

CCD카메라를 이용한 시정 관측 시스템

Vision Visibility Observation System Using CCD camera

*김재훈¹, 신익상², #이순길³

*J. J. Kim(yellowseajun@gmail.com)¹, I. S. Shin(isshin@dreamwiz.com)², #S. G. Lee(sglee@khu.ac.kr)³

¹ 경희대학교 기계공학과, ² 경희대학교 기계공학과, ³ 경희대학교 기계공학과

Key words : Vision visibility, Visibility observation, Visual range, Visibility calibration

1. 서론

최근 전 세계적으로 환경오염이 심각한 수준이며 특히 황사, 안개 등 대기를 혼탁하게 하는 물질로 인해 경제적으로 큰 손실을 초래하고 있다. 이러한 피해를 줄일 수 있는 방안으로 안개나 황사 등이 발생할 경우 신속히 발생 지점의 시정을 관측할 필요가 있다.

현재 국내 시정(Visibility)관측은 사람의 눈으로 관측하거나 공항과 같은 특수한 장소에서 광센서를 적용한 외국산 장비를 수입하여 사용하고 있다. 그중 PM10(Particulate Matter 10um)은 탄소동위원소 C-14에서 방출되는 B(베타)선을 이용하여 대기 중의 부유하는 미세먼지 중 직경 10um이하인 입자의 농도를 연속적으로 측정하는 가장 보편적인 황사계측기이다[1].

영상기반의 시정관측에 대한 연구로 색차분법을 이용한 방법이 있다[2]. 전처리 과정으로 입력된 영상인식을 위한 영상 데이터를 개선, 변형시키는 작업이 선행되고[3][4], HSI컬러 공간에서 색차와 색상차, 채도차 그리고 명도차를 분석하여 시정을 측정한다.

본 논문에서는 고해상도 CCD 카메라가 탑재된 시정 관측 시스템을 이용했다. 이 시스템은 시야가 넓게 확보되고 현재 영상과 다음 영상의 변화가 적은 곳에 설치했다. 영상이 확보되면 보정하고 임의의 혼탁계수 K와 에플레이션 영상을 생성한 후 실제 입력 이미지와의 비교를 통해 시정거리를 산출하였다.

2. 시스템 구성

Fig 1은 전체시스템 사진이다. 시스템 상단은 영상 수집 장치로 고해상도의 CCD 카메라가 위치하고 중앙부의 내부에 제어를 위한 PC가 설치되어 있다. PC내부에 외부센서 측정치 입력을 받을 A/D IO보드와 영상 수집 보드, 네트워크 장비, 영상처리 및 시정관측 소프트웨어가 탑재되어 있다. 그리고 CCD 카메라와 중앙부 사이에 현재 날씨에 따른 광량 변화를 측정해 화상처리 오차를 보정하기 위한 조도 측정 센서가 위치한다. 수집된 영상은 이미지로 변환되어 메모리에 저장되고, 비슷한 타이밍에 조도 측정 센서의 측정값도 A/D IO에 입력된다. 이 두 개의 자료를 이용하여 영상 및 시정분석 소프트웨어에서 영상처리 후 시정영상과 처리된 시정 데이터를 전송모듈에 의해 원격지로 보내진다.



Fig. 1 Total System configuration

3. 시정 계측 절차

영상시정관측은 크게 세 가지로 구성된다. 첫 번째 단계로 빛의 반사에 의해 왜곡된 영상을 보정하는 것이다. CCD 카메라로 얻은 영상은 빛의 굴절에 의해 왜곡되며 실제 크기를 잘 표현하지 못한다. 왜곡은 광학축(영상의 중심)으로부터 멀어질수록 그 크기가 감소된다. 본 실험에서는 expansive correction curve함수를 이용하여 왜곡된 영상을 확대하였다. 이 방법은 소스이미지 r_{src} 의 중심으로부터 화소간 거리를 보정된 영상 r_{cor} 에서 대응하는 거리로 수정하는 방법이다. 식 (1)의 매개변수 d는 성형 크기를 나타내며 $d = 1, a = b = c = 0$ 일 경우 원래영상과 같다. 매개변수 a, b, c는 영상을 왜곡하는 정도를 나타내는 계수이다.

$$r_{src} = (ar_{src}^3 + br_{src}^2 + cr_{src} + d)r_{cor} \quad \text{----- (1)}$$

