

# 영역 기반 이미지 검색을 위한 영역 매칭 방법에 관한 연구

추연웅, 최기호  
광운대학교 컴퓨터공학과

## A Study on Region matching method for Region-based Image Retrieval

YeanWoong Choo, KiHo Choi  
Dept. of Computer Engineering, Kwangwoon Univ.

### 요 약

본 논문은 영역기반의 영상 검색을 위해 향상된 영역 매칭 알고리즘을 구현하고자 한다. 최근의 Mpeg-7표준은 객체 기반의 영상처리를 특징으로 하고 있으며, 객체 기반의 영상 처리 방법들에서 가장 대표적인 방법인 영역기반 검색 방법은 영역 분할과 특징 추출, 그리고 영역 매칭을 통한 유사도 측정에 따른 검색으로 나뉘어 진다. 본 논문에서는 영상을 분할한 후 분할된 영역들에 대한 특징을 추출 하고, 추출된 특징들을 다차원 특징 공간에서의 클러스터로 구성한다. 그리고 구성된 클러스터들을 인접한 중심을 가진 특징 그룹화 하여 특징 그룹 중심간의 거리차를 이용하여 질의 이미지와 검색 이미지의 유사도를 측정 하는 영역 매칭 방법을 제안한다.

### 1. 서론

#### 1.1 연구 배경 및 목적

최근의 정보 시스템 분야에서는 하드웨어 및 통신망의 발달로 대용량의 디지털 미디어 데이터들의 유입이 급속히 늘어 나게 되었다. 때문에, 디지털 미디어 데이터들을 효과적으로 처리 하기 위한 효율적인 데이터 처리 기법이 요구되고 있다.

이와 함께 최근에 Moving Picture Expert Group에서는 Multimedia Data Description에 관한 표준인 Mpeg-7[1]의 표준화에 많은 노력을 기울이고 있다. Mpeg-7의 경우 이전까지의 데이터 자체의 압축 및 처리에

관한 표준과는 달리 데이터를 어떻게 기술할 것인지에 대한 표준이다. Mpeg-7에서는 데이터에 대한 특징 추출과 검색에 관한 부분은 표준화를 하지 않고, 자유로운 연구를 통한 기술 발전을 유도 하고 있다.

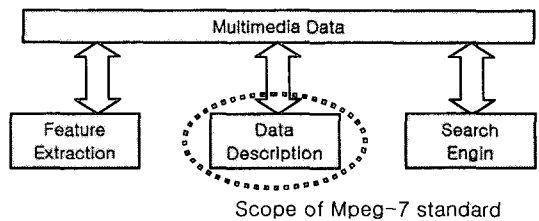


그림 1. Mpeg-7의 표준화 범위

Mpeg-7의 기본적인 특징은 객체 기반의 영상 처리를 기본으로 한다는 것에 있다. 때문에 이를 위한 효율적인 객체 기반 영상 처리 기법에 관한 연구가 필요하며, 현재 다각적인 방면에서 객체 기반의 영상 처리 기법들에 관한 연구가 이루어 지고 있다. 본 논문에서는 객체 기반의 영상 처리 기법에 관한 연구의 대표적인 방법인 영역 기반의 이미지 검색을 위해 질의 이미지와 검색 이미지의 유사도를 분석하기 위한 효과적인 영역 매칭 방법을 제안하였다.

## 1.2 기존의 방법들.

데이터를 검색하는 방법은 크게 문자중심의 주석 기반 검색 방법과 영상 자체의 특징정보를 사용한 내용기반 검색 방법으로 나누어 진다.

주석 기반 검색 방법은 영상 데이터에 대해서 사용자가 일일이 주석을 달아 주는 수작업을 필요로 하기 때문에 대량의 데이터를 처리하기에는 너무 많은 시간이 소요되며, 또한 이러한 주석은 주석처리를 하는 주관적이며 모호한 관점이 주를 이루기에 현재와 같은 디지털 미디어에는 적합하지 않다.

