

원칩 마이컴을 이용한 대용량 입력 인터페이스 시스템의 개발

박주태 · 최득성 · 정승현*

Development of a Large Quantity of Inputs Interface System Using a Single Chip microcontroller

Ju-Tae Park · Duck-sung Choi · Seung-Hyun Jeong*

Division of Electronics & Information Engineering, Yeungnam University College, Daegu 705-703, Korea

요 약

본 논문은 대량의 입력 신호를 받아들이기에 부족한 수십 개의 입출력 포트를 가지는 저가의 8비트 원칩 마이크로 컨트롤러로 키패드 인터페이스 회로와 RS485 통신을 이용하여 평면에 25mm의 간격으로 2차원적으로 균일하게 배치된 1600개의 대용량 스위치 입력 신호를 초당 10회의 실시간으로 PC로 읽어 들이고, 얻어진 스위치 정보의 물리적 패턴을 분석한 보행 분석실험의 사례를 들어 스태분석이나 물리적인 입력의 패턴 분석이 필요한 각종 스포츠, 댄싱, 오락분야 혹은 대량의 스위치 및 센서 입력이 필요한 산업분야 등에 사용되어질 수 있음을 보이고자 한다.

ABSTRACT

In this thesis we introduce a large quantity of input interface system using a low cost single chip microcontroller which is consists of walking board with 1600 switches, RS485 communication for switch data communication and PC application software for walking pattern analysis. When a pedestrian walks on the walking board, the pattern analysis of foot pressed switches can be utilized on diverse divisions of sports and industry such as walking physical therapy, dancing, a large quantity of sensors interface system, etc.

키워드 : 대용량 입력 스위치, RS485 통신, 고스트현상, 응답패킷

Key word : RS485 Communication, A large Quantity of input switches, Ghost phenomenon, Pattern Analysis , etc

접수일자 : 2015. 11. 03 심사완료일자 : 2015. 11. 25 게재확정일자 : 2015. 12. 09

* **Corresponding Author** Seung-Hyun Jeong(E-mail:bugman@ync.ac.kr,Tel+82-53-650-9243)

Division of Electronics & Information Engineering, Yeungnam University College, Daegu 705-703, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2016.20.1.215>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

일반적으로 마이크로컨트롤러의 입출력 전용포트의 개수는 수십여 개 수준으로서 한 개의 마이크로컨트롤러로 천개 이상의 대량의 스위치나 디지털센서 정보를 읽어 들이기에는 부족하다. 본 논문에서는 저가의 8비트 원칩 마이크로컨트롤러로 키패드 인터페이스 회로와 RS485 통신을 이용하여 평면에 25mm의 간격으로 2차원적으로 균일하게 배치된 1600개의 스위치 입력 신호를 1초에 10회의 속도로 PC로 읽어 들이고, 얻어진 대용량 입력 스위치 정보의 물리적 패턴을 분석한 보행 분석실험의 실패를 들어 스텝분석이나 물리적인 입력의 패턴 분석이 필요한 각종 스포츠, 댄싱, 오락분야 혹은 대량의 스위치 및 센서 입력이 필요한 산업분야 등에 사용되어질 수 있음을 보이고자 한다.

