

비디오 정합을 위한 오디널 특징의 유일성 및 강건성 분석

정광민[†], 김정엽^{**}, 현기호^{***}, 하영호^{****}

요 약

내용기반 비디오 정합은 원본의 클립에서 특징(signature)을 구한 후 복사본의 특징과 비교하여 유사도를 측정한다. 특히 정확한 위치의 프레임을 정합하는 것은 매우 중요하며 원본과 복사본의 프레임율, 잡음, 해상도, 압축형식에 따라 정합율이 달라질 수 있다. 비디오 특징 중 오디널(ordinal) 특징은 일반적으로 우수한 정합특징을 나타내고 있으나 비디오 특징의 구별 능력을 나타내는 유일성 실험(uniqueness test)과 잡음에 대한 내성을 나타내는 강건성 실험(robustness test)이 중요한 요소로 고려되지 않았다. Hua 등은 유일성 실험에서 해상도, 압축형식 등을 고려하였지만 강건성 실험에서 영상에 잡음을 첨가하는 대신 압축 형식이 변환된 영상을 사용하였다. 본 논문에서는 오디널 특징의 유일성 분석과 함께 실질적인 잡음 모델을 도입하여 오디널 특징의 강건성 실험 방법을 제안하고 성능을 분석하였다.

Analysis of Uniqueness and Robustness Properties of Ordinal Signature for Video Matching

Kwang-Min Jeong[†], Jeong-Yeop Kim^{**}, Ki-Ho Hyun^{***}, Yeong-Ho Ha^{****}

ABSTRACT

Content-based video matching is measuring a similarity of video signature compared to the original clip and copies of media. Specially, it is very important to match the exact frame position, but it depends on frame rate, noise condition and compression format of video. Ordinal signature shows good performance than other video signatures under normal condition but the previous didn't try to find the uniqueness and robustness. Hua et al. performed a uniqueness test under compressed in different formats or frame size. However, they used other compression format image instead of noise in robustness test. This paper proposes robustness test method using several noise models and analyzes the performance of robustness and uniqueness.

Key words: Video Matching(내용기반 비디오 정합), Ordinal Measure(오디널 특징), Uniqueness(유일성), Robustness(강건성), Noise(잡음)

1. 서 론

내용기반 비디오 복사검출은 원본 비디오로부터 시간 혹은 공간영역에서의 특징을 추출하고, 이들 특징을 실시간 비디오 스트림으로부터 추출된 특징

과 정합하여 복사여부를 검출한다. 비디오의 특징추출은 칼라, 명암도등의 공간적인 특징과 모션, 광학적 흐름(optical flow)등의 시간적인 특징으로 나눌 수 있다. 현재까지는 키 프레임을 정한 후 이미지 특징을 이용한 정합이 내용기반 복사검출 분야에 적용

※ 교신저자(Corresponding Author): 정광민, 주소: 부산광역시 사상구 주례2동 167번지 경남정보대학(617-701), 전화: 051)320-1390, FAX: 051)320-1356, E-mail: kmjeong@kit.ac.kr

접수일: 2005년 10월 28일, 완료일: 2006년 3월 2일

[†] 경남정보대학 정보통신계열

^{**} 정회원, 영산대학교 멀티미디어학부
(E-mail: neocopy@ysu.ac.kr)

^{***} 정회원, 영산대학교 컴퓨터학부
(E-mail: khhyun@ysu.ac.kr)

^{****} 경북대학교 전자전기컴퓨터학부
(E-mail: yha@ee.knu.ac.kr)

되어 왔다[1-5].

비디오 프레임에서 키 프레임을 찾는 방법으로 Linehart등은 칼라 결함(color coherence)벡터[3]를 사용하였고, Sanchez등은 칼라 히스토그램에서 주 성분(principal component)을 특징으로 사용하여 TV광고영역에 적용했으나 칼라 변화에 정합된 결과가 민감하였다[5]. Hampapur등이 제안한 방법은 예지특징을 사용하여 칼라변화에 강하게 하였다[2]. 그러나 이전의 방법들은 비디오 순서(video sequence) 고유의 중복성을 효과적으로 활용하지 못했다. 비디오의 시간적인(temporal) 성분을 연구한 Indyk등은 비디오에서 장면변환(scene change)사이의 거리를 특징처럼 사용하였으며[6], Mohan은 비슷한 동작을 표현하는 비디오 검색을 위해 Bhat과 Nayar의해 제안된 오디널 특징을 복사 검출에 사용하였다[7,8]. 또한 Naphade등은 비디오클립을 정합하기 위해 효과적인 히스토그램 압축 방법을 제안하고 MPEG 비디오에서 DC순서(sequence)의 YUV히스토그램의 교차부분을 사용했다[4].

