

# 이동 카메라 영상에서 이동물체의 실시간 추적

전 춘<sup>†</sup> · 이 주 신<sup>\*\*</sup>

## 요약

본 연구에서는 이동 카메라에서 취득한 영상에서 이동물체를 실시간으로 추적하기 위한 모델정합기반 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 추적 초기에 화면에서 검출된 이동물체의 윤곽선영상을 모델로 사용하였으며, 추적대상의 형태변화에 적응하기 위하여 Hausdorff 거리를 모델과 영상사이의 유사도로 사용하였다. 또한 새로운 위치탐색 알고리즘 및 처리시간을 단축시키기 위한 방법을 제안함으로써 실시간 추적이 가능하게 하였다. 비디오 카메라로 녹화한 영상을 컴퓨터에서 입력받아 추적실험을 수행하여 기존 방법들과 비교 분석함으로써 제안한 알고리즘의 우수성을 입증하였다.

## Real-time Moving Object Tracking from a Moving Camera

Quan Chun<sup>†</sup> · Ju-shin Lee<sup>\*\*</sup>

## ABSTRACT

This paper presents a new model based method for tracking moving object from a moving camera. In the proposed method, binary model is derived from detected object regions and Hausdorff distance between the model and edge image is used as its similarity measure to overcome the target's shape changes. Also, a novel search algorithm and some optimization methods are proposed to enable realtime processing. The experimental results on our test sequences demonstrate the high efficiency and accuracy of our approach.

**키워드 :** 이동물체(Moving Object), 실시간 추적(Real-time Tracking), Hausdorff 정합(Hausdorff Matching)

### 1. 서 론

동영상에서 이동물체를 추적하는 것은 내용기반 영상 압축, 비디오 분석 및 색인, 비디오 감시 등 많은 분야에서 선행적으로 처리되어야 할 과제이다[1-14]. 특히 이동하는 차량, 비행기 혹은 Hand-eye 로봇시스템에서 취득된 영상은 카메라움직임(Ego-motion)으로 인하여 고정카메라인 경우보다 처리가 복잡하고 계산 량이 많다.

이러한 이동카메라 영상에서 이동물체를 추적할 경우, 화면 내에서 이동물체의 위치변화는 실제의 이동방향, 궤적 등과 전혀 무관하게 나타날 수 있기 때문에 정확한 예측이 불가능하며, 통계학적 모델링이 어렵게 된다. 또한, 추적시스템이 카메라의 Pan-tilt 제어 정보를 알고 있을 경우에는 이러한 제어정보를 역(逆)으로 이용하여 화면에서 이동물체의 상대적인 이동위치를 예측할 수 있지만, 그렇지 않을 경우에는

이동물체의 추적에 더욱 큰 어려움을 주게된다. 본 연구에서는 이동카메라 영상에서 카메라의 제어 파라미터와 같은 추가적인 정보의 사용이 없이 이동물체를 실시간으로 추적하기 위한 방법에 대하여 논의하고자 한다.

최근 여러 논문들에서 이동카메라 영상에서 이동물체를 효율적으로 추적하기 위한 다양한 기법들이 제안되었다. [3,4]에서 Araki 등은 광류를 추정하여 배경의 움직임을 분리하고, 능동외곽선모델(Active Contour Model)을 적용하여 실시간으로 이동물체를 추적하는 시스템을 제안하였다. 하지만 그들은 실시간 광류계산과 외곽선 추출을 위하여 8개의 DSP 칩을 사용하여 시스템을 구성하였으며, 추출한 이동물체의 외곽선이 이동물체의 크기와 일치하지 못하는 단점이 있었다. [5,6]에서는 거리변환(Distance Transform)을 이용하여 화면에서 특정 물체를 탐색하는 방법을 제안하였는데, 비록 실시간 처리가 가능하고 물체의 형태가 단순하고 변화가 없는 경우에는 효율적이지만, 사전에 이미 정해진 특정 이동물체에 대해서만 추적이 가능하고, 추적중 형태가 변할 경우에는 형태변화에 따른 다수의 부동한 모델들을 가지고 대대일 정합을 하여야만 추적이 가능해지는 제약이 따른다. 또한 [7,8]에

\* 본 연구는 과학기술부·한국과학재단 지정 청주대학교 정보통신연구센터의 지원에 의한 것입니다.