두 번째로 입력영상을 기반으로 에플레이션 영상을 생성하고 분석하는 것이다. 일반적으로 영상의 인식과정은 영상입력, 전처리, 특징추출, 인식, 출력의 단계를 갖는다[3]. 전처리는 입력된 영상에 대해 인식을 위한 특징추출에 알맞도록 영상 데이터를 개선, 변형시키는 작업이다[3][4]. 특징추출은 전처리 과정이후 인식 알고리즘에 필요한 특징 요소를 추출하여 특정 벡터를 구성하는 것으로 영상 마스킹, 변환 등을 이용한다. 영상 인식부에서 가장 중요한 것은 수집된 영상에서의 입력영상으로부터 혼탁 계수에 따른 에플레이션 영상을 만드는 것이다. 이 에플레이션 영상은 시정거리 측정을 위한 입력 영상과 비교되어 시정거리를 환산하게 된다. Fig 2에서 보이는 것처럼 설정에 혼탁 계수 K의 값을 단계적으로 변화시킴으로써 측정하고자 하는 장소의 가장 청명한 영상 즉 시정거리가 가장 긴 기준영상을 바탕으로 안개나 부유 먼지 등이 혼합되어 탁한 에플레이션 영상을 생성하여 영상의 색 분포에 대한 각 요소를 분석하고 실제 관측영상과 관측데이터를 참조하여 시정거리를 설정하게 된다.

$$\Delta D = \sqrt{(H)^2 + (S)^2 + (I)^2} \quad \text{----- (2)}$$

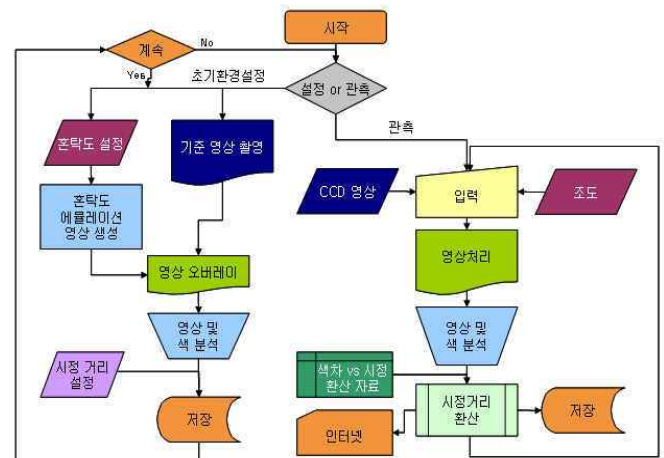


Fig. 2 System flow chart

세 번째는 실제 입력 영상에서 시정거리를 산출하는 것이다. 시정은 목표물의 선명도나 색조 그리고 안개, 연무 등의 농도 또는 분포상태 등을 참작하여 시정을 추정하여야 하는데 대체적으로 시정이 악화될수록 목표물의 윤곽의 선명도나 색조가 증가하는 경향을 나타낸다. 색상 차와 채도 차의 증가는 에어로졸 백색산란에 기인하여 시정이 급격하게 악화되면 태양 복사량의 감소에 의해 색상의 변화가 크게 발생하므로 생상차가 큰 폭으로 상승하게 된다[2]. 따라서 시정 측정을 위한 에블레이션 영상으로부터 얻은 혼탁도에 따른 색차 값을 토대로 환산된 시정거리 측정을 위해 입력되는 영상의 색 분포를 분석하여 시정거리를 환산하게 된다. RGB컬러 영상을 HSI변환 후 식 (2)에 대입하고 $\Delta D(\text{color difference})$ 값을 구하여 컬러를 분석하는 데이터로 활용한다.

4. 실험결과

Fig 3은 영상이 혼탁도에 따라 즉 점차적으로 안개나 부유먼지가 추가됨에 따라 혼탁해진 영상을 보여주고 있다. 이러한 상황은 잦은 안개나 중국에서의 다량의 황사가 한국에 유입되는 경우 유사한 상황이 될 것으로 판단된다. 따라서 안개, 또는 황사의 영상데이터를 지속적으로 분석하여 그와 유사한 분석 값을 얻는 것이 중요하다. 본 논문에서는 이러한 영상을 얻기 위해 서로 다른 계수를 갖는 2차 함수를 기준 영상에 추가하여 에블레이션 영상을 도출하였다.

Fig. 4는 HSI 신호의 변화를 보인다. 혼탁계수에 따라 H는 단조 증가를 보이며 S는 단조감소를, I는 단조 증가를 보인다. 이러한 변화로부터 색차거리인 ΔD 를 산출할 수가 있다. Fig. 4(d)에서 보이는 바와 같이 색차신호는 혼탁도가 증가함에 따라 그 값이 단조 증가 특성을 보인다. Table 1. 은 혼탁계수 K의 값이 단계적으로 증가함에 따라 각 색 분포 성분과 색차 거리의 거동을 나타낸다.

