

# 다중 비디오카메라에서 색 정보를 이용한 특정 이동물체 추적 알고리즘

신 창 훈<sup>†</sup> · 이 주 신<sup>††</sup>

## 요 약

본 논문은 다중 비디오카메라에서 색 정보를 이용한 특정 이동물체 추적 알고리즘을 제안한다. 제안된 방법은 다중 비디오카메라로부터 입력되는 영상의 RGB 칼라 좌표계를 HSI 칼라 좌표계로 변환한 후, 영상의 색조 영역만을 가지고 배경영상과 물체가 존재하는 영상에서 차영상 기법과 가산투영 기법을 사용하여 이동물체를 검출한다. 검출된 이동물체 영역의 색조는 0도부터 360도 사이에서 24단계로 정규화 된다. 정규화된 이동물체의 색조 분포도를 구한 후, 가장 높은 분포를 갖는 3개의 정규화 레벨과 3개의 정규화 레벨 사이의 간격을 이동물체의 특징파라미터로 사용하였다. 각 카메라간의 이동물체 동일성 판별은 이동물체 특징파라미터를 가지고 판별하고, 추적 감시하였다. 제안된 방법의 타당성을 검토하기 위하여 실내에 각기 다른 장소에 4대의 카메라를 각각 설치하여 이동물체의 대상을 사람으로 놓고, 특정사람을 감시한 결과 각 카메라에서 검출된 특정사람의 색조분포도 변화는 10%내를 유지함을 보였고, 특정 파라미터로 4대의 카메라에서 특정사람이 자동 추적감시 됨을 확인하였다.

## The Interesting Moving Objects Tracking Algorithm using Color Informations on Multi-Video Camera

ChangHoon Shin<sup>†</sup> · JooShin Lee<sup>††</sup>

### ABSTRACT

In this paper, the interesting moving objects tracking algorithm using color information on Multi-Video camera is proposed. Moving objects are detected by using difference image method and integral projection method to background image and objects image only with hue area, after converting RGB color coordination of image which is input from multi-video camera into HSI color coordination. Hue information of the detected moving area are normalized by 24 steps from 0° to 360°. It is used for the feature parameters of the moving objects that three normalization levels with the highest distribution and distance among three normalization levels after obtaining a hue distribution chart of the normalized moving objects. Moving objects identity among four cameras is distinguished with distribution of three normalization levels and distance among three normalization levels, and then the moving objects are tracked and surveilled. To examine propriety of the proposed method, four cameras are set up indoor difference places, humans are targeted for moving objects. As surveillance results of the interesting human, hue distribution chart variation of the detected interesting human at each camera is under 10%, and it is confirmed that the interesting human is tracked and surveilled by using feature parameters at four cameras, automatically.

키워드 : 추적(Tracking), 칼라(Color), 색조(Hue), 이동물체(Moving Object), 감시(Surveillance)

### 1. 서 론

최근 컴퓨터 비전 시스템의 발달로 비디오카메라를 이용한 영상 감시 기법들이 활발히 진행되고 있다.

과거 비디오카메라를 이용한 동영상 감시 시스템에서는 사람에 의해 모니터를 지속적으로 감시하였지만 점차적인 영상처리 기술의 발달로 인하여 최근에는 무인 감시시스템이 활성화 되고 있다[1].

비디오카메라를 이용한 동영상 감시 방법은 지능형 교통 시스템, 항성 탐사 로봇, 출입자 관리, 침입자 감시 시스템 등 산업 전반에 걸쳐 널리 이용되고 있다[2-5].

비디오카메라를 이용한 동영상 감시 방법은 감시 장소를 감시하는데 있어 여러 대의 카메라로 영역을 나누어 이동물체를 지속적으로 추적 감시하는 방법과 여러 장소를 여러 대의 비디오카메라를 가지고 한 장소에 한대의 카메라를 각각 설치하여 동일 이동물체를 감시하는 방법이 있다 [6-7].

감시 장소를 감시하는데 있어 여러 대의 카메라로 영역

<sup>†</sup> 정 회 원 : 청주대학교 대학원 전자공학과

<sup>††</sup> 정 회 원 : 청주대학교 전자공학과 교수

논문접수 : 2003년 12월 26일, 심사완료 : 2004년 4월 12일

을 나누어 이동물체를 지속적으로 추적 감시하는 방법은 감시영역이 중첩되도록 카메라를 설치하여 이동물체를 지속적으로 감시하기 때문에 이동물체가 한 카메라 영상영역에서 인접된 카메라 영상영역으로 이동할 때 이동물체가 모니터 화면에서 사라지는 것을 방지할 수 있다[8-10].

이 방법은 이동물체의 지속적인 추적과 추적 중인 이동물체의 밝기 특성만으로도 추적감시가 가능하나 감시하고자 하는 전 영역에 비디오카메라의 영상영역을 중첩하여 설치해야 하는 비경제적인 측면과 감시대상 모니터가 많아지므로 감시 능률이 저하 될 수 있다.

여러 장소에서 여러 대의 비디오카메라를 가지고 한 장소에 한대의 카메라를 각각 설치하여 동일 이동물체를 감시하는 방법은 저비용으로 넓은 영역을 감시할 수 있다는 장점은 있으나, 이동물체가 한 카메라 영상영역에서 인접된 카메라 영상영역으로 이동할 때 이동물체가 모니터 화면에서 사라지기 때문에 동일 물체의 지속적인 추적이 어려운 단점이 있으며, 또한, 각 장소에 대한 배경이 각기 다르기 때문에 이동물체의 색깔, 배경, 밝기 등에 따라 동일물체의 판별과 이동물체의 추적이 매우 어렵다. 따라서 저비용으로 넓은 영역을 감시할 수 있는 다중 비디오카메라 감시방법이 요구된다.

