

## 마우스와 터치스크린을 이용한 전자펜 에뮬레이터구현에 대한 연구

조영석\*

### A Study on Light Pen Emulator Implementation using Mouse and Touch Screen

Young-Seok Cho\*

#### 요약

본 논문에서는 산업용 컴퓨터에서 사용할 마우스와 터치스크린을 이용한 전자펜 에뮬레이터 구현에 대하여 연구하였다. 산업용 제어 현장에서 사용되는 제어용 컴퓨터 전자펜 방식의 입력장치를 주로 사용하지만, 현재의 컴퓨터 주변장치를 직접 사용할 수 없는 경우가 대부분이다. 본 논문에서는 PC에서 사용하는 다양한 주변장치를 현재 구입 가능한 주변기기로서 그 기능을 대신하도록 구성하여, 생산 공정에서 사용하는 산업용 컴퓨터의 활용도를 높이고자 한다. 전자펜 에뮬레이터는 USB HOST, CPLD 그리고 MCU로 구성하였으며, USB 방식의 마우스와 터치스크린으로부터 입력된 신호를 해석한 후, 화면 좌표를 계산하여 전자펜 신호로 출력하였다. 설계 제작된 전자펜 에뮬레이터는 마우스, 디지털타이저, 터치스크린 등 다양한 장치들을 산업용컴퓨터에서 사용이 가능함을 보였다.

▶ Keywords : 산업용컴퓨터, 마우스, USB, 전자펜에뮬레이터

#### Abstract

In this paper, we study the light pen emulator implementation that can be used in industrial computer. For use in industrial control field, an input device of an industrial machine is an electronic pen is usually used, but now many cases, a light pen cannot be used to the computer. In this study, the light pen emulator to substitute for the function that is available to the peripheral device on the PC, now. So we want to increase the utilization of industrial computer in this research. The light pen emulator was designed by USB HOST, CPLD and MPU. Light pen

•제1저자: 조영석

•투고일:2014. 8. 5, 심사일:2014. 8. 27, 게재확정일:2014. 9. 1

\* 강동대학교 컴퓨터정보과(Dept. Computer Information, Gangdong College)

※ 본 논문은 2013년도 강동대학교 교내학술연구비 지원으로 제작하였음.

※ 본 논문은 한국컴퓨터정보학회 2014년 하계학술대회 논문의 추가 연구논문입니다.

signal, after interpret the input from the touch screen and mouse and USB system data, was output by calculating screen coordinates.

As a result, we showed that it is possible to use the computer in a variety of industrial devices such as a mouse, digitizer, touch screen, stylus, and designed emulator.

▶ Keywords : Industrial Computer, Mouse, USB, Light Pen Emulator

## I. 서 론

우리나라의 산업화 과정에서 생산 공정의 자동화는 생산량 증대뿐만 아니라 품질의 균일화를 위하여 필수적으로 요구되어 왔다. 이러한 생산 자동화는 장치산업의 발전으로 이어졌으며 대표적인 장치산업으로 화학분야와 반도체 분야라 할 수 있다. 특히 반도체산업의 발전은 1980년대 64K D-RAM 반도체를 개발하면서 시작되었으며[1], 반도체산업의 발전은 정보화 사회의 발전으로 이어지면서 반도체 산업과 정보처리 능력은 선순환하며 발전해 오고 있다. 반도체 공정의 많은 부분이 산업용컴퓨터에 의하여 자동화 되면서 그 생산량이 증가하게 되었고, 보다 편리한 작업 환경을 구축하기 위하여 문자를 기반으로 한 사용자 환경(CUI: Character User Interface)를 주로 사용하였다[2].

1960 년대의 마우스 발명은 그래픽을 기반으로 한 사용자 환경(GUI:Graphic User Interface)으로 변화하게 되었다. 초기 GUI 환경에서는 전자펜, 조이스틱 등이 사용되었으나, 현재에는 디지털이저, 마우스뿐만 아니라 터치스크린 등으로 다양하게 발전하고 있다[3-5].

국내 반도체 공정에서 초기 자동화 설비 중 산업용 컴퓨터의 상당수가 전자 펜으로 사용자 인터페이스를 사용하여 구성되었다. 안정성을 중요시 하는 보수적인 반도체 산업의 특성상, 새로운 장비로의 교체보다는 검증된 기존 장비를 계속 사용하고자 하는 상황이지만, 기존 장비의 노후화로 인하여 주변장치의 교체 및 수리가 필요한 시기이다.

