

영상정보분석을 이용한 CCTV영상기반 날씨정보 감지시스템 개발

Detection of Road Weather Condition using CCTV Visible Images Analysis

민준영, 허병도, 남궁성, 이인정

(상지영서대학, 교수), (상지영서대학, 겸임교수), (도로교통기술원, 수석연구원), (호서대학교, 교수)

Key Words : CCTV, VDS, Weather Condition, Reflection, Gray-scale, HSL

목 차

- | | |
|-----------------------|-------------------------------|
| I. 서론 | III. CCTV영상기반 날씨감지 및 현장시험 |
| II. 기존 연구 | 1. 기본 개념(Basic idea) |
| 1. 명암대비 적용 | 2. 현장시험(Experimental results) |
| 2. 히스토그램 비교 | IV. 결론 |
| 3. 반사율(reflection) 적용 | 참고문헌 |

I. 서론

현재 국내 CCTV카메라는 전국 고속도로에 800여 대, 서울시는 255대(2005년 51개소 추가설치)가 설치되어 있으며, 전국 15개 교통정보센터에서 관리하는 CCTV 관리 대수는 총 446대에 달한다.[1]

이와 같이 CCTV카메라는 광범위한 지역의 교통상황을 파악할 수 있다는 장점이 있고, 이를 위해 막대한 인프라 구축비용이 투자됨에도 불구하고, CCTV 시스템 자체 내에 정보수집 및 분석 기능을 갖추고 있지 않기 때문에 현장운영자가 순간 교통정보 파악에만 활용될 뿐 그 이외의 유용한 정보를 수집하지 못하는 실정이다.

CCTV영상정보의 다양한 활용을 위해 CCTV를 이용한 교통정보 수집기술이 「2000년도 지능형교통시스템(ITS) 연구·개발 사업(건설교통부)」을 통해 국내에서 연구되어졌고[2], 미국 버지니아 대학에서는 CCTV 영상과 VDS시스템을 이용하여 교통정보를 실시간으로 표시시켜주는 기술[3,4]을 개발하였다. 최근에는 CCTV영상으로 유도자동감지, 날씨감지 등 그 활용범위를 넓히는 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 논문은 CCTV영상 기반의 날씨감지 알고리즘을 제안한다. 본 논문의 특징으로는 기존의 영상 색상분포만으로 날씨감지를 했던 방식에서 gray값의 평균값과

HSL변환 후 Hue값의 분포를 분석하여 날씨감지를 함으로써 정확도를 높일 수 있다. 또한 기존의 연구는 북부지역은 눈, 습한 지역은 안개만의 지역 특성을 고려한 하나의 날씨감지만을 연구하였으나, 본 연구는 맑음, 비, 눈, 안개의 네가지 경우 모두를 감지함으로써 급격한 날씨변화를 별도의 장비 없이 CCTV영상만으로 감지할 수 있는 알고리즘을 제안한다. 그 방법으로 CCTV영상분석을 통하여 도로의 국지적인 날씨정보를 자동 감지하는 알고리즘으로, 개별 CCTV 영상에서 날씨정보 특징을 가장 잘 표현하는 영역을 찾고, 이 영역 내에서 날씨에 따른 각 픽셀정보의 분포 및 이전 프레임과 현재프레임과의 변화량을 분석하여 기상상태를 감지하는 알고리즘을 제안한다. 영상실험은 고속도로 북수원IC지점을 선정하여 기존 운영하는 CCTV에서 영상을 받아 분석한다.

II. 기존 연구

본 연구는 한국도로공사 도로교통기술원에서 수행중인 "다기능 CCTV 영상 교통정보분석시스템 개발(2006~2007)의 성과로서 교통이력자료관리시스템(OASIS)의 고속도로 CCTV 영상자료 지원을 받아 수행되었음.

1. 명암대비 적용

영상에서 날씨정보를 얻기 위해서 일반적으로 이용하는 알고리즘이 영상의 contrast를 비교하는 방법으로 특히, 안개 또는 눈이 오는 날씨 감지 알고리즘을 적용할 경우 유용하게 이용된다[5].