본 논문은 다중 비디오카메라에서 색 정보를 이용한 특정 이동물체 추적 알고리즘을 제안한다. 제안된 방법은 다중 비디오카메라로부터 입력되는 영상의 RGB(Red, green, blue) 칼라 좌표계를 HSI(Hue, saturation, intensity) 칼라 좌표계로 변환한 후, 영상의 색조영역만을 가지고 배경영상과 물체가 존재하는 영상에서 차영상 기법과 가산투영 기법을 사용하여 이동물체를 검출하고자 한다.

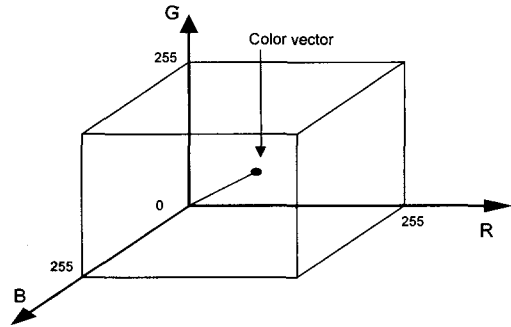
검출된 이동물체 영역의 색조는 0도부터 360도 사이를 24단계로 정규화 한다. 정규화 된 이동물체의 색조 분포도를 구한 후 가장 높은 분포를 갖는 3개의 정규화 레벨과 3개의 정규화 레벨 사이의 간격을 이동물체의 특징파라미터로 사용하였다. 각 카메라간의 이동물체 동일성 판별은 3개의 정규화 레벨의 분포와 3개의 정규화 레벨 사이의 간격을 가지고 판별하고, 이동물체를 추적 감시한다.

제안된 방법의 타당성을 검토하기 위하여 실내에 각기 다른 장소에 4대의 카메라를 각각 설치하여 이동물체의 대상을 사람으로 놓고, 특정 사람을 추적 감시하고자 한다.

**2. 영상의 칼라 좌표계**

RGB 칼라 공간은 서로 더해 질 수 있는 빨간색, 녹색, 파란색으로 구성된 빛의 삼원색을 이용하여 색상을 나타낸다. 주로 하드웨어에서 영상을 표현하는 방법으로 널리 사용된다.

(그림 1)은 RGB 칼라 좌표계를 나타낸다. 각 축의 모서리가 빛의 삼원색인 빨간색, 녹색, 그리고 파란색인 3차원 입방체로 표현된다.

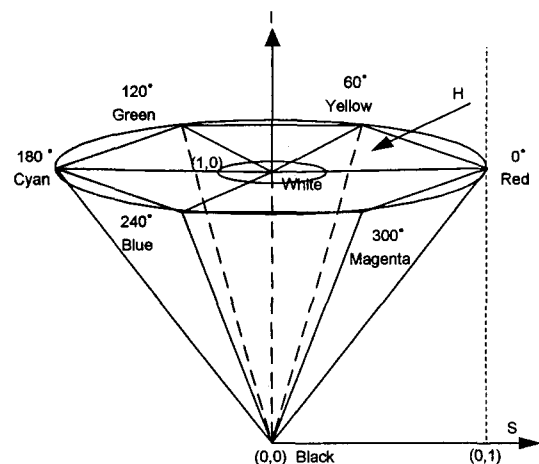


(그림 1) RGB 칼라 좌표계

(그림 1)에서 원점 (0, 0, 0)는 검정색을 나타내며, 24비트 칼라 그래픽 시스템에서 빨간색은 (255, 0, 0), 녹색은 (0, 255, 0), 파란색은 (0, 0, 255)로 표현된다[11-14].

HSI 칼라 좌표계는 색조, 채도, 명도의 세 가지 특성으로 컬러를 표현한다. HSI 칼라 좌표계가 영상처리 분야에서 많이 이용되는 이유는 RGB 칼라 좌표계에서 색조 H의 변화가 발생하면 RGB 세 개의 파라미터가 모두 변화하지만, HSI 칼라 좌표계에서 색조 H의 변화가 발생하면 색조 H의 각도만이 변화하기 때문이다.

HSI 칼라 좌표계는 육각 원뿔 형태로 (그림 2)와 같다. (그림 2)의 밝기 I가 0인 점(0, 0)은 검정색을 나타내고, 밝기 I가 1인 점(1, 0)은 흰색을 나타낸다. 색조 H는 빨간색이 0도부터 시작해서 반시계 방향으로 노란색은 60도, 녹색은 120도, 청녹색은 180도 그리고, 파란색은 240도, 자홍색(Magenta)은 300도에 위치한다. 채도 S는 밝기 I축에서 직각으로 육각뿔 외면까지의 거리를 나타낸다. 즉, 색조 H에 흰색의 혼합량을 나타낸다[15-18].



(그림 2) HSI 칼라 좌표계

RGB 칼라 좌표계의 임의 화소에 대하여 HSI 칼라 좌표계로 변환하면 (그림 2)와 같다. (그림 2)에서 색조  $H$ 는 식 (1)과 같이 구한다.

$$H_1 = \cos^{-1} \frac{\frac{1}{2}((R-G)+(R-B))}{\sqrt{(R-G)^2+(R-B)(G-B)}} \quad (1)$$

만일,  $B \leq G$ 이면  $H$ 는 식 (2)와 같이 구한다.

$$H = H_1, \quad B \leq G \quad (2)$$

식 (2)의 색조  $H$ 는 (그림 2)에서 0도부터 180도 사이의 색조를 나타낸다. 만일,  $B > G$ 이면 색조  $H$ 는 식 (3)과 같이 구한다.

$$H = 360 - H_1, \quad B > G \quad (3)$$

식 (3)에서 얻어진 색조  $H$ 는 (그림 2)에서 180도부터 360도 사이의 색조를 나타낸다.

