

DSP 영상처리와 초음파 센서를 이용한 이동 로봇 구현

김용준*, 문철홍**

광주 대학교 컴퓨터 전자 통신 공학부

전화 : (062)670-2293/ 팩스 : (062)670-2191

Implement for Mobile Robot using the Ultrasonic sensors and the DSP Image Processing

Yong Jun Kim*, Cheol Hong Moon**

School of Computer, Electronics & Communication Kwang Ju University

E-mail : jun4887@hanmail.net

Abstract

Standard of implementing a robot is Man, so in many field, Many studies are processing to archive a robot, very similar to human being. This paper, based on the theory of man, implemented on the model of parallelism sense and visual information, which is needed when it's moving.

Introduced robot uses CCD and designed Image Processing Board for the purpose of archiving vision data. To keep parallel condition, This use ultrasonic sensors for auto-mobile.

I. 서론

첨단과학과 기술의 발전으로 인간을 모델로 하는 한층 진보된 로봇에 대한 연구가 진행되고 있으며, 또한 로봇의 원격제어가 아닌 자율적인 행동을 기반으로 하는 노력들도 증가하는 추세에 있다.

본 논문에서는 영상정보와 초음파 데이터를 이용하여 자율주행 구현을 목적으로, DSP칩을 이용한 영상처리 보드와 평행 유지를 목적으로 한 초음파 센서를 사용하여 자율주행을 구현하였다. 이 두 부분은 각각의 제

약적인 요건이 있다. 영상처리부분은 비교적 확실한 정보를 얻는 대신에 많은 데이터량을 처리하므로 시간이 많이 필요로 하고, 초음파 센서는 일정 구역에서는 거리 정보 데이터가 비교적 안정적이거나, 아주 가까운 거리나 어느 일정한 거리 이상일 경우에는 데이터 값이 부정확하다는 특징이 있다.

본 논문의 내용에서는 두 부분의 단점을 고려하여 각각의 장점을 최대한 이용하여 로봇을 구현한다.

II. 본론

1. 시스템

본 논문에서의 로봇의 외형은 그림2.1에 보이며, 하드웨어 사양은 표2.1과 같다.

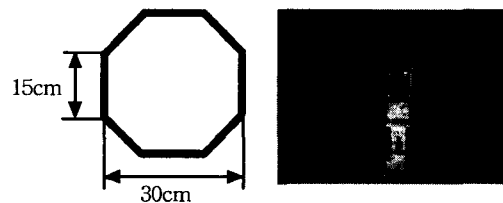


그림2.1 로봇의 크기와 외형

표2.1 로봇의 하드웨어 사양

-주제어 프로세서 : 80C196(20kHz)
-영상처리 프로세서 : TMS320C31(50MHz)
-CCD : EIA 핀 홀 카메라
-Video Input Processor : SAA7111
-Digital Video Encoder : SAA7185
-SRAM : KM68C4002
-초음파 센서 : 폴라로이드 9000(50kHz)
-초음파 모듈 : 폴라로이드 6500
-모터드라이버 : SLA7024
-모터 : SHINANO KENSHI사의 STH- 55D116-01
-모니터 PC : 삼성센스 노트북 630

1.1 초음파 처리부

초음파 처리부는 폴라로이드 초음파 모듈(6500)하나에 초음파센서(9000) 8개를 사용한 개선된 회로로 구현한다(그림2.2).

초음파부는 가까운 거리의 장애물 충돌 방지와 로봇의 평행유지의 목적으로 쓰인다.

