

응답형 음성제어 전동 휠체어(INMEL-1)의 설계

정 동 명 · 홍 승 홍

= Abstract =

Design of the Motorized Wheel Chair(INMEL-1) Controlled by Response Type Voices

Dong-Myung Chung, Seng-Hong Hong

This paper introduces a new design of motorized wheel chair for the disabled, which is intended to improve the quality of the disabled's indoor life. This vehicle was based on high manoeuvrability of the omnidirectional drive and safety. Usually, the vehicle controlled by a joystick but also the voice control system to be prepared for the severely disabled.

This voice control system responds to the result of voice recognition, state of system or warning of dangers with voices, which has real time response and 95.3% recognition ratio and satisfactory synthesis voice quality. Therefore this system is able to provide independency in driving and the disabled's daily life.

1. 서 론

재활공학은 최근에 의용생체공학의 한 분야로써 장애자를 위한 장비나 장치의 지원 형식으로 공헌하고 있다. 이것은 공학과 기술의 응용으로 생명을 구하거나 연장시키기 보다는 신체적인 불구로부터 본래의 형상과 기능을 회복시키는 데 목적을 두고 있다¹⁾.

세계 제 2차 대전 이후 보철술과 센서의 발달로 시작된 이 분야는 장애의 형태에 따라 여러 분야로 연구되고 있으나 본 논문에서는 보행이 어려운 지체부자유자를 위한 새로운 이동 보조장치와 그 제어 방법을 제안하고 있다.

지체부자유자가 좁은 실내 공간에서 정상인의 보

행과 같이 전후, 좌우, 제자리 회전 등의 높은 기동성과 앉고 서 있는 경우 달라지는 손과 시선의 높이, 책상과의 최소 접근 거리, 작업대 높이 등에 적응할 수 있는 구조와 기능을 갖도록 설계한 것이 전동휠체어 INMEL-1이다. 또한 이 휠체어의 제어는 2~3cm 정도의 손가락 움직임으로 가능하도록 Joystick제어를 원칙으로 하였다. 그러나 이러한 스위치, 노브, 레버, 패달, 키보드 등은 모두 인간의 명령을 기계장치에 인식시키기 위한 방법들로써 물리적인 힘을 가해서 조작해야만 한다²⁾. 특히 이러한 경우 손과 발까지도 부자유한 장애자들은 제한을 받게 된다. 이러한 점을 보완하기 위하여 현재까지는 혀나 뺨으로 마이크로 스위치를 조작하거나 머리에 광원을 달고 순차적으로 스캔되는 광전릴레이를 동작시키거나 입으로 불어서 압력 스위치를 조작하는 방법들이 개발되어 왔다³⁾. 그러나 이러한 방식들은 응답속도와 분해능의 제한을 받게되며 어떤 것은 장치가 복잡하고 훈련과정이 필요해서 대

<접수 : 1987년 12월 15일>

仁荷大學校 電子工學科

Dept. of Electronic Eng., Inha University

부분 장애인들에게 안락한 방법은 되지 못하고 있다. 여기에 가장 이상적인 맨-머신 인터페이스 방법은 대화형식의 명령에 의해 제어되는 것일 것이다⁴⁾. 이러한 목적을 위하여 음성인식과 합성기술이 상당한 수준에 이르고 있으나 아직은 시스템의 크기, 기술, 가격, 응답시간 등이 소규모 제어에 쉽게 사용하기에는 어려움이 있다고 볼 수 있다⁵⁾ 또한 음성 명령을 인식하고 실행할 뿐만 아니라 인식의 결과나 장비의 상태, 장애물의 근접을 음성으로 경고해 줌으로써 장비 유지에 안전성을 높이고 사용자의 불편을 최소한으로 하기 위하여 응답형 음성제어 방식을 제안하였다.

2. 시스템의 구성

2-1. 전동휠체어 INMEL-1

전동휠체어 개발에 관한 연구 자료를 보면 원점 회전⁶⁾이나 전방향운전⁷⁾, 한개의 구동바퀴에 의한 방식⁸⁾ 등이 있다. 그러나 이와 같은 방식들은 각각의 특징은 있으나 정상인의 보행과 같은 정도의 만족은 얻을 수가 없으므로 서론에서 고려한 사항에 최대한 접근시켜 설계된 INMEL-1의 전체 구성도를 그림 2-1에 도시하였다.

