

화상정보를 이용한 전동휠체어의 주행 시스템 설계

문철홍·홍승홍

= Abstract =

Design of The Locomotion System for The Motorized Wheelchair by Vision

C.H. Moon, S.H. Hong

This paper describes the design and implemeatation of the Motorized wheelchair. The designed vision system can run 7 Km/h When the obstacle is not on the root. There is the obstacle on the root, this system can judge pass detour or stop.

1. 서 론

지체부자유자나 노약자의 보행 보조기구로서 수동휠체어의 연구가 많은 진보를 보이고 있다. 본 연구에서는 뇌성마비자나 시각 장애자 등 자립 이동이 불가능 한 자를 위하여 한정된 범위 내에서 이동이 가능한 휠체어의 개발에 목적을 두고 시각 장치의 H/W와 S/W를 개발하여 실용화 System을 구현하고자 한다.

초음파를 이용한 주행 방식은 온도 및 재질에 따르는 변화로 인하여 정확한 측정이 어렵다. 또한 시각 정보를 이용한 방법은 데이터 처리시간이 길어지는 단점으로 인하여 실시간 처리에 많은 어려움을 수반하고 있다.

여기에서는 수평 및 수직 scan을 사용하여 데이터 처리시간을 단축하며 경로상에 장애물이 있을 경우에는 휠체어를 정지시키고 장애물에 대한 윤곽선 검출을 행하여 중심선과의 거리를 비교하여

정지, 우회, 통과 여부를 결정한다.

2. 화상해석

Camera에 감지되는 거리 D는 그림 1)에서 $D = d_2 - d_1 = h * (\tan \alpha_2 - \tan \alpha_1)$ 1)

식 1에서 h는 camera의 높이, α_2 , α_1 은 Camera의 지향각을 나타낸다.

이동 휠체어의 유도를 위하여 Guidance Tape를 주행선으로 사용하며 "+"형 주행선 Sample은 그림 2)와 같다.

화상에서 수평 주행선의 중심선은 2)식으로 나타내며,

$$d\alpha = \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{NL} \times L \quad 2)$$

camera좌표에서 분기점까지의 거리는 3)식으로 나타낸다.

$$S = d_1 + dd = h * \tan(\alpha_1 + d\alpha) \quad 3)$$

<접수 : 1992년 11월 27일>

인하대학교 전자공학과

Dept. of Electronics, Inha Univ.

3. SYSTEM 구성

전동 휠체어의 구성은 Camera로 부터 data를 입력받는 주행정보 입력부와 입력된 주행 data 에서 주행에 필요한 중심선을 구성하는 주행연산부, 차륜을 구동시키는 구동부로 나누어진다.

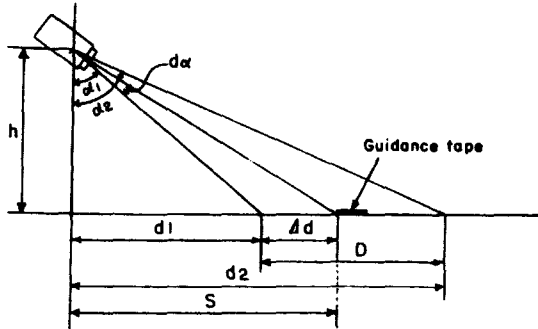


그림 1 Camera의 주시
Fig. 1 Staring gaze of camera

$$\Delta\alpha = \frac{d_2 - d_1}{NL} \quad NL = 256$$

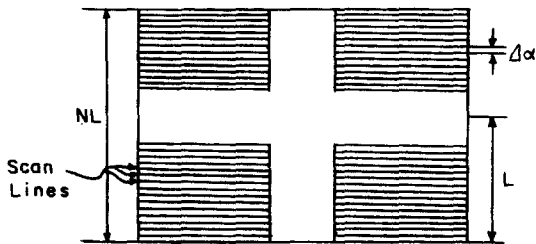


그림 2 "+" 자형 주행선
Fig. 2 "+" Type guide line

3. 1 주행 연산부

표 1 주행 연산부 제원
Table 1 The character of locomotion processing unite

CPU	8088
메 모 리	ROM 32KBYTE RAM 32KBYTE
접 속 방 법	패러렐 접속

주행 연산부의 제원은 표1과 같고 시프템의 program 개발 및실행 처리를 위하여 PC 와 패러렐 접속 하였다.

