

## Stereo Vision을 이용한 물체의 위치와 이동인식

임선옥, 최경삼, 이기성  
홍익대학교 전기제어공학과

### Cognition of Objects of Position and Movement using Stereo Vision

Lim Sun Uk, Choi Kyoung Sam, Lee Kee Seog  
Dept. of Electrical & Control Eng., Hongik University

**Abstract** - 본 논문에서는 3차원 공간에서의 물체의 위치와 이동을 인식하는 방법을 소개하고자 한다. 특히 물체의 인식에 있어서 많은 시간을 요하는 이미지 처리 부분을 적은 계산량으로 Image Matching을 구현하려 하였으며, Stereo Vision으로 인식하게 될 고정된 위치로부터의 거리계산으로 기준위치를 인식하고, 움직이는 물체는 비교적 간단한 Filtering을 이용하여 인식할 수 있게 하였다. Image Processing으로부터 얻어지는 데이터들로 움직이는 물체의 방향을 설정하고 이를 통하여, 이동 로봇과의 충돌의 가능성을 파악할 수 있게 하는 방법을 소개하고자 한다.

#### 1. 서 론

이동 로봇의 센서로 쓰일 수 있는 것 중에서 가장 강력한 센서로는 Vision이라고 할 수 있다. 하지만, 가장 강력한 센서임에도 불구하고, 많은 량의 Image Processing으로 인해서 실시간으로 처리함에 많은 문제를 나타내게 하였다. 본 논문에서는 Stereo Vision을 사용하고, 보다 빠른 Depth Map과 Moving Object들의 인식 방법을 제안하고자 한다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 Stereo Vision System

일반적으로 Stereo Vision 처리라 함은 그림1과 같이  $(x_1, y_1)$ 과  $(x_2, y_2)$ 의 거리 즉, disparity와 이용하여 3차원 좌표계의 P를 알아내는 것이라 할 수 있다.

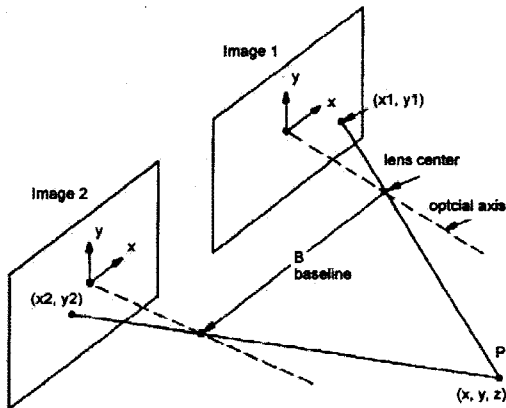


그림1 Stereo Vision System의 Model

만일 두 대의 카메라가 평행한 좌표계를 가진다면, Image Matching 부분에 있어서 더욱 간단한 Matching Method를 전개할 수 있고, 그로 인해서 Depth Map의 완성이 쉬워질 수 있게 된다.

##### 2.2 Image Matching

Image Matching의 가장 큰 문제점이라고 한다면, 그것은 많은 량의 Image Data의 실시간 처리일 것이다. Segmentation된 Image로 Matching을 시도하려고 해도 걸리는 시간을 무시하지 못할 것이다. 앞절에서 소개했던 평행 카메라 좌표계와 Vertical Line Extraction이라는 방법을 이용한다면 다음과 같은 전개로 Image Matching을 구성할 수 있다.

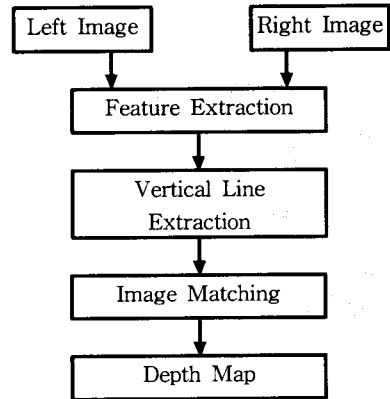


그림2 Image Matching

위의 전개 중에서, Vertical Line Extraction에서는 Segmentation Image의 세로 선만을 Mask Window로 추출해내게 되는데, 상하좌표의 1/3인 직선은 모두 Saturation된 상하직선으로 나타나게 된다. 그리고, Image Matching에서는 전 이미지를 모두 overlapping하는 것이 아니라, Image의 맨 위줄인 한 개의 라인 벡터만 서로 converge하기 때문에 Data의 량이 급격하게 줄어 들 수 있고 이로 인한 시간단축의 효과를 볼 수 있다.