† 준회원: 청주대학교 대학원 전자공학과

\*\* 정회원: 청주대학교 정보통신공학부 교수

논문접수: 2002년 7월 6일, 심사완료: 2002년 7월 24일

서는 Hausdorff 정합을 이용한 이동물체 추적 알고리즘을 제안하였는데, Hausdorff 거리의 사용으로 이동물체의 형태변화에는 적용할 수 있었지만, 탐색방법의 제약성으로 말미암아 화상 회의 시스템과 같이 움직임의 범위가 상대적으로 제한된 영상에만 적용이 가능하였다.

본 연구에서는 이동 카메라에서 취득한 영상에서 이동물체를 실시간으로 추적하기 위한 모델정합기반 알고리즘을 제안하였다. 제한한 알고리즘은 추적초기에 화면에서 이동물체를 검출하여 그에 대응한 모델을 구성하고, 이동물체가 검출되면 그 다음 프레임들에서 추적하여 이동물체의 영역을 구한다. 이동물체의 윤곽선영상을 모델로 사용하였으며, Hausdorff 거리를 모델과 영상사이의 동일성 판별의 척도 사용하여 추적대상의 형태변화에 적용할 수 있도록 하였다. 또한 새로운 위치 탐색 알고리즘 및 Hausdorff 거리와 결합하여 처리시간을 단축시키기 위한 방법을 제안함으로써 실시간 추적이 가능하게 하였다.

## 2. Hausdorff 정합 및 이동물체 위치 탐색

### 2.1 Hausdorff 거리

Hausdorff 거리는 두 개 유한집합 내 점들의 유사정도를 비교하기 위한 Min-Max 거리로서 여러 논문에서 형태정합(Shape Matching)에 사용되어 왔다[9-12]. 유한개의 점을 포함하는 두 개의 집합  $M$ 와  $I$ 의 Hausdorff 거리는 식 (1)과 같이 정의한다.

$$h(M, I) = \max_{m \in M} \min_{i \in I} \|m - i\| \quad (1)$$

$\|m - i\|$ 는 점  $m$ 와  $i$ 사이의 거리를 나타내기 위한 척도로서 일반적으로 기하학적거리(Euclidean Distance)를 사용한다.  $h(M, I)$ 는 Max 연산의 특성으로 인하여 집합내의 고립점(Isolated Clutter)들의 영향을 많이 받게 된다. 따라서 점들간의 최대거리를 선택하는 대신에  $K$ 번째로 큰 값을 취하는데 이것을 Partial Hausdorff 거리라고 하며, 식 (2)와 같이 정의한다[9].

$$h_K(M, I) = \max_{m \in M} \min_{i \in I} \|m - i\| \quad (2)$$

본 연구에서  $M$ 은 추적대상의 모델로,  $I$ 는 영상에서 모델과 정합(Matching)을 시도하는 위치의 부분영상을 의미하는데  $h_K(M, I)$ 는 모델  $M$ 과 부분영상  $I$ 사이의 정합정도를 나타내게 된다. 만약 계산하여 얻은  $h_K(M, I)$  값이 주어진 임계값  $\delta$ 보다 작은 값, 즉,

$$h_K(M, I) \leq \delta \quad (3)$$

여기서  $\delta$ 는 이동물체의 형태변화의 허용정도를 정의하는 변수로써,  $\delta=0$ 인 경우에는 형태의 변화를 허용하지 않으며,  $\delta = n$ 인 경우에는 프레임간  $n$ 개 픽셀단위의 위치변화를 허용함을 의미한다.

