

Skill-Portfolio

대표 기술
F/W 프로그래밍

개인 정보
성명 :
생년월일 :
연락처 :
E-mail :

최종 학력사항
재학기간
학교명 및 전공

교육 이수사항
교육명
내용
교육기관
산업 IoT 전자부품개발자
F/W 프로그래밍 - ARM/AVR 프로그래밍, C/C# 프로그래밍, Linux 프로그래밍, Analog 회로설계, 제작
대한상공회의소 서울기술교육센터

자격 사항
자격증명
취득일
시행기관
운전면허 보통 1종
2016. 06
서울지방경찰청
토익 850점
2018. 11
ETS(한국TOEIC위원회)

전문설계 소프트웨어 능력
언어(들)
활용능력
C 언어
C 언어 기반 programing 가능
Cadence Virtuoso
Schematic, Simulation, Layout, DRC, LVS
C #
Window_Form 기반 개발 가능
OrCAD
Analog 회로설계, Simulation 가능
AVR(Atmel Studio 7)
C 언어 기반 Interrupt, I2C, UART, SPI 등 기능 활용,
ARM(CubeIDE)
각종 센서 및 디바이스를 활용한 프로젝트 수행

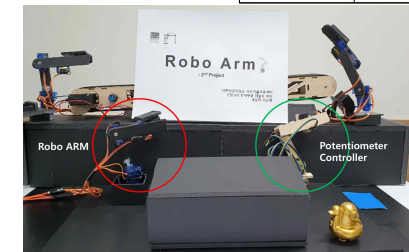
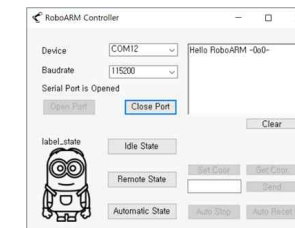
프로젝트 수행사항
번호
프로젝트명
프로젝트 내용
수행기관
1
Smart Robo Arm
ARM기반 스마트 물류 로봇팔 제작 (Inverse Kinematic 적용)
대한상공회의소 서울기술교육센터
2
Analog 초음파 거리 측정기
아날로그 발진기, 증폭기, 검파회로, 필터 회로로 구성된 초음파센서 거리 측정기
대한상공회의소 서울기술교육센터
3
This is 시계 DA
ARM 기반 Digital Analog 시계 제작 (초음파 거리측정 기능)
대한상공회의소 서울기술교육센터
4
Smart Parade Car
AVR기반 장애물 회피 Parade Car 제작 (블루투스 Controller 제어)
대한상공회의소 서울기술교육센터
5
Digital Door Lock
키패드와 RFID를 이용해 출입을 허용, 제한하는 Digital DoorLock 제작
대한상공회의소 서울기술교육센터
6
Full Chip Design
시스템 반도체 Full Custom IC 설계
대한상공회의소 서울기술교육센터

프로젝트 기술서

작성자

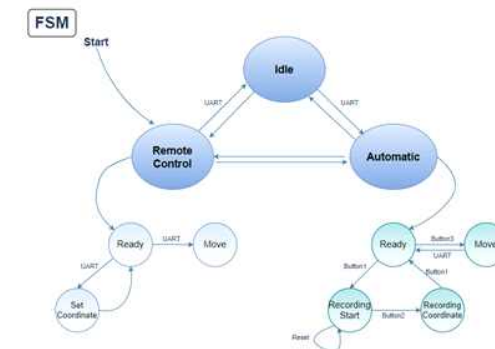
1
프로젝트명 : Smart Robo ARM
수행기간
담당역할
1. Robo ARM S/W 구조 설계 및 구현 2. Robo ARM H/W 설계 및 제작 3. 프로젝트 결과 발표
수행목표
스마트 물류 시스템의 작업효율의 증대, Untact 시대에 맞는 의료(진료, 수술) 서비스, 위험물 제거 등 산업 전반에 걸쳐 사용되는 로봇팔과 그 시스템의 구현
사용 기술
1. 개발 툴 : CubeIDE, Visual Studio, ComportMaster 2. 개발 보드 : ARM (STM32F429ZI) 3. 사용 기술 : PWM(Servo Motor), ADC(Potentiometer, Photoregistor), freeRTOS 4. 적용 이론 : Inverse Kinematics

세부수행내용
1. 개요
(1) 목적 - 물류시스템, 의료 서비스등에 활용되는 로봇팔과 시스템 구현
(2) 동작영상 https://youtu.be/d-3dy-2mhlA 발표영상 https://youtu.be/I9wj7XtwFrO
Youtube 동작영상
Youtube 발표영상



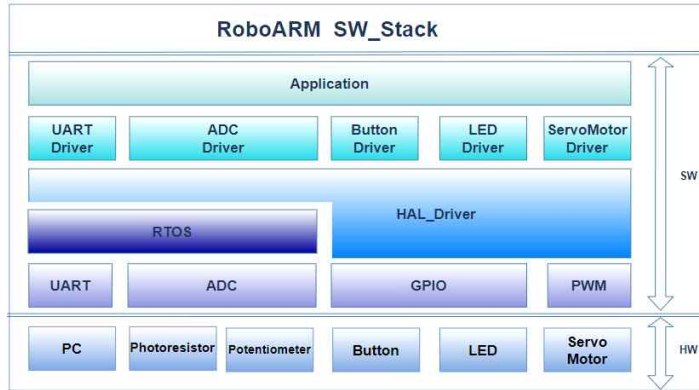
- C# (WinForm)으로 구성된 Controller로 제어
- Inverse Kinematics 적용으로 좌표찍기 가능
- 가변저항 Controller를 통한 동작 녹화, 반복 기능

- 2. 시스템, 구성요소
- (1) 상태머신 블록다이어그램

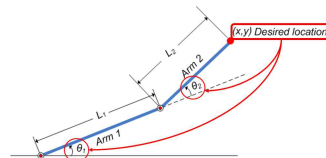
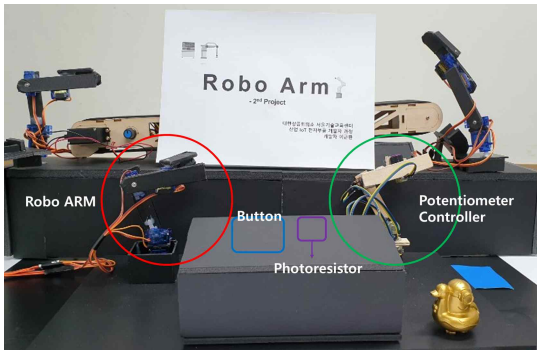