차륜의 배치는 좌우 두개의 구동륜과 전후 두개의 캐스터로 4개의 바퀴에 의해서 지지되어져 있다. 이것은 시스템의 안정성을 높이고 특별한 조향장치 없이 각각 독립된 두바퀴의 속도제어만으로 방향제어를 할 수 있는 PWS(Powered Wheel Steering) 방식을 채용함으로써 구조를 간단하게 하고 전방향운전을 할 수 있기 때문이다⁹⁾.

래식 휠체어의 바퀴는 직경 60cm로 크기가 크

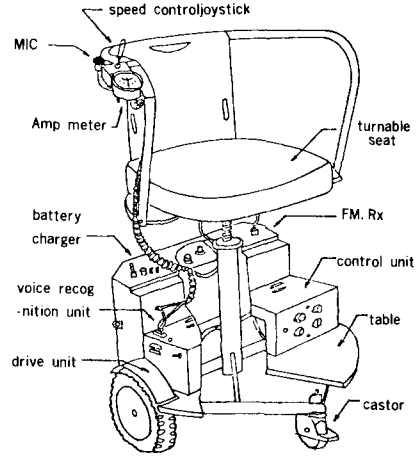


그림 2-1. INMEL-1의 구성도

면서도 앉은 자세는 낮아서 일반 책상이나 작업대에 접근이 어렵고 장애인으로서 이미지를 강조시킨다. 또한 대화시 시선을 올려다 보는 관계로 심리적인 열등감이 작용하고 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 의자의 지지축을 마찰저항이 적은 사각나사로 만들어서 바퀴를 구동하지 않고 의자를 좌우 180° 회전시킬 수 있고 높이를 알맞게 조정할 수가 있다.

충격 흡수에는 Tube형 Tire가 이상적이지만 구름저항에 있어서는 공기압이 낮은 경우 Uva에서 얻은 실험 자료에 의하면 정상인 경우의 4배로 측정되었고, 실내의 표면은 비교적 평탄하므로 직경 19cm의 Tubeless hard tire를 사용하였다. 모터는 12V 3.5A 정격으로 평균 보행속도 1m/s(3.6km/h)를 유지하기에 충분하였으며 축전지는 1회 충전으로 8시간을 사용할 수 있도록 12V 45AH 납축전지

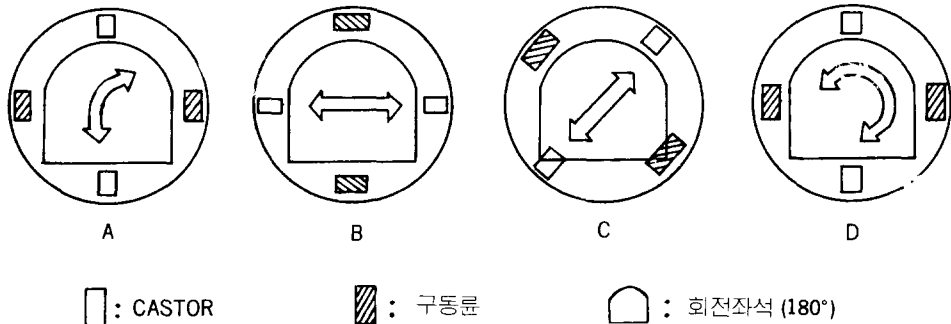


그림 2-2. INMEL-1의 전방향 이동 모드

를 사용하였으며 여기에 한시회로가 부가된 충전기를 설치해서 상용 교류전원에 의해 충전시키며 최적상태가 되면 자동 정지된다. 축전지의 최적 충전은 수명을 연장시키고 충분한 동력을 얻기 위한 필요조건이다. 소형 경량이면서도 정확한 기능을 갖추기 위하여 전압감지 등의 복합 기능을 내장한 CMOS IC Timer EC9120을 사용하였다.

속도제어는 Joystick제어에서 NE555 타이머를, CPU제어에서는 280 CTC타이머를 이용하여 약 800Hz의 펄스를 발생시키고 그 펄스의 폭을 변화시켜서 모터의 속도를 제어하는 PWM방식을 사용하고 있다. 이 방식은 저속영역에서 모터의 정격을 벗어난 전압에 부하가 걸리면 현저한 토오크 감소와 이의 보상회로가 복잡한 아나로그방식보다 우수한 방법이며 CPU제어도 용이하다.

