

크기 변화에 따른 정지영상 식별자 생성 분석

박 제 호[†]

[†]단국대학교 컴퓨터과학과

Analysis of Image Identifier Generation Methods for Various Size Patterns

Je-Ho Park[†]

[†]Dankook University, Computer Science

ABSTRACT

As the price of image acquisition component becomes low enough, the compact and easily accessible handheld devices are generally equipped with image acquisition functionality. This trend speeds up various applications in diverse areas such as image related services and software. Therefore users strongly need to identify their images effectively and efficiently so that the duplicated images are perceived as one physical entity. In order to handle this environment, we propose a number of methods that generate image identifiers utilizing fundamental image features. In this paper, we analyze the identifier generation methods in terms of various size patterns, especially for tiny size cases, since the small images does not contain abundant pixels for feature extraction. In this paper, experimental evaluation over identifier generation methods' behavior according to different sizes is demonstrated.

Key Words : Image, Identifier, Linear, Database, Resolution, Size

1. 서 론

정지영상 관련 부품의 소형화, 보편화, 가격하락에 따라 정지영상 기능이 장착된 휴대폰, MP3플레이어, PMP(Portable Multimedia Player), 네비게이션 등 소형 개인단말기의 사용이 보편적 현상이 되었다. 보급된 정지영상 기기들은 여가용뿐 아니라 보안, 생산품 관리 분야에서도 여러 가지 방법으로 응용이 되고 있다. 결과적으로 생산되는 정지영상의 양은 기하급수적으로 증가하고, 정지영상을 효과적으로 저장하고 검색하는 등 관리에 대한 필요성의 증대는 예측을 불허할 정도이다. 정지영상 식별 방법은 크게 두 가지로 나눌 수 있다: 사용자가 임의로 부여하는 방법과 시스템이 자동적으로 부여하는 파일이름 또는 임의 인덱스를 사용하는 것이다.

이 방법들은 정지영상의 화소(pixel) 정보를 이용하여 추출된 속성값을 응용하여 생성된 식별자와 비교할

때 여러 가지 단점을 필연적으로 가지고 있다. 자동적 생성 방법이나 임의적 방법에 의한 정지영상 식별자는 손실이나 변경 시 본래의 값을 복구하기가 거의 불가능하기 때문에 동일 방법으로 새로운 식별자를 부여하여야 한다. 또한, 동일 생산자가 생산한 기기는 식별자 생성법이 동일하기 때문에, 다수의 기기 또는 시스템에서 생성된 정지영상들을 하나의 시스템에 통합하면 서로 다른 정지영상들이 동일한 식별자를 이용하기 때문에 인식성에 문제를 야기시킨다.

이 문제를 해결하기 위해서는 정지영상과 1-1 관계성을 가지는 식별자를 사용하여야 한다. 다른 측면에서의 식별자의 중복성 문제는 데이터베이스에서 특정 정지영상의 존재성 검사가 필요한 경우, 유사성을 이용한 다중 속성 인덱스를 이용하는 경우이다. 부분적인 인식성만을 보장하는 다중 인덱스를 사용하면, 질의 결과는 다수의 정지영상이 검출될 수 있기 때문이다. 이러한 경우 특정 정지영상에 대한 유일한 식별자로 동일성 질의를 수행하는 것이 보다 효율적이다.

정지영상 객체를 형태요소로 모델링하고 형태 정보

[†]E-mail : dk_jhpark@dankook.ac.kr

를 정지영상 집합의 분류에 사용하는 방법, 다면적 속성을 병합하여 정지영상 집합을 분할하는 방법 등은 정지영상에 대한 질의를 처리하기 위해 연구되었다 [1,2]. 이러한 방법론들은 정지영상이 포함하고 있는 내용 기반 정보화에 초점을 두고 있어, 정지영상 집합의 분할 또는 내용 검색 분야에서는 의도하는 역할을 다할 수 있지만, 특정 정지영상을 구분해 낼 수 있는 식별자로는 적합하지 않다.

