

다중색상정규화와 움직임 색상정보를 이용한 물체검출

김 상 훈[†]

요 약

본 논문에서는 영상 내 물체 영역에 대한 다중정규화와 움직임 색상 정보를 활용하여 이동 물체에 대한 후보 그룹을 추출하고 영상 분할 방법에 의해 대상 물체 영역을 정의하며 최종적으로 목표물체에 대한 검출방법을 제공하였다. 다중 색상변환에 의해 물체의 고유영역 확률을 강화하고 MCWUPC(Moving Color Weighted Unmatched Pixel Count) 연산을 활용하여 이동물체의 영역을 강조하는 두 가지 개념을 결합함으로써 최종적으로 입력 영상 시퀀스에서의 후보영역을 찾아 분할하였으며 매 프레임 정확한 물체의 외곽정보를 검출하였다. 제안된 알고리즘을 검증하기 위하여 이동물체의 이동 실시간이 가능한 시스템을 구축하였고, 다양한 배경을 포함한 실험영상 120 프레임을 처리한 결과 89% 이상의 추적 성공률을 보여주었다.

키워드 : 객체검출, 컬러 정규화, 움직임 색상

Object Detection using Multiple Color Normalization and Moving Color Information

Kim, Sang Hoon[†]

ABSTRACT

This paper suggests effective object detection system for moving objects with specified color and motion information. The proposed detection system includes the object extraction and definition process which uses MCN(Multiple Color Normalization) and MCWUPC(Moving Color Weighted Unmatched Pixel Count) computation to decide the existence of moving object and object segmentation technique using signature information is used to exactly extract the objects with high probability. Finally, real time detection system is implemented to verify the effectiveness of the technique and experiments show that the success rate of object tracking is more than 89% of total 120 image frames.

Key Words : Object Detection, Color Normalization, Moving Color

1. 서 론

비전시스템(vision system)의 목적은 산업용 로봇이나 컴퓨터를 기반으로 카메라 등의 영상 감지 장치를 이용해서 입력 영상을 얻고 얻은 입력으로부터 주어진 문제에 대한 지식과 영상처리에 관한 일반적인 정보를 활용하여 유용한 정보를 추출하는 데 있다. 특히 특정물체의 위치와 형태를 검출하여 이의 동적인 특성을 해석하는 시각추적시스템(visual tracking system), 다자간의 화상회의 시스템, 가정용/사무용 네트워크 제어하에서의 지능형 비전로봇 등의 핵심 기술로서 갈수록 그 중요성이 증대되고 있는 실정이다[1]. 이러한 과정을 영상처리기술의 측면에서 보면, 초기 이동물체의 특징과 존재 여부를 판단하고, 이의 특징공간을 정의

하고, 영상 분할 및 검출하는 과정은 여전히 기본적으로면서도 전체적인 영역검출의 성공여부에 중요한 영향을 미치는 기술이다. 본 논문에서는 물체 검출을 위하여 물체의 고유특징영역을 효과적으로 정의하고 활용하기 위한 다중 정규화 방법과 움직임의 가중치를 이용하는 방법을 제안한다. 최근에 발표된 관련분야의 주요 연구를 보면 RGB컬러영상의 모든 화소를 정규화 한 후, 정규화 된 성분들의 분포가 대체로 특정한 좁은 영역에 집중되는 특성을 활용하여, 특정영역에 대한 색상성분의 분포를 일반화 시킨 후, 대상영역을 부각시키는 방법을 사용하고 있다[2, 3]. 이외에도 HSI 모델을 활용한 영역추출[5], 적외선 탐지 기법 활용[4] 등의 연구가 진행되고 있다. 그러나 비교적 양호한 추출결과를 보여주는 RGB를 이용한 연구 등도 영상 획득의 제약조건으로서, 고정적인 빛의 밝기, 일정한 광원의 색, 배경의 단순성 등을 가정하고 있으며 이외에도 빛의 반사, 그림자 등 예기치 않은 다양한 환경변화로 인하여, 자연 상태에서의 임의

※ 본 연구는 2004년도 한경대학교 교비 해외파견 연구비의 지원에 의한 것임.

† 정 회 원 : 한경대학교 정보 제어 공학과 부교수

논문접수 : 2005년 9월 27일, 심사완료 : 2005년 11월 24일

의 물체가 갖는 색상성분의 분포는 쉽게 결정되지 않으며, 평균값(mean)과 편차(deviation)의 범위가 안정되지 못하는 문제를 가지고 있다. 물체의 고유영역 검출의 문제는 초기 대상 물체영역의 정확한 검출과 안정적인 특징분포의 유지 여부가 중요하며, 관심영역의 영상분할을 위해 Rita Cucchiara 등은 색상과 모션정보를 융합하는 접근을 시도하였다[6]. 그러나 기존의 연구는 2개의 특징분포를 유사성 검토 등 상호 독립적인 결과의 융합으로만 활용하는 비효율성을 가지고 있으므로 본 논문에서는 특징공간의 변수들을 서로 융합하고 가중치 적용을 최적화함으로써 최종적으로 안정된 물체의 후보 그룹을 추출하고 영상분할을 통해 물체를 검출하는 방법을 제안한다. 제시된 방법의 특징은 다음과 같다. 첫째, 물체와 배경 및 유사잡음들과의 강인한 분리를 위하여 고유 색상정보의 복합 정규화와 움직임 정보 등의 사전정보를 활용한다. 둘째, 형태의 변화가 수반되는 경우에도 유연한 대처능력을 갖도록 하기 위해 영상의 영역분할 방법을 통해 물체의 존재를 확인하고 물체영역을 추출한다.