비디오 검색에 효과적인 비디오 특징(video signature)은 두 가지 필수적인 성질을 가지는데 이는 유일성(Uniqueness)와 강건성(Robustness)이다. 유일성은 비디오 특징의 구별 능력을 가리키는 말로 다른 내용의 비디오는 다른 구별되는 특징을 가져야 한다는 것이다. 반면에 강건성은 잡음에 대한 내성을 말하는 것으로 동일한 내용을 가진 비디오는 다른 압축 형식이나 압축비, 다른 프레임 크기나 프레임 비를 가질 때도 동일하거나 거의 같은 특징을 가져야 한다[9].

Hampapur등은 Mohan의 오디널 특징을 비디오에 적용하여 실험하고 모션 방향 정합 방법 및 칼라 히스토그램 정합 방법과 정합 특성을 비교하여 오디널 특징을 이용 하는 것이 정합율이 높다는 것을 보였다[10]. 세 가지의 특징을 살펴보면, 모션기반 특징(motion-based signature)은 비디오에서 정보

의 변화만을 이용하고, 오디널 특징은 비디오의 칼라(또는 명도)영역 성분과 공간영역 성분 둘 다를 이용한다. 반면에 칼라 특징은 공간영역의 정보를 이용하지 않고 칼라 정보만 이용한다. Hampapur등이 사용한 오디널 특징은 비디오의 명도영역 성분과 공간영역성분을 사용하였으며, 다른 두 가지의 특징보다 비디오 정합에 우수함을 보였다. 그러나 비디오 검색에 효과적인 비디오 특징의 두 가지 필수적인 성질인 유일성과 강건성에 대하여서는 고려하지 않았다. Hua 등은 유일성 분석과 강건성 분석을 하였으나 강건성 분석 시 잡음 영상을 사용하지 않고 압축 형식이 다른 영상으로 실험 하였다[9]. 본 논문에서는 오디널 특징의 유일성과 강건성을 분석하기위하여 유일성 실험에서는 해상도와 압축 형식이 다른 비디오 클립을 사용하여 정합하고, 강건성 실험에서일반 통신 환경에서 자주 발생하는 가우스 잡음, 레이라이(Rayleigh)잡음 및 솔트 앤 페퍼(salt and pepper) 잡음으로 연속된 비디오 클립에 잡음을 첨가시킨 후 기준 비디오 클립(reference video clip)과 정합하여 잡음에 대한 내성을 알아보는 방법을 제안하였다.

본 논문의 구성은 2장에서 오디널 특징 정합 방법에 대하여 소개하였고, 3장에서는 유일성 및 강건성, 강건성을 측정하기위해 사용한 잡음에 대하여 설명하였다. 4장은 실험 결과 및 고찰, 5장은 결론으로 구성되어있다.

2. 오디널 정합

2.1 오디널 특징(ordinal signature)

오디널 특징은 비디오 클립의 각 프레임을 $N_x \times N_y$ 블록으로 나누어 각 블록의 평균 밝기를 계산하고, 평균 밝기 집합을 내림차순으로 정렬한 후 그 내림차순 순서를 각 블록에 할당함으로써 구할 수 있다[7]. 그 예를 (그림 1)에 보였으며, 이때 $N_x = N_y = 3$ 이다.

