내용 기반 이미지 검색을 위한 에지 히스토그램 분석기법

Content-Based Image Retrieval Using Edge Histogram Analysis Technique

박종천, 전병민
충북대학교

Park, Jong-Cheon, Jun Byoung-Min
Chungbuk Univ.

요약

본 연구에서는 내용기반 이미지 검색을 위한 에지 히스토그램 분석기법을 제안하여 20종류의 다양한 에지에 대한 에지 히스토그램을 분석한다. 전체영역에 대한 수평방향 에지 히스토그램을 분석하고, 전체 영역을 몇 개의 부분영역으로 분할하고 각 부분영역에 대한 에지 히스토그램을 수행하여 영역별 특징을 추출한다. 그리고 각각의 수평방향 에지 히스토그램에서 20종류의 에지 성분의 발생 패턴을 추출한다. 본 연구에서 제안한 에지 히스토그램 분석기법은 일반적으로 사용되는 5종류의 에지 성분을 사용한 방법보다 다양한 형태의 에지를 분석을 가능하게 함으로서 내용 기반 이미지 검색을 수행하는데 있어서 다양한 에지 특징을 추출함으로서 내용 기반 이미지 검색을 효과적으로 할 수 있었다.

I. 서 론

컴퓨터와 인터넷의 발달로 방대한 양의 이미지 정보를 처리할 수 있는 기술이 요구된다. 이에 따라 이미지 정보를 효과적으로 저장하고 검색할 수 있는 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한 이미지 검색의 질적 향상을 위해서 보다 구체적인 검색 방법을 제공해서 사용자가 원하는 정보를 정확히 검색할 수 있어야 한다. 이러한 내용기반 이미지 검색의 다양한 방법 중에서, 본 연구에서는 모양기반(shape based)검색 방법[5]를 이용한다. 모양기반 검색 방법은 객체들의 모양에 대한 정보를 수치화하고 이것을 특징벡터로 삼아 내용기반 이미지 검색에 이용하는 기법이다. 이 방법은 에지 추출 기술을 사용한다[1][3][4]. 이러한 에지 관련 기법 중에서 에지 히스토그램은 내용기반 이미지 검색과 객체 분할 등 많은 응용분야에서 연구되고 있다[7-11].

에지 히스토그램 분석 방법은 MPEG-7 Visual part에서 영상을 기술하기 위한 방법으로 질감을 기술하는 한 가지 방법이다[2]. 5종류의 에지 방향성분에 대한 히스토그램을 분석함으로서 객체의 모양을 추출하는 방법으로 5종류의 에지 성분만을 사용함으로서 다른 형태의 에지 성분에 대한 특징 추출을 고려하지 않는다. 따라서 4개의 방향성 에지성분을 조합해서 방향성이 없는 에지 성분을 추출해야 하는 문제점이 있다.

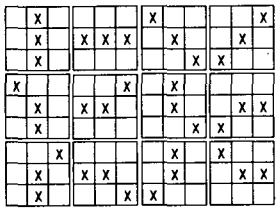
본 연구에서는 에지 히스토그램의 문제점을 해결하는 방법으로 20종류의 다양한 에지구조 형태에 따른 에지 히스토그램을 분석방법을 제안한다. 20종류 에지는 일반적으로 방향성에지 4개와 2-Neighbor 연결성분 8개 그리고 3-Neighbor 성분 8개로 총 20종류의 에지구조 성분에 대한 히스토그램 특징을 추출한다. 2-Neighbor 에지 성분은 코너 형태로 이루어진 에지성분이고, 3-Neighbor 에지 성분은 3방향 연결성분을 갖는 코너 형태의 에지성분이다. 이러한 성분들은 복잡한 구조를 갖는 객체에서 많이 존재한다.

따라서 객체의 복잡도가 높은 이미지 검색에 적합할 으로 본다.

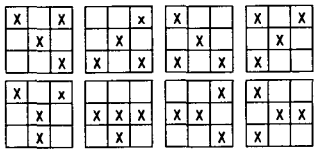
II. 제안한 에지 히스토그램 분석기법

1. 에지 히스토그램을 위한 에지 구조

에지 히스토그램 분석을 위한 에지 구조에 대한 정의는 기본적으로 3×3 윈도우 마스크 영역에서 정의한다. 그림 1과 같은 2-Neighbor 연결 에지구조 12종류와 그림 2와 같은 3-연결 에지 구조 8종류 이용한다. 이와 같은 에지 구조는 3×3 윈도우 마스크 영역에서 조합 가능한 에지 형태 중에서 실제 존재 가능한 에지의 형태를 정의한 것이다[3]. 그림 1은 기본적인 2-Neighbor 연결 형태의 에지 구조로 수직, 수평, 대각선 성분 외에 코너에 해당하는 성분이 8종류로 분류되어 포함된다. 그림 2는 3-Neighbor 연결 형태의 에지 구조로 2-Neighbor 연결 성분 중에서 대각선 성분의 형태에서 확장되는 4개의 에지 형태와 그림 1의 코너 형태의 확장된 또 다른 형태의 "Y" 형태의 코너 에지 형태를 정의한다. 따라서 이와 같은 기본적인 에지형태와 다양한 코너 형태의 에지구조를 이용하여 에지 히스토그램을 분석한다.



