

자동차 전조등 영상의 지식기반 영상 검색을 위한 시스템 설계 및 구현

이병일*, 손병환*, 홍성욱**, 최홍국*
인제대학교 정보컴퓨터공학부* 국립과학수사연구소**

The System Design and Implementation for Knowledge-based Image Retrieval System of an Automobile Head Lamp

Byeong-il Lee*, Byong-hwan Son*, Sung-wook Hong**, Heung-kook Choi*
Dept. of Information & Computer Engineering, Inje University*
National Institute of Scientific Investigation**

요약

자동차 전조등에서 얻을 수 있는 자료는 차량마다 가지는 각각의 다양한 패턴과 문자 숫자 및 특수문자이다. 문자나 숫자 그리고 특수문자의 경우는 저장된 데이터베이스의 활용으로 그 차량에 대한 정보를 검색할 수 있다. 하지만 전조등의 경우에는 부분적인 패턴만이 있다면 숫자나 문자들의 정보에 의존할 수 없게 된다. 본 논문에서는 무늬가 가지는 특징의 추출을 이용하여 발생하고 있는 교통사고나 기타 사건의 발생 시 부분적인 영상만이 획득되더라도 검색을 통한 후보 차량의 검색이 가능하도록 영상의 특성값들을 구성하여 조합하였다. 본 시스템은 사고차량의 추적 및 교통사고에서 보다 효율적인 과학수사에 일조할 것으로 기대한다.

1. 서론

영상 데이터는 텍스트와는 달리 정확하게 정해진 정보가 아니라 그 영상이 가지고 있는 다양한 색상과 모양, 질감과 같은 비정형적인 특징을 가진다. 영상이 가지는 다양한 특성값들의 변화와 자료들은 내용기반 영상 검색에 유효한 자료로 활용될 수 있으며, 이러한 정보들의 조합을 통해 질의 영상이 찾고자 하는 영상으로 접근하게 되는 것이다. 멀티미디어 정보에 대한 자료처리가 요구되는 시점에서 일반화되고 있는 영상 자료들에 대한 저장 및 검색은 텍스트로의 접근과 더불어 영상 자체의 질의를 통한 응답을 요구하고 있다. 데이터베이스에 저장되는 영상의 정보 또한 작은 필드에 높은 효율성을 가진 특성값을 사용하여야 하며 영상마다 가지는 고유한 특성들을 살려 시스템을 구성할 필요가 있다[1][2][3][5]. 영상의 특성은 컬러에 대한 특성과 그레이 영상에서의 특성으로 나누어 설계했다. 검색의 효율성을 위해 전조등 영상이 가지는

텍스처와 컬러 분석 값을 추가하였다. 본 논문에서는 자동차의 전조등 영상을 대상으로 데이터베이스화하여 질의 영상에 대한 검색응답을 하게 하였으며 질의 영상은 128 × 128 크기로 제한하여 테스트하였다. 텍스트, 숫자 및 특수문자에 대한 자료 검색은 텍스트 기반의 검색이 되도록 구성하여, 여러 가지 증거 자료들이 있을 경우 두 가지 방향으로 모두 접근하도록 설계하였다. 국립과학수사연구소의 사고차량에 대한 추적을 위해 설계한 본 시스템은 기존의 수 작업에 의존하던 추적 수사에 효율성을 주게 되었다고 사료된다. 시스템의 구성은 MS Access DB와 Visual Basic을 이용하여 프로그래밍 하였으며, 결과 출력을 위해 크리스털 리포트를 사용하였다.

2. 검색범주 및 영상특징벡터

데이터베이스 구성을 위해서 전조등에서 얻을 수 있는 자료인 텍스트 부분과 영상부분을 나누어서 고

려하였다. 텍스트 부분에서는 문자, 숫자 그리고 특수 문자가 있는데, 전체 텍스트부분을 일반글자, 사각형안의 문자, 원안의 문자로 범주를 나누었으며, 특수문자를 따로 나누어 사용자의 입력을 받도록 처리하였다. 그리고 각 필드가 AND 되어 최종의 결과를 찾게 된다. 표1은 글자에 대한 범주를 보여주고 있다.