내용 기반 검색시스템은 사용자가 질의한 영상과의 유사도 기준으로 이를 만족하는 영상들을 데이터베이스로부터 찾아내어 검색하는 시스템이다. 이러한 내용기반 검색 시스템으로는 미국 IBM사의 QBIC 시스템, 콜럼비아대의 MetaSeek, Virage 사의 Virage 시스템 등이 있으며, 이러한 시스템들에 사용되어지는 영상에 대한 유사도를 측정하는 방법으로 색상(color)를 이용하는 방법, 질감(texture)을 이용하는 방법, 물체의 모양(shape)을 이용하는 방법 등이 있다.

색상을 사용한 방법으로 Swain 과 Ballard 가 제안한 Histogram intersection[2]방법은 유사한 영상은 유사한 색 분포를 가진다는 가설을 기반으로 하여, 간단하게 칼라 분포로써 영상을 나타낼 수 있고, 회전과 변형에 등에 대해서도 무관한 장점을 가진다. 하지만 전혀 다른 공간적 칼라 분포를 가진 영상도 같은 히스토그램으로 나타낼 수 있다는 단점을 가진다.

최근에는 이러한 문제점을 해결하기 위해서 영상을 유사한 성질을 가지는 영역별로 나누어, 영역별로 유사성을 비교하는 영역기반 이미지 검색(Region

Based Image Retrieval)방법이 연구 되어 지고 있다. 최근에는 Netra system[3]와 Blobworld[4]의 방법이 제안 되었다. Netra system에서는 기본적으로 Histogram intersection 방법을 사용하고 있으나, 이러한 영역 기반 이미지 검색은 나뉘어진 영상에서 칼라(color) 및 텍스처(texture) 정보들을 처리하여 영역 별로 유사도를 매칭 시키는 효과적인 영역 매칭 방법에 관한 연구가 필요로 하다.

본 논문에서는 기존의 Netra system을 보완하기 위해서 영상을 분할한 후 분할된 영역들에 대한 특징 값으로 색상 및 질감 정보를 추출 하고, 추출된 특징들의 집합을 다차원 특징공간에서의 클러스터로 구성한 후 각 클러스터를 군집화 알고리즘으로 다시 k개의 특징 그룹으로 묶어, 질의 이미지와 검색 이미지에 대한 특징공간에서의 특징 그룹의 중심 거리차를 이용하여 유사도를 측정하는 영역 매칭 알고리즘을 제안한다

## 2. 전처리 과정

본 논문에서는 영상을 분할을 위해 Netra system에서 제안한 방법을 사용하였다. 기본적으로 영역에 대한 색상과 텍스처의 분포 유사도를 이용하여 영역 분할을 한다.

(영상의 분할)

- 1) 영상의 양자화
- 2) 영상의 잡음 제거 필터링
- 3) 4-connectivity 필터 작업
- 4) 영역의 병합(region merging)

(특징값 추출)

- 1) 색상 정보 : 영역의 HSI 평균 색상 정보
- 2) 질감 정보 : wavelet 변환을 이용하여 추출
- 3) 크기 정보 : 영역에 포함된 총 화소수
- 4) 위치 정보 : 영역의 중심 좌표



그림 2. Netra system에 의해 분할된 영상

### 3. 제안된 영역 매칭 방법

Netra system 에 의해서 분할된 영상은 색상 및 텍스처의 분포에 대해 민감한 장점을 가지고 있다. 하지만, 때로는 영상에 대해서 너무 많은 수의 영역을 생성하는 문제 점이 있다. 이렇게 세부적으로 영역을 분할한 경우 질의 이미지와 검색 이미지에 대해서 유사도 비교시에 효율적이지 못한 단점을 가진다. 본 논문에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위해, 특징들을 특징 공간에서의 클러스터로 구성하고 그룹화 하여 비교하는 영역 매칭(region matching)방법을 제안 한다.

