

---

# 다중 비디오카메라에서 색 정보를 이용한 보행자 추적

신창훈\* · 이주신\*

## The Walkers Tracking Algorithm using Color Informations on Multi-Video Camera

Chang-Hoon Shin\* · Joo-Shin Lee\*

### 요 약

본 논문은 조도, 형태, 배경의 변화에 강인한 다중 비디오카메라에서 색 정보를 이용한 보행자 추적에 대하여 제안한다. 제안된 방법은 비디오카메라로부터 입력되는 영상의 색조만을 이용하여 배경 영상과 물체가 존재하는 영상에서 차영상 기법과 가산투영 기법을 사용하여 이동물체를 검출한다.

검출된 이동물체 영역의 색조는 0도부터 360도 사이에서 15도씩 24단계로 분할된다. 검출된 이동물체 영역의 색조 분포도를 구한 후, 가장 높은 분포를 갖는 3개의 색조 레벨과 3개의 색조 레벨 사이의 차를 이동물체의 특징파라미터로 사용하였다.

제안된 방법의 유용성을 증명하기 위하여 조도와 형태의 변화가 발생한 보행자 영상과 조도, 형태, 배경의 변화가 발생한 보행자 영상을 이용하여 보행자를 감시한 결과 카메라에서 검출된 특정사람의 색조 분포 레벨과 색조 레벨 사이의 차는 2레벨 이하로 유지함을 보였고, 제안된 특징 파라미터로 특정사람이 자동 추적감시 됨을 확인하였다.

### ABSTRACT

In this paper, the interesting moving objects tracking algorithm using color information on Multi-Video camera against variance of intensity, shape and background 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 segmented to 24 levels from 0° to 360°. It is used to the feature parameter of the moving objects that are three segmented hue levels with the highest distribution and difference among three segmented hue levels.

To examine propriety of the proposed method, human images with variance of intensity and shape and human images with variance of intensity, shape and background are targeted for moving objects. As surveillance results of the interesting human, hue distribution level variation of the detected interesting human at each camera is under 2 level, and it is confirmed that the interesting human is tracked and surveilled by using feature parameters at cameras, automatically.

### 키워드

추적(tracking), 칼라(color), 색조(hue), 이동물체(moving object), 감시(surveillance)

### 1. 서 론

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

과거 동영상 감시 시스템에서는 사람에 의해 모니터를 지속적으로 감시하였지만 영상처리 기술의 발달로 인하여 최근에는 무인 감시시스템이 활성화 되고 있고, 지능형 교통 시스템, 항성 탐사 로봇, 출입자 관리, 침입자 감시 시스템 등 산업 전반에 걸쳐 동영상 감시 시스템이 널리 사용되고 있다 [1-5].

비디오카메라를 이용한 동영상 감시 방법은 감시 장소를 감시하는데 따라 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 방법으로 구분할 수 있다 [6-7].

여러 대의 카메라로 영역을 나누어 이동물체를 지속적으로 추적 감시하는 방법은 감시영역이 중첩되도록 비디오카메라를 설치하여 이동물체를 지속적으로 감시하기 때문에 이동물체가 한 비디오 카메라 영상영역에서 인접된 비디오카메라 영상영역으로 이동할 때 이동물체가 모니터 화면에서 사라지는 것을 방지할 수 있다 [8-10].

이 방법은 이동물체의 지속적인 추적과 추적 중인 이동물체의 간단한 밝기 특성만으로도 추적 감시가 가능하나 감시하고자 하는 전 영역에 비디오 카메라의 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 비디오카메라 영상영역에서 인접된 다른 비디오카메라 영상영역으로 이동할 때 이동물체가 모니터 화면에서 사라지기 때문에 동일 물체의 지속적인 추적이 어려운 단점이 있으며, 각 장소에 대한 이동물체의 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 조도, 형태, 배경의 변화에 강인한 다중 비디오카메라에서 색 정보를 이용한 보행자 추적에 대하여 제안한다. 제안된 방법은 다중 비디오 카메라로부터 입력되는 영상의 색조영역만을 가지

고 배경영상과 물체가 존재하는 영상에서 차영상 기법과 가산투영 기법을 사용하여 이동물체를 검출하고자 한다.

