
차량용 블랙박스 영상에서의 실시간 기상정보 검지

강주미 · 이재성

한국교통대학교

Detection of The Real-time Weather Information from a Vehicle Black Box

Ju-mi Kang · Jaesung Lee

Korea National University of Transportation

E-mail : jaesung.lee@ut.ac.kr

요 약

오늘날 교통환경의 고도화는 지능형 교통 시스템(Intelligent Transportation System)과 함께 진행되고 있으며 차량용 블랙박스, 모바일기기 등의 대중화와 함께 안전하고 편리한 서비스를 제공하는데 일조하고 있다. 교통상황은 다양한 원인에 의해 시시각각 변화하며, 특히 갑작스러운 폭우, 우박, 눈길 등과 같이 공공의 힘으로 제어할 수 없는 외부 요인으로 인해 운전자가 이를 대비하지 못하여 큰 사고로 이어지는 경우가 비일비재하다. 이를 방지하기 위해 운전자간 실시간으로 기상정보를 전달하는 시스템이 필요하다. 본 논문은 실시간 기상정보전달을 위한 기상정보 검지알고리즘을 제안한다. 본 알고리즘은 와이퍼의 움직임과 맑은날의 히스토그램 간 Contrast를 이용하여 기상상황을 검지한다. 일반적으로 악천후 상황에서 와이퍼를 사용하게 되며, 눈이나 비 등에 따라 다른 Contrast값을 가지게 된다. 이를 이용해 맑은 상황, 눈이 오는 상황, 눈이 쌓인 상황, 비오는 상황 등을 판단하였다. 우선, 연산량을 줄이기 위해 와이퍼를 검지할 수 있는 최소영역을 ROI(Region Of Interest)로 지정하고, 차량 와이퍼의 밝기를 임계값으로 하는 Thresholding 연산을 통해 와이퍼를 검출하였다. 또한, 맑은 날과 악천후상황의 Value 값을 이용해 Contrast를 구하였으며 이를 통해 각각의 기상상황을 구별하였다. 실험결과 비오는 상황은 약 87%, 눈이 내리는 상황은 약 82% 검지율을 얻을 수 있었다.

ABSTRACT

Today is going with the advancement of intelligent transportation systems and traffic environment and helping to provide safe and convenient service through a mobile device work with the popularization of the vehicle black box. The traffic flow by a variety of causes is constantly changing, it is often unable to prepare the driver, depending on external factors can not be controlled by the power of the public, leading to a major accident. The system needs to pass the real-time weather data in the inter-operator to prevent this. The proposed detection algorithm weather information delivered real-time weather information for this paper. The weather condition is detected by using the contrast between the histogram of the motion of the wiper and the clear day algorithm. In general, the wiper is worked in extreme weather conditions that will have a value different contrast due to rain or snow. Situation was considered clear, snowy conditions, such as using it on a rainy situation. First, designated as ROI (Region Of Interest) of the minimum area that can be detected in order to reduce the amount of calculation for the wiper, the wiper, which was detected through the operation of the threshold Thresholding the brightness of the vehicle wiper. In addition, we distinguish the value of each meteorological situation by using contrast. Results was obtained to 80% for the snow conditions, a rainy situation.

키워드

Image processing, Weather Detection, Contrast, Region of Interest

I. 서론

오늘날 교통환경의 고도화는 지능형 교통 시스템(Intelligent Transportation System)과 함께 진행되고 있으며 차량용 블랙박스, 모바일기기 등의 대중화와 함께 안전하고 편리한 서비스를 제공하는데 일조하고 있다. 교통상황은 다양한 원인에 의해 시시각각 변화하며, 특히 갑작스러운 폭우, 우박, 눈길 등과 같이 공공의 힘으로 제어할 수 없는 외부 요인으로 인해 운전자가 이를 대비하지 못하여 큰 사고로 이어지는 경우가 비일비재하다. 이를 방지하기 위해 운전자간 실시간으로 기상정보를 전달하는 시스템이 필요하다. 본 논문은 실시간 기상정보 전달을 위한 기상정보 검지알고리즘을 제안한다.

II. 알고리즘 개요

본 알고리즘은 와이퍼의 움직임과 맑은날의 히스토그램 간 Contrast를 이용하여 기상상황을 검지한다. 일반적으로 악천후 상황에서 와이퍼를 사용하게 되며, 눈이나 비 등에 따라 다른 Contrast값을 가지게 된다. 이를 이용해 맑은 상황, 눈이 오는 상황, 눈이 쌓인 상황, 비오는 상황 등을 판단하였다. 우선, 연산량을 줄이기 위해 와이퍼를 검지할 수 있는 최소영역을 ROI(Region Of Interest)로 지정하고, 차량 와이퍼의 밝기를 임계값으로 하는 Thresholding 연산을 통해 와이퍼를 검출하였다. 또한, 맑은 날과 악천후상황의 Value값을 이용해 Contrast를 구하였으며 이를 통해 각각의 기상상황을 구별하였다.

