
컬러 특성을 이용한 그림자 영역 검출

Shadow Region Detection Using Color Properties

이상주*, 황동국*, 최동진*, 이우람*, 박희정**, 전병민*
충북대학교 컴퓨터공학과*, 안동과학대학 컴퓨터정보과**

Sang-Ju Lee(sangju77@korea.com)*, Dong-Kuk Hwang(dkh@kebi.com)*
Dong-Jin Choi(tobehuman@korea.com)*, Woo-Ram Lee(ninayosi@hanmail.net.)*
Hee-Jung Park(hjpark@andong-c.ac.kr)**, Byung-Min Jun(bmjun@cbucc.chungbuk.ac.kr)*

요약

본 논문에서는 컬러영상에서 나타나는 그림자의 특징을 이용하여 그림자영역을 검출하는 알고리즘을 제안한다. 그림자가 드리워진 영역은 광도와 채도가 인접한 영역보다 낮은 값을 갖으며 색상은 어두운 색을 나타낸다. 이러한 그림자 특성을 HSI 컬러공간에 적용하여 분석함으로써 그림자를 검출한다. 제안한 알고리즘은 두 단계로 구성되는데 첫 단계에서는 광도와 채도 그리고 색상에서 나타나는 그림자의 특징을 이용한 연산을 통하여 후보영역을 검출하고 다음 단계에서 객체와 다크마크(Dark Mark)를 감쇄시키기 위해 후보영역의 밝기와 채도 성분을 분석하여 실 그림자 영역만을 추출한다. 실험 결과에서, 제안한 알고리즘은 복잡하고 다양한 영상에도 효율적으로 그림자를 검출한다는 것을 보여 준다.

■ 중심어 : | 그림자검출 | 색상 | 채도 | 광도 |

Abstract

In this paper, we present a shadow detection algorithm using the shadow features which appear in color images. Shadow regions have lower luminance and saturation than those of nearby regions, and is generally shown as dark colors. The regions are detected by means of analysing and applying their properties to images represented as the HSI color model. The proposed algorithm is consisted of two steps: at the first step, the candidate regions of shadow are found with using shadow features, and then, real shadow regions are detected only in candidate regions by using their information to reduce real objects and dark marks. The experimental results show that the algorithm is effective.

■ Keyword : | Shadow Detection | Hue | Saturation | Intensity |

1. 서론

영역 검출(region detection)이란 영상을 사용자의 목적에 맞게 활용하기위해 특정영역을 찾아내는 것으로

써 지금까지 영상분석(image analysis), 객체인식(object recognition) 등의 컴퓨터 비전을 위해 사용되어져 왔다.

영상에서 광원(light source)과 객체로 인하여 발생

하는 그림자(shadow)는 잡음과는 다른 특성을 갖을 뿐만 아니라 영상처리 과정에서 객체로 검출되거나 인식되는 문제가 발생한다. 따라서 이러한 문제점이나 그것으로 인한 복잡성을 줄이기 위한 방안으로 그림자의 검출에 관한 연구가 필요하다.

기존의 그림자를 검출하는 방법으로는 모델기반 접근법(models based approach)과 특성기반 접근법(property based approach)이 있다. 첫 번째로 모델기반 접근법은 장면이나 객체 그리고 광원의 3차원 기하학의 사전지식(priori knowledge)을 이용하는 것으로써 연속된 프레임들에서 차영상을 이용한 그림자 검출[5][6][7][8], 조도의 특성을 이용한 검출[1][2][3][4] 및 위성사진에서의 태양의 고도나 건물의 높이 등을 이용한 빌딩의 검출[4][9]과 같이 영상에서 빛의 방향과 같은 정보를 이미 알고 있다는 가정 하에서 그림자를 검출하는 기법이다. 그러나 이러한 모델기반 접근법은 영상에서 정확한 광원 정보를 추출하기 어렵고 기하학적 사전지식이 항상 동일한 환경으로 존재하기 않기 때문에 효율적인 객체 검출을 기대하기 어렵다.

