

## 영상기반 다중물체 추적기술과 응용

동서대학교 진태석 · 이민중

### 1. 서론

다중이동물체 추적에 대한 연구는 컨베이어 벨트 위를 지나가는 각종 부품들에 대한 자동분류, 도로상의 교통상황의 자동분석, 건물내의 무인감시 카메라 시스템과 같이 정지 배경에서 이동물체를 추적하여 형태, 속도 등 단순정보를 추출하는 것으로부터 시작되었다. 최근 인터넷과 퍼스널 컴퓨터의 보급과 고화질 비디오 전송서비스, 시각인식시스템, 산업자동화의 필요성 등으로 인하여 영상처리기술은 내용기반 영상압축, 비디오 색인 및 검색, 제스처인식, 행위분석, 자동항법 등의 수 많은 새로운 기술분야를 탄생시키게 되었다. 이러한 기술들은 기본적으로 이동물체의 검출, 분할, 추적 등의 선행처리가 있었기 때문에 가능하게 된다.

예를 들어, 내용기반 영상압축, 즉 MPEG-4(Motion Picture Experts Group 4)에서는 보다 좋은 화질로 보다 높은 압축률을 얻기 위하여 화면을 그 구성성분에 따라 분해하여 VOP(Video Object Plane)를 구성하게 되는데, 이 과정은 영상 내 움직임 영역에 대한 검출, 분할 및 추적을 통하여 이루어지게 된다. 또한 제스처 인식 및 행위분석에서도 마찬가지로 특정 인체부위에 대한 검출 및 추적이 효율적으로 이루어져야만 이에 대한 형태 및 움직임의 시간적, 공간적 현화 패턴을 분석하여 원하는 결과를 얻을 수 있다.

다중이동물체 추적은 다양한 응용목적에 맞게 연구

가 진행되어 왔으며, 서로 다른 분류기준에 따라 여러 가지 분류가 가능하다. 카메라의 움직임에 기준을 둔, 정지카메라를 사용하는 방법과 이동카메라를 사용하는 방법, 추적대상에 따라 강제추적, 비강제추적이 있을 수 있고, 적용기법에 따라 정합기반방법과 에너지 기반의 이동물체를 추적하는 방법으로 크게 나눌 수 있다. 다중 카메라를 이용하여 다중이동물체를 추적하는 경우 감시영역의 중복에 따라 감시영역이 겹치는 경우와 겹치지 않는 경우로 나눌 수 있다.

영상획득 시 카메라 움직임의 여부는 이동물체 추적에 있어서 서로 다른 추적기법을 적용하도록 한다. 이동 카메라의 경우에는 프레임간의 화면 변화가 크기 때문에 처리가 복잡하지만, 정지카메라의 경우에는 배경의 변화가 적기 때문에 빠른 추적이 가능하게 된다.

추적대상이 강체일 경우, 추적대상의 모서리, 윤곽선 등 형태정보에 대한 정확한 추출이 가능하기 때문에 프레임간의 이러한 형태특징의 변화를 이용하거나 이동물체의 3차원 형태를 2차원 움직임 영역으로 투영하는 기법을 적용하여 이동물체를 추적하게 된다. 예를 들어, 화면에서 움직임 영역의 중심과 이 중심의 방향을 계산하고, 이동물체의 3차원 모델을 구성하는 각각의 선들과 화면 내 움직임 영역에서 각 검출된 윤곽선과의 정합관계를 분석함으로써 이동물체의 추적이 가능해지게 된다. 이러한 방법은 이

동물체의 3차원 모델을 정확하게 구성하여야만 강한 추적이 가능해지며, 보통 추적대상의 형태에 대한 사전정보를 알고 있을 경우에 효율적이다.

