

AGV 시스템의 장애물 검출을 위한 고속 스테레오 영상처리 기법

전성재*(동아대원), 조연상, 박흥식(동아대학교 기계공학과)

Fast Stereo Image Processing Method for Obstacle Detection of AGV System

S. J. Jun(Graduate Dong-A Univ.), Y. S. Cho, H. S. Park(Mechanical Eng. Dong-A Univ.)

ABSTRACT

AGV for FMS must be detected an obstacle. Therefore, many studies have been advanced, and recently, the ultra sonic sensor is used for this. However, the new method has to be developed because the ultra-sonic-sensor has many problems as a noise in factory, an directional error and detection of the obstacle size. So, we study the fast stereo vision system that can give more information to obstacles for intelligent AGV system. For this, the simulated AGV system was made with two CCD cameras in front to get the stereo images, and the threshold process by color information (intensity and chromaticity) and structure stereo matching method were constructed.

Key Words : AGV(Automatic Guided Vehicle), Ultra sonic sensor(초음파 센서), Obstacle detection(장애물 검출), Fast stereo vision(고속 스테레오 비전), Intensity(명도), Chromaticity(색도)

1. 서론

물류분야의 경쟁력을 향상시키기 위해서 선진국에서는 자동화 기술의 개발을 통한 FMS 로 이를 해소하고 있다. 이러한 생산 공장의 무인자동화를 구축하기 위한 많은 요소들 중에서 AGV 는 반드시 필요한 요소로 인식되고 있다⁽¹⁾.

이러한 AGV 는 그 특성상 제품 및 원자재를 적재하고 정해진 궤도를 따라서 자동 주행을 하기 때문에 AGV 의 진행에 방해가 될 수 있는 장애물에 대한 검출은 반드시 수행되어야 한다^(1~4). 이를 위하여 최근 다양한 검출 방법에 대해 많은 연구가 진행되고 있다. 현재 가장 많이 사용되고 있는 장애물 검출 방법은 초음파에 의한 장애물 검출 방법으로 저렴하게 응용할 수 있다는 장점이 있지만, 장애물의 자세 및 공장 내부에서 발생하는 잡음에 의한 오작동을 고려할 필요가 있으며, 단지 장애물의 유무, 거리 정보만을 취급하므로 장애물에 대한 AGV 의 대처에 많은 제약을 받게 된다. 이러한 제약을 해결하기 위하여 최근 보다 다양한 정보를 획득할 수 있는 비전 기술을 응용한 장애물 검출에 대한 관심이 높아지고 있다.

본 연구에서는 AGV 의 장애물 검출을 위하여 3 차원 공간정보를 추출할 수 있는 스테레오 영상처리 기술을 이용하고자 하였다^(5~13). 장애물에 대한 두 개의 카메라 영상으로부터 거리, 위치, 색상 및 크기 정보를 획득하는 기술로써 최근 로봇의 시각 시스템을 위하여 많은 연구가 진행되고 있다. 하지만 스테레오 영상처리 기술을 이용하여 주행 중인 AGV 의 장애물 검출하기 위해서는 보다 고속으로 장애물을 검출할 수 있는 고속 스테레오 영상처리에 의한 장애물 검출 기술의 구축이 필요하다.

이를 위하여 본 연구에서는 색정보 및 크기정보를 이용한 구조적 매칭 기법에 의한 고속 스테레오 영상처리 알고리즘을 구축하였으며, 이를 실제 모의 AGV 차량에 적용함으로써 장애물 대처 능력이 우수한 지능형 AGV 의 기반 기술을 구축하고자 하였다.

2. 고속 스테레오 비전 시스템

2.1 시스템 구성

Fig. 1 은 장애물 검출을 위하여 스테레오 비전

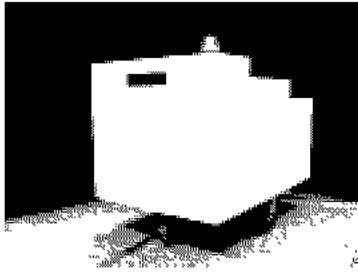


Fig. 1 Photo of simulated AGV system

시스템을 설치한 모의 AGV 시스템의 사진을 나타낸 것으로 장애물에 대한 스테레오 영상처리를 위하여 전방 65cm 높이에 컬러 CCD 카메라 2대를 동일한 높이로 설치하였다. 카메라로부터의 스테레오 영상은 각 채널당 640×480 화소 및 RGB 24bit 의 분해능을 갖는 Datatranslation사의 DT3133 다중 프레임 그레버(multi frame grabber)를 사용하여 30fps 의 속도로 펜티엄 IV 마이크로컴퓨터의 메모리에 저장하였다.