2. 이동 물체 영역 추출

2.1 다중정규화에 의한 고유색 영역 검출

정규화 된 RGB 색상공간은 광원의 세기(intensity)에 의한 영향을 제거하는데 널리 사용되었으나 이것은 밝기가 고정되어 있고 조명의 단일한 색상, 단순한 배경화면 등을 가정하고 있다는데서 한계를 갖는다[7, 8]. 본 논문에서는 광원의 세기와 색상에 의한 영향을 제거하기 위하여 개선된 다중색상정규화 방법을 MCN(Multiple Color Normalization)이라 정의한다. 카메라의 응답이 선형적일 때, 영상은 S배만큼

의 공통적인 인자로 표현할 수 있다. 만일 입력 영상의 화소값이 r,g,b라면 결과영상의 값은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\begin{bmatrix} r' \\ g' \\ b' \end{bmatrix} = S \begin{bmatrix} r \\ g \\ b \end{bmatrix} \quad (1)$$

순수한 색상성분을 얻기 위한 RGB 정규화 과정이 시도되었으며 식 (2)와같이 표현된다[6].

$$r = \frac{r'}{r' + g' + b'}, g = \frac{g'}{r' + g' + b'}, b = \frac{b'}{r' + g' + b'} \quad (2)$$

본 논문에서는 빛의 세기에 대한 정규화 과정에 추가로, 광원의 색상에 의한 종속성을 제거하기 위한 성분별 정규화를 취한다. 한 개의 광원아래서 비추어진 두 곳의 화소에 해당하는 카메라 응답을 각각 $(r_1, g_1, b_1), (r_2, g_2, b_2)$ 라고 하면, 광원의 색상을 바꾼 후의 두 점의 응답을 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned} I(r_1, g_1, b_1) &\rightarrow I'(ar_1, \beta g_1, \gamma b_1) \\ I(r_2, g_2, b_2) &\rightarrow I'(ar_2, \beta g_2, \gamma b_2) \end{aligned} \quad (3)$$

또한 이식은 다음과 같이 행렬형태로 다시 쓸 수 있다[8].

$$\begin{bmatrix} r'' \\ g'' \\ b'' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha & 0 & 0 \\ 0 & \beta & 0 \\ 0 & 0 & \gamma \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r \\ g \\ b \end{bmatrix} \quad (4)$$

(4)식에서 r, g, b 색상성분은 α, β, γ 에 의해 각 성분별 인자를 포함하고 있으며 다음의 정규화 식을 통해 각 인자를 간단히 제거될 수 있다.

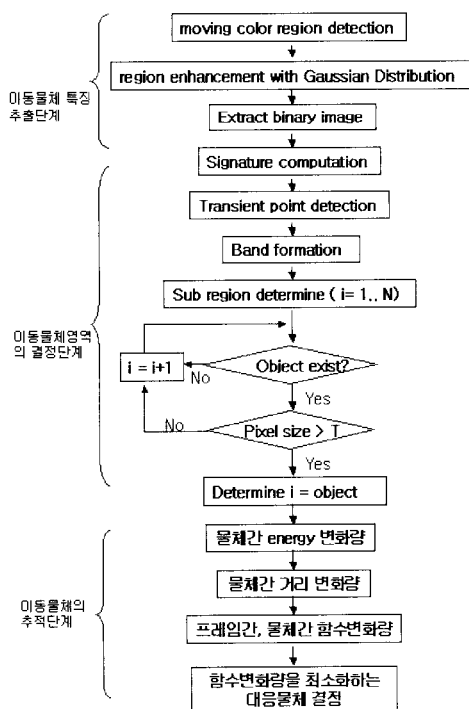
$$(r_1, g_1, b_1) = \left(\frac{r_1''}{r_1'' + r_2''}, \frac{g_1''}{g_1'' + g_2''}, \frac{b_1''}{b_1'' + b_2''} \right) \quad (5)$$

$$(r_2, g_2, b_2) = \left(\frac{r_2''}{r_1'' + r_2''}, \frac{g_2''}{g_1'' + g_2''}, \frac{b_2''}{b_1'' + b_2''} \right) \quad (6)$$

위의 결과들을 종합하여 색상성분 함수는 원 색상성분으로부터 식(7)과 같이 표현할 수 있으며, 색상성분에 관한 표현모델로 정의한다.