색분포 히스토그램과 부가적인 기술자(descriptor)에 기반하여 인덱스 구성과 검색 도구를 제공하는 방법은 식별자 생성에 필요한 정보 표현을 양자화하거나 정규화하는 측면에서 문제를 가지고 있다[3-5]. 히스토그램 기반 검색은 처리비용이 높아 대용량 정지영상 집합을 처리하기에 적합하지 않다. 다중 기술자 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[6].

본 논문에서는 정지영상 속성과 무관하게 임의로 부여되는 식별자의 단점을 해결할 수 있는 식별자 생성 방법론을 논의한다. 제안하는 방법은 정지영상의 직선 요소와 휘도영역 변경을 응용하여 식별자를 생성한다. 제안하는 방법론은 정지영상의 물리적 속성을 이용하기 때문에 식별자의 재생이 가능하고, 정지영상과 1-1 관계를 가지는 식별자를 생성할 수 있는 장점을 가지고 있다. 정지영상의 크기가 충분한 경우는 속성 추출에 이용할 수 있는 화소 공간이 풍부하여 식별자 생성이 용이하지만, 공간이 충분하지 않은 경우는 식별자 생성에 필요한 한계가 존재하게 된다. 본 논문에서는 제안하는 식별자 생성법의 유효성이 보장되는 화소 공간의 분석을 위해 실험에서 얻은 결과를 제시한다.

2. 본 론

2.1. 정지영상 식별자 형태 모델링

정지영상 식별자는 특정 정지영상을 종속된 집합에서 분별할 수 있는 기본적인 유일성 확보의 조건을 만족하여야 한다. 아울러, 동일한 정지영상에 대해 항상 동일 식별자를 생성할 수 있는 동일성을 만족하여야 한다. 또한, 대용량의 정지영상을 관리하기 위하여는 필요 비용의 적절성을 고려하여야 한다. 이질적 다중하부 인덱싱 또는 내용 기반 인덱싱을 이용하는 경우, 처리대상이 방대한 대용량 시스템이나 계산능력이 저조한 컴퓨팅 자원 환경에서 원활한 수행에 문제를 야기시킬 수 있다.

유일성, 동일성, 비용 대비 효율효과를 고려하여 본 논문에서 사용하는 방법은 단일 문맥에서 생성된 정수 값을 사용하며, 식 (1)과 같은 형태로 구성된다. 하나의 정지영상 i 에 대한 식별자 ID^i 는 k 개의 속성값을 가지는 벡터이다.

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

식 (1)에서 인덱스를 구성하는 요소값 F_k^i 는 크게 두 가지로 나눌 수 있다: 정지영상의 크기와 같이 정지영상 고유의 값으로 속성 추출과정이 적용되지 않는 속성과 일정한 과정을 거쳐 추출되는 속성. 이는 구성 속성값의 공간을 다차원으로 확장하여 보다 개선된 유일성을 확보하기 위함이다.

2.2. 직선요소를 이용한 정지영상 식별자

본 논문에서 제시하는 식별자 생성 과정은 해당성분을 추출하기 위한 준비작업, 속성 추출 및 확장, 정규화 과정으로 나눌 수 있다. Fig. 1은 이 과정을 도식화하여 보여준다.

주어진 정지영상에 직선요소를 추출하여 식별자에 응용하기 위하여 필터링을 적용하여 직선을 포함한 직선요소 추출에 적합한 형태로 변형된다. 제안하는 프로세스에서는 정지영상의 선명도를 증가시켜 이미지에 속하는 직선요소를 선명화시키는 샤프닝 필터를 적용한다[7]. 이 과정을 통해 직선에 속할 수 있는 요소가 강화된 정지영상은 선형요소를 검출하기 위해 경계선 검출을 한다. 본 논문에서는 Canny 경계선 검출 알고리즘을 사용하였다. 직선을 구성하기 위해 변경된 정지영상은 허프변환(Hough transform) 알고리즘을 적용하여 직선요소를 추출한다.



Fig. 1. Image Identifier Generation Process.

