

직선성분 계수 기반 다중 인덱싱 구성 및 분석

박제호[†] · 임상민^{*}

[†]단국대학교 컴퓨터학과, ^{*}한영외고

Composition and Analysis of Linear Component Counting based Multiple Indexing

Je-Ho Park[†] and Sang Min Lim^{*}

[†]Dankook University, Computer Science

^{*}Hanyoung Foreign Language High School

ABSTRACT

As the compact and easily accessible handheld devices, such as cellular phones and MP3 players equipped with image acquisition functionality, are becoming widely available among common users, various applications of images are rapidly increasing. Image related services and software such as web-based image presentation and image manipulation for personal or commercial purpose enable users to view contents of remote image archive and to manipulate enormous amount of images in local or network based storage as well. It is necessary for users to identify the images efficiently so that the same images are perceived as one physical entity instead of recognizing them as different images as the trends are getting stronger. In order to support this environment, we propose a method that generates image identifiers or indexing for images within a solid and efficient manner. The proposed image identifier utilizes multiple index values. The integration of component index values creates a unique composite value that can be used as a file name, file system identifier, or database index. Our experimental results on generation of constituent index values have shown favorable results.

Key Words : Image, Identifier, Linear, Database, Indexing

1. 서 론

정지영상 생성 기능이 장착된 휴대폰, MP3플레이어, PMP(Portable Multimedia Player), 네비게이션 등 소형 개인단말기는 이미 보편적인 개인 기기로서, 확장기 단계에 들어섰다고 볼 수 있으며 정지영상의 응용이 빠른 속도로 늘어가고 있는 추세이다. 결과적으로 처리하여야 하는 정지영상의 양은 기하급수적으로 늘어나고 있으며, 생성된 정지영상을 효과적으로 저장하고 검색하는 시스템에 대한 필요성도 함께 증가하고 있다. 정지영상을 식별하기 위해서 사용하는 방법은 사용자가 임의로 부여하거나 또는 시스템이 자동적으로 발생시키는 파일이름 또는 임의 인덱스를 사용하는 것이다. 이러한 방법은 정지영상 자체에서 추출된 속성값을 응

용하여 생성된 식별자와 비교하였을 때 여러 가지 단점을 가지고 있다. 자동적으로 생성되거나, 임의로 부여하는 식별자는 손실이나 변경 시 본래의 값을 복구하기가 거의 불가능하다. 또한, 동일 생산자가 생산한 기기는 같은 방법으로 식별자를 생성하기 때문에, 다수의 기기 또는 시스템에서 생성된 정지영상들을 하나의 시스템에 통합하였을 때는 서로 다른 정지영상들이 동일한 문자형 식별자를 가지게 되는 경우를 배제할 수 없다.

이를 해결하기 위해서는 정지영상과의 일대일관계성을 가지는 인덱싱 또는 식별자를 구성할 필요가 있다. 아울러, 데이터베이스에서의 특정 정지영상에 대한 존재성 검사의 필요가 있는 경우, 유사성을 이용한 다중속성 인덱스를 이용하면, 질의에 대한 결과로 다수의 정지영상이 검출될 수 있기 때문에 특정 정지영상에 대한 식별자로 동일성 질의를 수행하는 것이 보다 효율적이다.

[†]E-mail : dk_jhpark@dankook.ac.kr

정지영상이 표현하는 객체를 형태요소로 모델링하고 형태 정보를 정지영상 집합의 분류에 사용하는 방법, 다면적 속성을 병합하여 정지영상 집합을 분할하는 방법 등은 정지영상에 대한 질의를 처리하기 위해 논의되었다[1,2]. 이러한 방법론은 정지영상이 표현하는 내용의 정보화에 초점을 두고 있어, 정지영상 집합의 분할 또는 내용 검색에는 사용할 수 있지만, 각각의 정지영상을 구분할 수 있는 식별자 또는 인덱스 생성에는 적합하지 않다.

색분포 히스토그램 또는 부가적인 기술자(descriptor)를 이용하여 인덱스를 구성하고 검색 도구로 사용하는 방법은 인덱스 또는 식별자 생성에 필요한 정보 표현 정규화에 어려운 점이 있다[3,4,11]. 특히 히스토그램을 응용한 검색은 고비용을 필요로 하기 때문에 대용량의 정지영상을 처리하기에는 적합하지 않다고 볼 수 있다. 다수기술자 집합에서 정지영상 인식에 필요한 최적화된 기술자 선택을 위한 모델링은 정지영상 집합에서 특정 정지영상이 포함되어 있는 지에 대한 질의를 문맥이 다른 여러 기술자를 복합적으로 사용하여 표현한다[5].