두 번째로, 특성기반 접근법은 현재 보편적으로 사용하는 방법으로써 영상에서 그림자가 갖는 컬러의 특성을 이용하여 그림자를 검출하는 기법이다. 이러한 기법을 사용한 예로서 Elena Salvador는 이미지를 라인단위로 나눈 후 하나의 라인에서 시작 픽셀과 마지막 픽셀의 기울기값을 구한 후 그 픽셀 이하의 값을 후보영역 그림자를 검출하는 C.Jiang의 알고리즘[10]을 HSI 공간 영역의 I(intensity) 성분에 적용하여 그림자영역을 검출하였다[11]. 그러나 이러한 기법은 조명이나 객체의 위치와 같은 제약조건이 너무 많으며, 대부분의 자연영상은 조명이나 객체의 정보를 정확히 알기 어려우며, 객체나 그림자 등이 라인의 시작픽셀에 존재하기 때문에 알고리즘 성능이 비교적 단순한 배경과 객체에서만 좋은 성능을 나타내는 문제점을 갖고 있다.

그림자의 특성을 나타내는 컬러 공간은 일반적으로 계조영상(grayscale)과 정규화된 RGB(normalize RGB) 그리고 HSI 컬러 공간이 대표적이다. 본 논문은

특성기반 접근법으로서 단순한 영상뿐만 아니라 복잡한 영상에서 그림자 영역이 갖는 광도, 색상, 채도성분에서의 특징을 이용하여 그림자영역의 검출성능을 향상시킬 수 있었다. 그러므로 제안한 알고리즘은 색상과 채도 광도성분을 모두 포함하는 HSI 컬러모델을 사용한다.

본 논문의 구성을 살펴보면 2장에서는 기존에 사용되어진 그림자의 특성과 알고리즘에서 사용되어진 HSI 컬러 공간에서 그림자가 갖는 특징을 소개하며, 3장에서는 후보영역 검출 부분과 그림자영역 검출 부분의 수식을 유도하고 각각의 과정을 단계적으로 설명할 것이다. 4장에서는 제안한 알고리즘의 실험결과를 보여줄 것이며, 5장에서 결론을 맺는다.

II. 그림자의 특징

그림자(shadow)는 객체가 광원으로부터 나오는 빛(light)을 전체적으로 또는 부분적으로 가로막음으로써 발생되며, 광원과 관찰자가 일치하지 않을 때 알아볼 수 있다.

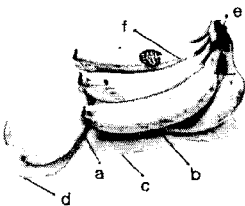
그림자는 빛을 가로막는 객체의 어느 부분에 생성되느냐에 따라서 외부그림자(cast-shadow, CS)와 내부그림자(self-shadow, SS)로 나누어지며, 외부그림자는 빛의 차단 정도에 따라서 본영(umbra)과 반영(penumbra)으로 나뉜다[10][11]. 단일 광원(point-light-source)일 경우 그림자는 본영이 대부분이며 반영은 아주 작은 영역으로 나타나지만 범위광원(area-light-source)일 경우 광원의 범위가 클수록 이에 비례하여 반영부분이 큰 영역으로 나타나게 된다.

기존의 연구에서도 사용되었듯이 그림자는 객체나 배경과 분류되는 고유한 특성[2]을 갖고 있으며 그 특성은 아래와 같이 정리된다.

- ① 그림자는 광도, 색상, 채도가 영상에서 비교적 작은 값으로 나타난다.
- ② 그림자는 광원으로부터 객체가 빛을 전체적으로 또는 부분적으로 차단함으로써 발생된다.

- ③ 가장 어두운 부분에서 그림자의 끝부분으로 갈수록 채도와 광도 값이 서서히 변한다.
- ④ 그림자는 빛의 차단정도에 따라서 본영과 반영으로 나뉜다.
- ⑤ 그림자의 경계부분 즉, 객체로부터 그림자가 드리워지는 부분과 그림자의 끝부분에서 법선 벡터의 방향이 변한다.

