고, 우수한 성능을 나타내는 것 중의 하나인 오디널(ordinal) 시그네처는 평균 명암도 값을 구하는 고정 윈도우(fixed window) N×N의 크기에 따라 프레임의 공간적인 특징을 나타내기 어렵다. 모션(motion) 시그네처는 비디오의 공간적인 특징과 시간적인 특징을 가장 잘 나타내는 시그네처이지만 키 프레임을 추출하는 정합방법에서는 적용하기 어렵다.

본 논문은 인터넷상에서 이미 배포된 비디오, 위조된 비디오의 검출을 위해 키 프레임으로 정합하지 않고 연속적인 비디오 프레임에서 공간의 변화특성인 기존의 오디널을 개선한 변형된 robust 오디널 특징을 제안하였다. Robust 오디널은 2차원 벡터 구조를 가지고 있어 비디오의 잡음과 프레임 율의 변화에 강한 특성을 가지고 있으며, 검색공간인 R-트리 공간에서 MBR형태로 표현될 수 있다. 또한 비디오 복사 검출에 필수적인 대용량 데이터베이스 검색에 적합한 R-트리 구조를 이용하여 정확히 정합되는 프레임의 위치를 찾아내고, n차원 입력의 구조를 가지고 있는 R-트리의 입력으로 robust 오디널 특징이 적합하게 사용되었다. 실험결과 비디오 정합율이 향상되고 대용량 데이터베이스에 알맞은 특징을 가지고 있음을 확인하였다.

2. 내용기반 비디오 복사 검출의 오디널 정합 특징

Bhat와 Nayar[3]는 오디널(ordinal)값을 영상의

일치여부를 측정하기 위해 처음 적용하였고, Mohan [4]은 이를 변형하였다. 비디오 클립의 오디널특징을 구하기 위해서는 먼저 영상을 $N = N_x \times N_y$ 크기로 나누고 각 블록의 평균 명암도를 구한다. 평균 명암도는 크기에 따라 정렬되고 rank가 각 블록에 정의된다. 그림 2에 정렬방법과 rank를 나타내었다. 만약 N 윈도우로 나눈다면, t 위치의 프레임의 오디널특징은 각 윈도우의 순서에 일치하는 정수 r_i 의 벡터로 식(1)과 같이 나타낸다.

$$S_0(t) = \{r_1, r_2, \dots, r_N\} \quad (1)$$

비디오 시퀀스 정합의 여러 가지 특징들 중에서 우수한 특성을 나타내고 있는 오디널(ordinal)특징은 고정된 윈도우(fixed window)로 특징을 추출한다. 그러나 한 프레임씩 검색하는 방법은 물체의 빠르고 느린 이동 등 프레임의 시간적인 변화에 취약점을 가지고 있다. 또한 기존의 시공간적 비디오 정합에 관한 논문에서 적용한 Kim등[7]의 2×2 , Hua[8]등의 3×3 블록의 오디널 시그네처는 한 블록의 명암도를 계산하는데 포함되는 화소의 크기가 너무 많아 비디오의 세밀한 공간적인(spatial)특징을 표현할 수 없다. Mohan[4]과 Arun등[5]이 적용한 25×25 오디널 특징은 적절하게 한 블록당 16×16 정도의 화소로 명암도 평균값을 구하지만, 잡음등 공간적인 명암도의 변화에 따라 오디널 순서가 민감하게 바뀔 수 있고 프레임의 변화, 화면 크기 변화등 시공간적인 변화에 취약할 수 있다.

기존의 오디널 특징은 그림 3와 같이 176×112 크기의 비디오 영상과 352×240 크기의 비디오 영상과 같이 크기가 변화하는 경우의 특징을 구할 때, 그림 4와 같이 영상의 크기에 따라 각 블록에서 구한 오디널 특징 값이 일치하지 않아 정합 오차가 발생하며 비디오 복사 검출의 단계에서 정합 에러가 발생하는 원인이 된다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 오디널 특징을 변형시켜 검색 성능을 개선할