(그림 2)에서 채도  $S$ 는 식 (4)와 같이 구한다.

$$S = \frac{\text{Max}(R, G, B) - \text{Min}(R, G, B)}{\text{Max}(R, G, B)} \quad (4)$$

또한, (그림 2)에서 밝기  $I$ 는 식 (5)와 같이 구한다.

$$I = \frac{\text{Max}(R, G, B)}{255} \quad (5)$$

식 (5)에서 분모의 255는 24bit RGB 칼라 좌표계에서 한 화소를 최대로 표현할 수 있는 그레이 레벨 값이다.

### 3. 색조 영상 분할

이동물체의 특징 파라미터를 추출하기 위하여 RGB 칼라 좌표계를 HSI 칼라 좌표계로 변환하고, HSI 칼라 좌표계의 색조  $H$  영역에서 차영상을 식 (6)과 같이 구한다.

$$DP_H(x, y) = \sum_{x=1}^n \sum_{y=1}^m I_{H_0}(x, y) - I_{H_1}(x, y) \quad (6)$$

식 (6)의  $DP_H$ 는 색조  $H$ 에서 배경영상과 이동물체가 존재하는 영상의 차영상을 나타낸다.  $I_{H_0}$ 는 HSI 칼라 좌표계의 색조  $H$  영역에서 이동물체가 존재하지 않는 배경영상을 나타내고,  $I_{H_1}$ 는 HSI 칼라 좌표계의 색조  $H$  영역에서 이동물체가 존재하는 영상을 나타낸다.  $x$ 와  $y$ 는 영상의 크기를 나타낸다.

이동물체 검출은 차영상  $DP_H$ 에 대한 수직, 수평 가산 투영을 구함으로써 얻을 수 있다. 차영상  $DP_H$ 에 대한 수평 가

산투영  $HA(y)$ 와 수직 가산투영  $VA(x)$ 는 식 (7)과 식 (8)과 같이 구한다.

$$HA(y) = \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n DP_H(x, y) \quad (7)$$

$$VA(x) = \sum_{x=1}^n \sum_{y=1}^m DP_H(x, y) \quad (8)$$

식 (7)의  $HA(y)$ 는  $DP_H(x, y)$ 를 수평 방향으로 적분한 결과이고,  $VA(x)$ 는  $DP_H(x, y)$ 를 수직 방향으로 적분한 결과이다. 이동물체의 위치는  $HA(y)$ 와  $VA(x)$ 를 분석하여 얻을 수 있다[19].

이동물체 영역은 식 (9)과 식 (10)과 같이 구한다.

$$DP_{Hb}(x, y) = 0, \quad |DP_H(x, y)| < T_h \quad (9)$$

$$DP_{Hb}(x, y) = 1, \quad |DP_H(x, y)| \geq T_h \quad (10)$$

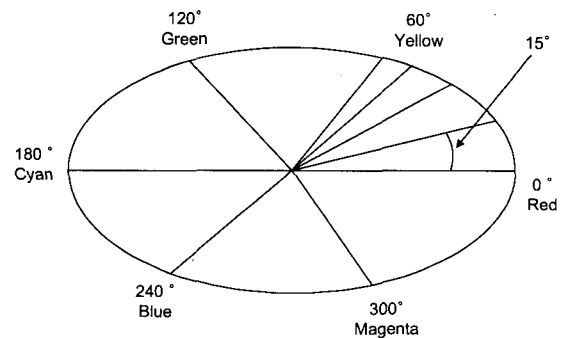
식 (9)과 식 (10)의  $DP_{Hb}$ 는 이진화된 이동물체 영역을 나타낸다.  $DP_H(x, y)$ 의 값이 임계치  $T_h$ 보다 크면 이동물체가 존재하는 영역이다. 배경은 식 (9)에 의하여 0으로 변환되고, 이동물체 영역은 식 (10)에 의해 1로 변환 된다.

이동물체 영역의 색조  $MA_{H_1}$ 는 식 (11)과 같이 구한다.

$$MA_{H_1}(x, y) = I_{H_1}(x, y), \quad DP_{Hb}(x, y) = 1 \quad (11)$$

식 (11)의  $MA_{H_1}$ 는 이동물체의 영역에 대한 색조를 나타내고,  $I_{H_1}$ 는  $MA_{H_1}$ 가 포함된 전체영상의 색조  $H$ 를 나타낸 것이다.  $DP_{Hb}$ 의 값이 1이면 이동물체가 존재하는 것이므로 색조 영역  $I_{H_1}$ 를  $MA_{H_1}$ 에 넣는다.

이동물체의 영역  $MA_{H_1}$ 의 색조  $H$ 를 (그림 3)과 같이 정규화 한다.



(그림 3) 색조의 정규화

(그림 3)은 전체 색조의 범위를 0도부터 360도 영역으로 놓고 색조를 나타내고, <표 1>과 같이 24단계의 정규화 레벨에 대표 값이 부여된다.

