

# 이중결정트리를 이용한 CCTV영상에서의 도로 날씨정보검출알고리즘 개발

박 병 율\* · 남 공 성\*\* · 임 종 태\*\*\*

## 요 약

본 논문에서는 도로 상에 설치된 CCTV의 영상정보에서 날씨정보를 검출하기 위한 방법으로 도로날씨정보 검출알고리즘을 제안한다. 도로 상의 CCTV 영상정보에서 날씨정보를 얻는 방법으로 맑은 날의 영상에서 RGB 평균값을 얻고 이를 기준으로 흐린 날 혹은 비 오는 날, 눈 오는 날, 안개 낀 날 등의 영상을 구분한다.

본 논문에서 제안하는 도로날씨정보 검출알고리즘은 많은 시간비용과 공간비용이 소모되는 날씨 데이터베이스를 활용하는 기존의 기법에 비하여, 시간비용과 공간비용이 적게 들기에 시스템을 구축함과 동시에 현장에 적용할 수 있다는 장점이 있다. 또한 본 알고리즘에서는 온,습도 정보와 일자 정보를 이용하여 검출된 날씨 정보를 재검증함으로써 보다 정확한 날씨 정보를 검출할 수 있다.

키워드 : 영상정보, CCTV, 도로날씨정보, 명암도, RGB분포

## Development of the Road Weather Detection Algorithm on CCTV Video Images using Double Decision Trees

Park BeungRaul\* · Namkoong Sung\*\* · Lim JoongTae\*\*\*

### ABSTRACT

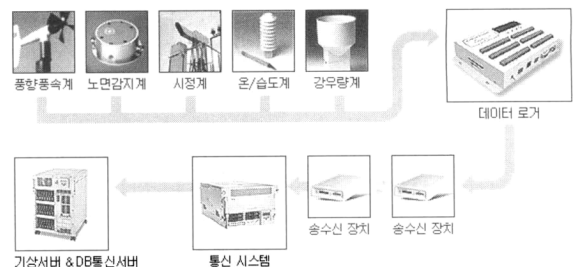
We proposed a detection scheme of weather information in CCTV video images in this paper. The scheme obtains the RGB distribution of shiny day and divide a target image into cloud, rain, snow and fog RGB distributions. shiny day RGB distribution.

Our scheme designed systematically to detection and separation special characteristics of images from complex weather information. Our algorithm has less overhead than the previous methods to use weather database DB at the view of time and space. And our algorithm can be use in real world system with low cost of implementation. Also, our algorithm use informations of temperature, humidity, date, and time to detect the information of weather with high quality.

Key Words : Image Information, CCTV, Road Weather Information, Brightness, RGB Distribution

### 1. 서 론

CCTV 장비는 교통운영관리 분야에서 활용도는 물론 현 장선호도가 매우 높은 장비로 우리나라의 고속도로 상에는 현재 약 1000여대가 설치 운영되고 있다. CCTV카메라 등을 통해 얻어지는 영상을 이용하여 날씨 정보를 검출하는 것은 효율적인 교통운영 면에서 큰 도움을 줄 수 있다. 도로상의 운전자들에게 자신이 가야하는 지역의 도로 상황과 기후를



(그림 1) WAIS 시스템의 일반적인 구성도

\* 본 연구는 한국도로공사 도로교통기술원 2006년 연구사업 중 "다기능 CCTV영상 교통정보분석시스템 개발"연구의 일환으로 한국도로공사 도로교통기술원의 교통이력관리시스템(OASIS:Operations Analysis and Supportive Information System)을 기반으로 수행되었음.

† 준 회 원 : 광주대학교 컴퓨터공학과 박사과정

\*\* 정 회 원 : 한국도로공사 도로교통기술원 수석연구원

\*\*\* 종신회원 : 광주대학교 컴퓨터공학부 부교수

논문접수 : 2007년 3월 20일, 심사완료 : 2007년 8월 7일

미리 알려줌으로 운전자는 앞으로 발생할 수 있는 교통상황에 미리 대비함으로 불안감을 덜고 안전운행을 할 수 있게 된다. 특히 눈 혹은 비, 안개 등의 현재의 기상여건을 알려 줌으로 앞으로의 도로 비상 상황에 미리 대처할 수 있도록

할 수 있다.

도로기후감지 부분의 연구는 맑음, 흐림, 비, 안개, 눈, 아지랑이, 물고임 등을 Image에서 검출하고자 하는 노력에 의해 시작된다[9,10]. 영상조건이 좋지 않은 상황에서 각 기후 특성에 대한 영상을 취득하고 이를 기반으로 현재의 날씨를 찾아가고자 하였다. 현재 미국의 경우, 네바다 주, 캘리포니아주, 아이오와 주 등의 많은 주들이 환경감지센서를 이용한 도로날씨정보시스템을 구축, 인터넷을 통한 도로상의 날씨정보를 제공하고 있다[9,10]. 이런 시스템들은 현재 텍스트 혹은 정지영상 위주로 날씨정보를 제공하고 있으며, 날씨검지방식이 센서에 의한 노면의 온·습도를 감지하고 이 정보를 통해 날씨 정보를 유추하는 방식에 의존하고 있다. 유럽, 캐나다의 경우도 도로날씨정보시스템을 운용하고 있으며, 이웃 일본도 Road Weather Management Version2.0을 사용하여 홋카이도 지방의 사포르도 노면 상태에 의존한 도로들의 기상상태 특히 눈에 대하여 관리하고 있다[11,12,14]. RWM2.0은 겨울철 도로상의 결빙과 눈으로 인한 피해를 줄이기 위한 도로관리시스템으로 CCTV영상을 이용하여 눈의 영상감지하는 방식의 도로관리시스템을 운영하고 있다. 주목할 것은 RWM2.0이 눈의 영상들을 데이터베이스에 입력하고, 이를 기반으로 다양한 눈의 상황에 따라 대처하도록 하는 시스템을 구축하여 운영하고 있다는 것이다. 또한 최근의 연구들을 보면 지능형도로(Smart-Way)시스템에서도 도로상의 결빙방지시스템을 도입하고 있다. 도로결빙방지시스템은 도로상에 온·습도 센서를 설치하고 센서가 노면에서 습기를 감지하고 온도가 영하로 떨어지게 되면 눈이 오는 것으로 간주하여 자동으로 염화칼슘을 뿌리게 하는 방식을 취하고 있다. 이러한 시스템들은 대부분의 주요결정을 도로영상을 이용하기보다 온·습도 센서를 이용하여 날씨정보를 유추하는 환경감지시스템에 의지하고 있다. 또한 도로의 기후를 예측하는 기법을 사용하여 환경정보 등의 데이터를 통해 시스템이 운영된다. 따라서 좀 더 정확한 예측기법과 날씨정보를 검증하는 방법이 추가로 요구된다. 이를 위해 본 논문에서는 도로영상을 이용하는 기후감지시스템의 일환으로 기후감지알고리즘을 제안한다.