20.3	12.9	123.2	1	0	5
250.1	72.3	199.2	8	3	6
69.3	80.2	200.0	2	4	7

그림 2. 프레임을 9개의 블록으로 나눈 명암도 평균값과 순서에 따른 rank

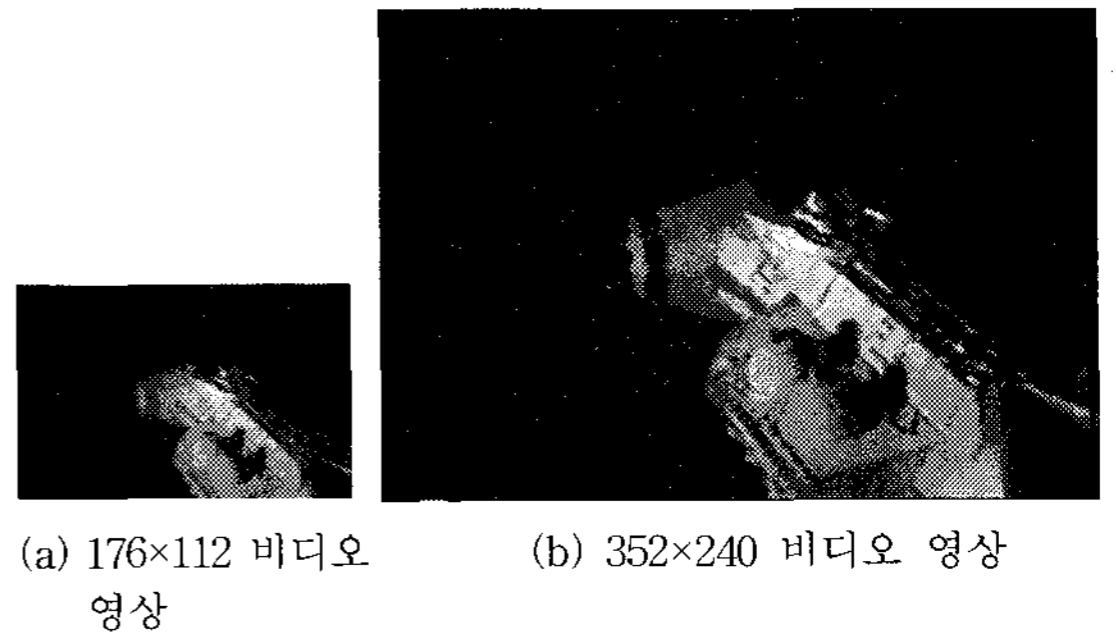


그림 3. 동일한 비디오에서 이미지의 크기 변화

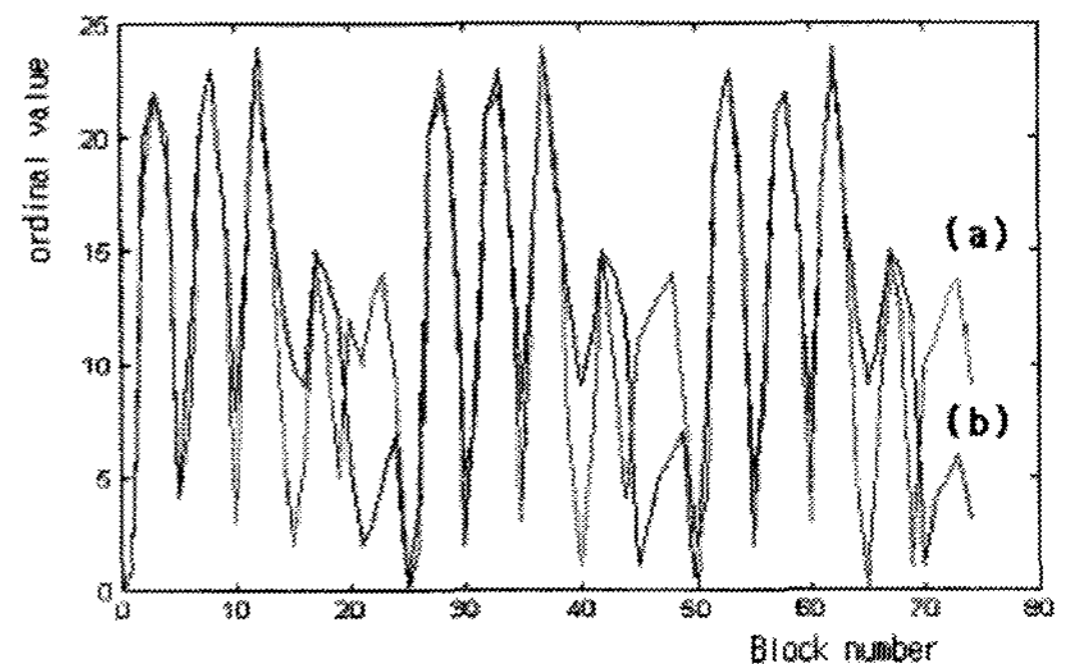


그림 4. 그림3 (a), (b) 두 비디오 영상의 오디널 특징 값 차이

수 있는 robust 오디널특징을 제안하였다. Robust 오디널특징은 또한 대용량 데이터 베이스의 검색을 위해 인덱스를 구성할 경우 멀티미디어 검색 성능이 우수한 R-트리의 입력벡터로 사용할 수 있다. R-트리의 입력 벡터는 복수의 특징으로 데이터베이스 입력 및 질의(query)를 구성하여 검색할 수 있어, 기존의 오디널 특징을 입력에 적합하게 변형하는 구조가 필요하다.