따라서 PWM방식은 저속영역에서 미스회전이 없고 이산적이지만 항상 정격전압이 공급되므로 효율이 높고 열발생이 없는 속도제어가 가능하다. 모터 구동회로는 정, 역전을 가능하게 하기 위하여 포화영역에서 내부저항이 극히 적은 TR MJ15015×4를 그림 2-3과 같이 사용하였다. 전진시에는 TR Q₁, Q₄가 후진에는 TR Q₂, Q₃가 On되어서 모터의 회전 방향을 변화시킨다. 이때 Joystick의 고장 등으로 정, 역전 신호가 동시에 입력되면 TR Q₁~Q₄이 단락되어서 대전류에 의한 파괴의 원인이 되므로 동시 입력 방지 논리회로를 구성해야 한다. 또한 모터 구동회로는 DC 12V이고 펄스 발생 회로는 집속될 때 역전류가 흘러서 파괴의 원인이 될 수 있으므로 구동전원과 신호처리 전원을 4N 33 photo coupler로 분리하여 과전류와 오동작으로부터 시스

템을 보호하고 있다.

2-2. 음성 인식 보드

인간과 인간의 대화에서는 미처 알아듣지 못한 말이 있어라도 전, 후의 상황과 전체적인 내용, 그리고 이미 인식한 어휘의 실마리로 내용을 유추하여 인식하고 있다. 그러므로 청각에 의존하기만 한다면 사람의 인식율도 실제로 98%를 넘지 못하는 것 같다.

그런데 인간 기계간의 대화는 현재까지 인공지능이 그 수준에 이르지 못하고 있으므로 인식율을 높이기 위하여 다음과 같은 제약 조건을 가진 시스템을 구성하였다. 1) 특정화자용으로 말하는 사람을 한정한다. 2) 이산단어 발생으로 한마디씩 구분지어 말한다. 3) 하나의 언어 길이는 0.16~ 0.96sec로 제한한다. 4) 인식을 시작하기 전에 시스템에 최대 40 단어를 등록한다. 5) 합성 응답은 최대 128sec 이내에서 16언어를 구분 재생한다. 6) 입력은 석정 문턱치를 넘으면 자동 입력되며, 7) 응답시간은 40단어 등록시에 최대 0.72sec(0.48s + 무음감지시간 0.24s) 정도의 실시간 처리이다. 특히 INMEL-1은 CPU제어와 소형 키보드에 의한 Direct제어가 가능하다.

기본적인 인식방법은 필터뱅크에 의해 음성을 분석하고 패턴매칭 수법으로 인식하고 있다. 이 방식은 간단하게 음성정보의 추출이 가능하고 전력 스펙트럼 정보가 실시간에 얻어지며 마이크로프로세서 처리가 용이하기 때문이다. 패턴 매칭의 수법은 사전에 등록된 표준 패턴과 입력패턴을 비교하여 가장 유사한 패턴을 인식 결과로 하기 때문에 1)

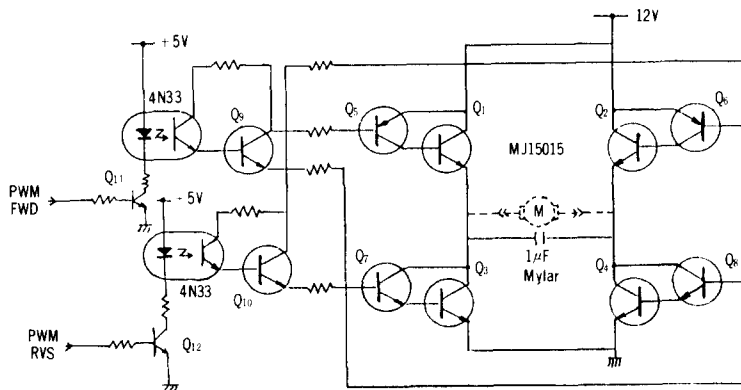


그림 2-3. PWM 증폭회로

음성신호의 특징 추출방법, 2) 표준패턴의 표현 형태, 3) 입력과 표준패턴의 매칭 방법 등이 인식 성능을 좌우한다. 본 논문에서는 하드웨어를 간소화하여 시스템의 전체 크기를 줄이고 정밀도를 높이기 위하여 T6658A LSI를 사용하였다. T6658A의 블록도를 그림 2-4에 표시하였다¹⁰⁾.