40	35	55
70	62	98
10	5	129

(a)

4	3	5
7	6	8
2	1	9

(b)

그림 1. 오디널 특징: (a) 비디오 프레임을 9개의 블록으로 나누고 각 블록의 명도 평균을 구한 값, (b) 블록 값을 비교하여 내림차순으로 정렬한 오디널 특징

2.2 오디널 특징 차(measure)

비디오는 연속적인 프레임 구성되어 있으므로 n 개 프레임을 갖는 연속적인 비디오 클립은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$V = \{V[1], V[2], \dots, V[n]\} \tag{1}$$

하나의 비디오 프레임을 여러 개의 부분 블록으로 나눌 수 있는데 부분 블록의 수가 m개 일 때

$$V[i] = \{V^1[i], V^2[i], \dots, V^m[i]\} \tag{2}$$

로 표현할 수 있으며, $V[i]$ 는 m개 블록을 가진 i번째 프레임을 의미하며, V^j 는 j번째 블록을 나타낸다. m개의 블록을 가지는 기준 비디오 클립의 i번째 프레임의 오디널 특징을 $\delta_{R,i}$ 라 할 때 길이가 N인 기준 비디오 클립과 테스트 비디오 클립의 오디널 특징 차 $D(\cdot)$ 는 다음과 같이 정의된다.

$$D(V_R, V_T) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^m |\delta_{R,i} - \delta_{T,i}| \tag{3}$$

실험에서는 기준 비디오 클립의 길이를 M, 테스트 비디오 클립의 길이를 N이라 하면 $M \gg N$ 이므로 테스트 비디오 클립을 한 프레임씩 옮겨가며 기준 비디오 클립과의 오디널 특징 차 $D(\cdot)$ 를 구하여 가장 작은 값이 나오는 위치를 정합위치로 구하게 된다.

3. 유일성 및 강건성

3.1 유일성 및 강건성

유일성은 비디오 특징의 구별 능력으로 다른 내용의 비디오는 별개의 특징을 가져야한다. 즉 압축 형식, 해상도 또는 샘플링 비가 다르다 하여도 동일한 프레임에 대한 특징은 동일하게 추출되어야 한다는 것이다[9]. 본 논문에서는 해상도에 대한 유일성 실험으로 동일한 비디오를 1/4 크기의 해상도를 가지는 프레임으로 만든 후 다시 초당 29.97 프레임으로 분리하여 정합 실험을 하였으며 압축 형식에 대한 실험으로는 Cinepak, MPEG4, WMV 압축형식으로 변환된 영상과 원본 AVI영상과 정합하는 실험을 하였다.

강건성은 잡음에 대한 내성으로 특징을 추출 했을

때 잡음이 섞인 영상과 원영상의 특징이 거의 유사하거나 같아야 한다는 것을 말한다. 오디널 정합 방법에서의 특징 값은 영상을 여러 개의 블록으로 나누고 각 블록의 평균을 구하여 정렬한 블록 순서이다. 블록 내 화소들의 명도 값 평균을 구하게 되면 잡음이 몇몇 화소에 첨가되었다 하더라도 평균값에 큰 변화를 주지 않는다면 특징 값에는 큰 영향을 주지 못할 것이다. 따라서 이 오디널 특징은 잡음에 강한 내성을 가질 것으로 생각되며, 특히 평균값이 '0'이 되는 잡음에 특히 강할 것으로 보인다. 실험에서는 일반적인 통신환경에서 발생하기 쉬운 가우스 잡음과 영상 신호에 자주 발생하는 임펄스형 잡음인 솔트 앤 페퍼잡음을 사용하였다. 가우스 잡음은 일반적으로 평균값이 '0'인 것을 사용하므로 평균값이 '0'이 아닌 잡음이 섞인 경우의 정합성능을 알아볼 필요가 있다. 평균값이 '0'이 아닌 상태로 사용하는 잡음은 지수 잡음(exponential noise), 푸아송 잡음(Poisson noise), 레이라이 잡음(Rayleigh noise) 등이 있는데 이들 중 다양한 측정 시스템의 에러 분석에 사용되는 레이라이 잡음을 실험에 사용하였다[11]. 레이라이잡음은 식(6)에서 a값을 조정함에 따라 잡음의 밝기 수준 값의 시작 값을 쉽게 선택 할 수 있는 장점이 있다.

