

임베디드 시스템 설계 및 실험

3조 팀프로젝트 최종 보고서 : 전자 피아노

2019년 12월 24일

김동규 (201527506)

김현수 (201424442)

배준혁 (201424465)

Damir Assanov(201624630)

2019 임베디드시스템설계 및 실험
목요일 (004)분반 제3조

2019년 12월 24일

3조 텀프로젝트 최종 보고서 : 전자 피아노

김동규, 김현수, 배준혁, Damir Assanov

부산대학교 공과대학

개 요

이 프로젝트는 임베디드 시스템을 이용하여 전자 피아노를 구현한다. STM32F107VCT6 보드와 압력센서, 디지털 앰프 모듈, 스피커를 이용하여 시스템을 구성하고 모든 구성품을 피아노 박스를 이용하여 정리, 건반을 입력 할 수 있는 피아노를 구현하였다. 건반 입력의 조합으로 function key를 사용, 피아노의 모드를 변경할 수 있고 녹음, 재생 기능을 지원한다.

Keyword *PWM, DMA, ADC, LCD, Interrupt*

목 차

개요	i
목차	ii
그림 목차	ii
1 목적과 배경지식	1
1.1 목적	1
1.2 배경지식	1
1.2.1 PWM	1
1.2.2 디지털 앰프	1
2 프로젝트 시나리오와 변경사항	1
2.1 프로젝트 시나리오	1
2.2 변경사항	2
3 텀프로젝트 설계	2
3.1 필요 장비와 준비물	2
3.2 프로젝트환경 구성	4
4 소프트웨어 구현	5
4.1 main	5
4.2 건반 입력 구현	5
4.3 녹음, 재생 기능	5
4.4 라이브러리 작성과 활용	5
5 결론	5
참고문헌	6

그림 목차

1	압력 센서	3
2	디지털 앰프 모듈	3
3	4옴 임피던스 스피커	4
4	만능 기관 납땜	4
5	만능기관과 보드 연결	5
6	피아노 박스 조립	5

1 목적과 배경지식

1.1 목적

본 프로젝트는 임베디드시스템 설계 및 실험 수업을 통해 배운 지식을 활용하여 직접 프로젝트를 구현하며 학습내용을 복습하고 실제 임베디드 시스템 설계능력의 향상을 목표로 한다.

1.2 배경지식

1.2.1 PWM

Pulse-Width Modulation, PWM은 Duty의 비율을 제어하여 평균 전압을 조절하는 방법이다. 주로 LED와 같은 조명제품이나 DC모터의 제어에 사용되며 이번 프로젝트에 사용되는 스피커 역시 타이머를 통해 얻은 PWM값을 통해 소리를 출력한다.

1.2.2 디지털 앰프

디지털 앰프란 신호를 디지털 상태에서 증폭하는 앰프를 의미한다. 디지털 앰프는 음향 신호를 PWM신호로 변경, 이를 증폭하고 이후 PWM 신호를 Low Pass Filter 를 이용하여 원래의 아날로그 신호로 만들어낸다. 디지털 앰프는 아날로그 증폭회로에 비하여 신호 왜곡에 강하고 효율적이다.

2 프로젝트 시나리오와 변경사항

2.1 프로젝트 시나리오

피아노 프로젝트의 동작 시나리오와 프로젝트 구상시와 비교해 달라진 점을 설명한다.

- 첫 실행시 idle 모드로 시작한다.
- 피아노의 건반을 누르면 연결된 압력센서를 통해 ADC값을 얻고 해당 값이 경계값보다 클 경우 소리를 출력한다.
- 건반 입력의 조합을 통해 function key를 구현하였다. 이를 통해 Record 모드와 Play 모드를 선택할 수 있으며 옥타브 변경이 가능.
- Record 모드에서는 입력받은 건반을 기억하여 사용자 정의 배열에 저장한다.

- Play 모드에서는 배열을 통해 사용자가 연주한 음악을 재생한다.

2.2 변경사항

- 옥타브 변경 기능은 조이스틱이 아닌 건반 입력의 조합, 즉 function key를 통해 구현함.
- 파일 시스템을 이용하는 외부 저장장치 대신 메모리에 구조체 배열을 통해 입력을 저장하도록 변경하였다.
- 하드웨어 코덱 대신 디지털 앰프 모듈을 이용하여 스피커와 시스템을 연결하였다.
- 저장소의 파일을 읽어 미리 저장된 음을 출력하는 대신 PWM신호를 통해 음계를 출력.
- LCD는 출력용으로만 사용.

