

자동차 전조등 영상검색을 위한 향상된 유효 특징 추출 방법

손병환*, 이병일*, 손성건**, 최흥국*

*인제대학교 정보컴퓨터공학부

**국립과학 수사연구소

e-mail : sonstein@mitl.inje.ac.kr

The Advanced Effective Feature Extraction for Image Retrieval of an Automobile Head Lamp

Byong-Hwan Son*, Byeong-Il Lee*, Sung-Kun Son**, Heung-Kook Choi*

*Dept. of Information & Computer Engineering, Inje University

**National Institute of Scientific Investigation

요 약

자동차 전조등에서 나오는 데이터는 다양한 패턴을 가지는 영상자료와 부분적으로 보이는 문자자료이다. 내용기반 영상검색을 통해 자동차 전조등에서 검사자가 판독하는 텍스트와 부분적인 전조등의 영상정보로 차량의 정보를 추출하기 위한 검색 방법을 국립과학수사연구소의 자료를 기반으로 설계하였으며, 영상검색에 사용된 영상특징값의 구성과 영상 검색방법을 연구하였다. 본 논문에서는 영상데이터의 검색을 위해 효과적인 영상특징이 추출 되도록 향상된 방법론을 제시하였다. 특징함수에 대한 유효성 검증을 위해 샘플 영상에서 각 후보 특징함수들에 대한 결과값들을 비교하였으며, 이를 기반으로 유효한 특징함수를 찾아서 검색에 사용되도록 구성하였다. 사용되어진 영상의 특징값은 전조등 영상이 가지는 다수의 텍스처함수와 가로, 세로 성분값을 사용하였다. 영상 검색을 위해 추출된 영상 특징값을 데이터베이스화하고 용의차량의 전조등 영상을 질의 영상으로 하여 후보 차량에 대한 정보를 검색하도록 하였다

1. 서론

내용기반 영상 검색은 영상을 통한 질의로 질의 영상과 비슷한 영상을 검색하게 하는 것이다. 영상이 가지는 특징값의 변화와 자료들은 내용기반 영상 검색에 유효한 지식으로 활용되며, 이러한 정보들의 조합을 통해 질의 영상에 대한 결과 영상들을 추출하게 된다[1]-[5]. 영상검색에 사용되는 기존의 방법들은 대조도(contrast)와 같은 영상의 특징을 이용하여 검색하지만 영상의 특징이 그 영상의 특징을 잘 나타내는 값인지 평가하는 것은 고려해야할 사항이다.

데이터베이스에 저장되는 영상의 정보 또한 작은 필드에 높은 효율성을 가진 특징값을 사용하여야 하며 영상마다 가지는 고유한 특성들을 살려 시스템을 구성할 필요가 있다. 이렇게 영상의 고유한 특성을 이용하여 영상의 특징을 결정하고, 결정된 영상의 특

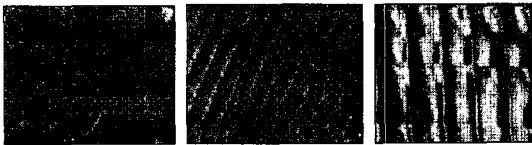
징을 저장하게 되면 새로운 질의 영상에 대해 특징값을 비교하는 방식으로 내용기반 영상 검색을 수행하게 된다.

본 논문에서는 내용기반 영상검색을 통해 자동차 전조등에서 검사자가 판독하는 텍스트와 부분적인 전조등의 영상정보로 차량의 정보를 추출하기 위한 검색 방법을 국립과학수사연구소의 자료를 기반으로 설계하였으며, 영상검색에 사용된 영상 특징값의 구성과 내용기반 영상 검색방법을 연구하였다. 사용되어진 영상의 특징값은 전조등 영상이 가지는 텍스처와 가로, 세로 성분값을 사용하였다[6],[7],[9]. 실험을 위한 자료는 자동차의 전조등 영상을 대상으로 데이터베이스화하였다. 표준적인 전조등 영상의 데이터베이스화를 위한 입력 영상은 그레이 영상으로 대조도를 50%로 조절하였다. 실험을 위한 시스템의 구성은

MS Access DB 와 Visual Basic 을 이용하였으며, 결과 출력을 위해 크리스털 리포트를 사용하였다.