세부수행내용

(2) SW Stack



(3) 기능 및 외형



① Remote Control Mode

- Inverse Kinematics 이론을 적용
Servo Motor의 각도를 입력하는 것이 아닌 원하는 좌표를 입력하면 각도를 계산해서 원하는 위치로 이동

→ 편의기능

- HW 변경에도 SW를 사용할 수 있도록 C# Controller를 통해 실시간으로 로봇팔의 길이 변경 가능

② Automatic Mode

- 가변저항 Controller와 로봇팔이 같은 동작을 하며, Button을 통해 해당 위치를 순차적으로 기억, 반복하는 Mode
- 편의기능

- 녹화 중 Reset 가능, 저장할 최대 Step(위치)의 수 변경 가능

③ 추가 기능

- 각 Mode에서 Servo Motor의 속도 조절을 위해 이전 위치를 저장
- ADC의 Noise 제거를 위해 2개의 Filter를 적용
Moving Average Filter 와 \div , \times 를 이용한 Filter

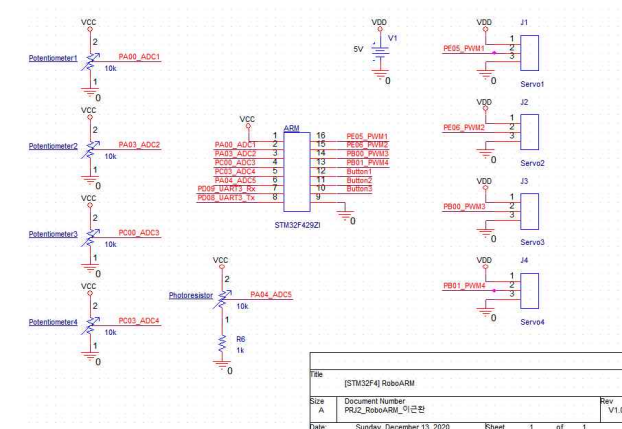
세부수행내용

3. HW 구성

(1) 부품 리스트

Smart Robo ARM		
Parts List	EA	Function
STM32F429ZI	1	Microcontroller
Servo Motor	4	Robot Arm Joint
Potentiometer	4	Controller
Photoresistor	1	Start Condition
Button	3	Start, Finish Recording Record Position Start Repeating

(2) 회로 구성



4. 개선 적용사항

(1) Servomotor Control

- Torque → Hardware의 무게 감소
- RTOS → Servo Motor 개별 동작
- 정밀도 → 각도, CCR 간 변환 2차 방정식 사용
- 동작 → 위치를 저장해 속도를 조절

(2) ADC Noise

- Double Filter 활용 → Moving Average Filter + 추가 Filtering
- Filter 통과 전 각도로 변환 후 Filter 적용

5. 차후 개선사항

(1) Servo Motor Control

- Torque → Servo Motor 변경 (SG90 → MG995)
- RTOS 적용 → 동시 동작
- PID 이론 적용

(2) System

- System 전체 구성

6. 느낀 점

- (1) 하드웨어가 정확한 동작을 못하면 모든 부분이 의심스러움
→ SW의 구성과 HW의 구조가 맞지 않으면 원활한 동작이 어려움
- (2) 움직이는 물체 → Prototype을 빠르게 만들어 Try & Error
- (3) 관련 이론 → 수학적인 공부를 통해 프로그래밍으로 구현

프로젝트 기술서

작 성 자

2	프로젝트명 : This is 시계 DA
수행기간	
담당역할	1. This is 시계 DA S/W 구조 설계 및 구현 2. 프로젝트 결과 발표
수행목표	DS3231을 이용해 받아온 시간을 LCD와 FND시계에 표시하고 Step Motor를 이용한 Analog 시계에 표시 초음파 센서로 거리를 측정하여 LCD 와 Step Motor를 이용해 표기
사용 기술	1. 개발 툴 : CubeIDE, ComportMaster 2. 개발 보드 : ARM (STM32F429ZI) 3. 사용 기술 : I2C(DS3231, CLCD), Interrupt(Step Motor 구동)

세부수행내용

1. 개요



- (1) 목적 - FND와 Step Motor를 이용한 Digital & Analog 시계 구현
(2) 동작 영상 <https://youtu.be/MAAtWLCei1k>
발표 영상 <https://youtu.be/GFe4EsfpDE>

Youtube
동작영상→



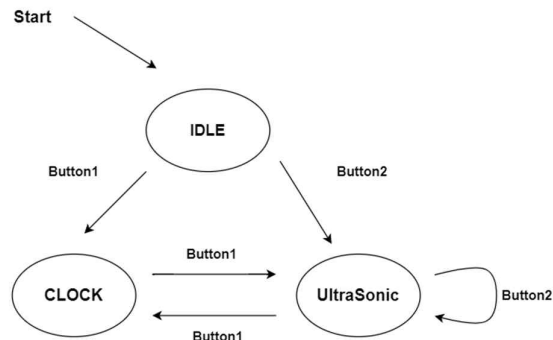
Youtube
발표영상→



- (3) 소개
→ Step Motor를 사용해 시, 분, 초 표시하는 Analog 시계 기능
→ FND를 이용해 시, 분, 초, ms 까지 표현한 Digital 시계 기능
→ 초음파 센서를 이용한 거리 측정 및 Step Motor로 100, 10, 1cm 단위 표현