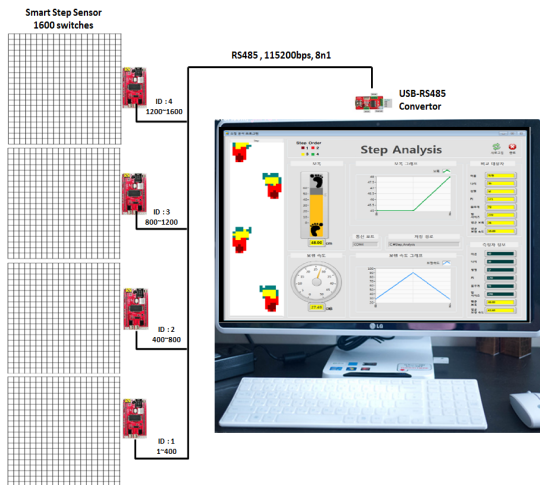


Fig. 1 Step information analysis system using a large quantity of switches

그림 1은 대용량 스위치 입력 시스템의 구성도로서 1600개의 대용량 스위치 입력을 받아들이는 스위치 인터페이스와 RS485 네트워크 그리고 패턴 데이터를 분석하는 PC 어플리케이션 프로그래밍으로 구성되어진다. 사용자는 400개의 스위치가 격자로 배치된 500mm × 500mm 정방형의 보드 4개가 RS485통신으로 연결된 1600개의 대용량 입력 스위치 판위를 자연스럽게 보행하면 PC의 응용프로그램은 RS485 통신으로 수집된 스위치의 패턴 정보를 활용하여 보행자의 발

의 착지 순서, 각도, 보폭, 보행속도 등의 스텝정보를 분석한다.

II. 키패드 매트릭스 회로

저가의 원칩 8비트 마이크로 컨트롤러를 이용하여 천개 이상의 대용량 스위치 입력을 읽어 들이는 시스템은 키패드 매트릭스 회로, PC에서 스위치 확장과 키패드 정보 수집을 위한 RS485 통신, 정보 처리용 PC 어플리케이션소프트웨어로 구성되어진다. 일반적으로 원칩 마이크로 컨트롤러의 범용 입출력 포트의 개수는 수개에서 수십 개의 수준으로서 천개이상의 스위치를 직접적으로 입력 받을 수 없다. 그러므로 본 논문에서는 입출력 포트의 개수가 53개인 8비트 마이크로컨트롤러 ATmega128의 40개 포트와 20 × 20 키패드 매트릭스 회로를 사용하여 400개의 입력스위치를 1단위로 만든 후 RS485통신을 사용하여 4단위의 스위치를 PC로 읽어 들임으로서 총 1600개의 스위치 정보를 초당 10회의 속도로 수집 및 분석하여 일반적인 대용량 후면 센서 입력 시스템에 충분히 사용되어 질수 있음을 증명하고자 한다.

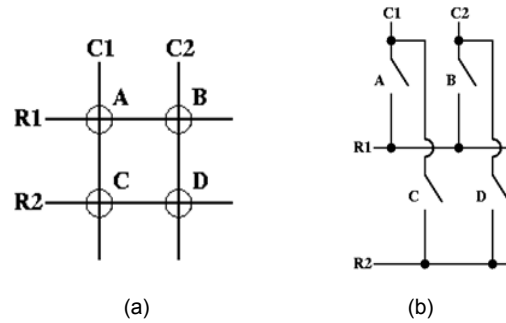


Fig. 2 Keypad scan circuit by 2 × 2 matrix

그림 2는 2 × 2 키패드 스캔 회로로서 이를 2차원으로 확장하여 수백 개의 스위치 입력 장치를 만들 수 있다. 이는 마이크로컨트롤러의 입출력 포트를 $R_m \times C_n$ (m : 행 개수, n : 열 개수)의 2차원의 행렬 방식으로 배치 확장하여 대량의 스위치를 읽어 들이는 방식으로서 열에는 마이크로컨트롤러의 출력포트를 연결하고 행에는 입력포트를 연결하여 열 포트를 C_1 에서 C_m 까지 순

차적으로 하이 상태로 활성화 하고 활성화된 열의 스위치 정보를 R_1 에서 R_n 까지의 행포트를 통하여 읽어 들이는 스캔방식이다.

그림 2에서 근접한 2개 이하의 스위치가 동시에 눌러졌을 때는 순차적 스캐닝에 의해서 이상이 없이 읽혀질 수가 있으나 그림 3의 (b)와 같이 A, B, D 지점의 스위치가 동시에 눌러진 경우에는 C 지점의 스위치가 눌러지지 않은 상태에서도 C_1 이 하이 상태로 활성화 될 때에 스위치가 눌러진 상태로 오동작이 유발되는 고스트 현상이 나타난다[1, 2]. 이러한 고스트 현상을 제거하기 위하여 그림 3의 (c)그림과 같이 다이오드를 삽입하여 C_1 이 하이상태로 활성화 될 때에 B지점의 다이오드의 작용에 의해 C지점의 스위치가 오동작이 되는 것을 막아준다[9, 10].

