

저역주파수 영역 기반 정지영상 식별자

박제호*

요약

핸드폰, MP3 플레이어 등 간단한 방법으로 디지털 정지영상을 획득할 수 있는 복합형 소형기기는 이미 대중화되었으며, 보안 및 기록용 기기에도 정지영상의 응용은 보편화되어 가고 있다. 정지영상은 개인 소장용 저장소 또는 다양한 웹서비스가 제공하는 대용량 저장소를 통해 관리 또는 공유가 되고 있으며, 그 용량은 급격하게 늘어가고 있다. 각각의 이미지는 주로 사용자가 파일이름 또는 식별자를 임의로 부여 하거나, 정지영상을 생성하는 기기가 제공하는 특정 명명체계에 따라 자동적으로 부여하는 식별자를 가지게 된다. 이러한 식별자는 데이터베이스에서 특정 정지영상을 식별할 수 있는 보편적 방법으로 사용하고 있다. 하지만, 임의적 방법 또는 자동적 방법으로 부여되는 값들은 변경 또는 소실될 가능성이 있어, 정지영상 검색과 관리에 차질을 가져올 뿐 아니라 동일 정지영상 검색을 위해서는 비용이 높은 방법을 사용하여야 한다. 본 논문에서는 정지영상 자체 속성에서 변하지 않는 값을 추출하여 이를 정지영상 데이터베이스의 식별자로 활용할 수 있는 방법을 제안 한다.

Still Image Identifier based over Low-frequency Area

Je-Ho Park*

Abstract

Composite and compact devices equipped with the functionality of digital still image acquisition, such as cellular phones and MP3 players are widely available to common users. In addition, the application of digital still images is becoming common among security and digital recording devices. The amount of still images, that are maintained or shared in personal storage or massive storage provided by various web services, are rapidly increasing. These still images are bound with file names or identifiers that are provided arbitrarily by users or that are generated from device specific naming method. However, those identifiers are vulnerable for unexpected changing or eliminating so that it becomes a problem in still image search or management. In this paper, we propose a method for still image identifier generation that is created from the still image internal information.

Keywords : Still Image, Identifier, Resolution, Condensation, Low-frequency

1. 서론

휴대폰, MP3(MPEG Audio Layer-3) 플레이어 등 정지영상(Still Image) 또는 카메라 기능이 장착된 소형 개인단말기의 보급이 대중화되었으

며, 보안 및 기타 관련 기록 기기에서 생성되는 정지영상의 응용이 빠른 속도로 늘어가고 있는 추세이다. 아울러, 정지영상 기능을 갖춘 기기의 보급과 활용이 증대되면서, 정지영상을 효과적으로 저장하고 검색할 수 있는 시스템에 대한 필요성도 함께 증가하고 있다. 정지영상 식별은 일반적으로 사용자가 임의적 방법을 사용하여 부여하거나 또는 시스템이 자동적으로 발생시키는 파일 이름 또는 식별자를 사용하는 것이다. 이러한 파일 이름이나 식별자는 데이터베이스에서 해당 정지영상을 구분할 수 있는 주요 정보의

※ 제일저자(First Author): 박제호
접수일:2010년 06월 24일, 수정일:2010년 09월 26일,
완료일:2010년 10월 01일
* 단국대학교 컴퓨터과학과
dk_jhpark@dankook.ac.kr

역할을 담당한다. 하지만, 이러한 식별자는 변경이나 소실에 취약하여, 정지영상 자체에서 추출된 속성값을 이용한 식별자와 비교하였을 때, 여러 가지 단점을 가지고 있다.

정지영상 자체에서 추출하는 속성 또는 여러 가지 결과값을 이용해 정지영상 정보를 체계화된 방법으로 저장 또는 검색하는 다양한 방법론이 논의 되어왔다. 정지영상의 표현요소에 속하는 객체를 형태 요소로 인식하여 객체에 대한 정보를 정지영상 집합의 분류에 사용하는 방법 [1], 정지영상의 다면적 속성을 이용하여 정지영상 집합을 분할하는 방법 [2] 등은 정지영상에 대한 사용자 검색 질의를 처리하기 위해 연구되었다. 이러한 방법론은 정지영상 인식자의 생성보다는 정지영상에 표현된 내용의 정보화에 초점을 두고 있어, 정지영상 집합의 분할 또는 내용 검색에는 사용할 수 있지만, 본 논문에서 논의하는 정지영상을 구분할 수 있는 식별자 또는 인덱스 생성과는 다른 목표를 가지고 있다.