검출된 이동물체 영역의 색조는 0도부터 360도 사이를 24단계로 15도씩 분할한 후, 이동물체의 색조 분포도 중 가장 높은 분포를 갖는 3개의 색조 레벨과 3개의 색조 레벨 사이의 차를 이동물체의 특징파라미터로 사용하였다. 각 카메라간의 이동물체 동일성 판별은 추출된 3개의 색조 레벨과 3개의 색조 레벨 사이의 차를 가지고 판별하고, 이동물체를 추적 감시한다.

제안된 방법의 타당성을 검토하기 위하여 조도와 형태가 변하는 보행자 영상과 조도, 형태, 배경이 변하는 보행자 영상을 실험영상으로 놓고 특징 보행자를 추적 감시하고자 한다.

### II. 색조 분할

HSI 칼라 좌표계의 색조 평면은 그림 1과 같다. 색조  $H$ 는 빨간색이 0도부터 시작해서 반시계 방향으로 노란색은 60도, 녹색은 120도, 청녹색은 180도 그리고, 파란색은 240도, 자홍색은 300도에 위치한다 [15-18].

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

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

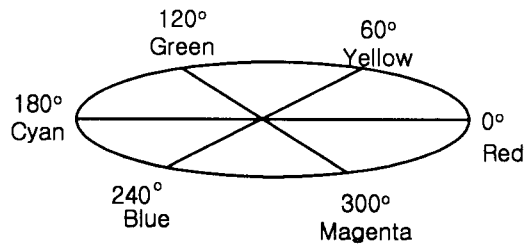


그림 1. HSI 칼라 좌표계의 색조 평면  
Fig. 1. Hue plane of HSI color coordination

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

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

식 (2)의 색조  $H$ 는 그림 1에서 0도부터 180도 사이의 색조를 나타낸다. 만일,  $B > G$ 이면 색조  $H$ 는 식 (3)과 같이 구한다.

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

식 (3)에서 얻어진 색조  $H$ 는 그림 1에서 180도부터 360도 사이의 색조를 나타낸다.

이동물체의 특징 파라미터를 추출하기 위하여 RGB 칼라 좌표계를 HSI 칼라 좌표계로 변환하고, HSI 칼라 좌표계의 색조  $H$  영역에서 차영상을 식 (4)과 같이 구한다.

$$DP_H(x, y) = \sum_{x=1}^n \sum_{y=1}^m I_{H_0}(x, y) - I_{H_1}(x, y) \dots\dots\dots(4)$$

식 (4)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 가산투영  $HA(y)$ 와 수직 가산투영  $VA(x, y)$ 는 식 (5)과 식(6)과 같이 구한다.

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

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

식 (5)의  $HA(y)$ 는  $DP_H(x, y)$ 를 수평 방향으로 적분한 결과이고, 식 (6)의  $VA(x)$ 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(7)과 식(8)과 같이 구한다.

$$DP_{H_0}(x, y) = 0, \quad |DP_H(x, y)| < T_h \dots\dots\dots(7)$$

$$DP_{H_0}(x, y) = 1, \quad |DP_H(x, y)| \geq T_h \dots\dots\dots(8)$$

식 (7)과 식 (8)의  $DP_{H_0}$ 는 이진화된 이동물체 영역을 나타낸다.  $DP_H(x, y)$ 의 값이 임계치  $T_h$ 보다

크면 이동물체가 존재하는 영역이다. 배경은 식 (7)에 의하여 0으로 변환되고, 이동물체 영역은 식 (8)에 의해 1로 변환 된다.

이동물체 영역의 색조  $MA_H$ 는 식 (9)와 같이 구한다.

$$MA_H(x, y) = I_{H_1}(x, y), \quad DP_{H_0}(x, y) = 1 \dots\dots\dots(9)$$

식 (9)의  $MA_H$ 는 이동물체의 영역에 대한 색조를 나타내고,  $I_{H_1}$ 는  $MA_H$ 가 포함된 전체영상의 색조  $H$ 를 나타낸 것이다.  $DP_{H_0}$ 의 값이 1이면 이동물체가 존재하는 것이므로 색조 영역  $I_{H_1}$ 를  $MA_H$ 에 넣는다.

