

부분영상에 의한 유사 차종 검출에 관한 연구

이향정, 이효종

전북대학교 전자정보공학부

전북대학교 공업기술 연구센터

e-mail:{hjlee, hlee}@sel.chonbuk.ac.kr

Study on the Retrieval of Similar Vehicles Using Partial Images

Hyang-Jeong Lee and Hyo Jong Lee

Division of Electronics and Information Engineering,

Chonbuk National University

Research Institute of Industrial Technology,

Chonbuk National University

요 약

본 논문에서는 차량의 영상을 통하여 동일한 차종을 검출하는 알고리즘에 관한 성능을 제시하였다. 차량 영상의 특성값을 정리하여 동일한 차종을 검출하였다. 특히 차량 전면부 영역의 라디에이터 그릴 부분에 텍스처를 적용하여 일반적인 속성인 거칠과 부드러움의 특성 추출을 통해서 통해 동일 차종을 검출하는 방법을 제안하였다. 통계적인 질감 분석 방법중의 하나인 GLCM(Gray Level co-occurrence Matrix)의 콘트라스트, 에너지, 엔트로피 그리고 호모지너티 특성 추출 방법을 통하여 전반적인 차량의 인식율은 약 82.75%의 결과를 얻었다.

1. 서론

자동차는 육상교통에서 중요한 역할을 담당하고 있는 교통수단으로 자동차와 관련된 정보는 직접적, 간접적으로 높은 부가가치를 가지고 있다. 자동차와 관련된 정보가 이용되어지는 영역으로는 도로 교통량 분석, 교통 관리, 차량 검색, 요금징수 시스템등으로 그 응용범위가 넓고, 경제적인 측면에서도 중요하게 다루어지고 있다. 영상처리를 이용하여 차량으로부터 정보를 얻고 표현하는 것은 시각적으로 차량을 분별할 수 있는 정보를 포함하고 있는 특징을 이용함으로써 가능하며, 위에서 언급한 척도 중에서 시각적인 특성을 보이는 것의 복합 정보를 이용함으로써 차량의 분별 및 인식을 이용할 수 있다.

영상을 이용한 차량의 인식에서 개별차량의 식별을 위해 관심의 대상이 되어온 것은 차량의 번호판 정보와 차량의 모델 정보이다. 번호판 정보는 모든

차량이 공통적으로 포함하는 정보이면서 많은 연구가 되어왔다. 차량을 식별 할 수 있는 요소로, 차량 인식을 위한 주요 관심의 대상이 되어왔고, 모델인식을 위해서는 차체의 전체적인 형태 정보를 이용하여 이루어졌다. 칼라(color), 모양(shape), 그리고 질감(texture)등의 표현요소들을 통해 얻어진 특징값을 사용하여 영상들간의 유사도를 계산하고 검색을 수행한다. 그러므로, 효율적인 영상검색을 위해서는 내용 표현요소들에 대한 효과적인 특징 추출이 무엇보다도 중요하다.

본 논문에서는 차량의 전면부 영역에서 효율적인 질감 정보의 특징을 추출하기 위해 차량의 앞쪽 변호판 바로 위쪽에 있는 라디에이터 그릴이 위치에 있는 부분을 영상의 통계적 분석을 통한 효율적인 질감 특징 추출 방법을 시범적으로 수행하였다.

본 논문의 구성은 제 2절에서 차량의 전면부 영역에서의 텍스처를 이용한 검출 방법에 대해 설명하였다. 제 3절에서는 실험방법 및 실험 결과를 기술하고, 마지막으로 제 4절에서는 결론을 기술하였다.

2. 본론

텍스처를 인식하고 분류하는 방법은 크게 구조적 방법, 신호처리 방법, 그리고 통계적 방법으로 구분된다.