정지영상의 색상 분포를 히스토그램으로 구성하고, 그를 통한 인덱스를 이용해 정지영상 검색 도구로 사용하는 방법 [3,4,9]은 인덱스 또는 식별자 생성에 필요한 정보 표현 정규화에 어려운 점이 있으며, 히스토그램 기반 검색의 높은 비용은 대용량 시스템에서는 수용하기 어려운 단점이다.

본 논문에서는 사용자 또는 시스템의 임의적 식별자 생성의 단점을 해결할 수 있는 식별자 생성 방법론에 대하여 논의를 한다. 제안하고자 하는 방법론은 정지영상 내부 속성 중 특히 영상의 색채 해상도를 응용하여 색채 변이현상을 정규화하여 식별자를 저가의 비용으로 구성하는 방법론을 제안 한다. 제안하는 정지영상 식별자는 동일 정지영상으로부터 재생이 가능하고, 항상 동일한 식별자를 생성하는 동일성을 만족시킨다. 본 논문에서는 제안하는 방법의 유효성 검증을 위해 실시한 실험의 결과를 예시한다.

2. 본론

2.1 정지영상 식별자 개요

정지영상 기기에 내장되어 있는 식별자 생성

프로토콜에 따라 자동적으로 생성하거나, 사용자가 임의 방식으로 부여하는 파일 이름과 같은 식별자는 부주의한 관리나 시스템의 장애를 원인으로 식별자가 손실되거나 변경될 수 있다. 이런 방법은 대용량 정지영상 관리 시스템에서 문제를 발생시킬 수 있다. 예를 들어, 동일 생산자의 디지털 카메라는 동일한 식별자 생성 알고리즘을 적용하기 때문에, 여러 가지 다른 모델에서 발생한 정지영상들을 하나의 통합시스템에 저장할 경우는 서로 다른 정지영상들이 동일한 식별자를 가지게 될 확률이 높다. 이 경우 서로 다른 정지영상들을 하나의 정지영상으로 인식하는 오류를 범하여 물리적 정지영상 파일을 삭제하거나 정보의 오류로 인해 손실을 초래할 수 있다.

대표적인 정지영상 저장형태인 JPEG(Joint Photographic Experts Group) 표준에서는 효과적인 정지영상 검색을 위한 메타데이터를 정지영상 파일 내부에 저장하는 작업을 진행하고 있다. 이 메타데이터는 정지영상 식별자를 수용할 수 있는 필드를 포함한다.

주어진 모든 정지영상에 대해 생성된 식별자는 특정 정지영상을 해당 정지영상 집합에서 분별할 수 있는 기본적인 요건을 만족시켜야 한다. 또한, 항상 동일한 정지영상에 대해서는 동일한 식별자를 생성할 수 있어야 하며, 식별자 생성에 필요한 비용이 저비용이어야 한다는 점을 고려하여야 한다. 이는 정지영상 관리시스템의 대용량 처리 환경에서의 처리량에 따른 요구조건이며, 개인용 소형 기기 같은 저용량 컴퓨팅 자원 환경에서 응용성이 보장되어 원활한 수행이 전제되기 때문이다.

실제 기기를 사용하여 볼 때, 식별자 생성의 대상이 되는 정지영상의 크기는 휴대용 전화기에서 촬영한 경우 JPEG 형태로 저장하였을 때, 1600 x 1200 크기에 픽셀마다 24비트의 화소정보를 전제로 했을 때 압축률에 따라 약 512 KByte 의 파일 크기를 가지게 된다. 이러한 정지영상 파일의 크기는 같은 크기인 경우에 압축률이 낮은 경우에는 약 800KByte 의 크기를 가지는 경우도 있으나, 대체로 1MByte 보다 작은 크기를 가지게 된다. 이와는 달리 일반적인 DSLR(Digital Single-Lens Reflex)의 경우, 정지

영상의 크기는 사용자의 선택과 JPEG 압축률에 따라 1MByte 보다는 큰 크기를 가지게 된다. 식별자 생성 프로세싱은 이러한 다양한 정지영상 크기에 대해 현실적으로 사용될 수 있는 경제성을 가져야 한다.