이동물체의 영역  $MA_H$ 의 색조  $H$ 는 식 (10)에 의하여 24단계로 분할되어진다. 그림 2는 24단계로 분할되어진 24단계의 색조 레벨을 나타낸다.

$$N_{L,L} = \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n DP_{H_0}(x, y) \\ L_{\rho(L-1) \times 15} \leq MA_H(x, y) < L_{\rho L} \times 15 \dots\dots\dots(10)$$

식 (12)의  $N_{L,L}$ 은 24단계로 나타낸 이동물체의 색조 분포를 나타낸다.  $N$ 은 픽셀을 수를 나타내고,  $I$ 는 입력 이미지를 나타낸다.

$L_{\rho}$ 는 정규화 레벨을 나타내고 범위는 1부터 24로 정규화 레벨인 24단계를 나타낸다.

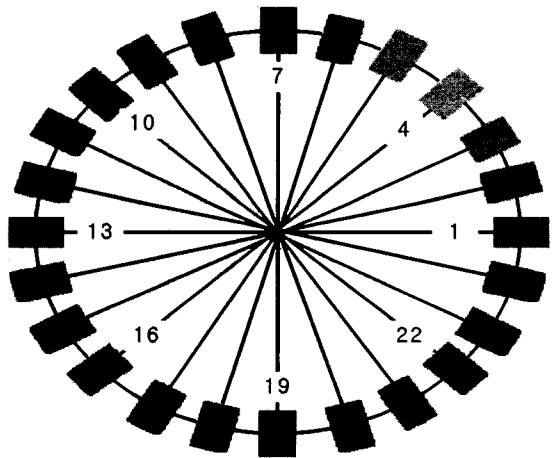


그림 2. 분할된 색조 레벨  
Fig 2. Segmented hue levels

그림 2는 전체 색조의 범위를 0도부터 360도 영역으로 놓고 색조를 15도씩 분할한 24단계의 색조

를 나타낸다.

표 1은 24단계로 분할된 색조 레벨의 각도 범위를 나타낸다.

### III. 특징 파라미터

그림 3은 이동물체 영역에서 가장 큰 세 개의 색조 레벨을 추출하기 위한 알고리즘을 나타낸다.

```

1.  $v : N_{i, L_{pd}}$  // 24단계로 분할된 이동물체의 색조 분포
2.  $v_1 : v$ 
3. for  $j = 1$  to  $k$ 
4.    $tw_j = \text{Max}(v_1)$  //  $v_1$ 에서 최대값을 갖는 원소
5.    $n_j$  // 최대 값을 갖는 원소의 위치
6.    $v_1 = (v \cup tw) - (v \cap tw)$ 
7. end
    
```

그림 3. 이동물체 영역에서 세 개의 색조 레벨을 추출하기 위한 알고리즘

Fig. 3. The algorithm for extracting three hue levels on the moving object area

그림 3의 1항과 2항의  $v$ 와  $v_1$ 은 24단계로 분할된 이동물체의 색조 분포를 나타낸다. 즉,  $N_{i, L_{pd}}$ 이다. 3항부터 7항까지는 내림차순으로  $k$ 까지 색조 분포 레벨을 추출하기 위한 알고리즘이다. 4항의  $\text{Max}(v_1)$ 은 집합  $v_1$ 에서 최대 값을 갖는 원소를 나타내고,  $tw_j$ 는 색조 파라미터  $L_{p1}, L_{p2}, L_{p3}, \dots, L_{pj}$ 로 각각 결정된다. 색조 파라미터  $L_{p1}$ 은 가장 큰 색조 분포를 나타낸

다.  $L_{p2}$ 는 두 번째로 큰 색조 분포를 나타내고,  $L_{p3}$ 는 세 번째로 큰 색조 분포를 나타내며,  $L_{pj}$ 는 가장 작은 색조 분포를 나타낸다. 5항의  $n_j$ 는 추출된 색조 분포의 레벨을 나타낸다.  $n_1$ 은  $L_{p1}$ 의 색조 분포 레벨을 나타내고,  $n_2$ 는  $L_{p2}$ 의 색조 분포 레벨을 나타내며,  $n_j$ 는  $L_{pj}$ 의 색조 분포 레벨을 나타낸다. 6항의  $v_1$ 은 추출된 색조 분포 레벨을 제외한 집합을 나타낸다.