2. 시스템, 구성요소

(1) 상태머신 블록다이어그램

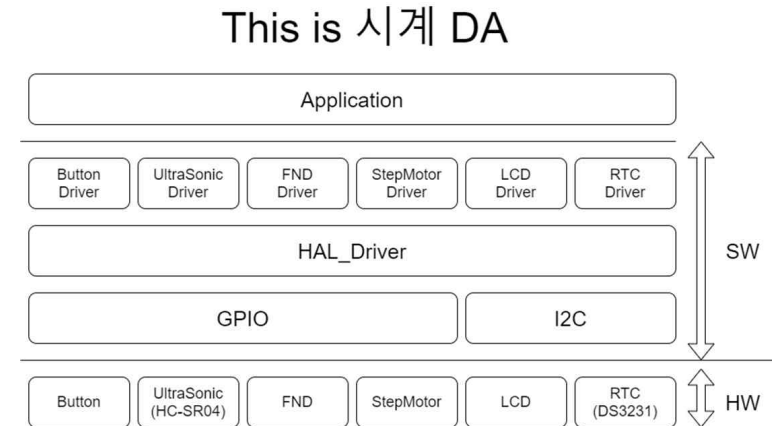


2

프로젝트명 : This is 시계 DA

세부수행내용

(2) SW Stack



(3) 기능 및 외형소개



- Clock Mode**
DS3231에서 받아온 시간을 FND, LCD에 표시해 디지털 시계를 구현
동시에 Step Motor 3개를 사용해 시, 분, 초를 표시해 Analog 시계를 구현
- Ultra Sonic Mode**
Step Motor의 회전으로 각 바늘들은 0에 해당하는 위치로 모두 정렬
Ultrasonic Sensor를 이용해 거리를 측정, LCD 표기하고
3개의 Step Motor를 100, 10, 1의 자리로 나누어 각 바늘들이 거리를 표현
- 추가 기능**
Button을 이용해 mode 전환
Step Motor 구동 시
Ultra Sonic Mode에서 Clock Mode로 전환 시 Step Motor들이 시계방향으로 회전,
시, 분, 초에 맞는 위치로 이동

세부수행내용

3. HW 구성

부품 리스트

This is 시계 DA		
Parts List	EA	Function
STM32F429ZI	1	Microcontroller
Step Motor	3	Display Time & Distance
Step Motor Driver	3	Motor Drive
FND (4자리)	2	Display Time
LCD	1	Display Mode, Time, Distance
Limit Switch	3	Check Start Position
Ultra Sonic Sensor(HC-SR04)	3	Measure Distance
Button	3	Chage Mode Measure Distance

4. 차후 개선사항

(1) 영점 조정

limit switch를 사용했지만, 하드웨어적으로 정확한 동작을 구현하기 힘들
→ Photo Interrupter 를 사용

(2) 전원

전원이 불안정해서 한 번 동작에 문제가 생기면 모든 기능이 원활하지 못함
→ DS3231의 영향으로 예상, DS3231의 전원을 분리하면 안정성이 향상될 것으로 예상

5. 느낀 점

(1) 팀 프로젝트 → 최초 프로젝트 진행 시 정확한 역할 분담이 되지 않으면

원활한 프로젝트 진행이 어려움

SW 작성 인원이 1명이 아닌 경우 사전 회의를 통해 PORT, 변수명, 함수명 등의 규칙을 정하는 것이 중요

(2) Step Motor 좌표 설정 → Step Motor 의 영점을 맞추지 못하면 좌표를 설정하지 못해 어려움

(3) 하드웨어의 구성 → limit switch의 정확한 동작을 위한 위치 설정이 쉽지 않았음

(4) 구체적인 설계의 중요성 → EXTI 의 PORT와 FND의 PORT에 대해 구체적으로 설계하지 않아 시행착오를 겪음

프로젝트 기술서

작성 자

수행기간

담당역할

Analog / Digital 하드웨어 분석 및 Bare PDB 기판 실장

수행목표

초음파 발진 및 수신부에서 받은 거리 값을 FND로 출력

사용 기술

1. NE555 Timer를 이용한 발진회로 설계
2. Op-Amp 증폭기 설계
3. 다이오드를 이용한 평활회로 설계
4. 슈미트-트리거 Not gate 사용

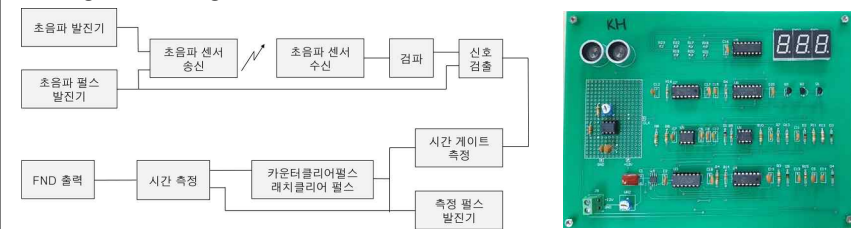
세부수행내용

1. 개요

(1) 목적 - 초음파 센서를 이용한 거리측정기 제작

(2) 소개 - 초음파를 송신, 수신해 그 시간을 거리로 계산해서 표현

(3) Signal Processing & 외형



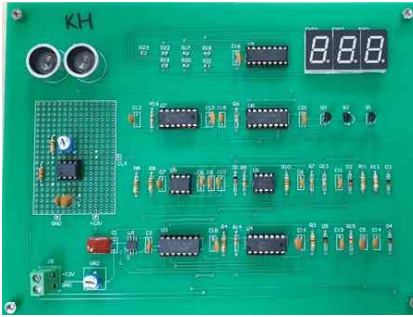
2. BOM (Bill Of Materials)

번호	재료명	규격(치수)	단위	수량	비고	번호	재료명	규격(치수)	단위	수량	비고
1	Chip IC	NE555(SMD TYPE)	개	1		26	세라믹콘덴서	0.01[μF]	개	3	
2	IC	NE555	개	1		27	세라믹콘덴서	0.001[μF]	개	4	
3	IC	4584	개	1		28	세라믹콘덴서	0.0047[μF]	개	1	
4	IC	4011	개	1		29	반고정저항	47[kΩ]	개	1	
5	IC	RC4558	개	1		30	반고정저항	10[kΩ]	개	1	
6	IC	LM358	개	1		31	TR	A1015	개	3	
7	IC	4069	개	1		32	FND	500	개	3	
8	IC	4553	개	1		33	조율자	SE-400ST160	개	1	
9	IC	4511	개	1		34	조율자	SE-400SR160	개	1	
10	IC소켓	8PIN(DIP)	개	3		35	Diode	155106	개	2	
11	IC소켓	14PIN(DIP)	개	3		36	Diode	1N4148	개	3	
12	IC소켓	16PIN(DIP)	개	2		37	컨덴터	누색단자(2P)	개	1	
13	저항	150[kΩ],1/4[W],1%	개	1		38	기판	Bear PCB	장	1	
14	저항	10[kΩ],1/4[W],1%	개	8							
15	저항	3[kΩ],1/4[W],1%	개	1							
16	저항	8.2[kΩ],1/4[W],1%	개	1							
17	저항	1[kΩ],1/4[W],1%	개	2							
18	저항	47[kΩ],1/4[W],1%	개	1							
19	저항	1[kΩ],1/4[W],1%	개	2							
21	CHIP 저항	SMD 330[Ω] (2012)	개	7							
22	마일러콘덴서	0.047[μF]	개	1							
23	세라믹콘덴서	680[μF]	개	1							
24	세라믹콘덴서	100[μF]	개	1							
25	세라믹콘덴서	0.1[μF]	개	9							

