
글로벌 칼라기반의 이동물체 위치 클러스터링

진태석
동서대학교

Position Clustering of Moving Object based on Global Color Model

Tae-Seok Jin

Dept of Mechatronics Eng. Dongseo University

E-mail : jints@dongseo.ac.kr

요 약

21세기를 본 논문에서는 칼라분포에 기반한 적응 외형 모델을 파티클 필터에 적용한 이동물체 추적방법을 제시하였다. 칼라 기반의 추적은 서로 다른 외형의 변화에 따라 빠르게 움직이는 이동물체를 다중 관측 모델을 결합하여 추적할 수 방법을 제시하고 있다.

ABSTRACT

We propose an global color model based method for tracking motions of multiple human using a networked multiple-camera system in intelligent space as a human-robot coexistent system. An intelligent space is a space where many intelligent devices, such as computers and sensors(color CCD cameras for example), are distributed. Human beings can be a part of intelligent space as well. One of the main goals of intelligent space is to assist humans and to do different services for them. In order to be capable of doing that, intelligent space must be able to do different human related tasks. One of them is to identify and track multiple objects seamlessly.

키워드

Object tracking, Color histogram, Global model, Intelligent environment.

1. 서 론

최근 로봇분야에 있어 지능화공간에 대한 많은 연구가 진행되어 오고 있다[1~3]. 그중 공간지능화는 컴퓨터 및 네트워크화된 분산 다중센서를 이용한 지능형 디바이스로 구현된 정보공간이라 할 수 있다. 이러한 공간을 다수의 지능형 디바이스로 구현되었다고 하여 지능화라고 부르고 있다. 본 논문에서는 인간과 환경사이의 물리적 또는 심리적 인터랙션을 통한 인간중심의 적절한 서비스를 제공하는 공간지능화(iSpace: Intelligent Space) 구현하고자 네트워크 센서인식 공간을 구축하고 있다. 영상 데이터 처리 및 정보 네트워크 기

능을 갖는 다수의 칼라 CCD 카메라를 iSpace 공간에 분산배치하였다. 이러한 정보획득을 위한 네트워크 센서를 분산 지능형 네트워크 디바이스(DIND: Distributed Intelligent Network Devices)라고 명명하고 있으며, 각 DIND는 일종의 클라이언트 역할을 수행하도록 구성된다. 실제 DIND는 카메라 센서를 이용하는 이른바 카메라 네트워크를 구성한 것으로 이를 통해 실내환경을 인식하고 모델링 하며 공간 내 거주자의 의도를 인식하기 위한 시스템을 구축하였다. 실제로는 거주자의 행동 및 사물의 위치를 비전 센서 위주로 처리하여 다양한 센서정보에 기반한 효율적인 인식시스템의 구축이 본격적으로 이루어진 것으로 보기에

어려운 점을 가지고 있다. 그림 1은 해당 공간지능화 시스템의 구성도를 개략적으로 나타낸 것이다.

실내 환경을 다양한 센서로 구축하여 사람의 움직임을 감지하고 이동로봇 등이 실제 물리적인 행동을 취할 수 있는 인간-로봇간의 친화적인 환경구현을 위한 공간지능화를 목적으로 하고 있다. 공간지능화의 DIND는 iSpace내의 인간 및 로봇의 위치와 행위를 파악하고 인식하여 네트워크를 통한 상호정보교환을 수행한다. iSpace 공간의 인간 및 로봇의 위치는 DIND에서 획득한 정보에 기반하고 있으며 이전 논문에서도 많은 연구가 진행되어 왔다[4][5]. 이러한 연구 중에서 가장 공통인 방법들은 iSpace공간에서의 컬러 메이커 추적방법 [6]과 인간의 행위인식[7]법 및 인간과 상호작용하기 위한 이동로봇의 위치제어다.

