

논문 2003-12-1-06

CPLD를 이용한 침입자 방지용 보안 시스템 제작

손기환*, 최진호*, 권기룡*, 김응수*

Fabrication of Security System for Preventing an intruder Using a Complex Programmable Logic Device(CPLD)

Ki-Hwan Son*, Jin-Ho Choi*, Ki-Ryong Kwon*, Eung-Soo Kim*

요 약

외부 침입자가 있을 시 적외선 센서에서 외부 침입자를 감지하고, 외부인이 출입하기 위해서는 비밀번호를 사용하여야만 출입할 수 있는 보안시스템을 제작하였다. 구현된 시스템의 제어회로는 VHDL을 이용하여 실현하였다. 제작된 시스템은 여러조건아래에서 실험을 한 결과, 안정된 동작상태를 나타내었고, 출력은 LCD, LED, buzzer를 통하여 나타내었다. 기존의 다른 보안시스템에 비해 유지보수가 간단하고 기능 추가가 용이하도록 설계하였다.

Abstract

A security system consisted of an infrared sensor and PLD(Programmable Logic Device) was fabricated to prevent an intruder. The fabricated system detect the intruder using infrared sensor and has password key pad to permit someone to enter the house and office. The control circuit of the system is designed by VHDL(Very high speed integrated Hardware Description Language). The system was demonstrated in various conditions and the output signals were displayed in LCD, LED, buzzer and so on. This designed system in this paper has a advantage to supplement additional function with ease.

Key Words : Infrared Sensor, CPLD, Security System, PLD, VHDL

I. 서 론

오늘날 가정, 연구소, 산업 현장 등 여러 곳에서 보안 시스템이 요구되고 있고, 그 중요성도 점점 커져 여러 기관에서 이에 대한 연구를 수행하고 있다.

보안 인식기술로는 영상이나 온도를 감지하는 기술과 최근에는 보안성을 높이기 위해 지문과 홍채 인식 등을 이용한 생체 인식기술 등이 사용되고 있다. 이와 같은 방법으로 인식된 정보를 실시간으로 처리하여 경보를 울리거나 혹은 통신

망을 통해 원거리까지 정보를 전송하고 원거리에서 제어가 가능하도록 보안시스템을 구성하고 있다.^[1,2,3]

이러한 보안 시스템은 전력소비가 작아야하고, 설치가 간단해야 하며, 유지 보수가 쉬워야 한다. 만약 시스템의 크기가 크다면, 보안 시스템의 사용자 및 출입에 관계되는 사람에게 출입 자체에 제한이 되거나 다른 부수적인 설치물에 방해가 되므로 보안기기의 단점이 될 수 있다. 또, 침입자에게 보안장치 자체가 쉽게 노출된다는 문제가 있다. 그렇기 때문에 다양한 기능을 수행하면서 기기 자체의 부피는 작아야 한다.

따라서 본 연구에서는 MPU, CPU등은 사용하지 않고 ALTE-RA사의 CPLD(EPF10K10 TC 144-3)와 적외선 센서를 이용하여 소형이면서 성능이 우수한 출입 통제 보안 시스템을 개발

* 부산외국어대학교 컴퓨터전자공학부 (Division of Computer and Electronic Engineering, Pusan University Of Foreign Studies)
<접수일자 : 2002년 8월 13일>

하였다.

II. 설계 및 알고리즘

우선 입력장치로 불특정한 외부인의 무단 출입을 확인하기 위해 적외선 센서를 사용하였다. 그리고 외부인이 출입허가를 얻기 위한 수단으로 암호 키패드(16키)를 사용하였다. 출력장치로는 경고를 알리기 위한 부저와 출입을 허가하는 신호로 청색 LED, 출입 불허가 신호로 적색 LED를 사용하였다. 그리고 LCD를 이용하여 각 상태의 정보를 문자로 출력시켰다. 표 1은 각 입력에 대한 출력 상태를 나타낸 것이다.

위에서 소개된 기본적인 각 모드별 동작신호에 따라 각기 출력장치를 제어하여 문이 닫히거나 열리거나 하고, 또 일정 시간이 경과하면 시스템은 자동 reset 된다. 만약 출입허가를 받고 출입을 하게 되는 경우, 적외선 센서 입력부를 제어하는 동시에 허가 상태를 LED, LCD로 표시하게 된다. 그림 1은 전체 시스템의 구성을 나타내는 블록도이다.