3. 제안한 Robust 오디널 정합

비디오 복사검출을 위해 모든 비디오 클립은 공간, 칼라와 시간적인 차원에 분포된 정보를 가지고 있다. 특징들은 이런 차원의 상대적인 중요도를 비교하여 선택된다. 비디오 시퀀스의 공간 정보를 추출하기 위한 오디널 변수는 학교에서 성적 등급의 집합과 같은 이산적인 순서집합으로부터 얻어지고, 두 값의 비율은 중요하지 않으며, 값들의 상대적인 순서만이 의미가 있다. 값들 간의 상대적인 순서는 등위(rank)로 표시된다. 등위의 교환은 샘플들을 오름차순으로

정렬하여 얻어지고, [1,2,3,...m]과 같이 정수를 이용하여 번호를 붙이며, m은 샘플의 수가 된다. 오디널 기준은 화소단위의 변화에 덜 민감한 장점을 가지고 있으며, 본 논문에서는 15×15크기의 블록에서 총 225개의 각 윈도우의 평균 명암도 값을 오디널 변수로 사용하였다. 평균명암도 A_i 는 윈도우 i에서의 명암도 값을 평균한 것이며 다음 식(2)과 같이 계산된다.

$$A_i = \frac{1}{N \times N} \sum_{m=0}^{N-1} \sum_{n=0}^{N-1} L(m,n), \quad (2)$$

여기서 i는 윈도우 번호이고, N은 윈도우의 크기이며 L은 해당화소에서의 밝기 값을 나타낸다.

계산된 평균 명암도의 집합은 오름차순으로 정렬되고, 프레임의 각 윈도우에 등위가 할당된다. 그림 5에 오디널 기준 계산 예제를 보였다.

그러나 비디오의 변형에 따라 오디널 값이 변하여 비디오 정합에러를 발생한다. 오디널 특징의 다른 경우는 명암도의 기울기(gradient of intensity), 명암도의 중간값(median of intensity)등으로 새로운 오디널 특징을 그림 6과 같이 선택할 수도 있으나, 기존의 평균값으로 구한 오디널의 경우와 비교하여 뚜렷한 차이점을 발견할 수 없었다.

이를 본 논문에서는 윈도우의 평균값에서 일정한 범위의 허용오차를 주는 방법으로 변형된 Robust 오

디널 특징을 제안하여 성능을 개선하고자 하였다. 또한 이를 이용하여 비디오 정합에러를 줄이고자 하였다. 허용오차를 주는 이유는 잡음이나 명암도의 미세한 변화에 따라 기존의 오디널은 rank의 변화가 심하게 발생하나 robust 오디널은 일정한 rank를 유지할 수 있다. 즉 Robust 오디널 특징은 그림 7과 같이 윈도우의 평균값에서 임계치를 정하여 오디널 벡터의 lower 범위와 upper 범위를 지정한 다음 각 값이 윈도우내에서 별도의 rank를 정하는 변형표를 만들어 2차원 벡터로 표현된다.

그림 8은 176×112 크기의 비디오 영상과 352×240 크기의 비디오 영상과 같이 크기가 변화하는 경우의 robust 오디널 특징을 구한 예제이다. 기존의 오디널 특징에 비하여 2차원 벡터 형태로 확장한 robust 오디널은 잡음과 프레임율의 변화에 오디널 rank의 변화가 둔감한 특성을 나타낸다.

내용기반 비디오 복사 검출은 등록된 비디오의 데이터베이스와 공중파방송이나 인터넷의 입력 비디오 스트리밍(streaming)을 추출하여 등록되지 않은 비디오의 경우 DB와 비교하여 위조여부를 검출한다.

이를 요약하면 첫째 특징추출단계, 둘째 인덱스 구성단계, 셋째 유사도 측정단계로 실제 시스템을 구현하기 위해서는 각 단계가 이상적으로 2초미만의 짧은 클립이라도 정합 가능해야하고, 25시간 이상의 대

37.058	38.201	96.953	123.229	91.814
38.531	40.918	113.871	128.596	53.990
39.715	51.229	142.558	81.258	41.448
40.445	40.247	43.618	41.998	40.950
38.841	38.452	38.518	38.826	39.336

(a) 프레임에서 각 윈도우의 평균 명암도

0	1	20	22	19
4	11	21	23	17
8	16	24	18	13
10	9	15	14	12
6	2	3	5	7

(b) 프레임에서의 오디널 특징치

그림 5. 오디널 측정의 예제

37	38	96	123	91
38	40	113	128	53
39	51	142	81	41
40	40	43	41	40
38	38	38	38	39

(a) 프레임에서 각 윈도우의 중간값

0	1	20	22	19
4	11	21	23	17
8	16	24	18	13
10	9	15	14	12
6	2	3	5	7

(b) 프레임에서의 오디널 특징치

그림 6. 변형된 오디널 측정의 예제

0	1	20	22	19	0,0	1,1	20,20	22,22	19,19
4	11	21	23	17	2,4	11,12	21,21	23,23	17,17
8	16	24	18	13	8,8	16,16	24,24	18,18	13,13
10	9	15	14	12	9,10	9,10	15,15	14,14	11,12
6	2	3	5	7	5,6	2,4	2,4	5,6	7,7