RWIS은 운전자들에게 도로상의 날씨를 알려주는 정보서비스의 일환이다. 미국은 각 주별로 RWIS가 잘 구축된 대표적인 예가 된다. 운전자들은 자신이 원하는 지역을 선택하고 구현된 RWIS를 통하여 목적지의 날씨정보를 미리 알아볼 수 있다. Minnesota, Iowa, Nevada, California 등의 여러 주의 홈페이지에서 도로날씨정보시스템의 예를 찾아볼 수 있다[9] [10]. 이 시스템들은 운전자가 원하는 도로상의 지점을 선택하면 해당되는 지점의 날씨관련정보를 보여주는 것으로 날씨정보를 감지하기 위해 환경감지시스템을 사용한다. 환경감지시스템은 도로상에 설치된 온·습도 감지센서를 이용하여 노면이 건조, 습한 정도와 온도 등 기상정보를 수집하고 이를 기초로 현재 도로상의 날씨를 판별하는 시스템이다. 운전자가 현재 자신이 가고자 하는 도로의 영상을 본다면 운전자는 텍스트로 제공되는 정보보다 현실적이고

더 많은 정보를 얻을 수 있다. 이러한 시스템들은 대부분의 서비스가 현재 영상이 아닌 지나간 영상의 캡처 혹은 텍스트 위주의 서비스이다. 눈의 고장인 일본의 사포르도 미국의 Federal Highway Administration(FHWA)을 통하여 Road Weather Management(RWM) Version 2.0으로 도로상의 기후정보를 관리, 서비스하고 있다[14]. 이 시스템은 눈의 영상을 감지하기위해 미리 눈의 영상들을 DB에 저장하고 CCTV를 통해 들어오는 영상과 비교하여 현재 눈이 쌓여있는 것을 감지한다. 또한 도로상의 환경감지센서를 이용하여 눈이 오는 시점을 감지하여 도로환경에 미리 대처함으로써 겨울철 도로관리에 집중하고 있다. 현재 우리나라의 경우, 도로날씨정보서비스는 CCTV 화면을 이용, 운영자의 영상 판독에 의한 도로상의 날씨를 웹 환경을 통해 각 지점별 도로교통상황을 실시간으로 방송하고 있다. 또한 VMS시스템을 이용하여 구간별 날씨를 텍스트로 서비스 하고 있다.

본 연구는 고속도로의 교통상황파악 및 유고상황 확인용으로 사용하던 CCTV카메라 영상을 통해 자동으로 날씨상황을 감지하는 방법을 제안한다. 기존의 날씨감지시스템은 환경 센서를 이용하여 날씨정보를 감지하였으나, 본 연구의 방식은 CCTV영상을 이용하여 날씨정보를 검출한다. 즉 CCTV 영상에서 RGB평균값을 취하여 맑음과 기타의 날씨를 구분하고 CCTV에 장착된 온·습도계의 정보와 시스템의 시간정보를 이용하여 각 날씨별 영상의 특징을 파악하고 이를 이용하여 날씨를 구별하는 알고리즘을 제시한다. 영상에서 날씨조건을 구별하는 방법으로 각 날씨 조건별, 계절별 필요한 영상을 샘플링하고 이를 DB로 구축한 다음 새로운 영상을 비교하는 방법을 사용할 수 있다.

본 논문에서 제안하는 도로날씨정보검출알고리즘(Road Weather Detection Algorithm : 이하 RWDA)을 제안한다. RWDA는 CCTV영상에서 날씨정보를 검출하는 알고리즘으로 복잡한 날씨정보를 체계화하여 영상을 통해 날씨정보를 검출할 수 있도록 설계하였다. 본 논문이 제안하는 알고리즘에서는 특정 영역(Region of Interest : 이하 ROI)을 이용하여 영상의 특징적인 기상상태를 검출하는 방법으로 각 날씨별 영상 데이터베이스를 구축하여 영상을 직접 비교, 검색하는 방법에 비해, 방대한 양의 영상데이터를 저장하기 위한 공간비용이 소모되지 않는다는 장점이 있으며, 영상데이터 구축을 위한 시간 비용이 필요치 않고, 기준 값을 찾아내는 노력만 하면 된다는 장점을 가진다.