▶▶ 그림 1. 2-Neighbor 에지구조

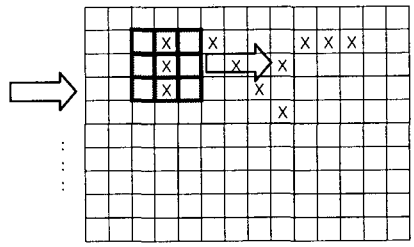


▶▶ 그림 2. 3-Neighbor 에지구조

2. 에지 히스토그램 분석 방법

제안한 에지 히스토그램 분석 방법은 3단계 과정으로 특징을 추출한다. 첫 번째 단계는 전체 영역에 대한 에지 히스토그램을 분석하고, 그 결과 주된 에지 구조 분포에 대한 레이블을 생성하여 전체적인 에지 구조를 성분을 분석한다. 두 번째 단계는 부분영역별 에지 히스토그램을 분석하여 부분영역의 특징을 추출한다. 세 번째 단계는 각각의 에지 히스토그램에서 에지구조 성분의 발생 빈도와 패턴을 분석한다.

첫 번째 단계로 전체영역에 대한 수평방향 에지 히스토그램은 그림 3과 같은 방법으로 이루어진다.



▶▶ 그림 3. 에지구조성분 수평방향 프로젝션

에지 히스토그램 수행결과 20종류의 에지구조에 대한 히스토그램 분포를 분석할 수 있다. 일반적으로 2차원 이미지에 대한 수평-방향 히스토그램은 수식(1)과 같이 표현될 수 있다.

$$Histogram_Horizontal = \sum_{y=1}^{r-1} \sum_{x=1}^{c-1} I(r,c) \qquad (1)$$

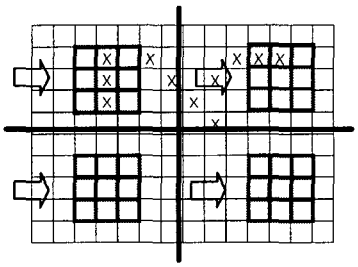
식(1)에서 I(r,c)는 이진 이미지를 의미한다. 따라서 수평방향 히스토그램은 수평방향에 존재하는 픽셀들의 합을 계산한 것이다. 그러므로 에지 히스토그램은 수식(2)과 같이 표현될 수 있다.

$$Edge_Histogram = \sum_{y=1}^{r-1} \sum_{x=1}^{c-1} E(r,c) \qquad (2)$$

식(2)에서 $E(r,c)$는 20종류의 에지구조를 의미한다. 따라서 전체 이미지의 수평방향 성분에 대한 20종류 에지구조에 발생횟수를 합한 것이다. 전체영역

에 대한 에지 히스토그램 분석에서는 식(2)을 이용하여 전체 이미지에 대한 20종류 에지구조에 대한 통계적인 특징을 추출한다. 그 중에서 가장 많은 비중을 차지하고 있는 에지구조 성분을 찾아내고, 주된 에지구조 성분에 대한 레이블 처리를 통해서 객체의 수를 찾아낸다. 객체의 수는 전체 영역의 특징을 나타내는 요소로 유사도 분석을 위해 사용된다.

두 번째 단계로 부분영역에 대한 에지 히스토그램 분석은 전체 영역 분석에서 특징을 추출하기 어려운 에지 특징을 추출하기 위한 과정이다. 전체 영역을 부분영역으로의 분할은 일반적으로 그림 4와 같이 4개의 영역으로 분할하여 영역별 특징을 추출한다. 검색하고자 하는 이미지 종류에 따라서 부분 영역 분할은 다양한 방식으로 이루어 질 수 있다. 분할된 4개의 영역에 대한 에지 히스토그램을 비교 분석함으로서 이미지 위치에 따른 에지 분포의 특징을 추출한다.