본 논문에서는 정지영상 속성과 무관하게 부여되는 임의적인 식별자의 단점을 해결할 수 있는 식별자 생성 방법론에 대해 제안을 한다. 제안하는 방법은 정지영상 내부 속성 중 영상의 직선요소를 응용하여 식별자를 구성하는 방법론을 제안한다. 제안하는 정지영상 식별자는 정지영상으로부터 재생이 가능하고, 동일 정지영상에 대해서는 항상 동일한 식별자를 생성할 수 있는 특징을 가지고 있다. 또한 본 논문에서는 제안하는 방법의 유효성 검증과 최적성 분석을 위해 실시한 실험의 결과를 예시한다.

2. 본 론

정지영상 식별자는 유일성과 안정성에 대한 요구조건을 만족시켜야 하며, 식별자 생성에 필요한 비용이 적절하여야 한다는 점을 고려하여야 한다. 이질성 다중인덱스를 구성하거나 내용 기반 인덱싱을 이용하는 경우, 대용량 시스템과 정지영상 처리용량이 상대적으로 약한 저용량 컴퓨팅 자원 환경에서 원활한 수행에 문제가 될 수 있다. 이 문제에 접근하기 위해 본 논문에서 제안하는 방법은 단일 문맥에서 생성된 다중값을 사용하며, 식 (1)과 같은 형태로 구성된다.

$$I=(i_0, i_1, \dots, i_k) \quad (1)$$

식 (1)에서 인덱스를 구성하는 요소값 i_k 는 정지영상

의 크기와 같이 추출 과정이 적용되지 않는 속성과 일정한 과정을 거쳐 추출되는 속성값을 함께 사용하여 다차원 공간으로 확장하고 이를 통해 유일성 만족을 확보하려는 의도를 가지고 있다. 본 논문에서 제시하는 인덱스 생성 과정은 직선성분을 추출하기 위한 준비작업, 직선요소 추출 및 확장, 정규화 과정으로 나눌 수 있다. Fig. 1은 전체적인 절차를 보여준다.

정지영상은 필터링을 통해 직선을 포함한 직선요소

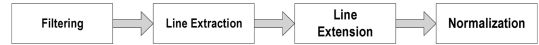


Fig. 1. Image Identifier Generation Process.

추출에 적합한 형태로 변형된다. 제안하는 프로세스에서는 정지영상의 선명도를 증가시켜 이미지에 속하는 직선요소를 선명화시키는 샤프닝 필터를 적용한다[6]. 필터링 과정을 통해 잠재적 직선요소가 강화된 정지영상은 선형요소를 검출하기 위해 에지검출을 적용한다. 본 논문에서는 여러 가지 실험결과를 통해 Canny 에지검출 알고리즘을 적용하였다. 직선요소 검출을 위해서는 허프변환(Hough transform) 알고리즘을 기본적으로 사용하였다. 허프변환은 이진영상에서 모수적 묘사(parametric description) 방법을 사용하며, 직선요소 검출에 효율적으로 알려져 있다[6-8].

식 2는 허프변환에서 사용하는 극좌표를 보여주며, 원점으로부터 거리 r 에서의 각을 가지는 직선을 표현한다. 따라서, 점 (a, b) 을 통과하는 직선은 모수공간 (r, θ) 에서 사인파 모양으로 변하는 곡선 $r=a*\cos\theta+b*\sin\theta$ 로 표현된다. 영상 공간에서 동일 선형성분에 속하는 점들은 모수공간에서 사인곡선의 교차점과 일치하는 특성을 가진다.

$$r=xcos\theta+ysin\theta \quad (2)$$

Fig. 2는 짧은 직선요소를 포함되는 화소는 추출되었지만 잡음요소 등으로 인해 선형 불연속성이 심한 예를 보여주는 것이다. 직선요소 확장은 불연속적 직선요소를 연결하여 식별자 생성에 적합한 직선을 생성한다.



Fig. 2. Hough Transform Effect (Left: Original, Right: After Applying).