RWDA는 현장에 직접 적용하기 위해 개발한 기술로 간단하며 현장 적용성이 뛰어나야 한다. 영상처리기술 중 각 픽셀의 RGB값을 이용하는 방법은 가장 일반적이고 기초가 되는 기술이다. 이 방법은 각 픽셀들의 값을 직접 제어하기 때문에 모든 영상정보를 처리할 수 있다는 장점이 있어 다양한 방면에서 응용되고 있다. RWDA에서도 각 픽셀의 RGB값을 평균하여 비교하는 방법을 사용할 경우, 간단한 로직으로 해결할 수 있으며 굳이 ROI가 정확히 일치하지 않아도 된다는 면에서 현재의 CCTV환경과 일치하는 부분이 많다. 따라서 본 연구에서는 이 기술을 이용하여 RGB값

들의 평균값을 계산하고 이를 날씨별로 샘플링하는 방법을 이용한다[1,2].

## 2. 알고리즘의 연구

영상자료에서 날씨에 관한 정보를 추출하는 방법으로 영상의 각 픽셀의 RGB값을 이용한다. 먼저 입력된 영상에 날씨정보 검출에 적합한 영역을 설정한다. 영역 설정의 기준은 첫째, 지나가는 차량에 의해 RGB값이 변하지 않는 고유한 영역이 적합하며, 두 번째, 근거리 및 원거리를 모두 설정하여 날씨에 따른 영상의 변화를 모두 감지할 수 있도록 하여야 한다. 이는 근거리 영상의 RGB 평균값과 원거리 영상의 RGB 평균값의 변화가 날씨에 따라 차이를 나타내기 때문이다. 날씨 검출의 방법은 다음과 같은 순서에 따른다.

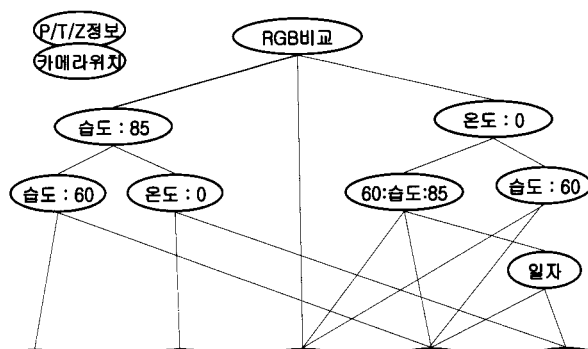
1. 영역별 RGB값의 평균조사하고
2. 기준 값과 비교하여
3. 각 지역별 온·습도 및 일시정보에 따라 날씨 판별한다.

또한 영상에서 날씨정보를 추출하는 것은 영상의 정보와 ROI를 이용한 샘플영상의 분석을 통해 사전에 구축된 정보와 비교를 통하여 이루어진다. ROI는 영상의 날씨정보의 정확한 검출을 위해 다음과 같은 기준으로 설치하는 것이 적당하다.

1. ROI는 항상 근거리와 원거리의 영상 특성을 나타낼 수 있도록 설정한다.
2. 자동차의 통행 및 그림자 등의 이유로 RGB 평균이 변하지 않는 지점을 선택한다.
3. 근거리의 영상은 되도록 도로와 인접하는 지점을 선택한다.

이런 조건으로 ROI를 선택하면 태양의 기울기 및 계절적 요인 외에는 영상의 RGB값에 영향을 주지 않을 수 있다.

안개의 경우를 예로 생각하면 안개는 흐린 날이지만, 맑음의 영상과 비교하여 안개의 농도에 따라 원거리의 영상에서는 희게 나타나고, 근거리의 영상에서는 맑음보다 어둡게 혹은 흰 부분이 많이 나타나게 된다. 따라서 모든 날씨의 영상특성을 정확하게 파악할 수 있도록 샘플영역(ROI)을 선정하고 샘플영역을 통해 설치된 지점의 각 날씨별 영상데이터를 조사한다. 알고리즘에서 사용하는 RGB평균을 사용하는 이유는 각 지점별 혹은 시간별로 RGB값들이 변경되는 것을 감안한 것이다. 본 방법에서는 CCTV의 주시초점이 약간씩 변화되거나 영상이 조금 어긋나는 경우에도 별 무리 없이 날씨정보를 검출할 수 있다. 알고리즘은 먼저, 지정된 ROI영역의 RGB값을 읽고 이를 평균한다. 그리고 판단의 기준을 위해 동일지역, 날씨가 맑음일 때의 영상들의 영상의 RGB값을 조사하여 최소와 최고값의 범위를 찾고, 이를 RGB 평균값에 의한 날씨 판단의 기준으로 삼는다.