실험을 위한 테스트 클립(V_T)은 식(4)와 같이 기준 클립(V_R)에 잡음(N)을 섞은 클립으로 잡음을 클립에 가산하기위하여 기준 클립의 크기와 동일한 잡음을 생성하고 랜덤하게 선택된 기준 클립에 더하여 생성하였다.

$$V_T = V_R + N \tag{4}$$

다음은 실험에 사용한 잡음에 대하여 설명하였다.

3.2 오디널 특징과 결합되는 잡음

3.2.1 가우시안 잡음

가우시안 잡음은 가장 일반적인 환경에서 발생할 수 있는 잡음의 유형으로 통상 잡음의 영향을 제거하기 어려운 형태로 알려져 있다. 가우시안 잡음의 분포 함수는 식(5)와 같으며, 실험에 사용한 평균 m과 분산 σ^2 의 값은 아래 (표 1)과 같다. (그림 2)는 분산 값에 따라 생성된 가우스 잡음의 분포를 보여 준다. 가로축은 생성된 잡음의 값이고 세로축은 개수이다.

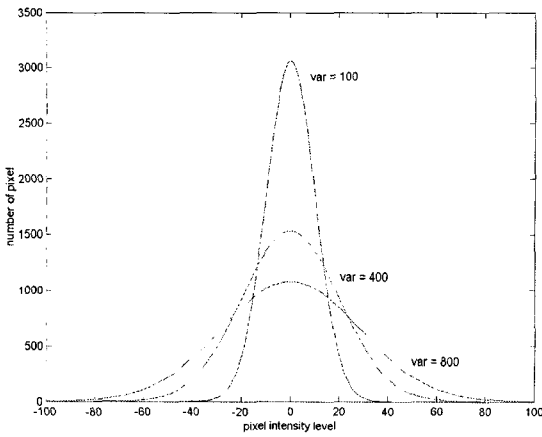


그림 2. 가우스 잡음의 분산에 따른 분포도

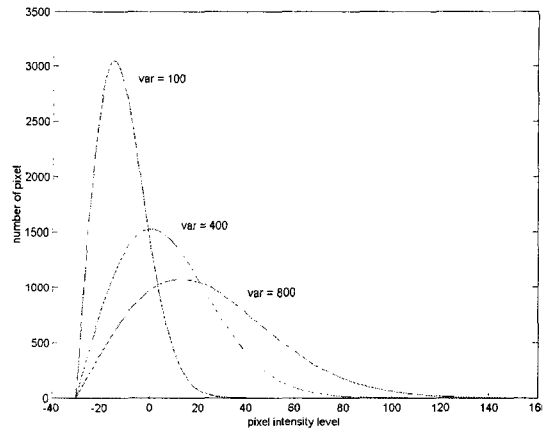


그림 3. 레이라이 잡음의 분산에 따른 분포도

표 1. 가우스 잡음의 정보

m	σ^2	최소값	최대값
0	36	-25	25
0	64	-33	33
0	100	-41	41
0	200	-57	57
0	400	-80	80
0	600	-96	96
0	800	-100	100

분산의 값에 따라 분포 곡선의 폭이 넓어짐을 알 수 있다.

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma}} \quad (5)$$

3.2.2 레이라이 잡음

레이라이 잡음은 특성이 일정한 대역에 몰려 있는 형태의 잡음으로 일반적인 환경보다는 특정한 범위의 잡음이 집중적으로 발생하는 형태이며, 환경에 의존적인 경향을 가진다. 레이라이 잡음의 분포 함수는 식(6)과 같으며, 함수의 분산 값은 식(7)과 같이 나타난다. a값에 따라 최소값이 정해지며, 잡음의 평균, 분산 및 최대값을 (표 2)에 보였다. 분산의 값을 증가함에 따라 평균값이 증가함을 알 수 있다.

$$f(x) = \frac{2}{b}(x-a)e^{-\frac{(x-a)^2}{b}} u(x-a) \quad (6)$$

표 2. 레이라이 잡음의 정보 (a=-30)