<표 1>은 24단계로 정규화 된 색조 분포에 대표 값을

〈표 1〉 정규화레벨의 각도범위와 대표 값

레벨	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_5$	$L_6$	$L_7$	$L_8$	$L_9$	$L_{10}$	$L_{11}$	$L_{12}$
각도범위	0~15	15~30	30~45	45~60	60~75	75~90	90~105	105~120	120~135	135~150	150~165	165~180
대표 값	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

레벨	$L_{13}$	$L_{14}$	$L_{15}$	$L_{16}$	$L_{17}$	$L_{18}$	$L_{19}$	$L_{20}$	$L_{21}$	$L_{22}$	$L_{23}$	$L_{24}$
각도범위	180~195	195~210	210~225	225~240	240~255	255~270	270~285	285~300	300~315	315~330	330~345	345~360
대표 값	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

부여한 것이다.

이동물체의 영역  $MA_H$ 의 값은 식 (12)에 의하여 24단계로 정규화 되어진다.

$$N_{i,L} = \sum_{x=1}^n \sum_{y=1}^m DP_{Hb}(x,y),$$

$$(L-1) \times 15 \leq MA_H(x,y) < L \times 15 \quad (12)$$

식 (12)의  $N_{i,L}$ 은 24단계로 나타낸 이동물체의 색조 분포를 나타낸다.  $MA_H$ 는 <표 1>과 같이 24단계로 정규화 되어진다.  $L$ 은 정규화 레벨을 나타내고 범위는 1부터 24로 정규화 레벨인 24단계로 나타낸다.

어떤 임의의 이동물체의 색조 분석 결과가 (그림 4)와 같이 나타났다면, 이동물체의 색조 분포는 이동물체의 칼라가 변화하지 않는 한 배경의 변화와 조도의 변화에는 색조 분포 패턴이 크게 변화하지 않는다. 이동물체의 특징 파라미터  $\delta$ 의 결정은 색조 분포도가 가장 큰 세 개의 색조 레벨로 하였다.

```

1.  $v : N_{i,L} / *$  24단계로 정규화된 이동물체의 색조 분포 */
2.  $v_1 : v$ 
3. Sort( $v, j$ )
4. for  $j = 1$  to  $k$ 
5.    $tv_j = \text{Max}(v_1) / *$  집합  $v_1$ 에서 최대값을 갖는 원소 */
6.    $n_j //$ 최대값을 갖는 원소의 위치
7.    $v_1 = (v \cup tv) - (v \cap tv)$ 
8. end
    
```

(그림 4) 이동물체 영역에서 세 개의 색조 레벨을 추출하기 위한 알고리즘

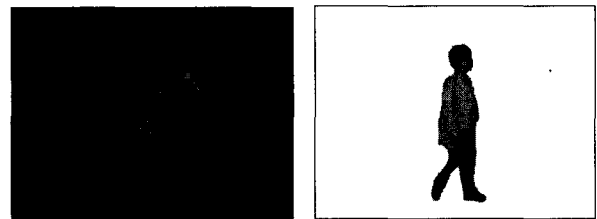
(그림 4)는 이동물체 영역에서 가장 큰 세 개의 색조 레벨을 추출하기 위한 알고리즘을 나타낸다. (그림 4)의  $\text{Max}(v_1)$ 은 집합  $v_1$ 에서 최대 값을 갖는 원소를 나타낸다. (그림 4)에서 5번 항의  $v_1$ 는 최대 값 원소를 제외시킨 집합이다.  $tv_1$ 은 파라미터  $\delta_1$ ,  $tv_2$ 는 파라미터  $\delta_2$  그리고  $tv_3$ 은 파라미터  $\delta_3$ ,  $tv_k$ 는 파라미터  $\delta_k$ 로 각각 결정된다. 파라미터  $\delta_1$ 은 가장 큰 색조 분포를 나타내는 정규화 레벨이다. 파라미터  $\delta_2$ 는 두 번째로 큰 색조 분포를 나타내는 정규화 레벨이고,

파라미터  $\delta_3$ 는 세 번째로 큰 색조 분포를 나타내는 정규화 레벨이다.

이동물체의 동일성 판별을 위한 특징 파라미터  $\lambda$ 는 색조 분포에서 추출된 특징파라미터  $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ 의 사이의 레벨 간격으로 정하였다. 먼저,  $n_j$ 를 내림차순으로 정리하고, 파라미터  $\lambda$ 는 식 (13)에 의해 구한다. 실험에서는 파라미터  $\delta$ 의 개수를 3으로 하였다.

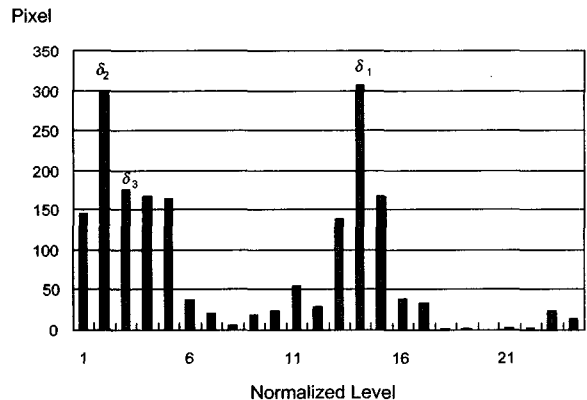
$$\lambda_j = n_j - n_{j+1}$$

$$\lambda_j = 24 - n_j + n_{j-2}, \quad j = 3 \quad (13)$$



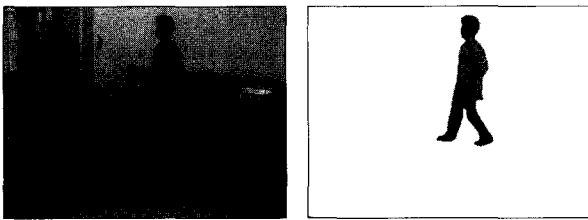
(a) P1의 입력영상 (b) 특정 이동물체 영상  
(그림 5) 카메라 입력 영상과 특정 이동물체 영상

(그림 5)(a)는 실내에 장소  $P_1$ 에 설치된 동영상 감시 카메라로부터 한 장면을 입력한 영상이고, (그림 5)(b)는 (그림 5)(a)의 영상에서 감시 대상인 사람만을 분리 추출한 영상이다. (그림 6)은 (그림 4)(b)의 감시대상 물체에 대한 색조 분포를 나타낸 것이다.