허프변환은 이진영상으로 모수적 묘사(parametric description) 방법을 사용하여 직선요소 검출에 효율적으로 알려져 있다[7-9]. 식 2는 허프변환에서 사용하는 극좌표이며, 원점과의 거리 r 을 가지는 직선을 나타낸다. 영상 공간에서 동일 선형성분에 속하는 점들은 모수공간에서 사인곡선의 교차점과 일치하는 특성을 가진다.

$$r = x \cos \theta + y \sin \theta \quad (2)$$

짧은 직선요소는 추출에는 성공하였지만, 잡음 등으

로 인해 불연속성이 심한 예를 Fig. 2 왼쪽 정지영상에서 보이고 있다. 직선요소 확장은 불연속적 직선요소를 연결하여 식별자 생성에 적합한 직선을 생성한다. Fig. 2 오른쪽은 불연속적인 짧은 직선요소들을 이용해 직선 길이를 연장하여, 식별자를 추출하기 위해 준비된 정지영상의 상태를 보여준다.

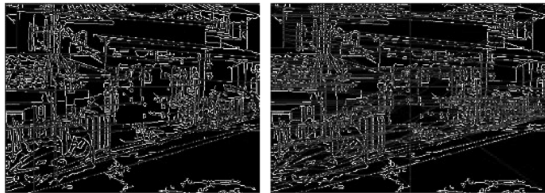


Fig. 2. Line Component Extraction.

선형요소가 확장이 되면 규정화 과정을 거쳐 최종 인식자를 생성하게 된다. 규정화 과정은 추출된 정지영상의 중심에서 Fig. 3과 같이 8개의 방향으로 설정된 가상직선과의 교차점의 분포를 계측하게 된다.

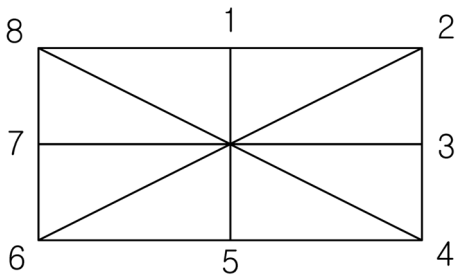


Fig. 3. Virtual Lines for Interaction Detection.

2.3. 휘도영역을 이용한 정지영상 식별자

허프변환을 이용하여 직선요소를 검출하고 가상직선과의 교차점의 분포를 이용해 식별자를 생성하는 방법은 Fig. 4에서 보이는 것과 같은 정지영상의 초점이 정확하지 않은 경우에는 직선요소의 검출에 실패하기 쉽다.

휘도영역을 이용한 식별자 생성은 정지영상의 휘도 (luminance)의 변화가 검출되는 분포를 식별자 생성의 기본요소로 한다. Fig. 5는 휘도영역을 이용한 식별자 생성 과정을 도식화하고 있다. 정지영상의 휘도 정보를 나타내는 구간을 m 이라고 할 때, m 보다 작은 휘도 정보 구간 n 으로 축소하면 인간의 눈에는 잘 보이지 않는 작은 동일 휘도를 가지는 영역들이 보다 큰 영역으로 병합되어 전체 정지영상의 휘도 분포가 단순화되는 특징을 보인다. 일반적으로 휘도 정보는 8 비트를 사용하여 0부터 255까지의 휘도를 표현하게 된다.



Fig. 4. Examples for Hough Transform Failing Cases.

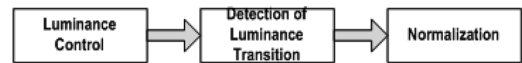


Fig. 5. Luminance Area based Identifier Creation.

Fig. 6은 휘도 구간을 변화시킨 예를 보이고 있다. 왼쪽 위부터 시계방향으로 0부터 시작하는 휘도 정도 구간의 크기는 다음과 같다: 256, 64, 16, 4.



Fig. 6. Images with Different Luminance Degree.