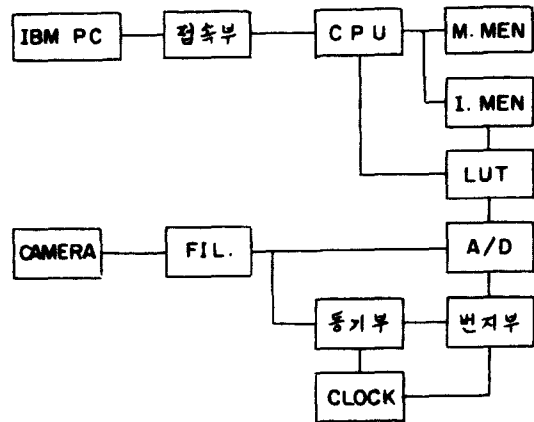


그림 3 System 구성도
Fig. 3 The system block diagram

표 2 주행 정보 입력부 제원
Table 2 The character of locomotion information input unite

화 소 수	256 × 256 (64KBYTE)
계 조 도	256
화상 취득 시간	1/60sec
화상 메모리 용량	256 × 256 × 8 × 2 (128Kbyte)
LUT 용량	256 × 8

3. 2 주행정보 입력부

Camera 에서 입력되는 analog 회로인 복합영상 신호에서 동기 신호를 분리하여 A/D 변환시키는 입력 처리부와 A/D 변환을 통하여 입력된 신호를 주행 알고리즘의 신속한 처리를 위하여 threshold level에 의하여 H/W적으로 신호를 2진화 시키는 LOOK-UP-TABLE(LUT)에서는 ECL 소자를 사용하여 처리시간이 10ns 미만이 될 수 있도록 설계 하였다.

화상메모리 회로는 LUT에서 입력되는 256 * 256 * 8의 화상을 기록하기 위하여 64Kbyte가 필요하며 화상 data를 입력시키면서 동시에 주행연산을 수행 할수 있도록 메모리를 이원화 시켰다.

메모리 #1은 0H번지, #2는 1000H번지로 할당 하였다. 구동부는 기존의 INMEL-5를 사용하였다.