(그림 6) 이동물체의 색조분포

(그림 6)의 색조분포에서 화소 수가 가장 많은 정규화 레벨인  $L_{14}$  레벨과  $L_2$  레벨 그리고  $L_3$  레벨을 이동물체의 특징 파라미터  $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ 로 각각 결정하였다. 또한, 조도 변화에 따른 색조의 변화에 대응하기 위하여 특징파라미터로 선정된 정규화 레벨  $L_{14}$ 와  $L_3$  사이의 간격,  $L_3$ 와  $L_2$  사이의 간격,  $L_2$ 와  $L_{14}$ 의 간격들을 이동물체의 특징 파라미터 특징 파라미터  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ 로 결정하였다.

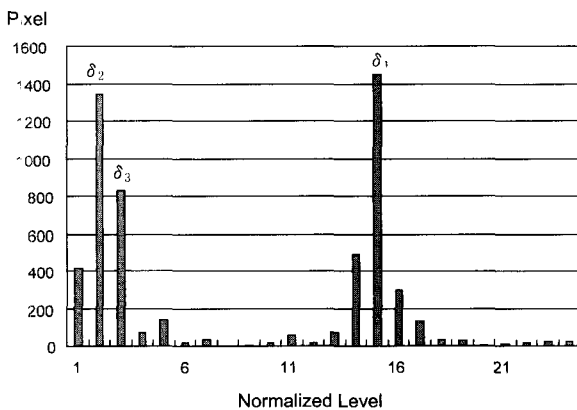


(a)  $P_2$ 의 입력영상 (b) 특정 이동물체 영상

(그림 7) 카메라 입력 영상과 특정 이동물체 영상

조도의 변화에 의하여 색조의 변화가 발생하면, 색조에 대한 화소 분포가 변화한다. 이때 각 색조분포 레벨의 간격을 이용하여 이동된 화소 분포의 동일성을 찾아내는 것이다. (그림 7)(a)는 건물 내에 장소  $P_2$ 에 설치된 카메라에서 감시 대상인 사람을 입력시킨 것이다. (그림 7)(b)는 배경에서 감시대상인 사람만 추출한 것이다. (그림 7)(a)는 감시대상인 사람이 장소  $P_1$ 에서 장소  $P_2$ 로 이동한 결과가 된다.

(그림 8)은 (그림 7)(b)의 색조 분포를 나타낸 것이다.

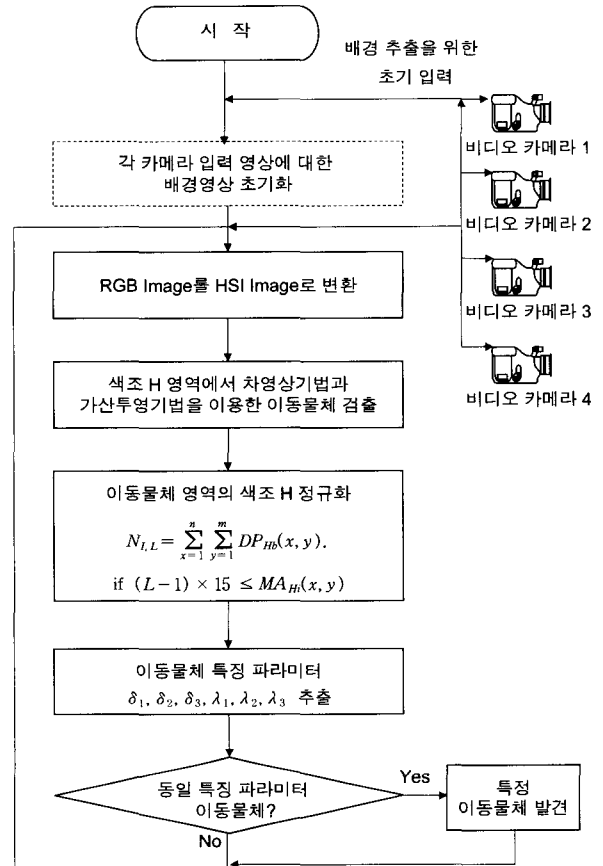


(그림 8) 배경영상 변화에 따른 이동물체 색조 분포

(그림 5)(a)의 장소  $P_1$ 와 (그림 7)(a)의 장소  $P_2$ 는 배경이 다를 뿐만 아니라 빛의 밝기도 다르고 이동물체와 카메라의 거리도 다르다. (그림 8)은 배경과 조도 거리의 변화가 발생한 이동물체의 색조패턴을 나타낸다. (그림 6)의 색조분포 파라미터  $\delta_1$ 만이 (그림 8)에서 우측으로 이동되었다. 즉, (그림 6)의  $L_{14}$ 가 (그림 8)의  $L_{15}$ 으로 우측으로 선행 이동되었고 (그림 6)과 (그림 8)의  $\delta_1$ 과  $\delta_2$ 는 고정되어 있음

을 알 수 있다. 즉, 이동물체의 동일성판별을 하기 위한 특징 파라미터의  $\lambda$  값이 배경 변화로 인한 조도 변화에 유용하게 적용할 수 있다.