$L_{p1}, L_{p2}, L_{p3}, \dots, L_{pj}$ 가 오름차순으로 특징 파라미터가 추출되면, 추출된 파라미터를 색조 레벨 순으로 내림차순 정렬한다.

이동물체의 동일성 판별을 위한 특징 파라미터  $L_{pd}$ 는 색조 특징 파라미터  $L_{p1}, L_{p2}, L_{p3}, \dots, L_{pj}$  사이의 레벨 간격으로 정하였다. 먼저,  $n_j$ 를 내림차순으로 정리하고, 파라미터  $L_{pd}$ 는 식 (11)에 의해 구한다. 본 논문에서는 색조 특징 파라미터  $L_p$ 의 개수를 3개로 정하였다.

$$L_{pdj} = |L_{pj} - L_{pj+1}|$$

$$L_{pdj} = 24 - (L_{pd1} + L_{pd2}), \quad \text{if } j=3 \dots \dots (11)$$

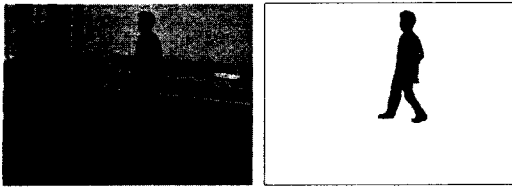
그림 4는 장소  $IP_1$ 과 장소  $IP_2$ 에 설치된 동영상 감시 카메라로 입력된 보행자 영상이다.



(a)  $IP_1$ 의 입력영상 (b) 특징 이동물체 영상

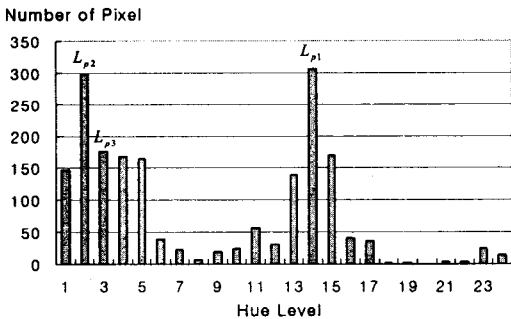
표 4-1. 색조 레벨의 각도 범위  
Table 4-1. Degree ranges of hue levels

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
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

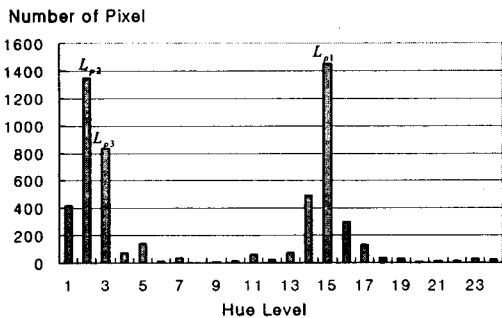


(c)  $IP_2$ 의 입력영상 (d) 특징 이동물체 영상  
 그림 4. 카메라 입력 영상과 특징 이동물체 영상  
 Fig. 4. The input image at camera and the interesting moving object image

그림 4는 특징 이동물체인 보행자가 장소  $IP_1$ 에서  $IP_2$ 로 이동한 결과이다. 그림 4 (b)는 그림 4 (a)에서 특징 이동물체만을 추출한 것이고 그림 4 (d)는 그림 4 (c)에서 특징 이동물체만 추출한 것이다. 그림 5는 그림 4 (b)와 그림 4 (d)의 특징 이동물체의 색조 분석 결과를 나타낸다. 이동물체의 색조 분포는 이동물체의 칼라가 변화하지 않는 한 배경의 변화와 조도의 변화에는 색조 분포 패턴이 크게 변화하지 않는 것을 알 수 있다.