2. 영상데이터 입력

자동차 전조등 영상은 여러 가지 패턴과 문자를 포함한다. 문자데이터의 경우에는 몇 가지 범주로 나누어 검색하면 등록되어진 자료에 대한 결과를 얻을 수 있다. 영상데이터의 경우는 그림 1의 B, C 와 비슷한 형태의 다양한 무늬가 있는데 한 개의 전조등에서 대개 8 개에서 20 개 정도의 패턴을 포함하게 된다. 영상 데이터의 효율적인 특징값 인식을 영상 처리를 통하여 할 경우 짧은 시간에 후보 영역의 축소 및 정확한 검색 결과를 볼 수 있게 하기 위해서는 전문가의 인식에 맞는 부분적인 조각에 대한 검색이 중요하며 이러한 부분에 초점을 맞추어 영상 데이터를 입력하게 된다. 본 연구에서는 영상 데이터 입력에서 그레이레벨 영상을 사용하였으며, 대조도의 조절을 50%로 맞추어 사용하였다. 또한 영상의 방향성 분석을 위해 모눈종이를 통한 방향성 데이터 시각화를 하였으며, 실험 데이터는 약 10 여개 회사의 차량에서 10-20 여개씩 추출한 영상으로 하였다. 하나의 패턴에서 4 개의 후보영역을 선택하여 저장하였으므로, 저장되어진 레코드는 약 800 개 정도이다. 그림 2 는 전조등 영상 패턴의 예를 보여주고 있다. 이러한 부분 조각 영상은 그림 3 의 전체 전조등 영상에서 추출되어진 것이다.



(A) 문자부분 (B) 영상패턴 (C) 영상패턴

그림 1. 일반적인 전조등 영상 자료

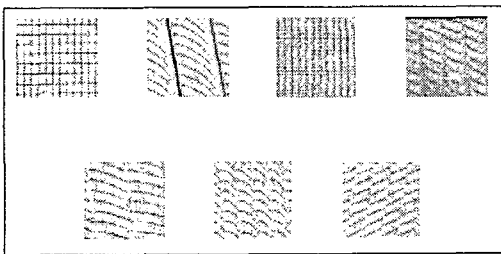


그림 2. 전조등 영상 패턴

영상데이터의 입력을 위해서 본 연구에서 이용한 영상의 정보는 텍스처로써, 선택되어진 부분영역의 co-occurrence matrix 를 사용하였다[5],[6],[8]. Co-occurrence matrix 는 영상 데이터값을 16 레벨로 나누어서 이웃 화소값들의 거리와 방향을 평가하는 함수로서, 실험 데이터는 0 도, 45 도 90 도 135 도의 각도에서 거리가 1 인 경우에 대해서만 고려하여 계산하였다.

그림 3 과 같은 전체 전조등 영상으로부터 샘플 데이터 영역을 선택하여 패턴을 나누고 특징값함수를 이용하여 영상 특징값을 분석한 결과 표 1. 과 같은 데이터를 얻을 수 있었다. 영상의 패턴 테스트에서 편차가 크게 나는 순으로 Diagonal moment, Different moment, Entropy, Contrast, uniformity 를 영상 검색 인자로 채택하였으며, 가로와 세로 성분을 나타내는 값을 사용하여 총 7 개의 특징값을 조합하였다. 후보 특성 11 개의 분포를 조사하여 분산값이 크게 나타나는 값을 우선순위대로 선택하였다.