추적대상이 비강체일 경우에는 그 형태에 대한 정확한 모델구성이 어렵기 때문에 물체 움직임에 대한 동적 템플릿을 사용하게 된다. 이러한 모델은 추적과정에서 추적대상의 형태변화를 보상 할 수 있도록 설계가 되어야 하는데 다음과 같은 세 가지 모델을 주로 사용하게 된다[1].

#### - 이동물체의 수치적 형태모델

이동물체의 수치적인 형태모델을 구성하여 사용하는 것은 이동물체가 강체일 경우에 적용이 가능하다. 예를 들어 Mayer는 구형의 조합으로 자동차의 형태를 모델링하는 방법을 사용하였으며, Bascle은 3차 B-스플라인으로 추적대상을 모델링하여 강체를 추적하였다. Baumberg는 이 방법을 수정하여 비강체에 적용하였는데, B-스플라인으로 비강체에 대한 형태를 모델링하였을 뿐만 아니라 모델의 변경에 대한 스플라인의 변형함수를 구하여 추적대상의 형태변화에 적응함으로써 보행자의 추적에 성공하였다.

#### - 이동물체 영역내의 특징분포에 대한 모델

이동물체 영역내 특징분포에 대한 모델을 구성하여 추적하는 방법은 움직임 영역 내 특징점이나 윤곽선의 분포에 대한 정합을 통하여 이동물체를 추적하게 된다. Huttenlocher는 이동물체의 윤곽선을 구한 다음 Vornio맵을 구성하여 프레임간 윤곽선에 대한 유사도를 계산하여 이동물체를 추적하였다.

#### - 이동물체 영역의 화소 분포에 대한 모델

이동물체 영역의 화소분포에 대한 모델을 구성하는 방법은 이동물체 영역의 밝기, 질감, 색상 등의 분포를 모델링하는 방법으로, 예를 들면 Choi등이 제안한 방법 이동물체 영역의 칼라히스토그램을 구하여 이동물체를 추적하였으며, Pentland와 Huttenlocher는 이

동물체 영역의 공간적인 밝기함수와 시간적인 칼라의 분포의 변화를 이용하여 이동물체를 추적하였다.

이동물체 추적기법은 그 처리방법에 따라 분류할 경우 정합기반기법과 에너지기법으로 분류할 수 있다.

첫 번째, 정합기반기법은 추적대상의 윤곽선, 모서리, 휘도 혹은 색상분포를 가지고 추적대상의 모델로 구성하여 화면 내에서 이와 유사한 부분을 탐색하는 방법으로 탐색과 정합 두 가지 단계로 구성된다. 정합기반 방법은 탐색과정을 거쳐 이동물체의 이동 가능한 위치를 예측하며, 정합과정을 거쳐 이동물체의 이동 가능한 위치를 예측하며, 정합과정을 거쳐 예측위치에 대한 이동물체의 동일성 판별을 수행하게 된다. 정합기반 이동물체 추적기법은 전체적인 휘도 변화에 대한 적응능력이 좋으며, 배경과 위치의 변화가 발생할 경우에도 적용할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 그러한 추적대상의 프레임간의 변화가 클 경우 정합성능이 저하되고, 추적대상의 움직임이 고속인 경우 추적대상이 저주파 성분으로 이루어지기 때문에 정합을 위한 템플릿 추출에 어려움이 발생하게 된다.

## 2. 이동물체 추적기법

정합기반 추적기법에서 추적성능을 좌우하는 것은 탐색방법과 평가함수이다. 탐색방법은 이동물체의 실제 이동방향에 따라 평가함수의 값이 단조적으로 변화한다는 가정을 기초로 영상의 일부 위치만 탐색함으로써 처리시간을 단축시킬 수 있다. 프레임간의 위치변화를 탐색하기 위하여 3단계 탐색, 2D 로가리듬 탐색, CDS(Conjugate Direction Search) 탐색, 4단계 탐색 등 여러 가지 기법들이 제안 되었다[1][2].