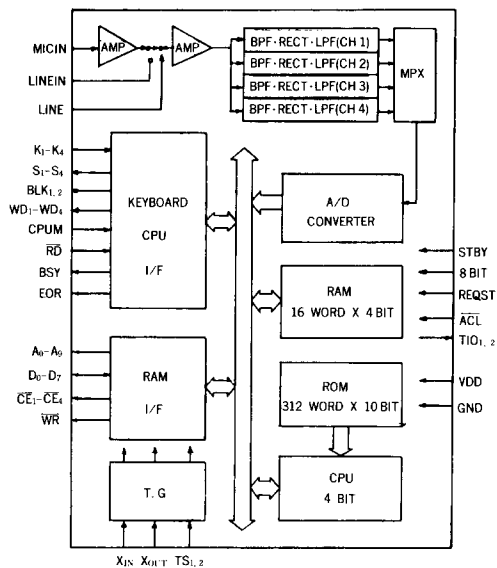


그림 2-4. T6658A의 블록도

전치증폭기를 거쳐 입력된 음성신호는 4채널 대역필터뱅크에 의해서 분석된다. 일정한 시간차과 대역필터를 통과한 신호는 아날로그 멀티플렉서에 의해서 순차 샘플링되고 8비트 데이터 코드로 A/D 변환된 다음 외부 메모리에 음성 표준패턴 데이터로 저장된다. 입력 레벨이 문턱치 이상이 된 때부터 데이터 입력이 시작되며 다시 문턱치 이하로 된 후 0.24sec 동안 문턱치 이상의 입력이 없을 경우 단어의 끝으로 인식한다. 또한 노출된 환경에서 잡음에 의한 오동작을 줄이고 인식 단어음장을 제한하기 위하여 길이가 0.16sec이하의 짧은 것과 0.96sec이상의 유성 입력에 대하여 메모리에 입력되던 데이터가 도중에서 중단될 경우는 취소시키고 조건에 맞는 것만을 등록시키며 등록될 때 마다 7세그먼트에 의하여 등록번호를 표시하므로 등록 상태를 확인할 수 있다. 이렇게 하여 등록된 표준패턴은 인식

모우드에서 입력패턴과의 차의 절대치를 총합함으로써 얻어진다. 이것을 체비세프 거리라고 하며 다음과 같은 식으로 정의된다.

$$D = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m |f_{ij} - f_{ij}^{(R)}|$$

여기서 f_{ij} =입력패턴 데이터, $f_{ij}^{(R)}$ =표준패턴 데이터, i =필터번호, j =데이터 번호, n =필터 갯수, m =데이터수이다.

이 식에 의해서 단어간의 거리가 최소인 것이 선택되면 인식조건에 만족 여부를 판별한 후 거리가 최소인 것이 선택되면 인식조건에 만족 여부를 판별한 후 거리가 충분히 짧을 경우에는 인식결과에 대응하는 BCD코드를 입력력 보드에 출력하게 된다. 이의 흐름도를 그림 2-5에 도시하였다.

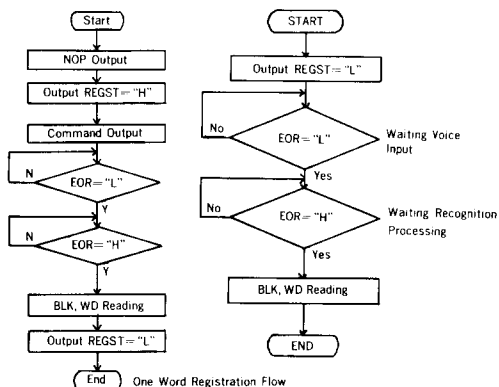


그림 2-5. 음성등록 및 인식 모우드 흐름도

2-3. 음성 합성 보드

음성합성부는 T6668 LSI를 중심으로 구성되었으며 그 블록도를 그림 2-6에 도시하였다¹⁰⁾. 데이터는, 원파형을 손상시키지 않고 대량으로 압축하기 위하여 프리-엠퍼시스 증폭기를 거쳐 입력된 음성신호를 양방향의 ADM분석/합성회로에서 처리하여 외부 메모리 (256K D-RAM×4)에 출력하고 저장함으로써 녹음모우드가 이루어진다. 이 때 각 저장된 응답음성의 저장 위치를 얻기 위하여 D-RAM IM비트 메모리 중의 00000H~00400H번지는 인덱스영역으로 지정하여서 합성시에는 전체 128sec 용량을 최대 16언어로 선택하여 출력하게 된다.