σ^2	평균값	최소값	최대값
36	-18.49	-29	13
64	-14.68	-29	27
100	-10.86	-29	40
200	-2.94	-29	68
400	8.26	-29	106
600	16.85	-29	135
800	24.08	-29	149

$$\sigma^2 = \frac{b(4-\pi)}{4} \quad (8)$$

3.2.3 솔트 앤 페퍼 잡음

임펄스 형태의 잡음에 해당하며, 채널에서 순간적인 신호의 변화 등에 수반되는 잡음으로 메디안 필터링을 이용하면 대부분 제거가 가능한 것으로 알려져 있다. 그러나 잡음의 발생 빈도가 집중적으로 발생하는 경우 제거가 어려운 특성을 가지고 있다. 흑과 백으로 표현되는 잡음으로 화소의 밝기 값이 '0' 또는 '255'가 된다. 전 영상 화소 수 대 잡음 화소 수의 비율로 잡음의 첨가 정도를 나타낼 수 있으며, 첨가한 잡음 비율에 따른 잡음 화소 수를 (표 3)에 나타내었다.

4. 실험 결과 및 고찰

4.1 유일성 실험

비디오 스타트랙(Star Trek)을 실험에 사용하였

표 3. 솔트 앤 페퍼 잡음 정보

잡음 비율	salt	pepper
1%	384개	384개
3%	1152개	1152개
5%	1,920개	1,920개
10%	3,840개	3,840개
15%	2,880개	2,880개
20%	7,680개	7,680개
25%	9600개	9600개

다. 기준 비디오 클립은 AVI 및 MPEG1형식 파일로부터 1초당 29.97 프레임, 320x240 크기 클립으로 분리하여 만들었으며, 클립 수는 약 30분 분량으로 55,000장이다. 클립의 기본블록은 16x16화소 크기를 가지며, $N_x=20$, $N_y=15$ 로 모두 300개의 블록으로 나누었다. 테스트 비디오 클립은 AVI 및 MPEG1형식 파일로부터 해상도를 160x120으로 변환하여 만든 후 기준 비디오 클립과 동일한 방법으로 분리하여 정합에 사용 하였다.

이러한 방법으로 클립을 만들면 동일한 프레임 위치에서 같은 내용의 프레임이 분리되므로 임의의 위치 P에서 분리한 테스트 클립이 기준클립 P에 정합되는지를 확인해 볼 수 있다. 형식이 다른 경우 두 클립의 정합은 기준 비디오의 앞부분 15분을 분리하여 압축 형식 Cinepak, MPEG4, WMV로 변환 후 테스트 클립을 만들고 클립 길이 33프레임으로 정합을 실시하였다. 이때 테스트 클립은 올바르게 기준 비디오 클립의 위치에 정합하였으며 오정합(false matching)은 없었다. (표 5)는 그 결과를 보였으며 ΔT 는 정합될 기준 프레임의 위치와 정합된 위치와의 평균 오프셋이다.

다음은 유일성 실험을 위한 특징정합 실험 과정을 설명하였다.

1. 해상도(또는 압축 형식) 변환된 비디오 클립을 만든다.(V_q)
2. V_q 의 임의의 위치P 및 비디오 클립 길이 N을 선정한다.
3. V_q 에서 P를 시작위치로 길이 N 크기를 갖는 테스트 비디오 클립 V_T 를 만든다.
4. 기준 비디오 클립 V_R 에 대하여 V_T 의 정합 스코어 $D(\cdot)$ 를 계산하고 최적 정합위치를 찾는다.
5. 2에서 4과정을 100번 반복 한다.

표 4. 해상도 변화에 따른 유일성 실험 결과(정합율)

N \ 압축형식	MPEG1	AVI
11 프레임	100%	100%
33 프레임	100%	100%

표 5. 압축형식 변화에 따른 유일성 실험 결과

압축형식	ΔT
Cinepak	0.03333s
MPEG4	0.03233s
WMV	0.03633s

(표 4)의 실험 결과로부터 정확한 위치를 찾을 수 있음을 확인 할 수 있다.

4.2 강건성 실험

강건성 실험방법은 기준 비디오 클립 55,000장중에서 임의의 위치 P를 시작위치로 하여 클립 길이 N까지 잡음을 추가하여 테스트 비디오 클립을 만들고 만들어진 테스트 비디오 클립과 기준 비디오 클립들을 정합 시킨다. (그림 4)에서 (그림 7)은 실험에 사용된 기준 비디오 클립과 테스트 비디오 클립의 예를 보여 준다.

