

영상처리기반 자동주차 시스템을 위한 레이저 포인터를 이용한 스테레오 비전 거리측정 알고리즘.

Stereo vision distance measurement algorithm using Laser point for Image processing based Automatic car-parking system.

김 윤 호*, 임 명 섭**
Yoon-Ho Kim, Myoung-Sub Lim

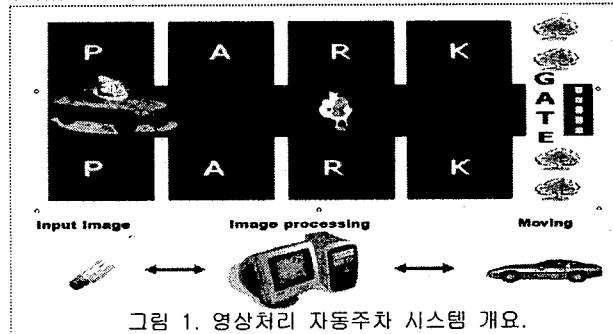
Abstract - As a part of automatic car parking, this paper have devised the distance measurement algorism using stereo vision system which measure between object and parking lot. In this simulation, laser pointer is used for detecting edge of designated object and real distance is measured by searching the position of laser pointer and measuring the distance. Which are 1 / 1.5 / 2 / 2.5 / 3m and adjusted correction had applied in order for use in car parking system.

Key Words :스테레오 비전, 거리측정, 자동주차, 레이저, 영상처리

1. 서 론.

오늘날 자동차는 이제 단순한 이동수단이 아닌 생활이 일부분으로 자리 잡아 가고 있다. 따라서 빠르게 이동해야 하는 이동수단으로서의 개발보다 생활의 도구로서 안전하고 쉬운 이동에 대한 연구가 진행되고 있으며 자율주행에 대한 연구가 진행 중이다[1]. 본 논문에서는 여러 운전자들이 어려움을 느끼는 주차문제에 대해서 연구를 하였다. 영상처리를 사용한 자동주차 시스템에서 1차적으로 장애물과 주차공간과의 거리측정을 하기 위해서 자동주차시스템에 맞춘 레이저 포인터를 이용한 스테레오 비전 거리측정을 설명하고자 한다.

주차공간에 대한 거리 정보를 파악하는데 사용되며, 2대의 카메라는 차량의 양 측면에 장착하여 좌, 우측 주차공간을 검색 후 비어있는 주차공간을 찾아내는데 사용된다.

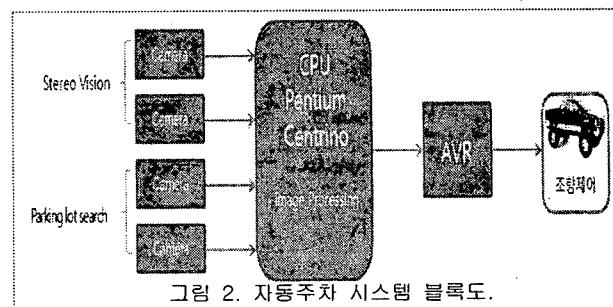


2. 시스템 개요.

2.1 주차시스템 개요

현재 개발하기 위한 영상처리 기반 자동주차 시스템은 카메라를 통해 들어오는 영상정보를 컴퓨터로 보내게 된다. 이 정보를 처리하여 비어있는 주차 공간과 장애물의 거리 및 주차 공간과의 거리 정보를 차량에 송신하게 된다. 차량은 수신된 데이터를 이용하여 원하는 지점까지 주차하기 위한 조향신호를 보냄으로서 차량을 제어하여 주차를 완료한다.

영상 데이터를 얻기 위해서 총 4대의 카메라를 사용하게 된다. 2대의 카메라는 스테레오 비전을 사용하여 장애물 및



2.2 거리측정 시스템 개요.

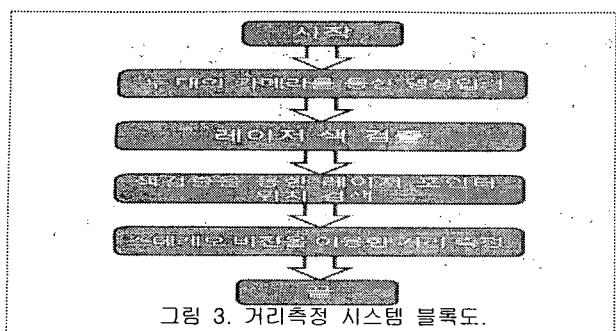
거리측정 시스템은 스테레오 비전 시스템을 기반으로 하여 제작되었다. 스테레오 비전 시스템에서의 가장 중요한 객체 검출은 레이저 포인트를 사용하여 객체 검출을 하였다.