위와 같은 특성을 이용한 특성기반 그림자 검출방법은 대부분 계조영상[10] 이미지나 HSI 컬러 공간의 광도 성분[11]을 사용하여 그림자 영역을 검출한다. 그러나 그림자가 반영을 갖는 경우 그림자가 맺혀진 영역의 본래색상이나 채도에 영향을 받게 되는데 이때 그림자가 맺혀진 영역의 광도 값이 클 경우 그림자의 광도 값은 영상에서 상대적으로 큰 값으로 표현되며 올바른 검출을 기대하기 어렵다.



| | 색상 | 채도 | 광도 |
|---|------|------|------|
| a | 0.1 | 0.69 | 0.32 |
| b | 0.06 | 0.72 | 0.22 |
| c | 0.83 | 0.04 | 0.78 |
| d | 0.64 | 0.03 | 0.84 |
| e | 0.05 | 0.64 | 0.45 |
| f | 0.13 | 0.96 | 0.81 |

그림 1. 반영영역을 갖는 영상에서의 색상, 채도, 광도의 값

[그림 1]에서 볼 수 있듯이 그림자의 일부 광도값이 객체나 다크마크보다 오히려 큰값을 갖음을 볼 수 있다.

본 논문에서는 광도뿐만 아니라 색상과 채도에서 나타나는 그림자의 특성까지 고려하여 반영이 드리워진 경우에도 효과적으로 그림자를 검출할 수 있는 방법을 제안한다. 사용되어진 그림자의 특성은 아래와 같다.

- ① 그림자영역에서 본영의 색상은 빛의 차단정도가 크기 때문에 검은색에 가까워 영상에서 그 값은 작으며, 반영에서의 색상은 빛의 차단정도가 적어 그림자가 맺히는 영역의 본래 값에 영향을 받기 때문에 영상에서 비교적 큰 값을 갖게 되는 경우도 있지만 대부분 배경이나 객체보다는 작은 값

을 갖는다.

- ② 본영의 채도는 순수색에 가까워 큰 값을 갖으나 반영에서는 두 가지 이상의 색상이 혼합되어 색의 순수성을 잃어 버리게 되므로 작은 값을 갖는다.
- ③ 배경영역은 대부분 밝은색 영역이 많이 포함되며 밝은색 영역이 아닌 어두운 배경이라 할지라도 영상에서 그림자영역 보다는 밝은 값을 갖는다.

특징 ①과 ②에 의해 색상과 채도 두 성분을 곱했을 경우 영상은 전체적으로 그 값이 작아지게 되며 색상과 채도 값은 각각 1 이하의 값을 갖기 때문에 큰 값보다 작은 값이 상대적으로 더욱 큰 비율로 작아지게 되며 연산 후 무채색 계열의 값은 영상에서 더욱 작은 값으로 나타나게 되며, 무채색 계열에 속하는 그림자와 본영과 대부분의 배경영역은 전체영상에서 대부분 평균 이하의 값으로 나타나게 된다. 객체영역은 색상 값과 채도 값이 비교적 크기 때문에 연산 후 평균 이상 값을 갖게 된다. 이와 같은 연산으로 ③의 특징에 의해 대부분의 배경영역이 제거되며 식 (1)은 이를 수식으로 보여 준다.

$$C(i, j) = \frac{H(i, j)S(i, j)}{e^{f(k)I(i, j)}} \quad (1)$$

$$f(k) = \alpha \frac{e^{\beta I_{avg}}}{I_{avg}} \quad (2)$$

$C(i, j)$ 는 후보영역을 의미하며, $H(i, j)$ 와 $S(i, j)$, $I(i, j)$ 는 각각 영상에서 색상, 채도 및 광도의 화소값을 나타낸다. $f(k)$ 는 간단한 영상 50장과 복잡한 영상 50 영상에서 광도값에 따라 그림자 영역의 값이 가장 잘 나타나는 값을 실험을 통해 구한 수치로써 I_{avg} 는 HSI 컬러공간에서 I값의 평균을 의미하며, $\alpha = 1/10$, $\beta = 5.5$ 의 값을 사용하였다. [그림 2]는 광도값에 따른 $f(k)$ 의 값의 변화를 그래프로 나타내었다.