(a) 프레임에서 중간값을 사용한 기존의 오디널 (b) 프레임에서의 Robust 오디널 특징

그림 7. Robust 오디널 측정의 예제

0,0	1,1	20,20	22,22	19,19	0,1	0,2	18,19	22,22	20,20
2,4	11,12	21,21	23,23	17,17	4,4	7,7	21,21	23,23	17,17
8,8	16,16	24,24	18,18	13,13	3,3	16,16	24,24	18,19	8,8
9,10	9,10	15,15	14,14	11,12	1,2	6,6	15,15	10,11	5,5
5,6	2,4	2,4	5,6	7,7	12,12	9,11	13,13	14,14	9,10

(a) 176×112 크기 프레임에서의 Robust 오디널 특징 (b) 352×240 크기 프레임에서의 Robust 오디널 특징

그림 8. 두 프레임의 Robust오디널 특징의 정합예

용량 데이터베이스 인덱스를 구성할 수 있어야 하며 유사도 측정은 실시간 처리가 되어야 한다. 이중 검색의 정확도를 높이기 위해서는 특징추출이 가장 중요하며 인덱스단계는 탐색 효율성을 연구해야한다.

본 논문은 첫째 단계인 특징추출단계에서 대용량 데이터베이스에 적합한 변형된 robust 오디널 특징을 제안하였고, 두 번째 단계인 인덱스 구성단계에서 대용량 멀티미디어 데이터 검색에 적합한 R-트리를 적용하여 새로운 특징과 결합하고자 한다. 비디오복사방지를 위한 특징은 다음과 같은 3가지 조건을 만족해야만 사용할 수 있다.

첫째 정확성은 구해진 특징으로 원본과 복사본을 구별할 수 있어야 하고, 둘째 대용량성은 데이터베이스를 구성하더라도 실시간으로 처리할 수 있을 정도로 컴팩트(compact)해야 하며 셋째 탄력성은 원본의 변형이 있어도 특징의 변형은 없어야 한다. 이런 특징을 구하기 위해서는 비디오 고유의 특성을 찾아내서 특징(signature)을 구성해야 한다.

기존의 특징중에서 오디널 특징은 정합율도 우수할 뿐아니라 추출하는 과정이 단순하고 데이터의 크기도 작아 대용량의 인덱스 구성에도 유리하다. 특히 멀티미디어 데이터베이스에 많이 응용되는 R-트리의 구성에 적합하다. R-트리는 다차원 구성으로 질의 및 인덱스 구성을 확대할 수 있고 검색효율이 우

수하여 많이 연구되고 있다. 비디오 복사 검출은 비디오 정합(video matching)과 인덱스(index) 검색으로 구성하는데 비디오 정합을 위해서는 특징의 선택이 중요하며, 검색을 위해서는 비디오의 크기변화와 칼라 변화등에 무관하게 같은 특징을 추출해야하므로 robust 오디널(ordinal) 특징을 제안하였고 대용량 데이터 베이스의 검색에 적합하도록 구성하여야 한다.

3. Robust 오디널을 이용한 R-트리의 정합

3.1 R-트리

데이터 베이스의 응용중에서 CAD와 지리데이터의 검색등에서 필요한 공간적인 데이터를 다루기 위해 개발된 R-트리는 n차원의 인덱스구조를 가질 수 있고 대용량 데이터베이스의 검색에 효율적이다.[6] Robust 오디널과 같은 2차원 벡터의 특징의 경우 그림 9와 같이 특징값에 따른 MBR(Minimum boundary rectangle)구성을 하고 있다. 이는 특징값의 추가에 의해 n차원으로 확대할 수 있어 다차원 입력의 멀티미디어 데이터베이스에 적합한 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 오디널 특징을 개선한 robust 오디널을 제안하고 이를 2차원 벡터로 R-트리의 입력으로 대용량 비디오 데이터베이스에 적합하도록 한다.