표 1. 각 모드별 출력 상태.

Table 1. Output state of each mode.

Entry state	mode	Output state
No entry of outside, no sensor perception	00	LCD:'SECRET MODE' OUTPUT LED:RED BUZZER: NO OUTPUT
Permission confirming, error password input	01	LCD:'REENTER' OUTPUT LED:RED BUZZER: NO OUTPUT
Get Permission, entry permit	10	LCD:'OPENED' OUTPUT LED:GREEN BUZZER: NO OUTPUT
Enter without permission, perceive infiltration	11	LCD:'ENTER PASSWORD' OUTPUT LED:GREEN BUZZER: SIGNAL OUTPUT

그림 1에서 입력부는 적외선 센서 입력과 키패드 입력으로 구성되어 있다. 우선 적외선 센서 입력부에서 적외선 센서 4개를 사용하여 출입하

는 대상을 감지하며, 그림 2와 같이 외부의 출입 시에는 '0', 외부의 출입이 없을 때에는 '1'라는 논리적 신호로 검출된다. 위에서 얻어진 출력은 D flip-flop 과 inverter를 사용하여 신호를 재생성 하게 된다. D flip-flop에 1 kHz의 기준주파수를 인가하고 출입이 허가된 상황에서는 D flip-flop의 preset 단자에 신호를 인가하여 적외선 센서가 정상동작 한 것처럼 인식하게 만든다. 그리고 각 모듈로 이동하는 신호는 inverter를 통하여 반전되도록 하였다. 이것은 적외선 센서가 비정상적으로 동작되었을 때에도 부저를 통하여 출력을 보내 주기 위해서이다.

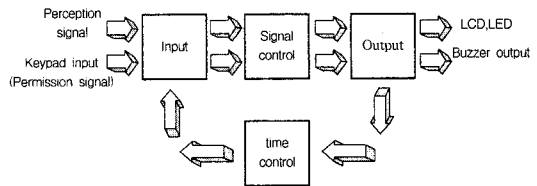


그림 1. 전체 시스템 동작 블록도.

Fig. 1. Block diagram of the system.

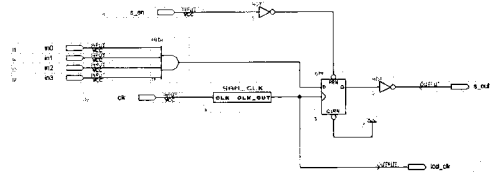


그림 2. 적외선센서 입력.

Fig. 2. Input signal of infrared sensor.

그림 3은 키패드 입력부 회로도이다. 동작은 키패드 입력을 받아서 STAT2에서는 출입하기 위한 입력신호가 설정된 비밀번호와 같을 시에는 출입허가신호(admission signal), 입력이 비밀번호와 틀렸을 때 출입 불허가신호(nonadmission signal), 현재 키 입력 상태 신호(Y[2..0])의 4단계의 통과 과정을 거쳐 출력으로 나오게 된다. STAT2에서는 키 선택 신호를 입력받아 최종 출력신호로 보내기 위해 상태를 Mealy- Machine 방식을 이용하여 최종상태로 이동하게 하였다.^[4.5] 그리고 현재 키 입력 상태를 표시하기 위해 출입허가를 위한 상태변화 신호 8개(a, b, c, d:출입허가를 위한 상태 신호, a1, b1, c1, d1:출입 불허가를 위한 상태 신호)를 OR gate를 이용하여 한 신호로 카운터 하여 LCD에 출력 데이터로 전송한다.

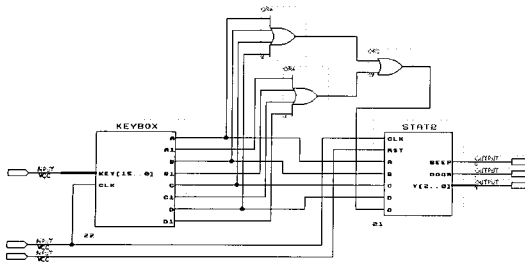


그림 3. 키패드 입력부.
Fig. 3. The part of keypad input.

