

# Accelerometer Sensor와 PIC를 이용한 Cellular-phone용 Digital Input System 구현

여 영 호, 손 수 국, 윤 나 서  
수원대학교 정보통신공학과  
전화 : 031-220-2532 / 핸드폰 : 016-340-7726

## The Implementation of Digital Input System for Cellular-phone using the Accelerometer and PIC

Young-ho Yeo, Su-goog Shon, Na-seo Yoon  
Dept. of Information and Telecommunication Engineering of Suwon University  
E-mail : [yeohowa@suwon.ac.kr](mailto:yeohowa@suwon.ac.kr)

### Abstract

This paper has been studied about designed digital-pen using PIC and Accelerometer and about calculated acceleration by the measure analog signal from accelerometer.

Finally, we calculate the coordinates and the tilt about the acceleration and discuss the possibility of using the digital-pen from cellular phone.

And we discuss about the full-duplex communication of input data that displayed in cellular phone.

### I. 서론

우리는 개인 휴대 통신 장비의 발달로 인하여 많은 사람들이 이동하면서 통신을 할 수 있는 시대에 살고 있다. 따라서 이와 함께 이동통신 단말기의 발전 및 다양한 기기의 발전이 계속되는 가운데 여기에 맞는 입력 장치 또한 연구되어 왔다. 기존의 PDA 단말기의 입력 장치로 Touch-screen이 사용되어 온 것도 또한 그런 맥락이라고 볼 수 있을 것이다. 많은 사람들이 이러한 장비를 이용하면서 PDA 단말기의 기능을 조그마한 Cellular-phone에 삽입하려는 시도를 해 왔다. 그

결과 전자수첩 기능, 데이터 저장기능, SMS기능 및 최근에는 인터넷 접속 기능까지 가능하게 되었다.

그러나 Cellular-phone의 한계는 입력 장치에 있다. Key pad를 제외한 다른 입력 장치가 아직 개발되지 못하고 있는 실정이며, 작은 LCD 창에서 Touch-screen으로는 기능을 감당할 수 없는 단점이 있다.

또한 기존의 Digital-pen은 Optical navigation 방식이나 gyroscope navigation 방식을 이용하여 연구되었으며, 여러 회사에서 이를 연구하여 제품을 출시하였으며 대부분 Optical navigation 방식을 채택하고 있다. 이 방식은 해상도가 높고 navigation을 비교적 완벽하게 할 수 있는 반면 Size가 커지며 흰 백지에서는 navigation 할 수 없는 단점이 있다. 또한 대부분의 Digital pen은 PC를 대상으로 마우스 대용으로 사용하거나 다른 단말기의 입력 장치로 사용할 수 없는 단점을 가지고 있다.

본 논문은 Accelerometer Sensor와 PIC를 이용하여 실제 Digital Pen을 설계한다. 그리고 Accelerometer에서 측정된 Analog signal을 연산하여 가속도 값을 구하는 방법과 Tilt를 이용하여 이동 좌표를 측정한다. 이렇게 측정된 data를 serial 통신을 통해 cellular phone으로 전송한다. 그리고 최종적으로 cellular phone에 이를 display 하여 쌍방향 통신을 구현해 보고자 한다.

## II. 이론 및 시스템 구성

### 2.1 Digital pen과 Cellular-phone의 연동

#### 2.1.1 Cellular-phone의 입력 특징

현대 PC에서 많은 Digital input 장치들이 개발되어 왔다. 이러한 장치들은 높은 해상도의 monitor와 거의 무제한 적인 memory를 사용할 수 있어 해상도와 메모리의 제약이 별로 없었다. 그러나 Cellular-phone의 경우에는 매우 제한적인 memory를 사용하여 data입력을 받아야 하는 단점과 작은 LCD 창을 이용하여 확인해야 하는 저 해상도의 문제가 있다.

또한 Cellular phone마다 Application 개발을 위한 플랫폼이 다양한 특징이 있다. 현재 국내에서 사용되는 Cellular phone과 PCS 서비스 업체는 3곳으로 PCS 업체인 KTF와 LG telecom과 Cellular phone업체인 SK telecom이 있다. 각 회사에서 사용하는 플랫폼을 살펴보면 KTF에서는 BREW와 MAP를 사용하고 LG-telemcom에서는 KVM을 사용하고 있다. 이 논문에서 사용하는 Cellular-phone 업체인 SK-telemcom에서는 GVM과 XVM을 사용하는데 이 논문에서는 모바일 C를 사용하는 GVM을 사용하기로 한다.