표 1. 텍스트 분류

분류	설명
일반글자	회사명, 제품명등을 의미하는 문자
사각형안의 문자	사각형내에 표시된 문자
원안의 문자	원내에 표시된 문자
특수문자	특수 기호, 그림 등의 표시문자

특수문자는 다양한 모양으로 되어 있어서 기호자체를 사용자의 선택에 의해 입력받도록 구성하였다. 사용되어진 특수문자는 화살표, 원, 회사마크, 그리고 기타 그림문자 등이 있다.

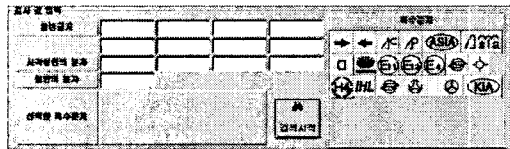


그림 1. 텍스트 부분 검색화면

영상검색을 위한 특성값으로는 색상 거리, 색상 인접 정보 등을 이용한 색상 유사도와 질감 특징인 텍스처를 사용하였다. RGB의 특성값으로 구성된 특징 벡터는 아래의 식과 같다[4].

$$Feature = (\mu_R, \mu_G, \mu_B) \quad (1)$$

$$Distance = \sqrt{(f_q - f_i)^2} \quad (2)$$

유사성 평가를 위해서 많이 사용되고 있는 유클리드 거리를 이용하였다. 각 컬러 밴드별 구성요소 분석은 컬러 인덱싱 방법에서 사용되어지는 함수를 이용하였다[6].

$$F_1 = R - G$$

$$F_2 = 2 \times B - R - G \quad (3)$$

$$F_3 = R + G + B$$

색상분포의 유사도 측정을 위해서 Markus 유사도 측정 특징 벡터를 사용하였다. 영상의 컬러분포는 확률 분포로 해석할 때 확실적인 평균값들에 의해 특징화 될 수 있으므로 영상의 평균과 분산 그리고 표준편차를 이용해 인덱스 키를 생성하였다. 단, $m \times n$ 은 영상의 전체 픽셀수를 말한다.

$$E_i = \frac{1}{m \times n} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} I_{ij}$$

$$\sigma_i = \left(\frac{1}{m \times n} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} (I_{ij} - E_i)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

$$S_i = \left(\frac{1}{m \times n} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} (I_{ij} - E_i)^3 \right)^{\frac{1}{3}}$$

같은 패턴의 질감이나 동질성등의 평가를 위한 텍스처 특징을 위해서 contrast, homogeneity, entropy, uniformity의 네 가지 feature를 사용하였다. 단, PM은 co-occurrence matrix이다.

$$Contrast = \sum_{i=0}^{N-1} n^2 \left(\sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} PM \right) \quad (\text{단, } |i-j|=n)$$

$$Homogeneity = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} \frac{1}{1 + (i-j)^2} PM \quad (5)$$

$$Entropy = - \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} (PM) \log (Px(i)Py(j))$$

$$Uniformity = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} \frac{1}{1 + abs|i-j|} PM$$

전체적인 특성값의 가중치는 컬러분포나 그레이 레벨 분포, 질감부분에 대해서 동일하게 두고 처리하였다[7][8][9][10][11]. 유리재질의 특성을 고려하기 위해서 highpass 영상에서의 horizontal과 vertical 특성값을 추출하였다. 사용되어진 특징함수값은 총 22개였다.

3. 시스템 설계 및 흐름도

영상데이터는 데이터베이스에 문자와 구별하여 특성값과 함께 저장된다. 전조등 영상은 128×128 의 같은 크기로 한 개의 전조등에서 10개이상의 샘플을 뽑아 저장하였다. 영상저장에 사용되어진 특성값은 18항목으로 각 항목은 그레이 영상의 특성과 컬러 영상의 특성 그리고 질감 특성값을 나타낸다. 그림 2는

데이터베이스에 입력되는 범주와 검색의 흐름을 보여 주고 있다.