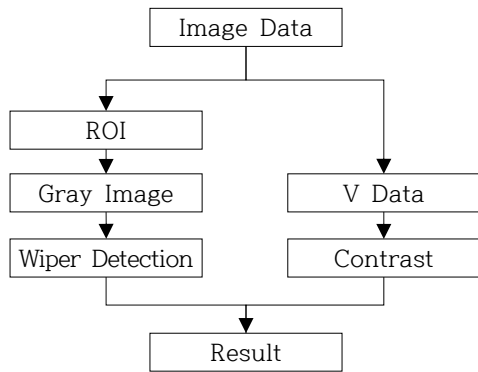


그림 1. 알고리즘 순서도

III. ROI(Region of Interest)

영상에서 관심영역(ROI:Region of Interest)을 설정하여, 함수에 의해 영상에 적용되는 연산의 범위를 제한적으로 한정시킬 수 있다. 본 논문에서 ROI 지정은 불필요한 영역의 연산을 피하고 와이

퍼를 효율적으로 검출하기 위함이다. 차량 블랙박스 위치에 따른 ROI 설정이 필요하며, 와이퍼와 임계값이 비슷한 물체가 검지될 경우 결과값에 오류가 발생할 수 있으므로 ROI의 설정이 중요시된다. 본 논문에서는 ROI를 그림 2와 같이 주행하는 차량의 차선부분 중, 차의 보닛 윗부분 영역만을 설정한다. 이렇게 하면 해당부분만 연산하게 되며 연산량이 줄어들게되는 장점이 있다. 블랙박스는 영상의 도로 부분만 표시한 것이고, 빨간 박스는 주행 차선만을 ROI한 것이다.



그림 2. 관심영역(ROI) 지정

IV. Wiper Detection

차량 와이퍼를 검출하기 위하여 관심영역 부분을 Gray 이미지로 변환한 후, 이진화(Binarization)를 하였다. 이진화란 RGB 값으로 다양하게 분포되어 있는 색상 값을 0 과 1 만의 값으로 표현하는 것이다. 실제적으로는 RGB 컬러 영상을 흑백(Gray) 영상으로 바꾼 뒤 입력 영상 T의 밝기값 r이 주어진 임계값보다 크면 max_value, 그렇지 않으면 0으로 출력 영상 s를 얻는다.

$$s = T(r) = \begin{cases} \max_value & \text{if } r > \text{threshold} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

본 논문에서는 threshold_type을 반전시켜 식 1과 같이 threshold값 초과는 0, 이하는 255값을 가지게 된다. 그림 3은 와이퍼 검출을 위해 이진화한 이미지이다. 임계값이 낮은 와이퍼는 255값으로 표현된다.

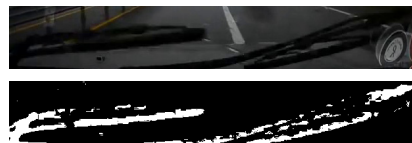


그림 3. 와이퍼 이진화(Binarization)

이진화 과정은 영상에서 비나 눈이 오고 있는 기상상황을 와이퍼 동작으로 판단하기위해 필요하다. 차량의 와이퍼 부분만 나타날 수 있도록 임계값을 부여하면, 와이퍼의 임계값이 비교적 낮기 때문에 다른 사물과 구별되어 검출된다. 다음으로 검출된 와이퍼의 동작 여부를 검지한다. 영상의 각 프레임마다 와이퍼가 동작하지 않을 경우 관

심영역의 픽셀 값 평균은 0.0이지만, 와이퍼가 동작을 하기 시작하면 픽셀값의 평균이 높아진다. 즉, 0.0을 초과하는 픽셀 평균값이 나타나면 와이퍼가 동작하는 것으로 판단하고 비나 눈이 오는 기상상황으로 인지한다. 이 때, 악천후 상황 이외에 와이퍼가 동작하여 오차가 발생할 수 있으므로, 와이퍼가 특정횟수 이상 동작하였을 때부터 기상상황을 인지하도록 한다.