광도 값은 그림자의 특성이 가장 잘 나타나는 성분이라 할 수 있다. 빛을 많이 받는 영역일수록 광도의 값은 큰 값으로 표현되며 그림자 영역은 광도가 낮은 영역이다.

식 (1)과 (2)를 이용한 연산결과를 광도 값으로 나누어 광도가 낮은 값에 속하는 그림자영역의 검출을 위해

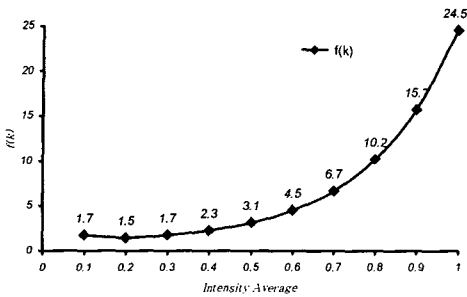


그림 2. 광도값에 따른 $f(k)$ 값의 그래프

광도가 높은 값으로 나타나는 영역의 값을 작게 한다. 이때 지수함수를 이용하여 광도 값의 차이를 더욱 크게 하였으며, 식 (2)에 의해 구해진 $f(k)$ 값을 광도값에 곱함으로써 영상의 특징에 따라 그림자 영역과 그 이외의 영역들 간의 광도값의 차이를 크게 하였다.

III. 제안한 알고리즘

본 논문에서 제안한 알고리즘은 크게 두 단계로 구성된다. 첫 번째 단계에서는 그림자의 특성을 고려하여 후보영역을 검출하며, 두 번째 단계에서는 배경영역이 대부분 제거된 후보영역 내에서 그림자의 특징을 이용하여 그림자 영역을 검출한다. 제안하는 알고리즘의 전체 흐름도는 [그림 3]과 같다.

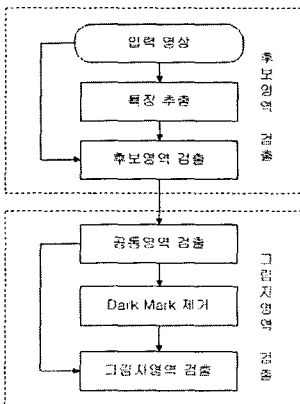


그림 3. 제안한 알고리즘의 흐름도

1. 후보영역 검출

후보영역 $C(i, j)$ 는 영상의 특징을 추출하여 $f(k)$ 값을 획득한 후 식 (1)의 연산을 통하여 결정하며, 특징 I_{avg} 는 광도 값의 평균을 나타낸다. [그림 4]는 간단한 영상과 복잡한 영상에서 후보영역의 검출 결과를 나타낸다.

[그림 4]의 (a)와 (d)는 원본영상이며 (b)와 (e)는 색상과 채도가 곱해진 결과를 나타낸다. (c)와 (f)는 후보영역의 검출 결과를 보여 준다.

(c)와 (f)의 결과에서 볼 수 있듯이 연산결과 후보영역 내에 배경영역이 대부분 제거되었다. (b)와 (e)는 대부분 아주 작은 값으로 나타나기 때문에 확률적으로 80의 값을 더하여 구분을 용이하게 하였다.

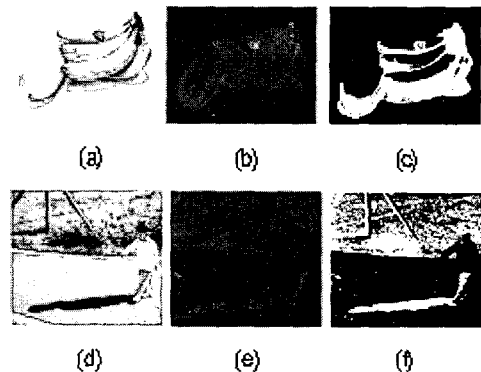


그림 4. 간단한 영상과 복잡한 영상에서의 후보영역 검출

2. 그림자영역 검출

식 (1)을 사용하여 대부분의 배경영역이 제거된다. 그러나 후보영역 내에는 그림자영역 이외에 객체영역이 상당수 포함되어 있다. 본 절에서는 후보영역 $C(i, j)$ 를 색상과 광도에서 나타나는 그림자의 특징을 이용하여 그림자 영역만을 검출한다.