[그림 1]은 윤곽선기법을 이용한 템플릿 매칭 결과의 예를 보여주고 있다. [그림 1(a)]는 도로에 설치된 비디오 카메라에서 획득한 영상을 보여주고 있으며, [그림 1(b)]는 영상에서 추출한 윤곽선을 보여주며, [그림 1(c)]는 이동물체의 템플릿 매칭결과를 보여주고 있다.



(a) 카메라 획득 영상



(b) 획득 영상의 에지영상



(c) 이동물체 템플릿매칭 결과

[그림 1] 템플릿을 이용한 이동물체 추적

두 번째, 에너지기반 이동물체 추적은 광류, 능동 외곽선, 레벨 셋 등과 같은 세부적인 분류가 있으며, 공통적으로 화소, 영역, 윤곽선 등과 같은 영상의 특징점이 프레임 간에서 에너지보존 법칙을 준수한다는 가정을 기초로 한다. 즉, 짧은 시간 내에서 얻어지는 연속하는 두 프레임에 대하여 한 화소 또는 한 영역은 공간적인 변화만 존재하며, 밝기 값이나 분포, 즉 화소자체가 소유하고 있는 빛 에너지를 보존된다는 것이다. 이 기법은 계산량이 증가하지만 화면의 미세한 움직임까지 포착할 수 있으며, 추적 대상의 형태 변화가 클 경우에도 강인한 추적 성능을 보여주는 장



(a) 카메라 획득 영상



(b) 획득영상에서의 추정된 광류



(c) 광류에 의한 추정된 결과

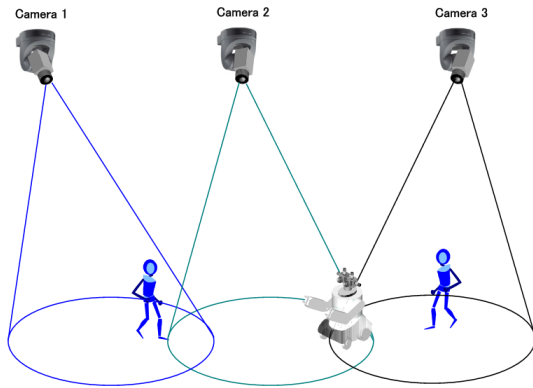
[그림 2] 광류에 의한 이동물체 추적

점을 가지고 있다. [그림 2]는 영상의 광류 및 추적 결과의 예시를 보여주고 있다. [그림 2]는 영상과 영상의 광류 및 추적결과를 각각 보여주고 있다.

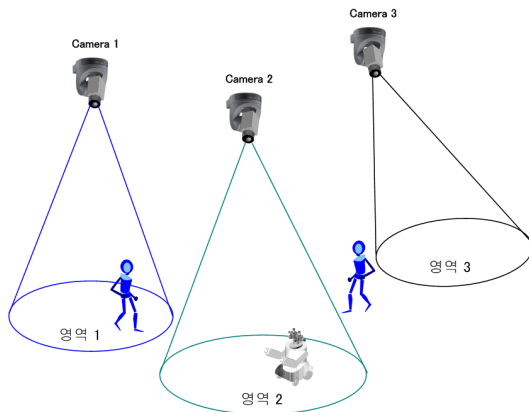
비디오카메라를 이용한 동영상 감시방법을 특정 장소를 감시하는데 있어 여러 대의 네트워크와 된 카메라로 영역을 나누어 이동물체를 지속적으로 추적 감시하는 방법과 여러 장소를 여러 대의 비디오카메라를 가지고 한 장소에 한 대의 카메라를 각각 설치하여 동일 이동물체를 감시하는 방법이 있다.