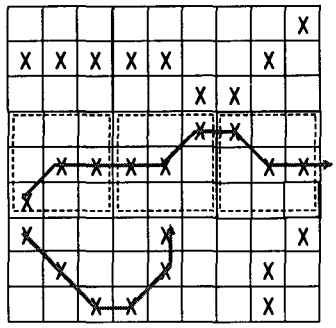


▶▶ 그림 4. 부분영역 분할

세 번째 단계로 각각의 영역별 에지 히스토그램에서 에지 구조 성분에 대한 발생 빈도와 패턴을 추출한다. 20종류의 수평방향 에지 히스토그램의 발생 빈도와 패턴을 분석하면 수평방향 에지 히스토그램의 주된 에지 성분과 그림 5와 같은 수평 방향의 에지구조의 연결성 특징을 추출할 수 있다. 그림 5는 에지 상호 간에 연결성을 보여주고 있으므로 이를 분석하여 수평방향 에지 히스토그램의 특징을 추출할 수 있다.

3. 에지 히스토그램에 대한 유사도 판정

3단계 에지구조 히스토그램 분석결과, 산출된 특징



▶▶ 그림 5. 수평방향 에지구조 연결성

정보에 대한 차이를 계산하고 이를 이용하여 유사도를 측정한다. 일반적으로 유사도는 식(3)과 같은 방식을 사용한다.

$$Similarity_Edge = \left| \sum_{j}^{c-1} \sum_{i}^{r-1} E(ModelImg) - \sum_{j}^{c-1} \sum_{i}^{r-1} E(TestImg) \right| \quad (3)$$

식(3)에서 E(ModelImg)는 실험모델의 이미지에 대한 에지구조 성분을 의미하고, E(TestImg)는 실험 대상이 되는 이미지에 대한 에지구조 성분이다. 첫 번째 단계에서 여러 가지 에지구조 중에서 가장 많은 비중을 차지하고 있는 수평 및 수직 방향 에지에 대한 레이블의 수를 대상으로 실험 모델의 이미지와 실험 이미지에 대한 유사도를 각각 식(4)와 식(5)를 이용하여 구한다.

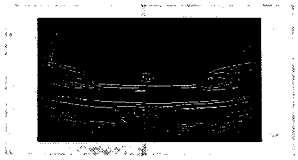
$$Similarity\ H_L = |Hori_Label(Model_Edge) - Hori_Label(Test_Edge)| \quad (4)$$

$$SimilarityV_L = |Vert_Label(Model_Edge) - Vert_Label(Test_Edge)| \quad (5)$$

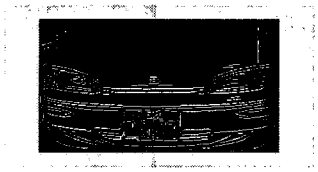
식(4)에서 Similarity H_L은 수평에지 성분에 대한 레이블의 유사도이고, Hori_Label(Model_Edge)는 모델의 수평방향 에지 성분에 대한 레이블의 수를 의미한다. Hori_Label(Test_Edge)는 실험이미지의 수평방향 에지 성분에 대한 레이블의 수를 의미한다. 식(5)에서 Similarity V_L은 수직에지 성분에

대한 레이블의 수를 비교한 것이다. Vert_Label (Model_Edge)는 모델의 수직방향 에지 성분에 대한 레이블의 수를 의미하고, Vert_Label (Test_Edge)는 실험이미지의 수직방향 에지 성분에 대한 레이블의 수를 의미한다.

3단계 과정에서 산출된 유사도를 합하는 것으로 전체적인 유사도를 구한다. 유사도 값이 정해진 임계값 이상이면 모델 이미지와 실험 이미지가 유사하지 않은 것으로 판정한다. 임계값의 기준은 실험 대상의 이미지에 따라 약간의 차이를 나타낸다.



▶▶ 그림 6. 실험모델이미지



▶▶ 그림 7. 실험 대상이미지

III. 실험 및 결과분석

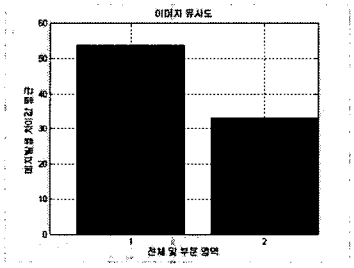
1. 실험 환경

에지 히스토그램의 분석기법을 위해서 사용된 실험 대상 이미지는 자동차 이미지를 사용하였다. 실험 대상 이미지는 주차된 자동차의 앞부분 이미지를 디지털 카메라(올림푸스-5060WZ)를 사용하여 획득하였고, 해상도는 640×480이고, 압축되지 않은 Tiff 파일이다. 실험 대상의 자동차는 주로 승용차로 총 10종의 차량을 비교 실험하였다. 획득된 자동차 이미지는 전처리 과정에서 에지 정보 추출을 위해서 Canny 에지 연산자[6]을 수행하여 이진 화된 에지 이미지를 생성하여 실험 이미지로 사용하였다.