다음은 강건성 실험을 위한 특징정합 실험 과정을 설명하였다.

1. 기준 비디오 클립에서 임의의 위치 P를 선정한다.
2. 테스트 클립 길이 N을 선정한다.
3. P를 시작위치로 길이 N의 기준 비디오 클립에



그림 4. 기준 비디오 클립의 예



(a) $\sigma^2 = 100$ (b) $\sigma^2 = 400$ (c) $\sigma^2 = 800$

그림 5. 가우스 잡음을 첨가한 테스트 비디오 클립의 예



(a) $\sigma^2 = 100$ (b) $\sigma^2 = 400$ (c) $\sigma^2 = 800$

그림 6. 레이라이 잡음을 첨가한 테스트 비디오 클립의 예



(a) 잡음비 5% (b) 잡음비 15% (c) 잡음비 25%

그림 7. 솔트 앤 페퍼 잡음을 첨가한 테스트 비디오 클립의 예

잡음을 첨가하여 테스트 비디오 클립 V_T 를 만든다.

4. V_R 에 대하여 V_T 의 정합 스코어 $D(\cdot)$ 를 계산하고 최적 정합위치를 찾는다.
7. 1에서 4과정을 100번 반복 한다.

(표 6)는 실험 결과로부터 1프레임 이상의 차이를 오정합(false matching)으로 보았을 때의 정합율이다. 테스트 클립 길이 L 을 11로 했을 때 가우스 잡음인 경우 정합율이 100%에 이르고, 레이라이 잡음은 분산 값 모두에서 90%이상이다. 그러나 솔트 앤 페퍼 잡음의 경우 잡음 첨가 비가 10%대부터 정합율이 80%대로 떨어지고 잡음 첨가 비가 20%이후에서는 정합율이 70%대를 유지하고 있다. 테스트 클립 길이

L 을 33으로 했을 경우는 솔트 앤 페퍼의 경우에서만 정합율이 떨어짐을 알 수 있다. 이 결과로부터 오디널 특징을 이용한 정합방법이 가우스 잡음이나 레이라이 잡음에 비하여 솔트 앤 페퍼 잡음에 더욱 취약함을 알 수 있다.

비디오 클립은 1초에 30장으로 만들어졌으므로 앞장과 뒷장의 클립은 거의 유사하다고 볼 수 있으므로 정합 실험에서 1프레임 차이를 오 정합으로 보기에는 무리가 있다고 사료된다. 따라서

본 논문에서는 2프레임 이상의 차이가 났을 경우를 오정합으로 보았다. (표 7)는 2프레임 이상의 차이를 오정합으로 보았을 때의 정합율이다. 가우스 잡음인 경우 정합율이 약 100%에 이르고, 레이라이 잡음의 경우도 L 값을 11프레임에서 33프레임으로

표 6. 잡음에 따른 정합율(%)
(오정합을 1프레임이상으로 볼 때)

가우스 잡음							
L \ 분산 값	36	64	100	200	400	600	800
11	100	100	100	100	100	100	99
33	100	100	100	100	100	100	100
레이라이 잡음							
L \ 분산 값	36	64	100	200	400	600	800
11	93	92	97	95	100	95	91
33	97	98	100	100	100	100	100
솔트 앤 페퍼							
L \ 잡음비[%]	1	3	5	10	15	20	25
11	100	95	91	84	82	71	70
33	100	100	98	98	96	88	91

표 7. 잡음에 따른 정합율(%)
(오정합을 2프레임이상으로 볼 때)

가우스 잡음							
L \ 분산 값	36	64	100	200	400	600	800
11	100	100	100	100	100	100	99
60	100	100	100	100	100	100	100
레이라이 잡음							
L \ 분산 값	36	64	100	200	400	600	800
11	97	97	99	99	100	96	100
33	100	100	100	100	100	100	100
솔트 앤 페퍼							
L \ 잡음비[%]	1	3	5	10	15	20	25
11	100	95	91	84	82	71	70
33	100	100	99	100	98	97	96

하면 정합율이 100%에 이른다. 그러나 솔트 앤 페퍼 잡음의 경우는 앞의 두 가지 경우에 비해 낮은 정합율을 보이지만 L값을 11프레임에서 33프레임으로 늘임으로 95%이상의 정합율을 보여준다.