특정 장소를 감시하는 있어 여러 대의 카메라로 영

역을 나누어 이동물체를 지속적으로 추적 감시하는 방법은 감시 영역이 중첩되도록 카메라를 설치하여 이동물체를 지속적으로 감시하기 때문에 이동물체가 한 카메라 영상영역에서 인접된 카메라 영상영역으로 이동할 때 이동물체가 모니터 화면에서 사라지는 것을 방지할 수 있다. 이 방법은 이동물체의 지속적인 추적이 가능하고 추적 중인 이동물체의 밝기 특성만으로도 추적 감시가 가능하나, 감시하고자 하는 전 영역에 비디오카메라의 영상 영역을 중첩하여 설치해야 하는 비경제적인 측면과 감시대상 모니터가 많아 지므로 감시능률이 저하될 수 있다.



(a) 감시영역이 중첩되는 경우



(b) 감시영역이 중첩되지 않는 경우

[그림 3] 감시영역의 중첩에 의한 분류

여러 장소에서 여러 대의 비디오카메라를 가지고 한 장소에 한 대의 카메라를 각각 설치하여 동일 이

동물체를 감시하는 방법은 저비용으로 넓은 영역을 감시할 수 있는 장점은 있으나, 이동물체가 한 카메라 영상 영역에서 인접된 카메라 영상 영역으로 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 동일 물체의 추적이 매우 어렵다[3].

[그림 3]은 감시 영역의 중첩에 의하여 분류한 다중 네트워크 카메라를 이용한 이동물체 추적방법을 보여주고 있다. [그림 3(a)]는 감시 영역이 중첩되는 경우를 보여주고 있고, [그림 3(b)]는 감시 영역이 중첩되지 않는 경우를 각각 보여주고 있다.

### 3. Intelligent Space의 다중영상시스템

#### • 다중 카메라 다중 이동물체추적

Intelligent Space(iSpace)의 넓은 공간을 센싱하기 위해서는 다중 카메라 및 다중 이동물체의 추적이 우선적으로 해결해야 한다. 이를 위한 다중 카메라 및 다중 물체 추적시스템에 관한 두 개의 중요한 문제가 있을 수 있는데, 그중 하나는 시간에 대한 각 영상프레임에 전형적인 응답문제이고 또 다른 것으로는 유려한 추적과 위치추정을 위한 각 다른 카메라간의 응답문제라 할 수 있다. 후자의 경우를 카메라 영상정보사이의 무결한 정보유지문제(consistent-labeling)[2]라고 하고 이러한 문제를 해결하기 위한 방법들이 최근논문에서 제시되고 있는데, 이러한 방법에는 특징매칭, 위치정보, 얼라인먼트방법 등이 있다. 만약 모든 카메라가 미리 보정된 상태라면 무결정보유지 문제는 전역좌표계에서 각 물체의 위치를 투영시킴으로써 추정할 수 있다. 얼라인먼트방법은 각 카메라간의 기하학적 변환을 통해서 구현하고 있다. 하지만, 이러한 방법들은 각 다른 카메라들 간의 모니터링영역의 중복이 되지 않고 무결정보유지를 구현하는 것이 어렵다고 할 수 있다.

그리고 특징매칭법은 무결정보유지 문제를 해결하기 위한 칼라색상에 기반한 가장 간단한 방법이라 할 수 있다. 하지만, 칼라 특징 매칭법은 위치 및 방향정보에 있어서 변이가 클때 신뢰성이 떨어지는 경향이 있다. 예를 들어, 티셔츠의 앞뒤로 각각 다른 색상을 가진 옷을 입었다고 했을 때, 각각 다른 카메라간의 단순 칼라매칭법으로 구현되지 않을 것이다. 반면, 칼라정보는 대인 통신관계에 있어서 물체의 인식 및 파악하는 것이 유용할 수 있는데, 각 카메라간의 무결정보의 차이를 완화시켜주고 서로 다른 칼라 외형모델을 가지는 칼라표현이 구현된다면 서로 다른 카메라 모듈간의 통신에 있어 물체를 인식하는데 유용할 수 있다.