현재 Cellular phone에서 사용하는 key-pad는 각 산업체마다 사용방법이 다르고 한글의 초성, 중성, 종성을 하나하나 입력해야하는 단점이 있고, 한 버튼에 여러 가지 문자를 사용하므로 여러 번 눌러야 한다. 또한 현재 서비스 되고 있는 EMS방식이나 MMS에서 그림을 직접 그려서 입력할 수 없는 단점들을 가지고 있다.

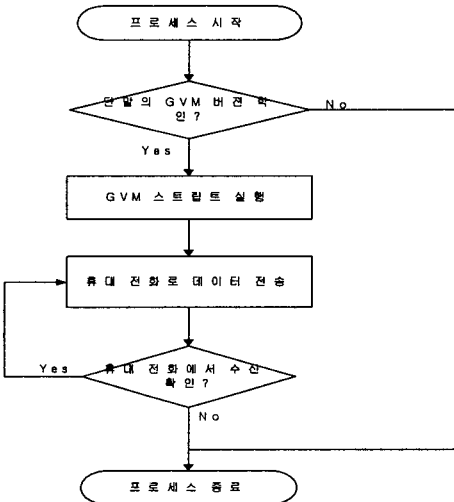


그림 1-2 Cellular phone에서 GVM Program의 흐름도

#### 2.1.2 GVM 개발 환경

GVM은 신지소프트라는 국내기업이 개발하여 국내 기술로는 최초로 상용화 하였다. GVM 단말 모듈은 30K 이하의 VM core module로 이루어져 있으며 C를

사용하기 때문에 자바에 비해 2배이상 실행속도가 빠르며 용량도 작다. 또한 CDMA, GSM, GPRS, PDC등 모든 무선 전송 규격을 지원하며 멀티미디어 기능 등을 제공할 수 있는 특징이 있다. 그림 2-1은 GVM이 탑재된 단말기 구조도 이다.

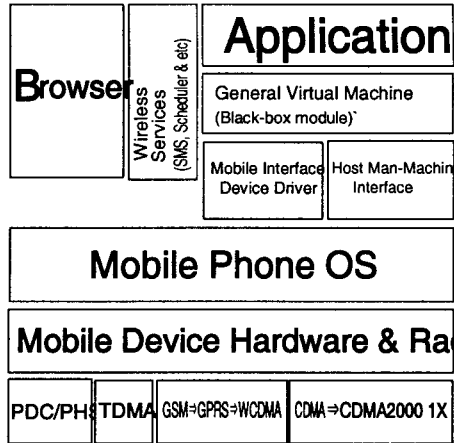


그림 2-1 GVM 단말기 구조도

이 GVM을 이용해서 사용자에게 제공할 수 있는 Application의 종류는 폰투폰 방식의 서비스와 온라인 네트워크게임, 멀티미디어 컨텐츠, serial port를 이용한 외장장치와의 연결, 데이터 송수신 기능, SMS 발신 및 이를 이용한 컨텐츠 서비스, 이미지, 사운드 등의 미디어 데이터 다운로드 등이 있다.

그림 2-2는 Cellular phone에서 GVM Program의 흐름도를 나타내고 있다.

#### 2.1.3 Cellular phone과 Digital pen의 연동

기존 Cellular phone의 data link port가 serial 통신을 따른다. 따라서 둘 사이의 통신은 serial protocol을 사용하여 연결하였다.

Digital pen과 Cellular phone의 system 개념도를 그림 2-3에 나타내었다.

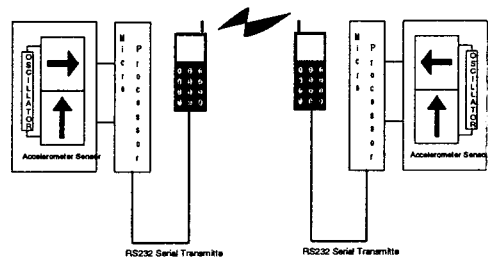


그림 2-3 System 개념도

### 2.2 Digital pen의 구현

#### 2.2.1 전원공급 이론

Pen size를 최소화하기 위해 pen 자체에 전압공급원을 삽입하지 않고 serial통신에서 사용되어지는 -7V의 전압을 이용하여 PIC 작동 및 pen에서 사용하는 전원

의 source를 생성하였다. 이 방법은 computer의 mouse에 사용되어지기도 하는데 desktop computer의 경우 안정적인 전원이 공급될 수 있다. 하지만 여기서 사용하고자 하는 cellular phone에서의 serial 통신에서는 불안정한 전원이 공급되어 진다. 또한 desktop computer에서는 11mA이상의 전류가 출력되지만 cellular phone에서 출력되는 전류는 약 4mA정도 된다. 이 값은 매우 적은 값으로 부하가 있을때 전압이 급격히 감소하는 문제점을 발생하게 된다. 따라서 이 문제를 보완하여 안정적인 공급을 보장해야한다. 먼저 7V의 전압을 5V의 안정적인 전압공급을 위해 NE555 Chip을 사용하여 실험하였다. 실험결과 그림2-4와 같이 resister와 capacitor를 배치하였을 때 output쪽에 걸리는 부하와 관계없이 가장 안정적으로 약 5V(4.6~4.8)의 전압원을 공급하였다.