특정 사물에 대한 정확한 거리 측정 결과를 요구하는 시스템이 아니라 주차 시스템에 사용하기 위한 하나의 방법으로 사용되기 때문에 쉽게 적용할 수 있는 레이저 포인트를 사용한 스테레오 비전 거리측정 시스템을 만들게 되었다.[2][5]

저자 소개

* 김윤호 : 전북대학교 전자공학과 석사과정

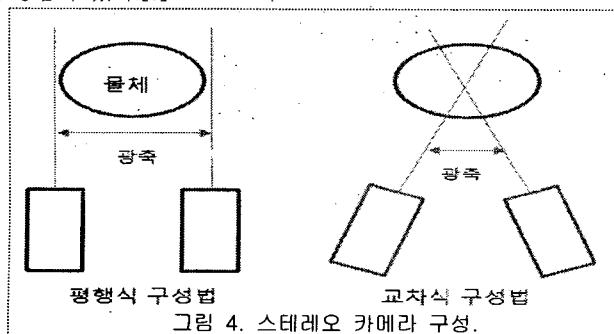
** 임명섭 : 전북대학교 전자공학과 정교수 · 博



3. 스테레오 비전 시스템을 사용한 거리 측정 방법.

3.1 스테레오 영상 구성.

스테레오 비전 시스템은 입체 효과를 얻기 위한 방법으로 많이 사용된다. 이 시스템은 사람이 눈으로 보는 입체감을 얻기 위해 사용되기 때문에 2대의 카메라를 사용하여 왼쪽과 오른쪽에서 영상입력을 받는다. 스테레오 비전 시스템은 입체 효과를 얻기 위해서 카메라 설치 방법이 중요하게 작용한다. 스테레오 카메라는 설치방법에 따라서 두 가지로 분류 되며 두 대의 카메라를 나란히 설치하는 평행식 구성법과 광축이 지정된 위치에 교차하도록 설치하는 교차식 구성법이 있다.[6]



3.2 거리 측정 방법.

본 논문에서는 장애물과의 거리 그리고 주차할 공간과 차량과의 거리를 측정하기 위해 스테레오 비전을 사용하였다. 따라서 평행식 구성을 사용하여 시스템을 구성하였다. 평행식 구성을 사용한 이유는 다음과 같다.

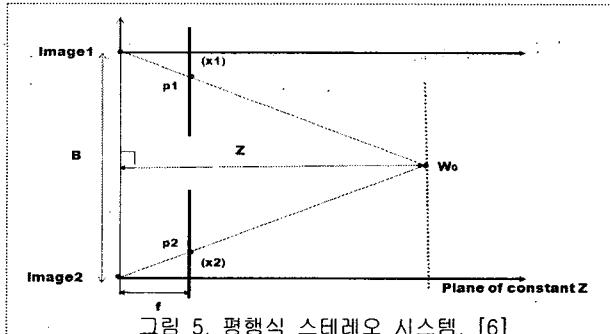
- 두 카메라의 광축이 평행하게 설치.
- 입체 영상의 시차 조절 불필요.
- 거리 측정이 쉽다.
- 주시각 제어 불필요. [4]

위의 내용을 정리하면 평행식 구성법의 특징은 원거리 측정이 가능하며 목표물에 대하여 광축을 교차시킬 필요가 없다. 또한 카메라 이동이 없기 때문에 거리 측정에 용이하며 관련 수식도 고정적이다.

평행식 설치법의 구성을 그림 4. 에 나타내었다.

그림5.에서 B는 두 카메라 렌즈 사이의 거리를 나타내며, W_0 는 목표물의 위치를 나타낸다. Z가 측정해야 하는

목표물까지의 거리를 의미하며 f는 카메라 렌즈의 실제 길이의 값이다. 마지막으로 P_1, P_2 는 목표물이 카메라에 투영되는 위치이며 X_1, X_2 가 투영된 위치의 X축 좌표 값이다. 따라서 실제 목표물까지의 거리를 측정하는 수식은 다음과 같다.



$$\frac{B+x_1-x_2}{Z-f} = \frac{B}{Z} \quad (1)$$

$$Z = \frac{fB}{x_1 - x_2} \quad (2)$$

$$Z = \frac{fB}{(x_1 - x_2) \times \text{length of 1pixel}} \quad (3)$$

4. 레이저 포인트 검색.