#### 4. 파티클 필터 추적과정

##### • 파티클 필터

최근 들어 이동물체추적에 관련한 연구는 컴퓨터 비전 및 로봇분야에서 많은 흥미를 불러일으키는 분야 중 하나가 되었다. 물체의 형태나 칼라에 따라 움직이는 물체를 추적하는 것뿐만 아니라 물체의 인식 및 식별하는 것과도 많은 관련을 가지고 있다.

이러한 파티클 필터에 의한 이동물체 추적 방법이 복잡한 환경 속에서 움직이는 물체를 추적하는데 효과적이라는 것이 증명된 이후로 비전기반의 로봇분야에서 이동물체 추적은 흥미로운 연구과제가 되기 시작하였다.

파티클 필터는 사전분포(prior distributions)와 사후분포(posterior distributions)와 같은 베이시안 조건 확률(Bayesian conditional probabilities)에 기반을 두고 있기 때문에 마코프(Markov) 위치추정처럼 전체 격자에 대해서 계산을 수행하지 않고 일정한 수의 샘플에서만 이동물체의 위치 가능성을 계산함으로써 계산부하가 적고 수행이 빠른 장점을 가진다[4].

파티클 필터는 사후밀도(posterior density)  $p(x_t|z_t)$ 와 관측밀도(observation density)  $p(z_t|x_t)$ 가 non-Gaussian

형태를 갖는 클러스터에서 이동물체를 추적하기 위해 제안된 방법이라 할 수 있다. 추적하는 이동물체의 상태계수는 상태벡터  $x_t$ 로 표현되고 벡터  $z_t$ 는 시간  $t$ 까지의 모든 관측상태  $\{z_1, \dots, z_t\}$ 로 표현한다.

파티클 필터의 주된 개념은 가중치화된 샘플 데이터 집합  $S = \{\mathbf{s}^{(n)}, \boldsymbol{\pi}^{(n)} | n=1 \dots N\}$ 에 의한 위치정보의 확률분포를 근사화하는 것이다. 각 위치정보에 대한 샘플 데이터는 물체의 가설적 상태를 나타내는 성분  $\mathbf{s}$ 와 대응 이산 샘플링 확률  $\pi$  (여기서  $\sum_{n=1}^N \pi^{(n)} = 1$ )로 구성된다. 샘플 데이터 집합의 진화는 시스템 모델에 따라 전달되는 각 샘플로 표현되므로 각 데이터 집합성분을 관측에 대해서 가중치를 하게 되고 샘플 데이터  $N$ 은 확률  $\pi^{(n)} = p(\mathbf{z}_t | x_t = \mathbf{s}_t^{(n)})$ 로 특정 샘플들을 선택함으로써 대체된다. 이 때, 물체의 평균상태는 각 시간스텝에서 다음과 같은 식으로 추정할 수 있다.

$$E[S] = \sum_{n=1}^N \pi^{(n)} \mathbf{s}^{(n)}. \quad (1)$$

파티클 필터는 물체의 불확실성을 모델링함으로써 강건한 추적 프레임워크를 제공해준다. 필터의 옵션을 자유롭게 변경가능하고 다중의 상태 가설을 동시에 고려할 수 있는 장점을 가진다. 그리고 물체를 추적하는 과정에 있어 물체의 상태가 일시적인 잔류되는 상황이 일어나지 않으므로 일시적인 은닉현상을 처리하는데도 적용 가능하다.

#### 5. 칼라분포모델

iSpace내에서 서비스를 제공하는 칼라기반의 이동로봇 및 인간과 같은 유동이동물체에 적용하고자 한다. 칼라분포는 비정적인 물체, 회전, 부분적 가려짐에 대해 강인성을 보장 해 주기 때문에 실내의 이동물체를 추적할 때 유용하다. 이동물체의 색상 분포형태가  $m$ 개의 빈(bin)으로 이산화되어 있을 때 각 빈에 대응하는 위치  $\mathbf{x}_i$ 의 칼라를 할당하는 함수  $h(\mathbf{x}_i)$ 로 표

현 할 수 있다. 본 논문에서는 히스토그램은 8x8x8의 빈을 사용한 RGB공간으로 계산하며 제시한 방법이 빛의 밝기조건(value)에 들 민감하도록 HSV 칼라 공간을 사용할 수 있도록 하였다.