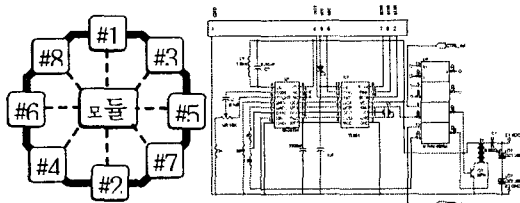


그림2.2 초음파 센서 배치와 회로도

그림 2.3은 초음파 처리부를 이용한 거리 측정 원리를 보인다

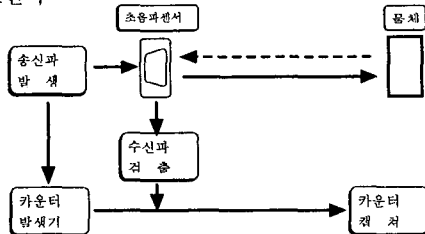


그림 2.3 초음파를 이용한 거리측정원리

1.2 영상 입력 처리부

영상입력 처리부는 크게 세 부분으로 주 제어부, 영상입력부, 영상처리부로 나뉜다. 그림2.4는 영상데이터 입력부를 보인다.

-주제어부 : 주제어부는 80C196를 사용하여 SAA7111 (VIP)과 SAA7185, Motor, 초음파 제어, LCD, DSP칩 (TMS320C31)을 제어한다.

-영상입력부 : CCD로 들어온 영상을 SAA7111(VIP)로 받아 들이고 어드레스 발생부와 동기시켜 SRAM에 저장을 한다.

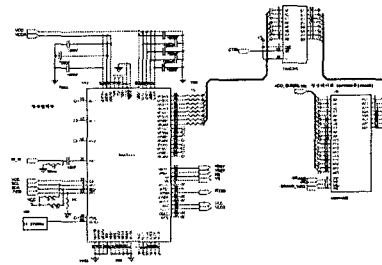


그림2.4 영상데이터 입력부

-영상처리부 : 입력된 영상을 DSP칩을 통하여 2차원 FFT를 처리하고 분석한다.

2. Radix-2 DIF FFT(Fast Fourier Transform) 알고리즘

DFT 계산 방법은 복소 곱셈의 수가 입력 N의 제곱 배로 증가하므로 DFT속도를 느리게 하는 주원인이 된다. 즉, FFT의 성능은 바로 이 곱셈의 수를 어떻게 줄이냐에 달려있다. N점에 대한 DFT는 식(2.1)와 같다

$$X[k] = \left(\sum_{n=0}^{N/2-1} [x_1[n] + e^{jnk} x_2[n]] W_N^{nk} \right) \quad (2.1)$$

N점 DFT의 짝수 항과 홀수 항 샘플을 고려하여 $2k, 2k+1$ 로 표현될 수 있으며, 각각 시퀀스 $f(n)$ 과

$g(n)$ 의 $N/2$ 점 DFT형태로 얻어질 수 있다.

$f(n)$ 와 $g(n)$ 의 형태는 대칭적 구조인 2점 버터플라이 구조를 갖는다.

위의 구조를 8점 DIF FFT에 대해 적용하면 $\log_2 8 = 3$ 단계(그림2.5)를 수행하여 FFT연산하게 된다.

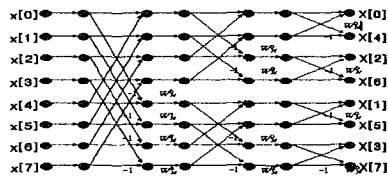


그림 2.5 8점 Radix-2 DIF FFT 흐름도

III. 실험 및 결과

본 논문에서는 자율 주행 로봇은 일자형 복도, +자형 복도, 전방에 장애물이 있을 때의 환경에서 초음파 센서만을 이용한 경우와 영상과 초음파 센서를 이용한 경우를 나누어 실험한다.

로봇의 주행 시 영상 데이터는 그림3.1a에 보이며, 이를 FFT한 대수적 표현은 그림3.1b과 같다. 그림3.1a를 보면 하드웨어적인 잡음으로 인해 잡음성분이 있음을 볼 수가 있다. 이를 제거하기 위해 LPF를 한다. 그림 3.2a의 결과를 3.2b에 보인다.