이들 장비에서 사용하는 주변기기들 중 전자펜은 작업 시 자주 사용되는 입력 장치로서 마우스와 디지털이저가 보급되면서, 대부분이 생산이 중단되어 구입이 어렵다.

본 연구에서는 산업용 컴퓨터 등에서 광범위하게 사용되는 전자펜과 마우스, 터치스크린 등의 입력장치의 특성을 분

석하고, 현재 구입 가능한 주변기기로서 그 기능을 대신하도록 구성하여, 생산 공정에서 사용하는 산업용 컴퓨터의 활용도를 높이고자 한다. 2장에서는 전자펜의 원리와 마우스와 터치스크린의 인터페이스에 대하여 고찰한다. 3장에서는 산업용 컴퓨터용 전자펜 에뮬레이터 설계·구현 및 검토에 대하여, 그리고 4장에서 결론으로 구성한다.

## II. 전자펜 동작분석과 마우스/디지털이저의 고찰

### 1. 전자펜의 동작

전자펜(Light pen)은 조이스틱과 함께 컴퓨터의 그래픽 인터페이스용 주변장치로서 그래픽 화면에서 특정 영역을 선택하거나 위치를 입력하는 입력장치로 동작원리는 그림 1과 같다.

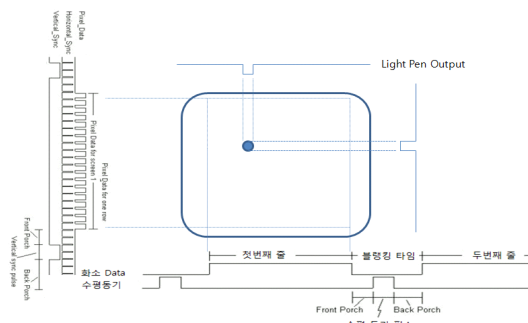


그림 1. 전자펜의 동작원리.  
Fig. 1. Light Operation principal.

전자펜은 위치정보 신호와 선택스위치의 정보신호 두 가지

가 컴퓨터로 연결되며, 신호를 입력하기 위해서는 전자펜의 선두를 CRT모니터에 가져가, 펜의 선두에 있는 광전 소자가 CRT 모니터 상에 주사되는 신호를 입력 받아 위치를 검출하는 원리로 동작한다. 그림 1에서 전자펜을 화면 중 임의의 지점에 위치하고 선택스위치를 누르면 수직 동기와 수평동기 신호로부터 모니터의 원점에서의 거리만큼 지연된 시점에 펄스 신호를 출력하여 위치정보를 제공한다.

따라서 수평방향의 위치정보는 수평동기신호와 펄스 사이의 시간차이를 측정함으로써 위치정보를 얻는다. 마찬가지로 수직방향의 위치는 수직 동기신호와 펄스의 시간차를 측정함으로써 수직 위치를 구하며 식(1)과 같다.

$$\begin{aligned} \text{수평위치} &= (\text{펄스의 시간} - \text{수평동기시간}) / \text{픽셀 시간} \\ \text{수직위치} &= (\text{펄스의 시간} - \text{수직동기시간}) / \text{수평주사시간} \end{aligned} \quad \text{—식(1)}$$

따라서 전자펜에서 화면상의 위치정보는 동기신호시각으로부터 수직 수평에 해당하는 만큼 지연시켜 신호를 출력하여야 한다.

$$\begin{aligned} \text{수평펄스시간}(P_{Th}) &= T_{HSync} + T_{Pixel} * P_H \\ \text{수직펄스시간}(P_{Tv}) &= V_{Sync} + T_{HSync} * P_V \end{aligned} \quad \text{—식(2)}$$

라이트펜의 위치정보 신호의 펄스 시간은 식(2)와 같다. 식(2)에서  $T_{HSync}$ 는 수평 동기시간이고,  $T_{Pixel}$ 는 1 화소의 시간이며  $P_H$ 는 화면에서의 수평 좌표를 의미한다. 또한  $V_{Sync}$  수직 동기시간이며  $P_V$ 는 화면에서의 수직 좌표이다.

