



MicroMelody

DION IBRA, ELTON ZIJADIN MALICI, MANUEL BUSER
UOFBASEL, COMPUTER ARCHITECTURE 21.01.2025

Abstract

Das ursprüngliche Ziel unseres Projekts war es, ein Arduino E-Piano zu bauen, ergänzt durch zusätzliche Funktionalitäten wie Special Effects oder Playback-Möglichkeiten.

Im ersten Schritt haben wir es geschafft, Buttons, Controller und Potentiometer zusammenzubauen und diese mithilfe der MIDI-Bibliothek mit einer DAW (Digital Audio Workstation) zu verbinden, um Töne zu erzeugen. Die DAW, die wir dabei genutzt haben, ist Fruity Loops. Zusätzlich konnten wir Effekte wie Verzerrungen und die Lautstärkeregelung über die Potentiometer steuern.

Allerdings ging unser Arduino Leonardo Board während des Projekts kaputt, vermutlich aufgrund eines Stromüberlaufs beim Anschluss eines neuen Geräts. Um das Projekt dennoch schnell voranzutreiben, haben wir vorübergehend ein Arduino UNO Board verwendet, mit dem wir den zweiten Teil des Projekts realisiert haben. Dabei haben wir einen MP3-Player mit Lautsprecher integriert und Songs auf einer SD-Karte gespeichert, um das Setup als Playback-Station zu nutzen.

Nachdem das Ersatz-Leonardo-Board eingetroffen war, haben wir das ursprüngliche Setup für das MIDI-Keyboard erneut aufgebaut. Dadurch entstanden zwei separate Systeme: ein funktionierendes MIDI-Keyboard auf Basis des Leonardo-Boards, das wie ein E-Piano mit zusätzlichen Soundeffekten und einem Lautstärkereglern genutzt werden kann, sowie eine unabhängige Playback-Station auf Basis des UNO-Boards, bestehend aus einem Mini-MP3-Player, einer SD-Karte und Lautsprechern. Allerdings war es nicht Teil unseres ursprünglichen Plans, dass wir für das MIDI-Keyboard weiterhin einen Laptop für die Tonerzeugung benötigen und die Funktionen auf zwei statt auf einem einzigen Arduino-Board verteilt sind. Dennoch konnten wir das Projekt erfolgreich abschließen und die geplanten Funktionen umsetzen.

Einleitung

Das Ziel unseres Projekts war es, ein vielseitiges E-Piano zu entwickeln, das vollständig auf einem Arduino-Board basiert. Geplant war, den Sound direkt über Lautsprecher zu generieren, ohne externe Geräte. Die Funktionalitäten sollten das Wechseln zwischen verschiedenen Instrumentenklängen wie Gitarre, Schlagzeug oder Klavier umfassen. Zusätzlich sollte es eine Playback-Option geben, bei der Songs von einer SD-Karte abgespielt werden, zu denen man live mit den Tasten spielen kann.

Über Potentiometer sollten verschiedene Soundeffekte wie Verzerrungen steuerbar sein, ebenso wie die Lautstärke. Ein MP3-Modul mit SD-Karte sollte alle Töne und Songs speichern, die dann über die Hardware zugeordnet werden – beispielsweise, dass bei einem Tastendruck der Ton „C“ über den Lautsprecher abgespielt wird. Ein weiterer Knopfdruck hätte einen kompletten Song abgespielt, der als Begleitung für eigene Melodien über die Tasten genutzt werden kann. Unser Ziel war es, ein benutzerfreundliches, eigenständiges und kreatives Musikinstrument zu entwickeln, das vielseitig einsetzbar ist.

Methodik

MIDI-Keyboard

Für die Entwicklung des MIDI-Keyboards haben wir ein Arduino Leonardo verwendet, da es aufgrund seiner nativen USB-Kommunikationsfähigkeit ideal für MIDI-Projekte geeignet ist. Auf einem Breadboard wurden mehrere Buttons und vier Potentiometer mithilfe von Männlich/Männlich-Jumperkabeln verbunden. Die Buttons wurden so programmiert, dass sie als Tasten dienen und MIDI-Noten auslösen, während die Potentiometer Regler für Lautstärke und verschiedene Effekte wie Reverb oder Verzerrung darstellen.

Die Programmierung erfolgte mit der MIDI-Bibliothek, um die Signale über USB an die DAW „Fruity Loops“ zu senden. Dabei konnten die Tasten und Regler individuell mit Instrumenten oder Effekten belegt werden. Die Konfiguration wurde so umgesetzt, dass die Steuerung flexibel bleibt und sich den Anforderungen des Nutzers anpassen lässt.

MP3-Player

Für die Playback-Station wurde ein Arduino Uno verwendet, da wir dies als Ersatzboard kurzfristig organisieren konnte. Die Hardware bestand aus einem Mini-MP3-Player, einem Lautsprecher (40 mm), zwei Buttons und einem I2C-LCD-Display, die auf einem separaten Breadboard zusammengeführt wurden. Die Songs wurden auf einer microSD-Karte gespeichert und über das MP3-Modul abgespielt.