##### 2.3 Cognition of Objects

Image Matching이 완성되면 Depth Map을 통하여 로봇과 물체와의 거리를 인식할 수 있게 된다. 인식하게 될 물체는 두 가지로 구분되게 되는데, 하나는 Rigid Object이고 나머지는 Moving Object이다.

###### 2.3.1 Rigid Object

로봇 외부에 Vision System이 있는 경우를 제외한다면, Rigid Object는 고정된 로봇에게 있어서는 Rigid일 수는 있으나, 이동중인 로봇에게는 상대적인 Moving Object에도 속하게 된다. 이는 Moving Object의 움직임을 고려하는 데에 간가할 수 없는 외란으로 작용하며, 이를 인식할 수 있는 알고리즘이 필요하다. 해결 방안으로 제시하고자 하는 것은 로봇이 움직이면서 일으키는 주파수 대역만큼의 Bandwidth Stop Filter를 결합시키는 것이다.

### 2.3.2 Moving Object

Moving Object는 경로계획을 수정하게 만드는 가장 큰 변수로써, 특히 방향은 로봇의 충돌 회피의 가장 중요한 매개변수 중에 하나이다. 움직이는 물체가 Image로 표현된다면, Burring된 Image로 표현될 것이다. 이것을 다시 말하면, 저주파수 성분을 지니게 된다는 것이다. 이 특징으로 Moving Object를 인식하고, 방향을 결정하게 된다.

### 2.4 8-Section of Moving Object & Robot

로봇과 이동물체와의 상황을 8개의 범주로 정의하려고 한다. 이는 로봇과 이동 물체와의 가장 특징적인 움직임이며, 이동물체는 십자 방향으로 움직이는 것을 고려하고 로봇은 특성상 전진과 회전 두 가지로 구분한다.

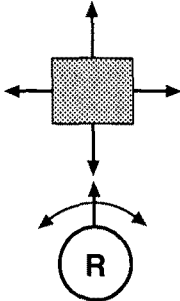


그림3 Robot & Object Direction

위 그림에서 알 수 있듯이 충돌이 일어날 수 있는 확률이 가장 높은 것은 마주보는 방향으로 움직일 때일 것이다. 이는 프로그램 알고리즘에서 가장 먼저 실행을 일으키는 조건이며, Priority가 가장 높은 부분이다.

### 2.5 4-Subsection of Moving Object

Moving Object는 네 가지의 경우로 해석되며, 그 방향성은 그림4와 같다.

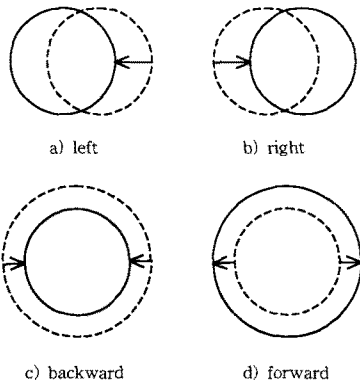


그림4 Direction of Moving Object

Moving Object가 포착이 되는 순간은 Image상에서 특정 주파수 이하의 저주파 성분이 나타나는 순간부터이다. 여기서 특정 주파수란 로봇이 이동하면서 생기는 일정량의 주파수 성분으로써 앞에서 거론했던 Bandwidth Stop Filter로 제거되는 오차신호이다.

### 2.5.1 Filtering of Moving Object

위에서 제시된 네 가지의 움직임을 가정하고, 움직임 을 인식하는 알고리즘은 다음과 같다.

$$Tail(Or) = LPF(Or) - BPF(Or)$$

움직임에 해당하는 Tail Burring만을 추출하여 크게

좌우, 전후를 판별하게 된다. 판별을 위하여 본래 영상은 n개의 윈도우로 분할하게 되며, n개의 분할된 윈도우 안에 위치하게 될 Tail(Or)의 분포로 이분된 방향성을 인식하게 된다. 이는 그림5에서와 같이 수직성분으로 형성되면 좌우방향으로 그리고 루프포로 형성된다면 전후 방향으로 이동중임을 알 수 있다.