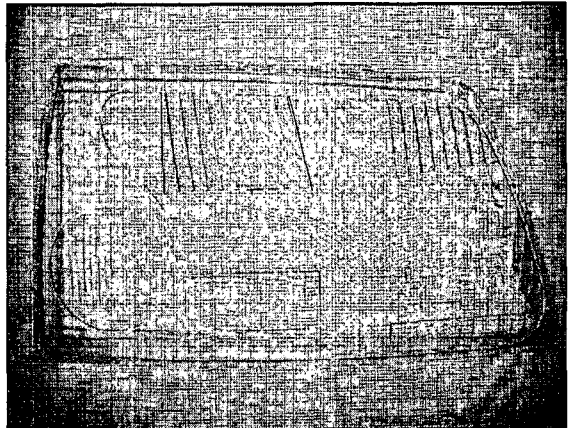


그림 3. 전체 전조등 영상

텍스처는 영상에서의 부드럽고 거친 정도를 표현하는 것으로 본 논문에서는 차이값과 강도 변화를 살필 수 있는 diagonal moment(식 1), different moment(식 2), Entropy(식 3)와 Contrast(식 4), 그리고 동질성과 균일성의 정도를 나타내는 Uniformity(식 5)등의 특성값을 데이터의 분산차이가 많이나는 순서대로 선택하였다. 아래의 식은 사용되어진 특징값을 계산하는 식이며 식에서 사용되는 PM 은 GLCM(gray level co-occurrence matrix)을 말한다.

$$\text{Diagonal Moment} = - \sum_{i=0}^{N-1} P_y(i) \log(P_y(i)) \quad (1)$$

$$\text{Different Moment} = - \sum_{i=0}^{N-1} P_x - y(i) \log(P_x - y(i)) \quad (2)$$

$$\text{Entropy} = - \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} (PM) \log(P_x(i)P_y(j)) \quad (3)$$

$$\text{Contrast} = \sum_{n=0}^{N-1} n^2 \left(\sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} PM \right) \text{ (단, } |i-j|=n \text{)} \quad (4)$$

$$\text{Uniformity} = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} \frac{1}{1 + \text{abs}|i-j|} PM \quad (5)$$

내용기반 영상검색을 위해 위와 같이 선택되어 구성된 특성값들은 영상에서의 내용기반의 접근을 하게

표 1. 특성인자에 대한 특성값의 분포

	sample1	sample2	sample3	sample4	sample5	sample6	sample7	sample8	sample9
angular second moment	0.011799	0.035084	0.028115	0.011289	0.020466	0.029562	0.032925	0.024514	0.017832
Difference moment	29.03971	18.00754	10.84542	17.21561	8.739256	9.067626	12.2584	12.04799	16.49877
inverse different moment	0.27068	0.397872	0.398986	0.267299	0.398872	0.3915	0.40655	0.363309	0.324716
diagonal moment	19.95835	17.67849	11.97886	16.05683	11.6138	10.09592	13.40329	13.61074	16.53922
second diagonal moment	2.032045	1.403038	1.161036	1.641829	1.066947	1.109962	1.204298	1.261271	1.476408
entropy	4.091509	4.278691	4.180284	4.770303	4.321164	4.002646	4.160895	4.308093	4.586154
energy	0.011799	0.035084	0.028115	0.011289	0.020466	0.029562	0.032925	0.024514	0.017832
contrast	4.06429	2.806076	2.322072	3.283658	2.133893	2.219923	2.408597	2.522542	2.952816
peak transition probability	0.046381	0.090168	0.072567	0.034338	0.063673	0.076272	0.092391	0.082942	0.046875
correlation	0.000905	0.005687	0.00197	0.000555	0.003102	-0.00015	0.001062	0.000968	0.000036
uniformity	0.350172	0.458537	0.464771	0.356739	0.467755	0.460454	0.470164	0.436315	0.402009