$K_\delta(M, I)$ 는 식 (3)이 성립되게 하는  $K$ 의 최대 값으로 정의하며 식 (4)와 같이 나타낼 수 있다. 사실상  $K_\delta(A, B)$ 는  $M$ 에서 식 (3)을 만족하는 점의 개수가 된다.

$$K_\delta(M, I) = \{m \mid h(m, I) < \delta, m \in M\} \quad (4)$$

$E_\delta(M, I)$ 를 식 (3)을 만족하지 않는 점의 개수로, 모델내 점의 개수를  $|M|$ 로 표시하면,  $E_\delta(M, I) = |M| - K_\delta(M, I)$ 로 된다. 이때, Hausdorff 정합율(Hausdorff Matching Ratio : HMR)은 다음 식 (5)와 같이 표현할 수 있다.

$$R_\delta = \frac{K_\delta(M, I)}{|M|} \quad (5)$$

여기서  $R_\delta$ 는 임계값을  $\delta$ 로 할 때, 모델과 영상의 HMR을 나타내며,  $R_\delta$ 의 값이 1이면 임계값  $\delta$ 가 허용하는 오차범위 내에서 모델과 영상이 100% 일치함을 의미한다.

본 연구에서는 HMR을 윤곽선영상에 적용하였으며, 윤곽선영상과 같이 이진영상일 경우에는 식 (5)를 직접 이용하기 보다는 다음과 같이 변형하여 계산하면 계산 량을 줄일 수 있다.

먼저 영상의 윤곽선을 구한 후 모폴로지 확장(Morphological Dilation)연산을 수행하여 윤곽선을 확장시킨다. 원 윤곽선을  $d$ 배로 확장시킨 윤곽선 영상에서 정합이 위치의 부분영상을  $I^d$ 로 표시할 때, 식 (5)는 식 (6)과 같이 고쳐 쓸 수 있다. 식에서  $\wedge$  연산은 화소단위 논리곱연산을 의미하며,  $\oplus$  연산은 Minkowski합을,  $S^\delta$ 는 반경이  $\delta$ 인 원을 의미한다.

$$R_\delta = \frac{|M \wedge I^d|}{|M|} \quad \text{where } I^d = I \oplus S^\delta \quad (6)$$

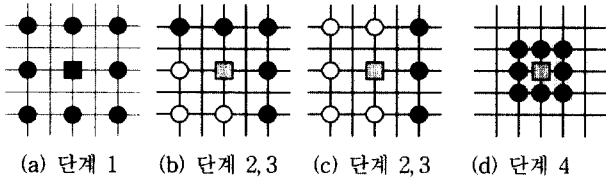
이렇게 되면 식 (6)의 계산은 단순한 논리곱연산과 증일(Increment)연산 두 가지로 구성되기에 계산시간이 감소되며, 다음 절에서 이동물체의 위치탐색 과정에서 계산시간을 단축시키기 위한 추가적인 방법들에 대하여 논한다.

### 2.2 이동물체의 위치 탐색

본 연구에서 제안한 이동물체 탐색방법은 모델정합기반 알고리즘으로 4 단계로 나누어 탐색이 이루어진다. 각 단계에서 계산된 HMR의 값에 따라 탐색위치를 이동시켜 가면서 최적의 정합위치를 탐색한다. <표 1>은 제안한 4 단계 탐색 알고리즘의 단계별 탐색방법을 보여주고, 각 단계에서 정합위치는 (그림 1)과 같다.

〈표 1〉 제안한 이동물체 위치탐색 방법

단계 1	(그림 1a)에 보여준바와 같이 이전 프레임에서 이동물체의 위치를 중심으로 탐색반경을 5x5로 하여 떨어진 9개 위치에서 정합을 시도하여 HMR을 구한다. HMR의 최소값이 중심위치이면 단계 4로, 그렇지 않으면 단계 2로 이동한다.
단계 2	최소값의 위치를 중심으로 정하고, 탐색 반경은 5x5로 유지한다. 탐색패턴은 전 단계에서 최소값의 위치에 따라 다음의 두가지 중 하나를 선택한다. (a) 만약 최소값이 대각선 방향에 위치하면, (그림 1b)와 같이 추가로 5개의 위치에서 HMR을 계산한다. (b) 만약 최소값이 수평, 수직방향에 위치하면, (그림 1c)와 같이 추가로 3개의 위치에서 HMR을 계산한다.
단계 3	추가로 계산한 위치의 HMR의 값을 중심위치의 값과 비교하여 중심에 위치의 값이 최소이면 단계 4로 이동하고, 그렇지 않으면 단계 2로 이동한다.
단계 4	탐색반경을 3x3으로 하여, (그림 1d)와 같이 9개의 위치에서 정합을 시도하여, 최소의 HMR값을 갖는 위치가 현재 프레임에서 이동물체의 위치가 된다.



