

SAD를 이용한 모션 에너지 분석

김범석* · 박성일* · 고영혁*

*동신대학교 정보통신공학과

Motion Energy Analysis using SAD

BeomSeok Kim* · SeongIl Park* · YoungHyuk Ko*

*Dept. of Information & Communication Engineering, DongShin University

E-mail : kbs@dsu.ac.kr

요 약

본 실험을 통하여 연속된 프레임에 갖는 이미지 영상을 히스토그램의 절대값을 이용하여 영상의 모션에너지를 분석하는 방법을 제안한다. 입력되어지는 영상은 그 내용의 흐름에 따라 각각의 프레임마다 다른 모션에너지를 발생하고 모션에너지를 피크값을 검출 할 임계값과 영상의 분할을 통하여 영상내 객체의 이동방향이나 움직임의 강도 등을 파악할 수 있다. 이 모션에너지는 여러 가지로 활용할 수 있으며 실험을 통하여 차량의 주행속도를 자동으로 검출해 낼 수 있었다.

키워드

SAD, Matlab, CCD, Image difference, Histogram

1. 서 론

교통정보 수집을 위해서는 여러 가지 형태의 검지 센서(Sensor)가 사용 될 수 있는데, 도로에 설치된 CCTV 카메라를 통해 교통정보를 수집하는 영상 검지기는 비교적 저렴한 설치비용과 내구성, 이동성 등의 장점이 많으며 소프트웨어 업그레이드를 통하여 현격한 기능 향상 효과를 기대할 수 있다.

본 논문에서는 CCD카메라와 SAD(sum of absolute differences)알고리즘을 이용하여 고정된 장소에서 촬영하여 획득한 동영상으로 SAD기법을 통한 차량의 속도 검출의 정확도를 구하는 실험을 하고자 한다.

실험의 최종 목표는 노트북과 CCD카메라 환경에서 주행중인 차량의 이동속도를 구하고 실제 속도와 비교한다. 이와 같은 과정은 모두 자동적으로 처리 되도록 한다. 위의 실험을 하기 위한 핵심 기술이 SAD(sum of absolute differences)알고리즘이다.

2.1 SAD(Sum of absolute difference)

SAD란 두 개의 입력영상사이에서 절대치의 차를 실행함으로써 유사성을 찾는다. 두 개의 입력 영상 행렬사이 유사성이 크면 클수록 SAD값은 작다. 연속된 프레임의 모션에너지를 검출하는 기법에는 histogram difference method나 image difference method가 있다. 두 방식 모두 연속된 두 프레임의 차이를 이용하지만, 전자는 histogram의 bin 차이를 이용하고, 후자는 직접 두 프레임의 pixel 차이를 사용한다. 본 실험에서는 구현이 용이한 후자를 채택했다.

연속된 영상의 프레임에서 움직임이 없는 도로의 배경만 계속해서 입력되다가 주행중인 차량이 나타나게 되면 연속된 두 프레임의 차이가 커진다. 이 차이가 주어진 threshold를 넘게 되면 차량의 속도를 감지할 시작 포인트와 종료 포인트의 검지선이 작동하게 된다. Image difference method는 다음과 같이 주어진다.

$$D_{i,j}(x,y) = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} \Delta P_{i,j}(x,y) : \text{SAD(Sum of absolute difference)}$$

2. 알고리즘

where, $\Delta P_{i,j}(x,y) = |P_i(x,y) - P_j(x,y)|$: frame difference between i th frame, j th frame

$\Delta P_i(x,y)$: intensity of pixel position (x,y) at the I the frame

이 방법은 image difference를 구할 수 있는 간단한 방법이며서 효과적으로 차량의 속도를 구할 수 있다.

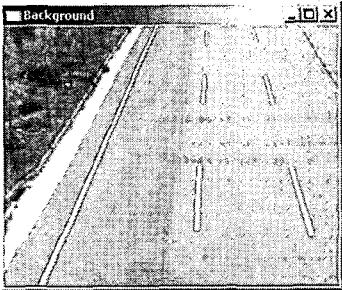
2.2 배경 생성 및 검지선의 설정

1) 배경 생성

배경을 생성하게 되면 시간 경과에 따라 여러 환경 요인에 의해 야기 될 수 있기 때문에 배경 영상은 일반적으로 차량 흐름이 없는 상태에서 생성을 해야만 양질의 결과를 얻을 수 있다.

먼저 RGB영상을 Intensity 이미지로 변환 한 후에 첫 프레임의 중간 값을 추출 하여 배경 영상을 생성 한다.