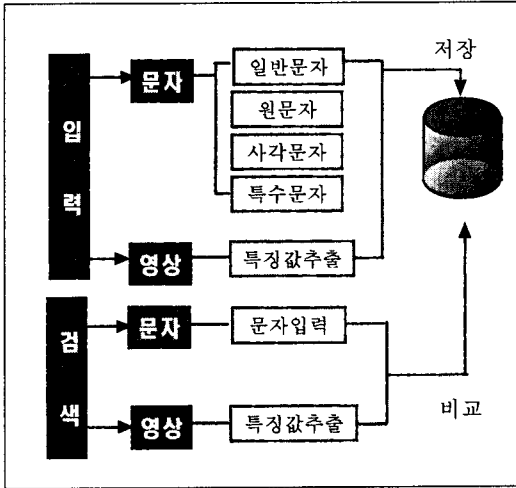


그림 2. 데이터베이스 저장과 검색

질의 영상에 대한 검색 결과 영상은 완전한 일치성을 고려한 영상이 아니라, 허용 오차 범위를 사용자가 조절하게 하고 우선순위가 높은 순으로 결과가 출력되게 하였다. 내용 유사 검색의 오차 허용범위는 기본적으로는 60%정도를 유지하게 하였으며 값을 올리게 되면 더욱 유사한 결과의 이미지만을 검색하게 된다.

4. 시스템 구현

문자검색을 위한 시스템의 완성된 프로그램을 그림 3에서 보여준다.

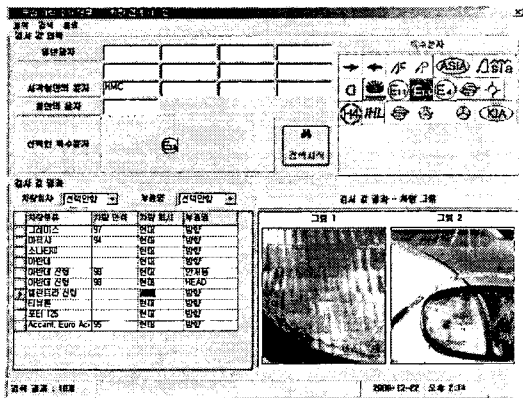


그림 3. 문자 검색을 위한 인터페이스

결과 영상은 마우스로 더블클릭 하였을 때 확대되어 차일드 윈도우에 출력이 되고 검색되어진 결과는 그림 4와 같이 리포팅 되어진다.

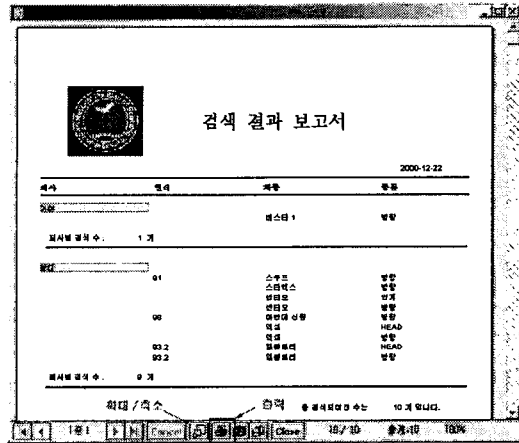


그림 4. 검색결과 보고서

영상검색에서는 저장되어진 영상의 개수에 비례해서 검색시간이 증가되었다. 실험에 사용한 영상은 현대, 대우, 삼성, 아시아, 기아의 5개 회사 차량의 전조등에서 추출한 영상이었고, 총 200개의 영상을 데이터베이스화하여 실험하였다. 그림 5의 경우 검색시간은 4초 안팎이었으며, 7개의 결과 영상이 임계치 약40%에서 출력되었다.