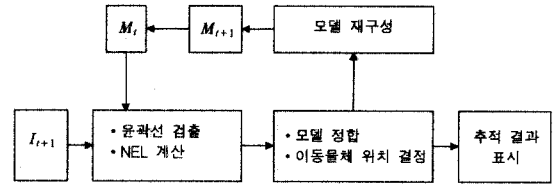
(그림 1) 단계별 정합 위치

제안한 탐색방법으로 이동물체의 위치를 탐색하는 과정에서 다음과 같은 두 가지 방법을 사용하여 처리시간을 단축시킨다.

- (1) 현재 위치에 식 (3)을 만족하는 점의 개수를  $K_s$ , 만족하지 않는 점의 개수를  $E_s$ 라고 하고, 그 이전 위치에서는 각각  $K_s'$ ,  $E_s'$ 이라고 할 때,  $E_s > E_s'$ 이면 현재 위치에서의 HMR의 계산을 중단하고 다음 탐색위치로 넘어간다.
- (2) 이전 위치에서  $K_s' < E_s'$ 일 경우에는 HMR을 계산하여 비교하고,  $K_s' > E_s'$ 일 경우에는 현재 위치에서  $E_s$ 과  $E_s'$ 의 크기를 비교하면, 각 단계에서 평균적으로 모델내  $\frac{1}{2}|M|$ 개의 점에 대해서만 계산하면 이동물체의 위치탐색이 가능해진다.

### 3. 제안한 이동물체 추적 알고리즘

제안한 알고리즘은 검출단계와 추적단계로 구성되며, 검출 단계에서는 연속된 두 프레임에 대한 변화를 감지하여 이동물체의 존재 유무를 판별하며, 이동물체가 발견되면 그에 대응하는 초기 모델을 구성한다. 추적단계에서는 각 프레임에 대하여 윤곽선영상을 구하고, 초기모델을 이용하여 이동물체의 위치를 탐색한다. 모델은 매 프레임에서 이동물체의 위치를 찾은 후 식 (7)에 의하여 새로 구성함으로써, 이동물체의 형태변화에 적용할 수 있도록 하였다. (그림 2)는 제안한 알고리즘의 전체 블록도를 보여준다. 그림에서 NEL(Nearest Edge Labeling)은 가장 가까운 윤곽선 픽셀까지 화소단위의 거리를 의미한다.



(그림 2) 제안한 알고리즘의 블록도

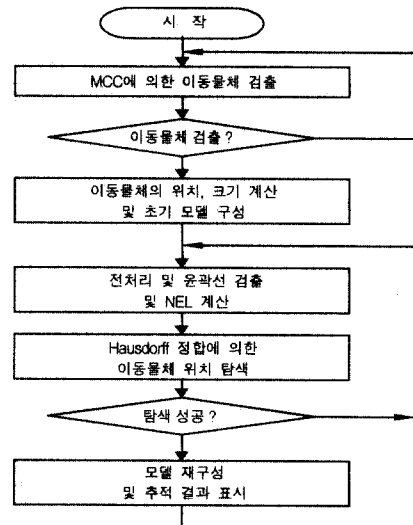
#### 3.1 이동물체 검출 및 초기 모델의 생성

본 연구에서는 추적 초기에 이동물체를 검출하고 초기 모델을 구성하기 위하여, [6]에서 사용한 MCC(Moving Connected Component)기법을 적용하였다. MCC는 차영상에 모폴로지 침식연산이나, 세션화연산을 수행함으로써 얻을 수 있다. 이 방법은 상대적으로 화면간의 변화가 큰 경우에 적합하며, 윤곽선 영상에서 MCC와 인접하여 있는(1, 2화소의 거리를 가지는) 픽셀들을 선택하여 이동물체의 초기 모델로 설정한다. 비강체나 형태가 비교적 단일한 물체일 경우에는 [5]템플릿기반 방법이나 [13]에서 사용한 가산투영기법을 사용할 수 있으며, 더욱 정확한 초기모델을 얻기 위해서는 [8]에서 사용한 방법을 사용할 수도 있다. 본 연구에서 초기모델은 추적과정에서 모델 재구성과정을 거쳐 프레임마다 변경이 되기에 초기에 매우 정확한 모델을 구성할 필요가 없으며, 상대적으로 단순한 방법을 사용하였다.