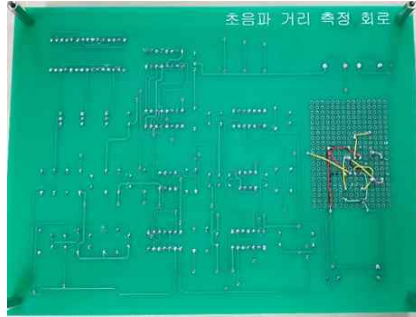
세부수행내용

3. 제작 결과

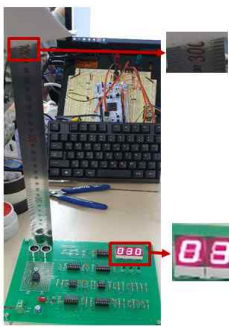
전면



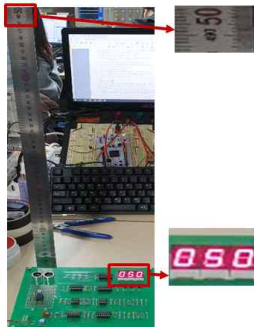
후면



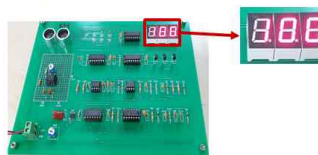
30cm



50cm



100cm



4. 개선한 사항

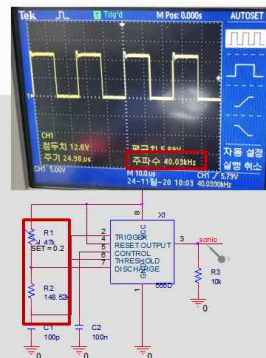
01 초음파 발진기 주파수 개선

	이론	개선 전	개선 후
주파수	40kHz	38.5kHz	40.03kHz
가변 저항	40kΩ	47kΩ	46.8kΩ
R_2	160kΩ	158.2kΩ	148.5kΩ

제시된 저항으로 회로 구성 시 40kHz 발생하지 않음
→ 저항 값 조정

개선 후 오차율

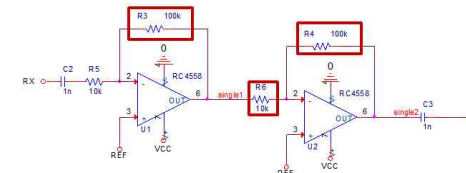
$$\rightarrow \text{오차율} = \frac{(40.03 - 40)}{40} \times 100 = 0.075\%$$



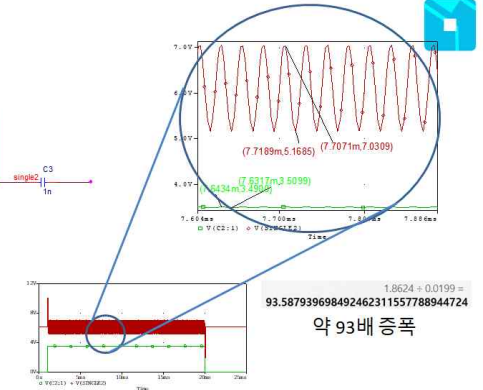
세부수행내용

02 초음파 수신 회로 - 증폭 비율 개선

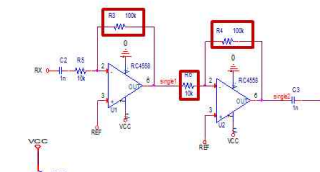
단단증폭기 (2-Stage-Amp)



	초안	개선
R_3	1MΩ	100kΩ
R_4	1kΩ	100kΩ
R_6	1kΩ	10kΩ
증폭	71배	93배

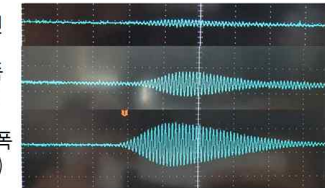


03 초음파 수신 회로 - 증폭 비율 개선

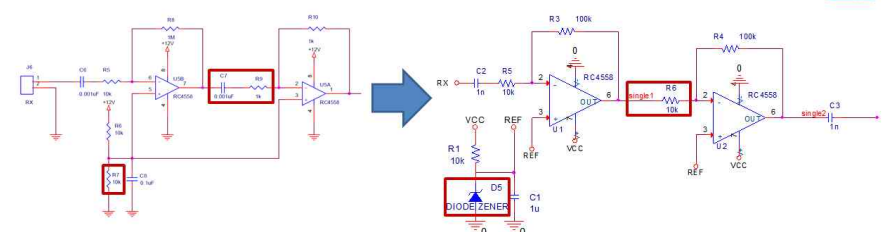


Reference Voltage 수정 필요
 $R : 47k\Omega \rightarrow 330k\Omega$
 $V_{ref} : 600mV \rightarrow 2.9V$

수신
10배 증폭
(14kHz)
100배 증폭
(139kHz)



03 초음파 수신 회로 - Cap & Resister



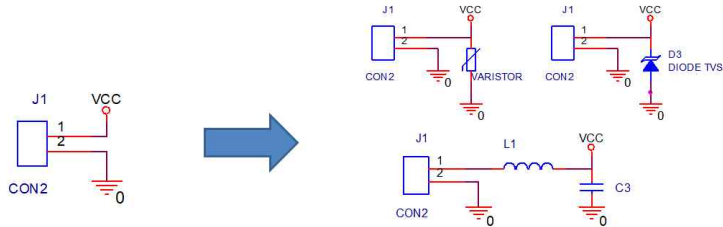
$R_7 \rightarrow$ Zener Diode
장점 : Ref Voltage 정밀도 향상
단점 : 가격 상승