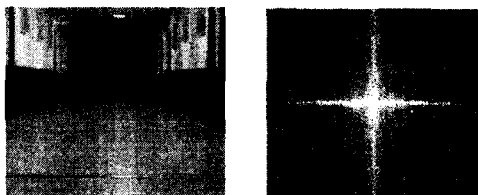


그림3.1 복도의 입력된 영상 데이터와 영상처리결과

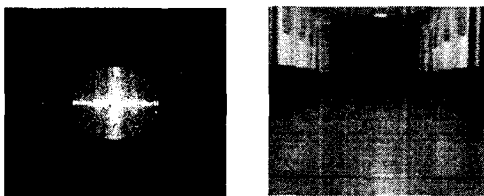


그림3.2 FFT에 LPF를 취한 영상과 결과

또한 이를 분석하기 위해 Gradient를 취하고 threshold를 13으로 취한 결과를 그림 3.3에서 보인다



그림3.3 검출된 Edge 영상

본 논문의 실험에서는 먼저 초음파 센서만을 이용하여 자율 주행을 구현해 보았다. 그 결과 비교적 속도는 빠르지만 5-30%정도의 오동작(표3.1)이 발생하였다. 그리고 실제적으로 영상과 초음파 센서를 이용한 주행구현을 목적으로 하였으나, 현 과정에서 직접 제작한 영상처리를 이용하여 Edge검출까지 구현을 하였다.

표3.1 초음파 이용한 주행시 오차(4차 총40회 주행)

	1차	2차	3차	4차
일자형	1	0	0	1
십자형	2	2	3	2
L자형	2	1	2	1
T자형	1	1	2	2
막힌공간	1	2	2	1

IV. 결론

본 논문에서는 초음파만을 이용한 주행과 영상과 초음파를 이용한 주행을 목표로 실험을 하였다. 그 결과 초음파를 이용한 주행은 비교적 안정된 구현을 하였다. 그러나 영상과 초음파를 이용한 주행에는 완벽한 구현을 하지 못하고, 영상분석을 위한 Edge 검출까지 구현을 하였다.

마지막으로 최종적인 구현에 있어서 문제가 되리라 예상되는 것은 영상 처리하는데 많은 시간이 소요된다는 것이다. 이러한 문제의 해결하기 위한 방법으

로 여러 가지가 있으나, 먼저 DSP칩 사향을 높이는 방법, 그리고 노트북을 직접 로봇에 장착하여 USB를 통해 영상 데이터를 전송하여 노트북 상에서 영상 처리하는 방법 등이 있다. 현재 기존의 연구와 병행하여 USB를 이용한 방법으로 본 논문에서 극복해야 할 점들을 해결하기 위해 연구 중에 있으며, USB의 특성을 조사한 결과, 충분히 만족할 만큼의 효과가 얻을 것으로 기대가 된다.

참고문헌

[1]Texas Instruments Incorporated "TMS320C31 General-Purpose Application User's Guide" Digital Signal Processing Solutions, 1998

[2]Intel Corporation "8XC196Kx, 8XC196Jx, 87C196CA Microcontroller Family User's Manual", Intel, June. 1995

[3]Polaroid Corporation "POLAROID OEM ULTRASONIC COMPONENTS" Polaroid, 1993

[4]전형조 "A Study of World Map Building for Mobile Robot with Tri-Aural Ultrasonic Sensor System" 한국 과학 기술원 석사학위논문, 1993. 12

[5]홍준구 "A Study on the Controlling Method for Remote Rehabilitation Assisting Mobile Robot Using Force Reflection Joystick" 인하대학교 대학원 전자공학과 석사학위논문, 1998. 2

[6] Randy Crane "Simplified approach to Image Processing" Prentice-Hall, 1997

[7]Texas Instruments Incorporated "제4회 TI 코리아 DSP 디자인 컨테스트 우수 논문집" TI 코리아, 2000

[8]전병선 "Microsoft Visual C++ 6.0 MFC Programming" 삼양 출판사, 1999. 1