특정 목표물을 지정 검색하는 방법은 여러 가지가 있다. 대부분 영상을 취득한 후 윈도우를 만들어 지정하거나 커서(Cursor)를 이용하여 지정하기도 한다. 이 방법들은 어떤 영상에 대한 정보를 취득한 후 특정한 목표를 인위적으로 지정하는 방법이며, 저속 이동에 대한 목표는 유용하나 고속 이동에서는 어려운 문제가 있다. 원하는 목표에 대한 물체를 인식하여 계산 처리하는 부분에서 정보처리 시간이 소비되며 때문이다. 본 논문은 물체의 형태 인식이 아닌 레이저를 사용한 특정 포인트를 검색하여 처리하기 때문에 영상 처리 및 계산 시간에 대한 부분의 문제를 해결하였다. 목표물에 대한 특징을 레이저를 사용한 이유는 다음과 같다.

- 객체 검출이 쉽다. (특정 색 검색)
- 레이저는 단일 파장의 빛이다.
- 높은 휴도를 가진다.
- 지향성이 높다. [3]

위와 같은 이유로 특정 목표물 검출에 레이저 포인터를 사용하게 되었다. 입력되는 영상에서 레이저 포인터를 검출하는 알고리즘은 다음과 같은 순서로 진행되었다.

- 1) 영상을 3×3 사이즈로 블록화 하여 분할한다.
- 2) 각 블록의 색에 대한 평균값을 저장한다.
- 3) 각 블록에서 특정 색(RED)에 대한 값을 검색한다.
- 4) 특정 색에 가장 높은 값을 가지는 블록을 선택한다.
- 5) 선택한 포인터의 위치를 표시하고 좌표 위치의 X축 값을 나타낸다.

그림 6. 는 레이저 포인터를 검색하여 좌표를 나타내고 있다.

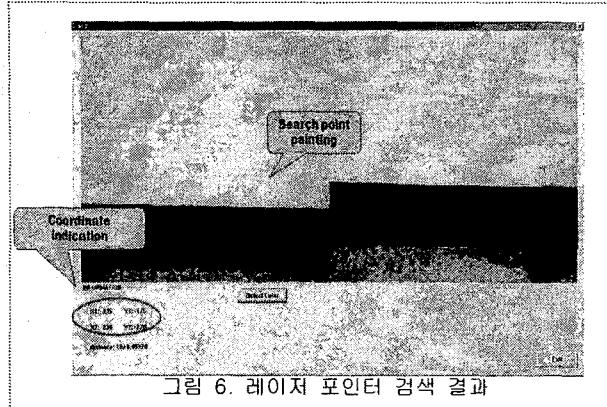


그림 6. 레이저 포인터 검색 결과

5. 실험 결과.

본 실험에 사용된 카메라는 시스템의 최소화를 위해 130만 화소의 웹캠 카메라를 사용하여 스테레오 영상을 입력 받았으며, 각 카메라의 거리(B)는 20cm로 하였다. 웹캠 카메라 렌즈의 길이(f)는 10mm 시스템 환경은 Pentium Centrino의 Window_XP환경에서 Visual C++를 사용하였다. 하나의 화소의 길이는 9 μm 이며 이 길이 정보는 렌즈의 중심거리 20cm 초점거리 10mm일 때, 기준길이 1m 지점의 레이저 포인터 좌표의 스테레오 투영 영상을 매칭 후 추정한 시차 정보로부터 1화소의 길이를 측정하였다.

이 실제 정보를 사용하여 거리 측정한 결과는 다음과 같다.

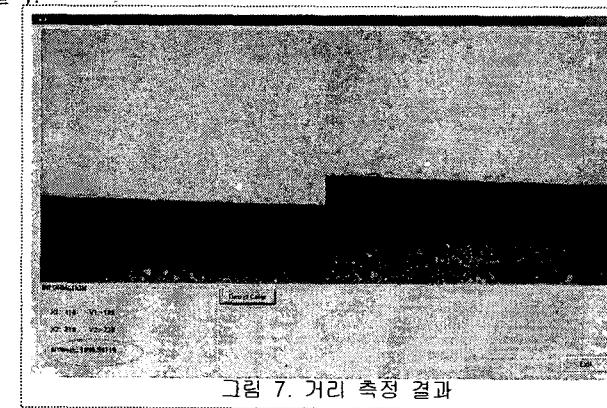


그림 7. 거리 측정 결과

측정거리	측정결과	오차
1m	1.098m	9.8%
1.5m	1.643m	9.53%
2m	2.197m	9.85%
2.5m	2.747m	9.88%
3m	3.381m	12.7%

표 1. 거리측정 결과

1차 실험 데이터를 보면 10%에 달하는 오차가 발생하는 것을 볼 수 있다.

$$\epsilon = \frac{M - R}{R} \times 100(%) \quad (4)$$

ϵ = 에러율 / M = 측정값 / R = 실제거리

이런 오차의 발생 원인을 정리하면,

- 1) 간단한 구조를 위해 사용한 웹캠 구조의 문제.
- 2) 렌즈통과의 굴절 및 왜곡의 문제로 인한 오차 발생.