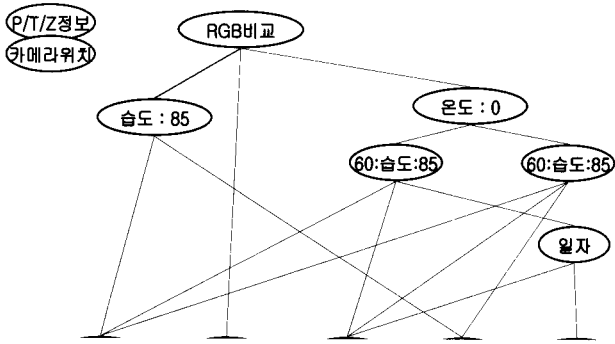


(그림 2) 근거리영상과 날씨정보를 이용한 날씨검출 알고리즘

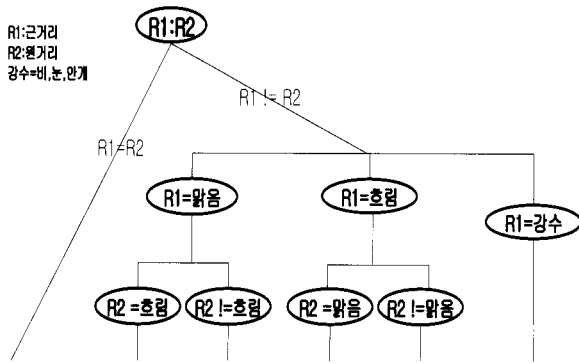
(그림 2)와 같이 선행 작업의 결과로 얻어진 RGB 평균값의 범위는 날씨판단의 기준이 되며, 동일한 조건에서 얻어진 RGB 평균값을 통해 각 영상의 날씨를 추출하는 기준이 된다. 먼저 (그림 2)와 같이 기준으로 설정된 맑음 영상의 정보보다 RGB 평균값이 적게 나타날 경우 근거리 영상에서의 날씨는 흐림 및 비, 안개, 눈 등의 강수조건이 된다. 근거리의 경우 RGB 평균값이 기준보다 작다는 것은 현재 빛의 강도가 약하다는 것을 의미하며, 따라서 흐리거나 강수로 인해 햇빛이 차단되었다는 것을 의미하므로 이와 같은 날씨로 구분할 수 있다. 이때 통계상으로 습도정보를 이용하여 상대 습도가 85% 이상이 되면 현재 혹은 가까운 시기에 강수가 있다는 것을 의미한다. 또한 온도에 따라 강수의 종류가 비, 혹은 눈으로 구분된다. 상대 습도가 85%보다 낮을 경우는 다시 습도가 60%보다 높은가에 따라 흐림과 안개의 상태로 구분된다.

다음으로 RGB 평균값이 맑음 영상보다 높게 나타날 경우, 영상에 흰색이 많이 들어간 경우이므로 짙은 안개 혹은 강설로 판별된다. 이때 온도 정보를 이용하여 온도가 0도보다 높을 경우 눈으로 판별되지 않도록 하며, 습도정보를 이용하여 안개와 맑음으로 구분한다. 맑음으로 구분하는 것은 연기 및 봄철 꽃가루에 의한 영상 정보의 오류를 구분하는 방법이 된다. 또한 0도보다 높을 경우, 습도가 85%보다 높으면 시스템의 일자정보를 이용하여 눈 또는 안개로 구분한다. 우리나라의 경우 11월부터 이듬해 3월 기간 동안 눈이오며, 만약 다른 기간에 이러한 정보가 있는 경우는 안개로 구분함이 옳다. 그러나 온도를 미리 구분하였으므로 안개로 판명하는 것은 거의 발생되지 않는 경우라고 볼 수 있다. 또한 습도가 60% 이하인가에 따라 맑음과 안개로 구분한다.

(그림 3)과 같이 원거리영역은 RGB평균값이 맑음의 영역에 들어간 경우, 일단 날씨를 맑음으로 검출한다. RGB 평균값이 맑음의 경우보다 적을 때는 흐림 혹은 비의 영상으로 간주한다. 이 경우 상대습도가 85% 이상인 경우 비로, 그렇지 않은 경우 흐림으로 판정한다. RGB 평균값이 맑음 영상의 RGB 평균값의 범위보다 클 경우, 안개, 비, 눈으로 판명하나 원거리에서는 대기 중의 먼지의 농도에 따라 시계가 달라지므로 흐림의 경우가 맑음의 기준보다 오히려 크게 나



(그림 3) 원거리영상과 날씨정보를 이용한 날씨검출 알고리즘



(그림 4) 근거리와 원거리 값을 비교한 날씨검출 기법

타날 수도 있다. 비, 안개 등의 경우는 강우 강도가 아주 낮을 경우를 제외하고 실제 측정되는 RGB 평균값은 맑음의 경우보다 원거리의 RGB 평균은 높게 나타난다. 이는 대기 중의 물방울로 인해 빛이 산란되어 시계가 흐려지고 또한 운무 등의 조건으로 원거리 영상의 RGB 평균값이 맑음보다 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 따라서 온도를 측정하여 0도보다 온도가 높은 경우는 습도에 따라 흐림, 안개, 비로 판별하고, 낮은 경우는 흐림과 안개 그리고 일자 정보에 따라 비와 눈으로 구분한다. 이 경우 일자를 기준으로 겨울철(11~3월)이 아닌 경우, 눈은 오지 않을 것으로 판단한다. 이런 자료와 시스템을 통해 날씨 정보를 검출할 경우, 원거리와 근거리의 날씨정보 검출이 서로 동일하지 않은 결과를 가져올 수 있다.

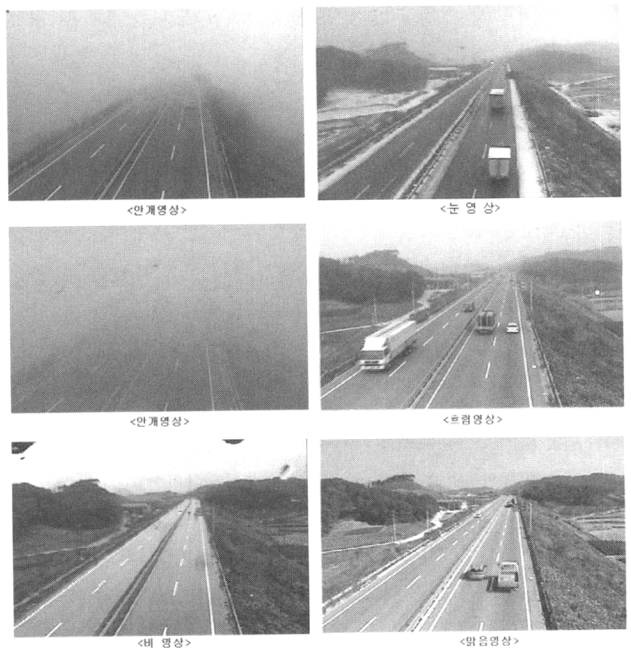
즉 R1은 흐림으로 검출하고 R2에서는 맑음을 검출할 수 있다. 또한 R1에서는 맑음을 검출하였는데, R2에서는 안개 등의 날씨를 검출할 수 있다. 이런 경우 판정은 다음의 규칙을 따라 판정한다.(그림 4 참조)