그림 4에서는 신호 제어부를 나타내었다. 여기서 적외선 센서로부터의 출입감지신호와 키패드 입력에서 전송되어진 출입허가신호(admission signal), 출입 불허가신호(nonadmission signal)를 이용하여 표 1에서 나타낸 모드별 신호를 생성한다. 각 모드별 신호는 차후 소개될 LED, LCD 등의 출력 제어 신호로 사용하게 된다. 또한 청색 LED 출력으로 나오게 되는 신호는 출입 허가 신호와 동일하므로 적외선 센서를 출입 가능한 상태로 바꾸기 위한 제어 신호로 사용하게 된다. 또한 각 상태는 시간에 따라 변화 될 수 있으므로 1 kHz의 입력 주파수에 따라 현재 상태를 파악하여 모드전환을 하게 된다. 출입 환경이 최소 1초 이상 걸리는 것을 감안하면 1초에 1000회를 감지함으로 충분한 감지 효과를 가져 올 수 있다고 판단된다.

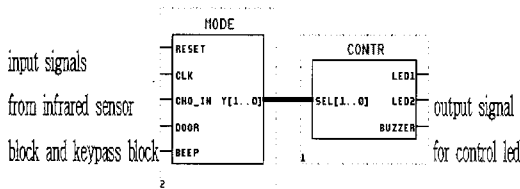


그림 4. 신호 제어부.
Fig. 4. The part of signal control.

그림 5은 auto reset을 위한 시간 제어부이다. 각 모드신호는 단일 신호로 인가되는 것이 아니기 때문에 reset이 필요한 모드에 따라 단일 신호로 만들어야 한다. 그 이유는 VHDL code에서 단일 신호로 신호 처리를 할 수 있게 되는 것뿐만 아니라 각 상황을 쉽게 분리해서 처리 할 수 있기 때문이다. 이 기능을 수행하는 블록이 그림 5에서 RE1 블록이다. 여기서 발생된 신호는 일정한 리셋타입이 지난 후 리셋을 하기 위한 HZ_NEW, HZ_NEW1 신호를 발생시킨

다. 이 블록은 카운터를 수행하게 되는데 사용되는 카운터 블록의 거대화를 막기 위하여 인가 주파수를 1Hz의 낮은 주파수로 채택하였다. 두 카운터 블록은 같은 리셋신호를 발생시키기 위한 것이므로 동시에 신호가 발생하는 경우의 수가 없으므로 OR-gate를 이용하여 공통신호로 처리하였다.

출력부는 부저, LCD, LED로 이루어져 있으며, 각 동작은 표 1과 같다. 부저는 기기의 복잡성을 줄이기 위해 DC 전원에 동작하는 것을 사용하였다. 사용전원은 5.06V이므로 ALTERA CPLD 에서 나오는 출력전원 (4.8V~5.1V)에 직접 연결하여 사용하였다. LCD 출력부는 모두 두 블록으로 이루어져 있다. 그림 4에 나타낸 신호 제어부에 인가되는 모드신호와 그림 3의 키패드 입력부에서 인가되는 키입력 상태신호를 받아서 LCD에 선택적 신호를 나타내고, 동작필요 신호를 생성하는 블록과 각 출력문자에 대하여 8 bit의 데이터로 각 입력신호에 따라 출력데이터로 전송하는 블록이다.

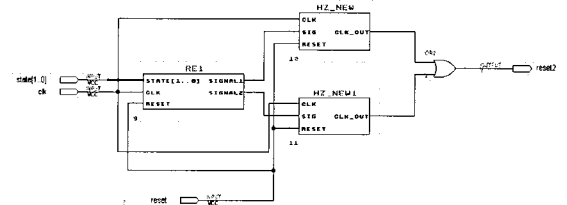


그림 5. 시간 제어부.
Fig. 5. The part of time control.

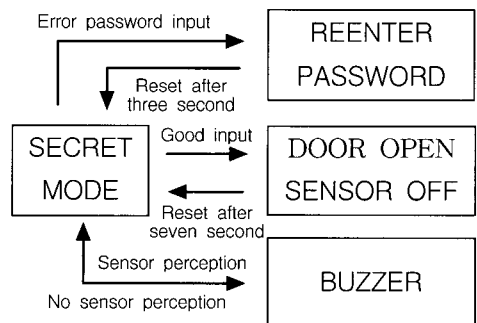


그림 6. 전체 동작 상태도.
Fig. 6. The operation state of system.