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha & 0 & 0 \\ 0 & \beta & 0 \\ 0 & 0 & \gamma \end{bmatrix} S \begin{bmatrix} r \\ g \\ b \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} R_0 \\ G_0 \\ B_0 \end{bmatrix} \quad (7)$$

여기서 R_0, G_0, B_0 는 비선형 잡음등을 포함하는 카메라 환경에 기인한 초기변수로 정의되며 본 논문에서는 0으로 가정한다. 식(7)에서와 같이 왜곡된 색상성분 R, G, B는 (2)와



(그림 1) 대상물체 검출과정의 흐름도

(5)에 의해 S 및 성분별 행렬 값 등을 제거함으로써 본래의 색상 값에 근접할 수 있다. 즉 먼저 식 (2)를 이용, 광원의 세기에 대한 입력영상을 정규화한 후, 식 (5)를 이용, 색상성분에 의한 정규화를 취한다. 그러나 식 (2)와 식 (5)는 각각 광원의 세기와 광원의 색상 중 어느 한쪽만의 영향만을 제거하므로, 동시에 두 가지를 함께 정규화 하는 방법을 본 논문은 정의하며 다음과 같은 순서로 진행된다.

- (1) 먼저 광원의 세기에 대한 정규화를 취한다.
- (2) 같은 영상에 대해 광원의 색상에 대한 정규화를 취한다.
- (3) 위 1과 2의 과정을 반복하여 실행하며, 화소 값은 4~5회의 반복 실행 이내에 유일한 값으로 수렴한다.

위의 처리과정이 색상 값의 일정한 범위로 수렴하는 이유는 2차원적인 정규화가 색상성분 간의 평균 비인 (1,1,1)의 방향으로 수렴하기 때문이며, 이런 원리를 이용하여 영상의 특정영역에 대한 색상성분의 분포를 좀더 안정되고 좁은 범위로 추출하고 정의할 수 있다. 정규화 된 공간에서는 r, g만의 비율이 필요하므로(r+g+b=1), 반복처리는 r,g성분의 변화 값이 미리 정한 임계치 이하로 고정될 때까지 수행된다, 실제의 경우는 2회 반복연산후면 색상 성분의 분포가 일정 값으로 집중되는 결과를 보였다. 또한 이러한 분포는 작은 영역에 집중되는데 그 분포는 Gaussian분포와 유사하다. 따라서 본 논문에서는 2차원의 Gaussian분포를 적용하여 특정 물체영역의 색상분포를 정의한다[6, 8].

정의된 색상분포를 이용하여 입력색상영상 I를 흑백영상 Z로 변환하며 이 결과는 물체의 색상에 가까운 화소일수록 밝게 표현되는 효과를 얻는다. 색상 변환식은 다음과 같이 정의하고 물체의 고유색상영역에 대한 모델을 제시하였다. 여기서 N은 입력영상의 화소수이며, $\frac{r}{r+g}$ 는 각각 r과 g 색상분포의 Gaussian 평균을 나타낸다. 또한 식 (9)의 \sum^2 는 각 r,g분포의 변화량을 보여주는 간소화된 행렬이며, σ_r 과 σ_g 는 각각 r,g의 표준편차를 나타낸다.

$$Z(x, y) = T(r(x, y), g(x, y)) \quad (8)$$

$$\sum^2 = \begin{bmatrix} \sigma_r & 0 \\ 0 & \sigma_g \end{bmatrix}, Z(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma_r\sigma_g} e^{-\frac{1}{2} \left[\frac{(r(x,y)-\bar{r})^2}{\sigma_r^2} + \frac{(g(x,y)-\bar{g})^2}{\sigma_g^2} \right]} \quad (9)$$

2.2 물체의 움직임 색상 정보 추출

이동 물체의 중요한 정보중의 하나는 프레임 간 움직임 정보이며 이는 관심 물체 영역의 대부분이 움직임과 특정 화소 분포를 동시에 가지고 있다는 점을 이용한다. 객체의 움직임 정보를 찾아내기 위해 UPC(Unmatched Pixel Count) 움직임 검출 추정법이 이용되었다. UPC는 블록단위의 간단한 연산형태를 갖는다[9]. 본 논문에서 제안하는 MCWUPC(Moving Color Weighted Unmatched Pixel Count) 연산은 식(10)와 같이 정의되며 Z(x,y,t)는 색상 변환 된 결과영상이

고 U(i,j,t)는 UPC 움직임 검출결과이다. 식 (10)은 두 값의 대수적 곱셈 연산을 취한 결과로 정의되며 이는 색상 변환 된 결과의 가중치를 이용하여 색상변환 된 영역 안에서 움직임이 있는 성분을 강조하기 위하여 사용되었다. 또한 움직임 검출을 위한 U(i,j,t)연산은 색상변환 영상의 해당 화소 위치 (x,y)를 중심으로 2N×2N의 크기를 갖는 윈도우내에서의 차연산값을 모두 포함하도록 하였다.

$$MCWUPC(x, y, t) = Z(x, y, t) \times \sum_{i=x-N}^{i=x+N} \sum_{j=y-N}^{j=y+N} U(i, j, t)$$

where

$$U(i, j, t) = \begin{cases} 1, & \text{if } |Z(i, j, t) - Z(i, j, t-1)| \leq T_h \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (11)$$

여기서 식(10)의 i=(x-N)에서 (x+N)의 범위로 윈도우 내 x좌표의 길이에 해당되며 j=(y-N)에서 (y+N)의 범위는 윈도우내 y 좌표의 길이에 해당된다. 한편 (11)식에서의 임계값은 입력 색상영상의 색상 유사도에 따라 적응적으로 결정될 수 있도록 sigmoid함수[9]를 사용하였으며 식 (12)과 같다.