1. R1 = R2 인 경우는 날씨를 그대로 인정한다.
2. R1 = “맑음”이고 R2 = “흐림”이면 R1을 따른다.
3. R1 = “맑음”이고 R2 = “안개, 비, 눈”이면 R2를 따른다.
4. R1 = “흐림”이고 R2 = “맑음”이면 R1을 따른다.
5. R1 = “흐림”이고 R2 = “안개, 비, 눈”이면 R2를 따른다.
6. R1 = “안개, 비, 눈”이고 R2 = “맑음, 흐림”이면 R1을 따른다.

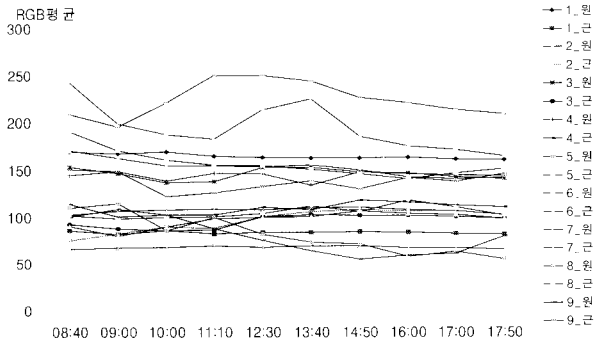
이러한 자동 검지 외에 사용자의 정보 인지가 더 정확한 경우도 있다. 따라서 사용자의 인지를 시스템에 포함하여 시스템이 자신의 정보의 정확도를 학습할 수 있도록 하면 시스템의 정확성을 높일 수 있게 된다. 예를 들어 시스템이 검출한 날씨정보가 맑음일 경우, 시스템의 영상을 이용한 운용자의 판독이 흐림이라고 하자. 이런 경우 운용자는 입력 창을 통해 날씨를 흐림으로 조절할 수 있도록 시스템을 구성한다. 이런 경우 시스템은 근거리의 영상에서 현재 영상의 RGB 평균값이 기준이 되는 값의 최소값보다 클 경우, 기준의 RGB 평균값의 최소값을 현재 검출한 값으로 수정한다. 그러나 그렇지 않을 경우, 근거리의 값은 그대로 두고 원거리의 값을 체크하여 맑음 영상의 판단기준을 변경한다. 원거리의 경우는 최대값 혹은 최소값이 각각의 경우에 따라 변할 수 있다. 이런 방식을 이용하여 사용자의 판단을 시스템에 가미하면 시스템은 판단의 기준이 되는 값을 차츰 정확히 구성하게 되고 날씨 검출의 정확도를 높게 된다.

### 3. 알고리즘 구현 및 평가

날씨정보검출 알고리즘을 구현하고 결과를 알아보기 위해 본 논문은 MS사의 Visual C++ 6.0과 National Instruments 사의 Labview 8.0을 이용하여 시스템을 구현하였다. 시스템은 비슷한 시기의 동일 위치(국도45호선), 동일 주시 각에서 각 날씨 상태에 따라 촬영한 CCTV영상을 이용하였다. (그림 5) 또한 동일한 시기와 시간대의 다른 지역의 영상에 대하여도 비교 분석하였다. 사용된 영상은 모두 5개 지역의 영상으로 각 날씨별로 샘플링하여 사용하였다. 또한 사용된 영상이 모두 컬러영상이지만, RGB의 값들을 평균하여 Gray



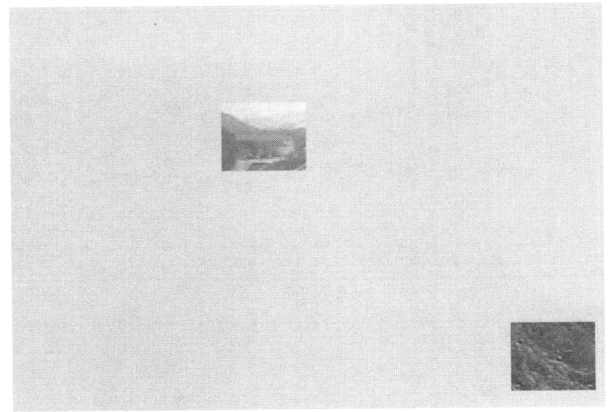
(그림 5) 날씨정보 검출에 사용된 영상의 예



(그림 6) 시간과 날씨에 따른 RGB 평균값의 변화 예

값으로 환산하였으므로 Gray 영상을 사용한 것과 같은 효과를 가지게 되었다. 영상데이터에서 날씨정보를 검출하려면, 먼저 여러 개의 맑은 날의 영상에서 근거리와 원거리의 RGB 평균값을 얻는다. 이 값은 맑음 이외의 모든 종류의 날씨를 판별하는 기준이 된다. 이 기준 값을 이용하여 알고리즘의 단계에서 먼저 맑음과 흐림, 비 및 눈, 안개의 영상으로 구분한다. 이런 방식으로 날씨를 검출할 경우, 일반적인 상황에서의 날씨정보는 거의 100% 실제와 동일한 것을 볼 수 있다. 다만 특수한 상황 즉 경계상황 등의 날씨가 변화되는 경우에는 정확한 날씨의 구분이 어려워 약 70% 정확도를 보였다.