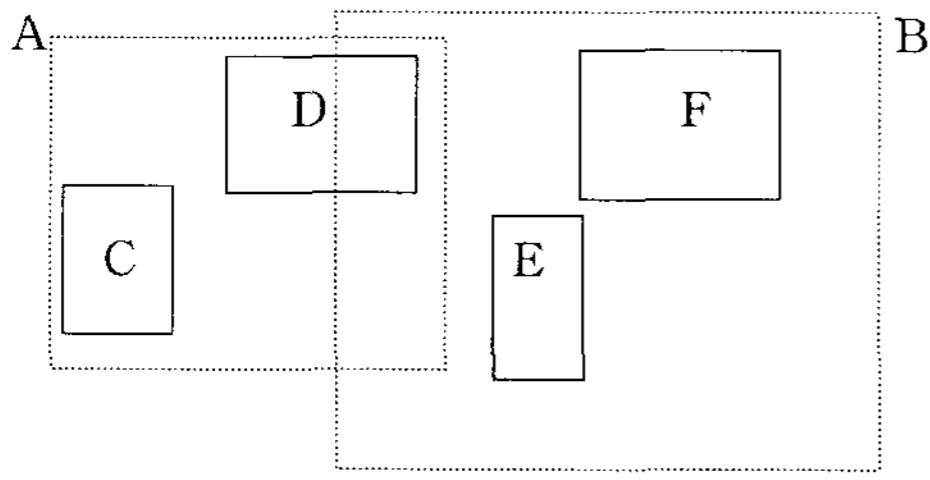


그림 9. R-트리의 특징 공간

그림 10은 R-트리공간에서 유사도를 측정하는 방법으로 식(3)과 같이 유클리드 거리가 가장 가까운 MBR을 질의(query)에 대한 데이터베이스내의 대답(answer)으로 출력한다.

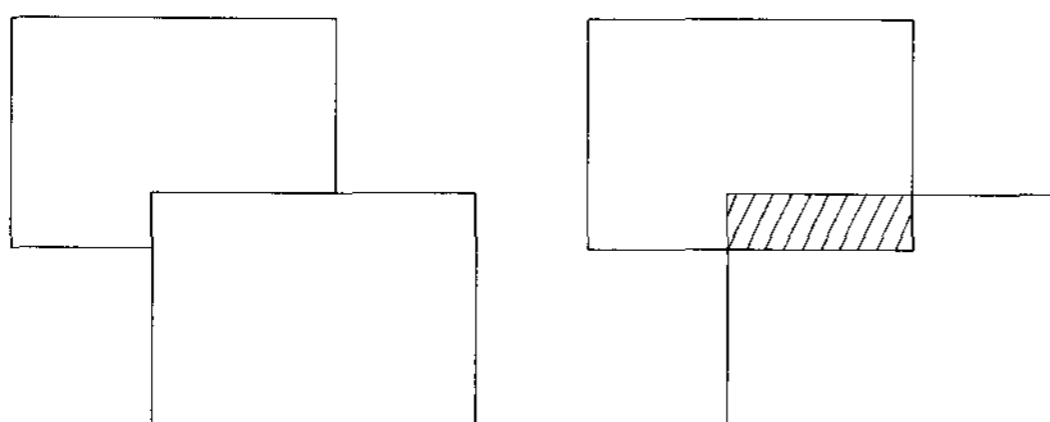
$$Dist_{Euclidean} = \min \{ \sqrt{(Query(i) - Database(i))^2} \} \quad (3)$$

두개의 MBR이 겹치는 정도에 상관없이 가장 가까운 거리를 계산하므로 유클리드 거리는 모두 0이다. 본 연구에서는 MBR의 겹치는 정도를 식 (4)와 같이 정의하였다.

$$Dist_m = \frac{R_{overlapped}}{T} \quad (4)$$

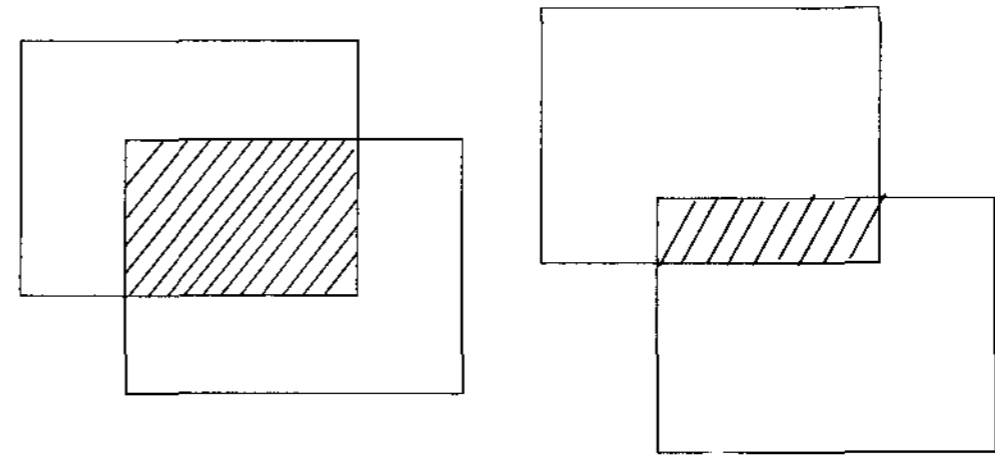
여기서 $R_{overlapped}$ 는 겹치는 정도를 나타내고 T는 전체 MBR영역을 나타낸다.

그림 11은 R-트리 공간에서 두개의 MBR이 동일한 벡터값을 가지고 있으나 겹치는 영역이 다른 경우를 나타낸 것이다. 기존의 유클리드 거리를 사용하면 모두 $Dist_{Euclidean} = 0$ 이나 제안한 $Dist_m = overlapped\ region$ 을 나타낸다. 출력을 나타내는 대답(answer)들 중 가장 많이 겹치는 MBR이 정합후보가 되는 것이다.