재생모우드에서는 메모리에 저장된 음성 정보가 시스템 제어신호에 의하여 읽혀지고 ADM합성회로

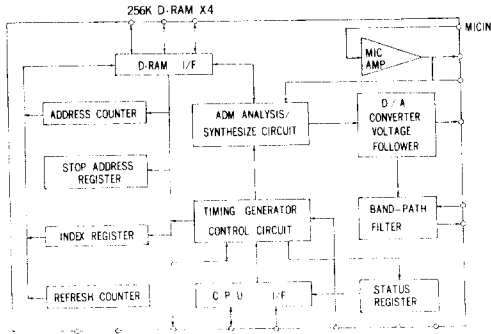


그림 2-6. T6668의 블록도

를 거친 다음 D/A되어 원파형을 회복한다. 이 때 발생된 고주파 성분을 제거하기 위하여 대역필터를 사용하게 된다. 이 ADM 방식은 파형부호화 방식의 하나로서 그림 27에 도시한 것과 같이 아날로그 신호인 음성파형을 디지털 신호로 변환시키기 위하여 1과 -1의 두 스텝으로만 표현함으로써, 원파형을 손상시키지는 않지만 데이터 양이 대단히 압축되는 제로 크로싱 방식과 데이터의 양은 증가하지만 원파형의 손상이 거의 없는 PCM방식을 병합한 ΔM 방식의 개량형이다. 원파형을 해치지 않으면서 데이터를 대량으로 압축하기 위하여 PCM방식에서 각 단계의 양자화 값을 그대로 출력하지 않고 전단계의 양자화 값과 비교하여 그 차분만을 표현하는 방식이 차분 PCM(DPCM)방식이며 반드시 고정된 양자화 값 즉 한 스텝씩만 변화하도록 하여 데이터를 압축하는 방식이 ΔM 방식이다.

그러나 이 결과 그림 28에 도시한 것과 같이 급격한 파형 변화에는 추종하지 못하는 과다경사(Slope overload)와 미소한 파형에서 입상잡음(Granular noise)을 고정시키지 않고 낮은 레벨에서는 간격을 크게 높은 레벨에서는 작게 해서 파형에 적응시킨 것이 적응 DPCM(ADPCM)방식이며, ΔM 에서 각 스텝의 양자화 값을 고정시키지 않고 작은 레벨에서는 작게 큰 레벨에서는 큰 스텝으로 하여 파형에 적응시킨 것이 적응 ΔM 방식 (ADM)이다. 이 방식은 하드웨어가 간단하고 주변 부품수가 적어서 CMOS형의 LSI화에 적합한 방식으로 알려져 있다¹¹⁾.

2-4. 음성 응답 시스템

인멜 1호에서 시도한 음성응답 시스템은 그림 2-

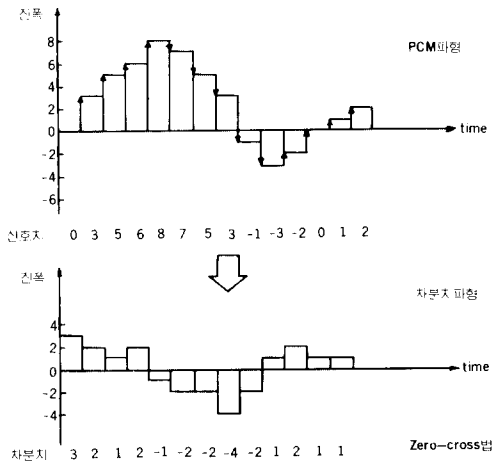
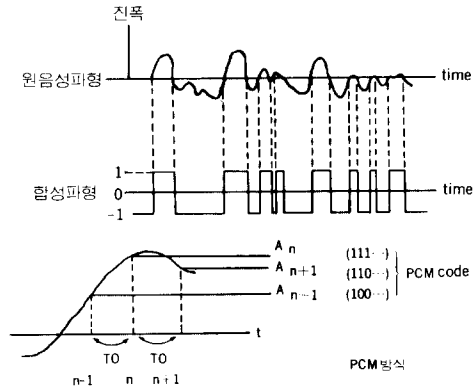


그림 2-7. 영교차, PCM, DPCM, DM방식의 비교.

9에 도시한 블록도와 같이 전송한 음성인식 보드와 음성합성 보드의 입출력을 Z20A 마이크로프로세서로 제어하여 전동휠체어를 음성에 의하여 구동시킬 뿐만 아니라 음성인식의 판정 결과에 따라 메모리

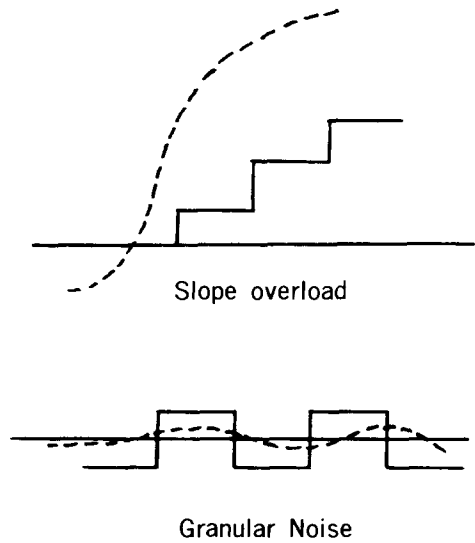


그림 2-8. 과다 경사와 입상 잡음

에 미리 저장된 사람의 음성으로 응답하게 함으로써 조작을 쉽고 확실하게 한 시스템이다.

