

스케치 인터페이스를 이용한 효과적인 영상 검색

정세윤*, 김규현, 이재연, 배영래
한국전자통신연구원 영상처리연구부
e-mail : jsy@etri.re.kr

An Effective Method using Sketch Interface for Image Retrieval

Se-Yoon Jeong*, Kyuheon Kim, Jae-Yeon Lee, Younglae J. Bae
Dept. of Image Processing
Electronics and Telecommunication Research Institute

요 약

내용 기반 영상 검색은 일반적으로 질의 영상을 사용해서 검색한다. 대부분의 사용자는 검색 당시에 자신이 생각하는 질의와 일치하는 영상을 실제로 갖고 있지 않다. 사용자는 검색기가 제공하는 샘플이나 자신이 갖고 있는 영상 중에서 검색하고자 하는 개념과 비슷한 영상을 질의 영상으로 사용한다. 그러나, 이 질의 영상은 사용자가 생각하는 개념을 충분히 반영하지 못하는 경우가 대부분이다. 따라서 사용자는 자신이 원하는 결과를 얻기 위해서 검색을 여러 번 하게 된다. 이는 최초 검색에서 적절한 질의 영상을 사용하지 못하고 있기 때문이다. 검색 시스템의 검색엔진도 중요하지만, 적절한 질의의 사용 여부에 의해 검색 결과가 크게 좌우 된다. 적절한 질의의 사용의 중요성은 기존의 텍스트 기반 검색에서 이미 알려진 사실이다. 영상 검색에서도 효과 적인 검색을 위해서는 사용자가 생각하는 질의 영상을 구체화하여 질의로 사용하는 기술이 필요하다. 이러한 관점에서, 사용자가 검색하고자 하는 추상적인 개념을 구체화 하여 질의 영상으로 사용한다면 검색 성능을 높일 수 있다. 본 논문에서는 사용자가 생각하고 있는 추상적인 질의를 구체화하기위해 스케치 인터페이스를 개발하였다. 스케치 인터페이스를 통해서 사용자가 생각한 질의를 구체화 하여 이를 검색에 활용함으로써 전체 검색 회수를 줄임으로서 보다 빠른 시간에 효과적으로 검색을 수행할 수 있었다.

1. 서론

일반적으로 내용 기반 영상 검색에서는 질의 영상을 질의로 사용한다. 이 질의 영상은 사용자가 찾고자 하는 추상적 개념과 유사한 영상을 사용하게 된다. 대부분의 영상 검색 시스템에서 질의 영상은 사용자가 제출한 영상이거나 시스템에서 제공하는 샘플 질의 영상 중에 하나를 택하는 방식이다.

사용자가 검색이 필요한 그때 상황에서 자신이 찾고자 하는 영상과 유사한 질의 영상을 갖고있는 경우는 극히 드물다. 또한, 검색 시스템에서 제공하는 영상들 중에 하나를 택하는 방식도 사용자가 찾고자 하는 개념과 유사한 경우도 드물다. 즉, 대부분의 영상 검색에서 초기에 적절한 질의 영상을 사용하지 못한

다는 문제가 있다. 이는 사용자가 원하는 결과를 얻기 위해서 여러 번 검색을 해야 한다는 문제를 유발시킨다.

검색 시스템의 검색 엔진도 중요하지만 어떠한 질의를 사용하느냐에 따라 검색 결과가 크게 좌우 된다. 적절한 질의의 사용의 중요성은 기존의 텍스트 기반 검색에서 이미 알려진 사실이다. 영상 검색에서도 효과적인 검색을 위해서는 사용자가 생각하는 질의 영상을 구체화하여 질의로 사용하는 기술이 필요하다. 이를 위해 본 논문에서는 스케치 인터페이스를 개발하였다.

사용자는 검색하고자 하는 추상적인 개념과 최대한 유사한 질의 영상을 스케치 인터페이스를 사용하여 구체화 시키게 되고, 보다 적절한 질의 영상을 사용할 수 있게 되어 전체 검색 성능을 향상시킬 수 있었다.

서론에 이어 2 장에서는 본 논문에서 사용한 전체 검색 시스템의 영상 검색 과정에 대해서 설명하고, 3 장에서는 스케치 인터페이스를 이용한 질의 구체화 과정을, 4 장에서는 PIM 영역 컬러 분포특성을 이용한 최종 질의 영상 검색 과정을 설명하고, 5 장에서는 제안된 스케치 인터페이스의 성능평가 실험에 대해서 논하고, 마지막으로 6 장에서 결론을 맺는다.