(a) 기존의 방법 (b)제안한 overlapped 영역 거리

그림 10. R-트리의 유사도 측정을 위한 유클리드 거리



Modified Distance = Overlapped region/Total region

그림 11. 동일한 MBR의 overlapped 영역의 변형된 유클리드 거리

R-트리의 검색결과는 질의(query)에 가장 정합될 수 있는 가능성 있는 데이터베이스내의 백터를 후보로 지정하여 출력한다. 실험에서는 최소 200,000장의 대용량 데이터베이스에서 질의로 입력되는 비디오의 정합후보를 출력하였다. 이와같은 데이터베이스는 차후에 더욱 확대 될 것이므로 실시간처리가 가능하도록 인덱스의 용량이 오디오널과 같이 작은 특징이 유리하다.

4. 실험 및 고찰

실험을 위해 352×240크기와 2시간 12분 길이의 Star Wars와 176×112크기와 2시간 12분길이의 Star Wars Q 무비를 이용하였으며, Star Wars의 엔코딩은 MPEG1 (352×240)으로 하여 원본무비의 기준특징을 발생하였고, 테스트 특징은 기준특징과 다른 조건에서 발생하기위해 Star Wars Q는 MPEG1 (176×112) 엔코딩으로부터 구했다. 그림 12는 일반적인 실험을 위한 비디오의 구조를 나타내었다. 표 1은 실험 데이터에 관해 나타내었고 특징정합을 위한 실험 과정을 설명하였다.

실험과정

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 M_1 을 구하고 정합스코어 M_s 를 계산한다.
7. 4-6단계를 100번 반복한다.
8. 다른 클립 길이 L에 대해 3-7단계를 반복한다.

4.1 비디오 시퀀스 정합 실험

기존의 오디오 특징과의 성능비교를 위해 클립의 길이를 40프레임으로 하여 비디오 시퀀스 정합으로 먼저 실험하였다. 표 2는 시퀀스 정합 결과를 나타내었는데 방법 1은 오디오 특징에 유클리드거리를 이용하였고, 방법 2는 robust 오디오와 유클리드거리를 사용하였다. 또한 방법 3은 robust 특징에 overlapped 거리를 사용하여 100번의 시퀀스 정합중에 정확하게 정합된 횟수를 기록하였다. 정확한 프레임의 위치를 나타내는 허용오차는 각각 ± 10 프레임의 경우와 ± 20 프레임 경우를 구하였다. 허용오차는 정