[그림 1]은 RGB 원 영상을 입력으로 Intensity 영상으로 변환 후 차량의 움직임이 없는 첫 번째 프레임으로 만든 배경 영상이다.

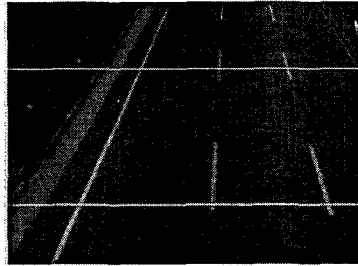


[그림1] 분리된 배경 영상

2) 검지선의 설정

먼저 입력되는 영상과 실제 도로와의 실거리 관계를 알아야 하는데 입력되어지는 영상의 속성과 실제도로의 얼마나 정확하게 일치하느냐에 따라 산출되는 결과값이 정확해 질 것이다.

차량의 속도를 측정하기 위해서는 '속도=거리/시간'이라는 기본적인 공식을 사용한다. 이를 위해서는 일정한 거리를 측정하여야 하는데 입력 영상을 입력 할 때 일정한 거리를 측정함에 있어서 현장의 실측 거리를 측정 한 후 입력 영상에는 보이지는 않지만 후에 영상 위에 시뮬레이션을 통하여 검지선을 생성하도록 하였는데, 먼저 백그라운드와 입력영상의 차를 구하여 채움(closing)을 한 다음 영상의 픽셀을 분리하는 값을 받아 영상 내에 검지선을 그리도록 하였다.



[그림 2] 검지선 생성

2.3 차량 탐지

차량을 탐지하기 위해서 만들어진 백그라운드 이미지와 원본에서 Intensity 이미지를 입력으로 받는다. 전경 이미지는 각 비디오 프레임에서 백그라운드 이미지를 뺀 것이다.

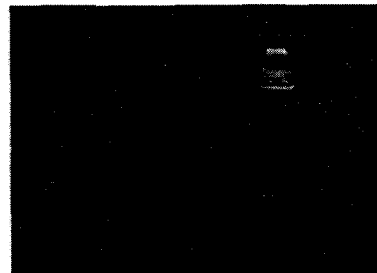
이진 이미지의 최소 화소수와 최대 화소수를 임계값으로 결정 하였다. 이로 검지선을 지날 때 화소수를 체크 하여 최소 화소수를 넘으면서 최대 화소수를 넘지 않은 범위 내에서 차량을 탐지 하게 된다.

임계값을 정의 할 때 원근감에 의하여 첫 번째 검지선을 지날 때 탐지하는 최소 화소수와 최대 화소수, 두 번째 검지선을 지날 때 탐지 하는 최소 화소수와 최대 화소수의 임계값은 각각 다르다. 만들어진 이진 이미지가 검지선을 지나게 됨으로써 차량을 탐지 하게 되면서 녹색 직사각형을 생성하게 하였다.

2.4 차량 추적

주행중인 차량은 생성된 검지선을 지나게 되면 차 주위에 사각형을 그리는 방법으로 차량 추적을 육안으로 확인할 수 있도록 하였다.

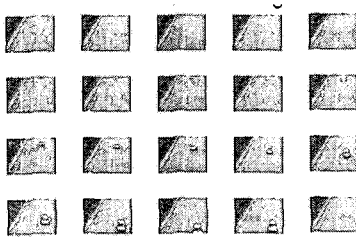
주행중인 차량은 검지선을 통과하여 임계값에 의해 전해진 화소수의 의하여 그려진다. 임계값에 의하여 사각형이 그려지지만 화면에서 보이는 시작포인트와 종료포인트를 지나는 시점의 원근감이 있으므로 이 원근감에 맞는 화소수의 임계값을 정해 주었다.



[그림 3] 주행중인 차량의 검출

[그림 3]에서 영상의 사각형은 차량을 추적하게 되는데 이는 최소 임계값을 가지고 최대 임계값

을 넘지 않는 범위에서 차량을 추적 한다.