2. 영상 검색 과정

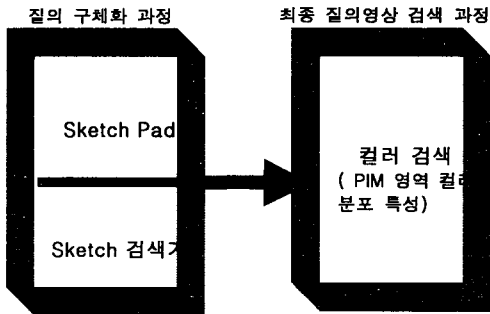


그림 1. 전체 영상 검색 과정

그림 1 은 본 논문에서 사용한 검색 시스템의 검색 과정이다. 전체 검색과정은 2 과정으로 구성되어있다. 첫번째 과정은 스케치 인터페이스를 이용한 추상적인 질의의 구체화 과정이고 두번째 과정은 최종 질의 검색 검색 과정이다. 시스템측면에서 보면 두 검색 시스템을 종속 접속한 형태이다.

질의 구체화 과정은 우선 스케치를 통해 사용자가의 찾고자 하는 개념을 간략하게 스케치하여 원시 질의 영상을 얻는다. 이 원시 질의 영상을 스케치 패드에 내장된 검색기를 사용해 영상 DB 에서 원시 질의와 유사한 영상의 리스트를 보여주고, 사용자는 이 리스트 중에서 사용자가 생각하는 질의에 좀 더 가까운 영상을 2 번째 구체화된 질의로 선택하고 이 영상에 스케치 작업을 추가하여 좀더 질의 영상을 구체화시켜 2 번째 원시영상으로 사용한다. 이 작업을 반복하여 사용자는 질의 영상을 구체화시켜 간다. 사용자가 만족할 만큼 질의 영상이 구체화되면, 이를 최종 질의 영상으로 정해 최종 영상 검색기의 질의로 전달한다.

최종 영상 검색 과정은 일반적인 내용 기반 검색 알고리즘을 이용하여 실제 검색하는 과정으로 검색 성능이 우수한 방법을 사용해야 한다. 본 논문에서는 특징량의 크기가 작고, 검색 성능이 우수한 PIM 영역 컬러 분포특성을 이용한 검색 방법을 사용하였다[1].

3. 스케치를 이용한 질의 구체화 과정

스케치를 이용한 질의의 구체화 과정에서는 사용자와 많은 인터랙티브한 작업이 필요하므로, 스케치 인터페이스에 내장된 스케치 검색기의 검색속도가 가장 중요하다. 이를 위하여 고속의 검색이 가능한 검색 방법이 필요하며, 이를 위해 블록 영역 컬러 통계 특징

량 방법을 개발 하였다. 이 특징량은 컬러 레이아웃 방식에 속한다.

컬러 레이아웃 특징량은 먼저 영상을 $N \times M$ 블록 영역으로 나누고 각 영역에서 컬러 특징량을 추출하는 방식이다[2].

스케치 패드의 크기는 가로 352 화소, 세로 240 화소로 정하였다. 이는 MPEG-1 SIF NTSC 영상의 크기이다. 이는 전체 동영상 검색시스템의 대표 프레임 검색을 그 목적으로 했기 때문이다. 사용한 블록영역의 크기는 50×50 이다. 이때 가장자리 상하 20 개 화소와 좌우 26 개 화소들은 고려 하지 않았다. 비디오에서 가장자리는 잡음이 많거나 데이터가 없는 경우가 많기 때문이다.

각 블록 영역의 컬러 특징량으로는 RGB 컬러 공간에서의 1 차 평균값(R_M, G_M, B_M)을 사용하였다. 스케치 검색은 빠른 검색 속도를 요구하므로 RGB 컬러 공간을 사용하였고 특징 데이터량도 적게 설계하였다.

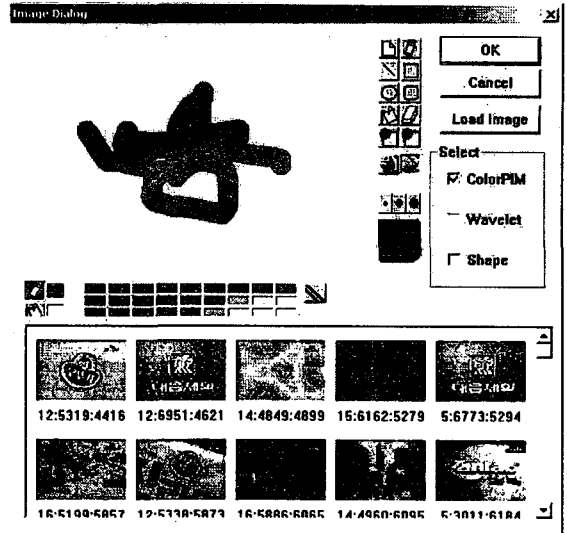


그림 2. 스케치 인터페이스

그림 2 는 스케치 인터페이스로 스케치 검색을 수행하는 예이다. 스케치 인터페이스는 스케치 패드와 영상 리스트 2 개의 콘트롤로 구성 되어있다.