(a) Hue distribution of Fig. 4 (b)



(b) Hue distribution of Fig. 4 (d)

그림 5. 이동물체의 색조분포  
 Fig. 5. Hue distribution of the moving object

그림 5 (a)에서 색조분포 화소 수가 가장 많은 색조 레벨인 2 레벨과 3 레벨 그리고 14 레벨을 이동물체의 특징 파라미터  $L_{p1}, L_{p2}, L_{p3}$ 로 각각 결정하였다. 또한, 조도 변화에 따른 색조의 변화에 대응하기 위하여 특징 파라미터로 선정된  $L_{p1}$ 의  $L_{p2}$  레벨 차,  $L_{p2}$ 와  $L_{p3}$ 의 레벨 차,  $L_{p3}$ 와  $L_{p1}$ 의 레벨 차를 이동물체의 특징 파라미터  $L_{pd1}, L_{pd2}, L_{pd3}$ 로 결정하였다.

조도의 변화에 의하여 색조의 변화가 발생하면, 색조에 대한 화소 분포가 변화한다. 이때 각 색조 분포 레벨의 간격을 이용하여 이동된 이동물체의 동일성을 찾아내는 것이다. 따라서 그림 4 (a)의 장소  $IP_1$ 과 그림 4 (c)의 장소  $IP_2$ 는 배경이 다를 뿐만 아니라 빛의 밝기도 다르다.

그림 5 (b)는 배경과 조도의 변화가 발생한 이동물체의 색조패턴을 나타낸다. 그림 5 (a)의 색조 레벨  $L_{p3}$ 만이 그림 5 (b)에서 우측으로 1 레벨 이동되었다. 즉, 그림 5 (a)의 14번째 색조 레벨이 그림 5 (b)에서는 15번째 색조 레벨로 선형 이동되었고 그림 5 (a)와 그림 5 (b)의  $L_{p1}$ 과  $L_{p2}$ 는 고정되어 있음을 알 수 있다. 즉, 이동물체의 동일성 판별을 하기 위한 특징 파라미터의  $L_{pd}$  값이 배경 변화로 인한 조도 변화에 유용하게 적용할 수 있다.

그림 6은 이동물체 동일성 판별 알고리즘을 나타낸다.

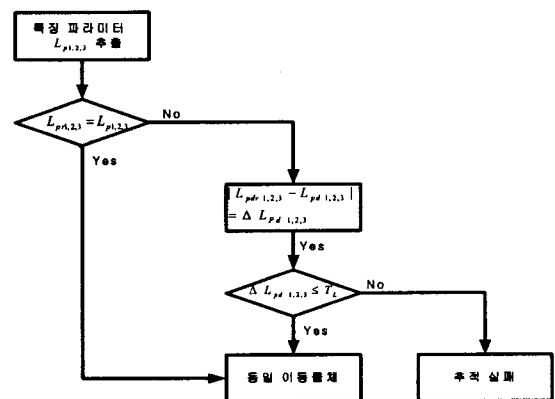


그림 6. 이동물체 동일성 판별 알고리즘  
 Fig. 6. Identity distinction Algorithm of moving object

그림 4-21은 그림 4-20에서 동일성을 판별하는 블록을 상세히 나타낸 것이다. 기준 색조 레벨 특징 파라미터  $L_{p1,2,3}$ 와 추출된 이동물체의 색조 레벨 특징 파라미터  $L_{pd1,2,3}$ 이 같다면, 동일 이동물

표 2. 그림 7의 실험영상 조도  
Table 2. Lux of images at Fig. 7

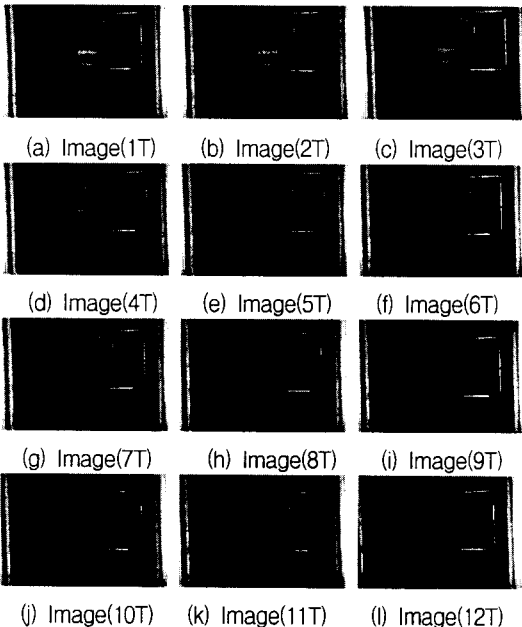
영상	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)
lux	40.2	37.6	35.2	29.9	24.6	23.7	20.3	19.6	11.6	6.9	3.1	3.1

