

## Line Histogram Intensity를 이용한 이동로봇의 장애물 회피 알고리즘

류한성, 최중경, 구본민, 박무열, \*윤경섭 \*윤석영  
창원대학교 전자공학과, \*거창전문대학 컴퓨터응용전자과  
전화 : 055-283-6353 / 핸드폰 : 011-9305-4141

### The Obstacle Avoidance Algorithm of Mobile Robot using Line Histogram Intensity

HanSeong Ryu, Jungkeying Choi, Bonmin Koo, Mooyurl Park,  
\*Kyungsup Youn, \*Seokyoung Youn  
Dept. of Electronic Engineering, Changwon Nat'l University, \*Keochang college  
E-mail : profryu@hanmail.net

#### Abstract

In this paper, we present two types of vision algorithm that mobile robot has CCD camera. for obstacle avoidance. This is simple algorithm that compare with grey level from input images. Also, The mobile robot depend on image processing and move command from PC host. we has been studied self controlled mobile robot system with CCD camera. This system consists of digital signal processor, step motor, RF module and CCD camera. we used wireless RF module for movable command transmitting between robot and host PC. This robot go straight until recognize obstacle from input image that preprocessed by edge detection, converting, thresholding. And it could avoid the obstacle when recognize obstacle by line histogram intensity. Host PC measurement wave from various line histogram each 20 pixel. This histogram is ( x , y ) value of pixel. For example, first line histogram intensity wave from ( 0, 0 ) to ( 0, 197 ) and last wave from ( 280, 0 ) to ( 280, 197 ). So we find uniform wave region and nonuniform wave region. The period of uniform wave is obstacle region. we guess that algorithm is very useful about moving robot for obstacle avoidance.

#### I. 서론

현대 산업 사회에서는 하드웨어 기술과 컴퓨터를 이용한 신호처리 및 비전기술의 발전에 따라 물체의 자동인식 및 윤곽추출 그리고 이를 이용한 이동로봇에 대한 연

구가 활발히 진행되고 있다. 또한 그러한 자동화 기술이 이제는 가정에까지 전파될 듯 하다. 예를 들어 가정부 로봇이라든지 청소부 로봇이라든지 사람이 들어 갈 수 없는 제한된 공간이나 작업공간 즉, 매우 고열이 발생하는 산업현장이나 하수도 배관속이나 방사능 물질이 있거나 위험한 공간 등이다. 이러한 현장에서는 로봇의 도움이 필요하다. 그러나 현재까지는 자율 이동로봇이 아닌 리모컨이나 유선으로 조정하는 로봇이 보편화되어 있다. 그 이유는 로봇이 자율적으로 이동이 힘들뿐 아니라 장애물을 인식하는 능력을 갖추지 않았기 때문이다. 우리는 본 논문에서 이동로봇이 장애물을 회피하며 목표하는 지점까지의 경로를 구성하여 찾아가기 위한 알고리즘을 제안하고자 한다. 알고리즘의 주요한 방법은 로봇에 탑재된 CCD카메라로부터 입력받은 영상 프레임을 몇가지 전처리 과정을 거친 후에 수직방향(y축 성분)으로 히스토그램을 측정한다. 그러면 이진화되어 있는 영상의 히스토그램은 흑백의 변화가 있는 부분에서만 파형을 나타내게 된다. 우리는 여기에서 장애물은 벽처럼 하나의 단면으로 보이기 때문에 히스토그램의 변화가 없다는 것을 이용하였다. 수직성분으로 20픽셀 간격으로 Line 히스토그램의 세기를 측정하였다. 이러한 방법으로 장애물로 인식되는 부분은 3번의 간격(60픽셀의 이동 스캔)동안 파형의 변화가 없게 된다. 이것을 장애물로 인식하는 것이다. 인간의 눈과 같이 가까이 가서 장애물로 인식하는 특성을 이용한 것이다.