## 2. 마우스와 터치스크린 동작 및 데이터 분석

마우스는 PC에서 커서 또는 아이콘 등을 이동시킬 때 사용하는 입력장치의 하나로, 1968년 미국의 더글러스 엘겔바트(Douglas Engelbart)가 처음 개발하였다[6]. 클릭이나 드래그, 더블클릭 등의 동작이 가능하며, 버튼의 종류에 따라 1~3버튼이 있으며, 동작방법에 따라 기계식(볼식)·광학식·광학기계식으로 구분할 수 있다. 현재 마우스의 접속방법은 시리얼, PS/2, USB식으로 구분된다. 이들 중 USB 접속방법은 마우스뿐만 아니라 키보드 디지털이저, 터치스크린 등 HID(Human Interface Device) 클래스로 Plug & play 기능과 인터페이스가 용이하여 사용자가 늘어나고 있다.

마우스는 이동 정보를 변위로 값과 스위치 정보를 컴퓨터로 전송한다. 현재 좌표에서 이동한 변위 량을 dX와 dY값과

왼쪽, 오른쪽 그리고 중앙의 스위치 On/Off 정보를 패킷 단위로 전송한다.

마우스와 유사한 기능을 하는 주변장치로 터치스크린이 있다. 스크린 앞면에 위치하며, 투명하고 손이나 기구로 화면을 눌러 위치정보를 입력한다. 터치스크린의 위치 정보는 스크린의 위치 값이 출력된다. 표 1은 마우스와 터치스크린의 정보의 구조를 보였다[7].

표 1. 마우스와 터치스크린의 리포트 구조.  
Table 1. Report format of mouse and touch screen.

```

struct TOUCHINFO {
    int8_t Dummy;
    struct {
        uint8_t bmLeftButton : 1;
        uint8_t bmRightButton : 1;
        uint8_t bmMiddleButton : 1;
        uint8_t bmDummy : 5;
    };
    int16_t PointX;
    int16_t PointY;
};
struct MOUSEINFO {
    struct {
        uint8_t bmLeftButton : 1;
        uint8_t bmRightButton : 1;
        uint8_t bmMiddleButton : 1;
        uint8_t bmDummy : 5;
    };
    int8_t dX;
    int8_t dY;
};
    
```

## III. 전자펜 에뮬레이터 설계 • 구현 및 고찰

본 연구에서는 USB로 연결되는 마우스와 터치스크린 그리고 HID 클래스의 입력장치로부터 위치좌표를 입력받아 전자펜 신호로 변환하는 전자펜 에뮬레이터를 그림 2와 같이 설계·구현하고자 한다.

각 부분에 대한 설계는 다음과 같다.

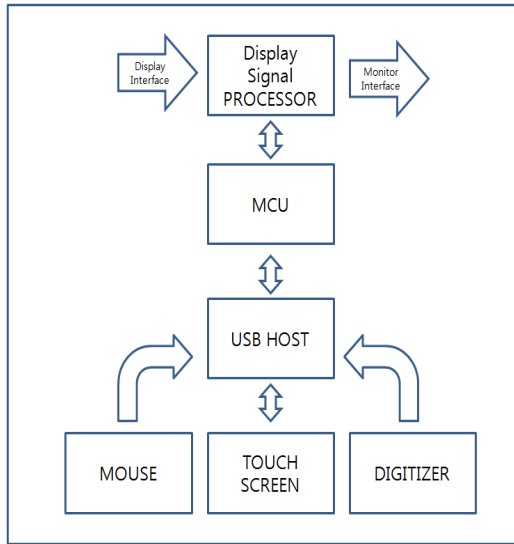


그림 2. 전자펜 에뮬레이터 구성.  
Fig. 2. Light Pen Emulator Composition.

1. USB 인터페이스부 설계.

USB 방식의 주변장치로부터 정보를 얻기 위해서는 USB HOST 제어기가 필요하다. 본 연구에서는 USB 1.1 규격과 USB 2.0 규격을 지원하는 맥심사의 MAX3421E를 이용한다. 그림 3은 USB 인터페이스 부분의 회로도이다.

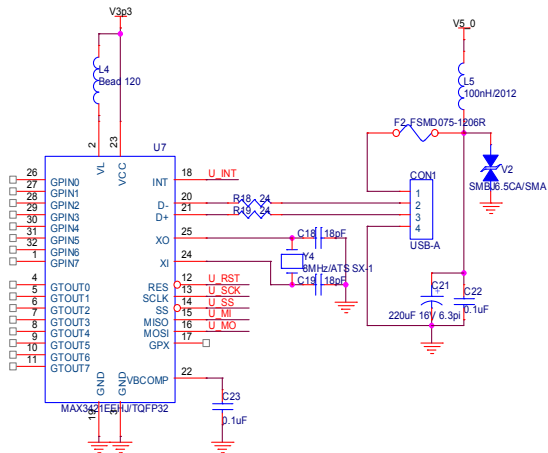


그림 3. USB 인터페이스 회로.  
Fig. 3. USB interface schematic.