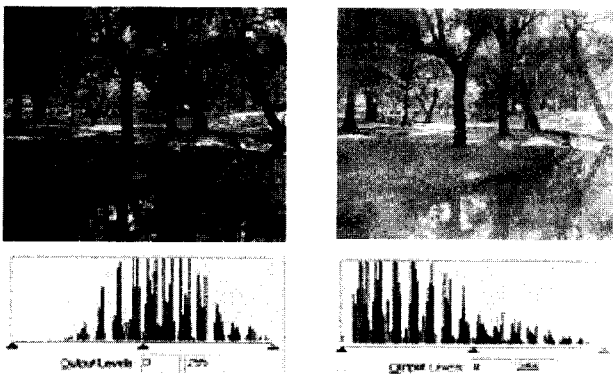
영상의 contrast를 구하는 방법으로 다음 식을 이용한다.

$$Contrast = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}}$$

여기서, I_{max} 는 block내의 영상 명암값의 최대값이고, I_{min} 은 최소값을 의미한다. 실제 실험에서 눈이 오는 경우 contrast 값이 10% 이상 차이가 나기 때문에 쉽게 판단할 수가 있었으나 비가 오는 영상은 contrast 값이 큰 차이를 보이지 않는다.

2. 히스토그램 비교

안개가 약간 끼었거나 날씨가 흐린 날에는 명암대조나 색상대조에 큰 변화를 보이지 않는다. 그러나 전체영상의 히스토그램을 찾아보면 차이를 보이는 것을 알 수 있다. 다음그림은 두 영상과 히스토그램을 나타낸 것이다.

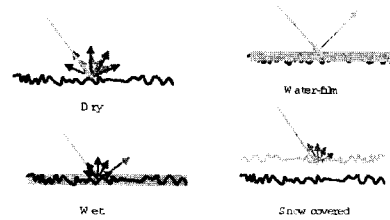


(그림 1) 영상과 히스토그램

이 경우의 판단을 위한 계산은 기상예보를 참고하게 되는데 예보전의 평소영상을 확보하여 판단의 대조영상으로 삼는다. 두 영상의 Skewness를 비교하면 확연한 차이를 보이게 된다.

3. 반사율(Reflection) 적용

CCTV영상을 도로에 반사되는 빛을 감지하는 방법으로 (그림 2)와 같이 각각의 경우 도로의 반사율이 dry, wet, water-film, snow-covered의 네가지 경우에 따라 다르다는 것에 착안하여 NIR(neutral interface reflection)알고리즘을 제안하였다[6].



(그림 2) Light Reflection according to Road Surface Conditions (gray arrows are the color of the incoming light and the dark arrows are the color of the object)

각 날씨조건에 따른 도로반사율은 <표 1>과 같다.

<표 1>Reflection Composition According to Road Surface Conditions

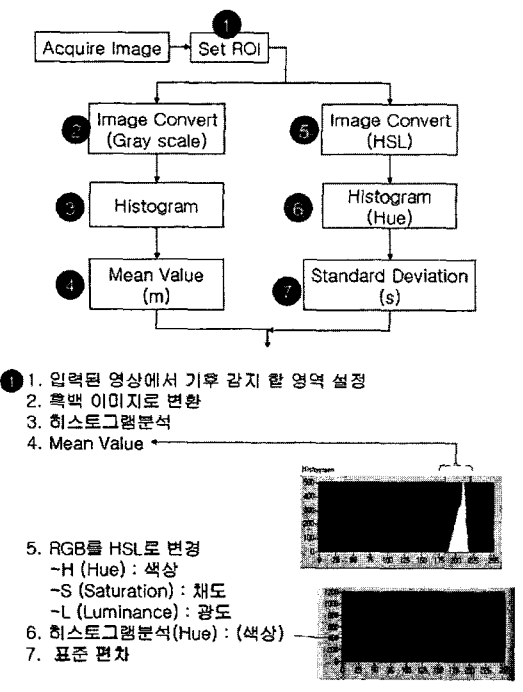
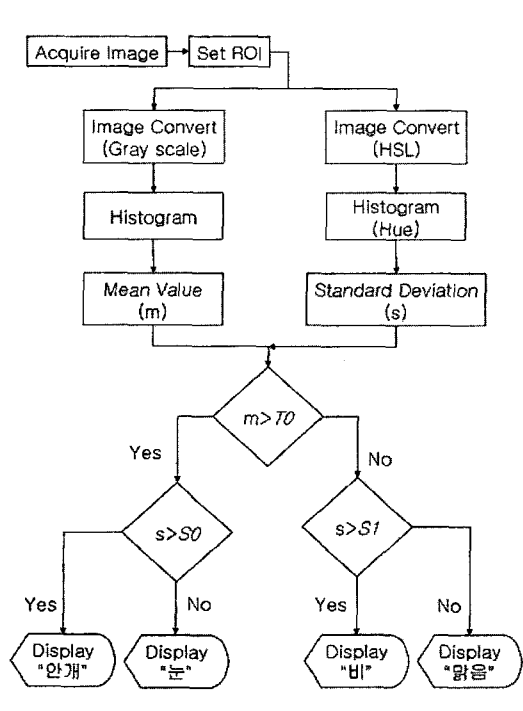
Color	Source Color		Object Color
	specular interface reflection	diffuse interface reflection	
Reflection component			body reflection
Reflection properties	Narrow spectrum	Wide spectrum	Wide spectrum
Reflection strength	Strong	Intermediate	Weak
Dry		Small	Big
Wet	Small		Small
Water-film	Big	Small	
Snow-covered		Big	