$$T_h = \frac{255}{1 + \exp \frac{Z(x, y, t) - \frac{255}{2}}{Q}} \quad (12)$$

여기서 Z(x,y,t)는 시간 t에서의 입력 화소값이며, Q는 sigmoid함수의 곡선의 기울기를 결정하는 계수이다. 적응적인 임계값을 사용하는 이유는 다음과 같다. 입력영상의 화소값은 물체 색상의 확률을 의미한다. 그러므로 이미 높은 물체의 확률을 가지고 있는 화소는 작은 움직임도 검출하기 위해 낮은 임계값을 갖을 필요가 있으며, 반대로 색상변환을 통해 물체의 확률이 낮게 나온 영역은 대체로 관심영역이 아닌 경우이므로 큰 움직임이 있는 경우에만 이동물체로서 검출이 되도록 높은 임계값을 사용한다. 본 논문에서는 Q=12의 값이 사용되었으며 100개의 입력 영상 시퀀스에 대해 본 알고리즘을 적용해본 결과 약 88%의 검출 성공률을 보여주었다.

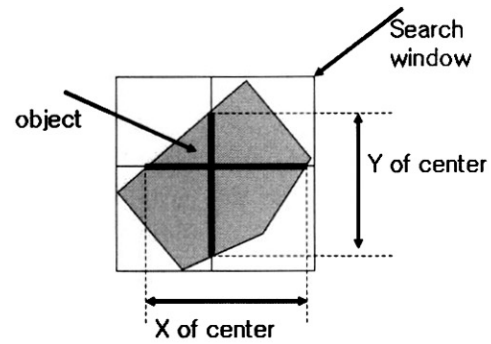
3. 이동물체의 추출과 결정

위의 처리 과정을 통해 얻어진 대상 물체의 확률분포영상은 최종적인 영역 결정을 위해 이진화 된다. 이진 영상에는 배경이 갖는 잡음효과와 유사영역이 갖는 효과는 감소되고 추적 물체의 후보군으로 분류되는 영역만 추출된다. 그러나 물체 추출과정에서 일반적으로 다양한 영상 잡음의 효과가 남아있으므로 추출의 대상을 제한할 필요가 있다. 따라서 본 절에서는 추출된 몇몇의 후보군 중에서 실제 추적하고자 하는 물체를 찾는 방법을 기술한다. 추적체의 추출 및 결정은 전처리 과정을 통해 얻은 영상에 대해 signature의 반복

적 분석 과정을 거쳐 수행된다[12]. 먼저 영상 내 수평과 수직방향의 signature를 계산한다. Signature는 다음 식에 의해 계산된다.

$$S_h(i) = \sum_j^M f[i,j], \quad S_v(j) = \sum_i^N f[i,j] \quad (13)$$

위 식에서 M, N은 영상의 크기이고, $S_h(i)$ 는 각행을 가로질러서 합산한 영상의 강도합을 나타내고 $S_v(j)$ 는 각 열을 가로질러서 합산한 영상의 강도합을 나타낸다. 전처리된 이진 영상의 경우, 강도합이 1에서 양의 값으로, 양의 값에서 0으로 전이하는 점을 찾아 전이점(transition point)으로 정의한다. 이러한 전이점들은 각각 수평방향과 수직방향의 선분을 형성하며 밴드(band)라 정의한다. 밴드는 수평방향의 경우 전이점들을 수평으로 가로지르는 가상의 선분이며 수직방향의 경우 전이점들을 수직으로 가로지르는 가상의 선분이 된다. 이러한 수직, 수평의 밴드들은 영상 안에서 사각형의 부영역들을 형성하며 이 부영역들은 각각 추적체를 포함하는 후보군이 된다. 모든 물체는 이 부영역중의 하나에 포함되므로 추적체의 추출은 부영역에 한정된다. 이 경우 하나의 부영역에 두개 이상의 추적체가 포함될 수 있으며 이러한 문제는 분할된 영역에 대해 물체를 포함하는 영역인지 아닌지를 판별한 다음 물체를 포함할 경우 단일 물체를 포함하는 것이 확인될 때까지 부영역안에서 반복적인 분할 과정을 통해 최종적인 단일물체 포함의 부영역을 결정할 수 있다.