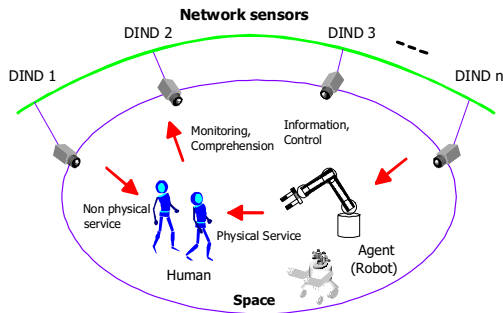


Fig. 1. concept of Intelligent Space

이러한 서비스를 위해 DIND의 신속하고 유려한 정보 처리를 통하여 iSpace는 다중 물체의 위치를 인식 및 추적할 수 있어야 한다. 그리고 iSpace의 효율적 기능을 유지하기 위해서는 유려한 추적과 물체 위치인식이 우선적으로 이루어져야 한다. 본 논문에서는 iSpace 공간에서 분산 영상시스템의 칼라 외형모델에 기반한 물체표현 및 추적을 서술하고 있다. 우선, iSpace 내의 분산 영상시스템을 설명하고 iSpace 공간내에서 구현하고 하는 칼라 외형모델의 물체추적을 서술하고 자 한다. 따라서 본 논문에서는 물체의 칼라정보를 획득하는 방법과 물체의 전역칼라 모델을 이용한 각 다른 카메라 정보간의 일치성 구현방법을 보이고 있다[8][9].

II. 칼라분포모델

본 논문에서는 iSpace내에서 서비스를 제공하는 칼라기반의 이동로봇 및 인간과 같은 유동이동물체에 적용하고자 한다. 칼라분포는 비정적인 물체, 회전, 부분적 가

려짐에 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 표현 할 수 있다. 본 논문에서는 히스토그램은 $8 \times 8 \times 8$ 의 빈을 사용한 RGB공간으로 계산하며 제시한 방법이 빛의 밝기조건(value)에 들 민감하도록 HSV 칼라 공간을 사용할 수 있도록 하였다.

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

여기서 r 은 분포중심에서의 거리를 나타낸다.

따라서 경계부분의 픽셀이 배경에 속하거나 가려질 때 칼라분포의 신뢰도를 증가시킬 수 있다. 또한, Epanechnikov kernel[]과 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.

$$p_{\mathbf{y}}^{(u)} = f \sum_{i=1}^I k\left(\frac{\|\mathbf{y} - \mathbf{x}_i\|}{a}\right) \delta[h(\mathbf{x}_i - u)] \quad (2)$$

여기서 I 와 δ 는 영역 δ 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.

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

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

III. 실험

본 논문에서 제시한 표식검출 및 추적 알고리즘을 테스트하기 위해서 조명변화가 없고 컬러 이동물체 및 고정물체가 존재하는 iSpace공간에서 실험을 수행하였다. 그림 2는 테스트를 위한 이동물체의 경로를 나타내는 실험환경과 제시한 알고리즘으로 추적을 할 수 있도록

하였다. 본 환경에서 세 개의 물체 즉, 인간, 이동로봇, 의자를 각각 실험환경에 배치하였다. 시스템은 각 물체에 대한 사전 모델정보를 갖고 있지 않도록 했다. 그리고 이동로봇과 의자를 정적인 위치에 배치시켰고 인간은 고정물체 사이로 이동하였다. 이 때, 카메라는 한대만 사용할 수 있도록 하였고 인간과 고정물체 간에 발생할 수 있는 가려짐현상은 그림 2와 같이 일어 날것으로 가정하였다.

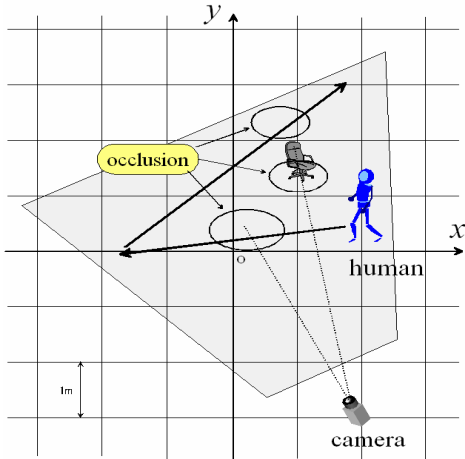


Fig. 2. Experiments: moving area and models

그림 3은 가려짐 현상과 빠른 움직임에 대해서도 컬러 기반의 파티클 필터의 강인성을 보여주고자 인간이 320 프레임 이상의 속도로 지나갈 때의 다중 물체 추적에 대한 파티클을 보여주고 있다. 이 때, X축과 Y축은 각각 캡처된 영상의 X, Y픽셀 좌표를 표시한다. 그림에서 각 물체의 중심 픽셀을 x 표로 표시하였고 인간은 검정색 x, 로봇은 파란색 x, 의자는 빨간색 x로 각각 표시하였다. 인간이 보행하는 동안 로봇 및 의자와의 가려짐 현상이 관측되었지만 각 물체의 매칭 및 추적과정이 성공적으로 이루어졌음을 실험으로 검증하였다. 그리고 본 실험에서는 물체에 대한 복잡한 모델을 갖고 있지 않지만 복잡한 환경 속에서도 강인하게 다중 물체추적을 할 수 있었다.