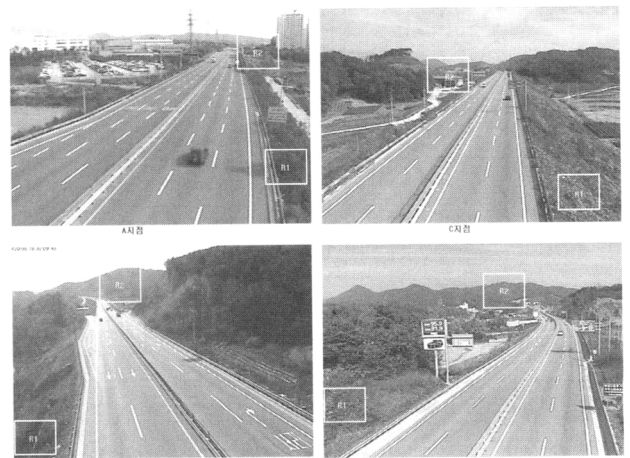
(그림 6)은 날씨별 영상들을 이용하여 얻은 RGB평균값을 도표로 나타낸 것이다. 이 영상들은 비슷한 시기의 동일시간대의 영상으로 날씨별 영상의 특징이 잘 드러나도록 수집되었다. 이 또한 맑음의 영상은 RGB평균값이 원거리 R2가 120~160의 범위 안에 있음을 볼 수 있다. 그러나 흐림 및 비의 영상 또한 120에서 160의 범위 안에 있어 맑음 상태의 영상과 혼동될 수 있다. 그러나 근거리 R1의 영역에 대해 살펴보면 맑음은 100~120의 범위에 들어가고 흐림과 비 및 안개는 그보다 아래에 위치함을 알 수 있다. 비와 흐림의 날씨 간에는 명암도와 RGB 평균값 하나만으로 구별이 쉽지 않은 것으로 나타났다. 그러나 비가 오는 경우의 영상은 날씨 상태에 따른 광조건 및 지면과 구름의 반사 조건, 구름의 높이에 따른 빛의 강도에 따라 달라지며, 공기 중의 먼지의 농도에 의해서도 달라지므로 흐림과 비의 상태의 구분은 이 두 개의 값의 관계를 이용하여 구분할 수도 있다. 그러나 본 연구에서는 RGB값과 온습도정보를 이용하여 비의 영상을 구분한다. 눈의 경우는 눈이 오는 계절과 그렇지 않은 계절로 나뉘어서 구분할 수도 있으며, 안개의 경우는 습도정보와 일자별 시간을 이용하여 구분할 수 있다. 단 안개의 시작은 새벽시간대로 규정할 수 있으나, 끝나는 시간을 규정할 수는 없다. 또한 여기서 사용된 값을 모든 지역의 기준값으로 적용하는 것은 무리가 있다. 이는 각 지역에 따라 빛의 입사량이 다르고 그림자, CCTV의 각과 주시방향이 다르기 때문이다. 또한 주변의 식생에 따라서도 그 기준이 크게 바뀌는 것을 실험을 통해 알 수 있다. 따라서 기준 값은 측정 지역에 따라 다르게 설정하여야 한다.