스케치 패드에서 스케치 갱신 메시지가 발생할 때마다 스케치 검색이 수행되며, 검색 결과는 정렬되어 영상 리스트에 출력된다. 사용자는 이 영상리스트에서 자신이 생각하는 질의와 유사한 영상을 좀더 구체화된 스케치로 선택한다. 이 스케치 영상에 스케치 작업을 추가하면 스케치 검색이 수행된다. 이러한 작업 과정은 구체화된 질의 영상이 사용자의 만족도에 도달할 때까지 반복된다.

스케치 갱신 메시지가 발생할 때 수행되는 스케치 검색 작업은, 현재 스케치 패드에 있는 영상의 블록 영역 컬러 통계 특징을 구해 데이터 베이스의 특징량과 비교 작업을 수행하는 것이다. 또한, 앞에서 언급

한 바와 같이 스케치 검색은 속도를 최우선으로 설계되었기 때문에 유사도 함수로 아래 수식 (1)에 정의된 L_1 Norm 을 사용하였다.

$$D = \sum_{i=1}^{24} (|R_{iM} - R'_{iM}| + |G_{iM} - G'_{iM}| + |B_{iM} - B'_{iM}|) \quad (1)$$

4. PIM 영역 컬러 분포특성을 이용한 매인 검색 과정

본 논문에서는 스케치 인터페이스에서 생성된 최종 질의를 검색하는데 PIM 영역 컬러 분포 특성 방법을 사용 하였다[1][3][5][6].

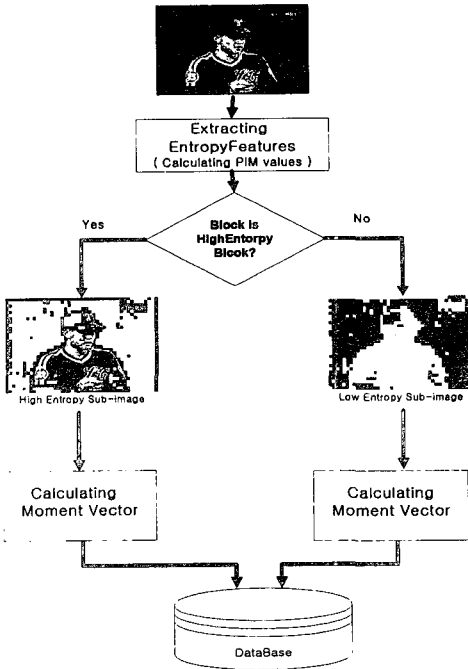


그림 3. PIM 영역 컬러 분포 특징 추출 과정 흐름도

그림 3은 이 방식의 특징 추출과정 흐름도이다. 먼저 PIM(Picture Information Measure)을 사용하여 엔트로피가 높은 영역과 낮은 영역으로 분리한다. 영역 분리 방법은 다음과 같다. 먼저 영상을 8×8 크기의 블록으로 나눈 뒤 각 블록의 PIM 값을 구하고 이 PIM 값들의 평균과 분산 값을 구한다. 이 평균과 분산값으로부터 영역분리의 임계치를 정하고 이 임계치 보다 낮은 PIM 값을 갖는 블록은 엔트로피가 낮은 영역으로, 높은 블록은 엔트로피가 높은 영역으로 분리한다. 영역 분리 후 각 영역에 대해 컬러 특징량을 추출한다. 컬러 특징량은 3차원 HSV 컬러 공간에서 1차, 2차, 3차 컬러 모멘트를 구하였다[3].

수식 (2), (3), (4)은 1차, 2차, 3차 모멘트 정의식이다. 여기서 \overline{HSV} 는 각 픽셀의 HSV 컬러 공간에서의 컬러 값이고 N 은 영역의 전체 픽셀의 개수이다.

Mean Vector

$$\overline{M} = \frac{1}{N} \sum \overline{HSV} \quad (2)$$

Variance

$$Var = \frac{1}{N} \sum (\overline{HSV} - \overline{M}) \cdot (\overline{HSV} - \overline{M}) \quad (3)$$

Skew Vector

$$\overline{Skew} = \frac{1}{N} \sum (\overline{HSV} - \overline{M}) \cdot (\overline{HSV} - \overline{M}) \cdot (\overline{HSV} - \overline{M}) \quad (4)$$

3 차원 공간에서 구하므로 평균과 Skew 는 벡터 값이고 분산은 스칼라 값이다. 계산상 주의할 점은 Hue 는 각도를 나타내므로, 항상 $0 \sim 360^\circ$ 범위로, Hue 의 차이는 $0 \sim 180^\circ$ 범위에 맞게 보정해 주어야 한다.