실험을 수행한 결과 그림과 같이 세 개의 물체에 대한 추적용 직사각형 bounding box 가 인식되어 각 물체의 특징벡터의 클러스터를 그림 3에서 보여주고 있다. 또한, 인간이 로봇의 뒤로 보행할 때 가려짐 현상과 스케일 변화에 따른 인간의 움직임과 로봇의 움직임을 각각

추적용 직사각형으로 표시하였고 인간이 로봇과의 가려짐 이후에도 강인하게 인간의 움직임이 추적됨을 알 수 있었다.

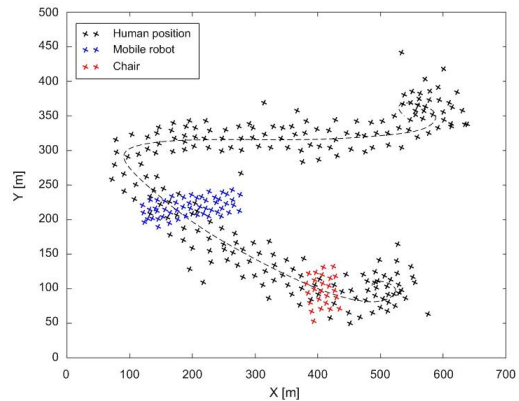


Fig. 3. Experiment results: color-based particle filter against occlusion

IV. 결론

본 논문에서는 칼라분포에 기반한 적응 외형 모델을 파티클 필터에 적용한 이동물체 추적방법을 제시하였다. 칼라 기반의 추적은 서로 다른 외형의 변화에 따라빠르게 움직이는 이동물체를 다중 관측 모델을 결합하여 추적할 수 있었다.

지능화공간의 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 수행하게 된다. 따라서,본 논문에서는 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 나타낼 수 있었다.

본 시스템은 실내 해상도의 이미지에서 얼마나 정밀하게 필요한 이동물체를 추출하느냐가 성능 향상의 관건이 된다. 따라서 향후 연구방향으로 무색 칼라에 가까운 이동물체의 인식에 대한 연구와 분산 카메라를 이용한 보다 넓은 영역에서의 물체 인식에 대한 연구도 병행 및 확대하고 각 다른 카메라가 클러스터 및 특징공간에 대한 정보를 공유하는 방법에 대한 연구도 진행되어야 한다.

참고문헌

- [1] B.Brumitt,B.Meyers,J.Krumm,A.Kern,S.Shafer, "EasyLiving: Technologies for Intelligent Environments", Proceedings of the International Conference on Handheld and Ubiquitous Computing, September 2000, pp.12-29.
- [2] Rodney A. Brooks, "The Intelligent Room Project", Proceedings of the Second International Cognitive Technology Conference(CT'97), Aizu, Japan, August 1997, pp.69-74.
- [3] J.-H. Lee, H.Hashimoto, "Intelligent Space - concept and contents", Advanced Robotics, Vol.16, No.3, 2002, pp. 265-280.
- [4] H.Hashimoto, "Intelligent Space -How to Make Spaces Intelligent by using DIND", Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC'02), 2002, pp.14-19.
- [5] G. Appenzeller, J.-H. Lee and H.Hashimoto, "Building Topological Maps by Looking at People: An Example of Cooperation between Intelligent Space and Robots," IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS'97), 1997, pp.1326-1333.
- [6] J.-H. Lee, T. Yamaguchi and H. Hashimoto, "Human Comprehension in Intelligent Space," IFAC Conference on Mechatronic Systems, 2000, pp.1091-1096.
- [7] 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.
- [8] S.Khan and M.Shah, "Consistent Labeling of Tracked Objects in Multiple Cameras with Overlapping Fields of View", IEEE Transactions on Pattern Analysis and machine Intelligence, Vol.25, No.10, 2003, pp.1355-1360.
- [9] A.Utsumi and J.Ohya, "Multiple-Camera-Based Human Tracking Using Non-Synchronous Observations", Proc. Asian Conf. Computer Vision, 2000, pp.1034-103.
- [10] T.Matsuyama and N.Ukita, "Real-Time Multi-Target Tracking by a Cooperative Distributed Vision System", Proc. IEEE, Vol.90, No.7, 2002, pp.1136-1150.