$C_7 \rightarrow$ 제거
DC - Blocking 용도
Op-Amp 전위차(6V) 와 동일해서 필요 없음

세부수행내용

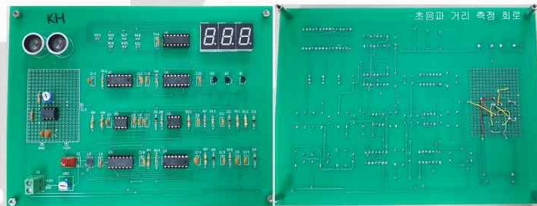
5. 개선 요구사항

01 ESD 방지대책



ESD 방지대책이 필요 → Varistor, TVS
Surge 전류, 전압 개선 → Inductor & Capacitor

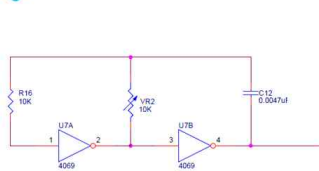
02 Power & GND



Power → Analog 와 Digital의 Power 분리 필요
Digital은 CLK를 사용해서 고주파 성분이 많음, Analog는 Noise에 약함

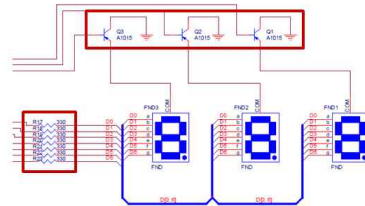
GND → PCB 기판에 Copper pour 필요
안정적인 전원 공급, Noise 제거

03 기타



측정 펄스 발진기 → Crystal Oscillator

펄스의 주파수 정밀도 향상



R 7개 → SMD type Array Resistor

PCB 실장 면적 감소

Base Resistor 필요

안정적인 I_B 제공

프로젝트 기술서

작성 자

4

프로젝트명 : Smart Parade Car

수행기간

담당역할

1. Smart Parade Car S/W 구조 설계 및 구현
2. Smart Parade Car H/W 설계 및 제작
3. 프로젝트 결과 발표

수행목표

블루투스 Controller를 통해 제어가 가능하고
초음파 센서로 장애물 회피기능이 탑재된 Smart Parade Car 제작

사용 기술

1. 개발 툴 : Atmel Studio 7, OrCAD, ComportMaster
2. 개발 보드 : AVR (ATmega128a)
3. 사용 기술 : Bluetooth(UART통신), PWM제어

세부수행내용

1. 개요



- (1) 목적 - 자율주행이 가능한 Parade Car 제작
- (2) PPT 발표 및 동작영상

<https://youtu.be/RBbBiOepKEc>

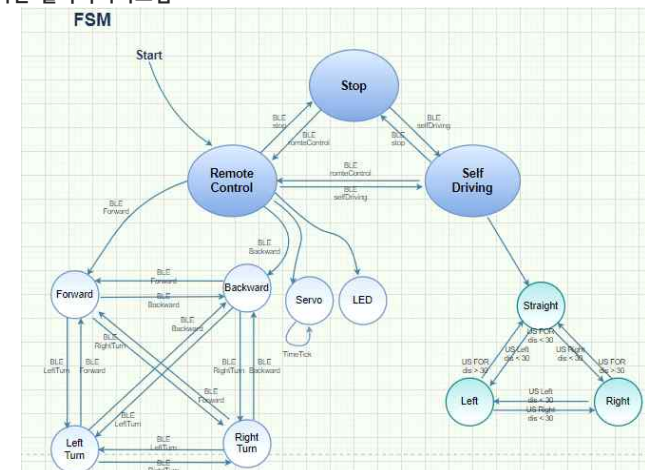
Youtube
동작영상 →



- (3) 소개 → Bluetooth Controller를 사용해 제어 (감속, 가속 가능)
→ 초음파 센서를 활용해 장애물 인지 시 회피 가능

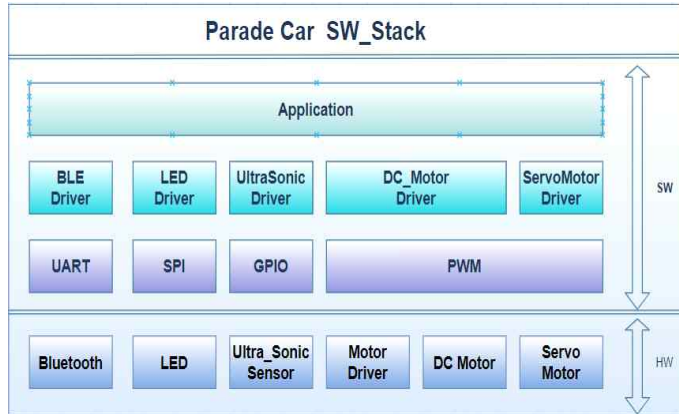
2. 시스템, 구성요소

- (1) 상태머신 블록다이어그램

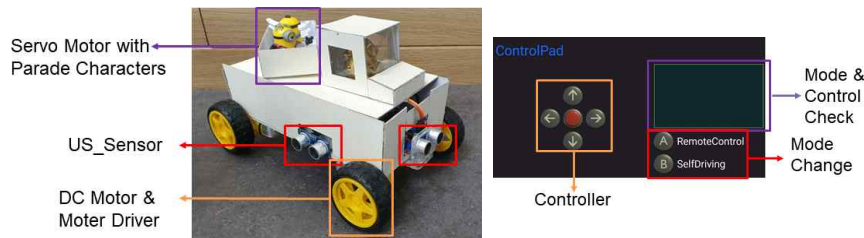


세부수행내용

(2) SW Stack



(3) 기능 및 외형 소개



① Remote Control State

Bluetooth 이용한 Controller로 Parade Car 제어가능
 → 자연스러운 구동을 구현하기 위해 어떤 동작에서든
 전진, 후진버튼으로 속도를 감속, 가속할 수 있게 구성
 → Motor Driver를 사용해 전진, 후진 구동

② Self Driving State

초음파센서를 이용해 장애물이 인지되는 경우 방향을 전환하도록 구성
 → 전방의 초음파 센서에서 장애물이 인식된 경우 좌, 우의 초음파 센서 작동,
 공간이 더 넓은 방향으로 회전