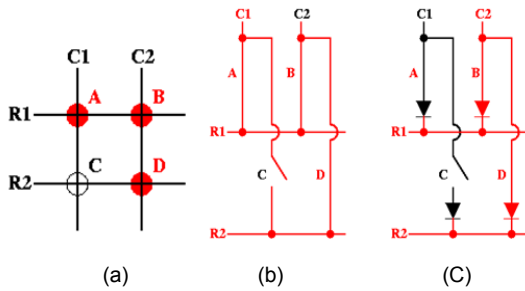


Fig. 3 Three Simultaneous Key Presses and ghosting and insertion of mask diode circuit

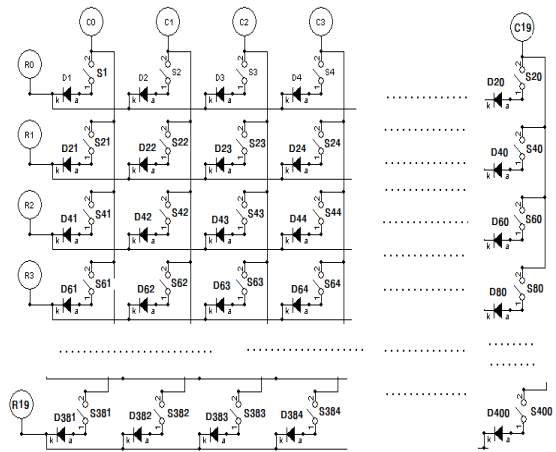


Fig. 4 Schematic diagram of 400 multi input switches

그림 4는 400개의 스위치를 스캔하는 누름판 회로로서 하이 상태 출력을 위한 10개의 $C_0 \sim C_{19}$ 출력포트, 스위치 상태를 읽기 위한 $R_0 \sim R_{19}$ 입력포트 그리고 고스트 현상을 막기 위한 다이오드 $D_1 \sim D_{400}$ 를 실장한 회로이다. ATmel 사의 ATmega128은 53개의 입출력포트가 있으며 표 1과 같이 키패드회로에 할당한다. 키패드 스캔은 C0에서 C19까지의 포트를 마이크로컨트롤러의 타이머 인터럽트를 사용하여 1ms마다 순차적으로 High 상태로 활성화하고 R0에서 R19까지의 포트를 읽어서 표 3과 같은 상태 응답패킷을 만든 후 RS485통신 선로상의 마스터인 PC의 스위치 상태 요구 방송이 있을 시 슬레이브인 해당 보드는 즉각적으로 스위치 상태를 보고한다[6-8].

Table. 1 ATmega128 microcontroller in-out port assignment of the keypad

ATmega128 PORT	Keypad	In-Out
PORT A(PA0~PA7)	C0~C7	Output
PORT B(PB0~PB7)	C8~C15	Output
PORT C(PC0~PC3)	C16~C19	Output
PORT D(PD0~PD7)	R0~R7	Input
PORT E(PE4~PE7)	R8~R11	Input
PORT F(PF0~PF7)	R12~R19	Input

III. RS485 통신 프로토콜의 설계

저가의 원칩 마이크로 컨트롤러를 이용하여 1600개의 대용량 스위치를 초당 10Hz의 실시간으로 읽어 처리하는 시스템은 대용량 입력 스위치 인터페이스 및 각종 디지털 휴먼 센스 및 대량의 센서 입력 시스템 등에 응용되어질 수 있다. 이를 위하여 그림 4에 회로에 의해서 제작되어진 400개의 키패드 스캔보드 4개를 그림 5와 같이 2선 방식으로 직렬 연결할 수 있는 RS485 통신이나 CAN 네트워크의 멀티드롭 방식을 사용할 수 있으며 본 논문에서는 RS485 멀티드롭 통신을 사용한다. 멀티드롭 방식은 여러 개의 장치를 하나의 회선에 접속해서 회선 사용 효율을 높이는 것이 가능하며 장치에서 데이터를 전송하는 경우 충돌을 피하고 각 장치를 균일하게 사용할 수 있도록 통신을 제어하는 형태이다[2-5].