(그림 2) $Cobj$: 부영역 윈도우의 중심점과 x,y 방향 윤곽선간의 거리정보

이동물체의 지속적인 탐색을 위해 물체 간 또는 특징점간의 대응성 문제가 해결되어야 한다. 본 논문에서는 대응성 문제 해결을 위해, 인접한 영상 프레임간의 관계에서 영상내의 물체의 위치와 속력, 물체의 이동방향은 크게 변화하지 않고, 또한 영상 프레임간의 관계에서 영상내의 물체의 에너지 준위 및 형태 정의함수(energy level)의 값은 크게 변화하지 않는다는 가정을 하였다. 또한 프레임간의 각 물체 간 형태정보를 간단히 정의한 함수를 활용하여 관련함수 총량을 가중치와 함께 고려하여 계산하고 그 결과 값이 다음 프레임에서 가장 유사한 물체를 대응물체로 정의하는 방법을 적용한다. 각 영상 시퀀스에서 물체간의 형태함수 변화량을 다음과 같이 정의한다.

$$\Delta Shape(i,j) = Shape'(i) - Shape'^{-1}(j) \quad (15)$$

$(i = 1 \dots N, j = 1 \dots N)$

물체간의 거리변화량은 다음과 같이 정의된다.

$$\Delta Dist(i,j) = DIST(i',j'') \quad (16)$$

$(i = 1 \dots N, j = 1 \dots N)$

위 식에서 DIST는 다음식과 같이 정의된다.

$$DIST(i,j) = \sqrt{((x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2)} \quad (17)$$

위의 두개 식으로부터 물체가 갖는 변화량과 거리의 변화량을 이용하여 최종적인 대응성(Correspondence)의 판단을 위해 다음식과 같이 함수 변화량 $Cor(i,j)$ 를 정의한다.

$$Cor(i,j) = k \times \Delta Shape(i,j) + l \times \Delta Dist(i,j) \quad (18)$$

$(i = 1 \dots N, j = 1 \dots N)$

위 식에서 k와 l은 각 변화량의 가중치를 의미하며 물체의 개수를 N이라 할때 총 $N \times N$ 의 함수가 생성된다. 결국 시간 t의 물체 i는 위의 Cor함수를 최소화하는 시간 t-1의 물체 j에 대응한다.

4. 입력 시퀀스에서의 물체의 검출

본 논문에서는 입력 영상 시퀀스에서의 대상 물체영역의 지속적인 검출을 위해 2차원 영상 평면상의 위치와 형상정보를 얻기 위한 스네이크 알고리즘을 참고하였다. 영역 검출된 물체의 형상정보가 갖는 형태함수를 간략히 정의하고 추적의 초기정보로 활용하였다. 물체 형태정보 함수는 다음과 같이 정의하였다.

$$Sobj = Aobj + Cobj \quad (14)$$

$Sobj$ 는 물체의 물체 형태정보 함수이며 $Aobj$ 는 영상분할된 부영역내에서 일정 임계치를 넘는 움직임 색상성분의 화소갯수이다. $Cobj$ 는 부영역 윈도우의 중심점과 물체의 x,y방향으로의 에지영역간 거리를 나타낸다. 이를 통해 형태정보함수는 물체내의 면적과 중심으로부터의 외곽선 관계정보를 포함하며 형태의 유사도를 추적할 수 있는 기본 정보가 된다.

$Cobj$ 로 표현되는 물체의 형태정보는 다음 (그림 2)에 표시한 X of center와 Y of center간의 비율로서 정의되며 움직임 색상성분의 면적에 해당하는 값과의 적절한 비례를 고려하여 실제 실험에서는 각 항목에 가중치를 적용하였다.

5. 실험 및 검토

5.1 MCN 다중정규화

(그림 3)은 다중 정규화의 원리를 기본적인 실험용 영상에 적용하여 확인한 결과이다. 즉, 원 영상과 두 가지 빛의 변형요인이 적용된 후 영상에 대하여 MCN의 정규화 과정을 취한 다음 두 영상의 다양한 동일위치에 대해서 화소가 같은 성분으로 추출이 되는지를 실험 해 보았다. 영상의 화소값들이 광원의 세기나 빛의 색 성분의 2가지 변화요인에 의해서만 선형적으로 변형된다고 가정하면, 결국 인간의 시각으로 구분할 수 없는 잡음의 성분들도 이와 같은 다중 정규화 과정을 통해 같은 영역으로 인식될 수 있다는 결론을 얻는다. 하지만 실제의 영상에서는 이러한 변화가 선형적이지 않고, 다양한 색상변형에 의한 잡음 효과가 존재할 수 있다.

<표 1>은 8가지의 서로 다른 빛의 세기 및 다양한 광원 색(실내등 및 자연광 포함)을 이용하여 살색성분을 갖는 물체영역에 대해 기존의 방법과 MCN정규화 방법을 적용해 본 결과이다. 실험의 결과는 특정영역의 색상 분포가 기존

<표 1> MCN정규화에 의한 살색영역분포 비교

실험영상	실험조건	기존방법		MCN다중정규화	
		r	g	r	g
	원영상	105	92	101	87
영상1	R:10%	108	91	101	87
영상2	G:10%	103	88	101	87
영상3	B:10%	103	94	101	86
영상4	R: 5% G:15% B: 5%	103	94	101	88
영상5	R:20% G:15%	108	94	101	87
영상6	R:30% G:40% B:15%	105	92	101	88
영상7	R:55% G:26% B:37%	115	93	102	87
영상8	G:25%	101	92	100	87
average		106	91	101	87
deviation		9	4	1	1

의 방법에 비해 정규화 된 r,g값의 편차가 10%이내의 더욱 좁혀진 영역 안으로 안정되게 수렴하는 결과를 보여준다. 얼굴색 분포를 실제 상황의 다양한 영상에 대해서도 적한 경우에도 MCN의 결과는 대상영역의 범위를 좁게 고정시켜 주는 효과를 갖는다.

