

# 불변 모멘트를 이용한 다중객체 검색시스템 구현

안 광 일, 송 영 준, 한 재 혁, 안 재 형  
충북대학교 정보통신공학과  
e-mail : aki720@hanmail.net

## Implementation of Retrieval System for Multi-Objects using Invariant Moments

Kwang Il Ahn, Young Jun Song, Jae Hyeck Han, Jae Hyeong Ahn  
Dept of Computer and communication, Chungbuk National  
University

### 요 약

영상과 같은 다양하고 복잡한 데이터 검색은 기존의 키워드를 이용한 검색이 아닌 내용 기반 검색 방법이 요구된다. 본 논문에서는 입력된 사용자 질의를 객체의 위치이동이나 회전, 크기변화에 민감하지 않은 불변모멘트(Invariant Moments)값을 이용하여 효율적으로 검색할 수 있는 시스템을 구현하였다. 영상내의 단일 객체 뿐만 아니라 다중 객체들도 효과적으로 검출하기 위해 레이블링(Labeling) 알고리즘을 적용해 각각의 객체를 따로 분리하여 불변모멘트를 적용하는 방법을 이용했다. 또한, 검색 시간 단축 및 영상의 효율적인 인덱싱(Indexing)을 위해 해싱을 응용한 기법을 적용하였다. 이로써, 기존의 전체 영상의 특징을 가지고 정확히 표현할 수 없는 객체들을 정확히 표현해 줌으로서 좀더 정확한 검색 결과를 얻을 수 있었다.

### 1. 서 론

현재 우리가 접하는 멀티미디어정보 중 영상과 같이 다양한 형태의 데이터들은 영상과 연관된 텍스트나 키워드를 사용하는 기존의 검색방법으로는 그 영상을 제대로 묘사해 주지 못한다. 이들 검색 방법은 각 영상에 입력된 초기 텍스트 정보에 전적으로 의존하기 때문에 만약 질의어가 초기에 묘사되지 않은 영상속성을 참조하게 되면 검색은 대부분 실패하게 된다. 따라서 칼라나 모양, 질감등의 성분을 이용한 내용 기반 검색방법이 필요하게 되었다.

그동안 칼라나 모양, 질감 등의 성분을 이용한 내용 기반 검색 방법에 대한 다양한 연구가 있어 왔다. Hirata등은 사용자에게 의한 스케치 입력이나 칼라나 복사본 영상으로 데이터를 검색할 수 있는 방법을 제시하였다<sup>[1]</sup>.

IBM사의 QBIC 에서는 입력으로 텍스트, 스케치, 칼라정보, 레이아웃(layout)이나 구조적 묘사 등의 정보를 기반으로 한 대규모 데이터베이스 질의가 가

능한 검색방법을 개발하였다<sup>[2]</sup>. 이러한 기존의 내용 기반 검색시스템에 대한 연구들은 영상내의 칼라 히스토그램등을 이용한 칼라정보와 곡률, 모멘트 등의 모양특징 정보, 그리고 질감등을 이용한 검색방법이 대부분을 차지하고 있으나, 이들 정보들만을 가지고 광범위한 영상들을 정확하게 표현해줄 수 없다. 특히 사용자가 검색하고자 하는 객체의 모양을 정확히 표현해준다는 것은 어려운 일이다.

본 논문에서는 검색을 원하는 객체의 위치나 크기 변화 등 각종 변환에 불변한 특징을 갖는 불변모멘트(Invariant Moments)를 이용하여 객체를 추출해서 효율적으로 표현해줄 수 있는 시스템을 구현하였다.

시스템의 처리절차는 전처리단계로서의 이치화 및 객체 레이블링(Labeling)작업이 있고, 다음으로 불변모멘트를 이용한 특징값 추출, 그리고 마지막으로 검색의 계산량을 줄이기 위해 해싱기법을 응용한 방법을 적용하게 된다.

## 2. 객체의 특징 추출

전처리 단계는 객체들과 배경을 분리해 주기 위한 작업을 수행한다. 초기 입력 영상은 조명등에 민감하기 때문에 객체를 정확히 분리하기 위한 잡음 제거와 같은 작업이 선행되어야 한다. 객체 레이블링 단계는 단일 객체가 아닌 여러개의 객체가 하나의 영상에 존재할 경우, 각각의 객체를 레이블화 하게 된다. 이렇게 구분된 각각의 객체들은 불변모멘트를 적용하여 그 객체들의 특징값들을 추출하게 된다. 불변모멘트의 특징은 물체의 위치이동이나 회전, 크기 변화 등과 같은 각종 변환(Translation)에 불변적(invariant)인 성질이 있다는 것이다.