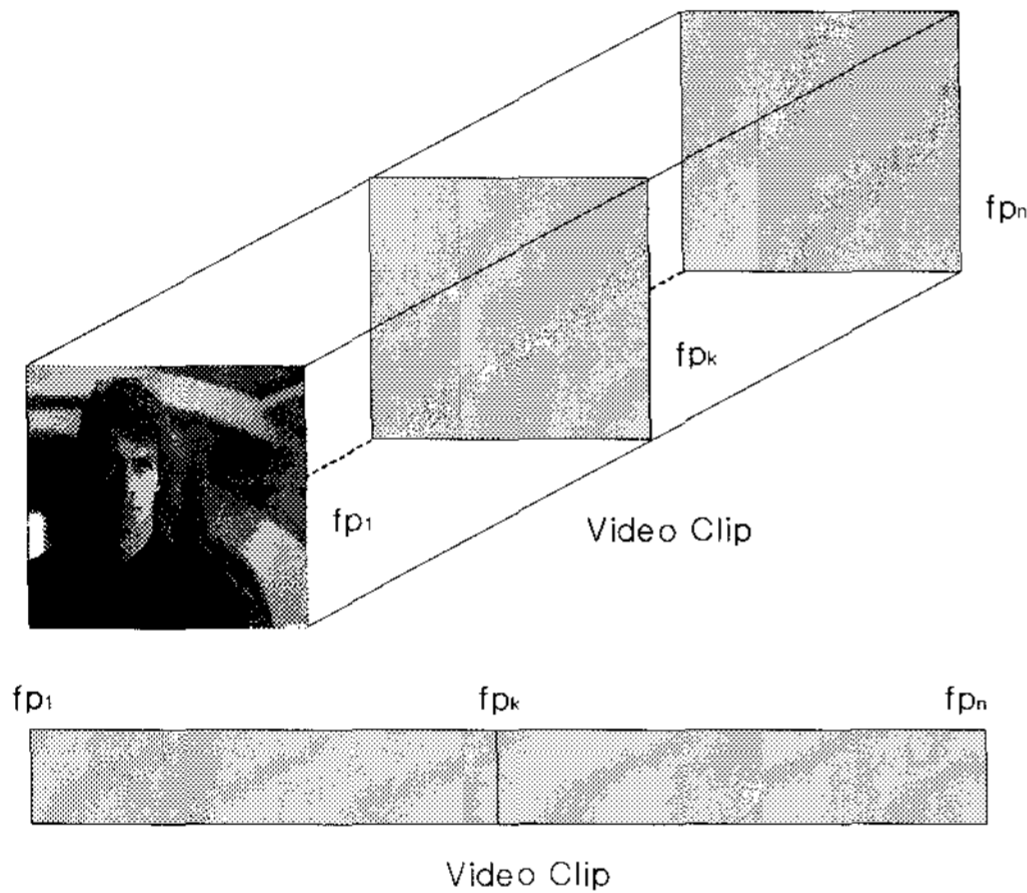


그림 12. 비디오 클립

표 1. 실험데이터

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

표 2. 비디오 시퀀스 정합 결과

feature와 distance	correct matching ratio	
	tolerance= ± 10	tolerance= ± 20
method1(feature: ordinal, distance :euclidean)	85	88
method2(feature: robust ordinal, distance :euclidean)	88	92
method3(feature: robust ordinal, distance :overlapped)	89	92

확히 일치하는 위치에서 각각 10프레임과 20프레임의 차이를 보일 경우 정확히 정합된 결과를 나타낸다고 가정한 것이다. 실험결과에 따르면 robust오디오를 사용 방법 2와 방법 3의 경우가 방법 1에 비해 우수함을 보였다. 그러나 정합 최소거리를 유클리드거리의 경우와 overlapped 거리의 경우는 큰 차이는 없었다. 이는 overlapped 거리가 시퀀스 정합에는 정합결과에 영향을 미치지 못함을 나타낸다.

4.2 R-트리 정합 실험

대용량 데이터베이스의 검색에 유리한 R-트리의 입력으로 기존의 오디오와 robust오디오의 성능을 실험하였다. 그림 13은 200,000프레임의 비디오 데이터에서 질의(query)데이터를 입력으로 했을때 정합 방법에 따라 각각 정합되는 후보 출력프레임의 개수를 10개, 20개 등으로 정했을때 정확하게 일치하는 출력의 개수를 나타낸 것이다. 출력의 개수를 70개 이상으로 할 경우는 일치하는 정합결과가 없었다. 방법 3의 robust 오디오와 overlapped 거리를 사용한 경우가 가장 우수한 성능을 나타내었다.

시퀀스정합과 R-트리정합의 실험결과 대체적으로 robust오디오가 기존의 오디오에 비하여 우수한 성능을 나타내었다. 또한 제안한 방법은 R-트리를 이용한 대용량데이터베이스에 적합하기 구성하였으며 영상과 비디오의 정합에 좋은 결과를 얻었다. 또한 2초미만의 매우 작은 40프레임(약 0.6초)의 클립에도 90%이상의 우수한 정합결과를 얻었다.