2. 좌표 계산과 전자펜 신호 생성부 설계

USB 인터페이스로 연결된 주변장치로부터 입력된 좌표정보

를 계산하여 위치 좌표를 계산하고, 전자펜의 신호를 생성한다. 마우스로부터 입력된 상대 위치좌표를 스크린상의 위치로 변환하는 기능과 전자펜 신호 생성 기능을 수행한다. 영상 신호가 입력되는 VGA 커넥터의 신호는 표 2와 같다.

표 2. VGA 커넥터의 신호.  
Table 2. VGA Connector's Signal.

핀번호	기능	핀번호	기능
1	적색	2	녹색
3	청색	4	연결 안 됨
5	공통접지	6	적색접지
7	녹색접지	8	청색접지
9	+5V	10	동기신호접지
11	연결 안 됨	12	DDC 데이터
13	수평동기	14	수직 동기
15	DDC 클록		

전자펜 신호 생성은 식(2)와 같이 위치 좌표 값과 입력 영상신호를 비교하여 생성한다.

$$\begin{aligned} \text{전자펜위치신호} &= (\text{수평위치 좌표값} == \text{영상의 수평주사위치}) \\ &\quad \& (\text{수직위치 좌표값} == \text{영상의 수직주사위치}) \\ \text{전자펜 선택신호} &= (\text{마우스 버튼 Push}) \text{ or} \\ &\quad (\text{터치스크린 touch부터 3초간}) \end{aligned}$$

전자펜 신호 발생기는 CPLD소자를 이용하였으며, VHDL로 코딩하였다. 그림 4와 같이 설계하였다.

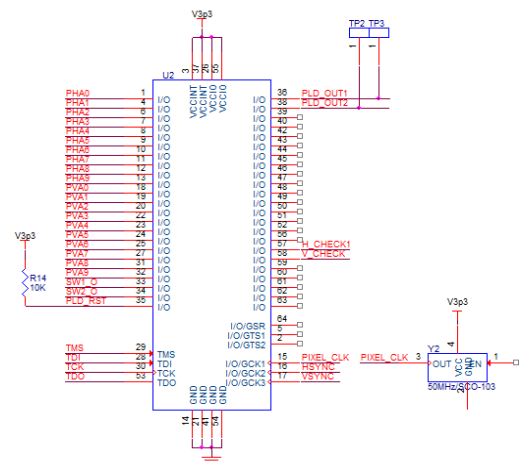


그림 4. 전자펜 신호 생성 회로.  
Fig. 4. Light Pen Signal Generation circuit.

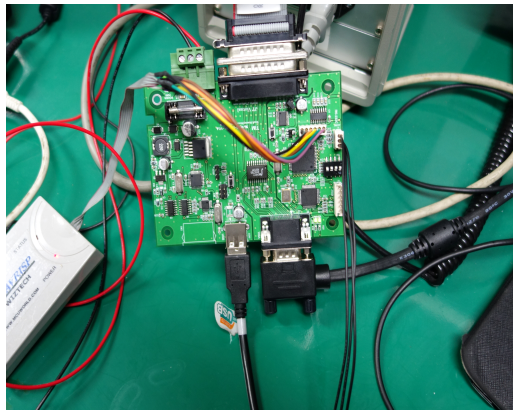
그림에서 PHA0~9에 라이트펜 수평 좌표를 PVA0~9에 수직좌표를 입력하고, PIXEL\_CLK에 화소 주파수로 50MHz를 입력하며, 수평동기(HSYNC)와 수직동기(VSYNC)신호를 입력하도록 구성하였다.

### 3. 전자펜 에뮬레이터 구현 및 고찰.

전자펜 에뮬레이터는 Atmel의 AVR제어기를 이용하여 제작하였고, C언어로 제어 프로그램을 작성하였다.