그림자는 일반적으로 검은색이며 영상에서 작은 광도 값을 갖는다. 그림자가 맺혀진 영역, 특히 반영에서 본래 영역의 값에 의해 그 색상 값의 범위의 차가 크다. 따라서 색상에 의한 분류로는 객체와 그림자 영역을 분류하기 어렵다. 그림자 영역은 두 가지 이상의 색상이

혼합되어있기 때문에 객체와 비교했을 경우 채도 값이 작으며 빛을 적게 또는 거의 받지 않음으로 광도 값 또한 객체에 비해 상대적으로 작은 값을 갖는다. 이러한 특성을 이용하여 $C(i, j)$ 영역 내에서 채도 값과 광도 값의 평균값 이상의 값은 객체영역으로 간주하고 제거하였으며 실험결과 객체영역이 대부분 제거되는 것을 볼 수 있었다. 식 (3)과 식 (4)는 임계화에 의해 그림자 영역을 검출하는 수식을 보여 준다.

$$C_s(i, j) = \begin{cases} 1, & \text{if } C(i, j) < CS_{avg} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

$$C_l(i, j) = \begin{cases} 1, & \text{if } C(i, j) < CI_{avg} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

식 (3)과 식 (4)에서 채도에 의한 후보영역 $C_s(i, j)$ 와 광도에 의한 후보영역 $C_l(i, j)$ 는 후보영역 $C(i, j)$ 의 값들 중 후보영역내의 채도의 평균값 CS_{avg} 와 광도의 평균값 CI_{avg} 보다 큰 값은 객체영역에 가까우므로 제거하였으며 임계화에 의해 선택되어진 채도 영역과 광도 영역의 공통영역을 그림자 후보영역으로 선택하였다. 객체가 순수한 점정색인 다크마크일 경우 여전히 후보영역내에 존재하기 때문에 다크마크를 제거해줌으로서 최종적으로 그림자영역을 검출한다.

다크마크는 그림자영역 보다 순수한 검정색 값이라 할 수 있다. 그러므로 그림자영역과 비교했을 경우 채도 값이 크며, 빛을 직접적으로 받기 때문에 광도값 또한 큰 값을 갖는다. 두 성분을 곱했을 경우 다크마크는 대부분 평균이상의 값으로 나타났고 그림자 영역은 평균 이하의 값으로 나타났다. 식 (5)는 평균이상의 값을 제거함으로써 얻어지는 그림자 영역 $S(i, j)$ 를 보여 준다. $C_{ss}(i, j)$ 와 $C_{ll}(i, j)$ 는 공통영역에 속하는 $C(i, j)$ 의 값을 의미한다.

$$S(i, j) = \begin{cases} 1, & \text{if } 0 < C_{ss}(i, j)C_{ll}(i, j) < C_{avg} \\ 0, & \text{else} \end{cases} \quad (5)$$

IV. 실험 및 실험결과

본 논문에서는 객체의 수가 적고 배경의 복잡도가 단순한 영상 50장과 객체의 수가 많고 배경의 복잡도가 복잡한 배경을 갖는 영상 50장을 다양하게 취득하였으며 영상데이터의 크기는 640×480 화소 크기이며 실험을 위해 Pentium 4 2.4 G PC를 사용하며 알고리즘은 Matlab 6.5를 이용하여 구현하였다.