두 특징벡터의 비교를 위한 유사도 함수로는 식 (5)와 같은 L_1 Norm 거리를 사용하였다.

$$D = \sum |W_M \cdot (\overline{M}_q - \overline{M}_{DB})| + \sum |W_{var} (Var_q - Var_{DB})| + \sum |W_S \cdot (\overline{Skew}_q - \overline{Skew}_{DB})| \quad (5)$$

5. 실험 및 고찰

본 논문에서 개발된 스케치 인터페이스가 질의를 구체화 할 수 있는지를 평가하는 실험을 하였다. 즉, 스케치 인터페이스를 위해 개발된 블록 영역 컬러 특징량 검색 방법의 성능이 충분함을 검증하였다. 그리고, 2 차로 사용되는 PIM 영역 컬러 분포 특성 검색기의 성능도 구하여 비교하였다.

성능 평가 실험에 사용된 영상 DB 는 MPEG-7 Common Color Queries and Ground Truth sets, Version 2.1 을 사용하였다. 이 실험 데이터 베이스는 광고, 뉴스, 쇼 프로, 자연, 인물 사진, 총 5466 장으로 구성 되어 있다. MPEG-7 에서는 검색 방법의 성능 평가를 위해 ANMRR(Average Normalized Modified Retrieval Rank) 값을 정의 하였다[2][4]. 본 논문에서도 ANMRR 값으로 검색기의 성능을 측정하였다.

측정 결과 스케치 인터페이스의 블록 영역 컬러 특징량 검색의 ANMRR 은 0.36 이 었고, PIM 영역 컬러 분포 특성 검색의 ANMRR 은 0.19 였다. 1999 년 멜버른 회의에서 평가된 검색 방법들의 ANMRR 값들의 대부분이 0.2~0.3 인 것과 비교했을 때 본 논문에서 제안된 스케치 패드 기반의 검색방법은 보다 경쟁적인 검색 결과를 보여준다고 할 수 있다. 또한, 본 논문에서 제안한 방법은 구체화 되지않은 사용자의 질의 영상을 구체화 할 수 있기에 충분히 영상제공자의 DB 에 독립적으로 사용할 수 있으며, 다른 검색 시스템의 전처리 단계로 -질의 영상 구체화 작업- 사용하기에 적합한 장점을 갖고 있다.

6. 결론

본 논문에서는 기존의 검색 시스템에서는 간과하고 있는 질의 영상의 구체화 과정을 추가한 2 단계 과정

의 검색시스템을 제안하였다. 검색에 있어서 검색기의 성능도 중요하지만 구체화 되어있지 않은 질의 영상을 구체화 시킴으로서 사용자의 의도를 보다 충실하게 표현할 수 있는 방법 또한 영상 검색 시스템에서는 매우 중요한 요소이다. 이러한 관점에서 질의 구체화 과정으로 고속 검색 기능이 포함된 스케치 인터페이스를 1 차 검색 과정으로 개발 하였다. 개발된 스케치 인터페이스용 고속 검색 방법의 성능이 1 차 과정에 사용할 수 있을 만큼의 충분하다는 것을 ANMRR 값으로 확인할 수 있었다. 본 논문의 제안된 검색 시스템은 사용자가 찾고자 하는 개념을 구체화한 질의를 검색에 사용함으로써 전체 검색 회수를 줄여 보다 빠른 검색을 수행할 수 있었다.

본 논문에서는 2 차 검색 시스템으로 PIM 영역 컬러 분포 특성 검색기를 사용하였다. 만약 좀더 검색 성능이 좋은 검색기를 2 차 검색시스템으로 사용하면 보다 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] 정세윤, 배영래, "영상검색을 위한 HSV 컬러 공간에서의 효과적인 피쳐 추출 방법" 제 14 회 산학연 멀티미디어 산업기술 학술대회, pp.76-79, 1999.
- [2] ISO/IEC 15938-3: Visual Working Draft 2.0, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG 00/N3322, Noordwijkerhout, Mar. 2000.
- [3] 정세윤, 배영래, "영역 컬러 분포특성을 이용한 내용기반 영상검색기법", 제 10 회 영상 처리 이해에 관한 워크샵, pp. 45-50, 1998.
- [4] 서창덕, 김희율, "영상 데이터 베이스 검색 시스템의 검색 효율 평가를 위한 새로운 평가 척도", 한국방송공학회 논문지, 5 권, 1 호, pp. 68-81, 2000.
- [5] M. Stricker and M. Orengo, "Similarity of Color Images," Proc. Of SPIE: Storage and Retrieval for Image and Video Databases III, Vol. 2420, pp. 381-392, San Jose, Feb. 1995.
- [6] Shi-Kuo Chang, Principles of Pictorial Information Systems Design, Prentice-Hall, pp. 61-81, 1989.