음성 명령이 입력되면 그 인식 결과에 대응하는 BCD 코드(2+4bit)를 입출력보드에 출력하게 되는데 이에 따른 응답 과정을 흐름도에서 살펴 보면 먼저 인식율을 높이기 위하여 인식조건을 만족시키지 못하는 0.16sec 이하의 입력에 대하여 인식 보드에서 "OE"를 입출력 보드에 출력한다. 이 보드에서는 인식결과를 CPU에 전송하여 응답 언어를 판별 선택하게 하거나 43개 포트에 디코딩하여 직접 명

령을 실행시키고 7세그먼트에 "E"를 표시한다. 다시 CPU는 합성 보드의 응답언어 어드레스를 지정하고 합성 보드 스타트 출력 신호를 보내 "길게 받으세요"를 합성 보드가 출력하게 하는 것이다. 마찬가지로 0.96sec 이상의 입력에 대해서는 "OF" (무표시 "E"는 stand-by), 등록된 단어가 없는 경우 "OD"(E)를 감지하여 그에 따른 응답을 하게 된다. 이 밖에도 충전의 시기, 장애물의 근접, 갈림길에서 명령이 없는 경우 등에 따라 설정된 음성

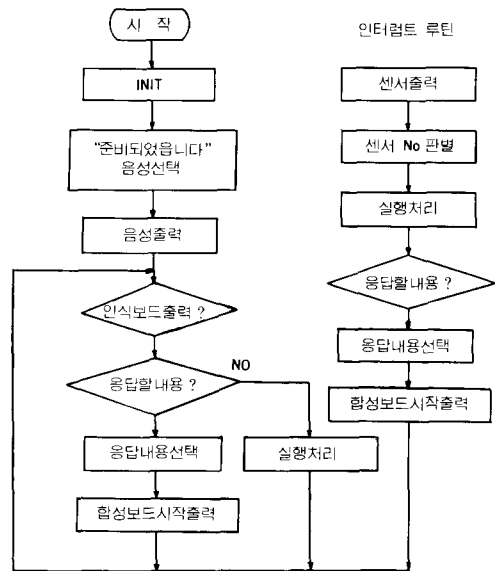


그림 2-10. 음성응답 시스템의 흐름도

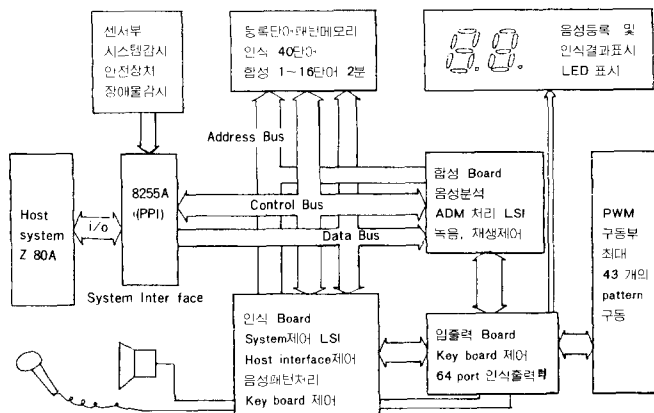


그림 2-9. 음성응답 시스템의 구성도

답을 최대 16개 까지 128sec 내에서 출력하게 된다.

3. 실험 및 결과 고찰

3-1. Joystick 주행

INMEL-1을 사무실과 복도에서 주행 실험을 해 본 결과 원점회전과 직각진행, 후진 등 전방향의 높은 기동성이 있었고 60~70cm의 폭이면 사무실 책상 사이의 좁은 통로를 쉽게 이동할 수 있었다. 책상 밑으로 다리를 넣을 수 있어서 접근거리가 일반회전의자와 같았으며 바퀴를 구동하지 않는 상태에서 의자의 자유도가 높아서 대화시 시선의 높이와 작업대와의 높이 등 대상물과의 높이를 일치시킬 수 있으므로 일반인과 대등한 자세를 유지할 수 있었고 작업장과 가정주부와 같은 경우 양손으로 물건을 운반하거나 손이 불에 젖었을 때 Joystick 조작에 따른 손의 자유를 요구해 왔는데 이러한 문제를 이중장애자를 위한 음성제어 시스템의 병용으로 해결할 수 있었다. 또한 부피가 작고 외관상 간결한 느낌을 주는 것으로 평가되었다.