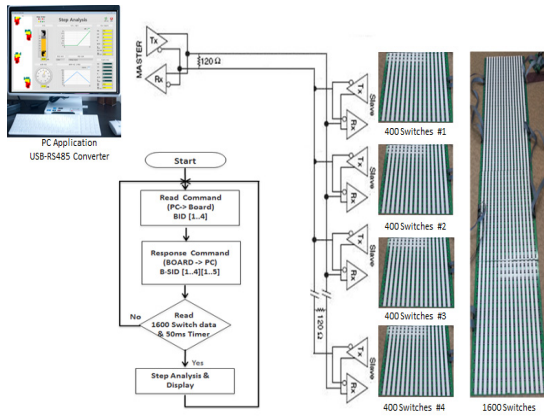


Fig. 5 1600 switches interface with RS485 multidrop communication

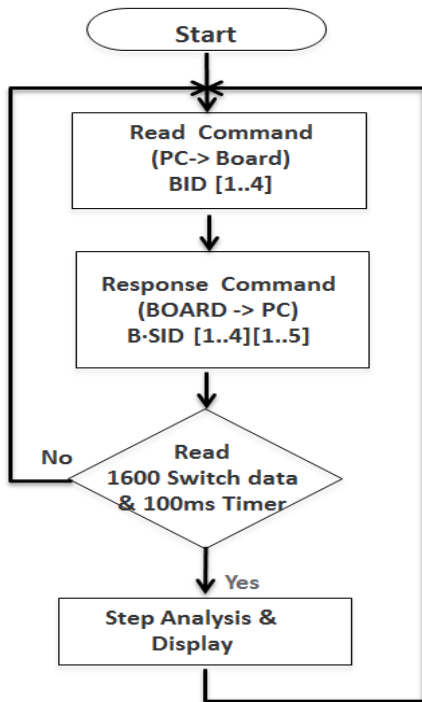


Fig. 6 Flowchart of step switch information processing

그림 6은 대용량 입력 스위치의 정보처리 흐름도로써 마스터인 PC는 RS485 멀티드롭 통신을 통하여 표 2와 같이 각각의 보드에 400개의 스위치 상태 요구를 발송하고 슬레이브인 각각의 보드는 자신의 400개의 스위치 정보를 80개씩 5개로 나누어 표 3과 같은 15bytes

의 패킷 단위로 응답한다. 그러므로 한 보드의 스위치 정보는 5개의 패킷 75bytes로 구성되며 총 4개의 보드로 이루어진 1600개의 스위치 정보는 300bytes의 데이터량을 가진다. 이때에 RS485통신은 115600 bps, 8N1의 통신 규칙을 가지므로 초당 10회의 속도로 1600개의 스위치를 모으는 충분한 통신시간을 제공한다. PC 어플리케이션은 1600개의 스위치 정보를 모두 모으고 동시에 100ms의 기다림 타이머 조건이 충족되면 읽어 들인 1600개의 스위치 정보를 분석 처리 하고 화면에 결과를 디스플레이 한 후 다시 스위치 정보수집 모드로 돌아간다[3, 4].

Table. 2 Request command of switch information from PC to boards

Command	Board ID	Checksum
“RD”	‘1’~‘4’	-
2 bytes	1byte	1byte

표 2는 PC의 스위치 정보 요구 패킷으로서 구성은 2 bytes의 “RD” 명령어, 1 byte의 정보요구 보드 ID, 앞 3 바이트의 데이터를 모두 더하여 하위 8비트를 잘라낸 1byte의 checksum 으로 구성된다.