#### 3.2 이동물체 추적

이동물체가 검출되어 초기 모델이 구성되면, 그 다음 프레임들에서 이동물체의 위치를 탐색하여 추적하게 된다. 제안한 탐색 알고리즘에 의하여 이전 프레임에서 생성된 모델과 가장 잘 정합되는 부분을 탐색하는 방법으로 이동물체의 위치를 탐색하며, 정합의 평가함수는 모델과 현재 프레임의 HMR을 사용하였다.

(그림 3)은 제안한 이동물체 추적 알고리즘의 흐름도를 보여준다.



(그림 3) 제안한 추적 알고리즘의 흐름도

3.3 모델의 재구성

이동물체는 추적과정에서 3차원 이동이나 회전에 의해 2차원적 형태가 변하게 되는데, 이런 2차원 형태의 변화에 적응해야만 강인한 추적이 가능하게 된다. 본 연구에서는 추적대상의 형태변화에 적용하기 위하여 매 프레임마다 이동물체의 위치를 탐색한 후 모델을 수정하여 그 다음 프레임에 사용하였다. 새로운 모델은 내에서 식 (7)을 만족하는 점들을 가지고 구성하였다.

$$M_{t+1} = \left\{ i \in I_t \mid \min_{m \in M_t} \|g(m) - i\| \leq \epsilon \right\} \quad (7)$$

식 (7)에서  $I_t$ 는 현재 프레임의 윤곽선 영상이고,  $g(m)$ 는 현재 프레임에서 탐색한 이동물체의 모델의 점 집합이며,  $i$ 는  $I_t$ 의 점이다.

4. 실험 결과 및 고찰

제안한 알고리즘의 타당성을 입증하기 위하여 비디오 카메라로 녹화한 영상을 컴퓨터에서 DT3155영상획득보드로 입력받아 추적실험을 진행하였다. 실험영상은 도로에서 주행하는 자동차와 실외에서 보행하는 사람을 대상으로 하였으며, 영상획득보드에서 352×288크기의 256 그레이레벨 영상으로 변환하여 실험에 사용하였다. 실험에서 사용한 컴퓨터는 Pentium IV 1G, 256M RAM, Windows 98을 탑재한 PC를 사용하였으며, Visual C++ 6.0을 이용하여 추적실험을 수행하였다.

제안한 이동물체 위치탐색 알고리즘의 성능은 탐색의 정확도와 이동물체의 위치 탐색시간 두 가지를 가지고 평가하였다. 같은 실험영상에 대하여 제안한 방법과 기존의 탐색기법 중 완전탐색(Full Search), 2D-Logarithmic 방법을 각각 적용하여 비교실험을 하였다.

탐색의 정확도는 완전탐색기법에 의하여 탐색한 위치를 최적의 위치로 가정하고, 제안한 방법으로 탐색하였을 때, 이 두 위치의 오차를 구하여 평가하였다. 완전탐색을 하여 구한 화면내 이동물체 구형영역의 좌측위모서리의 좌표를  $(x, y)$ 라고 하고, 제안한 방법에 의하여 구한 대응하는 좌표를  $(\hat{x}, \hat{y})$ 라고 하면, 그 오차  $e$ 는 다음 식 (8)과 같이 정의하며, 실험영상의 전체 프레임에서의 오차는 각 프레임의 오차의 평균으로 식 (9)와 같이 정의한다. 식 (9)에서  $n$ 은 프레임 수를 의미한다.

$$e = \sqrt{(x - \hat{x})^2 + (y - \hat{y})^2} \quad (8)$$

$$E = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n e_i \quad (9)$$

<표 2>와 <표 3>은 각 실험영상에 대한 탐색결과 및 오차를 표로 보여준 것이다. 표에서 볼 수 있는바와 같이, 제안한 탐색 알고리즘은 완전탐색방법으로 탐색한 좌표와 매우

근사한 값을 가지며, 전체 프레임에서 평균 오차는 1.27과 1.66으로 매우 높은 추적의 정확도를 보임을 알 수 있다.