III. CCTV영상기반 날씨감지 및 현장시험

1. 기본개념(Basic Idea)

본 논문에서 날씨감지를 판별하기 위해 gray scale과 Hue변수를 고려하였다. 날씨의 네가지 경우 중 눈, 안개는 gray scale값이 상대적으로 흰색에 가깝고, 비, 맑음 날씨는 이 보다 어두운 경향이 있으며, 이를 결정하는 임계값(threshold)는 정해진 지점마다 다르기 때문에 경험적(heuristic)으로 결정할 수 있다. 또한 영상을 HSL로 변환하여 이 중 H(색상,Hue)값의 표준편차를 구하여 눈, 안개, 비, 맑음을 구별한다. 알고리즘은 (그

림 3)과 같다.

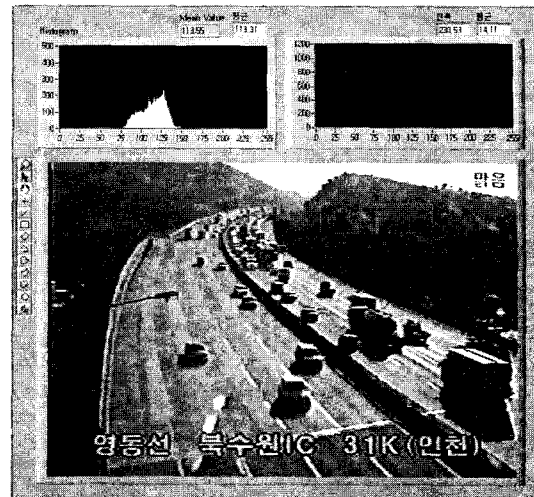


(그림 3) Weather discrimination using gray-scale and Hue factor

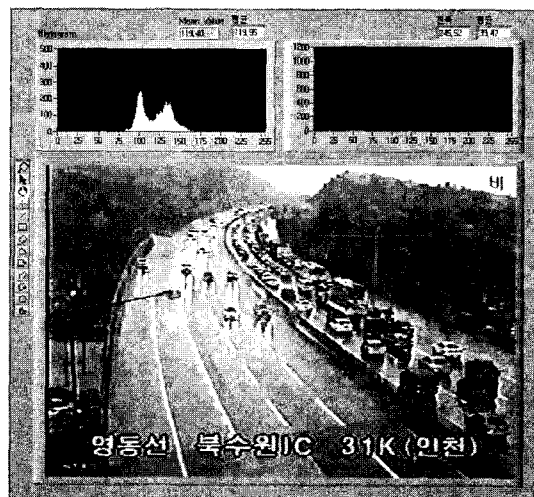
2. 현장시험(Experimental results)

본 알고리즘을 적용하기 위하여 한국도로공사 도로교통기술원 OASIS에서 북수원IC 지점에서 눈, 비, 안개, 맑음 네가지 경우 날씨영상을 녹화하여 실험하였다. 실험은 각 경우의 날씨를 녹화한 다음 이를 경우별로 다시 편집하여 본 알고리즘을 적용하였으