## II. 본 론

### 1. 영상처리 시스템 구성

본 논문에서 사용한 이동로봇은 고정된 한 대의 CCD카메라만을 사용하여 전방의 장애물을 인식하도록 하였으며 구동모터로는 프로세서를 통한 펄스구동이 용이한 스텝 모터를 두 개 사용하였다. 모든 영상정보와 지령신호 그리고 이동 데이터는 무선으로 송수신 가능하도록 하였으며 로봇에서 전송되어진 영상정보는 PC로 전달되어지며 이것을 PC에서 이미지 처리하여 로봇의 이동경로를 계산하고 이동신호를 로봇에 무선으로 전송한다. 전송되어진 신호는 스텝 모터를 구동하는 프로세서로 전달되어진다. 로봇의 구동 모터는 기어드 모터를 장착한 것이 특징이다. 그 이유는 기어에서 발생하는 Back-rush 현상이 이동차량이 원하는 방향으로 진행하는데 있어 지장을 줄뿐만 아니라 Back-rush 현상에 의하여 좌표 정보가 올바르게 전달되지 않기 때문이었다. 그러나 기어드 스텝 모터를 이용하는데 있어서의 문제점이 있었다. 그것은 기어드 스텝 모터의 특성상 초기에 많은 주파수가 입력되면 기어가 정상적으로 동작하기 전에 탈조를 한다. 이러한 현상을 막기 위하여 가, 감속 제어를 통한 모터구동을 하였다. 다음의 그림1에 로봇의 구성을 보였다.

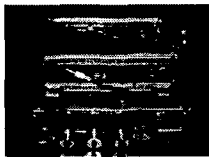


그림1. 로봇의 구성

### 2. 자율이동 로봇의 이동경로.

아래의 그림2에 로봇의 장애물 회피 및 목표지점까지의 이동모습을 보였다.

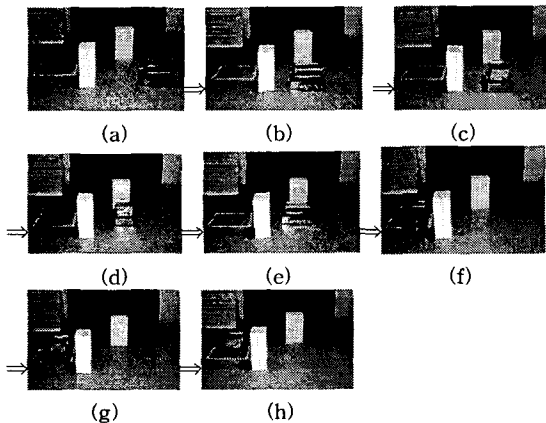


그림2. 로봇의 목표지점까지의 이동경로

### 3. 입력영상 전처리 과정

먼저 원영상을 입력받아서 3×3 mask Sobel 연산자를 사용한다. 그리하면 윤곽선이 추출된다. 여기서 추출

된 윤곽정보는 처리가 용이하도록 NOR Converter를 거치도록 한다. 마지막으로 이 영상의 경계값을 찾는다. 처음에 획득한 영상은 깨끗한 환경에서 얻어진 것이 아니라 주변에 여러 가지 기구나 명암대비가 뚜렷하지 못한 조건들로 되어 있다. 어떤 장애물이라도 가까이서 획득한 영상으로 보게 되면 색상이 단일한 색상으로 나타난다. 즉, 멀리 있는 영상정보나 장애물이 없는 영상 쪽에 히스토그램이 넓게 분포되기 마련이다. 이런 이유로 마지막에 Convert를 처리한 영상의 경계치를 229로 둔다. 그러면 거의 흰색에 가까우면서도 약간의 그레이 레벨만 가진다 하더라도 흑백 대비를 뚜렷하게 만들어 준다. 그림3에 원 영상을 보였다. 그림 3에서 보여지는 영상은 그림 2의 로봇에 탑재된 CCD카메라를 통하여 이동 경로에 따라서 얻어진 영상들이다.