이 논문에서는 이와같은 객체의 특징값을 추출하기 위해서 객체에 대한 불변모멘트를 적용하였다<sup>[3][4]</sup>

함수  $f(x,y)$ 가 있다면, 이 객체의 모멘트는 다음과 같다.

$$m_{pq} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x^p y^q f(x,y) dx dy$$

$p, q = 0, 1, 2, \dots, \infty$  (1)

이산값(Discrete Value)을 갖는  $M \times N$  영상에서의 각 픽셀의 함수를  $f(i, j)$ 라 하면,

$(p + q)$  차 모멘트는

$$m_{pq} = \sum_{i=0}^M \sum_{j=0}^N i^p j^q f(i,j) \quad (2)$$

만일 오직 한 객체만 존재하고, 배경 intensity가 zero 라면, 그 객체의 중심(the center of mass)은

$$x_c = m_{10} / m_{00} \quad (3)$$

$$y_c = m_{01} / m_{00} \quad (4)$$

이고, 중심모멘트를 구해보면 다음과 같다.

$$\mu_{pq} = \sum_x \sum_y (x - x_c)^p (y - y_c)^q f(x,y) \quad (5)$$

여기에서 구해진 중심 모멘트를 이용하여 각 객체에 대한 불변 모멘트를 다음 식으로 구한다.

$$n_{pq} = \mu_{pq} / \mu_{00}^{(p+q+2)/2} \quad \text{또는}$$

$$n'_{pq} = \mu_{pq} / (\mu_{20} + \mu_{02})^{(p+q+2)/2} \quad (6)$$

위의 식(6)을 이용하면 다음과 같은 7개의 모멘트 값을 구할 수 있다.

$$M_1 = n_{20} + n_{02}$$

$$M_2 = (n_{20} - n_{02})^2 + 4(n_{11})^2$$

$$M_3 = (n_{30} - 3n_{12})^2 + (n_{03} - 3n_{21})^2$$

$$M_4 = (n_{30} + n_{12})^2 + (n_{03} + n_{21})^2$$

$$M_5 = (n_{30} - 3n_{12})(n_{30} - n_{12})[(n_{30} + n_{21})^2 - 3(n_{03} + n_{21})^2] + (n_{03} - 3n_{21})(n_{03} - n_{21})[(n_{03} + n_{21})^2 - 3(n_{30} + n_{12})^2]$$

$$M_6 = (n_{20} - n_{02})[(n_{30} + n_{12})^2 - (n_{03} + n_{21})^2] + 4n_{11}(n_{03} + n_{21})(n_{30} - n_{12})$$

$$M_7 = (3n_{21} - n_{03})(n_{30} + n_{12})[(n_{30} + n_{12})^2 - 3(n_{03} + n_{21})^2] + (n_{30} - 3n_{21})(n_{03} + n_{21})[(n_{03} + n_{21})^2 - 3(n_{30} + n_{12})^2] \quad (7)$$

그림 1은 하나의 영상내에 있는 객체의 변형(회전, 축소, 이동 등)에 대한 7개의 불변모멘트 값을 보여주고 있는데 값들의 변화가 거의 없음을 알 수 있다.

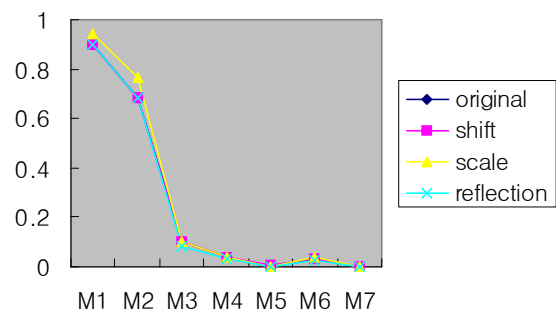


그림 1. 불변모멘트 값들의 특성

이 논문에서는 영상 특성에 맞는 효과적인 검색 시스템을 구현하기 위해 불변 모멘트를 이용하여 객체의 특징값을 나타내고, 단일 영상내에 여러개의 객체가 존재하더라도 정확한 검색을 하기 위해 객체를 분리하고 표현하는 레이블링 기법을 제안하여 적용하였다. 이로써 사용자가 원하는 객체를 포함하고 있는 다중 객체 영상들도 정확하게 검색할 수 있게 하였다. 또한 검색의 계산량과 시간을 줄이기 위해 해싱기법을 응용한 방식을 제안하였다.