2.2 스테레오 영상처리

스테레오 영상처리 기술은 두 대의 CCD 카메라로 획득한 물체에 대한 스테레오 영상의 시차로부터 물체의 거리 및 위치정보를 추출하는 방법으로 Fig.2 에 스테레오 카메라의 좌표계 모델을 나타내었다. 카메라 사이의 중심거리를 B, 렌즈의 초점거리를 f, 물체 w_0 에 대한 영상 좌표계의 x 축 선상의 투영지점을 x_1 및 x_2 라 하였을 때, 물체까지의 수직 거리 Z는 식(1)로 나타낼 수 있으며,

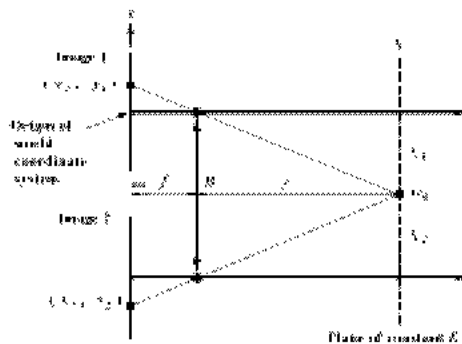


Fig. 2 Coordinate system model of stereo camera

$$Z = \frac{B \cdot f}{(x_1 - x_2) \times \text{length of 1 pixel}} \quad (1)$$

$$X_1 = \frac{\text{length of 1 pixel} \times x_1 \times z}{f} \quad (2)$$

$$X_2 = \frac{\text{length of 1 pixel} \times x_2 \times z}{f} \quad (3)$$

$$X = X_1 - \frac{B}{2} \quad (4)$$

실세계 좌표에서의 X 위치는 식(4)로부터 구할 수 있다⁽¹⁰⁻¹¹⁾. 본 연구에서는 렌즈의 중심거리를 10cm 로 설정하였으며 렌즈는 초점거리 6mm 인 렌즈를 사용하였다.

2.3 색정보 처리에 의한 물체의 특징 추출

물체에 대한 스테레오 영상으로부터 물체에 대한 정보를 획득하기 위해서는 이값화 처리를 통하여 획득한 영상에서 배경과 물체를 명확히 구분할 필요가 있다. 이러한 이값화 처리를 하기 위한 방법은 Fig.3 에 나타낸 바와 같이 히스토그램을 이용하는 방법과 색정보를 이용하는 방법이 있다. 히스토그램을 이용하는 방법은 물체의 흑백영상에 대한 히스토그램으로부터 역치를 선정하여 물체와 배경을 명확히 하는 것으로 입자분석이나 물체의 검사와 같이 단순한 배경에 놓여 있는 물체의 특징을 추출하기 위하여 일반적으로 많이 사용되지만, 다양한 색상을 가지고 있는 복잡한 공간에서 특정 물체의 특징을 선택적으로 추출하기가 어렵다는 단점이 있다.

따라서 본 연구에서는 복잡한 공간상에서 특정 물체를 추출하기 위하여 색정보를 이용한 이값화 처리를 사용하였다. 색정보를 이용하는 방법은 명도와 색도의 변화에 대하여 각각 독립적으로 역치를 설정하여 이값화 하는 것으로 복잡한 공간에서 특정 물체만 선택적으로 추출할 수 있고 조명에 대한 영향을 제거할 수 있다는 장점이 있다. 여기서 명도는 색의 밝고 어두운 정도를 나타내는 것으로 식(5)로 정의하고 색도는 명도 성분을 제거한 색상을 나타낸 것으로 식(6)과 같이 정의한다(11).