3-2. 음성응답 제어

설계된 시스템의 인식과 응답제어 실험은 노출된 연구실의 약간 잡음이 있는 상태에서 범용 마이크를 10~30cm 간격을 두고 실험하였다. 먼저 휠체어 사용자의 범용성을 높이기 위하여 일상언어 10

개를 등록시켜서 제어하였으나 오동작과 불인식이 많아서 표 3.1의 결과와 같이 평균 인식율이 80% 이하였다. 이것을 반복 실험해 본 결과 주의를 기울여서 발음할 경우에는 95%에 가까웠으나 자연스럽게 발성할 경우 약간의 높고 낮은 음높이의 차이와 마이크로폰과의 거리 차이, 약간의 발성 속도 차이가 그 주요 원인이었다. 그러므로 일상언어를 사용할 경우에는 식별이 잘되고 혼동이 없는 어휘만을 찾아 등록시켜 실험한 경우 별다른 문제점은 없었다. 또한 정지 상태에서 제자리 회전과 주행중 회전의 차이점, 회전각도를 『그만』이라는 명령어로 조정해야 하는점 등으로 명령의 횟수가 증가했다. 이러한 불편을 덜기 위하여 표 3.2와 같이 회전각도를 시계의 숫자판으로 가정하여(예 : 3시는 90 우회전) 하나의 명령으로 방향을 결정할 수 있도록 숫자음을 인식 실험하였다. 그 결과 상당히 양호한 결과를 얻었으며 반복 실험할수록 인식율은 증가하였다. 특히 등록시에 자연스러운 발성과 강세, 발성속도 등과 마이크로폰과의 거리가 인식 결과에 많은 영향을 미치고 있으므로 자음이득제어(AGC)회로를 부가하여 마이크로폰의 입력레벨에 관계 없이 필터뱅크 입력레벨을 일정하게 할 필요성이 고찰되었다.

음성응답 성능은 비트 레이트를 8K, 11K, 16K, 32K로 조정하여 실험한 결과 8K에서도 실용상 문제가 없었으며 16K에서는 양호한 음질이었으며 32K는 원음성과 차이가 없었다. 소비전력은 5V 단일전원

표 3-1. 음성인식 결과(1)

출력	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9	인식율 비 고
입력	앞으로 뒤로 좌로 우로 빨리 천천히 그만 좌회전 우회전 다시 등록단어 입력0.16 없 음 초이하										
앞으로	7			2						1	79 Tone 차이
뒤로		8		1						1	80 Tone 차이
좌로			6	4							60 Tone 차이
우로				10							100
빨리					10						100
천천히						8					80 MIC거리차이
그만							10				100
좌회전								7	1	2	70 발성속도차이
우회전									9	1	90 발성속도차이
다시										7 2 1	70 발성속도차이
평균인식율 (%)											77

표 3-2. 음성인식 결과 (2)

출력	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1	21	22	23	24	25	등록단어 없음	인식율
입력																	
일	10																100
이		10															100
삼			10														100
사				1	8											1	80
오						10											100
육							10										100
칠								10									100
팔									9							1	90
구					1					8						1	80
십											10						100
십일												10					100
십이													10				100
십이														9			90
백																	90
천	1															1	90
만															10		100
평균 인식율 (%)																	95.3

에서 3 μ A이고 음성입력시에도 4.5mA 정도로 극히 적었으며 시스템이 크기는 사진 31에 도시한 것과 같이 8×8×11cm 정도로 휴대가 가능하였다. 응답 제어 실험에 사용한 언어는 표 33과 같다.

표 3-3. 응답 실험한 언어의 예

1	준비되었습니다	2	알았습니다
3	길게 발음해 주세요	4	인멜 1호입니다
5	조금 짧게 발음해 주세요		
6	등록된 단어가 없습니다		
7	지금 시간은 00시입니다		
8	모터가 과열되고 있습니다		
9	어디로 갈까요		
10	배터리가 다되어 곧 정지하겠습니다 플러그를 꽂아 주십시오		

