

I M A

Intelligent Magic Audio

Jonas Lux, Szymon Banasiak, Leon Braungardt

Sommersemester 2024

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Detaillierte Projektbeschreibung	3
2.1	Modulare Synthesizer	3
2.2	Das Konzept	4
3	Projektanforderungen	5
4	Spezifikation	6
4.1	Architektur	6
4.2	Technische Spezifikation	7
4.3	Schnittstellenbeschreibung und Integration der Komponenten	8
5	Durchführung	9
6	Test und Validierung	10
7	Fazit	11

Abbildungsverzeichnis

1	This is the caption of the image.	4
---	-------------------------------------------	---

1 Einleitung

Bei dem Projekt “Intelligent Magic Audio“ (IMA) handelt es sich um ein Projekt aus dem Modul “Embedded Systems Praktikum“ (ESP) im Sommersemester 2024 an der TH Köln.

Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines Audiosamplers im Eurorack-Standard, der auf einem STM32 Mikrocontroller basiert. Die Besonderheit des Samplers darin, dass auf eine SD-Karte geladene Audiosamples über ein lokal laufendes Neuronales Netz (Edge AI) in fünf Klassen klassifiziert werden. Mit Hilfe von fünf Fadern und einer Suchfunktion kann der Nutzer sich passende Samples aus seiner Audio-bibliothek vorschlagen lassen.

Das Projektthema wurde dem betreuenden Professor aus Eigeninitiative vorgeschlagen, da es zentrale Aspekte der eingebetteten Systeme wie die Signal- bzw. Audioverarbeitung und den Umgang mit Peripheriegeräten vereint. Dies ermöglicht den Teammitgliedern, ihre Kenntnisse aus dem Modul “Embedded Systems“ (ES) zu nutzen, um ein eigens entworfenes Produkt zu entwickeln und gleichzeitig ihre Fähigkeiten in ihren persönlichen Interessensgebieten zu vertiefen. Die Integration der Edge AI-Komponente bietet zudem die Möglichkeit, Erfahrungen im Betrieb neuronaler Netze auf Mikrocontrollern zu sammeln.

2 Detaillierte Projektbeschreibung

- Umriss des Projekts, ohne zu sehr auf Details wie Regler, Potis, exakte Display-Technologie usw. einzugehen. Dazu da, um dem Leser eine Idee zu geben, worum es geht und wie wir uns die Funktionalität vorgestellt haben.
- Bild von Faceplate
- Audiosampler für Eurorack Modularsystem (was ist das?)
- Problem: Schwierig die "richtigen" Samples zu finden \Rightarrow Klassifizierung der Samples
- Suchfilter über Hardware-Interface (Regler)
- Anzeige der passenden Samples auf dem Display
- Auswählen/Abspielen mit Poti
- Eurorack Standard

2.1 Modulare Synthesizer

In der modernen elektronischen Musikproduktion erfreut sich die Modularität von Synthesizern wieder großer Beliebtheit. Die Methoden, verschiedene Module von unterschiedlichen Herstellern miteinander zu kombinieren, erleben ein Revival. Wo einst die Reise der elektronischen Musik begann, werden diese Ansätze erneut aufgegriffen.

In den 1950er Jahren erzeugten die Pioniere der elektronischen Musik mit Labor- und Testequipment neue Klänge. Signalgeneratoren, Filter und anderes technisches Gerät aus den Ingenieurlabors wurden funktional zu Musikinstrumenten umgewandelt – die elektronische Musik war geboren.

In den 1990er Jahren, durch die bessere Zugänglichkeit und günstigeren Kosten von Chips und Halbleitern, fand dieses Mindset den Weg zu den Consumer-Musikproduzenten - Dieter Doepfer entwickelte den Eurorack-Standard für modulare Synthesizer. Es werden 3,5 mm Stecker und Buchsen verwendet, um die verschiedenen Module miteinander zu "verpatchen". Dabei werden ausschließlich Monokabel und Monosignale genutzt. Über diese Steckverbindungen werden alle Nutzsignale, die für die Produktion der Töne mit dem Synthesizer erforderlich sind, übertragen. Audiosignale, Steuersignale und Triggersignale werden mit denselben Buchsen verbunden.

Dies eröffnet enorme Möglichkeiten, die Klangpalette zu erweitern. So können beispielsweise Audiosignale zur Steuerung der Parameter eines Moduls verwendet werden, was kreative und innovative Patches ermöglicht.

Auch technisch haben sich modulare Synthesizer weiterentwickelt. Es wird vermehrt auf digitale Module gesetzt. Die Zeit der Analog-Puristen ist vorbei; alle Möglichkeiten der digitalen Signalverarbeitung werden genutzt, um innovative Module zu entwerfen, die neue Methoden und Ideen in das eigene Rack bringen.