(그림 7) 날씨정보검출을 위한 ROI의 예

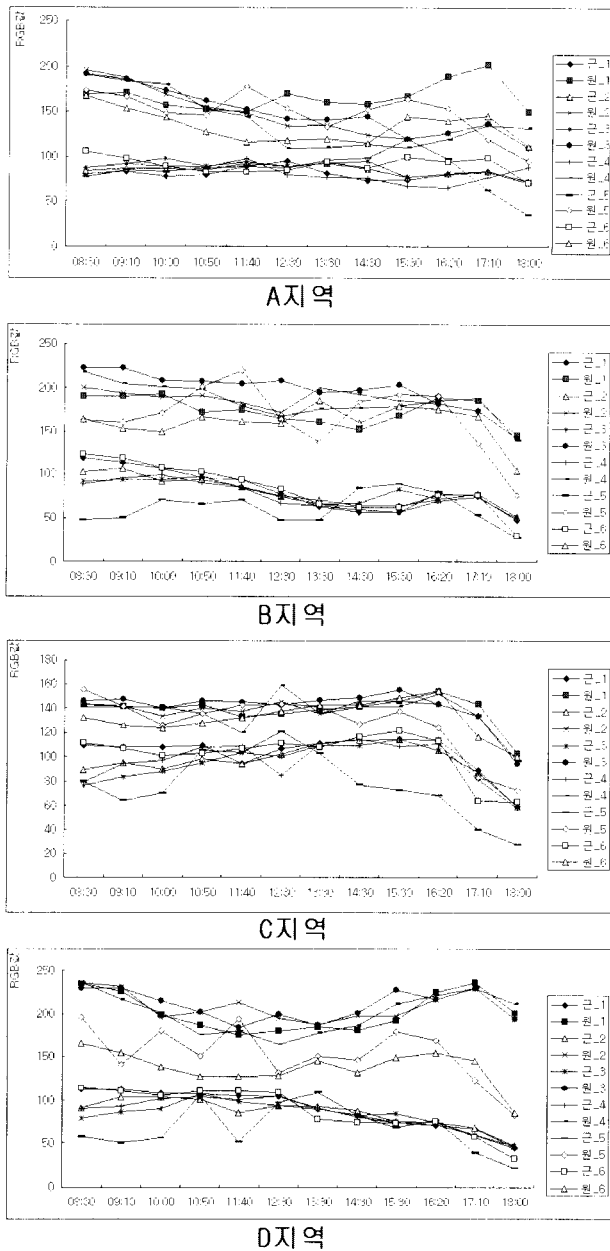


(그림 8) 영상을 이용한 날씨정보표출의 예



(그림 9) 각 지점의 영상샘플과 ROI설정의 예

(그림 6)에서 나타난 그래프는 각 영상의 RGB 평균값의 예이며 (그림 7)은 영상에서의 ROI의 한 예이다. RGB값은 차량의 흐름에 따라 변화할 수 있으므로 ROI의 선택기준을 지켜 차량의 흐름과는 상관이 없는 지역을 ROI로 택하였다. 또한 R1은 근거리로 R2는 원거리로 ROI를 정하여 거리에 따른 영상의 특징이 날씨정보 판별에 반영되도록 하였다. 이를 통하여 각 영상의 날씨정보를 검출한 예로서 (그림 6)



(그림 10) 각 지역에서의 RGB 평균값 추출

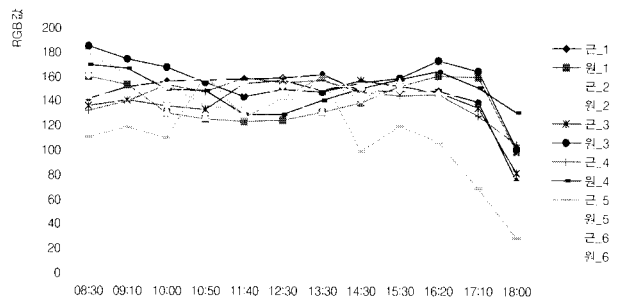
의 그래프가 표출되었다. 영상에 날씨정보를 표출함으로써 사용자는 영상을 통하여 날씨를 분별할 수 있으며, 도출되지 못한 다른 정보들도 함께 판단할 수 있게 된다. 이와 같이 영상에서 날씨정보를 도출하기 위해 다른 지점의 정보와 다른 시기의 정보를 이용하여 비교 분석하여 보았다.

(그림 9)는 사용된 영상의 각 지점의 맑음 영상의 샘플이며, 각 지점에서 사용된 영상들의 최종 분석 결과는 (그림 10)의 그래프에 나타나 있다. 여기서 근과 원은 근거리영상, 원거리영상을 각각 의미하며 뒤의 1에서 6은 제1일에서 제 6일을 의미한다. 또한 X축은 측정시간의 인덱스 값이고, Y축은 측정된 RGB값이다.

이 그림을 이용하여 각 영상에 나타난 날씨정보를 비교하면, 근거리에서 맑음과 안개의 영상 사이에 RGB 평균값들



(그림 11) 잘못된 ROI설정예



(그림 12) 잘못된 ROI로 추출된 RGB 평균값의 그래프

이 약간의 차이를 두며, 맑음 영상의 값이 안개, 흐림 등의 값보다 크게 나타남을 볼 수 있다. 다만 안개가 질을 경우에는 예외 현상을 보일 수 있다. 원거리의 경우에는 RGB 평균값은 맑음의 경우에는 오히려 작게 나타나고 안개의 경우에는 크게 나타난다. 이는 안개와 맑음의 구별을 가능하게 한다. 원거리 영상의 값이 차이가 크지 않고 근거리 영상의 값이 맑음보다 작을 경우는 흐림으로 간주된다. 또한 비의 영상인 5일의 경우, 비의 강도가 약한 지역은 큰 차이를 보이지 않으나, 어느 정도 이상의 지역에서는 RGB평균값에 차이를 나타내어 구별할 수 있게 하였다. 이러한 영상은 비와 단순한 흐림을 구별할 수 있게 하며, CCTV영상과 지역의 온도 정보를 실시간 연결하여 날씨정보검지에 사용하면 더욱 정확한 정보를 얻을 수 있다.

비가 온 후 아주 맑게 개인날인 6일의 경우 다른 날에 비해 원거리 영상의 값이 작게 나타나 맑음의 기준을 잡기가 쉬웠다. 특히 (그림 10)의 B,D영상의 그래프에는 각 날씨별 RGB값의 변화가 확연히 드러나는 것을 알 수 있다. 이는 (그림 9)에서 알 수 있듯이 근거리와 원거리의 영상이 확실히 구별되는 것을 통해 알 수 있다. (그림 10)의 A,C영상은 날씨의 구별이 비교적 확실하나 주변 환경과 카메라의 설치 방향 등으로 인해 저녁 시간대에는 햇빛의 입사로 RGB 값의 구분으로 날씨의 구분이 쉽지 않았다.

(그림 11)는 선정된 ROI간의 영역이 너무 가까워 -즉 세로 방향으로 거리가 너무 가까워 근거리 영상과 원거리 영

상의 특성을 제대로 나타내지 못하고 있다. 따라서 ROI의 선정은 근거리와 원거리 영상의 특성을 정확히 나타낼 수 있는 지점을 선택하는 것이 바람직하며, 정확한 정보의 검출을 위해 경우에 따라 CCTV의 주시 각을 변경할 필요도 있다. 이를 위한 ROI를 선정할 때는 앞에서 설명한 세 가지 규칙을 준수하여 설정하여야 제대로 된 구분 값을 구할 수 있다.