[그림 4] 검출된 차량의 이미지

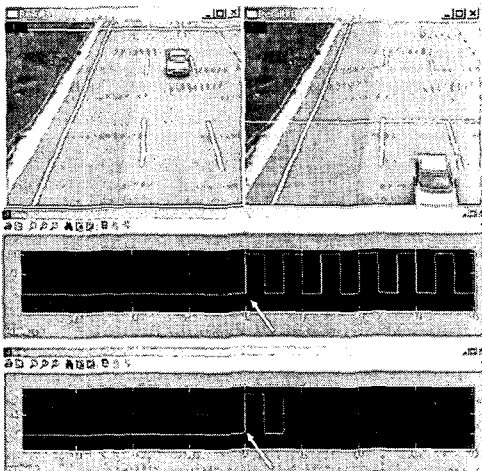
2.5 차량의 속도 측정

실제도로상의 거리와 일치되게 계산된 첫 번째 검지선은 차량이 출발 한 시점이고, 두 번째 검지선은 차량이 도달한 시점이다.

첫 번째 검지선과 두 번째 검지선은 이미 측정된 일정한 거리를 가지고 있으므로 첫 번째 검지선을 지난 시각과 두 번째 검지선을 지난 시각을 알게 되면 속도를 측정 할 수 있다.

첫 번째 검지선과 두 번째 검지선을 지나는 시각을 체크하기 위해서 주행중인 차량의 히스토그램의 변화량이 임계값을 도달할 때 의 파형을 스코프로 연결하였다.

첫 번째 검지선을 지날 때 파형을 그리는 첫 번째 스코프와 두 번째 검지선을 지날 때 파형을 그리는 두 번째 스코프로 차량이 검지선을 지나면 각 스코프가 파형을 그리기 시작 한다. 파형을 그리기 시작한 곳이 바로 차량이 검지선을 지나 는 시점이 되고 그 시점이 검지선을 지나는 시각 이 된다.



[그림 6] 검지선 통과시각의 검출

첫 번째 검지선을 지나 는 시간을 스코프로 체크 하고 그 시간을 t1 이라고 하고, 두 번째 검지 선을 지나 는 시간을 스코프로 체크하고 그 시간

을 t2 라고 한다. 두 번째 검지선을 지나 는 시간 에서 첫 번째 지나 는 시간의 차를 거리로 나누면 아래 식에 의해 속도가 측정 이 된다. (r은 거리)

$$v = \frac{r}{t2 - t1}$$

3. 실험방법

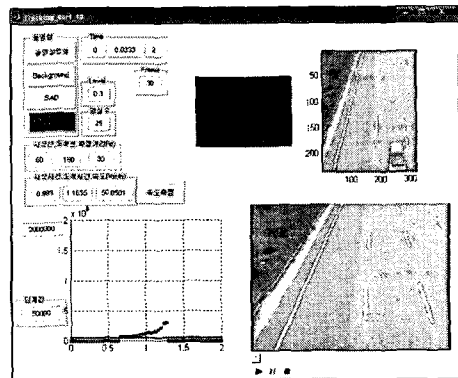
3.1 실험환경

실험에는 일반 센트리노급 노트북 PC를 사용 하였으며 SONY PC115를 디지털 캠코더로 촬영 된 영상을 320*240화소 크기의 초당 30프레임으 로 RGB영상으로 구성 하였다.

실험 영상은 맑은 날 주간에 대하여 고정 카메라가 위치 할 수 있는 높이에 카메라를 설치하고 일정 거리를 유지 하였으며, 차량의 속도를 측정 하고 검증하기 위하여 일반 차량을 검지선 위치 와 매칭 시킬 실제 거리 30M를 영상의 중앙에 오도록 촬영하였다. 또한 준비된 차량은 각각 50[Km/h], 80[Km/h], 90[Km/h]의 속도로 주행 하게 하였고 사용된 차량은 최대한의 정확한 속 도를 유지하게 위하여 GPS를 이용하여 속도를 유지하였다. 아울러 본문에 설명되어진 SAD를 이 용한 모션에너지를 이용하여 차량의 속도를 계산 할 프로그램으로는 Matlab GUI를 사용하여 작성 하였다.

3.2 차량 속도 측정

Matlab GUI 작성된 프로그램은 [그림 7]과 같 은 인터페이스를 가지고 있다. 먼저 실험에 쓰일 동영상 로딩한 후 배경이미지를 분리한다. 프 로그램은 로딩 된 동영상에 대한 SAD를 수행하고 동시에 영상의 각 프레임의 변화에 대하여 그래 프를 작성한다.



[그림7] Matlab GUI로 작성된 주행속도 계산 프로그램

입력되어지는 영상과 실제도로의 실측거리를 매칭하기 위한 도구로는 [그림 8]과 같은 입력도 구를 만들어 입력되는 영사에 대한 유연성을 확

보하게 하였다.