또한 보드의 스위치 정보 응답 패킷은 표 3과 같이 2bytes의 “AK” 응답 명령어, 1 byte의 ‘1’~‘4’까지의 보드 ID, 1 byte의 400개의 스위치를 5개의 섹트로 나누는 ‘1’~‘5’까지의 스위치 ID, 10 bytes로 구성된 실제 80개의 물리적 스위치에 해당하는 80비트의 Switch Data, 앞 14바이트의 데이터를 모두 더하여 하위 8비트를 잘라낸 1byte의 checksum으로 구성된다.

Table. 3 Response command of switch information from boards to PC

Start	Board ID	Switch ID	Switch data	Checksum
“AK”	‘1’~‘4’	‘1’~‘5’	80 switches on/off state	
2 bytes	1 byte	1 byte	10bytes	1byte

표 4는 응답패킷 중 10bytes(80bits)의 Switch Data에 대한 물리적인 번호 할당으로서 각 비트는 해당 80개 스위치의 on/off 상태를 나타낸다. PC 어플리케이션은

RS485 통신을 통하여 수집되어진 1600개의 스위치 상태를 한 화면에 표시하고 데이터를 분석하여 휴먼센서 정보로서 활용한다.

Table. 4 Switch data allocation of response packet data

Board ID	Switch ID	Switch Data(80bits) Map
1	1	0~80
	2	81~160
	3	161~240
	4	241~320
	5	321~400
2	1	400~480
	2	481~560
	3	561~640
	4	641~720
	5	721~800
3	1	801~880
	2	881~960
	3	961~1040
	4	1041~1120
	5	1121~1200
4	1	1201~1280
	2	1281~1360
	3	1361~1440
	4	1441~1520
	5	1521~1600

IV. 실험

그림 7은 실제 대용량 스위치 입력 인터페이스 시스템의 실험장면으로서 실험자는 1600 개의 대용량 스위치 보드 위를 자연스럽게 걷는다. 1개의 보드는 400개의 스위치 단위별로 구성되어 있으므로 사용자의 요구 및 용도에 따라 정사각형 및 직사각형 등의 여러 형태로 만들 수 있으며 여러 개의 보드를 RS485 멀티드롭 통신으로 연결하여 스위치의 용량을 다양하게 늘일 수 있다. 그림 8은 발의 착지분석 그림으로서 보행자는 발의 뒷꿈치 중앙부터 착지하여 앞꿈치, 발가락 순으로 발을 옮김을 알 수가 있다. 또한 그림 9는 각 스텝사이의 거리와 속도를 측정하는 어플리케이션으로서 대상자의 보폭은 48cm이고 27cm/s의 속도로 보행하였음을 알 수 있다.