<표 2> 자동차 영상에 대한 좌표 비교

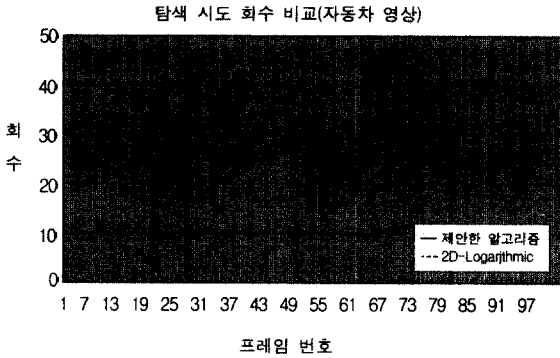
프레임 번호	제안한 방법		완전탐색 방법		오 차
	$\hat{x}$	$\hat{y}$	$x$	$y$	
30	214	102	215	103	1.41
35	208	110	209	110	1.00
40	198	107	200	109	2.83
45	183	114	183	114	0.00
50	171	123	172	124	1.41
55	153	128	153	128	0.00
60	130	131	132	131	2.00
65	110	135	110	137	2.00
70	88	140	88	140	0.00
75	94	133	97	132	3.16
80	87	113	87	113	0.00
85	84	105	83	107	2.24
90	80	108	81	108	1.00
95	73	98	73	99	1.00
100	73	95	72	95	1.00
평균 오차					1.27

<표 3> 보행자 영상에 대한 좌표 비교

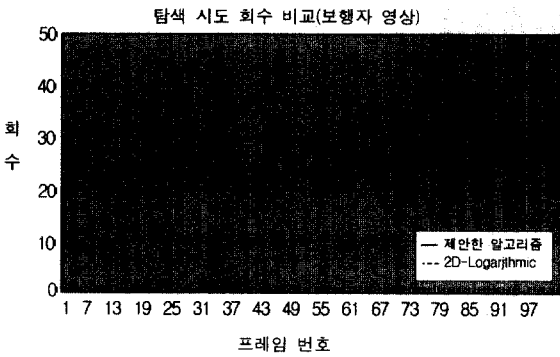
프레임 번호	제안한 방법		완전탐색 방법		오 차
	$\hat{x}$	$\hat{y}$	$x$	$y$	
30	98	46	97	45	1.41
35	90	48	93	46	3.61
40	86	45	85	43	2.24
45	75	46	74	46	1.00
50	62	47	61	46	1.41
55	63	46	63	46	0.00
60	70	43	70	43	0.00
65	72	45	71	43	2.24
70	68	47	68	48	1.00
75	65	50	63	49	2.24
80	60	53	61	53	1.00
85	50	59	53	58	3.16
90	38	65	42	64	4.12
95	42	63	41	62	1.41
100	46	60	46	60	0.00
평균 오차					1.66

이동물체의 위치탐색과정에서 소모되는 시간은 주로 HMR 계산시간과 정합시도회수에 의하여 결정되며, HMR의 계산시간을 단축하기 위하여 식 (6)과 같은 방법으로 변환하여 고속계산이 가능하게 하였으며, 정합시도회수는 제안한 위치탐색 방법에 의하여 개선이 가능하다. 본 연구에서는 실험영상의 각 프레

임에서 정합시도회수를 계산하여, 기존의 2D-Logarithmic과 비교함으로써 제안한 방법의 우수성을 보여주었다.