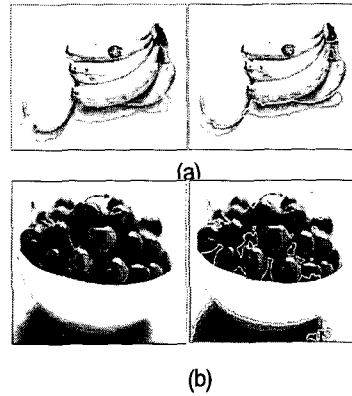


그림 5. 간단한 영상에의 적용

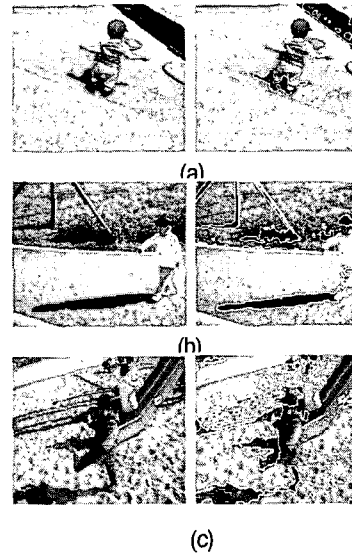


그림 6. 복잡한 영상에의 적용

[그림 5]와 [그림 6]은 각각 본 실험에 사용된 객체의

수가 다르고 배경의 복잡도가 간단한 영상과 복잡한 영상에서 알고리즘 수행후의 결과를 보여주고 있다.

제안 알고리즘의 성능을 정량적으로 평가하기 위해 입력 영상들로부터 임의의 개수를 취하여 관심객체만 포함하는 영상으로 편집한다. 이러한 평가영상은 성능 평가를 위해 제안 알고리즘에 의해 생성된 최종 영상과 비교하기 위한 영상이다.

본 논문에서는 제안 알고리즘의 성능 평가 기준으로 중첩백분률(overlap, OL)과 분할오류율(segmentation error, SE)을 사용한다[12-14]. 식 (6)과 식 (7)은 중첩 백분률과 분할오류율을 정의한다.

$$OL = \frac{2 \times |O \cap R|}{|O| + |R|} \times 100\% \quad (6)$$

$$SE = \frac{|R| + |O| - 2|R \cap O|}{2|R|} \times 100\% \quad (7)$$

식 (6)과 식 (7)에 표현된 O는 제안 알고리즘에 의해 검출된 영역의 화소수를 나타내며 R은 평가영상의 화소수를 나타낸다. 제안 알고리즘의 검출 결과와 평가영상이 완전히 일치하는 경우 중첩백분률은 100%가 되며 분할오류율은 0%가 된다. [그림 7]과 [그림 8]은 정확도의 평가결과를 보여주고 있다.

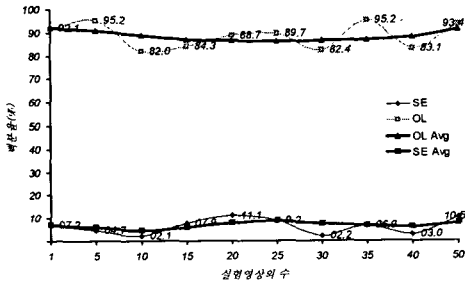


그림 7. 정확도 평가(단순한 영상에의 적용)

이미지 선택정도에 따라 정확도의 편차가 크지만 평균 80% 이상의 정확도를 나타내고 있다. 제안한 알고리즘은 간단한 영상뿐만 아니라 복잡한 영상에서도 높은 정확도를 나타내었으며, 오류율은 높지 않은 것을 볼 수 있었다.

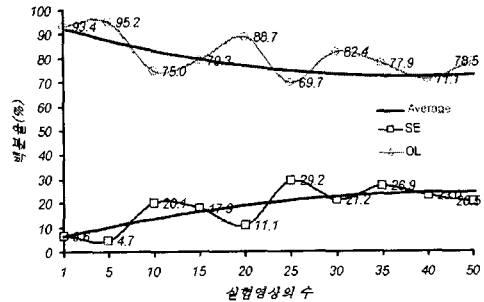


그림 8. 정확도 평가(복잡한 영상에의 적용)

그러나 색상값이 낮은 영역이 영상에서 큰 영역을 차지할 경우와 배경의 채도나 광도가 그림자 영역보다 낮은 일부 영상에서는 80% 이하의 정확도를 보였다. [그림 9]는 제안한 알고리즘의 검출율을 나타낸다.