수직 타원축 내부에  $H_x$ 와  $H_y$ 를 갖는 원통을 칼라 분포로 표시할 때, 칼라 분포의 신뢰도를 증가시키기 위해서는 경계부분의 픽셀이 배경에 속한다든지 가려질 때는 아래 식(2)과 같이 가중치 함수를 이용하여 분포영역으로부터 더욱 떨어진 픽셀에 가중치를 적용하게 된다.

$$k(r) = \begin{cases} i-r^2 : r < 1 \\ 0 : otherwise \end{cases} \quad (2)$$

여기서  $r$ 은 분포중심에서의 거리를 나타낸다.

따라서 경계부분의 픽셀이 배경에 속하거나 가려질 때 칼라분포의 신뢰도를 증가시킬 수 있다. 또한, Epanechnikov kernel과 같은 함수를 다른 가중치 함수를 사용하여 신뢰도를 향상 시킬 수 있다. 그리고, 픽셀위치  $\mathbf{y}$ 에서의 칼라분포  $p_{\mathbf{y}} = \{p_{\mathbf{y}}^{(u)}\}_{u=1\dots m}$ 는 다음과 같이 표현 된다.

$$p_{\mathbf{y}}^{(u)} = f \sum_{i=1}^I k\left(\frac{\|\mathbf{y} - \mathbf{x}_i\|}{a}\right) \delta[h(\mathbf{x}_i - u)] \quad (3)$$

여기서  $I$ 와  $\delta$ 는 영역  $\delta$ 내의 픽셀 수와 Kronecker 델타함수를 각각 나타낸다.

그리고 파라미터  $a = \sqrt{H_x^2 + H_y^2}$ 는 영역의 크기를 결정하게 되고 정규화 요소는 다음과 같은 식으로 표현 된다.

$$f = \frac{1}{\sum_{i=1}^I k\left(\frac{\|\mathbf{y} - \mathbf{x}_i\|}{a}\right)} \quad (4)$$

여기서  $\sum_{u=1}^m p_{\mathbf{y}}^{(u)} = 1$  이다.

이동물체의 추적방법에 있어서 매 시간에서 추정된 상태는 새로운 관측모델을 참조함으로써 갱신된다.

칼라분포에 기반한 유사성을 측정하여 두 분포  $p(u)$ 와  $q(u)$ 의 제일 큰 값을 갖는 후보 쌍을 정합 결과를 Bhattacharyya 계수라고 한다.

$$\rho[p, q] = \int \sqrt{p(u)q(u)} du. \quad (5)$$

이 때, 칼라 히스토그램  $p = \{p^{(u)}\}_{u=1\dots m}$ 과  $q = \{q^{(u)}\}_{u=1\dots m}$ 의 이산 확률값을 고려하여 Bhattacharyya 계수를 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$\rho[p, q] = \sum_{u=1}^m \sqrt{p^{(u)}q^{(u)}} \quad (6)$$

여기서,  $\rho$ 가 클수록 분포가 더 유사성이 크다고 할 수 있고, 두 개의 동일한 정규화된 히스토그램에 대해서는 정확한 매칭을 의미하는  $\rho=1$ 을 얻을 수 있다. 그리고 두 분포간의 거리(Bhattacharyya 거리)는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$d = \sqrt{1 - \rho[p, q]} \quad (7)$$