③ 추가 기능

Bluetooth 명령으로 Mode 전환

Parade Car의 구성을 위해 Servo Motor로 모형들이 움직이도록 구성

Shift Register 이용(SPI 통신 활용) 회전 시 LED Bar에서 회전방향으로 LED가 On/Off 구동

세부수행내용

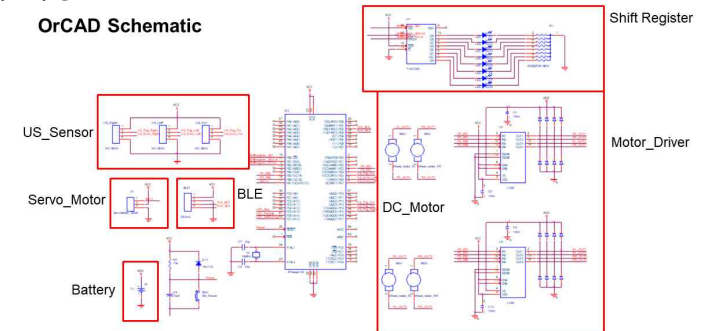
3. HW 구성

(1) 부품 리스트

Smart Parade Car		
Parts List	EA	Function
ATmega128a	1	Microcontroller
DC Motor & Wheel	4	Wheel
Motor Driver (LN298)	2	PWM Change Direction
Servo Motor (SG90)	1	Rotate the Minions
Bluetooth Module (HC-06)	1	Control car
Shift Register (74HC595)	1	LED On/Off
LED Bar	1	LED On/Off
Ultra Sonic Sensor (HC-SR04)	3	Check Obstacles

(2) 회로 구성

OrCAD Schematic



4. 개선사항

(1) 장애물 회피 알고리즘과 초음파 센서

초음파 센서의 특성 상 음파의 굴절이 일어나 잘못된 인식이 발생하거나 인식하는 물체가
 흡음을 하는 경우, 인식률이 현저히 떨어짐
 → 적외선 센서를 활용하거나 초음파 센서의 수를 늘리는 것이 보다 세밀하게
 장애물을 인식할 수 있음

(2) Parade Car의 연출을 위해 스마트폰에서 배경음악을 재생시킴

→ MP3 Module을 활용해 차량 자체에서 음악을 재생한다면 스마트폰을 대체할 수 있음

5. 느낀 점

(1) Timer / Counter

8bit, 16bit의 Timer/Counter를 혼용해서 DC Motor를 구동해 속도 조절이 쉽지 않았음
 → 16bit로 통일하게 사용하면 속도 조절도 쉽고, 8bit에 비해 더 세밀한 조절이 가능

(2) 방향성 확보

같은 종류의 DC Motor와 Wheel을 사용해도 회전 속도가 다른 경우 발생

→ HW 적으로 가능한 비슷한 기어를 사용하고, SW 적으로 각각 다른 OCR값을 적용해
 속도를 맞춤

프로젝트 기술서

작 성 자

5

프로젝트명 : Digital DoorLock

수행기간

담당역할

1. DoorLock S/W 구조 설계 및 구현
2. DoorLock H/W 설계 및 제작

수행목표

키패드와 RFID를 이용해 출입을 허용, 제한, Digital DoorLock 제작

사용 기술

1. 개발 툴 : Atmel Studio 7, ComportMaster, OrCAD
2. 개발 보드 : AVR (ATmega128a)
3. 사용 기술 : I2C(CLCD), UART통신, SPI(RFID), PWM제어(Servo Motor)

세부수행내용

1. 개요



- (1) 목적 - 8Bit MCU ATmega128a를 이용한 Digital DoorLock 제작
- (2) 동작영상 - <https://youtu.be/6F0Fh5TzxKo>

Youtube
동작영상→

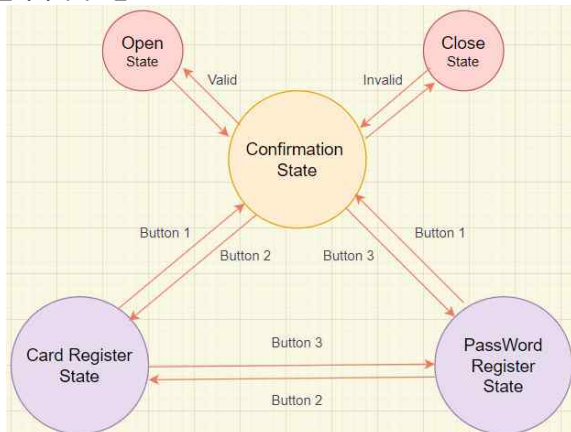


(3) 소개

- Password(Keypad로 입력) 와 Card(RFID)를 인식해 출입 여부 결정
- LCD에 각 Mode 및 안내 문구 표시
- Buzzer를 이용해 각 상황에 맞는 소리 표현

2. 시스템, 구성요소

(1) 상태머신 블록다이어그램

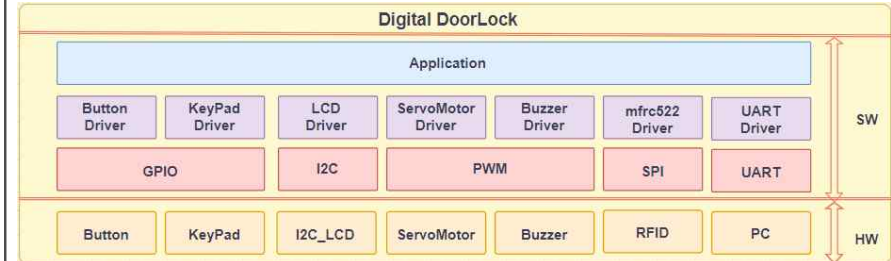


5

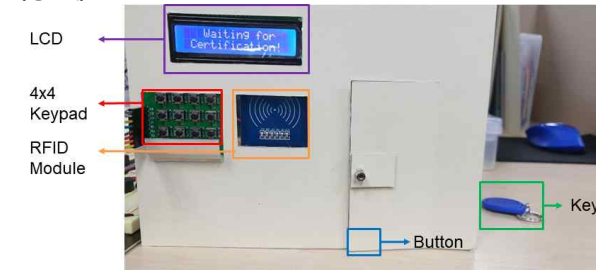
프로젝트명 : Digital DoorLock

세부수행내용

(2) SW Stack



(3) 기능 및 외형소개



① Confirmation State

- keypad, RFID 카드의 인식 → 등록된 번호, 카드 출입 허용 → Open State
- 출입허용 동작 - 서보모터, 부저, LCD문구
- 미등록된 번호, 카드 출입 불허 → Close State
- 출입불허 동작 - 부저, LCD문구