5.2 움직임 색상 영역 추출

기술한 MCWUPC연산에 의해 영상강조 된 영역내의 임계치 이상 화소수를 조도와 색상의 변화에 따라 추출한 결과는 다음의 <표 2>와 같다.

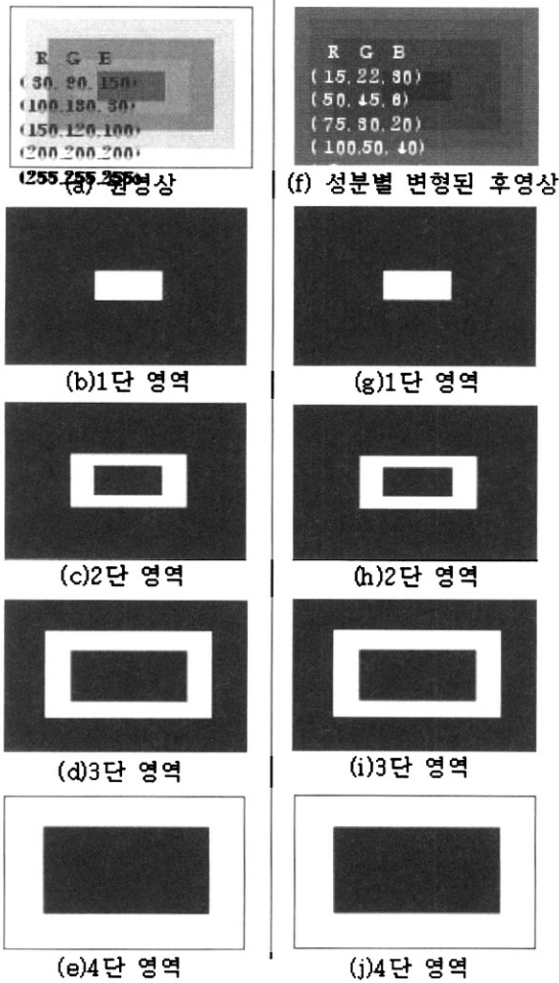
<표 2>의 결과를 보면 물체의 색상 범위와 상관없이 물체의 표준영역 화소값과 주어진 조도의 범위 안에서 각 샘플 내 동일 화소값의 분포는 10%이내에서 변화를 보여주고 있다.

<표 2> MCWUPC연산에 의한 관심영역 화소 변화

표면색상	조도	250lx	300lx	350lx	400lx
	sample 1(black)		2234	2187	2093
sample 2(red)		2389	2366	2271	2240
sample 3(blue)		2290	2261	2206	2139