(그림 9)는 이동물체 검출 및 동일성 판별 프로그램의 흐름도를 나타낸다.



(그림 9) 이동물체 검출 및 동일성 판별 프로그램의 흐름도

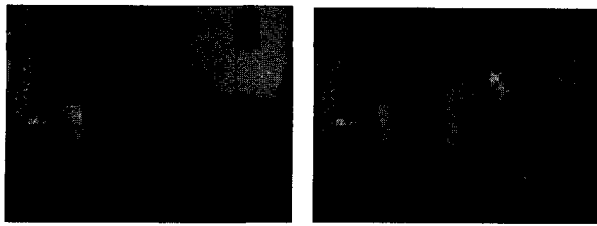
#### 4. 실험 및 고찰

제안된 시스템의 타당성을 입증하고자 건물 내에 4개의 비디오카메라를 설치하여 입력 영상을 추출한다. 추출된 RGB 칼라 좌표계 입력 영상은  $320 \times 240$  HSI 칼라 좌표계로 변환 되어 실험이 이루어졌다.

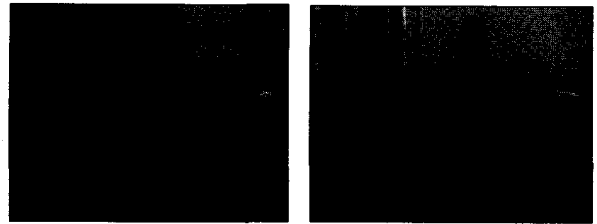
(그림 10)은 건물 내에 설치된 4개의 비디오카메라로부터 입력되어지는 배경영상과 사람이 포함된 영상을 나타낸 것이다.

(그림 11)(a)는 배경에 대한 RGB 칼라 좌표계 입력영상을 나타내고, (그림 11)(b)는 (그림 11)(a)에서 색조  $H$ 를 분리한 것이고, (그림 11)(c)는 채도  $S$ , (그림 11)(d)는 밝기  $I$ 를 각각 분리해 낸 것이다.

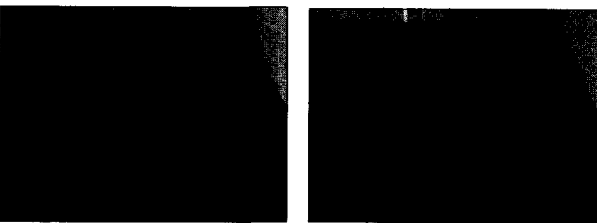
(그림 12)는 (그림 10)(g)와 (그림 10)(h)를 가지고 색조  $H$ 영역에서 가상투영 기법을 이용하여 사람의 유무를 검출한 것이다.



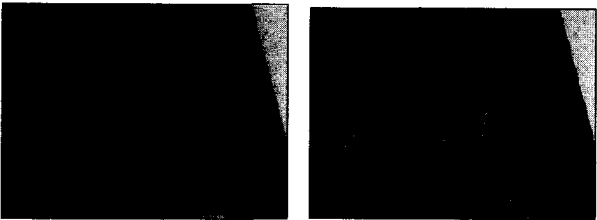
(a) 장소  $P_1$  (b) 사람이 있는 경우



(c) 장소  $P_2$  (b) 사람이 있는 경우

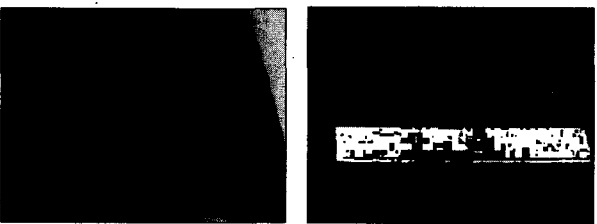


(c) 장소  $P_3$  (b) 사람이 있는 경우

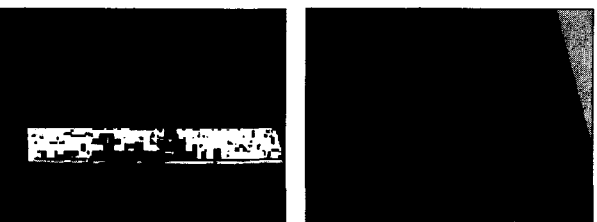


(c) 장소  $P_4$  (b) 사람이 있는 경우

(그림 10) 카메라로부터 입력된 배경과 입력영상

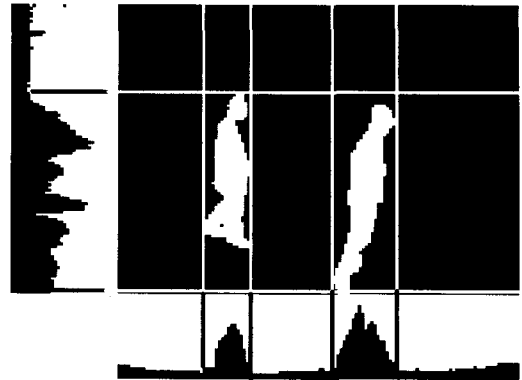


(a) 입력 영상 (b) 색조 영상



(c) 채도 영상 (d) 밝기 영상

(그림 11) RGB에서 HSI로 변환된 영상



(그림 12) 가산투영 기법을 이용한 사람 검출

<표 2>는 조도와 배경이 다른 장소에 설치된 4대의 비디오카메라로부터 입력된 특정 사람에 대한 영상의 색조 분포에서 파라미터  $\delta$  대한 화소 수를 나타낸 것이다. <표 2>에서  $\times$ 로 표시한 것은 카메라에 입력되는 영상에 해당되는 사람이 없는 경우를 나타낸 것이다.