체로 판별한다. 만일 동일하지 않으면  $\Delta L_{pd}$ 와 임계값  $T_L$ 과 비교하여  $T_L$ 보다 크다면, 이동물체 추적 실패 블록으로 이동하고,  $T_L$ 이하라면 동일 이동물체로 판별한다.

#### IV. 실험 및 고찰

제안된 시스템의 타당성을 입증하고자 조도와 형태 변화가 발생한 보행자 영상과 조도, 형태, 배경의 변화가 발생한 보행자 영상을 추출한다. 추출된 RGB 칼라 좌표계 입력 영상은  $320 \times 240$  HSI 칼라 좌표계로 변환 되어 실험이 이루어졌다.

그림 7은 조도와 형태 변화가 발생한 보행자 실험영상이다.



(j) Image(10T) (k) Image(11T) (l) Image(12T)  
그림 7. 조도와 형태의 변화에 따라 취득한 영상  
Fig. 7. Images obtained by variance of intensity and shape

그림 7은 보행자가 밝은 장소에서 어두운 장소로 걸어 들어가는 영상을 나타낸다. T는 샘플링된 영상의 흐름을 나타낸다. 표 2에 실험 영상의 조도를 나타내었다.

표 2에서 (a)의 조도가 가장 높고 (l)로 갈수록 낮은 조도를 나타낸다.

그림 8은 조도, 형태, 배경의 변화가 발생한 보행자 실험영상이다.

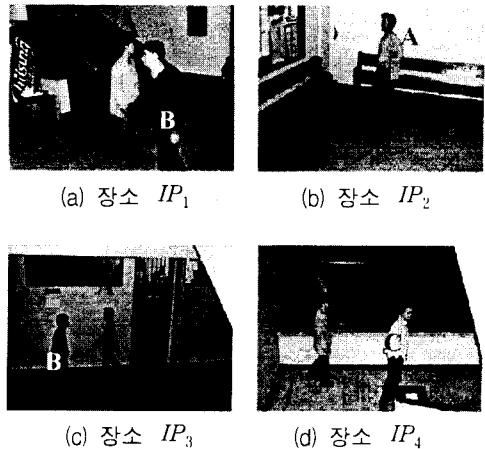


그림 8. 조도, 형태, 배경의 변화에 따라 취득한 영상  
Fig. 8. Images obtained by variance of intensity, shape and background

그림 7은 각기 다른 장소를 보행중인 보행자들의 영상이다. 장소가 상이하므로 각 장소마다 조도의 변화가 발생하였다. 각 장소에 설치된 비디오카메라와 보행자의 각도와 거리가 틀리므로 이동물체의 형태변화가 발생하였고 배경의 변화가 발생하였다.

그림 9는 그림 7 보행자의 색조 분포를 나타낸다. 조도 변화에 따른 이동물체 특징 파라미터의 변화를 나타냈고, 그림 8 (g)의 Image(8T)까지는 조도와 형태의 변화에도 불구하고 이동물체의 특징 파라미터  $L_{M1}$ ,  $L_{M2}$ ,  $L_{M3}$ 는 각각 1, 15, 17을 유지하였다. 그러나 그림 8 (j)의 Image(9T)부터 이동물체 특징 파라미터  $L_p$ 가 변화하였다. 이 결과는 조

명으로부터 멀어져 발생하는 색 정보의 손상과 이동물체의 작아짐에 있을 것이라 사료된다.