2. 실험 및 성능 평가

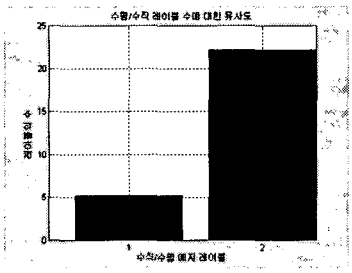
실험은 실험 이미지와 모델이미지를 분석하고, 분석결과 유사도를 측정하여 실험이미지가 검색하고자 하는 모델이미지와 유사한지를 결정한다. 실험 방법은 획득한 자동차 이미지에서 관심 영역을 추출하고 추출된 관심영역의 에지정보를 Canny 필터를 이용하여 추출한다. 추출된 에지 이미지에 대한 유사도 분석 과정을 수행한다.

그림 6과 그림 7은 각각 실험모델 이미지와 실험 대상 이미지의 Canny 에지 필터 수행 결과 에지의 분포를 보여준다.



▶▶ 그림 8. 전체 및 부분영역 유사도

전체 및 부분영역에 대한 유사도는 그림 8과 같다. 실험 대상이미지는 같은 모델의 Accent 차종으로 전체적인 에지 유사도 대한 임계값인 60 미만이고, 부분적인 유사도에 대한 임계값은 40미만으로 실험 대상 이미지는 유사한 이미지로 간주된다. 임계값은 실험으로 측정된 값이다. 수직 및 수평에지 성분의 레이블에 대한 유사도는 그림9와 같다. 수평과 수직 에지 성분에 대한 유사도는 수평 성분은 임계값이 30 미만이고, 수직 성분 임계값이 10 미만이므로 대상 이미지는 유사하다고 할 수 있다.



▶▶ 그림 9. 수직/수평 레이블 유사도

IV. 결 론

본 연구에서 내용기반 이미지 검색을 위한 모양기반 검색 방법으로 다양한 에지 히스토그램 분석기법을 제안하였다. 제안된 에지 히스토그램 분석기법은 20종류의 에지구조에 대한 히스토그램을 분석하는 방법으로 다양한 에지 형태의 히스토그램을 정보를 얻음으로서, 객체에 존재 가능한 에지 정보를 추출할 수 있었다.

이미지에 존재하는 20종류의 다양한 에지구조에 대한 사전 정보를 이용해 적절한 에지 형태에 대한 분석기법을 적용하여 20종류 중에서 필요한 에지구조만을 선택하여 특징을 추출할 수 있는 기법에 대한 연구가 필요하다.

▌참 고 문 헌▐

[1] Earl Gose · Richard Johnsonbaugh · Steve Jost, Pattern recognition and Image Analysis, Prentice Hall Inc.

[2] Josĕ M. Martĭez., "MPEG-7 Overview", ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11 N5525, Pattaya, March 2003.

[3] 김수겸, 장유정, "에지의 구조적 정보를 이용한 에지추출",정보처리학회 논문지, Vol.3 No.5, pp.1337-1345, 1996.

[4] Yamada, K.; Ito, T.,"Image understanding based on edge histogram method for rear-end collision avoidance system", Vehicle Navigation and Information Systems Conference, 1994. Proceedings., 1994, 31 Aug.-2 Sept. 1994 pp.445-450.

[5] Hwei-Jen Lin; Yang-Ta Kao; Shwu-Huey Yen; Chia-Jen Wang, "A study of shape-based image retrieval", Distributed Computing Systems Workshops, 2004. Proceedings. 24th International Conference on 23-24 March 2004 pp.118-123.

[6] Canny, J."A Computational approach to edge detection", IEEE Trans. Pattern Anal. and Machine Intelligence, 8(6) pp.679-698, 1986.

[7] Su Jung Yoon; Dong Kwon Park; Soo-Jun Park; Chee Sun Won; "Image retrieval using a novel relevance feedback for edge histogram descriptor of MPEG-7", Consumer Electronics, 2001. ICCE. International Conference on, 19-21 June 2001 pp.354-355.

[8] Wei-Ying Ma; Hong Jiang Zhang, "Benchmarking of image features for content-based retrieval", Signals, Systems & Computers, 1998. Conference Record of the Thirty-Second Asilomar Conference on Vol.1, 1-4 Nov. 1998 pp.253-257 Vol.1

[9] Wang Surong; Chia Liang-Tien; Rajan, D, "Efficient image retrieval using MPEG-7 descriptors", Image Processing, 2003. Proceedings. 2003 International Conference on, Vol.3, 14-17 Sept. 2003 pp.III-509-12 Vol.2.

[10] Smith, M.; Khotanzad, A, "An object-based approach for digital video retrieval", Information Technology: Coding and Computing, 2004. Proceedings. ITCC 2004. International Conference on Vol.1, 5-7 April 2004 pp.456-459 Vol.1

[11] Seong-O Shim; Tae-Sun Choi, "Edge color histogram for image retrieval", Image Processing. 2002. Proceedings. 2002 International Conference on Vol.3, 24-28 June 2002 pp.957-960 Vol.3