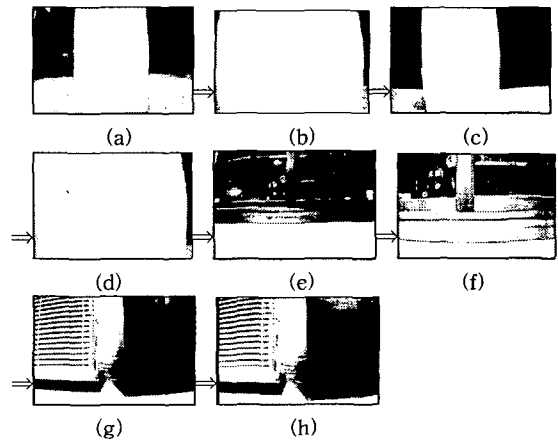


그림3. 자율이동로봇에서 얻어진 원 영상

그림3에서 얻어진 원 영상에서 경계검출과 Convert, 경계치 설정들을 전처리한 후의 영상을 그림4에 보였다.

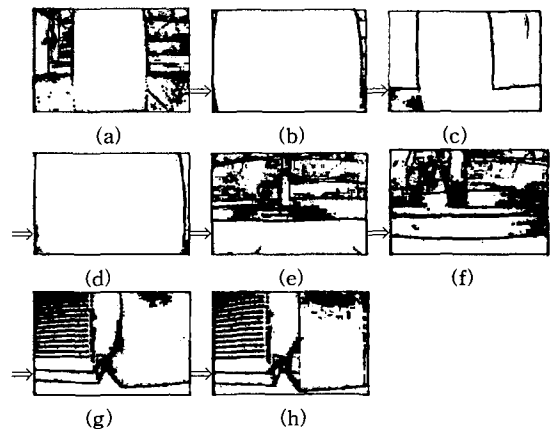


그림4. 전처리 과정을 거친 후의 변환된 영상

### 4. 실험 및 결과

실험은 위의 그림4에서 전처리 된 영상을 각각 20픽셀

씩의 간격을 두고 Line histogram intensity를 측정하였다. 그림4-(a)의 히스토그램을 측정한 영상을 그림5에 나타내었다.

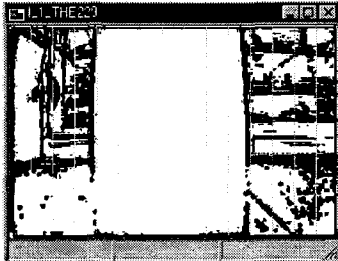
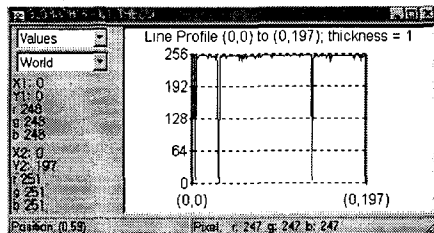
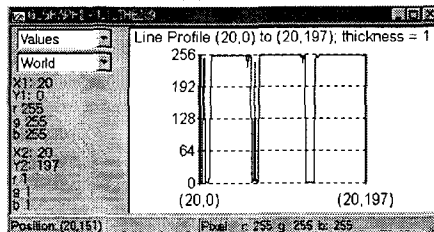


그림5.(a)영상의 Scan

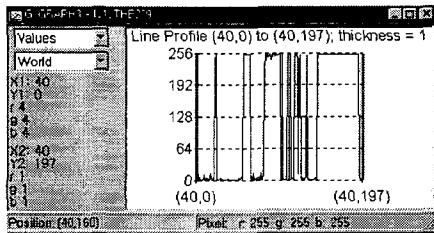
그림5에서 영상의 좌표를 (0, 0)에서 (0, 197)까지의 히스토그램 분포를 스캔한다. 같은 방법으로 다음 좌표는 (20, 0)에서 (20, 197)로 이동하여 동일하게 스캔하게 된다. 이런 방법으로 픽셀간격을 20으로 하여 (280, 0)에서 (280, 197)까지 스캔하게 되면 장애물이 있는 곳의 히스토그램의 분포곡선은 아무것도 나타나지 않게 된다. 각 좌표의 스캔된 히스토그램 분포곡선을 아래에 나타내었다.