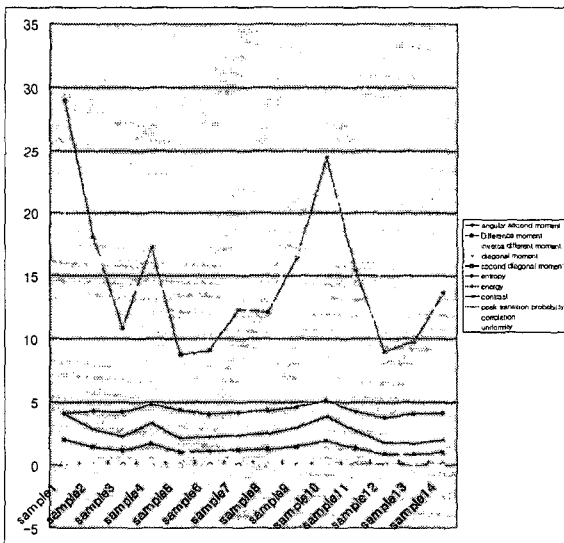


그림 4. 특성 값들의 변화표

하는 인자로 동작하며, 영상이 나타내는 특성값들에 대한 분산 분석을 통해 질의 영상에 대한 유사성을 향상시킬 수 있었다. 각 패턴의 부분이 가지는 분포의 다양성 확보를 위해 표준 영상에서는 하나의 패턴에 대해 4 개의 샘플을 선택하여 저장하였다. 표 1.은 특성값 함수의 샘플 영상 데이터에 대한 결과값을 보여주고 있으며, 그림 4.는 특성값들의 비교 그래프를 보여주고 있다.

3. 시스템 구성

시스템에서 전조동 데이터의 검색을 위해 문자부분과 영상부분이 따로 입력이 된다. 문자는 일반문자, 원문자, 사각문자, 특수문자의 4 가지 범주에 따라 나누어진 종류대로 입력이 되며 데이터 베이스에 저장될 때 각각의 범주에 해당하는 분류코드에 따라 저장

이 된다. 문자검색은 증거물에서 추출된 문자를 통해 검색을 하고, 영상검색은 증거물 자체에 대한 영상을 디지털화 시킨 영상데이터를 통해 검색하게 되는데, 증거영상이 획득 되어진 환경은 50Cm 높이의 자연광이 차단된 암실상자에서 1024x 768 해상도로 영상화 하였다.

질의 영상에 대한 검색 결과 영상의 추출은, 허용 오차 범위를 사용자가 조절하게 하고 우선순위가 높은 순으로 결과가 출력된다. 내용 유사 검색의 오차 허용범위는 기본적으로는 0.6 정도를 유지하게 하였으며 값을 크게 하면 더욱 유사한 결과의 영상만을 검색하게 된다. 오차허용 임계치를 낮게 하는 경우에는 많은 결과가 출력이 되나 상관도는 낮아지게 된다. 사용되어진 특성값들은 소수점 5 자리 이상에서 계산 되어졌으며, 질의 영상과의 상관도 비교는 값들의 거리관계를 사용하여 가중치를 만들었다. 특징값의 유사도 평가는 아래식 (6)을 사용하였으며 두 값간의 차이에 대한 상관도를 백분율로 나타낸다.

$$f_x = \frac{A-B}{A+B} \times 100 \tag{6}$$

시스템은 Pentium-III 650 MHz PC 환경에서 Visual Basic 6.0을 사용하여 구성하였으며, MS Windows 계열 운영체제에서 원활히 동작하도록 하였다. 문자검색과 영상검색은 서로 구분하여 처리되고 있다. 각 검색 시스템에 대한 기능은 크게 검색 부분과 출력 부분으로 구성되어 진다.

영상 검색은 증거 영상을 읽어 들여 마우스를 사용하여 영상에서 필요한 질의 영역을 선택한다.(그림 5.) 검색된 결과는 우측 하단부에 출력 버튼을 클릭하여 출력될 결과에 대한 미리 보기 창을 통해 확인을 거친 후에 출력이 되도록 하였다. 출력물은 크리스털 리포트 8.0 을 활용하여 시각적으로 결과를 확인할 수 있도록 하였다.