그림 6은 위에서 설명한 설계방식에 따라 동작하게 되는 상태도를 나타내고 있다. 전체 시스

템은 보통의 제어시스템설계 방식을 따르고 있다. 즉 입력부, 제어부, 출력부로 나누어지고, 보안시스템에서는 시간제어가 필요하기 때문에 feedback signal로 reset signal을 인가하는 알고리즘을 사용하였다.

III. 하드웨어 구현 및 성능 검증

본 연구에서는 그림 7에서와 같은 흐름도에 따라 ALTERA사의 CPLD를 이용하여 prototype으로 제작하여 그 성능을 검증하였다. II장에서 정의된 각 블록의 아키텍처 레벨 회로도들 VHDL로 기술하여 VHDL 시뮬레이터로 그 모델을 검증하고 결과를 확인하였다.

이와 같은 simulation을 통하여 결과를 확인하고 하드웨어 검증을 위하여 CPLD로 구현을 하였고, VHDL 논리 합성기를 이용하여 논리 회로도들을 생성하였다.

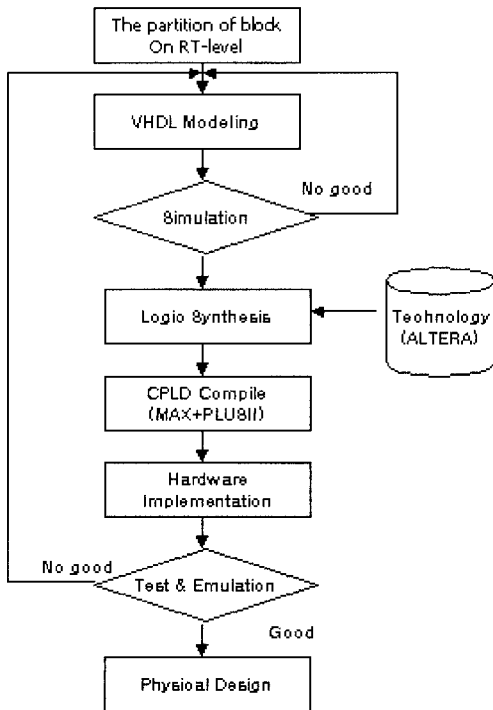


그림 7. SECURITY SYSTEM 설계 흐름도.
Fig. 7. The design flowchart of security system.

CPLD는 ALTERA CPLD(EPF10K10TC 144-3) 1개를 사용하였고, MAX+PLUS II에 의한 배치와 배선을 수행하였다. 이와 같은 과정

에 따라 MAX+PLUS II에서 출력되는 셀 사용 정보에 의하면 56%의 셀을 사용하였다.

한편 위와 같은 TOP-DOWN 설계 방법론에 따라 구현된 CPLD의 기능과 성능을 확인하기 위하여 PLD 회로를 구성·제작하여 실제 출력을 oscilloscope를 이용하여 출력파형을 확인하였고, LED, LCD등의 출력장치를 이용하여 출력결과를 확인하였다. 출입 감지용으로 사용한 센서는 적외선 수·발광 다이오드(SIR-34TS 3F,RPT- 34PB3F)이다. 동작 전류 50mA에서 발광 다이오드의 Wide radiation angle 이 27° 이기 때문에 감지 성능 향상을 위해 수광 다이오드의 상하좌우간의 센서간격을 표 2와 같이 조절하였다.

표 2. 각 수광 센서간 유지거리.

Table 2. The distance between photo detectors.

The distance between photo detector and luminous organ (unit : cm)	The distance between photo detectors (unit : cm)
13.5(top and bottom)	5.48
7.5(right and left)	3.6

적외선 센서는 원거리용으로 사용할 경우 많은 제약이 따르지만, 근거리에서는 직진성이 좋고 high sensitivity를 가지기 때문에 보안 시스템에 적합하다고 할 수 있다. 단 형광등 및 자연광에서 존재하는 유사 파장의 신호를 제거하고 적외선센서의 신호만 수신하기 위해서는 필터를 사용하여야 한다. 본 연구에서는 밝은 환경에서 실험을 수행하였지만 외부신호에 의한 잡음의 영향은 없었다.