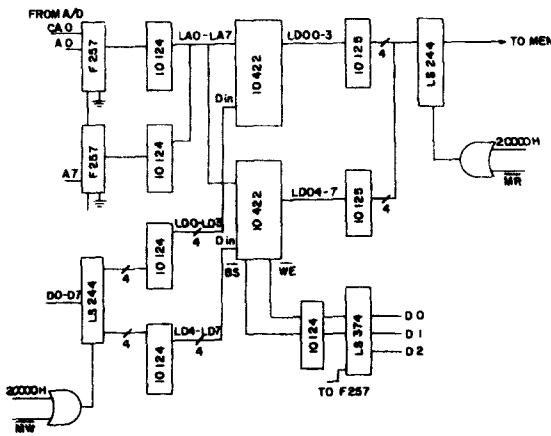


그림 4 LUT 회로도
Fig. 4 The circuit of LUT

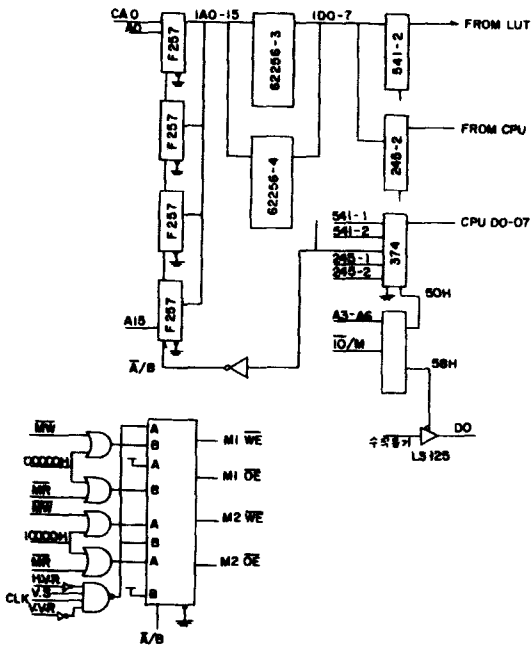


그림 5 화상 Memory 회로도
Fig. 5 The circuit of image memory

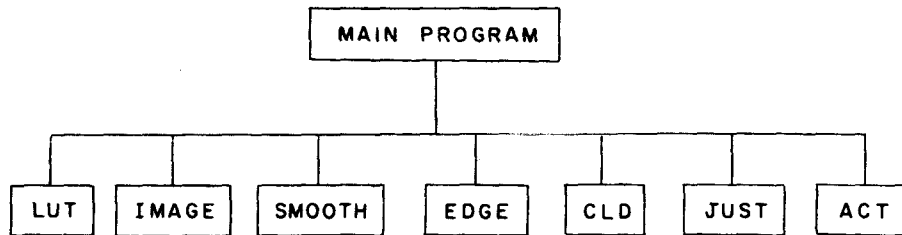


그림 6 시스템 초기화 Program 구성
Fig. 6 The block diagram of system initialization program

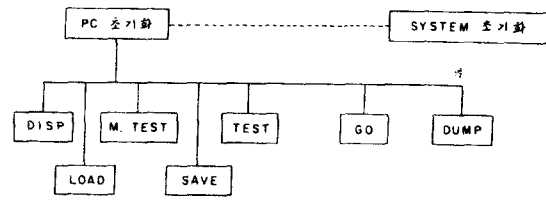


그림 7 시스템 Program
Fig. 7 The block diagram of main program

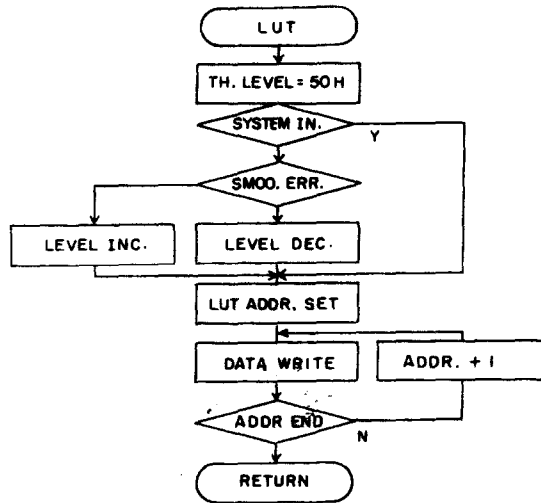


그림 8 LUT 흐름도
Fig. 8 Flow chart of LUT

4. S/W 구성

S/W의 구성은 시스템 초기화 program과 system 프로그램으로 구성되며 시스템 초기화 program은 PC memory 내용을 화면에 표시하는 "DISP", 디스켓 내용을 PC memory로 전송하는 "LOAD", PC memory 내용을 디스켓에 저장하는 "SAVE", system 메모리 내용을 PC memory로 전송하는 "DUMP" 등으로 구성되어 있다.

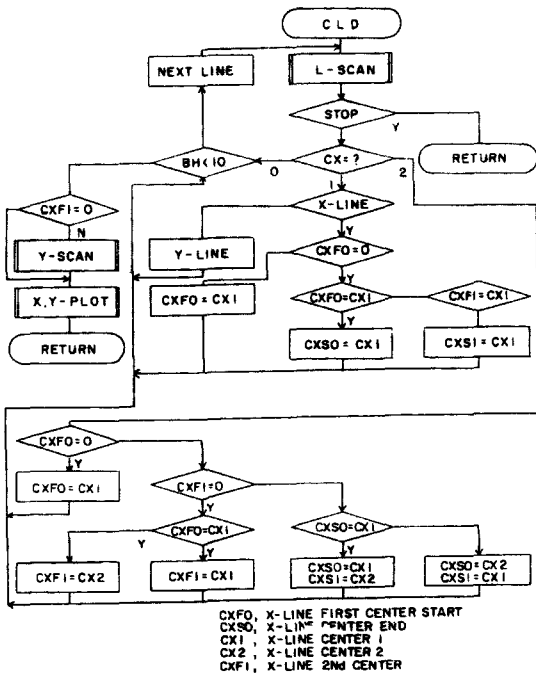


그림 9 CLD 흐름도
Fig. 9 Flow chart of CLD

을 감소시킨다. LUT level의 입력은 A/D변환 시작하기 바로 직전에 실행한다.