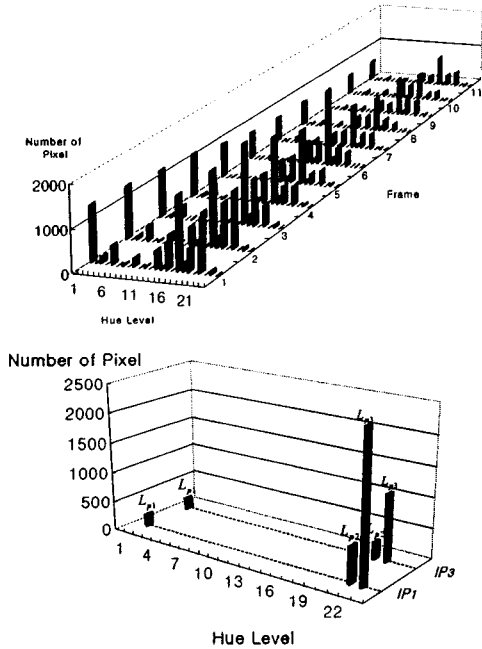


그림 9. 조도와 형태 변화에 따른 보행자의 특징 파라미터의 변화

Fig. 9. Feature parameter variance of moving object by intensity variance and shape

표 3은 조도와 형태의 변화가 발생한 경우에 특정 이동물체의 동일성 판별율을 나타낸다.

표 3. 그림 7 보행자의 동일성 판별율

Table 3. Identity distribution ratio about walker of Fig. 7

	$\Delta L_{pd} \geq 2$	$\Delta L_{pd} < 1$	$\Delta L_{pd} = 0$
판별율	100%	91.66%	75%

배경의 변화 없이 형태 변화와 조도 변화가 발생할 때, 이동물체의 색조 정보를 이용하여 동일성을 판별한 결과  $\Delta L_{pd} = 0$ 일 경우에 동일성 판별율은 75%를 나타내었고,  $\Delta L_{pd} < 1$ 일 경우는 91.66%를 나타내었다.  $\Delta L_{pd} \leq 2$ 일 경우는 100%의 동일성 판별율을 보였다.

배경이 일정할 경우 배경에 흡수되어지는 이동물체의 색조가 동일하기 때문에 우수한 결과를 나타낸다고 사료되어진다.

그림 10은 그림 8의 보행자 A, B, C에 대한 색조 분포 파라미터를 나타낸다.

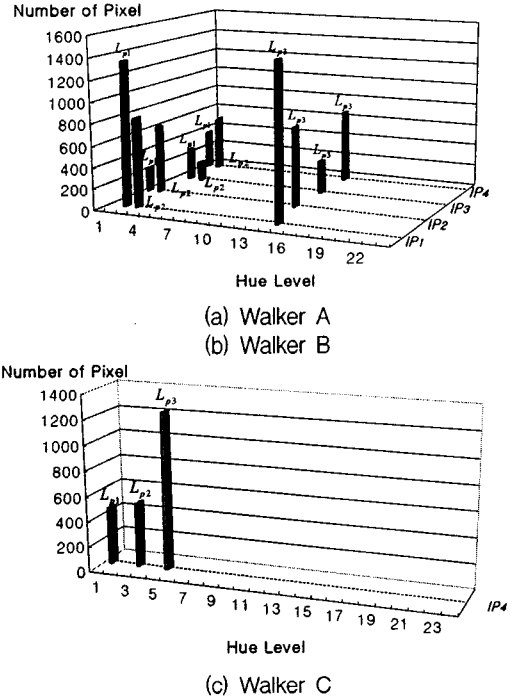


그림 10. 보행자 A, B, C의 색조분포 파라미터와 색조 레벨

Fig. 10. Hue distribution parameter and hue levels about walker A, B, C

보행자 A를 기준으로 장소 4곳에 설치된 카메라에서 카메라 1이 다른 3대의 카메라와 비교했을 때 카메라1의 파라미터  $L_{pd1}$ 의 변화는 1 레벨,  $L_{pd2}$ 의 변화는 0 레벨이고  $L_{pd3}$ 의 변화는 1 레벨이다. 마찬가지로 보행자 B에 대한 카메라1의  $L_{pd1}$ 의 변화는 0 레벨,  $L_{pd2}$ 의 변화는 1 레벨이고  $L_{pd3}$ 의 변화는 1 레벨이다.