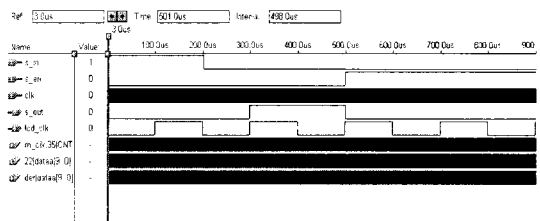


그림 8. 센서 입력부의 시뮬레이션.
Fig. 8. The simulation of sensor input.

그림 8은 센서의 입력(s_in)을 200μs지점에서 인가하였을 때 300μs에서 부저신호(s_out)가 발생하고 있다. 500μs에서 센서의 입력을 high

인 논리적 신호로 받기 위하여 preset조절 단자에 high 신호를 인가함으로써 부저신호가 소거됨을 볼 수 있다. 이러한 제어를 통해 출입이 허가된 상태 (모드 '10')에서는 부저에 신호가 인가되어 부저가 울리는 것을 방지 할 수 있다. 그리고 1MHz의 클럭 입력을 받는 LCD를 제어하기 위해 비교적 낮은 1kHz의 신호(lcd_clk)가 동시에 발생되게 하였다.

그림 9는 키패드의 입력신호가 미리 설정해 둔 비밀번호와 같으면 허가신호를 발생하고, 입력신호가 비밀번호와 다른 경우에는 불허가신호를 발생하게 됨을 알 수 있다. 키입력신호(key[15..0])에서 비밀번호와 다른 입력신호를 차례대로 인가하면 380 μ s에서 불허가 신호가 발생되어 부저가 울리고, 비밀번호와 같은 입력신호를 인가하였을 때 800 μ s에서 허가 신호가 발생하여 출입이 가능하게 된다. device 문제로 glitch가 발생하지만 키패드 입력부인 그림 3에서 클럭주파수에 동기를 맞추어 동작하기 때문에 오류신호발생 빈도가 현저히 낮아지고 문제가 되지 않음을 확인하였다. 그리고 출입하기 위해 현재 입력된 입력신호의 개수를 파악하기 위해 신호(y[2..0])를 카운트하여 LCD에 나타내기 위한 신호를 발생시킨다. 이 신호는 실제회로에서 키입력 상태를 숫자가 아닌 임의의 기호로 LCD 화면에 나타나게된다.

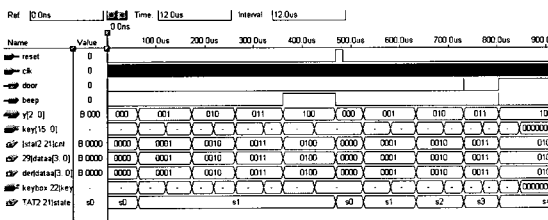


그림 9. 키패드 입력부의 시뮬레이션.
Fig. 9. The simulation of keypad input.

그림 10은 시간 제어부를 시뮬레이션 한 결과이다. 클럭 입력신호(CLK)와 모드신호가 인가됨에 따라 다른 클럭 신호가 발생하게 되는데 17 μ s에서 관측되는 모드'10'의 신호는 모드 '01'에서의 클럭신호와 주기가 다름을 알 수 있다. 그렇기 때문에 모드 '01'과 '10'에서의 reset을 시키게 되는 시간은 다르게 된다. 즉 비밀번호와 다른 신호를 입력했을 경우에는 3초후에 reset이 되고 출입문도 열리지 않게 되고, 비밀번호와 같은 신호를 입력했을 경우에는 7초후에

reset 이 되므로 출입할 수 있는 충분한 시간이 주어진다. 이 신호는 모든 블럭의 auto reset 신호로 쓰이게 되고, 시간 제어부에서도 reset신호로 쓰이게 되기 때문에 그 다음의 high 신호로 발생되지는 않는다. 또 다른 블럭의 리셋신호로 충분히 인가되어야 할 필요가 있기 때문에, 한 버퍼에서 처리되는 시간을 감안하여 자신의 블럭은 버퍼를 통하여 최소 10 ns의 시간 delay를 발생시켰다.

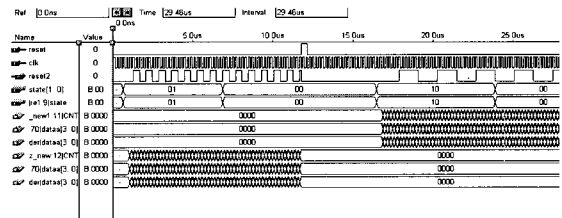


그림 10. 시간 제어부의 시뮬레이션.
Fig. 10. The simulation of time control.