## 3. 해싱기법을 응용한 모델 재구성

해싱이란 찾고자 하는 데이터의 키를 이용하여 데이터베이스에서 데이터가 저장되어 있는 위치를 직접 산술적으로 계산하여 원하는 데이터를 취하는 방식의 검색 방법이다.

본 논문에서는 모든 객체에서 얻어진 모멘트값들의 거리를 계산하여 이들 중 유사성이 가장 높은 객

체의 모멘트 값을 참조 모멘트 값으로 선정하고 각각 객체의 모멘트 값으로부터 참조 모멘트 값까지의 거리를 키값으로 하여 해시테이블을 구성하였다. 이때 키 값의 범위는 참조 객체와의 거리에서 산출된 평균과 분산값을 기준으로 구성된다. 이러한 해시 검색은 이진트리 구조의 평균 검색효율이  $O(\log_2 f)$  인데 반해  $O(n)$ 의 평균 검색효율을 가지므로 매우 효율적이다.

#### 4. 시스템의 구성

전체적인 시스템 구성은 그림 2와 같다. 원 (Original) 영상들은 히스토그램 균일화 및 이진화 과정을 행한다. 여기에서 처리된 영상은 단일 객체인지 다중 객체인지를 판별하기 위한 단계로서 객체의 윤곽선을 검출하게 되고, 이것을 레이블링 알고리즘을 적용해 각 객체를 구별해 준다. 이렇게 구해진 객체들은 특징값을 추출하게 되는데, 이 값들은 제안된 해시 테이블 형태로 저장된다. 사용자가 질의 영상을 가지고 검색을 하게 되면 객체를 추출하게 되고 불변 모멘트를 적용, 특징값들을 얻게 된다. 이 값들은 이미 DB에 해시테이블 형태로 저장되어 있는 객체 특징값들과 비교를 하게 되고 가장 유사성이 큰 이미지 별로 결과를 얻게 된다.

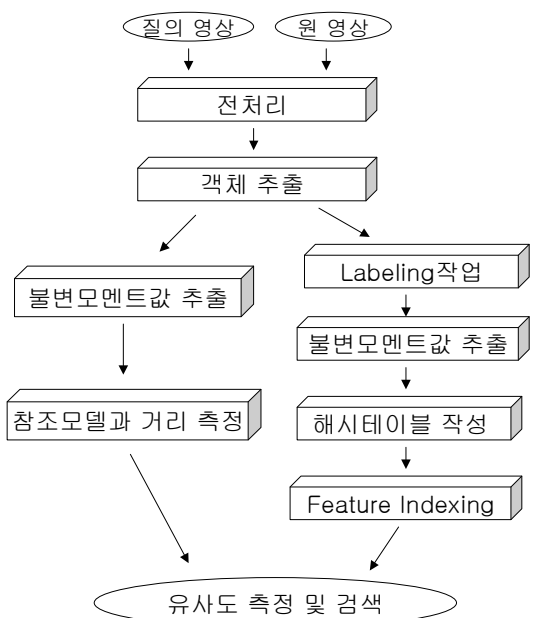


그림 2. 시스템 구성도

#### 5. 실험 및 결과

본 실험은 Visual C++를 사용하여 프로그램 하였으며, 실험에는 CCD 카메라를 이용하여 얻은 영상

을 340\*240 해상도의 256 명암도로 양자화 하여 사용하였다. 실험에서 모델로 사용되어진 물체는 드라이버, 망치, 니퍼, 룡로즈 등과 같은 공구 및 부품에 관련된 영상들이며, 이들을 각각 전처리 한 다음 모델링하고, 사용자 입력영상과의 유사도 측정에 의해 모델과 가장 유사한 영상을 찾아준다.

그림 3에서는 사용자 입력 영상에 의한 검색 결과를 나타내고 있다. 여기서 사용자는 찾고자하는 객체만을 가지고 있는 영상만을 검색할 수도 있고, 그 객체를 포함하는 다른 모든 영상들도 선택적으로 검색할 수 있다. 검색 결과는 좌측상단부터 유사도가 큰 순서대로 보여주고 있는데, 단일 객체 검색 및 다중 객체 검색 모두 정확하게 검색되었음을 보여주고 있다.