오디널 특징은 블록 평균값을 특징으로 함으로 블

록 평균값의 변화가 생기면 블록 순서에 영향을 주고 오디널 특징 값에 변화가 생기게 된다. 따라서 실험의 결과는 잡음의 첨가로 인한 블록 평균값의 변화에 기인 한다는 것을 알 수 있으며, 솔트 앤 페퍼 잡음이 비디오 클립의 블록의 평균값에 많은 변화를 준다는 것으로 분석된다.

(표 8)은 잡음에 따라 블록 평균값의 변화에 대하여 분석 한 것이다. 가우스 잡음 및 레이라이 잡음의 경우 블록 평균값의 분산이 미미한 값을 가짐으로 오디널 특징에 큰 영향을 주지 않았음을 알 수 있으나, 솔트 앤 페퍼 잡음의 경우는 잡음의 첨가 비율에 따라 분산 값이 매우 크게 나타남을 알 수 있다. 따라서 오디널 특징에 영향을 주게 된다.

실험 결과로부터 잡음 첨가로 인한 기본 블록의 평균값의 변화가 정합율의 차이로 나타났다는 것을 알 수 있으며, 오디널 특징이 블록 평균값을 특징으로 함으로 잡음의 첨가로 인한 블록 평균값의 변화가 작거나 일정할 경우 잡음에 대하여 강건함을 보이는 것으로 분석된다. 가우스 잡음이나 레이라이 잡음과 같이 클립의 블록 평균에 큰 변화를 주지 않는 잡음의 경우는 오디널 특징은 잡음에 대한 강건성을 보인다. 반면 솔트 앤 페퍼 잡음의 경우는 첨가되는 잡음이 0과 255의 극한값을 가지므로 첨가 비율이 높을 경우 블록 평균에 큰 영향을 주어 정합성능을 저하시키는 주된 요인이 된다는 것을 알 수 있다. 그러나 테스트 클립의 길이를 늘이므로 정합 성능을 향상시킬 수 있었다.

5. 결 론

유일성 실험결과로부터 서로 다른 형식으로 압축된 비디오로부터 얻은 클립들이 거의 프레임 차 없이 정합되는 것을 확인하였다. 그리고 강건성 실험으로부터 오디널 특징은 비디오 클립내의 블록 평균값의 순서를 특징으로 사용함으로 블록평균에 영향을 주는 잡음 솔트 앤 페퍼잡음에 약함을 보였으나 잡음의 블록 평균값이 '0'에 가까운 가우스 잡음에 대하여는 강한 내성이 있다는 것을 알 수 있었다. 즉 오디널 특징이 일반 통신 환경에서 발생하는 가우스 잡음에 강한 내성을 가지며 영상 신호에 자주 발생하는 솔트 앤 페퍼 잡음에도 잡음의 첨가율이 작은 경우 강한 내성을 가짐을 알 수 있었다.

표 8. 잡음에 따른 블록 평균값 분석

a) 가우스 잡음의 블록 평균값 분석				
잡음의 σ^2	블록평균의 평균	블록평균의 분산	블록평균의 최소값	블록평균의 최대값
36	0	0.1428	-1.0352	1.0469
64	0	0.2426	-1.3789	1.4648
100	0	0.4047	-1.6328	1.7109
200	0	0.6651	-1.9688	2.1094
400	0	1.6259	-3.2344	3.3320
600	0	2.2326	-4.8516	4.0352
800	0	3.0672	-4.1680	4.7227
b) 레이라이 잡음의 블록 평균값 분석				
잡음의 σ^2	블록평균의 평균	블록평균의 분산	블록평균의 최소값	블록평균의 최대값
36	-18.4918	0.1519	-19.5391	-17.4063
64	-14.6793	0.2703	-16.3008	-13.4531
100	-10.8607	0.3995	-12.8633	-9.2578
200	-2.9412	0.7671	-6.3125	-0.4531
400	8.2609	1.3726	5.2266	11.9961
600	16.8568	2.2905	12.5703	21.2305
800	24.0821	3.1194	18.8320	28.7070
c) 솔트 앤 페퍼 잡음의 블록 평균값 분석				
잡음 비율	블록평균의 평균	블록평균의 분산	블록평균의 최소값	블록평균의 최대값
1%	0	1.3228	-3.9063	3.1250
3%	0	4.2459	-6.2500	6.2500
5%	0	7.2222	-7.0313	8.5938
10%	0	17.6941	-12.5000	11.7188
15%	0	20.3192	-17.1875	12.5000
20%	0	32.4691	-16.4063	14.8438
25%	0	40.0178	-21.8750	17.9688