Fig. 4 는 명도와 색도와 같은 색정보를 이용하여 이값화 처리를 행한 예를 나타낸 것으로 의자의 원영상 (a)에 대하여 색정보를 이용하여 의자만 추출한 영상 (b)를 보여주고 있다. 이는 식

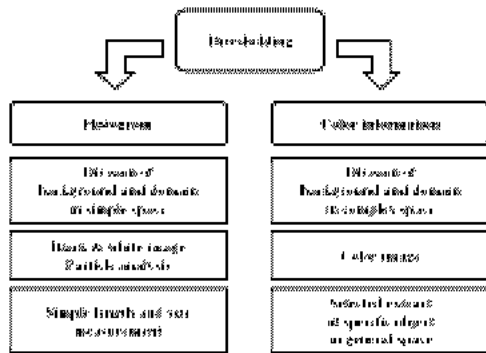


Fig. 3 Threshold method of image

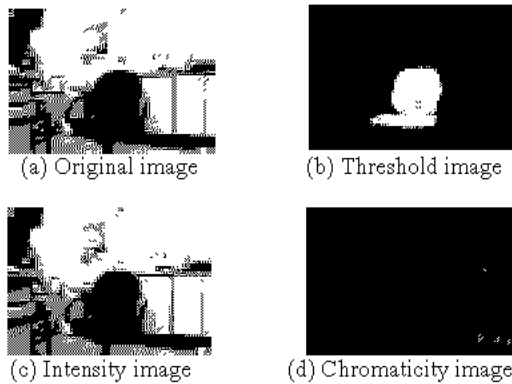


Fig. 4 Example of threshold process for obstacle image

$$\text{intensity} : I = (R + G + B) / (3 \times 255) \quad (5)$$

$$r = 255R / (R + G + B)$$

$$\text{chromaticity} : g = 255G / (R + G + B) \quad (6)$$

$$b = 255B / (R + G + B)$$

(5)와 식(6)에 의한 명도 영상(c)와 색도영상(d)로부터 의자에 대한 역치값을 선정하여 추출한 것으로 복잡한 공간상에서 의자만을 명확히 추출한 것을 볼 수 있다.

Fig. 5는 물체를 추출한 영상으로부터 구조적 스테레오 매칭을 하기 위한 여러 가지 특징 정보를 정의한 것으로 한 화소의 면적 dA 를 1이라고 두면 물체의 전체 면적 A 는 물체를 이루는 화소의 수로 나타낼 수 있고, 도심은 물체의 단면 1차 모멘트인 식(7)로부터 식(8)과 같이 정의하였다. 그리고 물체의 크기는 물체를 직사각형의 형태로 단순화 하여 폭 w 와 높이 h 로써 정의하였다.



Fig. 5 Definition of obstacle characteristics

$$G_x = \sum A_i y_i = \int_A y dA = \bar{A}y \quad (7)$$

$$G_y = \sum A_i x_i = \int_A x dA = \bar{A}x$$

$$\bar{x} = \frac{G_y}{\text{pixel of number}} \quad (8)$$

$$\bar{y} = \frac{G_x}{\text{pixel of number}}$$

2.4 구조적 스테레오 매칭 알고리즘

본 연구에서는 명도와 색도를 이용하여 추출한 장애물의 스테레오 영상으로부터 장애물 거리 및 위치를 파악하기 위하여 구조적 스테레오 매칭 알고리즘을 사용하였다. 구조적 매칭 알고리즘은 Fig. 6에 나타낸 바와 같이 추출된 장애물의 도심 및 크기정보를 이용하여 물체의 거리 및 위치를 파악하는 것으로 고속으로 장애물에 대한 매칭이 가능하다.

이와 같은 구조적 매칭 알고리즘으로 실제 장애물을 검출하는데 소요되는 시간은 한 프레임당 약 0.1 초로써 매우 고속으로 수행되었다.