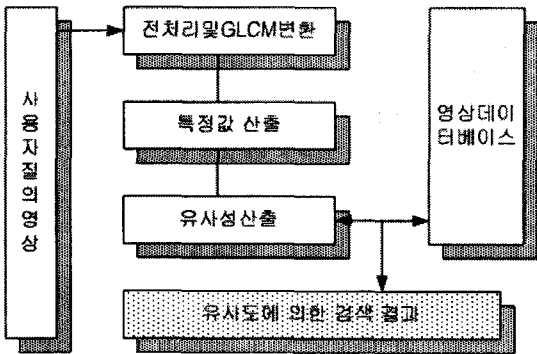


그림 1. 질감의 통계적 방법을 이용한 영상 검색

영상의 표현 중 질감을 이용한 방법은 크게 영상 원형의 규칙적인 공간상의 배열을 다루는 구조적인 방법과 영상 내 각 화소 사이의 상호 관계를 분석하는 통계적인 방법으로 나눌 수 있다.

구조적인 방법은 질감의 구조가 규칙적으로 반복되는 기하학적인 도형의 배열을 분석하는데 이용된다. 이 방법은 영상의 구조적인 원형과 그들의 위치 규칙을 정의함으로써 질감 정보를 표현한다. 하지만 영상 내 원형의 구조가 크고, 일정한 규칙성을 가지는 영상만이 분석 가능하다는 단점을 가진다.

그리고, 통계적인 방법은 질감 성질을 묘사하기 위한 가장 단순한 접근법으로, 한 영상을 대표하는 통계값을 얻기 위하여 일반적으로 화소들간의 공간적인 상호 관계를 분석한다. 그러나, 통계적인 방법은 영상 크기에 따라 계산량이 많으며, 통계 값을 구하는 알고리즘이 복잡하다는 이유로 체계적인 비교, 분석이 미비한 실정이다.

본 논문에서는 이웃하는 화소들 간의 상호 관계를 분석함으로써 쉽게 영상의 질감 특징을 얻을 수 있는 간단한 GLCM(Gray Level Co-occurrence

Matrix)방법을 이용하였다. (그림 1)에서 사용자 질의 영상을 그레이 영상으로 변환 후 이미 산출된 값과 유사한 값을 검출한 방법이다.

영상의 질감 분석을 위하여 전처리 단계로 질의 영상 크기를 정규화하고, 그레이 레벨로 변환한다. 정의된 변위 벡터를 이용하여 질의 영상으로부터 변환 매트릭스인 GLCM를 얻는다.

GLCM은 $M \times N$ 크기의 영상에서 거리 d 와 방향 ϕ 에 의해 그레이 레벨 i, j 를 갖는 해당 화소 쌍이 얼마나 자주 나타나는가를 표시하는 관련 빈도수 매트릭스 $P[i, j]$ 이다. 각도(angle)와 거리(distance)의 함수인 $P_\phi, d(a, b)$ 로써 GLCM의 비정규화된 빈도수는 식(1), (2), (3) 및 (4)와 같이 정의된다.

$$P_{0^\circ}, d(a, b) = \{ \{ (k, l), (m, n) \} \in (M \times N) : k-m=0, |l-n|=d, f(k, l)=a, f(m, n)=b \}$$

식(1)

$$P_{45^\circ}, d(a, b) = \{ \{ (k, l), (m, n) \} \in (M \times N) : (k-m=-d, l-n=d) \text{ OR } (k-m=d, l-n=-d), f(k, l)=a, f(m, n)=b \}$$

식(2)

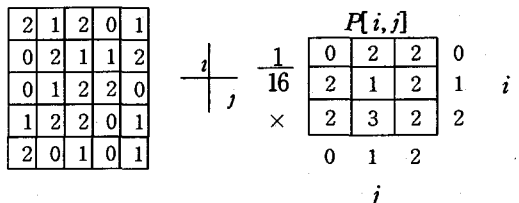
$$P_{90^\circ}, d(a, b) = \{ \{ (k, l), (m, n) \} \in (M \times N) : (|k-m|=d, l-n=0, f(k, l)=a, f(m, n)=b) \}$$

식(3)

$$P_{315^\circ}, d(a, b) = \{ \{ (k, l), (m, n) \} \in (M \times N) : (k-m=-d, l-n=d) \text{ OR } (k-m=d, l-n=-d), f(k, l)=a, f(m, n)=b \}$$

식(4)

(그림 2)의 (c)는 5×5 원 (그림 2a)로부터 315° 방향의 변위벡터(b)를 이용하여 GLCM을 구하는 간단한 예이다.