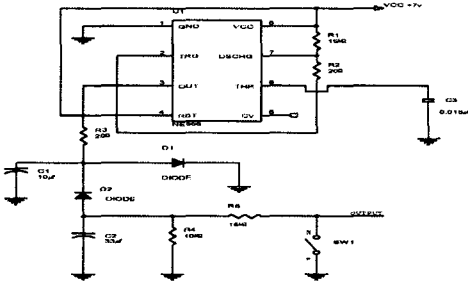


그림 2-4 전원공급부 회로도

이때 최소 2mA이상의 전류가 흘러야 output 부하에 상관없이 약 5V의 전압을 공급할 수 있다. Cellular phone의 serial port에서 출력되는 전류가 약 4mA정도이기 때문에 안정적인 전원공급을 할 수 있게 된다.

### 2.2.2 시스템 프로그래밍

이 digital pen은 가속도 센서에서 출력되는 digital pulse를 입력받아 PIC에서 가속도 값을 연산하고 tilt를 계산하여 움직임을 tracking하여 serial통신을 이용하여 cellular phone으로 송신하게 된다. 이것의 전체 프로그램 순서도를 그림 2-5에 나타내었다.

Cellular phone과 Digital pen의 인터페이스가 연결되어지면 digital pen의 전원이 인가되고 작동이 시작되어진다. 초기화가 마무리 되어지면 먼저 입력버튼의 상태를 읽는다. 입력버튼의 상태에 따라 화면에 write할 것인지 아니면 그냥 skip할 것인지 결정되어진다. 그 이후 accelerometer에서 입력을 받아 가속도 값을 연산하고 그 값으로 tilt를 구한다. 구해진 tilt와 버튼의 입력값을 정해진 프로토콜로 cellular phone에 전송하게 된다. Cellular phone의 단말과 외부와의 접속 프로토콜은 일반적인 AT command를 확장한 형태를 사용한다. 이것은 ASCII 형식으로 구성되어지며, 2byte 16진 ASCII형식의 이진 데이터로 표현된다. 외부에서 단말기로 보내는 ASCII 명령은 "AT\*SWAP\*"로 시작

하여 <CR>로 끝난다. 또한 명령어의 길이는 255자로 제한된다. 아래 표 2-1에서 설명되어 있다.

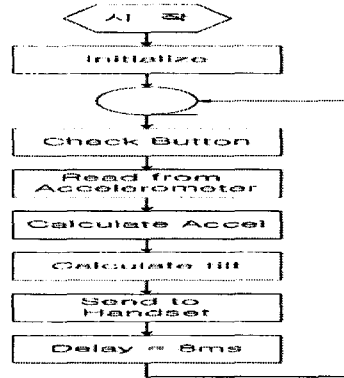


그림 2-5 프로그램 순서도

| 설 명  |                             |
|------|-----------------------------|
| 형식   | AT*SWAP*Command[=Parameter] |
| 사용명령 | AT*SWAP*4AAABBCC            |

표 2-1 Serial 통신 protocol

여기서 AAA는 X축 좌표값으로 최대 60까지 가능하며, BBB는 Y축 좌표값으로 최대 50까지 값을 가질 수 있다. 또한 CC는 버튼의 up/down상태를 나타내는데 00이면 up상태로 커서만 이동할 뿐 화면에 그려지지 않으며, 11이 되면 down 상태로 움직임을 화면에 graphic으로 display하게 된다. 이 과정을 마친 후 다시 button을 check하기 전에 processor의 오동작을 방지하기 위해 8ms정도의 delay를 준다.

### 2.2.3 Calculate Acceleration

Accelerometer의 output 신호는 단순한 pulse에 불과하다. 이렇게 입력받은 신호를 가속도 값으로 변환하기 위해 PIC의 timer를 이용하여 카운트하게 되어진다. 이것을 그림2-6에 나타내었다.