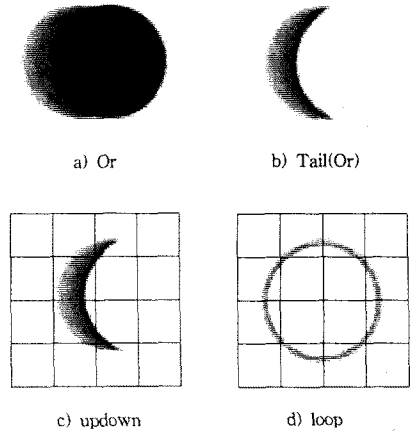


그림5 Filtering of Object

그림5의 c)와 d)에서 알 수 있듯이, 좌우방향으로는 수직방향의 윈도우에 분포하게 되고, 전후방향은 루프를 형성하는 것을 보이고 있다.

### 2.5.2 Direction of Moving Object

앞 절에서 전후, 좌우의 방향을 간단한 Filtering으로 인식할 수 있었다. n개의 window mask로 파악된 전후, 좌우 이동중인 Image는 Stereo Vision의 Depth Map으로 정확한 방향을 인식하게 된다. 순서는 다음과 같다.

조건1 Tail(Or)이 수직분포

- 수직 분포된 영역의 양옆 중앙 window의 거리를 계산
- 거리가 가까운 window를 선택
- 분포영역에서 선택된 window의 방향으로 물체는 움직임

조건2 Tail(Or)이 루프분포

- 루프의 중앙 window에서 거리계산
- t-ts 시간에서의 동일 window에서 거리계산
- a)의 거리가 크면 Object는 후진, b)의 거리가 크면 Object는 전진

## 3. 결 론

지금까지 적은 Data량으로 Image Matching을 하여 Depth Map을 생성하고 Image Filtering과 Window Masking을 통해서 얻어진 결과로 Stereo Vision을 이용하여 정확한 방향을 인식할 수 있는 방법을 소개하였다. 이는 기존의 방법보다 3에서 5스텝이 줄어든 방법으로 실시간 계산으로 좀더 접근했다고 볼 수 있다. 전체적인 전개는 다음과 같다.

- Image Acquisition
- Feature Extraction
- Image Matching
- Image Filtering
- Capture Moving Object
- Determine Direction of Moving Object

이동 물체의 확인은 거리를 알 수 있는 Stereo Vision을 이용하여야 한다. 8개로 나누어진 로봇과 이동물체와의 관계에서, 충돌 가능성이 제일 높은 경우에만 가장 높은 우선권을 주었다. 하지만 좌 혹은 우로 이동중인 물체가 계획된 경로를 지정된 미래의 시간에 방해하게 된다면 이도 간과해서는 안될 문제로 남는다고 볼 수 있다. 향후 과제로 이를 계산하여 고려할 수 있는 방법을 연구하려고 한다.

#### (참 고 문 헌)

- [1] 김정국의1명, "직선 대응관계를 이용한 카메라 캘리브레이션에 관한 연구", 전기학회논문지, 40권 11호, pp. 1183 - 1193, 1991
- [2] G. Succi의명, "3D Feature Extraction from Sequences of Range Data", Robotics Research, pp. 118 - 127, 1990
- [3] Minoru Asada and Yoshiaki Shirai, "Interpretation of Video and Range Images for A Mobile Robot with Dynamic semantic constraints", Robotics Research, pp. 155 - 160, 1990
- [4] Hideo Mori의2명, "A Mobile Robot Strategy Stereotyped Motion by Sign Pattern", Robotics Research, pp. 162 - 172, 1990
- [5] 이정수, "로봇의 작업에 응용 가능한 물체인식을 위한 스테레오 알고리즘", 한국과학기술원박사학위논문, 1998
- [6] 이재용, "다중 스테레오 영상을 이용한 이동 물체의 거리 및 3차원 운동 추출에 관한 연구", 한국과학기술원박사학위논문, 1995