(a) 원 영상 (b) 변위벡터 (c) GLCM

그림 2. 원 영상과 GLCM 변환 예

먼저, 원 영상 (그림 1. a)의 공간적인 영상 특징값을

얻기 위하여 GLCM을 구한다. 얻어진 (그림1. c)의 GLCM $P[i, j]$ 는 원 영상에서 변위벡터 방향으로 이웃 화소들간에 해당 화소 쌍들을 카운트하여 i, j 값에 따라 그 위치에 누적하고 정규화한 것이다.

이전 단계에서 315° 방향의 변위 벡터를 통하여 구해진 변환 매트릭스 $P[i, j]$ 를 이용하여, 각 화소들 사이의 공간적인 상호 의존성을 분석한다. 이를 위하여 변환 매트릭스 $P[i, j]$ 의 크기에 따라 통계적인 각 방법의 특징 값을 산출한다. 식(5), (6), (7) 및 (8)은 각각 콘트라스트, 에너지, 엔트로피 그리고 호모지너티 특징값을 산출하기 위한 식이다

$$Contrast = \sum_i \sum_j (i-j)^2 P[i, j] \quad \text{식(5)}$$

$$Energy = \sum_i \sum_j P^2[i, j] \quad \text{식(6)}$$

$$Entropy = - \sum_i \sum_j P[i, j] \log P[i, j] \quad \text{식(7)}$$

$$Homogeneity = \sum_i \sum_j \frac{P[i, j]}{1+|i-j|} \quad \text{식(8)}$$

여기서, 변환 매트릭스 $P[i, j]$ 는 원 영상에서 구해진 GLCM의 각 요소이다. 콘트라스트는 명암도 차이를 측정하는 특징으로, 상대적으로 GLCM에서 대각선으로부터 멀리 떨어져 있는 $P[i, j]$ 요소에 대하여 높은 가중치를 준다. 따라서 명암도 차이가 크게 나는 화소의 수가 많으면 큰 값을 가진다. 에너지는 명암도의 균일성을 재는 척도로서, 원 영상의 각 화소들 사이에 밝기 변화가 없다면 $P[i, j]$ 요소값이 제한된 위치에 집중되어서 결과적으로 큰 값을 갖게 된다. 엔트로피는 그레이 레벨 분포의 randomness을 측정하는 특징으로, 그레이 레벨의 변화가 많아서 $P[i, j]$ 요소 값이 random하게 분포하게 되면 큰 값을 갖는다. 그리고 마지막으로 호모지너티는 GLCM 각 화소들 간의 균일성을 측정하기 위한 척도이다.

3. 실험방법 및 결과

3.1 실험 방법

실험을 위해 입력으로 이용한 도로 영상 데이터는 비교적 차량의 교통량이 적은 도시의 외곽 도로를 대상으로 하여 촬영하여 수집하였으며, 카메라의 위

치는 주행하는 차량의 정면 상단부분에 설정하였다. 초점은 주행하는 차량의 구성요소, 예를 들면 번호판의 문자를 촬영된 영상에서 육안으로 봤을 때 가능한 한 잘 식별할 수 있는 지점으로 설정하였다. 촬영 대상 차량은 승용차의 중형 승합차를 대상으로 한정 시켰고, 촬영을 위해 사용되어진 장비는 캠코더를 (SONY VX-1000) 이용하였다. 주어진 조건으로 습득된 영상을 실험에 이용하기 위해 (20 frame/sec)비율로 프레임을 선택하였다. 실험입력으로 사용된 프레임은 총 2435개의 연속적인 영상으로 구성되어 있으며, 주행하는 87대의 차량을 포함하고 있다. 이중 동일 차종의 차량은 대개 두 대씩 되도록 선정하였다.