<표 2> 추출된 사람의 색조 분포

장소 사람	$P_1$			$P_2$			$P_3$			$P_4$		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
$\delta_1$ 의 화소수	1450	2456	$\times$	750	$\times$	$\times$	307	1129	$\times$	678	$\times$	1248
$\delta_2$ 의 화소수	1350	619	$\times$	637	$\times$	$\times$	298	299	$\times$	505	$\times$	511
$\delta_3$ 의 화소수	831	212	$\times$	225	$\times$	$\times$	176	160	$\times$	352	$\times$	452

<표 3>은 각각의 카메라에 포착된 사람 영역의 총 화소 수와 가장 많은 분포를 차지하는 색조의 비를 나타낸 것이다. <표 3>에서 사람 A가 장소 4곳에 설치된 카메라에서 파라미터  $\delta_1$ 의 화소수가 총화소수에 비교했을 때 최소 변화율은 0.173%이고, 최대 변화율은 9.74%이다. 파라미터  $\delta_2$ 의 최소 변화율은 4.7%이고 최대 변화율은 8.4%이다. 파라미터  $\delta_3$ 의 최소 변화율은 2.76%이고 최대 변화율은 9%이다. 사람 B에 대한 파라미터  $\delta_1$ 의 변화는 9.3%, 파라미터  $\delta_2$ 의 변화는 2.91%, 파라미터  $\delta_3$ 의 변화는 3.25%를 보였다.

<표 3> 추출된 사람의 색조 분포 변화

사람	A				B		C
	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_1$	$P_3$	$P_4$
장소 화소수	5579	3889	1887	2591	7071	2563	3161
$\delta_1$ 의 화소수 (%)	1450 (25.99%)	750 (19.28%)	307 (16.25%)	678 (26.16%)	2456 (34.73%)	1129 (44.04%)	1248 (39.48%)
$\delta_2$ 의 화소수 (%)	1350 (24.19%)	637 (16.37%)	298 (15.79%)	505 (19.49%)	619 (8.75%)	299 (11.66%)	511 (16.16%)
$\delta_3$ 의 화소수 (%)	831 (14.89%)	225 (6.56%)	176 (9.32%)	352 (12.58%)	212 (2.99%)	160 (6.24%)	452 (14.29%)

<표 4>는 각각의 카메라로부터 입력된 영상에서 사람 영역의 색조 분포 파라미터에 대한 대표 값을 나타낸 것이다.

<표 4> 파라미터  $\delta$ 의 대표값

파라미터 \ 장소 사람	$P_1$			$P_2$			$P_3$			$P_4$		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
$\delta_1$ 의 대표 값	15	23	×	14	×	×	14	22	×	14	×	5
$\delta_2$ 의 대표 값	2	22	×	2	×	×	2	21	×	2	×	3
$\delta_3$ 의 대표 값	3	2	×	1	×	×	3	2	×	1	×	1

<표 5>는 식 (13)에 의하여 얻어진 파라미터  $\lambda$  변화를 나타낸 것이다. 사람 A를 기준으로 장소  $P_1$ 과 다른 장소  $P_2, P_3, P_4$ 와 비교했을 때 카메라1의 파라미터  $\lambda_1$ 의 변화는 1 레벨,  $\lambda_2$ 의 변화는 0 레벨이고  $\lambda_3$ 의 변화는 1레벨이다. 마찬가지로 사람 B에 대한 장소  $P_1$ 의  $\lambda_1$ 의 변화는 0 레벨,  $\lambda_2$ 의 변화는 1 레벨이고  $\lambda_3$ 의 변화는 1 레벨이다.

<표 5> 파라미터  $\delta$ 의 대표 값 사이의 거리  $\lambda$

파라미터 \ 장소 사람	A				B		C
	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_1$	$P_3$	$P_4$
$\lambda_1$ 의 거리	1	1	1	1	20	19	2
$\lambda_2$ 의 거리	12	12	11	12	1	1	2
$\lambda_3$ 의 거리	11	11	12	11	3	4	20

<표 3>과 <표 5>에서 알 수 있듯이 각 카메라에서 검출된 특정사람의 색조분포 파라미터  $\delta$ 의 변화는 10% 내를 유지함을 보였고, 색조분포 파라미터  $\delta$ 들 사이의 거리  $\lambda$ 는 장소, 조도, 거리의 변화에도 2레벨 내를 유지하였다. 따라서 본 연구에서 제안된 방법으로 특정 이동물체 추적검사가 가능함을 알았다.

### 5. 결 론

본 논문은 다중 비디오카메라에서 색 정보를 이용한 특정 이동물체 추적 알고리즘을 제안하였다.

제안된 방법의 타당성을 평가하기 위하여 건물 내에 4대의 비디오 감시 카메라를 설치하고, 특정 사람이 이동을 이동하는 것을 추적한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

RGB의 칼라 좌표계로 입력되는 영상을 HSI 칼라 좌표계로 변환하여 360도 색조평면을 15도씩 분할하여 24단계로 정규화하여 색 정보를 분리할 수 있음을 보였다.

4대의 비디오카메라가 각각의 감시영역에서 색조  $H$  영역에서 차영상 기법과 가상투영기법을 적용하여 특정 사람의 유무를 검출할 수 있었다.