#### 4. 결 론

본 논문에서는 시스템을 이용한 도로상의 국지적인 날씨를 판별할 수 있도록 알고리즘을 제시하였다. 도로 상의 CCTV 영상에서 기상정보를 감지하기 위해 RGB평균값을 이용하여 맑은 날과 흐린 날 등의 영상을 구분하였으며, 추가적으로 온·습도 정보와 일시 정보를 이용하여 흐림, 비, 안개 및 강설을 구분하였다. 또한 이러한 날씨별 영상의 특징을 구별하기 위해 ROI를 사용하였으며 ROI를 설정하는 기준도 마련하였다. 이런 것들을 종합적으로 구성하여 보다 정확한 도로상의 날씨를 검출할 수 있도록 하였다.

물론 기상상태를 눈으로 본다면 정확한 판별을 할 수 있을 것이나, 시스템을 통한 판별은 사람이 판별하는 것보다 좀 더 빠르게 판별하고 운전자에게 신속한 정보제공을 할 수 있다는 장점을 갖는다. 운전자는 서비스된 날씨정보를 이용하여 자신이 가고자하는 장소의 날씨를 미리 알고 노면 상태를 짐작할 수 있으며, 감속 혹은 가속을 결정하여 도로의 소통과 사고 예방에 많은 도움을 줄 것이다. 앞으로 계속적인 연구를 통하여 본 연구의 알고리즘에 학습기능을 첨가하여 사용자의 영상을 통한 날씨 판단 정보를 학습할 수 있도록 할 예정이다. 이처럼 앞으로 도로 날씨정보검출 알고리즘에 인공지능적인 요소가 가미되어진다면, 더욱 높은 효율성과 날씨정보 검출의 정확성을 가지게 되어 보다 완성된 시스템으로 발전할 수 있을 것을 기대한다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 이분호, 염재훈, "C언어를 이용한 영상신호처리", 대영사, 1998.
- [2] 장동혁, "디지털 영상처리의 구현", PC 어드밴스, 1999.
- [3] Gregory A. Baxes, "Digital Image Processing", John Wiley & Sons, 1994.
- [4] Randy Crane, "A Simplified approach to Image Processing", Prentice-Hall, 1997.
- [5] 양금석, 양승민, "PTZ 제어에 의한 이중 차영상 기반의 움직임 추적 시스템의 설계 및 구현", 한국정처리학회 논문지, 제12-B권, 제3호, pp. 301-302, 2005.6.
- [6] 오세경, 이기원, "수학적 모폴로지의 경계치 변화에 의한 도시환경 지형지물 추출 및 분리응용", GIS/LBS2004 학술대회, pp. 139-143, 2004.12

- [7] C.Busch, E. Debes, "Wavelet Transform for Analyzing Fog Visibility", IEEE, pp. 66-71, 1998.11.
- [8] E.A. DeYoe, D.D. Van Essen, "Concurrent Processing Streams in Monkey Visual Cortex," Trends in Neuro Sciences, Vol.11, pp. 219-226, 1988.
- [9] S.G. Narasimhan, S.K.Nayar, "Chromatic Framework for Vision in Bad Weather", IEEE CVPR, Vol.1, pp. 598-605, Jun, 2000.
- [10] S.G. Narasimhan, S.K.Nayar, "Vision in Bad Weather", IEEE ICCV, Vol.2, pp. 820-827, 1999.
- [11] H. Kido, H.Masaoka, Y.Ota, "Management of Roads in Winter using CCTV Camera", Facilities Planning Sec. City of Sapporo, [http://ops.fhwa.dot.gov/weather/best\\_practices/JapanWinterMgmtCCTV.pdf](http://ops.fhwa.dot.gov/weather/best_practices/JapanWinterMgmtCCTV.pdf)
- [12] P.Joe, D.Burgess, R.Potts, T. Keenan, G. Stumpf, A. Treloar, "The S2K Severe Weather Detection Algorithms and Their Performance.", American Meteorological Society, Vol.19 pp. 43-63 Feb. 2004.
- [13] "Anti-Icing and RWIS Technology in Canada", C-SHRP Technical-Brief 2000.7 <http://www.cshrp.org/products/brief-20.pdf>
- [14] "Intelligent Image-Based Winter Road Condition Sensor-Phase II", Final Report for Aurora Program 2002.01, [http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp\\_webdoc\\_87part2.pdf](http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_webdoc_87part2.pdf)



초빙강사

2005년 (주)휴먼테크 개발실 과장  
2007년 한국도로공사 도로교통기술원 연구원  
2007년 5월~현재 (주)성은정보 개발본부 부장  
관심분야: 정보검색, 데이터마이닝, 시뮬레이션

#### 박 병 울

e-mail : brpark98@hanmail.net

2000년 공주대학교대학원 전자계산학과 석사졸업

2003년 공주대학교대학원 컴퓨터공학과 박사과정수료

2002년 극동정보대학 전산정보처리과



### 남 궁 성

e-mail : jake@cx.co.kr

1988년 한양대학교 도시공학과(학사)

1990년 한양대학교 대학원 도시공학과  
(공학석사)

1996년 한양대학교 대학원 도시공학과  
(공학박사)

1996년~2002년 한국도로공사 도로연구소 교통연구그룹 그룹장

2002년~2004년 University of Virginia, Research Scientist

2004년~현재 한국도로공사 도로교통기술원 수석연구원

관심분야: 지능형교통체계(ITS), 텔레매틱스, 영상감시, DW 등



### 임 종 태

e-mail : jtlim@kongju.ac.kr

1985년 전남대학교 계산통계학과 이학사

1987년 한국과학기술원 전산학과 공학석사

1992년 한국과학기술원 전산학과 공학박사

1993년~현재 공주대학교 컴퓨터공학부  
부교수

관심분야: 정보검색, 바이오인포매틱스, 시뮬레이션