## 6. 다중이동물체 모델링

iSpace내의 다중카메라의 영상정보를 이용하기 위해 한 개의 물체에 대해 한 개의 히스토그램을 사용해야 한다. 예를 들어, 이동중인 인간을 추적한다고 했을 때 한대의 카메라가 인간의 앞면을 비추게 되지만 반대편에 위치한 카메라는 인간의 뒷면을 비추게 된다. 각 카메라는 독립적으로 추적하게 되므로 히스토그램 정보간의 일치성이 보장되어야 한다. 앞, 옆, 뒤와 같이 세 개의 특징 영상은 추적하고자 하는 인간의 연속 영상정보로 사용하여 초기 물체모델로 선택하고, 각 대응되는 히스토그램  $q = \{q_f, q_s, q_b\}$ 을 저장하게 된다. 추적하는 동안 세 히스토그램에 대한 유사성으로 물체의 상태를 알 수 있게 된다. 확률전파에 있어서 선형 확률모델을 사용함으로써 각 영상프레임

에 대한 Bhattacharyya 계수를 추정할 수 있고, 각 계수값의 급격한 변화를 제한할 수 있다.

## 7. 결 론

본고에서는 모델기반의 다중이동물체의 추적에 관한 기초지식과 그를 응용한 iSpace의 칼라분포에 기반한 적응 외형 모델을 파티클 필터에 적용한 이동물체 추적방법에 대해 알아보았다. 이동물체인식 방법에는 배경으로부터 움직이는 물체를 인식할 수도 있으며, 칼라모델 기반의 추적 서로 다른 외형의 변화에 따라 움직이는 이동물체를 다중 관측 모델을 결합하여 추적할 수 있음을 알아보았다.

iSpace의 영상시스템은 다중 이동물체 인식을 위한 실시간 영상처리 및 가려짐 현상에 대한 극복, 다중 이동물체추적, 네트워크를 통한 정보교류 등의 기능을 수행하기 위해서 모델기반 방법과 특징기반의 방법을 효과적으로 결합한 다중이동물체 추적을 수행하였고, 차영상을 이용한 물체 추출과 조명조건의 변화에 불변하는 컬러 히스토그램을 특성을 사용하였다. 이러한 특징량과 파티클 필터에 기반한 알고리즘을 이용하여 이동물체의 칼라외형모델을 작성함으로써 강인한 검출, 추적 성능을 향상 시킬 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- [1] 신창훈 “다중 비디오카메라 영상의 색조분포를 이용한 이동물체 추적 알고리즘 개발”, 박사학위논문, August, 2008.
- [2] TaeSeok Jin, Hideki Hashimoto, “Human tracking using Multiple-Camera-Based global color model in Intelligent Space”, International Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems, vol. 5, no. 3, pp. 18-22, December 2005.
- [3] J.-H. Lee, H.Hashimoto, “Controlling Mobile Robots in Distributed Intelligent Sensor

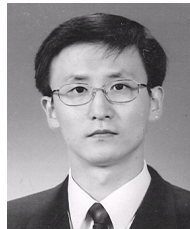
Network”, IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 50, No. 5, 2003, pp.890-902.

- [4] 진태석, 하시모토 히데키 “공간지능화를 위한 색상기반 파티클 필터를 이용한 다중물체추적” 한국로봇공학회(Korea Robotics Society(KROS Journal), Vol. 2, No. 1, pp. 21-28, March 2007.



진 태 석

진주산업대학교(공학사)  
 부산대학교 대학원(공학석사)  
 부산대학교 대학원(공학박사)  
 동경대학 생산기술연구소 연구원  
 현재 동서대학교 메카트로닉스공학과 전임강사  
 관심분야 : 다중센서융합, 이동로봇, 다관절로봇, 지능제어.



이 민 중

부경대학교(공학사)  
 부산대학교(공학석사)  
 부산대학교(공학박사)  
 경남테크노파크 책임연구원  
 현재 동서대학교 연구교수  
 관심분야 : 지능제어, 비선형제어, 로봇틱스, 전력전자, 지능형 홈 네트워크 시스템.