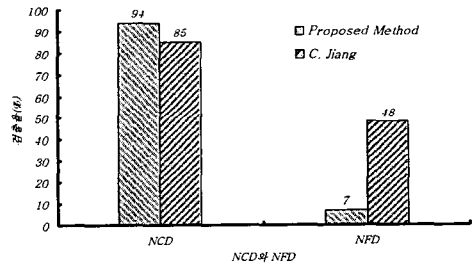


그림 9. 검출율 평가

검출율은 실험에 사용한 모든 이미지내의 전체 그림자의 개수 중에서 몇 개의 그림자영역을 찾았는가와 몇 개의 잘못된 영역을 그림자로 판단했는가의 두개의 평가 요소를 사용하여 계산하였다. [그림 9]의 NCD (number of correct detection)는 이미지 내에서 정확히 찾은 그림자 영역의 개수이다. NFD(number of false detection)는 그림자 영역이 아닌 곳을 그림자 영역으로 잘못 검출한 영역의 개수이다. 총 50개의 이미지 내의 126개의 그림자 영역을 가지고 동일한 환경에서 실험한 결과 검출율은 94%, 오검출율은 7%로 만족할 만한 성능을 보였다. 제안한 방법은 C. Jiang의 방법보다 좋은 성능을 보였다.

알고리즘의 성능을 저해하는 가장 큰 요인으로 3.2절

의 그림자 영역검출 부분의 임계화에 의한 다크마크 제거 연산이 몇몇 영상에서 상당수 제거되지 않아 성능을 저해하는 요인으로 나타남을 실험결과 알 수 있었다.

V. 결론

본 논문에서는 광도와 색상 그리고 채도를 이용하여 그림자를 검출하는 알고리즘을 제안하였다. 기존의 그림자 검출 알고리즘은 제약조건이 많고 배경이 복잡하거나 객체의 수가 많은 경우 적용이 용이하지 않다. 이러한 단점을 보완하고 성능을 개선하기 위해 HSI 컬러공간의 그림자 영역에서 나타나는 H, S 및 I 성분의 상호관계를 분석하여 관계식을 그림자 검출에 적용하였다. 50개의 다양한 영상에 적용한 결과 평균 80%이상의 정확도를 나타내었다. NCD는 94%로서 대부분의 그림자 영역을 검출하였으며 NFD는 7%로 기존의 알고리즘과 비교하여 좋은 성능을 나타내었다.

후보영역에서 다크마크 제거시 일부영상의 다크마크 제거 성능이 비교적 낮게 나타났으며 향후 이러한 문제점의 개선이 필요하다. 또한 검출의 정확성을 높이기 위해서 본 논문의 알고리즘에서 사용한 컬러정보 이외에 질감, 모양 정보들을 함께 고려하여 이를 보정하는 연구가 진행되어야 한다.

참고 문헌

- [1] M. Bejanin, A. Huertas, G. Medioni, and R. Nevatia, "Model Validation for Change Detection," 2nd International IEEE Workshop on Applications of Computer Vision, Los Alamitos, USA, pp.160-167, 1994.
- [2] G. Funke-Lea and R. Bajcsy, "Combining color and geometry for the active, visual recognition of shadows," IEEE 1995.
- [3] D. Koller, K. Danilidis, and H. -H. Nagel, "Model-Based Object Tracking in Monocular Image Sequences of Road Traffic Scenes," International Journal of Computer Vision, Vol.10, No.3, pp.257-281, 1993.
- [4] J. P. Thirion, "Realistic 3D Simulation of Shapes and Shadows for Image Processing," CVGIP : Graphical Models and Image Processing, Vol.54, No.1, pp.82-90, 1992.
- [5] Y. Sonoda and T. Ogata, "Separation of moving objects and their shadows, and application to tracking of loci in the monitoring images," Proceedings of ICSP 1998.
- [6] S. G. K. Fung, H. C. Nelson, G. K. H. Pang, and H. A. S. Lai, "Effective Moving Cast Shadow Detection for Monocular Color Image Sequences," IEEE, 2001.
- [7] A. H. Yoneyama, C. Yeh, and C. C. J. Kuo, "Moving Cast Shadow Elimination for Robust Vehicle Extraction based on 2D Joint Vehicle/Shadow Models," IEEE, 2003.
- [8] R. Cucchiara, M. Piccardi, and A. Prati, "Detecting Moving Objects, Ghosts, and Shadows in Video Streams," IEEE, 2003.
- [9] M. Bejanin, A. Huertas, G. Medioni, and R. Nevatia, "Model Validation for Change Detection," 2nd International IEEE Workshop on Applications of Computer Vision, Los Alamitos, USA, pp.160-167, 1994.
- [10] C. Jiang and M. O. Ward, "Shadow Segmentation and Classification in a Constrained Environment," CVGIP : Image Understanding, Vol.59, No.2, pp.213-225, 1994.
- [11] E. Salvador, A. Cavallaro, and T. Ebrahimi, "Shadow Identification and Classification using Invariant Color Models," IEEE, 2001.
- [12] M. D. Levine, and A.M. Nazif, "Dynamic Measurement of Computer Generated Image Segmentation," PAMI, Vol.7, No.2, pp.156-