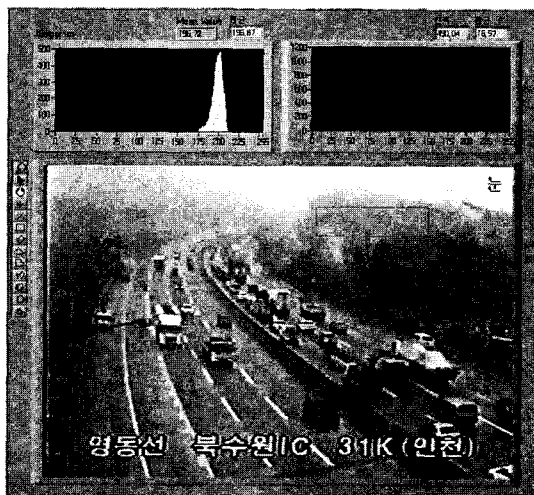
며, 그 결과에 오류가 있는지 확인하는 방법으로 실험하였다. 실험결과 각 경우별로 날씨 판별이 이루어졌으며, 결과는 (그림 4)와 같다.



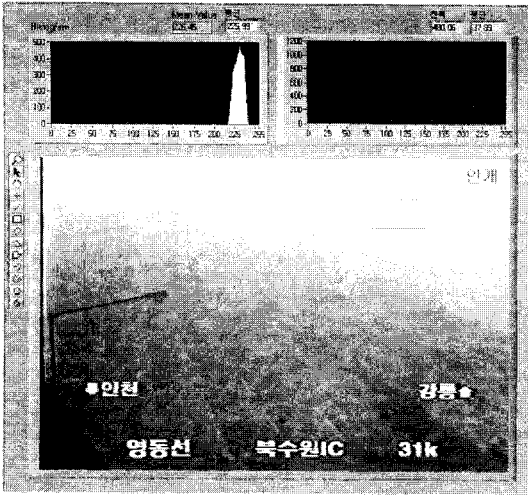
(a) 맑음



(b) 비



(c) 눈



(d) 안개

(그림 4) 날씨감지 현장시험(복수원IC)

1998.11.

6. T. Kikuchi, K.Kiyasu, "Application of Road Surface Sensors using Visible Images to Road Management," 10th World Congress on ITS, Madrid, Spain, 2003

IV. 결론

본 논문은 CCTV영상 활용이 기존 운영자의 육안감시시스템에서 교통정보수집, 날씨감지로 그 활용도를 넓히기 위한 방법으로 날씨감지 알고리즘을 제안하였다. 본 논문의 특징으로는 고속도로에서 발생할 수 있는 대표적인 날씨를 감지함으로써, 우리나라와 같이 사계절 날씨변화가 빈번한 경우 CCTV영상으로 자동 감지하여 날씨로 인한 사고방지도 기여할 수 있다는 장점이 있다.

향후 과제로는 각 지점별로 최적의 임계값을 경험적으로 찾아야 하고, 또한 현재까지 gray-scale과 Hue factor, 두가지 요소로만으로 감지하였던 것을 다양한 변수를 고려하여 정확한 날씨감지가 될 수 있도록 하는 것이다.

참고문헌

1. 2003년도 교통안전연차보고서, 건설교통부
2. (주)비츠로시스, 한국도로공사, 상지영서대학, 호서대학교, 상명대학교, "2000년도 지능형교통시스템(ITS) 연구·개발사업 최종보고서(CCTV를 이용한 교통정보수집기술 개발)", 2001. 11. 10.
3. Pack, M.L., "Automatic Camera Repositioning Techniques for Integrating CCTV Traffic Surveillance Systems With Video Image Vehicle Detection Systems", *Masters Thesis in Engineering*, University of Virginia, Charlottesville, VA, 2002.
4. S. Namkoong, H. Tanikella, B. Smith, "Design and Field Evaluation of a System Integrating CCTV Surveillance with Video Image Vehicle Detection Systems (VIVDS)", Paper submitted for presentation at the 2005 Annual Meeting of the Transportation Research Board and publication in the *Transportation Research Record*. 2004. 7.
5. Busch C., Debes E., "Wavelet Transform for Analyzing Fog Visibility", *IEEE Intelligent Systems*,