본 논문에서 제시하는 정지영상 식별자는 정수형으로, 주어진 정지영상 집합에 대해 식 (1)과 같은 형태로 구성된다. 하나의 정지영상 i 에 대한 식별자 V^i 는 여러 개의 속성값으로 구성되는 벡터값이며, k 개의 차원을 가지는 검색공간에서 유일한 위치를 가져야 한다.

$$V^i = (F_0^i, F_1^i, \dots, F_k^i) \quad (1)$$

본 논문에서 제시하는 방법론에서 사용하는 속성으로는 정지영상의 크기와 같이 추출 과정이 적용되지 않는 속성과 특정한 과정을 거쳐 추출되는 속성값을 함께 사용하여 다차원 식별자 공간에서의 유일성 만족을 강화하고자 한다.

2.2 정지영상 식별자 생성과정

제안하는 정지영상 식별자는 영상의 휘도 (luminance) 정보의 변이량을 다각적으로 측정하고 이를 정규화하여 정지영상의 식별자로 사용한다. 그림 1은 이러한 과정을 대략적으로 보이고 있다.



(그림 1) 정지영상 식별자 생성과정

대부분의 정지영상 기기는 휘도 정보 또는 명암도를 1 바이트에 저장하므로 휘도는 0부터 255까지의 다른 정도를 나타낼 수 있다. 정지영상을 생성하는 디지털 센서는 피사체로부터 반사되는 휘도 정보를 수집하고 수치화하며, 이러한 휘도 정보는 인간이 인지할 수 있는 다면적 대상을 만드는 기본요소이다. 정지영상에서 인간이 인지하는 선이나 면 등의 도형적인 인지대상은 실제적으로 정지영상의 전체 공간을 분할한

다[5]. 그림 2에는 같은 휘도의 범위를 변화시킨 정지영상들을 보여준다.

정지영상에서 공간 주파수는 휘도의 변화가 일어나는 정도를 명시한다. 예를 들어, 정지영상에서 형태를 구분하는 경계선은 고주파 성분으로 구성되어 있고, 휘도가 비슷한 배경이나 한 물체의 내부 영역은 저주파 성분으로 형성되어 있다. 공간 저역통과 필터를 사용할 경우, 휘도의 감소에 따른 변이는 휘도가 유사한 영역들의 결합으로 특징으로 들 수 있다. 그림 2에서 보는 바와 같이 256 레벨의 휘도를 가질 때는 인간의 눈에는 실물의 느낌을 주게 되며, 이러한 정지영상에서는 동일 휘도를 가지는 영역의 크기가 작다. 허용 휘도 범위가 낮아질수록 영역의 통합으로 인한 인간이 느끼는 정지영상으로서의 부자연스러움은 더해지지만, 정지영상으로부터 특정 속성값을 추출하기는 쉬워진다.



(그림 2) 휘도 정보 변경에 따른 정지영상
(좌상: 256 레벨, 우상: 64 레벨,
좌하: 16 레벨, 우하: 4 레벨)

제안하는 정지영상 식별자 생성은 공간 저역 필터를 사용하여 휘도 범위를 감소시키고, 전체 영상의 영역을 휘도가 동일한 다수의 하부영역으로 구분하는 것을 전처리과정에서 수행을 한다. 전처리 과정을 거친 정지영상은 정규화 과정을 거쳐 최종적으로 수치화된 결과를 식별자로 생성한다. 본 논문에서 제안하는 저비용 식별자

생성은 전처리 과정에서 영상에 포함된 동일 휘도 영역의 수를 감소시키고, 정지영상에 가상으로 n개의 직선을 설정하여, 이 직선 상에서 휘도가 변하는 축점을 계수한다. 이렇게 계측된 수치는 식별자의 주요 성분으로 활용된다.

휘도의 감소에 따른 영역의 통합을 통하여 단순화된 정지영상과 가상 직선의 위치를 설정하는 방법에 따라 전체 비용과 식별자로서의 효과가 결정되기 때문에, 휘도 범위의 설정과 직선 생성 및 위치는 중요한 변수로 작용을 한다. 고주파 영역을 허락하여 휘도의 범위를 크게 할 경우에는 휘도의 변이가 심한 고주파 영역이 많아, 가상 직선 상에서 수집되는 휘도 변이가 발생하는 경계점의 계측량이 많아진다. 따라서 생성되는 식별자의 크기도 필요 이상으로 증가될 가능성이 있다. 또한, 아주 낮은 저주파 공간간을 고려하여, 휘도 범위를 너무 작게 설정할 경우에는 계측량 공간이 협소하게 되어 식별자로서의 기능을 상실할 수 있다. 본 논문에서는 다양한 실험을 통하여, 식별자로서의 요구조건을 만족시키는 휘도 범위와 필요한 직선에 대한 성분을 분석하였다.