164, 1985.

[13] 이성기, 김효선, “영상 분할 방법의 평가”, 한국 정보처리학회 논문지, Vol.2, No.4, pp.524-534, 1995.

[14] S. Y. Ho and K. Z. Lee, “An Efficient Evolutionary Image Segmentation Algorithm,” Proceedings of the 2001 Congress on Evolutionary Computation, Vol.2, pp.1327-1334, 2001.

저자 소개

이상주(Sang-Ju Lee)

준회원



- 2002년 2월 : 대전대학교 정보 시스템 공학과 졸업(공학사)
- 2002년 3월~현재 : 충북대학교 컴퓨터공학과 석사과정
- <관심분야> : 영상처리, 컴퓨터 비전

황동국(Dong-Guk Hwang)

정회원



- 1998년 2월 : 충북대학교 컴퓨터 공학과 졸업(공학사)
- 2000년 2월 : 충북대학교 컴퓨터 공학과 졸업(공학석사)
- 2003년 8월 : 충북대학교 컴퓨터 공학과(박사수료)
- <관심분야> : 독순술, 2D, 객체인식, 컴퓨터비전

이우람(Woo-Ram Lee)

준회원



- 2002년 2월 : 충북대학교 컴퓨터 공학과 졸업(공학사)
- 2002년 3월~현재 : 충북대학교 컴퓨터공학과 석사과정
- <관심분야> : 얼굴검출, 퍼지이론

최동진(Dong-Jin Choi)

준회원



- 2002년 2월 : 충북대학교 컴퓨터 공학과 졸업(공학사)
- 2003년 3월~현재 : 충북대학교 컴퓨터공학과 석사과정
- <관심분야> : 워터마킹, 이동객체 추적

박희정(Hee-Jung Park)

정회원



- 1990년 2월 : 충북대학교 전산기 공학과 졸업(공학사)
- 1997년 2월 : 원광대학교 컴퓨터 공학과 졸업(공학석사)
- 2004년 8월 : 충북대학교 컴퓨터 공학과 졸업(공학박사)

- 1992년 3월~1997년 8월 : 백제예술대학 전산계장
- 1997년 9월~현재 : 안동과학대학 컴퓨터정보과 조교수
- <관심분야> : 영상처리, 컴퓨터그래픽스, 컴퓨터비전

전병민(Byoung-Min Jun)

종신회원



- 1976년 2월 : 한국항공대학교 전자공학과(공학사)
- 1978년 2월 : 연세대학교 전자공학과(공학석사)
- 1988년 8월 : 연세대학교 전자공학과(공학박사)

- 1978년 8월~1982년 2월 : 공군사관학교 전자과 전임강사
- 1982년 4월~1986년 2월 동양공전 통신과 조교수
- 1986년 3월~현재 : 충북대학교 컴퓨터공학과 교수
- 1991년 1월~1992년 1월 : 미국미시간대학교 교환교수

<관심분야> 영상처리, 디지털신호처리