V. Value Data

HSV(HSI) 색 공간은 색을 표현하는 하나의 방법이자, 그 방법에 따라 색을 배치하는 방식이다. 색상(Hue), 채도(Saturation), 명도(Intensity, Value)의 좌표를 써서 특정한 색을 지정한다. HSV는 인간의 시각 시스템과 유사한 Color Model이며, 인간은 128 개의 색상과, 130 개의 채도, 23 가지의 명도를 구별할 수 있다. 영상처리에서 HSV 모델을 사용할 때, H, S, V 각각을 0 ~ 255 사이의 값으로 표현된다. H 값은 색의 종류를 나타내기 때문에 크기는 의미가 없으며 단순한 인덱스(index)를 나타낸다. S 값은 0이면 무채색, 255면 가장 선명한 색임을 나타낸다. V 값은 작을수록 어둡고 클수록 밝은 색임을 나타낸다. HSV는 영상의 명도만을 연산하는 히스토그램의 연산, 명도 변환, 회선과 같은 영상처리의 경우에서 컬러의 영상을 HSV 로 분해하여 V만 가지고 영상을 처리하게 된다. 본 논문에서는 영상의 Contrast 평균값을 얻기 위해 V data만을 사용하였다. 명도값 V는 흰색을 100%, 검정을 0%로 하였을 때 밝기의 정도를 나타낸다. 밝기 값을 이용하는 것은 Value 이미지 이외에 Gray 이미지도 사용될 수 있는데, Gray 이미지와 Value 이미지를 사용하여 각각의 Contrast 평균을 비교해본 결과, 밝기값을 이용한다는 같은 성질 때문에 거의 유사한 결과값을 가졌다. 단지 Gray 이미지에 비해 Value 이미지가 좀 더 밝게 표현되었다. 그림 4는 원본 영상의 RGB 이미지, Value 이미지, Gray 이미지이다.



그림 4. RGB이미지, Value이미지, Gray이미지

VI. Contrast

현재 기상상황이 눈인지 비인지를 구별하기 위한 수단으로 Contrast 평균을 비교한다. Contrast 평균은 Value값을 이용하여 구하였다. 일반적으로 Contrast란 주어진 영상의 명암도의 최대와 최소

값을 이용해 수식 2과 같이 계산한 결과를 말하는데 우리의 지각 작용은 수식이 의미하는 순수한 광도의 강도(절대 강도)에 민감하기 보다는 광도의 대비(상대 강도)에 더 민감하다. 여기서, I_{max} 는 영상내의 최대 명암값을, I_{min} 은 최소 명암값을 나타낸다.

$$Contrast = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}} \quad (2)$$

사람의 명암 관측은 주변 명암의 정도에 영향을 받아 변화하기 때문에 그림 5와 같이 중앙에 놓여 있는 회색의 작은 블록은 바탕이 밝을 경우가 어두운 바탕에 있는 경우보다 어둡게 느껴진다. 사실 그림의 작은 세 개의 블록은 모두 같은 그레이 값을 갖고 있다.[2]

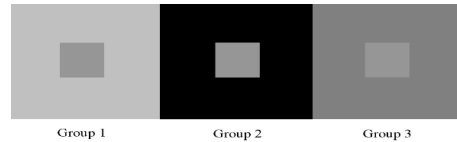


그림 5. 명암 관측

이런 특징을 이용하여 영상으로부터 날ഴ 정보를 얻기 위한 가장 기본적인 방법으로 Contrast 비교법이 사용된다.[3] Contrast 평균을 계산하는 과정에서 평균의 재귀식을 사용한다. 재귀식은 이전 결과를 재사용하기 때문에 계산 효율이 좋다. 데이터가 커질수록 계산량의 차이가 극명하게 드러나기 때문에 재귀식이 유리하다. 데이터를 모두 모아서 한꺼번에 계산하는 배치방식을 사용할 경우에 데이터 하나가 추가될 때마다 모든 데이터를 다시 더해서 나누어야하는 번거로움이 생긴다. 블랙박스 영상에서 매 프레임마다 Contrast 평균을 나타내어야 하는데, 새로운 픽셀값이 추가될 때마다 다시 모두 더하고 나누는 작업은 실질적으로 시간이 많이 소요되고 비효율적이다. 본 논문에서는 식 3과같은 재귀식으로 Contrast 평균을 구했으며, $\overline{x_{k-1}}$ 는 직전평균값, k 는 데이터 개수, x_k 는 추가된 데이터를 의미한다.[4]

$$\begin{aligned} \overline{x_k} &= \frac{k-1}{k} \overline{x_{k-1}} + \frac{1}{k} x_k \\ \alpha &\equiv \frac{k-1}{k} = 1 - \frac{1}{k}, \quad \frac{1}{k} = 1 - \alpha \quad (3) \\ \therefore \overline{x_k} &= \alpha \overline{x_{k-1}} + (1 - \alpha) x_k \end{aligned}$$

Contrast 평균값은 영상의 화질에 따라 차이가 있을 수 있으므로 서로 다른 블랙박스 영상을 사용하여 실험해 보았다. 표 1, 2는 눈, 비 상황에 따른 검지결과와 Contrast 평균을 나타낸 것이며,

그림 6은 기상 상황에 따른 Contrast 평균분포를 나타낸 것이다.