5.3 영상분할 및 물체 검출을 평가

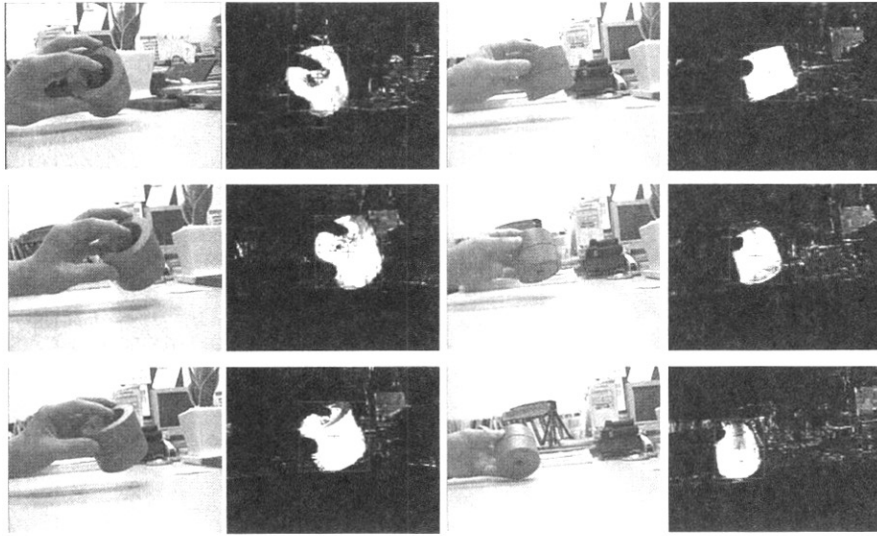
물체영역 검출을 위한 실험환경으로 카메라와 대상영역의



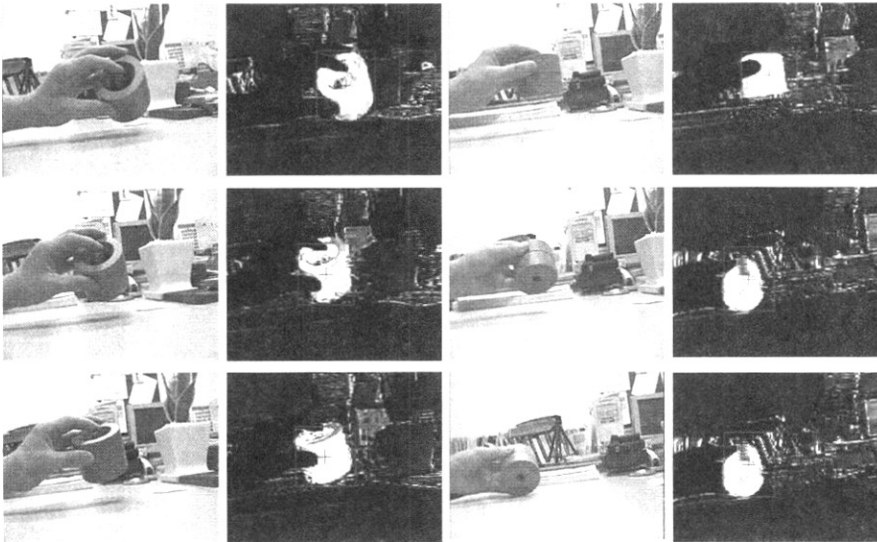
(그림 3) MCN정규화의 실험결과 영상



(그림 4) 물체 추적용 로봇의 실험 환경



(그림 5) 다양한 배경에서의 물체 검출 결과(제안한 방법)



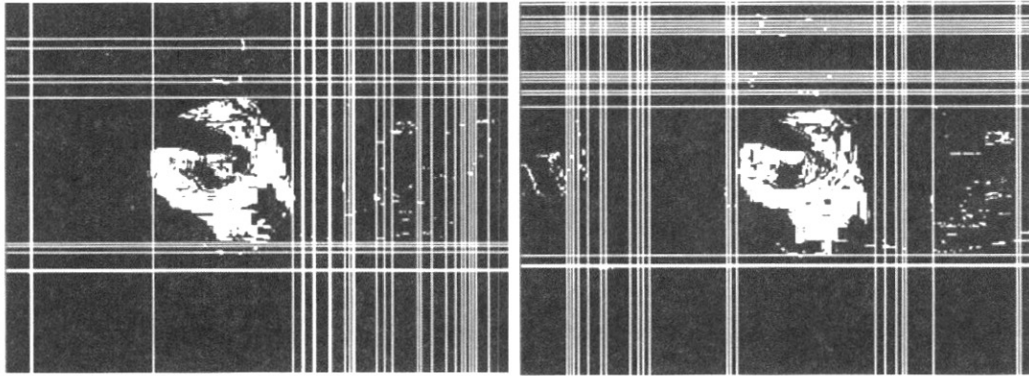
(그림 6) 다양한 배경에서의 물체 검출결과(Rita Cucchiara[6])

자유도를 높이고 추후 비전로봇 환경하에서의 영역검출을 고려하여 간단한 이동용 비전 로봇을 제작하였다. CM32C+RX2400S USB 무선 송수신 카메라 장치를 영상획득 장치로 활용하고 영상처리를 위한 서버환경으로 구성하였다. 영상 획득부는 CM32C카메라를 사용하고 이동로봇의 전면에 설치하였으며, 수신부는 RX2400S 수신장치와 PC를 연결하여 송신부의 획득영상을 실시간으로 서버에서 획득하고 처리결과에 따라, 다시 회전 또는 전후진 등의 이동명령을 로봇의 MCU에 전달하는 방식으로 (그림 4)와 같이 구성되었다.

실제 실험에서는 물체의 위치 추적결과에 따라 로봇의 좌우 30도 이내 회전운동만을 수행하고 항상 물체를 영상의 중심에 오도록 제어하였으며 영상의 배경은 잡음성분의 색상영역과 모양을 포함하도록 구성하였다. 물체 검출의 성공요인은 첫째, 초기 물체 특징공간의 설정과 그에 따른 영상분할 정확도가 중요하며 둘째, 매 프레임의 분할된 물체 후

보 영역중 최적의 동일 영역을 검출하는 영상분할 과정에 기인한다.

(그림 5)의 1과 3열은 총 60프레임의 원 영상 중 6개의 영상을 보여주며, 2열과 4열은 해당 원영상의 초기 움직임 색상정보를 이용한 특징 공간 변환영상과 물체추적 후 Box로 표시된 최종후보 영역을 함께 보여준다. 이 결과는 물체 특징공간의 정확한 설정을 통한 영상분할과 잡음제거의 효과가 계속적인 검출과정에서 정확도를 향상시키는 원인이 됨을 보여주고 있다. 본 연구결과와 비교하기 위하여, 색상과 모션정보를 관심영역 추적의 영상분할에 활용한 Rita Cucchiara[6]의 처리결과를 (그림 6)에서 보여준다. (그림 6)은 물체의 특징공간이 주변의 잡음영역과 유사하여 한 프레임에서 다수의 물체 후보를 발생시키거나 영역의 경계를 정확히 정의하지 못함으로써 추적 성공률을 떨어뜨리는 경우를 볼 수 있다.