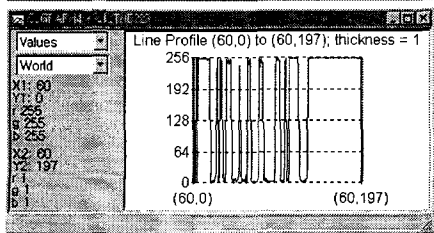
(x좌표 0)



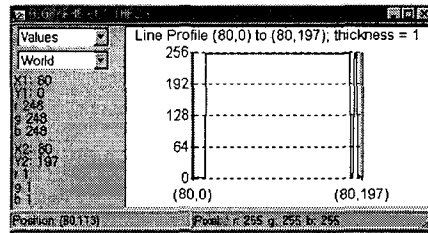
(x좌표 20)



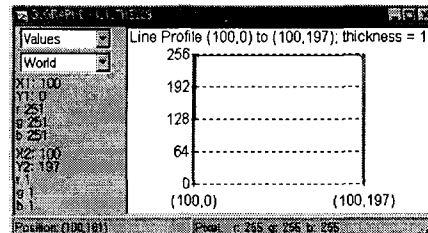
(x좌표 40)



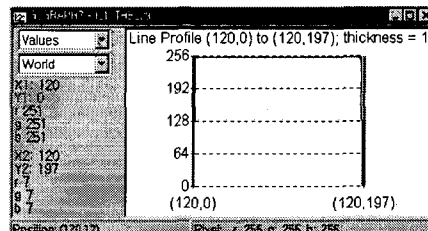
(x좌표 60)



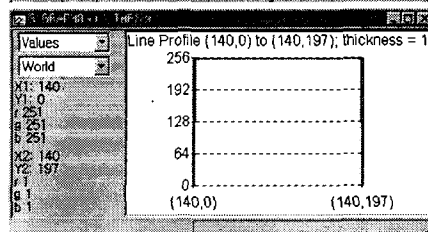
(x좌표 80)



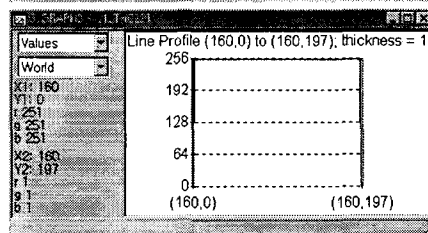
(x좌표 100)



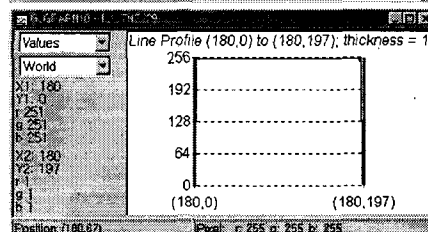
(x좌표 120)



(x좌표 140)



(x좌표 160)



(x좌표 180)

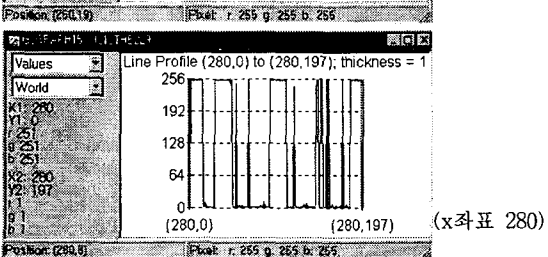
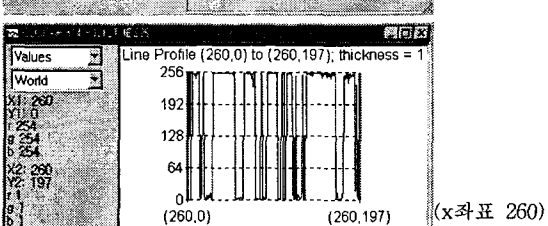
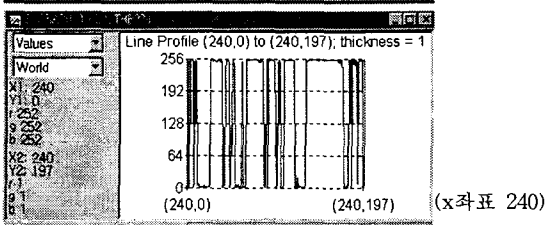
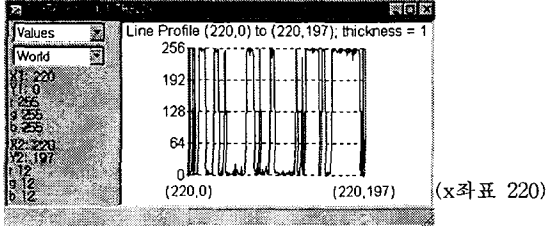
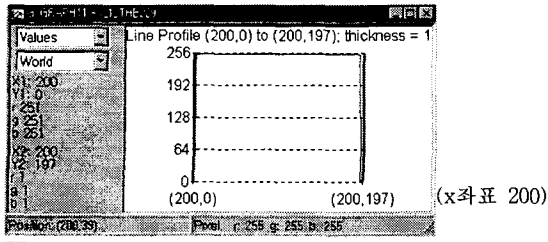