Eine Unterkategorie der digitalen Module bilden die Audiosampler. Diese Module nehmen digitale Aufnahmen (Samples) von Klängen oder Musikstücken auf, speichern und spielen sie ab. Die Samples können durch verschiedene Trigger aktiviert und in unterschiedlichen Tonhöhen und Geschwindigkeiten abgespielt werden. Audiosampler ermöglichen es Musikern, realistische Klänge von Instrumenten, Stimmen oder Umweltgeräuschen in ihre Musik zu integrieren und kreativ zu manipulieren.

2.2 Das Konzept

Es gibt durchaus Audiosampler mit ergonomischer Steuerung, großen hochauflösenden Displays und zahlreichen Knöpfen, um diese komplexen Audiomaschinen angenehm zu steuern. Beispiele hierfür sind die legendäre MPC von AKAI oder der Octatrack von Elektron. Diese Geräte sind jedoch aufgrund ihrer Bedienelemente und der damit einhergehenden Ergonomie so groß, dass sie unmöglich in ein Eurorack unterzubringen sind und oft unzählige Untermenüs besitzen.

Daher sind Samplermodule im Eurorack-Standard häufig mit wenigen Features ausgestattet oder haben eine komplizierte, verschachtelte Bedienung. "I M A" (Intelligent Magic Audio) macht es Musikern hier deutlich einfacher! Der Schlüsselpunkt ist das gezielte Finden von Samples aus dem vorhandenen persistenten Speicher. Nur Samples des gewünschten Typs zu filtern, setzt normalerweise ein hohes Maß an manueller Sortierung und Ordnerstrukturierung voraus.

Durch den neuronalgesteuerten Suchfilter von I M A kann eine Vorauswahl anhand musikalischer Parameter getroffen werden, ohne den kreativen Fluss des Künstlers zu unterbrechen.

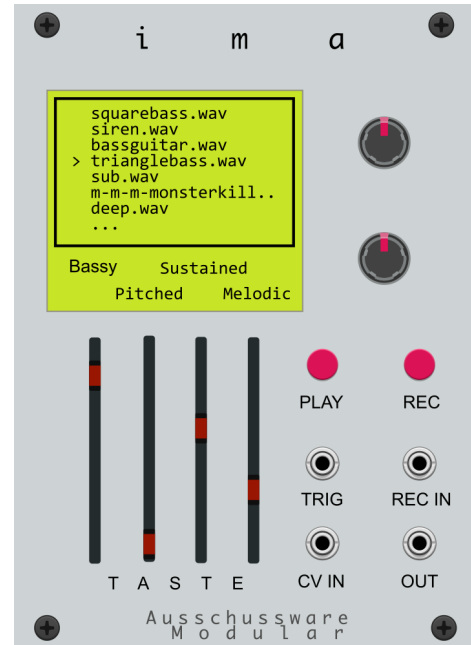


Abbildung 1: I M A Mockup Design

3 Projektanforderungen

- Lastenheft: Welche Anforderungen gibt es? Falls nicht-funktionale Anforderungen existieren: in funktionale und nicht-funktionale unterteilen; LF nummeriert.
- (Pflichtenheft wird in Spezifikation integriert)

4 Spezifikation

4.1 Architektur

- Systemarchitektur: Gesamtdarstellung des Systems, wie Komponenten zusammenarbeiten
- Unterteilung in 3 Komponenten (Audio, User Interface, NN)
- Hier SA/RT Kontextdiagramm (evtl. ein Gesamt-Diagramm und pro Komponente ein weiteres)
- Hier SA/RT Modell für Zustandsautomat? und ggf. weitere Modelle

4.2 Technische Spezifikation

- Welche Hardware wird für welchen LF und warum benötigt?
- Warum dieser Standard/Protokoll?
- Eurorack Standard

4.3 Schnittstellenbeschreibung und Integration der Komponenten

- Planung der Schnittstellen zwischen den Komponenten
- Einfaches Diagramm in DrawIO:
 - Zwischen Jonas und Leon: `downsampleandread1024()`
 - Zwischen Syzmon und Jonas: `filemanager struct`, etc.
 - Zwischen Syzmon und Leon: `filemanager struct`

5 Durchführung

- Implementierung der Komponenten:
 - Ansätze/Methoden: Beschreibung der Ansätze und Methoden für jedes Teilprojekt
 - Verwendete Komponenten: Detaillierte Beschreibung der verwendeten Komponenten
 - Erkenntnisse während der Implementierung: Erfahrungen und Änderungen während der Implementierung und Begründung für Alternativen
- Integration der Komponenten: Integration der Komponenten in das Gesamtsystem (aus zeitlichen Gründen nicht erfolgt)

6 Test und Validierung

- Testfälle beschreiben, wurden LF erfüllt?
- Dokumentation des Tests und der Inbetriebnahme, Testprotokoll in der Form: Erwartetes Verhalten/gemessenes Verhalten, Checklisten
- Genau so wie in der ES Dokumentation

7 Fazit

- Erkenntnisse und Gelerntes