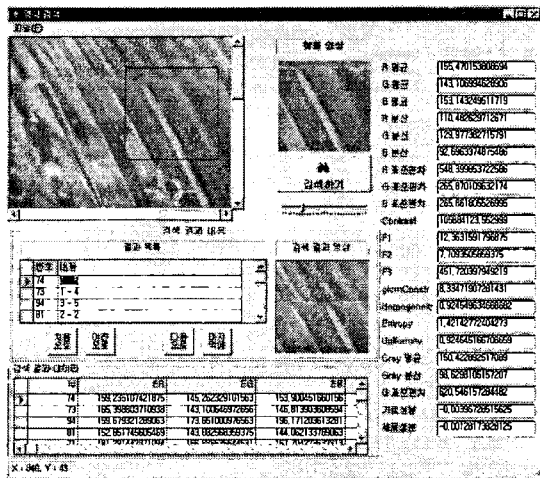


그림 5. 영상 검색을 위한 인터페이스

표 1은 임계치를 달리했을 때 출력수에 대한 일치영상의 비율을 정확도로 보여주고 있다. 정확도는 임계치가 약50%일 때까지는 좋은 것을 알 수 있었다.

표 1. 검색결과 분석표

번호	출력수	일치수	정확도	오차도	임계치
1	1	1	100%	0%	64%
2	3	3	100%	0%	46%
3	7	4	57%	43%	37%
4	17	6	35%	65%	32%
5	23	6	26%	74%	23%

5. 결론 및 향후 연구방향

지식기반 영상 검색 시스템은 자동차 전조등의 분석을 필요로 하는 차량 추적 수사를 위해 구현하였으며, 현재 국립 과학 수사 연구소에서 활용하고 있다. 본 논문에서 소개한 영상검색을 위한 특성값 구성은 영상 검색의 성능향상을 위해 추가적으로 실험한 결과이며, 컬러영상에서의 특징들과 그레이레벨 영상에서의 특징, 그리고 질감특징과 주파수영역에서의 성분 특징을 고려한 특징들로 구성되어 있다. 향후 영상검색의 성능향상을 위해서는 특징값을 결정하는 요소의 구성에서 형태학적 특징을 위한 특징 벡터와 주파수 영역에서의 특징적인 값을 구분할 수 있는 특징값을 위한 분석이 연구되어야 하겠다.

[참고문헌]

[1] Myron Flickner and et. al. Query by Image and Video Content : The QBIC System. IEEE Computer, 28(9), 1995.
 [2] Virginia E. Ogle and Michael Stonebaker. Chot : Retrieval from a Relational Database of images. IEEE Computer, 28(9), 1995.
 [3] Earl Gose, Richard Johnsonbaugh, Steve Jost, "Pattern Recognition and Image Analysis," Prentice-Hall, pp. 372-379, 1996.
 [4] Robert M. Haralick, K. Shanmugam, Its'Hak Dinstein, "Textural Features for Image Classification," IEEE Trans. On System, Man,

and Cybernetics, SMC-3(6), pp. 610- 624, 1973.
 [5] Amarnath Gupta and Ramesh Jain, "Visual Information Retrieval", Coms. ACM, 40(5)pp.69-79, 1997.
 [6] Swain, M. J and D. H. Ballard, "Color Indexing", Internat. J. Computer Vision 7(1), pp.11-32, 1991.
 [7] 진두석, 이정재, 장재우, "구조 및 내용-기반 멀티미디어 문서검색 시스템의 설계 및 구현", 한국정보처리학회 논문지, 제7권, 제11호, 2000
 [8] 박미화, 엄기현, "내용기반 이미지 검색을 위한 복합 질의문 계획 생성 기법", 정보과학회논문지, 제27권, 제4호, 2000
 [9] 이석호, 송병호, 김범수, "멀티미디어 데이터베이스 관리 시스템에서의 내용기반 검색 기법에 관한 연구", 한국정보과학회, 데이터베이스연구회지, 제11권, 제4호, pp.102-119, 1995
 [10] Ramesh Jain et al, "Machine Vision", McGraw-Hill, 1995.
 [11] Bernd Jahne, "Digital Image Processing: concepts, algorithm, and scientific applications", Springer-Verlag Berlin, 1995.