Die Buttons wurden so programmiert, dass ein Button zum Starten und Pausieren der Songs dient, während der andere für den Songwechsel zuständig ist. Das I2C-LCD-Display zeigte den aktuellen Songtitel an, der aus einem vordefinierten Songnamen-Array in der Software abgerufen wurde. Die Integration der Buttons erfolgte über Interrupts, um schnelle und zuverlässige Reaktionen zu gewährleisten, während die Steuerung des LCD-Displays mit der LiquidCrystal_I2C-Bibliothek umgesetzt wurde.

Herausforderungen

MIDI-Keyboard

- **Hardware-Ausfall:** Während des Projekts ist das Arduino Leonardo kaputt gegangen, vermutlich durch einen Stromüberschuss beim Anschluss eines neuen Geräts. Dies hat uns gezwungen, die Arbeiten am MIDI-Keyboard vorübergehend zu pausieren.
- **Button-Debouncing:** Die anfängliche Signalverarbeitung der Buttons war unzuverlässig und führte zu Mehrfachauslösungen. Dies wurde durch die Implementierung eines Software-Debouncing-Algorithmus behoben.
- **Fehlende Autonomie:** Unser ursprünglicher Plan, das MIDI-Keyboard vollständig unabhängig von einem Laptop zu betreiben konnten wir leider nicht umsetzen, da wir länger auf das neue Board warten mussten.

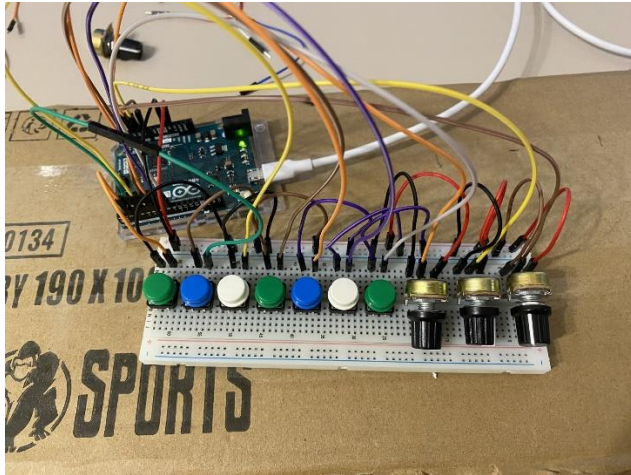
MP3-Player

- **Integration des LCD-Displays:** Das 12c LCD hat zuerst den Text nicht richtig angezeigt, wir haben dann aber schnell herausgefunden, dass wir nur den bereits eingebauten Potenziometer an der Rückseite des Boards justieren mussten.
- **Verzögerte Button-Reaktion:** Anfänglich war die Reaktionszeit der Buttons verzögert, da die Debouncing-Logik nicht optimiert war. Die Integration von Interrupts löste dieses Problem. Weitere Details dazu findet man im Code im Appendix.

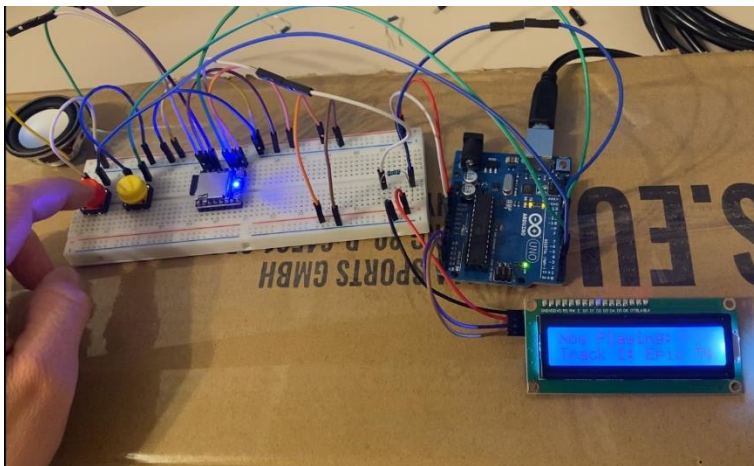
Resultat

Das Ergebnis sind zwei Geräte ein MIDI-Keyboards und ein MP3 Player.

Der MIDI-Keyboards verfügt über sieben Tasten mit verschiedenen Tönen, jedoch sind es nur die Töne eines Dur-Tonleiters. Mit den Tasten kann man in einer DAW verschiedene Instrumente spielen. Zusätzlich hat es drei Regler, die jeweils etwas in der DAW regulieren können. Dies hängt davon ab, was man in der DAW den Reglern zuweist (Bsp. Für eine Verzerrung des Tones oder die Lautstärkeregelung).



Der MP3 Player hat einen Lautsprecher, zwei Buttons und ein Screen. Der Lautsprecher spielt den Song aus der micro SD-Karte ab, während der Screen anzeigt, was für ein Song abgespielt wird. Einer der Buttons startet und pausiert den Song und der andere wechselt zum nächsten Song.