4. 결 론

설계된 인멜 1호는 실험 결과와 같이 기존의 장비와는 비교될 수 없는 우수한 기동성과 의자의 위



사진 3-1. 실험중인 인멜 1호

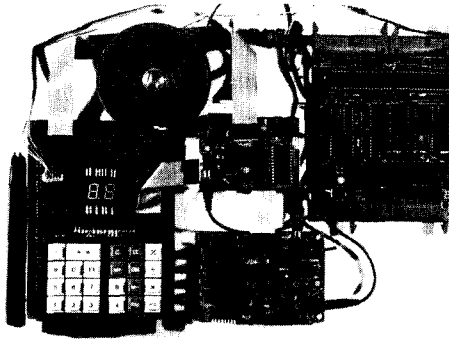


사진 3-2. 음성응답 시스템

치 자유도가 높아서 장애자가 실내 생활에서 정상인과 최대한 대등하게 할 수 있었다. 또한 장애자로서의 이미지가 감소됨으로써 그들의 권리를 증가시키고 생활 태도를 변화시켜서 독립적인 일상생활을 할 수 있는 여건을 마련해 줄 수 있었다. 아울러 일반인이 좋은 자동차를 선호하듯이 장애자들도 기본적인 이동과 일반적인 탈 것으로서의 기능뿐만 아니라 치장품으로서의 기능도 중요하다는 것이 중간 실험 과정에서 대두되었으므로 설계시에 미학적인 측면도 중요한 요소로 인식되었다.

그러나 궁극적으로 인간-기계계를 충분히 고려하여 인간공학적인 면에서 사용자의 요구에 부합되는 구조와 기능을 가진 형식이 연구 검토되어야 할 것이다.

실험에서 얻어진 95.3%의 인식율은 전동휠체어 제어에 충분한 실용성이 있었으며 시스템을 제어하는데 있어서 맨-머신 인터페이스의 가장 이상적인 형태인 대화형 제어를 실현함으로써 이중장애자의 생활의 질을 향상시킬 수 있는 가능성을 얻었다. 또한 감시 센서의 동작을 음성으로 알려줌으로써 배터리의 과소모를 막고 시스템을 보호하며 장애물과의 충돌 예방 등의 위험성을 줄일 수 있었다. 앞으로 호스트 컴퓨터의 소프트웨어를 좀 더 보강하여 한번의 명령으로 길이나 벽을 따라서 주행하고 사용자가 시스템에서 떨어져 있을 때도 특별한 원격 제어 장치 없이 FM 송수신기만의 원격제어가 가능할 것이며, 그에 덧붙여 환경제어장치와 매니퓰레이터 시스템을 보완한다면 보다 완전한 독립성을 유지할 수 있는 보조장비가 될 것이다. 또한 인식율

과 범용성을 증가시키는 방향으로 계속 발전시킴으로써 모빌 로봇의 구동부와 음성 원격제어 시스템으로 응용하고 전화를 이용한 음성 홀리모콘, 키보드와 병용 가능한 컴퓨터 음성 입력장치, 지능 로봇의 음성응답 시스템 등의 분야에도 이용될 수 있을 것이다.

참고 문헌

- 1) Donald R. McNeil, "Applying Technology to Help the Disabled", *Eng. in Medicine and Biology*, Vol. 1, No. 4, 1982 pp. 7~25.
- 2) Barry H. Kantowitz, Robert D. Sorokin, "Human Factor: Understanding Peoplesy Stem Relationships", *John Wiley & Sons*, 1985.
- 3) C. Geraldwarren, "Wheel chairs: How They are used", *Engineering in Medicine and Biology*, Vo. 1, No. 4, 1982, pp. 26~30.
- 4) Wayne A. Lea, Editor, "Trends in Sppech Recognition", *Prentice Hall, Inc.*, 1980.
- 5) Jonathan Allen, "Perspective on Man Machine Communication by Sppech", *Proceedings of the IEEE*, Vol. 73, No 11, 1985, pp. 1541~1550.
- 6) LA, W. H. T., Koogle, T. A., et al, "Toward Total Mobility: an omnidiretional wheel chair", *Proceeding of the 4th Annual Conference on Rehabilitation Eng.*, Washington, 1981, pp. 75~77.
- 7) T. Arai, et al. "The Control and Application of Omni Directional Vehicle(ODV)", *IFAC Control Science and technology*, 8th Triennial World Congress, Kyoto, Japan, 1981, pp. 1855~1860.
- 8) O. Z. Roy, et al., "Five-Wheel Unicycle System", *Medical & Biological Eng. & Com.*, 1985, pp. 593~596.
- 9) 정동명, 신중섭, 장원석, 홍승홍 "신체장애자용 전동휠체어에 관한 연구", 대한 전자공학회 하계 종합학술대회 논문집, Vol. 9, No. 1, 1986.
- 10) Toshiba, *C²MOS Voice LSI*, Technical Data
- 11) Oki, "Voice LSI", Technical Seminar 자료, 1984.