표 4. 그림 8 보행자의 동일성 판별율

Table 4. Identity distribution ratio about walkers of Fig. 8

	$\Delta L_{pd} \geq 2$	$\Delta L_{pd} < 1$	$\Delta L_{pd} = 0$
동일성	100%	100%	72.4%

표 4에서 실내 보행자의 동일성 판별율은 모두 100%를 나타내었다. 보행자에 대하여 형태, 조도, 배경의 변화가 발생하였지만, 각각의 장소에 벽,

복도, 천장에 동일한 색이 도포되어 있으므로 배경이 동일한 양의 색을 흡수하여 100%의 판별율을 보인 것으로 생각되어진다.

## V. 결 론

본 논문은 조도, 형태, 배경의 변화에 강인한 다중 비디오카메라에서 색 정보를 이용한 보행자 추적 방법을 제안하였다.

제안된 방법의 타당성을 평가하기 위하여 조도와 형태의 변화가 발생한 영상과 조도, 형태, 배경의 변화가 발생한 영상에서 보행자를 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.

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 특징 파라미터로 사용 할 수 있음을 보였다.

형태와 조도 변화가 동시에 발생한 경우에 이동 물체를 추적한 결과, 보행자의 경우 동일인으로 판별하기 위하여  $L_p$ ,  $L_{pd}$ 의 허용 범위를 2레벨 이하로 설정한 경우의 판별율은 100%를 보였다.

형태, 조도, 배경 변화가 동시에 발생한 경우에 이동물체를 추적한 결과, 보행자의 경우 동일인으로 판별하기 위하여  $L_p$ 와  $L_{pd}$ 의 허용 범위를 2레벨 이하로 설정한 경우 이동물체가 추적됨을 확인하였다.

따라서 제안된 알고리즘은 무인 감시 카메라 시스템에 적용하면 매우 유용하리라 사료되고, 앞으로 연구 방향은 교로교통정보 시스템에 활용할 수 있도록 자동차를 대상으로 연구하고자 한다.

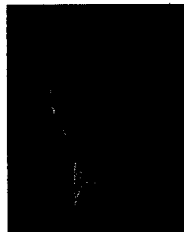
## 참고문헌

- [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 on Robotics & Automation Washington DC May 2002, pp. 4330-4345
- [2] 서동하, 임재혁, 원치선, "HSV 칼라를 이용한 블록단위 영상 분할", 2000년 제 13회 신호처리 학술대회 논문집 제 13권 1호, pp. 651-654
- [3] Ng Kim Piau and surendra Ranganath "Tracking People", Pattern Recognition, 2002. Proceedings. 16th International Conference on Publication Date: 2002, vol. 2 pp. 370-373
- [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) October 10 - 12, 2001, Washington, D.C. pp. 137-142
- [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 3-6 September 2002, Singapore
- [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, 2001. pp. 1-431 - 1-438.
- [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. May 21-26, 2001, pp. 1677-1682
- [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 Aplocation 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, 3-10, 2000
- [14] S. J. McKenna, et. al., "Tracking Interacting People", Proceeding of Fourth IEEE Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, 2000, 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, 2
- [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", 전자공학회

### 저자소개



**신창훈(Chang-Hoon Shin)**

e-mail : ckdgns@chongju.ac.kr  
1998년 청주대학교 전자공학과  
졸업(학사)  
2000년 청주대학교 전자공학과  
졸업(공학석사)

※관심분야 : 영상처리, 이동물체 추적, 이동물체 모델링



**이주신(Joo-Shin Lee)**

e-mail : jushin2@chongju.ac.kr  
1975년 명지대학교 전자공학과  
졸업(학사)  
1977년 홍익대학교 전자공학과  
졸업(공학석사)

1986년 명지대학교 전자공학과 졸업(공학박사)  
1979년 청주대학교 전자공학과 조교수  
1992년~현재 청주대학교 전자공학과 교수  
※관심분야 : 영상처리, RF 통신, 임베디드 시스템 등