Die Idee wäre dann, dass man einen Playback Song abspielt, welche alle eher im Background Musik style, sind, zu denen man einfach spielen kann und dann über das Midi Keyboard verschiedene Melodien improvisieren kann und die Soundeffekte nutzt.

Arbeitseinteilung

Damit alle drei von uns den Prozess der Entwicklung dieses Projekts verstehen können, haben wir uns größtenteils dazu entschieden, gemeinsam die Ideen für das Projekt zu diskutieren, anstatt allein an einzelnen Aspekten zu arbeiten. Wir haben anfangs unsere Visionen unseres Projekts auf Tinkercad simuliert, unsere Circuits geteilt und nacheinander weiteres hinzugefügt. Als es zur Konstruktion der Hardware kam, haben wir uns persönlich getroffen, um das Projekt aufzubauen und zu testen, wobei jeder von uns Stück für Stück etwas beigetragen hat, das die anderen sofort nachvollziehen konnten. Da Manuel das zusammengestellte Projekt bei sich gelagert hat, hat er noch etwas an der Hardware geschliffen. Elton hat diesen Project Report geschrieben, Dion hat diesen Schlussteil hinzugefügt.

Zusammenfassung und Verbesserung

Prokrastination war unser größter Fehler in diesem Projekt, wir haben bis nach dem Test gewartet, wonach auch die vorlesungsfreie Zeit begann, um daran zu arbeiten. Wir haben ebenfalls erst kurzfristig erfahren, dass unser vorheriges Mitglied, Erind Shima, aus dem Projekt austreten wollte, ohne uns früher Bescheid zu geben. Unsere frühe Präsentation vom November war auch etwas uninformiert, da wir zu dem Zeitpunkt noch nicht ganz wussten, wie Arduino funktioniert. Jedoch haben wir durch Experimentieren mit Tinkercad und auch durch Exercise 4 der Vorlesung deutlich mehr Einsicht darin erhalten, wie wir unsere Ideen in die Realität setzen können und welche Ideen durch die Funktionsweise der Hardware limitiert sind, weswegen sich das Ziel unseres Projekts in eine andere Richtung verschoben hat, welche aber trotzdem eine interessante und spaßige Erfahrung war.

Benutzte Tools

Tools	Benutzt für:	Wo:
ChatGPT	Code debugging	Arduino Software
YouTube Videos	Hardware Assembling	Teilschritte im Projekt

Referenzen

Fast alle Hardware-Komponente wurden auf Bastelgarage gekauft:

<https://www.bastelgarage.ch>

Github Projekt, welches wir teilweise benutzt haben:

- Control_Surface.h: <https://github.com/tttapa/Control-Surface>

Libraries von Arduino welche wir benutzt haben:

- DFRobotDFplayerMini
- MIDIUSB
- LiquidCrystal I2C

Software-Code

https://github.com/manuu1999/Arduino_Project

Hardware

Hardware Components haben wir alle von folgender Website bestellt:

<https://www.bastelgarage.ch/>

Die Bestellung ist auf der folgenden Seite

Zusätzlich haben wir ein paar der Hardware-Komponente von der Universität Basel bekommen.

Produkt	Art.Nr.	Menge	Preis	Gesamt
Breadboard Lochraster Steckplatine Fullsize	420016	1	CHF7,90	CHF7,90
Jumperkabel Dupont Set 10cm 60 Stk.	420027	1	CHF5,90	CHF5,90
Widerstand Set 600 Stk. Assortiert 1/4W 1% Genauigkeit	420058	1	CHF9,90	CHF9,90
DFPlayer mini MP3 Player Modul für Arduino	420205	1	CHF7,90	CHF7,90
LED Grün 5mm	420249	6	CHF0,20	CHF1,20
LED Gelb 5mm	420250	6	CHF0,20	CHF1,20
Mini Lautsprecher 8Ohm 0.25W	420247	1	CHF1,90	CHF1,90
10K Ohm Linear Drehpotentiometer 0.5W	420283	4	CHF1,40	CHF5,60
Drehknopf für Drehpotentiometer 6mm	420285	4	CHF0,60	CHF2,40
256MB microSD Karte	420460	1	CHF5,90	CHF5,90
Taster / Button Set 25 Stück Diverse Farben	420516	1	CHF12,90	CHF12,90
Lautsprecher 4Ohm 3W 40mm	420548	1	CHF8,90	CHF8,90
Dupont Kabel M-M 10cm 20 Stück	420616	2	CHF1,90	CHF3,80
1m Qualität Micro USB Kabel weiss	420644	1	CHF6,90	CHF6,90
LCD1602 LCD-Display Blau mit I2C Modul	422409	1	CHF10,90	CHF10,90
Arduino Leonardo mit Headers	422678	1	CHF24,90	CHF24,90
Zwischensumme:				CHF109,25
Versandkostenfrei:				CHF0,00
8.1% Mwst:				CHF8,85
Gesamtsumme:				CHF118,10

Zusätzlich ist dann noch ein zweites Leonardo Board dazu gekommen in einer zweiten Bestellung.