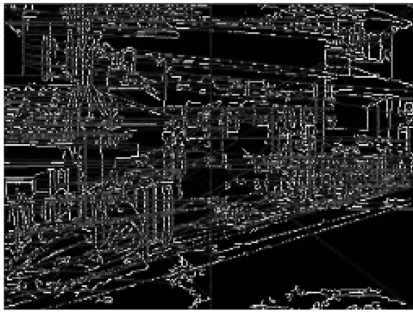


Fig. 3. Edge Extension by Linking.

Fig. 3은 허프변환을 거쳐 상대적으로 불연속적인 짧은 직선요소들을 연결하여 직선의 길이를 연장하고, 식별자 생성에 필요한 구성요소를 추출하기 위해 준비된 정지영상의 상태를 보여준다.

허프변환을 적용하기 위해서는 다음의 5가지 패러미터를 모델링하였다.

- 화소간격(PI): 연속적인 화소의 간격.
- 직선허용각도(LA): 선형성분 규정 각도.
- 직선판단임계값(TH): 축적평면에서 직선성분의 여부를 판단하기 위한 임계값.
- 직선최소한계(ML): 직선의 최소길이.
- 직선연장한계(EL): 일직선상 2 개의 직선성분을 하나의 직선성분으로 확장하기 위한 최대거리.

규정화를 위해서는 정지영상에 가상직선을 설정하여 가상직선과 검출된 직선요소와 교차점을 계수한다. 본문에서 제안하는 방법은 정지영상의 중심에서 설정할 수 있는 직선을 사용한다. 정지영상은 $n \times n$ 의 정사각형에 배치할 경우 본래 정지영상이 파괴가 된다. 따라서 3×3 마스크를 사용할 경우 중심 화소는 8개의 이웃 화소를 가지게 되지만, 가상 직선을 완벽하게 설정할 수 없어 직선 구성 시 가상직선에 근접한 화소를 포함시키는 방법을 사용한다. 본 논문에서는 가상직선을 설정하기 위하여 DDA(Digital Differential Analyzer) 알고리즘을 적용하였다[10]. 각 가상직선은 전과정에서 검출된 직선성분과 교차하며, 교차 횟수는 정지영상의 내용에 따라 다양한 패턴으로 나타날 것이다. 이렇게 만들어진 직선요소와의 교차수는 다면적인 측정을 거치게 되고, 최종적으로 식별자의 부분값으로 사용된다.

허프변환 기반 직선요소의 검출과 가상적인 직선들과의 교차점 계수를 이용하여 인덱스의 구성값을 생성하는 방법은 정지영상의 다중 속성을 이용하는 방법보다 절차적으로 단순하다. 본 논문에서 논의하고자 하는 점은 가상 직선 8개를 통하여 생성되는 8개의 값이 식

별자로서의 기능성에 어느 정도 기여를 하는 지를 분석하고자 하는 것이다.

3. 실험 및 분석

3.1. 패러미터 최적화

식별자 생성을 위한 정지영상의 전처리는 위에서 설명한 것과 같이 선명도 개선, 허프변환의 적용, 직선요소의 확장 과정을 포함하고 있다. 허프변환에 사용되는 5 가지 패러미터가 식별자 생성에 미치는 영향을 검증하기 위하여 OpenCV 라이브러리를 사용하여 JPEG 형태로 저장된 이미지 1600개에 적용하여 최적값 분석을 실시하였다[9]. 다면적인 분석을 통하여 실험한 결과 식별자 생성에 적합한 패러미터를 설정할 수 있었으며 식별자 생성에 최하위 결과를 보이는 패러미터도 파악할 수 있었다. 그 결과는 Table 1에 보여진다. Fig. 4는 실험을 위해 제작된 시뮬레이터의 인터페이스를 보여준다.

Table 1. Hough Transform Parameter Analysis

패러미터 종류	최상위	최하위
화소간격	17	2
직선허용각도	130	190
직선판단임계값	170	50
직선최소한계	130	30
직선연장한계	140	10

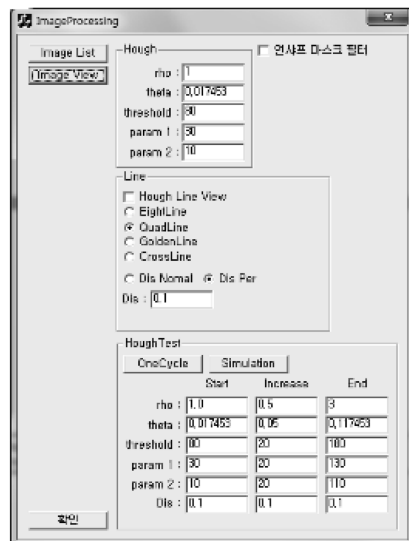


Fig. 4. Identification Ratio(%).