4. 2 EDGE

수평-수직 scan과정에서 장애물이 검출되면 장애물에 대한 좌표가 결정되며 설정된 좌표 공간에서만 윤곽선을 검출한다. 윤곽선의 검출은 주위의 4 화소 중에서 하나 이상이 다른 level이면 51H로 기록한다.

4. 3 중심선 검지

전동 휠체어가 주행할 방향을 검출해내고 smoothing 과정에서 LUT level의 증감을 결정 한다.

- 주행선과 장애물을 분리하는 기준은
- 1) 주행선은 연속된다.
 - 2) 주행선은 오직 한 선이다.(교차로에서는 MAP에 의해 판단)
 - 3) 주행선을 화상의 perspective에 관계없이 폭이 일정하다.
 - 4) 주행선은 장애물 보다 화면 중심에 가깝다.

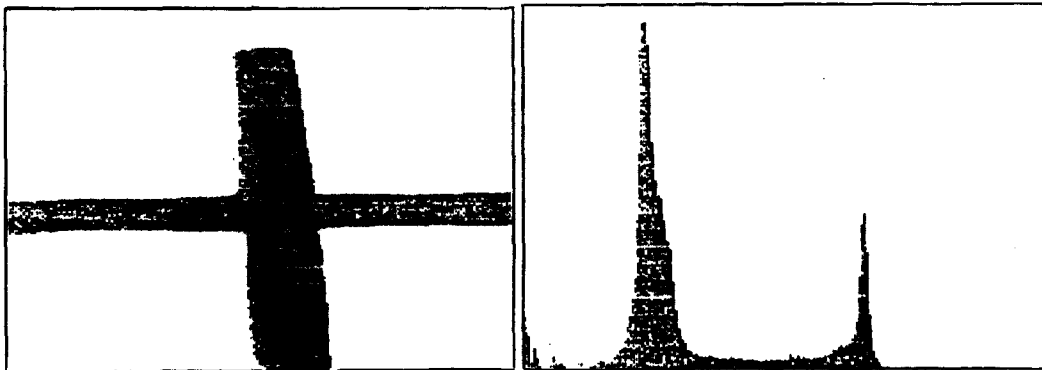
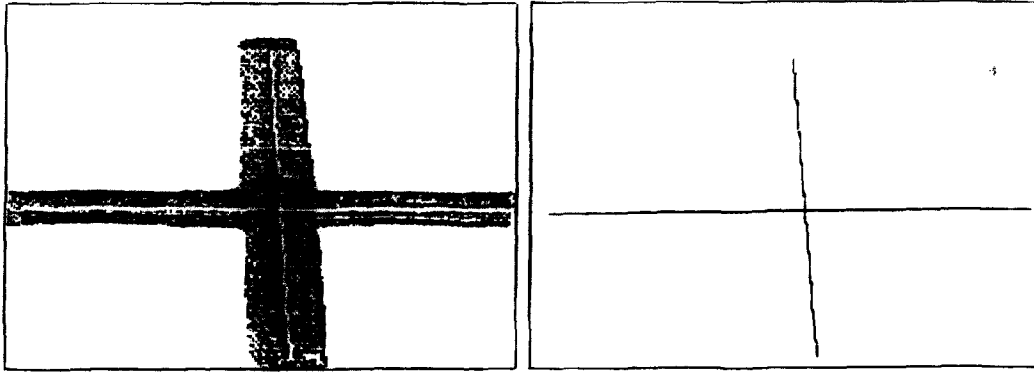