3 덤프로젝트 설계

3.1 필요 장비와 준비물

이 실험을 위해서는 다음의 준비물이 필요하다.

- STM32F107VCT6 칩셋
- STM32F107VCT6 데이터시트 1부
- STM32F107VCT6 참조 매뉴얼 1부
- PC, 모니터 각 1대 (Windows 10, amd64) x
- DSTREAM 1대
- 점프케이블
- DS-5 Compiler / Debugger
- STM32F107VCT6 Library
- Flashclear Firmware : Flash 영역에 빈 코드를 Load하여 갱신 전에 펌웨어 삭제.

- Scatter File
- Configure Database
- 오실로스코프
- 만능기판
- 압력센서 12개



그림 1: 압력 센서

- 디지털 앰프 모듈



그림 2: 디지털 앰프 모듈

- 스피커

일러두기 이 절 이하에서 “STM32F107VCT6 칩셋”은 “임베디드 시스템”으로 칭한다.



그림 3: 4옴 임피던스 스피커

3.2 프로젝트환경 구성

1. 만능기판에 압력센서 브릿지를 이용하는 회로를 구성하여 납땜한다. 납땜을 할 때는 중금속과 열을 이용하므로, 안전에 신경을 쓰도록 한다.

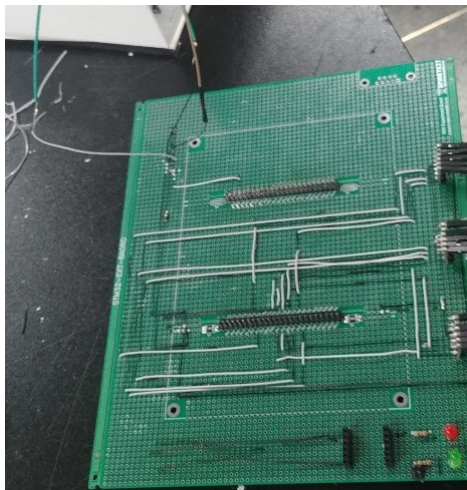


그림 4: 만능 기판 납땜

2. 이후 만능기판을 보드에 연결한다. 만능기판의 압력센서 브릿지는 피아노 박스의 압력센서와 연결되도록 회로를 구성한다.
3. 마지막으로 모든 구성품을 그림3과 같이 피아노 박스에 조립한다. 또한 보드의 위치를 조정하기위해 받침대를 추가하였다.



그림 5: 만능기판과 보드 연결

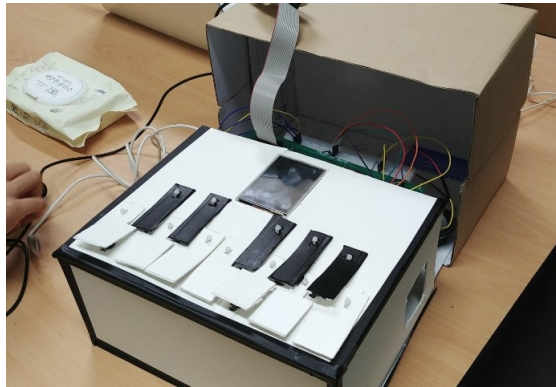


그림 6: 피아노 박스 조립

4 소프트웨어 구현

4.1 main

4.2 건반 입력 구현

4.3 녹음, 재생 기능

4.4 라이브러리 작성과 활용

효율적이고 확장 가능한 프로그래밍을 위하여 라이브러리 파일을 생성하였다.

5 결론

이 실험으로 임베디드 시스템에 인터럽트를 통한 ADC값 획득과 타이머를 이용한 PWM 생성, 스피커를 통한 출력을 구현하는데 성공하였다. 초기 구상하였던 파일 시스템구현과

외부 저장장치 사용에 실패한점은 아쉬우나 메모리에 구조체 배열을 통해 1회에 한하여
녹음 기능을 구현하였고 음계를 조절하는 기능또한 구현되었다. 마지막으로 최종 구현시
납땀을 통해 회로를 최적화 하였고 오류 없이 기능을 동작시켰다.

참고문헌

- [1] *RM0008 Reference Manual*, Revision 15, STMicroelectronics, 2014