3.2. 식별자 구성에 따른 분석

허프변환을 적용하여 검출한 직선성분과 가상 직선과의 교차 회수를 계수하여, 결과값을 생성하여 최종 식별자를 구성할 때, 구성요소로 사용되는 계수값의 개수는 중요한 의미를 갖는다. 사용하는 계수값이 많은 경우는 최종 인덱스의 크기가 커져 데이터베이스 응용의 경우 인덱싱에 필요한 비용이 저장과 수행 면 모두에서 증가하게 된다. 반대로, 너무 적은 구성요소 계수값을 사용하면 인식률이 낮아지는 단점을 가지게 될 것이다. 이를 분석하기 위해 JPEG로 저장된 11381개의 정지영상에 본 논문에서 제안하는 방법을 적용하여 요소인덱스를 생성하였다. 허프변환에 사용되는 패러미터는 최상위 결과를 보이도록 설정을 하였다.

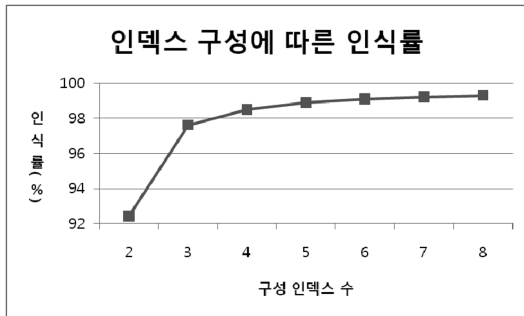


Fig. 5. Identification Ratio(%).

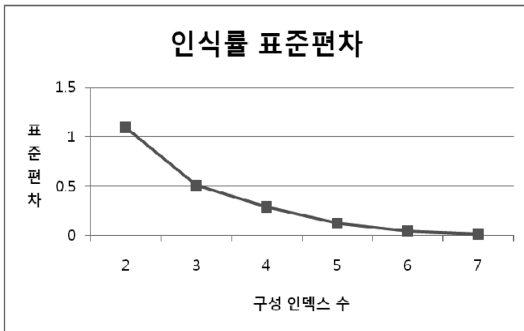


Fig. 6. Standard Deviation.

Fig. 5는 구성 요소인덱스 수를 증가시키면서 전체 정지영상에 대한 인식률 평균을 보여준다. 평균을 구하기 위해서 사용한 방법은 해당 인덱스 수로 구성할 수 있는 모든 조합을 만들고, 각 조합만으로 추출할 수 있는 식별자의 수를 분석한 것으로 요소인덱스를 한 개만 적용한 경우에는 인식률이 12.57%로 실용성이 없기 때문에 그림에 보이지 않았다. Fig. 6는 조합별로 인덱싱을 적용하여 결과로 나온 인식률에 대한 표준편

차를 보여준다. Fig. 7는 인덱싱을 구성하였을 때, 모든 구성 인덱스가 NULL(0)인 경우를 전체 정지영상에 대한 백분율을 보여주는 것이다.

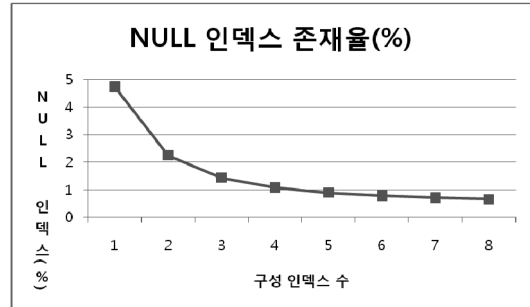


Fig. 7. NULL Index Ratio(%).

Table 2는 Fig. 5와 7에 해당하는 값들을 정리한 것이다.