1번의 경우는 선택한 카메라 제품이 일반화된 저가형 모델이어서 대량 생산에서 오는 자체 구조의 문제로 기구적 설치가 올바르더라도 기구적 결함이 발생함을 의미한다.

1차 결과에서 현재 원하는 장애물과 주차 공간과의 거리 측정을 위한 1~1.5m 사이의 측정값의 정확도를 높이기 위해서 보정 값을 적용하게 되었다.

보정값 적용은 1차 데이터의 평균 오차가 10%정도 되기 때문에 실제 측정값에서 10%정도를 줄이는 것으로 보정값 적용을 하였다.

$$Z = \frac{fB}{(x_1 - x_2) \times \text{length of 1pixel}} \times 0.9 \quad (5)$$

보정 값을 적용한 2차 측정값은 다음과 같다.

측정거리	측정결과	오차
1m	1.013m	1.3%
1.5m	1.126m	1.73%
2m	2.087m	4.35%
2.5m	2.607m	4.36%
3m	3.212m	7.6%

표 2. 보정 후 거리 측정 결과

6. 결 론.

이 스테레오 비전을 사용한 거리 측정 결과를 사용하여 실제 자동 주차 시스템에서 다가오는 장애물과 이동하면서 주차 공간에 다가가는 거리를 측정하는데 사용하고자 한다.

실제 차량을 대상으로 한다고 가정 했을 때 1~1.5m 근처까지 가까이 오면 장애물로 인식하여 정지하게 하고 주차해야 하는 공간과 차량의 거리를 안다면 실제 조향에 대한 부분을 제어하는데 도움이 될 것이라고 생각한다. 따라서 이 논문에서 1~1.5m의 거리 측정 결과 및 오차를 보았을 때 간단한 구조와 보급형 웹캠 카메라를 사용하여도 원하는 거리 측정값을 알 수 있다는 것을 실험을 통해 파악했다. 전체적인 시스템에 이 알고리즘을 적용 시킬 수 있으며, 추가적으로 카메라가 기구적 결함이 있으므로 좀 더 성능이 좋은 카메라를 사용하여 정확도에 대한 부분을 수정이 요구되며 주차공간 인식, 조향, 거리 측정 이 세 가지를 조합하여 완성도 높은 자동주차 시스템을 완성시킬 계획이다.

7. ACKNOWLEDGEMENT.

본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학
IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음.
(IITA-2007-C1090-0603-0024)

참 고 문 헌

- [1] Yi-Mo Zhang, Yu-Wen Qin, Bao-Zhen Ge, Zhan-Hua Huang, and Xi-Ming Chen, "Adaptive Moving Object Tracking Using Nonlinear JTC", SPIE, vol.2778, pp. 457~458, 1996
- [2] M.Rioux, "LASER Range Finder based on Synchronized Scanners", Applied Optics. 23,21, 3837~3844, 1984
- [3] 김종오, "물리학 총론 II부", 교학사, 1998.
- [4] 김수인, 남궁재찬, "스테레오 비전 시스템에서의 이동객체 추출 및 거리측정", 멀티미디어학회 논문지 제5권 제3호 272~280, 2002 .6
- [5] 이기성, 이한구, "스테레오 비전을 이용한 거리 측정 알고리즘", 과학기술연구 제13집, 839~856, 2002
- [6] Emanuele Trucco, Alessandro Verri, "INTRODUCTORY TECHNIQUES for 3-D COMPUTER VISION" Prentice Hall, 1998
- [7] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Steven L. Eddins, "Digital Image Processing Using MATLAB", PEARSON, 2004
- [8] E.R.DAVIES, "MACHINE VISION Theory Algorithms Practicalities 3rd Edition", MORGAN KAUFMANN, 2005
- [9] 강동중, 하종은 "Visual C++을 사용한 디지털 영상 처리", SCITECH, 2005
- [10] 장동혁, "Visual C++ 을 이용한 디지털 영상처리의 구현", 와이미디어, 2005
- [11] 정성환, 이문호, "MATLAB을 활용한 실용 디지털 영상처리", 흥룡과학출판사, 2005.
- [12] <http://iis.jnu.ac.kr/>, "Intelligent & Information System Lab web-site" Chonnam National Univ