그림 4-(a)의 스캔 결과를 보면 x좌표로 0에서 280까지 20픽셀의 간격으로 이동하였다. 그리고 y축으로 0에서 197까지의 고정적인 스캔을 하였다. 그 결과 x좌표가 80까지는 intensity 파형의 변화가 보인다. 그러나 100에서 200까지는 intensity 파형의 변화가 없고 220부터 280까지 intensity의 변화를 보인다. 여기에서 우리는 x좌표 100에서 200까지가 장애물로 인식할 수 있다. 따라서 픽셀의 스캔 간격이 60이상 intensity 파형의 변화가 없으면 장애물로 인식하도록 하였다. 그러면 1차 장애물을 인식하고 회전한 후에 로봇이 받아들이는 영상(c)에서는 어떻게 될 것인가? 영상(c)에서의 Scan을 그림6에 보였다. 마찬가지로 x좌표가 100인 지점에서 200까지가 장애물로 인식되었다.

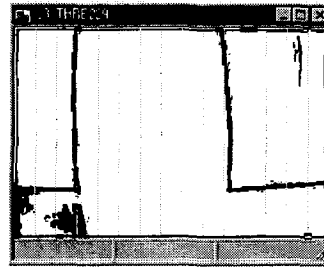


그림6.(c)영상의 Scan

### III. 결 론

전처리와 후처리로 나누어진 영상처리 알고리즘을 적용하여 제한되지 않는 필드 즉, 배경과 장애물의 식별이 까다로운 필드에서 적용하게 될 복합 알고리즘을 제안하였다. 이 알고리즘에서는 Line Histogram을 y축으로 0에서 197까지의 고정된 스캔을 통하여 intensity를 측정하였으며 x축으로 20픽셀씩 이동하면서 일정한 스캔을 함으로써 각각의 위치에서의 히스토그램을 가지고 장애물로 인식시키는 방법을 소개하였다. 이 기법은 여러 가지 복잡한 영상처리 알고리즘보다는 간단하게 적용이 가능하여 하드웨어적인 처리가 가능함을 보인다. 비록, 지면의 제약이 있어서 여러 영상들에 대한 실험결과를 모두 보이지는 못했지만 여러 가지 실험 결과에 비추어서 이동로봇의 장애물 회피를 위한 알고리즘으로써 매우 효과적으로 생각된다.

### 참 고 문 헌

- [1] TMS320F/C240 DSP Controllers CPU and Instruction Set Reference Guide, Texas Instrument, 1999.
- [2] TMS320F/C240 DSP Controllers Peripheral Library and Specific Devices Reference Guide, Texas Instrument, 1999.
- [3] 황광일, "Visual C++ Professional Programming Bible", 영진출판사, 1999
- [4] 심명석, 박성환 "열악한 조명환경의 명암도 영상에서 예지정보를 이용한 문턱치 결정 알고리즘", 대한전자공학회 하계 종합학술대회 논문집 제18권 제1호, pp.980-983, 1995
- [5] A. Perez and C. Gonzalez, "an iterative Thresholding Algorithm for Image segmentation" IEEE Trans on pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. PaMI-9, NO.6, 1987
- [6] M.Haralick and G.Shapiro, "Image Segmentation Techniques", Computer vision, Graphics and image processing 29, pp.100-132, 1985
- [7] C.Gonzalez and R.Woods, "Digital Image Processing", Addition Wesley, pp.161~247,413-482, 1992