3. 실험 및 분석

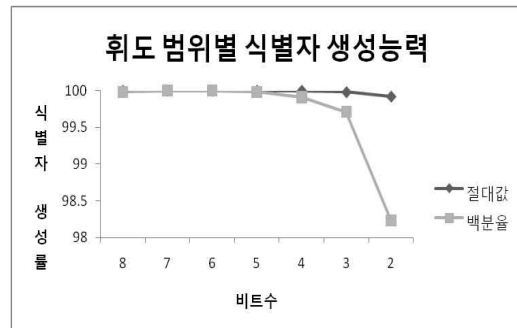
정지영상 식별자 생성을 위한 실험에 사용된 정지영상은 DSLR 카메라를 이용해 직접 제작하였다. 제작된 정지영상은 다양한 범주를 포함하여 식별자의 생성이 여러 가지 내용을 포함하는 정지영상에 적용이 가능한 지를 실험할 수 있도록 하였다. 실험을 위해 정지영상 11379개를 대상으로 실험을 실시하였다. 사용된 정지영상 중 몇 개의 예시를 그림 3에 보였다.



(그림 3) 실험에 사용된 정지영상 예

실험 방법은 두 가지로 크게 나눌 수 있다. 첫 번째 실험은 어느 정도의 주파수 범위에서 식별자로서의 만족도를 조사하였다. 두 번째 실험에서는 가상으로 설정하는 직선 성분의 수를 변경하면서 생성되는 식별자의 만족도를 조사하였다. 식별자의 만족도는 전체 대상 정지영상에 대한 유일한 값을 가지는 정지영상의 수를 백분율로 표현하였다. 구현은 OpenCV (Open Source Computer Vision) 라이브러리를 이용하였다[6].

정지영상 공간은 $n \times n$ 의 정사각형의 형태를 정확하게 형성하지 않고, 화소의 배열이 8개의 이웃 화소만을 가지므로, 가상의 직선 성분을 완벽하게 설정할 수 없어 직선 구성 시 가상 직선에 근접한 화소를 포함시키는 방법을 사용한다. 본 논문에서는 기본적인 직선 성분을 설정하는 DDA(Digital Differential Analyzer) 알고리즘을 적용하였다[7].

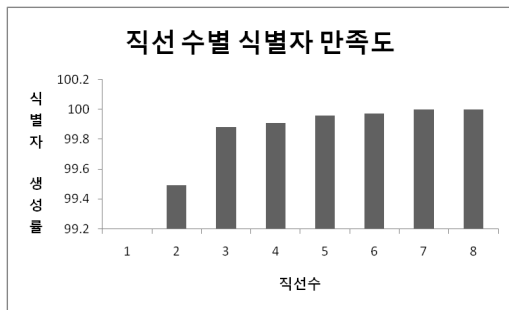


(그림 4) 휘도 범위별 식별자 생성

그림 4는 휘도를 인코딩하는 비트의 수를 감소시키면서, 전체 정지영상 중 발생하는 유일한 식별자의 수를 백분율로 나타낸 것이다. 생성된 식별자는 두 가지 형태로 표현할 수 있다. 첫 번째는 설정된 직선을 따라 휘도의 변이가 생기는 측정값의 절대값을 직접 사용하는 방법과 두 번째는 측정값의 직선의 길이에 대한 백분율로 나

타내는 방법이다. 두 번째 방법은 실제로 식별자를 하나의 값으로 인코딩할 때, 고정된 크기를 가지고 있어 용이하나, 값의 범위가 작아 식별자 생성 능력이 측정값을 사용하는 것보다 떨어지는 경향이 있다.

그림 5는 식별자 생성을 위해 가상적으로 정지영상에 그리는 직선 성분의 개수에 따라 생성된 식별자의 만족도를 백분율로 보여준다. 실험에 사용한 직선은 정지영상의 중심에서 8개 방향으로 직선 기울기를 설정하여 실험을 하였다. 사용된 가상 직선의 개수가 하나인 경우는 식별자의 생성률이 51.48% 이어서 그림에는 보이지 않고 있다. 좀 더 자세한 분석을 위해 생성된 식별자의 만족도를 백분율로 <표 1>에 보였다.