그림 10 “+”자형 입력 화상 및 문턱값
Fig. 10 “+”Type guide line and histogram

4. 1 LUT

LUT의 S/W적인 처리를 지원하는 program으로 시스템 초기에는 7가지 주행선에 대하여 평균 Threshold level를 실험에 의해 얻어진 50H로 시작하며 SMOOTHING과정에서 error가 발생하면 level을 점차 증가시키며 error가 발생하지 않으며 level

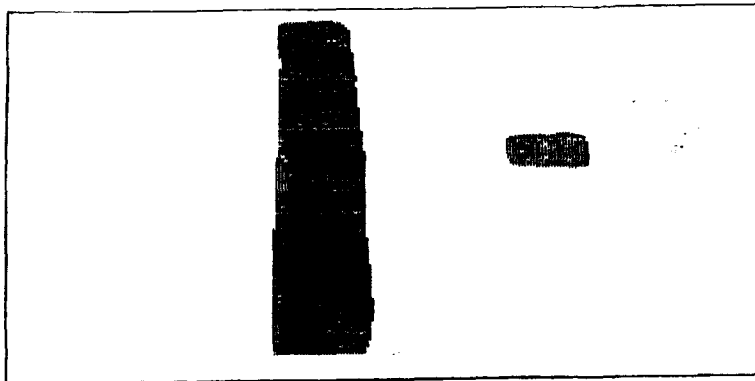
화상메모리의 수평을 scan 했을 때 먼저 검지되는 라인의 중심을 기록하고 계속라인을 스캔하는 과정에서 처음 기록된 라인과 다른 라인이라 판단되면 라인 2로서 기록한다. 메모리의 한 라인을 스캔했을 때 3개의 중심이 검지 되면 주행선 양편에 장애물이 있는 것으로 간주하고 휠체어를 완전히 정지시킨다. 2개의 중심이 검지되면 휠체어를



Enter Command [D,G,S,L,I,U,M,Q,C,T,E,B,A,H] Enter Command [D,G,S,L,I,U,M,Q,C,T,E,B,A,H]

그림 11 주행선과 중심선 비교

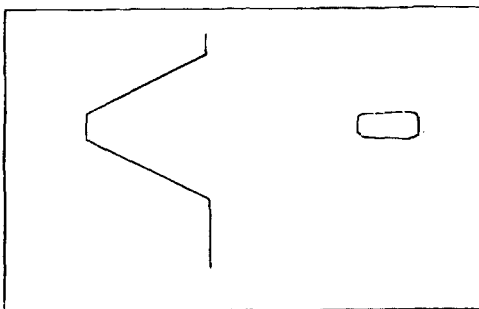
Fig. 11 Compare of guide line and center line



Enter Command [D,G,S,L,I,U,M,Q,C,T,E,B,A,H]

그림 12 장애물이 있는 중심선

Fig. 12 Guide line which has the obstacle on the route



Enter Command [D,G,S,L,I,U,M,Q,C,T,E,B,A,H,J,K]

그림 13 수정된 중심선

Fig. 13 Center line adjust

일단 정지시키고 수직 스캔을 행하며 이 과정에서 위의 네가지를 기준으로하여 장애물에 대한 좌표를 결정한다. 검지된 주행선의 중심을 중심선으로서 주행 메모리에 전송한다.

4. 4 중심선 수정

장애물이 있는 중심선을 휠체어가 장애물을 피해서 주행할수 있도록 중심선을 수정한다.