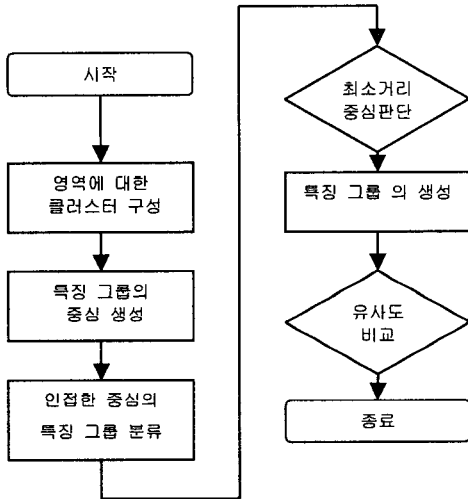


그림 3. 제안된 영역 매칭 방법의 흐름도

#### 3.1 특징 공간에서의 특징 그룹

영상 분할된 각 영역에 대해서 영역의 특징값들에 다차원 특징 공간을 구성하며 3차원 특징 공간의 경우 그림 4과 같이 구성된다.

여기서 각각의 축은 각 영역에서 추출된 특징값에 해당 하며, 결국 클러스터는 영역에 대해서 추출된 색상, 텍스처와 특징값들로 구성된다.

$$D(k) = \sum_{i=1}^k \min_{1 \leq j \leq k} (x_i - x_j)^2 \quad (1)$$

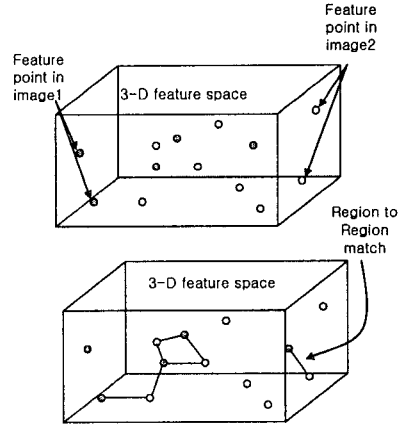


그림 4. 3차원 특징 공간에서의 클러스터 구성

질의 이미지 1과 이에 대해서 비교할 검색 이미지 2에 대한 영역들의 집합을 아래와 같이 정의한다.

$$R_1 = \{r_1, r_2, \dots, r_m\} \quad R_2 = \{r'_1, r'_2, \dots, r'_n\}$$

이미지에 대한 분할된 영역을  $r$ 로 정의 하면 전체 이미지는 분할된 영역  $r$ 의 집합  $R$ 로 표현이 가능하다. 또한, 각  $i$ 번째 영역  $r_i$ 에 대해서 생성된 클러스터  $c_i$ 를 인접한 중심을 가진 특징 그룹들에 속하도록 한다. 이때 특징 그룹의 중심은 각각의 그룹에 속하는 클러스터들로부터 최소의 거리를 가질 때까지 재 구성한다. 이러한 그룹화 알고리즘의 최종적인 목표는  $\hat{x}_1, \hat{x}_2, \dots, \hat{x}_k$ 의 중심을 가지는  $k$ 개의 특징 그룹들로 나누는 것이다. 이때, 하나의 특징 그룹은 각각 3개의 클러스터를 가지도록 하며, 특징 그룹의 수  $k$ 는 2개를 시작으로 하여 클러스터의 수에 비례하여 5개 까지 늘려 나가도록 한다. 이것은 최초 배경과 객체의 두 영역으로 시작 하여 점차 여러 객체들에 대해서 대응 하는 것이 가능하다.