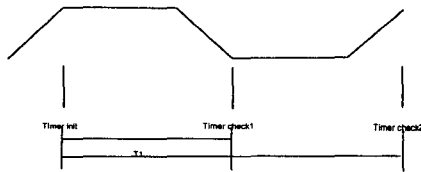


그림 2-6 Calculate Acceleration

이렇게 구해진 주기를 이용하여 가속도를 연산하게 되며 식 2.1을 이용하여 값을 구하게 된다.

$$Acceleration = (T_1/T_2 - 0.5)/0.25 \quad \text{식 2.1}$$

이렇게 구해진 가속도 값을 가지고 tilt를 연산하는 식은 식 2.2에 나타나 있다.

$$Pitch = ASIN(Ax/1g) \quad \text{식 2.2}$$

$$Roll = ASIN(Ay/1g)$$

### III. 실험 결과 및 분석

본 논문에서는 자체적으로 설계하여 프로토타입으로 제작한 digital pen으로 실험하였으며 accelerometer로는 Analog devices사의 ADX202를 사용하였다. 또한 PIC chip은 PIC16C73B chip을 사용하였다. 그림 3-1, 2, 3, 4는 프로토타입으로 제작된 제품에 대한 사진이다.

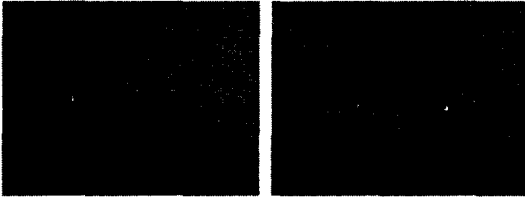


그림 3-1 프로토타입 앞면 그림 3-2 프로토타입 뒷면



그림 3-3 센서부 그림 3-4 실제 크기 비교  
여기서 보면 알 수 있듯이 실제 프로토타입 제품의 사이즈는 시중에 판매되는 200원 상당의 풀보다 작은 것을 볼 수 있다.

또한 전송된 data의 noise 제거를 위해 cellular phone 프로그램에 Low pass filter로 window size 5인 moving average program을 사용하였다. 또한 두개의 cellular phone 단말기 간에 서로 통신을 할 수 있도록 하여 data를 전송할 수 있도록 하였다. 아래 그림은 이러한 것들을 종합하여 실험한 결과를 나타내는 사진들이다.

그림 3-5 숫자 "8" 그림 3-6 한글 "가"

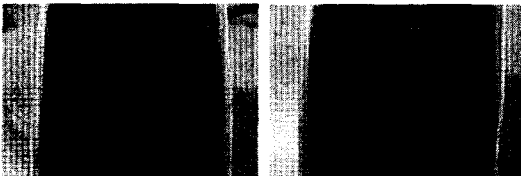


그림 3-7 영문 "a" 그림 3-8 일본어 "お"

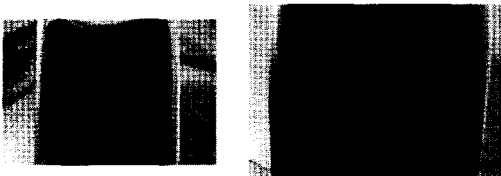
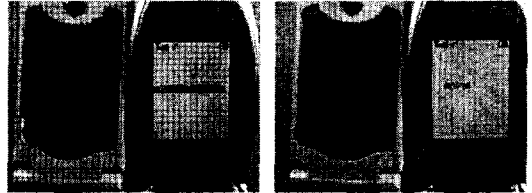


그림 3.9 고양이 얼굴



그림 3-10 두 단말기 간 전송



1 전송을 위한 입력 2. data 전송

### IV. 결 론

본 논문을 통해서 cellular phone에 입력 장치로 accelerometer를 이용한 digital pen의 가능성을 살펴보았다. 아직 초기단계의 연구로서 많은 data 전송 비용을 부담하는 단점이 있지만 차후 더 많은 연구로 현재 image형태의 data를 문자로 인식하여 SMS와 접목하여 사용할 수 있을 것이다. 또한 앞으로 EMS와 MMS에서 기존의 SMS로는 할 수 없는 image 전송도 가능하기 때문에 더욱 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 기대되어진다.

또 다른 문제점으로는 PIC chip의 memory의 한계로 인하여 data를 저장할 수 없는 단점이 있었으며, 이것은 filter와 trace를 수행하지 못하게 하는 등 여러 가지 보완되어야 할 점들이 있다. 이러한 점들을 보완하고, 하나의 입력 장치로서가 아닌 소형 computer system으로서의 역할을 고려하여 ARM processor의 사용을 검토할 필요가 있을 것이다.

본 논문은 차세대 cellular phone 입력 장치 개발과 차후 MMS service에서 입력장치 개발의 기초 자료로 활용 될 수 있을 것으로 사료된다.

#### Reference

- [1] "Technical note : ADXL202 사용법", Analog Devices
- [2] "BREW 모바일 프로그래밍", 천귀호, 한빛미디어
- [3] "C에 의한 PIC16C74", 진달복, 양서각
- [4] "GVM Programming(Mobile series)", 앤슬대시닷컴, 삼영출판사
- [5] "Accelerometer Sensor를 이용한 문자 추적에 관한 고찰", 여영호, 배명수, 손수국, 유진 용, 2002하계종합학술대회논문집