5. 주행실험 및 고찰

본 시스템을 평가하기 위하여 장애물이 없는 7

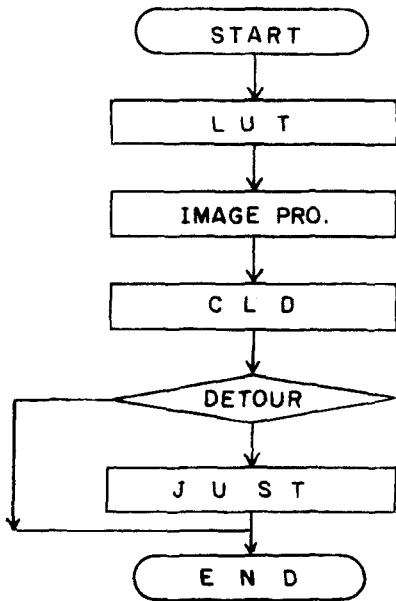


그림 14 중심선 추출 순서
Fig. 14 The order of CLD

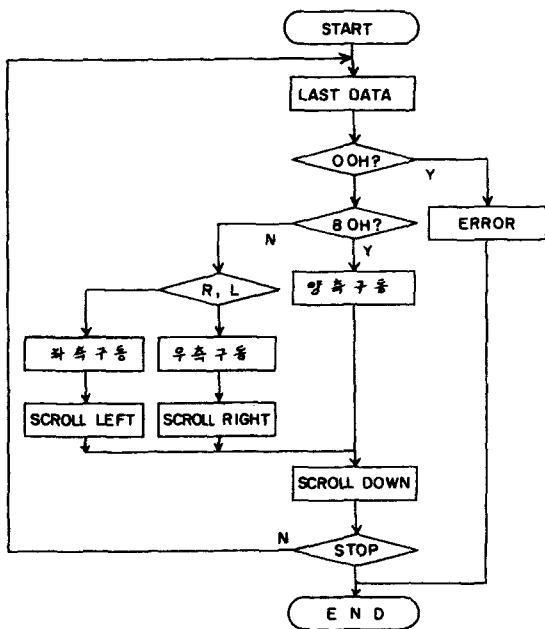


그림 15 주행 흐름도
Fig. 15 Flow chart of locomotion

가지 주행선을 선정하여 simulation하였다. 이중 분기점이 있는 주행선에 대한 화상 입력 및 추출된 중심선에 대하여 그림 10)에 나타냈다.

전동 휠체어의 vision system은 한 프레임에 750mm*750mm의 실 영상을 나타내며 식 2)에서의 $\Delta\alpha$ 는 3mm에 해당하며 중심선 추출 순서와 주행 program은 그림 14)과 그림 15)와 같다.

직선 주행구간에 장애물이 있을 때는 중심선을 검지하고, 장애물에 대해서 윤곽선 추출을 행하며 중심선과 장애물과의 최소 거리를 계산하여서 휠체어의 차륜 폭 만큼 중심선을 수정하며, 이때의 주행은 camera의 입력을 일시 정지 시킨후, 중심선에 의해 주행하게 된다.

6. 결 론

주행선을 주행 경로로하는 전동 휠체어가 장애물을 검지하고 우회할수 있도록 Vision System의 H/W와 S/W를 설계하였다. 장애물이 없을 때는 초당 4프레임을 처리할 수 있었고 양호한 중심선을 추출하였으나 장애물이 있을 때는 처리 시간이 약 3Sec/frame 정도 소요되었다. 또한 LUT 처리 error를 피하기 위해서 백색의 주행선을 사용하였기 때문에 주행선의 오염에 민감하게 반응하였다.

위와 같은 점을 극복하기 위해서는 삼차원적인 data 획득 방법과 주행선을 사용하지 않는 방법이 고려되어야 하겠다.

참 고 문 헌

- 1) 정동명의 3인, "신체장애자용 전동휠체어에 관한 연구", 전자공학회 하계종합학술대회 논문집
- 2) 조종만, "염색체 자동 분류 시스템의 구현", 인하대학교 석사 학위 청구논문, 1989.
- 3) Shigeeki Ishkwa, "Visual Navigation of an Autonomous Vehicle using White line Rec." IEEE PAMI., Vol.10, No.5, pp743-749, Sep. 1988.
- 4) K.C. Drake, "Sensing Err for a Mobile Robot using Line Navigation", IEEE PAMI., Vol.7, No.4, pp485-490, July 1985.
- 5) Susumu Tachi, Kazuo Tanie, Kiyoshi Komoriya and Minoru Abe, "Electroncutaneous Communication in a Guide Dog Robot(MELDOG)", IEEE Trans. on Biomedical Engineering, Vol. BME-32, No.7, pp461-469, July 1985.