#### 3.2 유사도 판단

질의 이미지 1 과 검색 이미지 2 는 유사도는 이렇게 만들어진 특징 그룹  $F(x_1) = \{f_{r_1}, f_{r_2}, \dots, f_{r_k}\}$  과  $F(x_2) = \{f'_{r_1}, f'_{r_2}, \dots, f'_{r_k}\}$ 에 대해서 특징 그룹의 중심  $X_1 = \{x_1, x_2, \dots, x_k\}$  과  $X_2 = \{x'_1, x'_2, \dots, x'_k\}$ 의 유클리디언 거리차를 이용하여 계산한다.

$$d(F(x_1), F(x_2)) = \sum \min[X_1, X_2] \quad (2)$$

4. 실험 결과

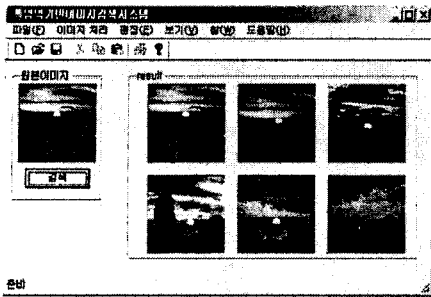


그림 5. 제안된 방법을 이용한 검색 시스템

실험 환경은 PentiumIII 800Mhz의 CPU와 256MB의 메모리를 장착한 PC에서 Visual C++ .net을 사용하였으며, 각각의 영상은 아래의 표와 같은 4가지의 유형으로 구분하여 실험을 하였다.

이미지 유형	이미지의 수
자연 경치 (Class 1)	560
자동차 및 비행기 (Class 2)	540
건물 (Class 3)	410
인물 (Class 4)	490
총 영상의 수	2000

표 1. 사용된 이미지 데이터

실험 결과에 대한 평가는 Precision 값을 사용하였다.

$$\text{Precision} = \frac{\text{질의와 관련된 이미지}}{\text{검색된 이미지}}$$

이를 이용하여 기존의 Netra와 Blobworld 방법에 대해서 검출 결과를 아래와 같이 도출하였다.

방법 유형	Swain의 방법	Blobworld	제안한 방법
Class 1	0.41	0.62	0.60
Class 2	0.46	0.66	0.75

Class 3	0.44	0.62	0.74
Class 4	0.40	0.60	0.69

표 2. 제안된 방법의 검색 정확도 평가

5. 결론

본 논문에서는 객체 지향의 검색 방법으로 영역 기반 이미지 검색기법인 Netra system을 보완 하기 위해서 질의 이미지와 검색 이미지의 유사도를 효율적으로 구할 수 있도록 영역 매칭 알고리즘을 제안 하였다. 본 논문에서 제안한 방법은 기본적으로 이미지에 대해서 전역적인 정보만을 처리 하는 방법들에 비해서 영역별로 각각의 특징 정보를 이용할 수 있도록 하여 Mpeg-7에서 요구 하는 객체 중심의 영상 처리에 응용 가능 하다.

향후에는 본 논문에서 사용된 기본적인 특징들 이외에 좀더 다양한 특징정보들에 대한 연구가 필요 하며, 또한 영역 기반 영상 처리에서 필연적으로 발생하는 부가 연산에 따른 시간 손실의 보전에 관한 연구가 필요 하다.

[참고문헌]

[1]B.S.Manjunath,P.Salembier,T.Sikora,"Introducti on to MPEG-7:Multimedia content Description Interface", John Wiley & Sons, Ltd  
 [2]Michael J.Swain and Dana H.Ballard,"Color Indexing,"Internal Journal of Computer Vision,Vol. 7, no.1,pp.11-32,1991.  
 [3]W. Y. Ma,B. Manjunath,"Natra: A toolbox for navigating large image databases," Proc. IEEE int, Conf. Image Process, pp. 568-71, 1997  
 [4]C.Carson, M. Thomas, S.Belongie, J.M. Hellerstein, and J.Malik,"Blobworld:A System for region-based image indexing and retrieval," the Third int. Conf. On Visual Information Systems, 1999  
 [5] Myron Flickner et al,"Query by Image and Video Content: The QBIC System," IEEE computer vol, 28, no. 9, pp.23-32, September 1995