검출된 특정사람의 옷 색깔에 따라 사람 영역의 화소를 탐색하여, 사람의 옷 색깔의 색조 분포를 24단계로 정규화 시키고, 색조 분포로 표시된 각각의 정규화 레벨의 값이 가장 큰 3개의 색조분포를 선택하여 특정 사람을 구분 할 수 있는 특정 파라미터로 사용할 수 있음을 보였다.

특정 사람에 대하여 장소변화에 따라 색조분포 파라미터의  $\delta$ 의 변화는 10% 이내를 유지함을 보였고, 3개의 색조분포 파라미터의  $\delta$  사이의 거리  $\lambda$ 의 변화는 2단계 레벨 내에 들어 있음을 보였다. 따라서 제안된 알고리즘은 무인 감시 카메라 시스템에 적용하면 매우 유용하리라 사료되고, 앞으로 연구 방향은 교로교통정보 시스템에 활용할 수 있도록 자동차를 대상으로 연구하고자 한다.

### 참 고 문 헌

- [1] Tsai-Hong Hong, Tommy Chang, Chritopher Rasmusen and Michael shneier, "Feature Detection and Tracking for Mobile Robots Using a Combination of Ladar and Color images," Proceedings of the 2002 IEEE International Conference onRobotics & Automation Washington DC, pp. 4330-4345, May, 2002.
- [2] 서동하, 임재혁, 원치선, "HSV 칼라를 이용한 블록단위 영상 분할", 2000년 제13회 신호처리학술대회 논문집, 제13권 제1호, pp.651-654.
- [3] Ng Kim Piau and surendra Ranganath "Tracking People," Pattern Recognition, 2002. Proceedings. 16th International Conference on Publication Date, Vol.2, pp.370-373, 2002.
- [4] George V. Paul, Glenn J. Beach and Charles J. Cohen, "A Realtime Object Tracking System using a Color Camera," 30th Applied Imagery Pattern Recognition Workshop (AIPR '01) Washington, D. C. pp.137-142, October, 2001.
- [5] Greg T. Kogut and Mohan M. Trivedi, "Real-time Wide Area Tracking : Hardware and Software Infrastructure," The IEEE 5th International conference on Intelligent Transportation Systems, Singapore, September, 2002.
- [6] D. Beymer and K. Konolige, "Real-time Tracking of Multiple People using Stereo," In IEEE Frame Rate Workshop, 1999.
- [7] A Bobick and J. Davis "Real-time recognition of Activity using Temporal Templates," In IEEE Workshop on application of Computer Vision, pp.1233-1251, 1996.
- [8] Ismail Haritaoglu and Myron Flickner, "Detection and Tracking of Shopping Groups in Stores," in Proc. IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition, Kauai, Hawaii, pp.-431- I -438, 2001.
- [9] Zoran Duric Fayin Li, Yan sun and Harry Wechsler, "Using Normal flow for Detection and Tracking of Limbs

in Color images”.

[10] Gi-jeong Jang and In-So Kweon “Robust Object Tracking Using an Adaptive Color Model,” Proceedings of the 2001 IEEE International conference on Robotics & Automation Seoul, Korea, pp.1677-1682, May, 2001.

[11] J. Yang and A. Waibel, “A Real-Time Face Tracker,” Proceeding of WACV, pp.142-147, 1996.

[12] M. J. Jones and J. M. Rehg, “Statistical Color Models with Application to Skin Detection,” Proc. CVPR, pp.274-280, 1999.

[13] J. Krumm, et al., “Multi-camera Multi-person Tracking for EasyLing,” Third IEEE International Workshop on Visual Surveillance 2000, 2000.

[14] S. J. McKenna, et al., “Tracking Interacting People,” Proceeding of Fourth IEEE Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, pp.348-353, 2000.

[15] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, “Digital Image Processing,” Addison Wesley Longman, 1992.

[16] Quan Chun, “A Study on Real-time Tracking of Moving Object Based on Fast Matching Algorithm,” Ph. D. Paper, 2003.

[17] Chris Stauffer and W. Eric L. Grimson, “Learning Patterns of Activity Using Real-Time Tracking,” IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 22, No.8, August, 2000.

[18] Collins, Lipton, Kanande, Fugiyoshi, duggins, Tsin, Tolliver, Enomoto and Hasegawa, “A System for Video surveillance and Monitoring”, VSAM Fianl Report Technical Report CMURI-TR-00-12, Robotics Institute, CMU, May, 2000.

[19] 김준식, 박래홍, 이병욱, “가산투영을 이용한 2단계 고속 블록 정합 알고리즘”, 전자공학회논문지B, 제30-B편 제1호, pp.45-54, 1993.



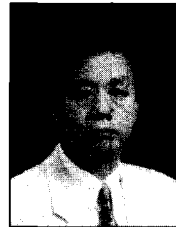
### 신 창 훈

e-mail : ckdgns@chongju.ac.kr

1998년 청주대학교 전자공학과(학사)

2000년 청주대학교 전자공학과(공학석사)

관심분야 : 영상처리, 이동물체 추적, 이동 물체 모델링



### 이 주 신

e-mail : jushin2@chongju.ac.kr

1975년 명지대학교 전자공학과(학사)

1977년 홍익대학교 전자공학과(공학석사)

1986년 명지대학교 전자공학과(공학박사)

1979년 청주대학교 전자공학과 조교수

1992년~현재 청주대학교 전자공학과 교수

관심분야 : 영상처리, RF 통신, 임베디드 시스템 등