② Card Register State / PassWord Register State

- 원하는 Password, Card 등록 → 등록 후 Button 으로 Confirmation State 로 복귀

③ 추가 기능

- Button 으로 Mode 전환
- UART 통신을 이용, PC로 인식을 시도하는 Card 확인 가능
- Servo Motor를 통한 문 개폐와 버튼을 활용해 문이 닫힘을 인식하도록 구성

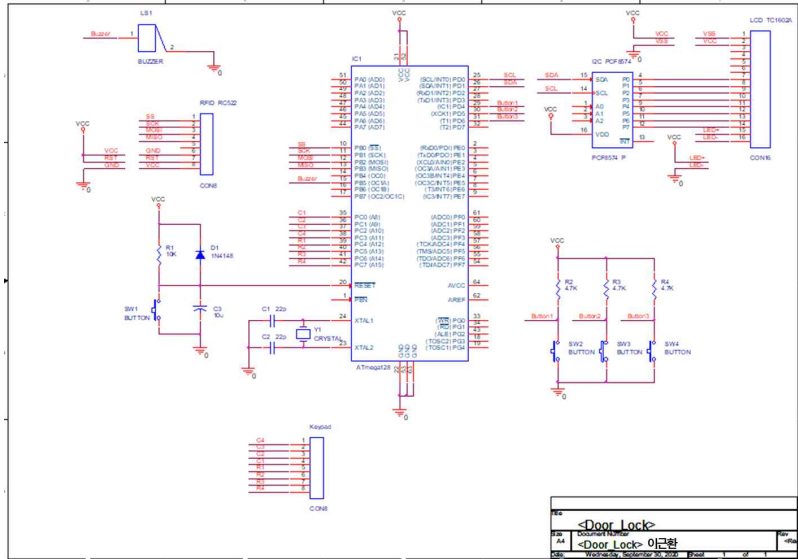
3. HW 구성

(1) 부품 리스트

Digital DoorLock		
Parts List	EA	Function
ATmega128a	1	Microcontroller
RFID - rc522	1	NFC Card Tag
Servo Motor (SG90)	1	Open / Close Door
PIEZO BUZZER	1	Sound Output
Button	3	Change Mode
I2C LCD Module	1	Display Output
4X4 keypad	1	Password Input

세부수행내용

(2) 회로 구성



4. 개선사항

카드와 비밀번호 등록모드가 원활히 작동되지 않음
→ Queue 에 대한 이론적이 공부를 통해 SW 작성 필요

5. 느낀 점

Delay 사용으로 Keypad의 입력이 원활하지 않은 경우가 발생해 쉽지 않았음
→ interrupt를 이용해 Delay 제거

프로젝트 기술서

작성 자

수행기간

담당역할

1. Full Custom IC 설계
2. 프로젝트 결과 발표

수행목표

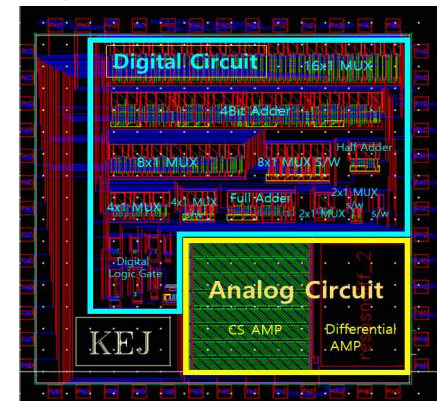
CMOS 집적회로에 대한 이론을 바탕으로 Logic Gate부터 Full-Chip까지 직접 설계하면서 설계기술 및 검증 능력 숙달

사용 기술

1. 개발 툴 : Cadence Virtuoso Schematic Editor/Layout Editor, Cadence Virtuoso Spectre/ADE
2. 개발 프로그램 : Assura(LVS & DRC), GPD090, VI Editor
3. 사용 기술 : Digital Logic Gate, Multiplexer, Adder, Analog Circuit

세부수행내용

1. 개요



- (1) 목적 - 설계기술 및 검증 능력 숙달
- (2) 동작 영상 발표 영상

Youtube
동작영상→

Youtube
발표영상→

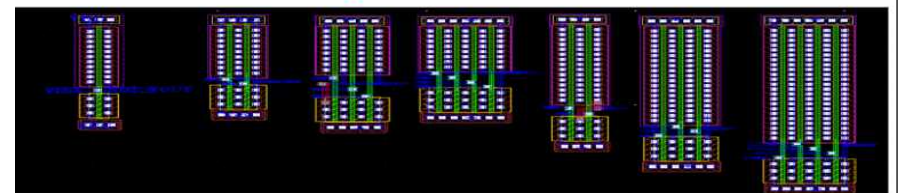
(3) 소개

- Digital Circuit (Logic gate : 2~4 NOR, 2~4 NAND), MUX, ADDER(HALF, FULL, 4bits ADDER)
- Analog Circuit (Common-Source-Amplifier, Differential Amplifier)

2. Digital Circuit

(1) Logic Gate

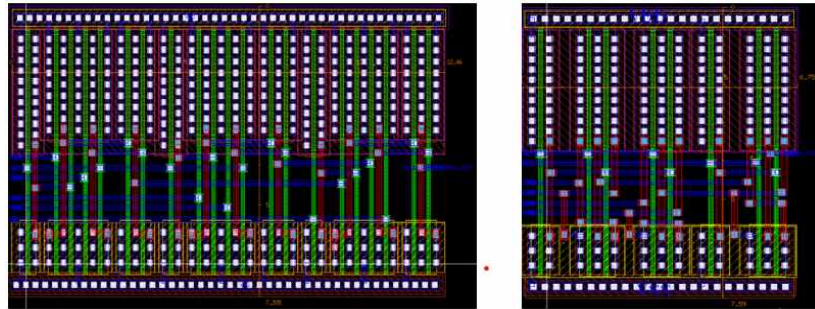
	NOT	2NAND	3NAND	4NAND	2NOR	3NOR	4NOR
NMOS L=100nm	1um	1um	1um	1um	1um	1um	1um
PMOS L=100nm	2.91u	2.53u	2.31u	2.14u	3.99u	5u	5.96u