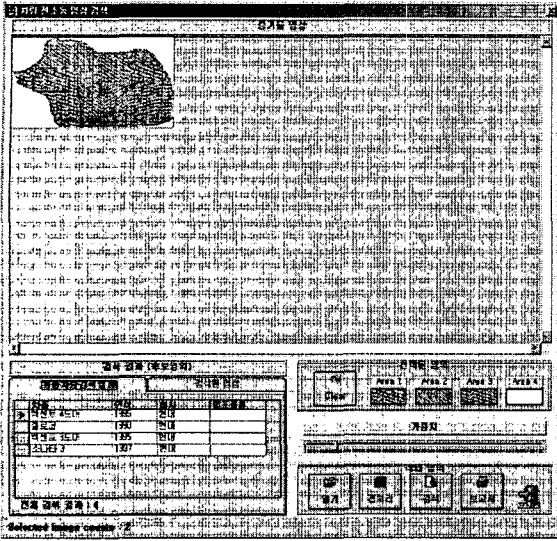


그림 5. 증거물 영상 검색

4. 결론 및 향후 연구방향

본 논문에서는 자동차 전조등의 추적 및 분석을 필요로 하는 차량 추적 수사를 위해 내용기반 영상검색 기법에 사용되는 영상검색을 위한 특징값 추출에 있어서 향상된 방법의 특징값 추출 방법을 연구하였다. 다양한 환경을 내용기반으로 한 영상검색은 비슷한 패턴의 영상추출에 좋은 영향을 주었으며, 정확한 정량 평가를 위해 비슷한 기법들과의 비교연구를 추진하고 있다. 시스템의 성능 향상을 위해서 향후 계속 연구되어야 할 점은 검색성능 향상을 위한 방법론 및 알고리즘 개발과 영상 패턴의 인식을 위한 특성값들의 유효성 검사 및 표준영상의 제작을 위한 이미지정 프로토콜을 개발 하여야 할 것이다.

[참고문헌]

[1] A. Gupta, R. Jain, "Visual Information Retrieval", Coms. ACM, 40(5)pp.69-79, 1997.
 [2] Swain, M. J, D. H. Ballard, "Color Indexing", Internat. J. Computer Vision 7(1), pp.11-32, 1991.
 [3] 진두석, 이정재, 장재우, "구조 및 내용-기반 멀티 미디어 문서검색 시스템의 설계 및 구현", 한국정보처리학회 논문지, 제 7 권, 제 11 호, 2000
 [4] Virginia E. Ogle, Michael S. Chot: Retrieval from a Relational Database of images. IEEE Computer, 28(9), 1995.
 [5] E. Gose, R. Johnsonbaugh, S. Jost, "Pattern Recognition and Image Analysis," Prentice-Hall, pp. 372-379, 1996.
 [6] Robert M. Haralick, K. Shanmugam, I. Dinstein, "Textural Features for Image Classification," IEEE Trans. On System, Man, and Cybernetics, SMC-3(6), pp. 610- 624, 1973.
 [7] 이연숙, 이병일, 최홍국, 김상균, 서재현, "Wavelet 과 Texture Feature 를 이용한 영상 분류방법", 한국멀티

미디어학회 춘계학술발표논문집, Vol. 3, No.1, pp357-360, May, 2000.
 [8] B. Jahne, "Digital Image Processing: concepts, algorithm, and scientific applications", Springer-Verlaf Berlin, 1995.
 [9] Choi H.J, Lee B.I, Yang Y.I, Choi H.K, "Extraction of significant features for creating an optimized classifier of bladder carcinoma cell histological sections", Analytical Cellular Pathology, Vol.22. No.1,2, pp. 67, 2001.