본 논문은 오디널 특징의 비디오 특징 구별 능력을 나타내는 유일성의 성능과 잡음에 대한 내성을 말하는 강건성에 대하여 실험 하였다. 실험으로부터 유일성 및 강건성의 성능이 우수함을 알 수 있었다. 본 논문에서 사용한 오디널 특징은 비디오 프레임 블록 수를 300개로 나누어 실행한 것이다. 블록 수가 많으면 정합의 성능은 우수하나 계산 량이 많아진다. 계

산 량을 줄여 정합 시간을 줄일 수 있는 새로운 정합 방법이나 정합을 위한 비디오 클립 수를 줄이는 기법의 연구가 필요하다.

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] 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.

[4] 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.

[5] 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.

[6] G. I. P Indyk and N. Shivakumar, "Finding Pirated video sequences on the internet," in *Stanford Infolab Technical Report*, Feb. 1999.

[7] R. Mohan, "Video sequence matching," in *Proceedings of the International Conference on Audio, Speech and Signal Processing Society*, 1998.

[8] 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.

[9] X.-S. Hua, X. Chen, and H.-J. Zhang, "Robust

video signature based on ordinal measure,” in *2004 International Conference on Image Processing*, Vol. 1, pp. 685-688, October 2004.

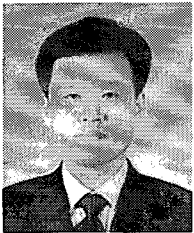
- [10] A. Hampapur, K.-H. Hyun, and R. M. Bolle, “Comparison of Sequence Matching Techniques for Video Copy Detection,” in *Proc. SPIE, Storage and Retrieval for Media Database 2002*, Vol. 4676, pp. 194-201, Dec. 2001.
- [11] P. Z. Peebles, Jr. *Probability, Random Variables, and Random Signal Principles*, 2nd Edition McGraw-Hill Book Company, 1987.



현 기 호

1993년 ~ 1997년 마산창신대학 전자과 조교수
 1990년 ~ 1993년 대현정밀(주) 자동화개발 연구소 연구실장
 1994년 경북대학교 전자공학과 (공학박사)

1990년 경북대학교 전자공학과 (공학석사)
 1986년 경북대학교 전자공학과(공학사)
 2001년 IBM T.J. Watson Research Center 방문교수
 1997년 ~ 현재 영산대학교 컴퓨터정보공학부 부교수
 관심분야: 비디오 신호처리, 컴퓨터비전, 영상처리, 패턴인식 등.



정 광 민

1989년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1991년 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
 1991년 1월 ~ 1998년 2월 (주)대륜정밀 연구소 선임연구원
 1998년 3월 ~ 현재 경남정보대학 정보통신계열 부교수

2003년 경북대학교 대학원 전자공학과 박사과정수료
 관심분야: 영상처리, 디지털 신호처리 시스템 하드웨어 설계



하 영 호

1976년 경북대학교 전자공학과 (공학사)
 1978년 경북대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
 1985년 Univ. of Texas at Austin (공학박사)
 1986년 ~ 현재 경북대학교 전자전기컴퓨터공학부 교수

관심분야: 칼라영상신호처리, 컴퓨터비전, 디지털 신호처리 등



김 정 엽

1990년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1992년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학석사)
 2001년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학박사)
 1994년 6월 ~ 2001년 2월 삼성중합기술원 전문연구원(과장)

2001년 ~ 현재 영산대학교 멀티미디어공학부 조교수
 관심분야: 칼라 영상처리, 디지털 프린팅, 컴퓨터비전, 비디오신호처리