휘도 변화를 공간 주파수로 표현하면 휘도가 비슷한 배경이나 한 물체의 내부 영역은 저주파 성분으로 형성된다. 휘도영역 기반 식별자 생성은 공간 저역필터를 사용하여 휘도 범위를 감소시키고, 영상의 전체 영역을 동일 휘도를 공유하는 다수 하부영역으로 분할한다. 인식자는 앞에서 사용한 방법과 같이 가상직선을 사용하

여 휘도의 변화 분포를 측정한다. 휘도 범위를 크게 할 경우에는 휘도 변이가 심한 고주파 영역이 많아, 휘도 변이가 발생하는 검출점이 과도하여 인식자 생성에 적절하지 않을 수 있다. 낮은 저주파 공간만을 고려하여, 휘도 범위를 너무 작게 설정할 경우에는 계측량 공간이 협소하게 되어 식별자의 기능을 상실할 수 있다. Fig. 7은 Fig. 4에 보여지는 정지영상들에 휘도 정도를 3비트로 설정하여 얻은 영상들을 보이고 있다.

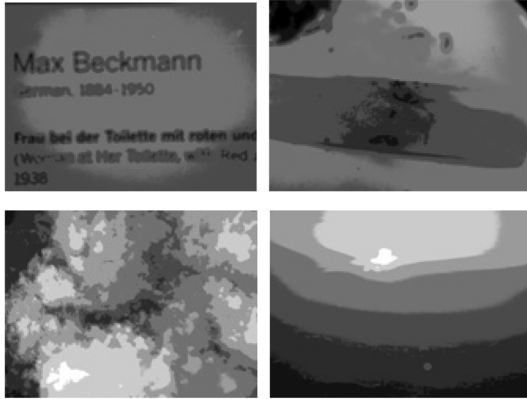


Fig. 7. Images with 3 bit Luminance Degree.

2.4. 그 외 정지영상 식별자

정지영상의 직선요소 검출을 이용하여 식별자를 생성하는 방법은 포함하고 있는 형태 구성 성분의 분포를 기본적으로 이용한다. 휘도 범위를 감소하여 휘도 영역의 분포를 측정하는 방법은 동일 휘도영역의 크기를 확장하여 전체 정지영상을 다수의 하부영역으로 분할하는 방법을 이용한다. 두 가지 특징을 병합할 경우에는 휘도 범위를 축소된 정지영상에서의 직선요소 검출은 또 다른 값을 추출할 수 있는 가능성을 제공한다.

본 논문에서 가상직선을 설정하기 위하여 DDA (Digital Differential Analyzer) 알고리즘을 적용하였다[10]. 정지영상은 $n \times n$ 의 정사각형에 배치할 경우 본래 정지영상이 파괴가 된다. 따라서 3×3 마스크를 사용하면 중심 화소는 8개의 이웃 화소를 가지게 되지만, 가상직선을 완벽하게 설정할 수 없어 가상직선에 근접한 화소를 포함한다.

3. 실험 및 분석

3.1. 패러미터 최적화

허프변환을 적용하기 위해서는 다음의 5가지 패러미터를 모델링하여 사용하였다.

- 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.

위의 5 가지 패러미터가 식별자 생성에 미치는 영향을 검증하기 위하여 OpenCV 라이브러리를 사용하여 JPEG 형태로 저장된 이미지 1600개에 적용하여 최적값 분석을 실시하였다[11]. 그 결과는 Table 1에 보여진다.

Table 1. Hough Transform Parameter Analysis

패러미터 종류	적용 패러미터값
화소간격	17
직선허용각도	130
직선판단임계값	170
직선최소한계	130
직선연장한계	140

휘도영역 기반 식별자 생성을 위하여 여러 휘도 정도를 적용하여 실험하여 최적의 식별자 생성은 휘도 구간 범위가 16인 것을 알 수 있었다. 정지영상 크기에 따른 식별자 인식을 분석에는 휘도 범위 16을 사용하였다.