Table 2. Summary of Analysis

인덱스 수	인식률(%)	NULL 인덱싱(%)
1	12.57	4.72
2	92.43	2.24
3	97.61	1.43
4	98.50	1.07
5	98.89	0.90
6	99.09	0.78
7	99.22	0.71
8	99.31	0.65

사용하는 구성 인덱스의 수를 증가시킬 때, 전체 정지영상 집합에 대한 인식률도 증가를 한다는 사실을 위의 실험결과를 분명하게 보여주고 있다. 여기서 주목해야 할 것은 요소인덱스 6개만을 사용하였을 때 인식률이 99% 보다 크다는 사실이다. 전체 사용할 수 있는 구성 인덱스를 전부 사용하였을 때의 인식률이 99.31% 라는 사실과 연관시켜 생각할 때, 실용적인 인덱싱은 구성 요소인덱스를 전부를 사용하지 않아도 충분히 높은 인식률을 성취할 수 있다는 것이다.

구성 인덱스값이 전부 NULL(0) 값으로 생성되는 경우는 해당 정지영상에서 직선 성분이 검출되지 않기 때문이다. 인식률과 NULL 인덱싱의 값들을 보면 구성 인덱스를 3개를 사용하였을 때 인식률과 NULL 인덱싱의 합계는 99.04이고, 7개를 사용하였을 때는 99.93,

8개를 사용하였을 때는 99.96 이 된다. 이는 NULL 인덱싱 결과를 나타내는 정지영상을 해결할 경우, 본 논문에서 제안하는 식별자 생성과 인덱싱 방법은 충분한 효과를 가지고 있음을 입증하는 것이다.

식별자 생성에 필요한 소요시간은 사용하는 시스템에 따라 다르기 때문에 정확한 시간적 측면에서의 결과를 얻기는 힘들다. 최상위 설정을 이용하여 2.93.GHz CPU를 사용하여, 식별자를 생성하였을 때, 정지영상 1MB 당 소요시간은 207.15 msec 이었다. 보통 사용하는 정지영상의 크기는 화질에 따라 그 크기가 다르지만, 임베디드 시스템과 같은 작은 기기에서 생성되는 정지영상은 대체로 1MB 보다 작은 크기이기 때문에 결과값으로 얻은 소요시간은 용량이 작은 컴퓨팅 환경에서도 충분히 활용 가능하다고 할 수 있다. 또한, 소형기기의 정지영상 처리에 사용되는 프로세서의 속도가 점차 높아지고 있어 결과적으로 얻은 소요시간은 충분히 효율성을 가지고 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 정지영상에서 추출할 수 있는 속성을 이용하여 각각의 정지영상에 고유한 값을 가지는 식별자를 생성하여 여러 가지 응용에 사용할 수 있는 방법론에 대해 제안을 하였다. 제안하는 방법론은 디스플레이 장비에 정지영상 저장 기능을 장착하는 경우, 정지영상의 관리에 사용될 수 있다. 또한, 반도체 또는 디스플레이장비의 에러검출용 영상정보의 관리에도 응용이 가능하다. 제안하는 방법은 실제 구현을 통해 유효성 검증을 실시하였다. 허프변환 기반 생성 식별자는 충분한 효과와 특성을 보여 주었다. 허프변환 기반 직선 검출이 효과적이지 못한 정지영상의 경우에 대한 보완이 필요하며, 이를 극복할 수 있는 방법을 향후 연구하고 보완한다면 제안하는 방법론의 효율성은 극대화될 수 있으며, 향후 연구과제의 확대를 통해 지속적인 연구를 유지할 계획이다.

감사의 글

이 연구는 2010 학년도 단국대학교 대학연구비의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. M.G. Bantum, US Patent 5,887,081, 1999.
2. S. Pabboju and A. Reddy, "A novel approach for content-based image indexing and 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 color 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. M. Haseyama and I. Kondo, "2-D functional AR model for image identification", Proceedings of the 2003 International Conference on Multimedia and Expo, pp.377-380, 2003.
6. R.C. Gonzalez, "Digital Image Processing(3rd Ed.)", Prentice Hall, 2007.
7. J. Illingworth and J. Kittler, "A survey of efficient hough transform methods", Computer Vision, Graphics, and Image Processing, Vol. 44, No. 1, pp.87-116, 1988.
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. G. Bradski and A. Kaehler, "Learning OpenCV", O'Reilly Media, 2008.
10. <http://www.netgraphics.sk>
11. 송치일, 낭종호, "MPEG-7 시각 정보 기술자의 인덱싱 및 결합 알고리즘", 정보과학회논문지: 소프트웨어 및 응용, 제 34권, 제1호, 1-10쪽, 2007.

접수일: 2010년 8월 11일, 심사일: 2010년 8월 25일,
게재확정일: 2010년 9월 15일