(그림 7) 영상분할 단계에서의 Signature 분석결과 비교(제안한 방법 vs Rita Cucchiara[3])

〈표 3〉 물체검출 결과비교

실험조건 및 결과 실험방법	실험영상1 (조도300lx)	검출 성공률	실험영상2 (조도350lx)	검출 성공률
제안한 방법	53/60 frame	89%	56/60 frame	93%
Rita Cucchiara[6]	50/60 frame	83%	54/60 frame	90%

(그림 7)은 두 접근방법의 20번째 프레임에서의 signature 분석단계 영상을 보여준다. 후보영역 주변의 잡음적 요소가 추적을 위해 더 많은 물체후보를 발생시킬 수 있다. 표 3은 (그림 5),6에서 보여준 두 가지 접근방법에 대해 원영상의 물체 범위 내에 추적결과 Box를 출력하는 프레임을 추적성공으로 간주하여 비교한 결과이다. 본 논문에서 제시한 방법은 표 3과 같이, 조도를 달리한 2개의 입력 실험 영상에 대해 각각 89%, 93%의 물체 검출 성공률을 보였으며 기존의 Rita의 방법에 비해 각각 6%와 3% 더 높은 검출율을 보여주었다.

5. 결 론

본 논문에서는 영상 내 물체에 대한 사전정보(고유색상)와 움직임 정보를 활용하여 특정 물체에 대한 후보 그룹을 추출하고 영상 분할 방법에 의해 대상 물체 영역을 정의하며 최종적으로 이동물체에 대한 효과적 검출 방법을 제공하였다. 특히 물체와 배경 및 유사잡음들과의 강인한 분리를 위하여 다중 정규화를 통한 고유색상영역을 정의하고 움직임 정보등의 사전정보를 활용하였다. 이를 위해 MCWUPC라는 움직임 색상정보를 활용한 영상 강조 기법을 사용하였고 강조된 영역 내 화소 분포는 조도의 변화와 색상의 다양성을 전제로 한 실험에서 영역의 평균 화소 값으로부터 변화량이 10% 이내로 제한됨을 보여주었다. 또한 다중정규화 결과는 특정영역의 색상 분포가 기존의 방법에 비해 정규화된 r,g값의 편차가 10%이내의 더욱 좁혀진 영역 안으로 안정되게 수렴하는 결과를 보여주었다. 또한 형태의 변화가 수반되는 경우에도 유연한 대처능력을 갖도록 하기 위해 signature기법을 이용한 영역분할 방법을 통해 물체 영역의

확률을 높였다. 다양한 배경을 포함한 2종류의 실험영상 120 프레임을 처리한 결과 각각 89%와 93%의 검출 성공률을 보였으며 이는 기존의 방법보다 6%와 3% 이상의 향상을 보여준다.

참 고 문 헌

- [1] Marchand, E, Bouthemy, P., Chaumette, F., and Moreau, V., "Robust Real Time Visual Tracking using a 2D-3D Model Based Approach," Proc. of the Seventh IEEE International Conference on Computer Vision, Vol.1, pp.262-268, 1999.
- [2] Jibe Yang and Alex Waybill, "Tracking Human Faces in Real Time," Technical Report CMU-CS-95-210, Carnegie Melon University, 1995.
- [3] S.H.Kim, H.G.Kim and K.H. Tchah, "Object-oriented Face Detection using Colour Transformation and Range Segmentation," IEE Electronics Letters, Vol.34, No.10, 14th, pp.979-980, May, 1998.
- [4] J. Wilder, "Comparison of Visible and Infrared Imagery for Face Recognition," Proc. Int'l Conf. Face and Gesture Recognition, Vermont(U.S.A), pp.182-187, Oct., 1996.
- [5] K.Sobottka and I.Patas, "Segmentation and Tracking of Faces in Color Images," Proc. Int'l Conf. Face and Gesture Recognition, Vermont(U.S.A), pp.236-241, Oct., 1996.
- [6] Rita Cucchiara, Andrea Prati, Roberto Vezzani, "Object Segmentation in Videos from Moving Camera with MRFs on Color and Motion Features," Proc. Intl Conf. Computer Vision and Pattern Recognition, 2003.
- [7] M. J. Black and Y. Yacob, "Tracking and Recognizing Rigid and Non-rigid Facial Motion using Local Parametric Model of Image Motion," Proc. Intl Conf. Computer Vision, pp.374-381, 1995.

- [8] G.D.Finlayson, "Color Normalization for Object Recognition," ATR Symposium on Face and Object Recognition , Japan, pp.47-48, April, 1998.
- [9] Roberto Brunelli and Tomaso Poggio. Face Recognition: Features versus. Templates. IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine intelligence, Vol.15, No.10, pp.1042-1052, Oct., 1993.
- [10] D.reisfeld, Detection and Interest Points using Symmetry, Proc. Intl Conf. Computer Vision, pp.62-65, Dec., 1990.
- [11] H. Gharavi ad Mike Mills, Blockmatching Motion Estimation Algorithm - New Results, IEEE Trans. Circuits and System, Vol.37, No.5, May, 1990.



김 상 훈

e-mail : kimsh@hknu.ac.kr

1987년 고려대학교 전자공학과(학사)

1989년 고려대학교 전자공학과(석사)

1999년 고려대학교 전자공학과(박사)

1989년~1994년 LG반도체 연구원

1999년~2001년 KIST 위촉연구원

2004년 Univ. of Maryland, College Park
객원교수

1999년~현재 환경대학교 정보제어공학과 부교수

관심분야: Object detection and tracking, face detection, 3D
reconstruction Robot Vision