(그림 5) 직선수별 식별자 만족도

<표 1> 직선수별 식별자 만족도

가상 직선수	식별자 만족도(%)
1	51.48
2	99.49
3	99.98
4	99.91
5	99.96
6	99.97
7	100.00
8	100.00

<표 1>에서 자세히 알 수 있는 것과 같이 2 개 이상의 가상 직선을 사용하였을 때에는 급격하게 식별자 만족도가 개선되는 것을 볼 수 있으며, 7 개 이상의 가상 직선을 사용하였을 때에는 만족도가 최대에 이르러, 모든 정지영상에 대한 식별이 100% 가능한 것으로 보인다.

식별자 생성에 따른 소요 비용인 CPU 사용시

간을 비교하기 위해, 공간 주파수와는 달리 정지영상에 포함된 선형요소를 추출하는 Hough 변환을 사용하여 선형요소의 발생빈도를 식별자를 이용하는 방법과의 비교를 <표 2>에 보였다.

<표 2>에서 보이는 바와 같이 저역주파수를 이용하여 색차수의 감소를 응용한 제안하는 방법론은 정지영상에서의 직선 추출 알고리즘(허프변환)을 적용하는 방법론보다 월등히 필요 소요시간이 적은 것을 알 수 있다. 직선 성분 검출 알고리즘을 적용할 경우 효과적인 응용을 위해서는 저역필터링보다 많은 전처리 과정을 필요로 하기 때문이다. 허프변환[8]을 적용하여 직선 성분을 추출하고 직선의 검출을 측정한 경우, 식별자의 만족도는 99.24%이었다. Prewitt 경계선 검출을 적용한 경우는 86.7%로 본문에서 제안하는 방법으로 얻은 식별자 만족도보다 현저하게 떨어지는 것을 실험결과를 알 수 있었다. 1MByte 당 식별자 생성 소요시간은 Prewitt 알고리즘을 적용하여 경계선의 검출을 이용한 경우 45.01 msec가 소요되지만 식별자 만족도를 고려할 때 효용성에서 떨어진다.

<표 2> 1 MByte 당 식별자 생성 소요시간 및 인식률

방법론	소요시간	만족도
색차수 감소	93.76 msec	100%
Hough 변환	219.15 msec	99.2%
Prewitt 알고리즘	45.01 msec	86.7%

4. 결론

본 논문에서는 정지영상에 저역필터를 적용하여 정지영상 각각을 식별할 수 있는 식별자 생성 방법론에 대하여 논의하였다. 제안하는 정지영상 식별자 생성 방법론은 저비용으로 특정 정지영상을 전체 집합에서 인식하는 식별자 생성 능력을 가지고 있으며, 동일 정지영상에서는 항상 동일한 식별자를 생성하여 대용량 정지영상 데이터베이스에 키값으로 응용하거나, 관련 기기에서 자동 식별자 알고리즘으로 사용할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] M.G. Bantum, US Patent 5,887,081, 1999.
- [2] S. Pabboju and A. Reddy, "A noble approach for content-based image indexing retrieval system using global and region features", IJCSNS, Vol. 9, No. 2, 2009.
- [3] J. Berens, G.D. Finlayson and G. Qiu, "Image indexing using compressed colour histograms", IEE Proc. of Vision, Image and Signal Processing, Vol. 147, No. 4, pp.349-355, 2000.
- [4] Y. Gong, C.H. Chuan and G. Xiaoyi, "Image indexing and retrieval based on color histograms", Multimedia Tools and Applications, Vol. 2, No. 2, pp.133-156, 1996.
- [5] R.C. Gonzalez, "Digital Image Processing(3rd Ed.)", Prentice Hall, 2007.
- [6] G. Bradski and A. Kaehler, "Learning OpenCV", O'Reily Media, 2008.
- [7] <http://www.netgraphics.sk>
- [8] S.K. Naik and C.A. Murthy, "Hough transform for region extraction in color images", Proc. of the Fourth Indian Conference on Computer Vision, Graphics and Image Processing, pp.252-257, Kolkata, India, 2004.
- [9] 송치일, 낭중호, "MPEG-7 시각 정보 기술자의 인덱싱 및 결합 알고리즘", 정보과학회논문지: 소프트웨어 및 응용, 제 34권, 제1호, 1-10쪽, 2007.

박 제 호



1993년 : Polytechnic Institute of NYU (공학석사)

2001년 : Polytechnic Institute of NYU (공학박사)

2003년~현재 : 단국대학교 컴퓨터과학과 교수
관심분야 : 정보시스템, 저장장치, 정지영상 데이터베이스, 클라우드 컴퓨팅 등