그림 11에서는 신호 제어부 모드신호와 관련된 각 입력신호(출입허가신호, 출입 불허가 신호, 센서 입력신호)에 따라 모드신호(00,01,10, 11)가 발생하는 것을 알 수 있다. reset 신호에 따라 각 모드는 00으로 돌아가지만, 각 입력신호(출입허가신호, 출입 불허가 신호, 센서 입력신호)의 인가시간에 따라 모드가 유지되는 특성이 있기 때문에 출입허가신호, 출입 불허가 신호는 별도의 reset 신호가 있을 때까지 유지 시켜줄 필요가 있다.

위와 같은 검증과정을 통하여 동작상황을 확인 한 후에 실제 보안시스템을 제작하여 실험하였다. 센서부를 구현 할 때는 출입문 안쪽에 센서를 설치함으로써 실제 출입자에 한해서 센서 신호를 감지할 수 있게 하였고, 우측에는 현재상태를 표시하기 위한 LCD와 LED를 설치하였다. 입력장치로서는 키패드를 사용하였고 암호는 4자리 수로 되도록 하였다. 그리고 허용되지 않은 출입을 경고하기 위해 내부적으로 부저를 부착하였다.

그림 12는 각 모드 동작에 따른 LCD 상의 출력 결과를 나타낸 것이다. 그림 12 (a)의 위에서부터 '00', '11', '01', '10' 모드의 상태의 출력을 나타내고 있고, 그림 12 (b)에서는 외부인에 의한 입력신호가 비밀번호와 같을 경우에는 출입이 허가된 청색 LED가 켜지게 되고 (위), 외부인에 의한 입력신호가 비밀번호와 다른 경우

에는 출력이 허가되지 않은 출입불허가 모드와 '00', '11' 모드에는 적색 LED가 켜지게 된다(아래).

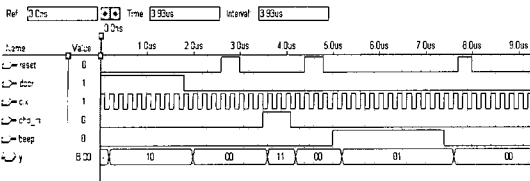


그림 11. 신호 제어부의 시뮬레이션.
Fig. 11. The simulation of signal control.

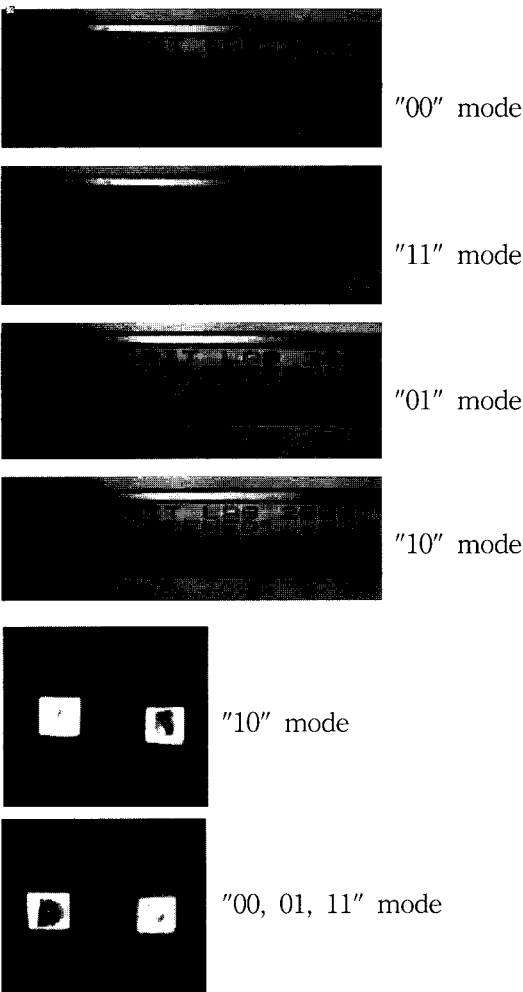


그림 12. 각 입력상태에 따른 실제 동작.
Fig. 12. The operation of system according to each input states.