3.2 실험 결과

에너지와 엔트로피는 대체적으로 윈도우의 크기가 작게 잡혔을 때에 우수한 검출을 나타내는 반면, 콘트라스트는 윈도우의 크기를 크게 잡았을 때 양호한 결과를 나타내고 있다. 실험에 사용한 87대의 차량 영상 중에서 콘트라스트를 이용한 경우가 상대적으로 높은 검출율을 보여주고 있으며, 윈도우의 크기가 8일 때, 72대의 동일 차종을 검출하여 82.75%의 검출율을 보이고 있다. [표 1]은 각 픽셀마다 콘트라스트, 에너지, 엔트로피, 호모지너티를 이용하여 동일 차종을 검출한 결과이다. [표 1]에서 보면 픽셀이 8일때 72대의 동일 차종이 검출되었다.

추출 픽셀	콘트라스트	에너지	엔트로피	호모지너티
1	64	51	64	39
2	64	41	61	46
3	63	37	65	50
4	71	40	61	52
5	66	42	65	48
6	67	36	56	32
7	67	29	50	57
8	72	40	53	60
9	66	36	56	56
10	65	38	54	58

표 1. 최종적인 각 방법의 분석 결과

실험 영상 중 라디에이터 그릴 모양이 (그림 3)에 나타나 있는 것처럼, 서로 비슷하거나 충격완화 장치와 같은 차량 구성 요소가 추가된 복잡한 형상은 검출 할 수 없었다.

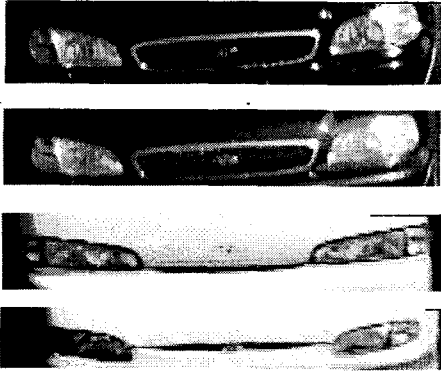
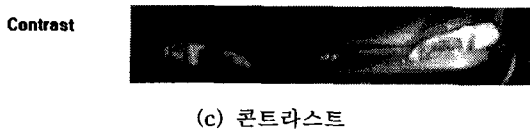


그림 3. 부정하게 검출된 결과

(그림 4)는 라디에이터를 그릴 부분이 동일한 차종을 검색한 결과이다. (a)원영상은 번호판 바로 윗부분의 라디에이터의 원영상을 (b)그레이 영상으로 변환하여 각각의 추출방법으로 동일한 차종을 검출한 영상의 결과를 보여준다.



(a) 원영상 (b) 그레이



(c) 콘트라스트



(b) 에너지



(c) 엔트로피

Homogeneity



(d) 호모지너티

그림 4. 각 방법의 검색 결과

4. 결론

본 논문에서는 차량 영상의 전면부 영상에서 특징 값을 추출하여 동일 차종을 검출하는 방법을 소개하였다. 콘트라스트의 경우는 양호한 검출율을 나타내고 있었다. 차량을 인식하기 위해서는 차량의 라디에이터 그릴이나 헤드라이트의 정보만으로는 개별 차량의 인식이 부족하다. 그림에도 불구하고 82.57%의 검출 결과를 얻은 것은 고무적인 결과이다. 좀더 정확하게 개별 차량을 해석하고 인식하기 위해서는 차량의 구성요소의 위치 관계와 구성요소의 기하학적인 정보를 이용한 차량해석방법에 대한 후속 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] J.R. Parker "Algorithms for image processing and computer vision" 3rd Ed. McGraw Hill
- [2] Rafael C.GonzalezWoods Richard E. Woods "Digital image processing"
- [3] 모문정 임종석 이우법 김옥현 "모멘트와 동차성 특징 결합에 의한 텍스처 영상 분할" 2000.11 한국정보처리학회 논문지
- [4] 김진아 외 "내용기반 영상 검색을 위한 특징 추출 및 영상 데이터베이스 검색 시스템 구현"1999.08. 정보처리논문지