3.2. 식별자 구성에 따른 분석

위에서 설명한 여러 가지 방법을 적용하여 검출한 요소성분과 가상 직선과의 교차점을 검출하여 식별자를 구성할 때, 구성요소로 사용되는 계수값의 범위는 식별자 생성에 중요한 의미를 갖는다. 검출된 계수값이 큰 경우는 최종 식별자의 크기가 커져 데이터베이스 응용의 경우 인덱싱에 필요한 비용이 저장과 수행 면 모두에서 증가하게 된다. 반대로, 너무 적은 구성요소 계수값을 사용하면 인식이 낮아지는 단점을 가지게 될 것이다. 이를 분석하기 위해 JPEG 로 저장된 1000 개의 정지영상을 선택하고, 정지영상 크기에 따른 식별자 생성 분석을 위해 원본의 크기를 50%, 25%, 13%, 7%, 4%, 2%, 1% 로 축소된 정지영상 집합을 만들어 각각의 집합에 위에서 설명한 세 가지 식별자 생성 방법론을 적용하였다. 식별자 생성은 검출된 계수값을 그대로 사용하는 방법과 검출공간의 크기에 대한 계수값

의 백분율을 수집하였다.

Fig. 8은 계수값을 식별자의 구성요소로 사용하여 식별자를 생성된 식별자의 인식률을 보여준다. Table 2는 Fig. 8의 인식률을 상세하게 분석하기 위하여 인식률을 백분율로 정리하였다.

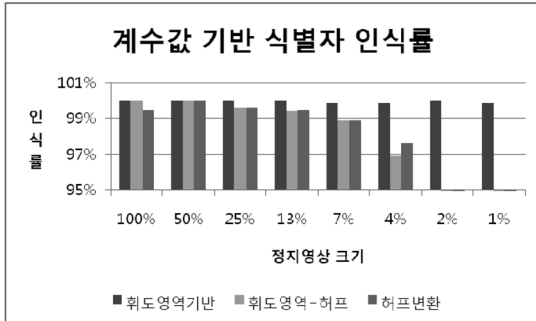


Fig. 8. Identification Ratio for Absolute Value Usage.

Table 2. Identification Ratio for Absolute Values

크기(%)	휘도영역 기반	휘도영역+ 허프변환	허프변환
100	100	100	99.5
50	100	100	100
25	100	99.6	99.6
13	100	99.4	99.5
7	99.9	98.9	98.9
4	99.9	96.9	97.6
2	100	0	0
1	99.9	0	0

결과에서 알 수 있는 것은 허프변환을 사용할 경우, 작은 정지영상에서는 직선요소를 검출하는 것에 거의 실패하는 것으로 나타났다. Table 3은 사용된 정지영상의 평균 넓이와 높이를 화소수로 나타낸 것이다.

허프변환 기반 정지영상 식별자의 생성이 제 기능을 발휘하지 못하는 것은 정지영상의 크기가 넓이와 높이에 100 화소 미만인 경우 인 것으로 나타났다. 결과에서 보는 것과 같이 휘도영역 기반 식별자의 인식률은 정지영상의 크기에 별로 영향을 받지 않는 것으로 분석되었다. 휘도 범위를 축소하고 난 정지영상에 허프변환을 적용한 경우, 허프변환만을 적용한 경우와 마찬가지로 정지영상의 크기가 작은 경우에는 식별자 생성에 실패를 하는 것은 허프변환이 샘플 화소가 작은 공간에서는 직선요소의 검출이 용이하지 않기 때문이다.

Fig. 9는 계측된 값을 계측공간에 대한 백분율로 계산하여 식별자의 구성요소로 사용하여 식별자를 생성된 식별자의 인식률을 보여준다. Table 4는 Fig. 9의 인식률을 상세하게 분석하기 위하여 인식률을 정리하였다.