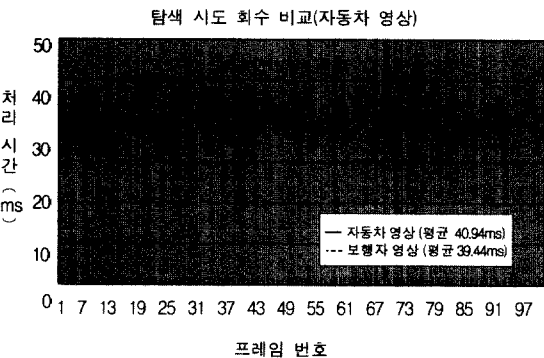


(그림 4) 자동차 영상에 대한 탐색 시도 회수



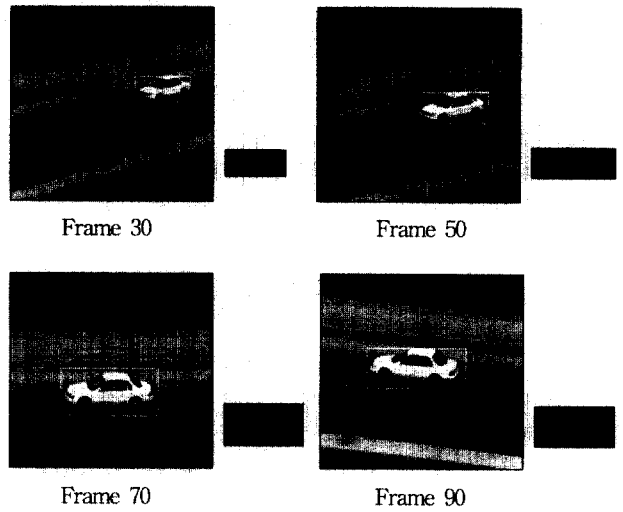
(그림 5) 보행자 영상에 대한 탐색 시도 회수

(그림 4)와 (그림 5)의 그래프에서 볼 수 있는바와 같이 제안한 방법은 탐색시도회수가 20~30회였으며, 기존의 방법들보다 평균적으로 15회정도 적었으며 처리속도가 프레임당 평균 35.7ms, 즉 28frame/sec로 실시간 처리가 가능함을 보였다. (그림 6)은 두 가지 실험영상의 각 프레임에 대한 전체적인 처리시간을 보여준다.

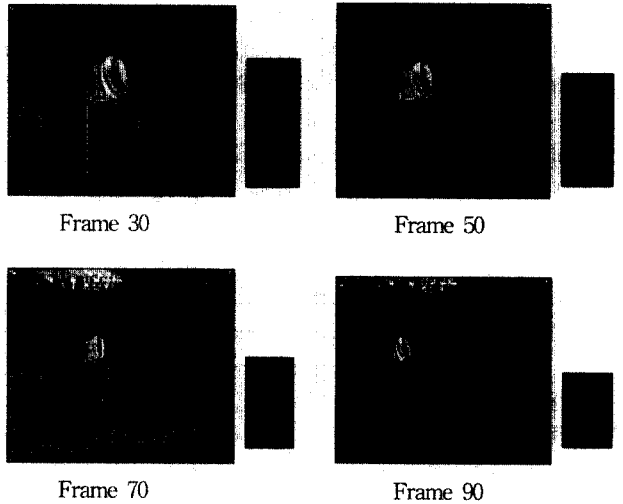


(그림 6) 실험영상의 프레임별 처리시간

(그림 7)와 (그림 8)은 제안한 방법으로 자동차 영상과 보행자 영상을 추적하였을 때의 결과 영상을 보여준 것이다.



(그림 7) 자동차 영상의 추적결과 및 그 모델



(그림 8) 보행자 영상의 추적결과 및 그 모델

### 5. 결 론

본 연구에서는 이동 카메라에서 취득한 영상에서 이동물체를 실시간으로 추적하기 위한 모델정합기반 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 추적초기에 화면에서 이동물체를 검출하여 그 윤곽선영상을 모델로 사용하였으며, Hausdorff 거리를 모델과 영상사이의 유사도로 사용하여 추적대상의 형태변화에 적용할 수 있도록 하였다. 또한 새로운 위치탐색 알고리즘 및 처리시간을 단축시키기 위한 방법을 제안함으로써 실시간 추적이 가능하게 하였다.

실제 영상에 대한 실험결과 제안한 알고리즘은 이동물체의 실제위치와 추적결과와의 평균자승오차가 자동차영상에서는 1.27, 보행자영상에서는 1.66으로 이동물체의 정확한 추적이 가능함을 알 수 있었으며, 추적 정합 시도 회수는 자동차 영상에서는 평균 25회, 보행자 영상에서는 평균 23회였으며, 프레

임당 평균 처리시간이 35.7ms, 즉 28fps로 실시간 추적이 가능함을 입증하였다.