IV. 결 론

정보화 시대에서 보안 시스템의 필요성과 중요성은 점점 증가하고 있다. 그러므로 보안 시스템 성능은 고성능, 다기능화가 요구되고, 동시에 소형화, 경량화를 추구하여야 한다. 본 연구에서는 보안 시스템을 적외선 센서와 CPLD를 이용하여 설계함으로써 LOGIC DEVICE를 CPLD 1개로 집적화 하였다. 보안에 필요한 디지털 부호를 RTL 레벨의 VHDL로 설계하고 ALTERA 사의 CPLD (EPF10K10TC 144-3)칩에 구현하여 그 기능을 PC와 각종 인터페이스를 이용하여 신호를 관찰하고, 출력장치에 DISPLAY하여 그 기능을 검증하였다. 설계된 시스템은 56%의 LOGIC CELLS를 이용하였다.

따라서 본 연구에서 구현한 시스템은 보안 시스템의 각종 출입 환경에 적합하게 응용 가능하며, 센서 입력부를 제외한 대부분의 동작이 디지털 방식으로 구현되어 PC 등과 연계하여 시스템을 구축할 수 있으며, 출입자를 직접확인 할 수 있는 CCD 카메라 등의 설치도 용이하도록 설계하였다. 그리고 앞으로는 출입감지와 더불어 출입문의 개폐 및 원격 제어가 되도록 시스템 성능을 향상시키고자 한다.

“이 논문은 2003년도 Brain Busan 21사업에 의하여 지원되었음.”

참 고 문 헌

- [1] 한종욱, 김은수, “지문 인식용 보안 시스템에서의 데이터 보호 방법” 한국통신학회 추계종합학술발표회논문집, pp.1008-1011 1226-47 25, 1996.
- [2] 구명환, “음성인식기술의 현황과 전망” 전자공학회지 v.20, no.5, pp.41-50, 1993, 05.
- [3] 심주걸, 박춘식, 원동호, “ 디지털 이동통신 시스템에 적합한 그룹 공유키 경신 방식”, 한국통신정보보호학회 논문지, VOL. 10, NO.3, pp.69-76
- [4] 박세현 “VHDL 기본과 활용” 그린출판사 v1 pp.193 pp. 258 - 283 1998,10.

- [5] 강진구 이대영 송재철 공역 "VHDL을 이용한 디지털시스템 설계" 사이텍미디어 v1 pp.16 - 21, 2000.7.

 著 者 紹 介

**손기환**

1978. 10. 6 생
 현재 부산외국어대학교 컴퓨터
 전자공학부 재학중
 주관심 분야 : 광센서, VLSI
 설계

**권기룡**

1986년 2월 경북대학교 전
 자공학과 졸업(공학사)
 1990년 2월 경북대학교 대
 학원 전자공학과 졸업(공학
 석사)
 1994년 8월 경북대학교 대

학원 전자공학과 졸업(공학박사)
 2000년 7월 ~ 2001년 8월 Univ. of Min-
 nesota, Post-Doc. 과정
 1996년 3월 ~ 현재 부산외국어대학교 컴퓨터전
 자공학부 부교수
 2002년 ~ 현재 한국멀티미디어학회 총무이사
 주관심 분야 : 멀티미디어 정보보호, 멀티미디어
 통신

**최진호**

1985년 부산대학교 전자공
 학과 졸업
 1987년 한국과학기술원 전
 기 및 전자공학과 졸업(공학
 석사)
 1992년 한국과학기술원 전

기 및 전자공학과 졸업(공학박사)
 1992년 ~ 1996년 현대전자 근무
 1996년 ~ 1998년 부산외국어대학교 컴퓨터전
 자공학부 전임강사
 1998년 ~ 2002년 부산외국어대학교 컴퓨터전
 자공학부 조교수
 2002년 ~ 현재 부산외국어대학교 컴퓨터전자공
 학부 부교수
 주관심 분야 : VLSI 설계

김응수

1990년 2월 경북대학교 전자공학과(공학사)
 1992년 2월 경북대학교 전자공학과(공학석사)
 1996년 3월 일본 게이오 대학원 물질과학과(공
 학박사)
 1996년 3월 ~ 1997년 3월 LG 반도체 주식
 회사 ULSI 연구소 선임 연구원.
 1997년 3월 ~ 현재 부산외국어대학교 컴퓨터전
 자공학부 조교수.
 주관심 분야 : 광센서, 비선형광학, 광집적회로