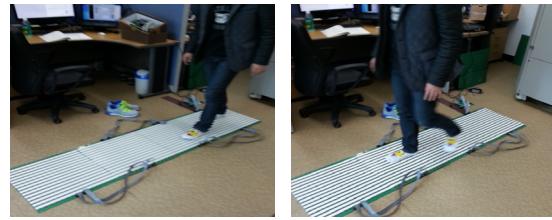


Fig. 7 A Large Quantity of Input Interface System Test

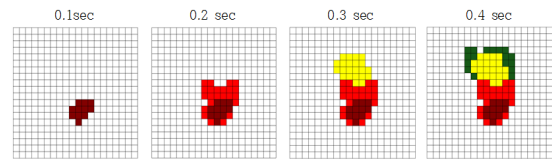


Fig. 8 Analysis of foot Landing using input switch time

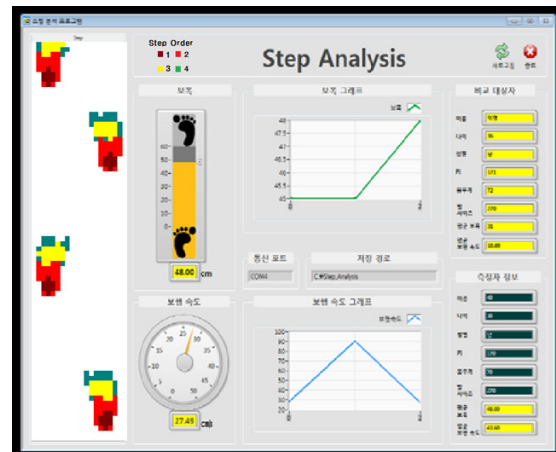


Fig. 9 Application software for a large quantity of input interface

V. 결론

본 시스템은 원칩 마이크로컨트롤러를 이용한 대용량 입력인터페이스 구현을 위한 하드웨어 및 소프트웨어의 구현 방법을 제시한 논문으로서 실시간 휴먼센서 인터페이스를 위하여 초당 10회의 속도로 1600개의 보행정보 입력 스위치를 읽어 들이고 분석 하는 실패를 보였다. 본 시스템은 물리적인 입력의 패턴 분석이 필요한 각종 스포츠, 댄싱, 오락 등의 휴먼센서 인터페이스 분야 혹은 대량의 스위치 및 센서 입력이 필요한 각종 산업분야 등에 사용되어질 수 있다.

ACKNOWLEDGMENTS

The research in this thesis was financially supported by the 2015 ABEEK(Accreditation Board for Engineering Education of Korea) program of Yeungnam University College

REFERENCES

- [1] Chun-Hung Cheng, Ying-Wen Bai, "Anti-Ghost Key Design for a Notebook Keyboard," *Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, Proceeding of the IEEE 28th*, pp.577-580, 2015.
- [2] Haimo Zhang, Yang Li, "GestKeyboard: enabling gesture-based interaction on ordinary physical keyboard", *CHI '14 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp.1675-1684, 2014.
- [3] Castro M, "Well-known serial buses for distributed control of backup power plants. RS-485 versus controller area network (CAN) solutions," *IECON 02 [Industrial Electronics Society, IEEE 2002 28th Annual Conference of the]*, vol. 3, pp.2381 - 2386, 2002.
- [4] Yunseop Kim, "Remote Sensing and Control of an Irrigation System Using a Distributed Wireless Sensor Network," *Instrumentation and Measurement, IEEE Transactions*, vol .57, no. 7 , pp.2381 - 2386, Jul. 2008.
- [5] Chun-Liang Hsu, Wei-Bin Wu, "The Practical Design of Constructing Data Transition Interface with ZigBee WSN and RS-485 Wired Interface –Example with Small-scaled Wind-power Electricity Generator System," *Journal of Software*, vol. 3, no. 8, pp.49-56, Nov. 2008.
- [6] Sang-Rae Lee, Jae-Duk Lee, "Design and Test of On-Board Flight Data Acquisition System Based on the RS485 Star Network," *Journal of The Korean Society for Aeronautical & Space Science*, vol. 3, no.7, pp.83-90, Sep. 2004.
- [7] Kim Jaewoo, Kim Keewoong, Kim Taeyol, Lim Hongjoon, Ryu Syehyung, Lee Suk, "Implementation of a time triggered communication protocol," *Proceedings of the International Conference on Control, Automation and Systems*, ICCAS2001, pp.1760-1763, 2001.
- [8] Eun-Ju Kim, Sung-Hak Go, Byung-Soo Lee, "The Design and Implementation of the Improved Multi-Seat System for 4-D Cinemas based on RS485 Network Topologies," *Journal of Korean Institute of Information Technology*, vol. 10, no. 8, pp.9-17, Aug. 2012.
- [9] Min-Liang Tan, Chern Ann Ng, *Anti-ghosting keyboard, US 8367947*, 2013.
- [10] Wen-Kuan Lin, *Portable keyboard, US 6756555* , 2004.



박주태(Ju-Tae Park)

1991년 영남대학교 전자공학과 공학박사.
1991년~현재 영남이공대학교 전자정보계열 교수
※관심분야 : 반도체 소자 및 반도체 센서



최득성(DuK-Sung Choi)

1995년 한국과학기술원 전기전자공학과 공학박사.
2010년~현재 영남이공대학교 전자정보계열 조교수
※관심분야 : 반도체 공정 및 소자



정승현(Seung-Hyun Jeong)

2009년 영남대학교 전자공학과 공학박사,
2014년~현재 영남이공대학교 전자정보계열 조교수
※관심분야 : 회로설계 및 제어공학