세부수행내용

(2) Multiplexer

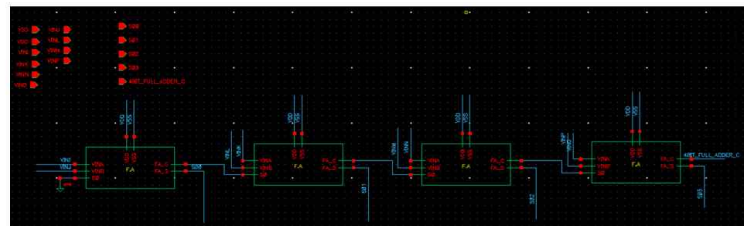
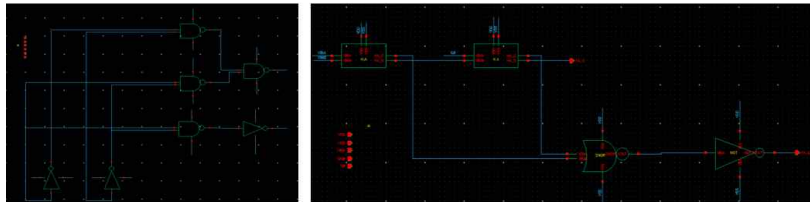
여러 개의 입력선 중에서 하나를 선택하여 단일 출력선으로 연결하는 조합회로



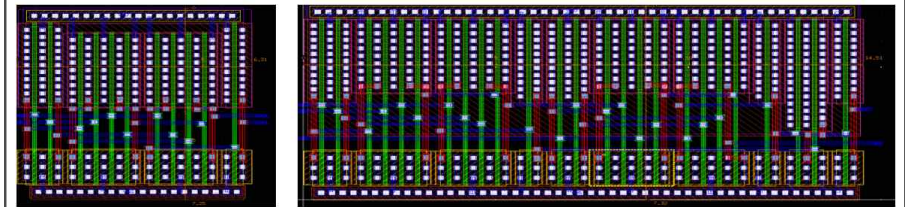
	가로(um)	세로(um)
4*1 MUX	7.305	12.46
4*1 MUX S/W	6.755	7.59

(3) ADDER

두 개 이상의 수를 입력하여 이들의 합을 출력으로 나타내는 회로

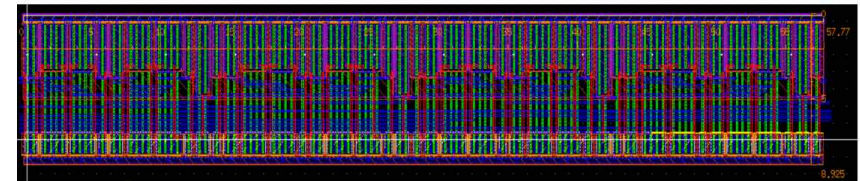


4bit ADDER



HALF ADDER

FULL ADDER



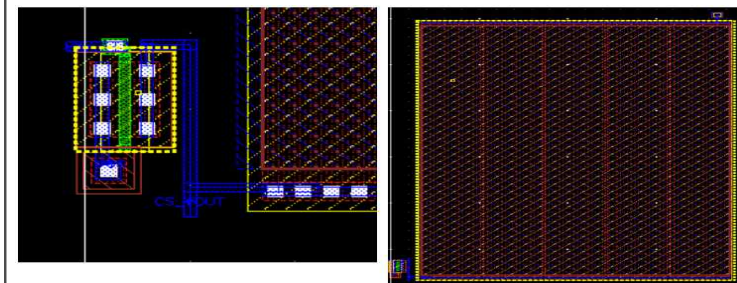
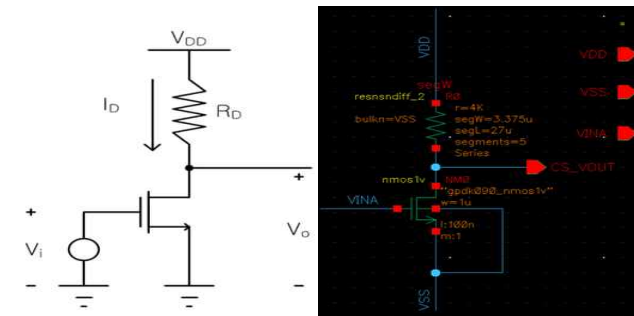
4bit ADDER

세부수행내용

3. Analog Circuit

(1) Common source Amplifier

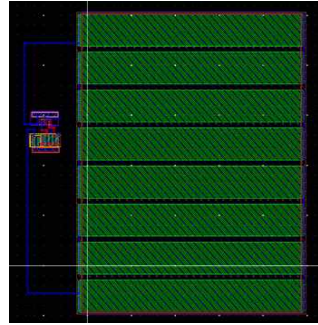
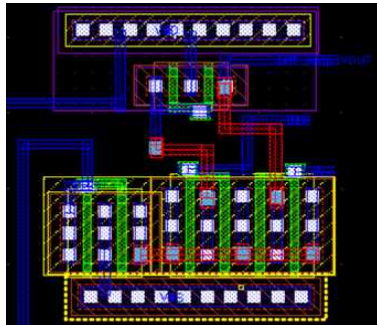
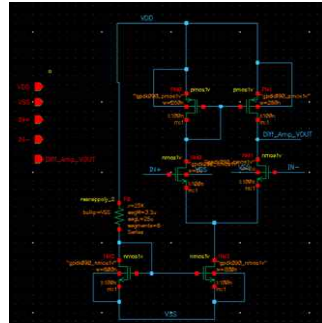
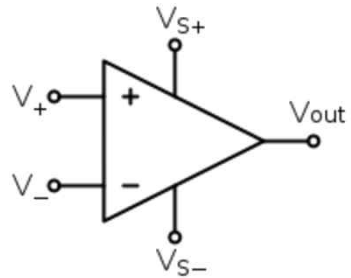
MOS의 gate 로 입력신호가 가해지고 drain으로 부터 출력 신호를 얻는 회로



CS Layout

(2) Differential Amplifier

인가된 두 입력 신호의 전압차를 증폭하고 두 입력에 공통인 신호들을 이상적으로 제거하는 증폭기



4. 차후 개선사항

(1) 16x1 MUX Switch

→ 시간 부족으로 완성 하지 못하여 나중에 추가할 계획

5. 느낀 점

(1) LVS & DRC → Error check를 하고 design rules과 회로도도 비교하여 잘못된 점을 찾아내면서 발전하는 것을 느낄 수 있었다.