[그림 8] 영상과 도로의 실측거리 입력

분석된 SAD에서 취득한 차량의 검출영역내에 발생한 차량의 체류시간을 실시간으로 계산하여 출력하게 하였으며 실험의 문제제기에 맞는 결과값이 산출되는지 [그림 9]를 통하여 확인할 수 있도록 하였다.



[그림 9] 주행차량의 속도계산

첫 번째 검지선을 지난 시각을 t_1 이라고 하고 두 번째 검지선을 지난 시각을 t_2 라고 하고 t_2-t_1 을 함으로써 일정 거리를 지난 시간을 측정할 수 있다. 일정한 거리와 일정한 거리를 통과한 시간을 앞으로써 아래의 식에 대입하여 다음과 같은 식을 유도할 수 있다. 여기서 두 검지선의 거리는 동일한 r 값으로 입력된 30m로 하였다.

예를 들어 시작점 시각이 1[sec]이고, 도착점 시각이 2.8[sec]인 차량이 지나갔다면 속도는

$$v = \frac{r}{t_2 - t_1} = \frac{30[m]}{5.08 - 2.93[sec]} = 13.95[m/s] = 50.23[km/h]$$

과 같이 산출할 수 있다.

본 실험에서는 이미 주행속도를 알고 있는 영상 이미지를 3개를 대상으로 실험을 진행하였고 각각의 영상에 사용된 차량의 속도는 각각 50Km/h, 80Km/h, 90Km/h 이다. 여기서 중요한 것은 50Km/h로 사용된 영상 이미지는 프로그램의 초기값을 확인하는 영상으로 사용하였다. 즉, 이미 알고 있는 속도의 영상 이미지를 통하여 검지선의 위치와 실제 도로의 실측거리에 대한 유효성을 확인한 후 다른 속도의 영상내 차량 주행속도를 검출한 것이다. 이와 같은 실험을 통하여 산출된 차량의 속도는 [표 1]과 같다.

[표 1] 실험에 의해 산출된 차량의 주행속도

차량 속도계	시작점 시각	도착점 시각	도착점-시작점	계산된 속도
50[km/h]	2.93[sec]	5.08[sec]	2.15[sec]	50.23[km/h]
80[km/h]	1.6[sec]	2.93[sec]	1.33[sec]	81.20[km/h]
90[km/h]	2.8[sec]	4[sec]	1.2[sec]	90.00[km/h]

시작점과 시각이 각각 다른 것은 주행중인 차량의 검지선 검출 시간이 각각 다르기 때문이며 검지선에 의한 검출영역에 체류한 시간은 양호하

게 계산되었다. 실험결과 50[Km/h], 80[Km/h], 90[Km/h]로 달리는 주행차량에 대한 프로그램에 의한 계산속도는 각각 50.23[Km/h], 81.20[Km/h], 90.00[Km/h] 비교적 양호하게 산출되었다.

4. 결 론

위의 실험에서 알 수 있듯이 2D 이미지의 연속된 프레임의 변화를 SAD를 활용하여 차량의 주행속도를 산출해 낼 수 있음을 확인하였다.

영상을 통하여 입력되는 데이터는 날씨나 도로 주변여건, 카메라의 해상도, 프레임의 속도등에 의하여 결과값에 많은 영향을 받을 수 있는 점이 단점이지만 저가의 간단한 시스템만으로도 많은 응용분야를 만들 수 있다는 장점을 동시에 가지고 있다. 이러한 이유로 SAD를 이용하여 입력되어지는 영상을 그 내용의 흐름에 따라 각각의 프레임마다 다르게 발생되어지는 모션에너지를 어떻게 이용하느냐에 따라 응용할 수 있는 분야는 많을 것이다.

참고문헌

- [1] R.C Gonzalez and R.E Woods, Digital Image Processing 2nd edition, Prentice Hall, New Jersey, 2002.
- [2] 김성호 Surveillance Vision System, 2001
- [3] 문용호 "SAD 정보를 이용한 효율적인 DCT 계산 방식" 한국통신학회 Vol. 28, No. 6, pp.602-607, 2003
- [4] C. Roads and S. Strawn. Foundation of Computer Music, MIT Press, 1985
- [5] 임동혁, 김창룡, 정진완. "히스토그램 비교법을 이용한 영역기반 유사 이미지 검색" 한국정보과학회 학술발표논문집

본 연구는 문화관광부 및 한국문화콘텐츠진흥원의 지역문화산업연구센터(CRC) 지원사업의 연구결과로 수행되었음.