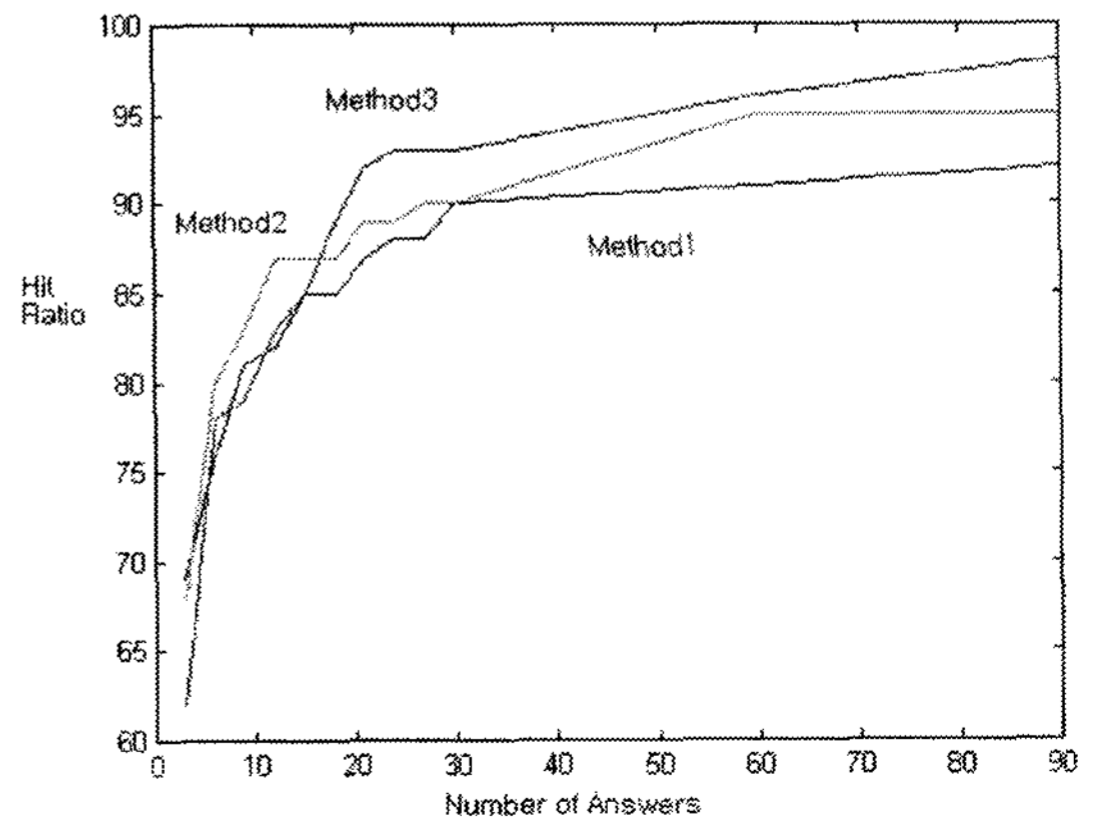


그림 13. R-트리를 이용한 오디오와 변형된 오디오 특징의 성능 비교 (데이터베이스 200,000 프레임)

5. 결 론

비디오 복사 검출 연구는 TV광고의 방송횟수 검출, 인터넷에서 불법복사 비디오 검출, 샘플 비디오 질의에 의한 비디오 검색연구 등 응용분야가 다양하다. 특히 불법복제문제를 해결하지 않고는 인터넷 문화의 건전한 활성화와 창작문화가 이루어질 수 없으며, 최근의 멀티미디어 디지털 자료는 무분별하게 확산되고 있는 실정이다. 외국의 Warner Bros., CNN, Disney등 주요 미디어 회사들은 이런점에 관심을 갖고 대학과 연구소에 저작권 보호의 해결방법을 의뢰하고 있으나, 그중 하나인 워터마킹(watermarking)의 경우 파일변환이나 프레임율의 변화 등 공격(attack)에 단점을 노출하고 있어 이를 보완할 새로운 방법의 연구가 절실한 실정이다. 비디오 복사검출(video copy detection) 연구는 비디오 검색(video retrieval)연구의 응용분야로 상업화될 수 있는 중요한 연구분야의 하나로 워터마킹을 대체 및 보완할 수 있다.

국내의 경우 워터마킹 연구에서 상당한 성과를 거두고 있으나, 내용기반 비디오 복사검출에 관한 연구가 거의 전무한 실정이다. 본 논문은 인터넷상에서 이미 배포된 비디오, 위조된 비디오의 검출을 위해 키 프레임으로 정합하지 않고 연속적인 비디오 프레임에서 공간에 따른 변화특성인 기존의 오디오널을 개선하여 변형된 robust 오디오널 특징을 연구하였다. 또한 비디오 복사 검출에 필수적인 대용량 데이터베이스 검색에 적합한 R-트리 구조를 이용하고 이에 적합하게 robust 오디오널 특징과 정합 방법을 연구하였다. 연구결과 비디오 정합율이 향상되고 대용량 데이터베이스에 적합한 특징임을 확인하였다.

참 고 문 헌

[1] J.Yuan, Q.Tian, and S.Ranganath, "Fast and robust search method for short video clips from large video collection," International Conference on Pattern Recognition, Vol.3 pp. 866-869, 2004.

[2] M.Y.M. Naphade 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

[3] D. Bhat and S.Nayar, "Ordinal measures for image correspondence," in IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 20 Issue: 4, pp. 415-423, April 1998.

[4] R. Mohan, "Video sequence matching." in Proceedings of the International Conference on Audio, Speech and Signal Processing Society, Vol.6 pp. 3697-3700, 1998.

[5] A. Hampapur, K. Hyun and R. Bolle, "Comparison of Sequence Matching Techniques for Video Copy Detection", Proc. SPIE Conf. on storage and Retrieval for Media Databases, Vol.4676 pp. 194-201, 2002.

[6] S. Kim, S.Park, and W.Chu, "An Index-based Approach for Similarity Search Supporting Time Warping in Large Sequence Databases," In Proc. 17th Intl. Conf. on Data Engineering, pp. 607-614, 2001.

[7] C.Kim and B.Vasudev, "Spatiotemporal sequence matching for efficient video copy detection," IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol.15, No.1, pp. 127-132, 2005.

[8] X.S.Hua, X.Chen, and H.J.Zhang, "Robust video signature based on ordinal measure," International Conference on Image Processing, Vol.1 pp. 685-688, 2004.



현 기 호

1986년 경북대학교 전자공학과 (공학사)
 1990년 경북대학교 전자공학과 (공학석사)
 1994년 경북대학교 전자공학과 (공학박사)
 1990년~1993년 대현정밀(주) 자동차개발 연구소 연구실장
 1993년~1997년 마산창신대학 전자과 조교수
 2001년 IBM T.J. Watson Research Center 방문교수
 1997년~현재 영산대학교 IT계열 부교수
 관심분야: 컴퓨터비전, 비디오 검색 및 신호처리, 영상처리, 패턴인식 등