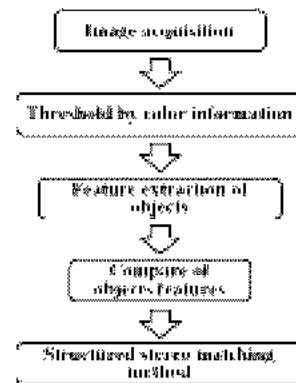


Fig. 6 Flow chart of structured stereo matching algorithm

3. 장애물 검출 결과

Fig. 7 은 색정보를 이용한 이값화 및 구조적 스테레오 매칭 기법으로 장애물을 검출한 결과를 나타낸 것으로서 0.1 초의 빠른 검출 속도로 복잡한 공간상에서 대상으로 하는 특정 장애물만 명확히 검출 할 수 있었다. 이와 같이 색정보를 이용한 이값화 처리와 구조적 매칭에 의한 고속 스테레오 영상처리를 이용하면 공장과 같은 환경에서 주행 선상에 있는 작업자나 장애물을 효과적으로 검출할 수 있다고 생각된다. 그리고 검출된 장애물의 특징정보를 이용하여 장애물에 대한 인식 및 AGV의 지능제어에 활용할 수 있다고 생각된다.

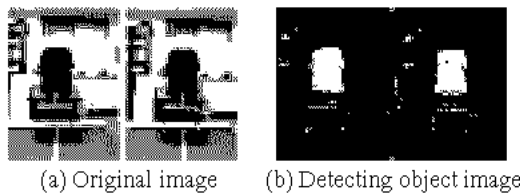


Fig.7 Result of structure stereo matching for an obstacle

4. 결론

다양하고 복잡한 주변환경에서 특정 장애물을 선택적으로 추출하고 그에 대한 여러가지 특징 정보를 획득하기 위해서는 색정보를 이용하여 이값화 처리를 하는 것이 흑백영상의 히스토그램으로부터 역치를 선정하여 이값화 처리를 하는 것 보다 효과적이다. 그리고 추출된 장애물의 스테레오 영상으로부터 고속으로 거리, 위치 및 크기 정보 파악하기 위하여 구조적 매칭 기법을 이용하면 프레임당 약 0.1 초 정도의 빠른 속도로 장애물을 검출할 수 있다. 이와 같은 연구를 통하여 색정보 처리 기법과 고속 스테레오 알고리즘을 구축함으로써 스테레오 비전에 의한 장애물 검출 및 인식 시스템의 실용화를 기대할 수 있다.

후 기

본 연구는 산업자원부의 지원혁신 인력양성사업의 연구결과로 수행되었음.

참고문헌

1. 정도희, 이국도, 박종연, 유창호, "무인운반개론", 세진사, 2001.
2. 한영근, 김기범, 김종화, 박강, 서윤호, 신동목, 정봉주 역, "생산자동화와 CIM", 시그마프레스, 2002.
3. 성용원, 김태민, 이민기, 윤태성, "스테레오 비전을 이용한 이동로봇의 실시간 지도 작성을 위한 연구", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp. 2729 - 2731, 2001.
4. 송준엽, 이승우, 김갑환, "AGV 시스템의 메커니즘 개량화 연구", 한국정밀공학회지, 제 18 권, 제 2 호, pp. 132 - 139, 2001. 2.
5. David J. Kriegman Triendl and Thomass O. Binford, "Stereo vision and navigation in buildings for mobile robots", IEEE Trans, on Robotics and Automation, vol.5, 1989
6. C. Sun, "A fast stereo matching method, Digital image computing", Techniques and Applications, pp. 95 - 100, 1997
7. Takeo Kanade, Masatoshi Okutomi, "A stereo matching algorithm with an adaptive window: Theory and experiment", IEEE Trans, Pattern Anal, Machine Int., vol. 16, No.9, pp. 920 - 932, 1994
8. R. Jain. R. Kasturi, B. G. Schunck, "Machine Vision", McGraw-Hill, 1992
9. 이상룡, 김채상, 시각센서를 이용한 측대칭 물체 측정 시스템 개발." 한국정밀공학회지, 제 14 권, 제 5 호, pp. 34 - 41, 1997
10. R.C Gonzalez and R.E. Woods, "Digital image processing." Addison-Wesley, 1993
11. 이동철, "컴퓨터화상처리입문", 기전연구사, 1993.
12. Font: Times New Roman 9pt. Tlusty, J., Smith, S. and Zamudia, C., "Operation Planning Based on Cutting Process Model," Annals of the CIRP, Vol. 39, pp. 517 - 521, 1990.
13. Tlusty, J., Smith, S. and Zamudia, C., "Operation Planning Based on Cutting Process Model," Annals of the CIRP, Vol. 39, pp. 517 - 521, 1990.