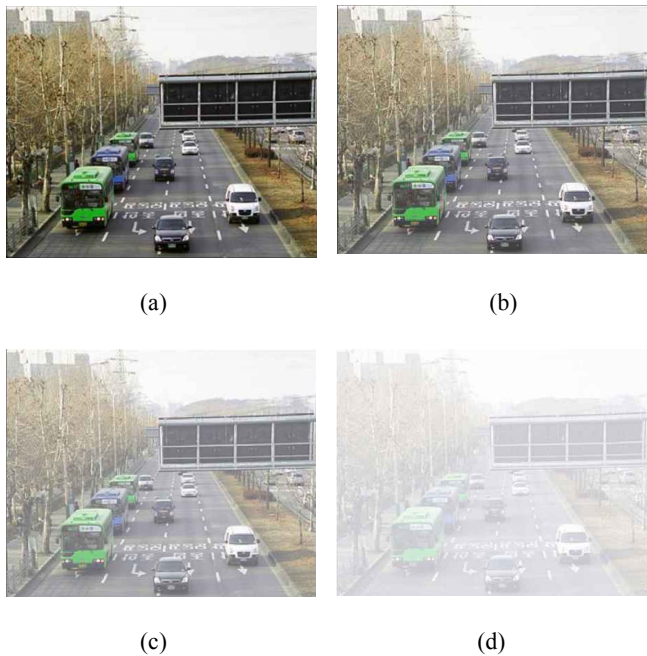


Fig. 3 The change of the images by Turbidity coefficient K (a)K = 0 (b)K = 20 (c)K = 30 (d)K = 50

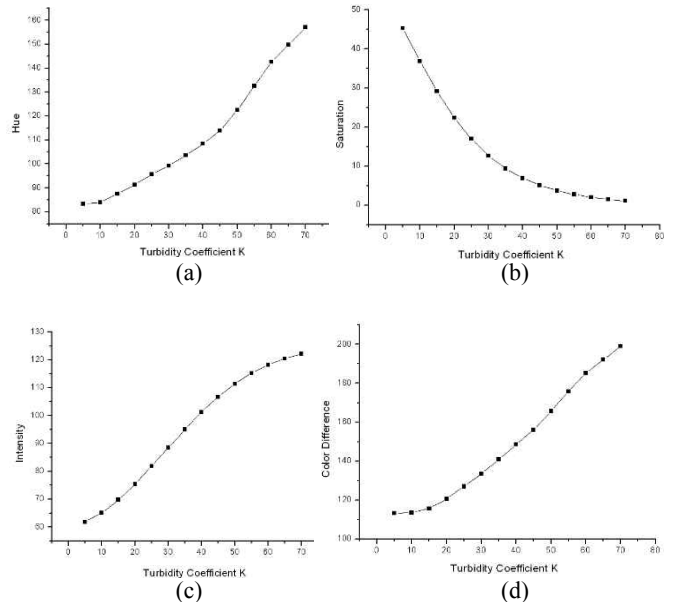


Fig. 4 The change of the color and by Turbidity coefficient K (a)Hue (b)Saturation (c)Intensity (d)Color differences

Table 1. The relation between K and the differences

Turbidity Coefficient K	Hue	Saturation	Intensity	Color Differences
5.0	83.4	45.3	61.8	113.2
10.0	83.9	36.9	65.1	113.5
15.0	87.5	29.1	69.7	115.6
20.0	91.4	22.4	75.4	120.6
25.0	95.6	17.0	81.8	127.0
30.0	99.3	12.7	88.5	133.6
35.0	103.6	9.4	95.0	140.9
40.0	108.5	6.9	101.2	148.6
45.0	113.9	5.1	106.7	156.1
50.0	122.5	3.7	111.4	165.6
55.0	132.6	2.8	115.2	175.7
60.0	142.6	2.0	118.2	185.3
65.0	149.7	1.5	120.5	192.2
70.0	157.2	1.1	122.1	199.0

5. 결론

본 논문에서는 시정 관측 시스템을 제안한다. 정밀한 시정관측을 위해 입력영상의 왜곡을 보정하고 혼탁계수 K값에 따른 에블레이션 영상을 만들었으며, ΔD 를 이용하여 색 분포를 분석하는 값으로 활용하였다. 결과에서 보는 바와 같이 ΔD 는 시정 혼탁도에 따라 구분되는 다른 값이 출력되었다. 그리고 이 시스템은 영상정보를 Web기반으로 볼 수 있으며, 연속적인 시정 값을 이용하여 미래의 시정추이를 추정하는 데이터로 사용할 수 있다. 향후 이 값을 이용한 미래의 결과 추정 알고리즘 개발과 야간에 주변 조도가 어두울 경우 발생하는 시정관측 불능 상황의 해결 방안에 대한 연구가 수행될 예정이다.

참고문헌

1. 신은철, "황사측정의 기존 기술과 새 기류", C&I기획특집:환경 개선기술 개발 및 정책, 47-53, 2007
2. 김경원, 김영준, "디지털영상시정관측계의 분석 알고리즘 개발", 한국대기환경학회지, 233-234, 2002
3. Andrain Low, "Introduction Computer Vision and Image Processing", McGraw-Hill, 1991
4. Edward R. Dougherty, "Digital Image Processing Methods", Marcel Dekker, 1994