향후 연구 과제로는 화면에 여러 개의 형태가 비슷한 다수의 이동물체가 존재할 때 특정 물체에 대한 추적 알고리즘과 다른 물체와 형태의 겹침이 발생할 경우 대한 연구가 계속되어야 한다고 사료된다.

### 참 고 문 헌

[1] M. G. P. Bartholomeus, B. J. A. Krose, A. J. Noest, "A Robust Multi-resolution Vision System for Target Tracking with a moving camera,".

[2] Y. Rosenberg, M. Werman, "Real-time Object Tracking from a Moving Video Camera : A Software Approach on a PC," Workshop on Applications of Computer Vision, Demo I, 1998.

[3] S. Araki, T. Matsuoka, H. Takemura, N. Yokoya, "Real-time Tracking of Multiple Moving Objects in Moving Camera Image Sequence Using Robust Statistics,".

[4] S. Araki, T. Matsuoka, H. Takemura, N. Yokoya, "Real-time Tracking of Multiple Moving Object Contours in Moving Camera Image Sequence," IEICE Trans. Inf. & Syst., Vol.E83-D, No.7, July, 2000.

[5] D. M. Gavrila, V. Philomin, "Real-time Object Detection Using Distance Transforms," IEEE ICIV, 1998.

[6] D. M. Gavrila, "Pedestrian Detection from a Moving Vehicle," Proc. of European Conference on Computer Vision, 2000.

[7] R. Qiuqi, G. Haiying, "New Adaptive Tracking Algorithm of Non-rigid Objects," IEEE ICSP, Vol.2, pp.940-943, 1998.

[8] T. Meier, K. N. Ngan, "Video Object Plane Segmentation using a Morphological Motion Filter and Hausdorff Object Tracking,".

[9] D. Huttenlocher, D. Klanderman, A. Rucklidge, "Comparing Images using The Hausdorff Distance," IEEE Trans. on PAMI, Vol.15, No.9, pp.850-863, Sep., 1993.

[10] D. M. Mount, N. S. Netanyahu, J. L. Moigne, "Efficient

Algorithm for Robust Feature Matching," Pattern Recognition, Vol.32, No.13, pp.17-28, 1998.

[11] D. P. Huttenlocher, Ryan H. Lilien, C. F. Olson, "View-based Recognition Using an Eigenspace Approximation to the Hausdorff Measue," IEEE Trans. On PAMI, Vol.21, No.9, Sep., 1999.

[12] 전춘, 김태식, 이명길, 이주신, "동적 배경에서 Hausdorff 거리를 이용한 이동물체의 추적", 한국통신학회 하계종합학술대회 논문집, Vol.19, No.1, pp.537-540, 1999.

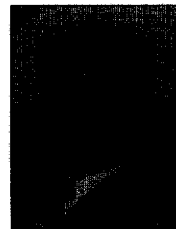
[13] 김준식, 박래홍, 이병욱, "가산투영을 이용한 2단계 고속 블록 정합 알고리즘", 전자공학회논문지 B편, 제30권 제1호, pp. 45-54, 1993.

[14] 장석환, 김인행 등, "실시간 다중 물체 추적 시스템", 신호처리 합동학술대회논문집, 제11권 제1호, pp.499-502, 1998.



### 전 춘

e-mail : chun@chongju.ac.kr  
 1997년 중국 연변대학교 전자계산기과 졸업 (학사)  
 1999년 청주대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학석사)  
 1999년~현재 청주대학교 대학원 전자공학과 박사과정  
 관심분야 : 영상신호처리, 디지털신호처리 등



### 이 주 신

e-mail : jushin2@chongju.ac.kr  
 1975년 명지대학교 전자공학과 졸업(학사)  
 1977년 홍익대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학석사)  
 1986년 명지대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학박사)  
 1998년~1999년 청주대학교 기획관리처 기획관리처장  
 1995년~1998년 청주대학교 이공대학 학장  
 1992년~현재 청주대학교 이공대학 정보통신공학부 교수  
 관심분야 : 영상신호처리, 디지털신호처리 등.