표 1. 눈 오는 상황 검지

블랙박스 종류	contrast 평균값의 범위	상황	검지
아이나비 H700 PLUS 2CH (3)	(1)0.23~0.27 (2)0.21~0.28 (3)0.25~0.35	눈	○
PANORAMA FULL HD 1080p	0.2~0.3	눈	○
PSDBX-HD 1000 (2)	(1)0.2~0.3 (2)0.2~0.3	눈	○
아이나비 메이트FXD 700 마하	0.2~0.3	눈	○
아이로드 IONE-700G (2)	(1)0.15~0.2 (2)0.17~0.23	눈	x
파인뷰 CR-300HD	0.25~0.27	눈	○

표 2. 비 오는 상황 검지

블랙박스 종류	contrast 평균값의 범위	상황	검지
IT13 100HD SP (2)	(1)0.1~0.15 (2)0.1~0.15	비	○
루카스 LK-9500 DUO (3)	(1)0.1~0.15 (2)0.13~0.15 (3)0.1~0.15	비	○
아이작 IF-520 LD (2)	(1)0.15~0.25 (2)0.15~0.2	비	x
블랙뷰 550GW HD	0.1~0.2	비	○
아톰 FH7000 (2)	(1)0.15~0.2 (2)0.15~0.2	비	○

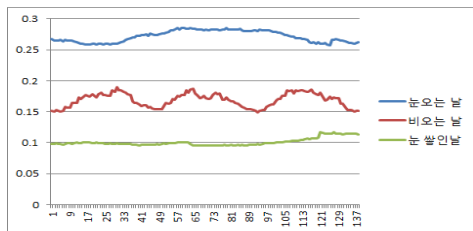


그림 6. 기상상황별 Contrast 평균 분포

영상마다 화질이 다르므로 Contrast 오차가 발생할 수 있으나 일반적인 블랙박스영상을 여러개 비교해 보았을 때, 맑은날과 비오는날은 Contrast 평균이 눈이 오는 상황과 비교해 보았을 때 상대적으로 낮다. 맑은날과 비오는날의 구별은 와이퍼의 동작여부로 판단한다. 눈이 도로에 많이 쌓여 있는 경우 Contrast 평균이 가장 낮은 분포를 보인다.

VII. 결 론

ROI(Region of Interest)의 설정으로 영역을 최소화

화하여 영역 내에서만 이미지 처리를 함으로써 연산량과 속도를 줄일 수 있다. 또한, wiper detection 과정을 통하여 현재의 기상상황이 예측 가능하며, 기상상황의 구별을 위하여 Contrast 평균을 사용함으로써 실시간으로 기상상황을 검지할 수 있다. 일반적으로 맑은 날과 비오는 날은 Contrast 평균이 눈이 내리는 날에 비해 낮았다. 대개 0.1~0.25의 분포를 보이며, 여러개의 영상의 평균을 냈을 때, 0.15~0.2사이의 값을 갖는다. 또한, 눈이 오는 날은 0.2이상의 Contrast 평균값을 가지며, 여러 눈 오는 날의 Contrast 평균값의 평균을 계산한 결과, 0.2~0.3사이의 값을 가졌다. 도로 위 눈이 많이 쌓여있는 경우는 Contrast가 크지 않기 때문에 Contrast 평균값이 다른 경우에 비해 가장 낮은 0.1미만의 분포를 가진다. 실험결과 비 오는 상황은 약 87%, 눈이 내리는 상황은 약 82% 검지율을 얻을 수 있었다. 교통환경에서 악천후로 인한 사고가 빈번함에도 불구하고, 아직까지 기상 검지를 위해 구현된 알고리즘이 미흡하다. 본 논문에서는 기상상황 구별을 위하여 Contrast 평균을 비교하였지만, 이 경우 영상의 화질에 따라 결과가 변화할 수 있다. 따라서 이점을 개선할 수 있는 연구가 진행 되어야 한다.

* 이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2012R1A1A1038515)

참고문헌

- [1] Kumar, Tarun, and Karun Verma, "A Theory Based on Conversion of RGB image to Gray image", International Journal of Computer Applications, vol. 7, no. 2, pp. 7-10, Sep. 2010.
- [2] 이재성, "교통 영상처리의 기초", 동화기술, pp. 19-22, Mar. 2013.
- [3] C. Busch, E. Debes, "Wavelet Transform for Analyzing Fog Visibility", IEEE Intelligent Systems & their applications, Vision-based driving assistance, vol. 13, no. 6, pp. 66-71, Nov/Dec. 1998.
- [4] 김성필, "MATLAB 활용 칼만필터의 이해", A-JIN, pp. 3-6, 2010