(a) 질의 영상



(b) 단일객체 검색결과

(c) 다중객체를 포함한 검색결과

그림 3. 검색 결과

표 1 은 질의 영상과 검색결과 영상들의 모멘트값을 보여주고 있다. 계산량을 줄이기 위해 7개의 값 중 4개만을 선택하여 사용하였다. 축소,이동한 망치 영상에서의 약간의 오차를 제외하고는 거의 일정한 값을 얻을수 있었다. 그림 4 는 각각의 결과 영상의 모멘트 값들을 비교한 그래프이다.

표 1. 결과 영상의 불변모멘트값

특징값 결과영상	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
망치	0.896876	0.682405	0.101779	0.039106
축소된 망치	0.915618	0.717464	0.110409	0.044576
회전된 망치	0.896862	0.682619	0.083899	0.029290
축소,이동된 망치	1.146142	1.163900	0.163110	0.076233
망치+ 드라이버	0.898995	0.689497	0.102688	0.042634
망치+ 니퍼	0.902302	0.694691	0.100693	0.038843
망치+ 펜치	0.927956	0.741985	0.093596	0.036185

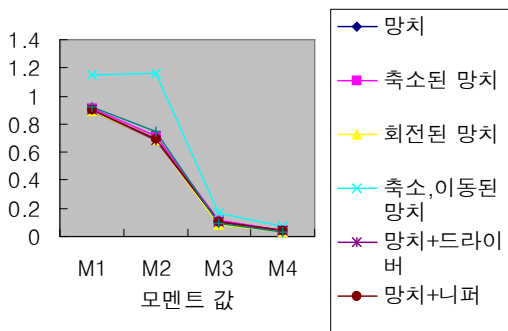


그림 4. 결과 영상의 모멘트 값 비교

## 6. 결론

이 논문에서는 불변모멘트를 적용하여 각 영상의 객체들의 특징값을 구했고, 이 값들을 가지고 사용자가 원하는 객체를 효과적으로 검색하기 위한 시스템을 구현하였다.

물체의 회전, 이동, 크기 변화나 각종 변환에도 값의 변화가 거의 없는 특징을 갖고 있는 불변모멘트를 적용했으며, 기존의 단일 객체 검색 시스템을 보완하여 한 영상내에 여러개의 객체가 존재하더라도 레이블링 작업을 통해 각각의 객체들을 정확하게 표현할 수 있는 알고리즘을 적용하였다. 또한 검색의 시간 단축 및 효율을 개선하기 위해 해싱기법을 응용한 기법을 적용하여 보다 효율적인 시스템을 구현하였다.

이번 실험에서는 객체와 배경을 구분하는 영상의 이진화 과정에서 조명에 대한 처리가 미비한 관계로 몇 개의 영상에서 약간의 오차가 발생했다. 그러나 이 부분은 좀더 보완된 전처리 과정을 거친다면 해결될 수 있을 것으로 판단된다. 이번에 구현된 시스템은 공구 영상과 같이 배경과 객체가 뚜렷이 구분된 영상을 이용했는데, 앞으로, 이 시스템을 보완하여 칼라 정보를 추가한다거나, 좀더 복잡한 형태의 객체도 분류할 수 있는 알고리즘을 개발한다면 여러 분야의 검색 시스템에서의 활용이 가능하리라고 기대된다.

## 참고 문헌

- [1] 정원일, “내용기반 화상 검색시스템의 설계 및 구현,” 전자공학회, 1996
- [2] R.Barber, W.Equitiz, et al., “Query by content for large on-line image collections,” A Guided Tour of Multimedia Systems and Applications, IEEE, 1995
- [3] Gouda I. Salama and A.Lynn Abott, “Moment Invariants and Quantization Effects,” IEEE, 1998
- [4] 김관동, “스트링 매칭과 해시 검색을 이용한 겹쳐진 이차원 물체 인식,” 정보처리학회, 1998
- [5] Xiaolong Dai and Siamak Khorram, “A Feature-Based Image Registration Algorithm Using Improved Chain-Code Representation Combined with Invariant Moments,” IEEE, 1999
- [6] Th.M.Hupkens and J.de Clippeleir, “Noise and intensity invariant moments,” Pattern Recognition Letters, 1995
- [7] 장용석 외 4명, “모양 영상 검색을 위한 효율적인 색인구조와 검색방법,” 정보과학회, 1999
- [8] 전춘기 외 3명, “머신비전을 이용한 물체 분류 및 검사시스템 구현,” 전자공학회, 1998
- [9] 김희승 저, “영상 인식,” 생능출판사, 1993