(a) Monitor Screen



(b) Light Pen Emulator  
그림 5. 전자펜 에뮬레이터 구현

Fig. 5. Implementation of Light Pen

전자펜 에뮬레이터를 설계·구현한 결과는 그림 5(B)는 구현 시스템이고, 그림 5(A)는 터치스크린 LCD모니터로 실제 시스템에서 동작하는 모니터 스크린이다. 마우스의 최대 변위는 가로방향은  $\pm 18$ , 그리고 세로방향은  $\pm 15$ 로 측정되었다. 터치스크린의 경우 가로와 세로방향의 좌표 값은 0~4095로

측정되었다.

본 실험에서 사용한 터치스크린은 저항식 터치스크린을 이용하였으며, 일정 압력 이상으로 눌러야 위치좌표 데이터가 출력되었다.

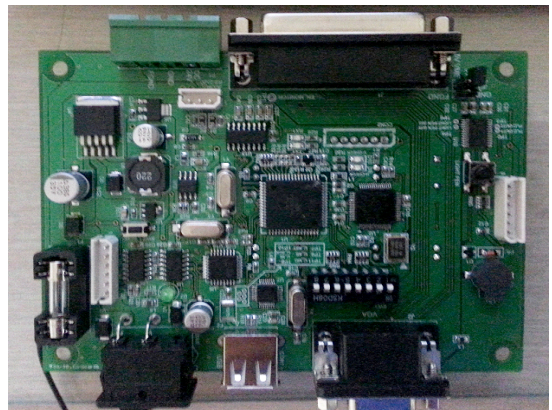


그림 6. 전자펜 에뮬레이터 최종 제품  
Fig. 6. Light Pen Emulator Final Solution.

마우스와 터치스크린 그리고 디지털타저를 이용하여 전자펜 에뮬레이터를 그림 6과 같이 제작하여 기존의 라이트펜과 동일하게 동작하는 것을 확인하였다.

전자펜 에뮬레이터는 반도체 생산장비인 "어플라이드"사의 산업용 컴퓨터에 현재 사용하고 있으며, 향후 사용량을 늘릴 계획이다.

## IV. 결 론

본 연구에서는 산업용 컴퓨터 등에서 광범위하게 사용되는 전자펜과 마우스, 터치스크린 등의 입력장치의 특성을 분석하고, 현재 구입 가능한 주변기기로서 그 기능을 대신하도록 전자펜 에뮬레이터를 설계·구현하였다. 구현 결과 USB 방식의 마우스와 터치스크린을 이용하였으며, 실험결과 마우스의 최대 변위  $\pm 18$  이었으며, 터치스크린의 경우 0~4095의 값이 입력됨을 확인하였다. 전자펜 신호의 생성은 CPLD를 이용하였으며, 개발 시스템이 기존의 전자펜과 동일하게 동작함을 확인하였다.

향후 안내기능이 있는 전자펜 에뮬레이터가 필요하다는 요구가 있어 연구 중에 있다.

### 참고문헌

- [1] www.samsung.co.kr
- [2] Jaajin Kim, Youngseok Cho, "A Study on Input Unit Design using by Mouse and Digitizer", KSCI Summer Conference 2014, pp239-240, 2014.
- [3] Jaeho Lim ,Hyerai Lee ,Kihoon Kim , "A study of The the table-Top PC interface problem with FTIR method", Korea Multimedia Society, Vol.2008 No.1, pp198-201, 2008.
- [4] hwongbyungchul, "Methodology for the Selection and Evaluation of Computer Input Devices for People with Functional Limitations", Univ. of Oklahoma, 2006.
- [5] Chang-Geol Kim, Byung-Seop Song, "Development of Integrated Computer Interface for Power Wheelchair User", J. Biomed. Eng. Res, PP251-256, 2010.
- [6] Byungkeun Oh, "A study on the GUI evolution for the OS of personal computer", Journal of korean society of design science, Vol 48, pp213-222, 2002.
- [7] usb, <http://www.usb.org>

### 저 자 소 개



조 영 석(Cho Youngseok)  
 1991 : 청주대학교  
 전자공학과(공학사)  
 1993 : 청주대학교  
 전자공학과(공학석사)  
 2001 : 청주대학교  
 전자공학과(공학박사)  
 1998~현재 : 강동대학교  
 컴퓨터정보과 부교수  
 2013 ~ 현재 : 강동대학교  
 부설 농업자동화  
 연구소 소장  
 관심분야 : 임베디드시스템,  
 농업자동화, 영상처리  
 E-mail : yscho@gangdong.ac.kr