Table 3. Average Image Width and Height

크기(%)	넓이 평균 화소수	높이 평균 화소수
100	4487.93	3087.56
50	2243.97	1543.78
25	1121.98	771.89
13	583.46	401.12
7	313.74	216.19
4	179.81	123.28
2	89.91	61.64
1	44.97	31.29

휘도영역을 이용한 식별자의 생성은 백분율을 이용하여 식별자를 생성하였을 때 인식율에 변화를 가져오는 것을 볼 수 있다. 이와는 달리, 허프변환을 이용한 방법은 계측값을 그대로 사용하는 것과 백분율을 사용하는 것에 거의 영향을 받지 않는 것으로 보여진다. 이로부터 우리가 알 수 있는 것은 정지영상의 크기가 감소될 때, 본래 크기에서 검출되는 휘도 변화의 패턴이 감소된 정지영상에서는 패턴의 변화를 일으키는 것으로 추론할 수 있다. 즉, 상대적으로 큰 휘도범위를 가지는 정지영상에서 휘도 범위를 축소하여 작은 휘도영역을 병합할 때 생기는 패턴이 작은 크기의 정지영상에서는 휘도 범위 변화에 따른 병합과정에서 다른 패턴으로 작용할 수 있다는 것을 추론할 수 있다. 이와는 달리, 허프변환은 직선요소 검출을 주요 과정으로 하고 때문에 직선요소로 검출될 수 있는 패턴이 작은 정지영상에서도 유지가 되어 인식률에 큰 변화가 없는 것으로 분석된다.

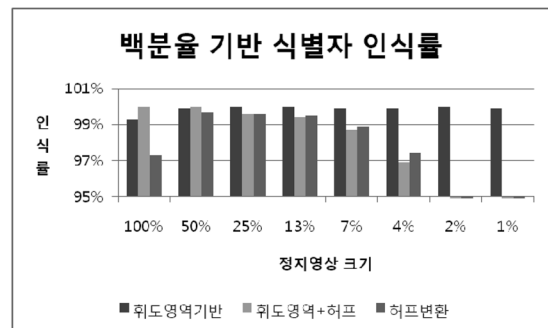


Fig. 9. Identification Ratio based on Percentage.

Table 4. Identification Ratio Using Percentage

크기(%)	휘도영역 기반	휘도영역+ 허프변환	허프변환
100	99.3	100	97.3
50	99.9	100	99.7
25	100	99.6	99.6
13	100	99.4	99.5
7	99.9	98.7	98.9
4	99.9	96.9	97.4
2	100	0	0
1	99.9	0	0

4. 결 론

본 논문에서는 정지영상에서 추출할 수 있는 선형요소와 휘도영역을 이용한 속성을 추출하여 정지영상에 1-1 관계를 가지는 식별자 생성과 관련하여 여러 가지 응용에 사용할 수 있는 방법론에 대해 제안을 하였다. 제안하는 방법론들은 정지영상 데이터베이스의 인덱싱이나 파일 시스템의 객체명으로 사용이 가능할 뿐 아니라, 인터넷을 이용한 다양한 서비스에 적용할 수 있다. 제안하는 방법의 유효성과 크기에 따른 인식률의 분석을 실험을 통하여 예시한 결과 허프변환 기반 식별자 생성은 영상의 크기 변화에 둔감하지만, 100 화소 미만의 넓이와 높이를 가지는 정지영상에서는 효과가 없는 것으로 알 수 있었다. 휘도영역의 병합을 이용한 식별자 생성은 작은 영상에서도 높은 인식률을 보였지만, 계층값이 아닌 백분율을 식별자 생성에 사용하는 경우, 인식률에 변화가 생기는 것을 알 수 있었다.

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. 송치일, 낭종호, "MPEG-7 시각 정보 기술자의 인덱싱 및 결합 알고리즘", 정보과학회논문지: 소프트웨어 및 응용, 제 34권, 제1호, 1-10쪽, 2007.
6. 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.
7. R.C. Gonzalez, "Digital Image Processing (3rd Ed.)", Prentice Hall, 2007.
8. 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.
9. 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.
10. <http://www.netgraphics.sk>
11. G. Bradski and A. Kaehler, "Learning OpenCV", O'Reily Media, 2008.

접수일: 2010년 11월 29일, 심사일: 2010년 12월 8일
 게재확정일: 2010년 12월 17일