

Semester-Arbeit

FS 25

Mobile Voicemail System Research Platform

Dominik Iten & Alex Krieg

1. Einführung

In einer zunehmend vernetzten Welt dominieren Smartphones den Austausch von Nachrichten und Medien. Dies führt zu einer starken Abhängigkeit und schliesst all jene Gruppen aus, die keine Smartphones besitzen, bedienen können oder wollen. Insbesondere Sprachnachrichten, auch bekannt als Voice-Memos oder Voicemail, sind besonders attraktiv für Menschen ohne Lese-/Schreibfähigkeiten.

Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung einer Forschungs- und Entwicklungsplattform auf Basis von Embedded Hardware für ein mobiles Voicemail-System (siehe auch Abbildung 1). Diese Plattform soll die asynchrone Übertragung von Audionachrichten zwischen Prototypen ermöglichen und innovative Kombinationen von Sensoren und Aktoren integrieren, um ein breites Spektrum an Anwendungen abzudecken. Der Fokus liegt dabei auf der Unabhängigkeit von bestehenden (Smartphone-)Lösungen und der Bereitstellung einer modularen, erweiterbaren Plattform für kreative und technologische Experimente. Mögliche Zielgruppen umfassen Kinder und Jugendliche, Patienten, Künstler, Studierende verschiedener Fachrichtungen mit Anwendungsbereich Kommunikation.

Die entwickelte Plattform bietet eine einzigartige Grundlage für Forschung und Entwicklung in verschiedenen Branchen und Anwendungsbereichen. In der Palliativmedizin könnten patientenspezifische Kommunikationshilfen entstehen, während im Spielzeubereich neuartige, interaktive Erlebnisse geschaffen werden. Für drahtlose IP-Funksysteme ermöglicht die Plattform die Erprobung von Low-Power- oder Mesh-Netzwerkprotokollen. In der Kunst eröffnet sie neue Möglichkeiten für interaktive Installationen. Durch die modulare Gestaltung wird die Plattform langfristig als Werkzeug für Innovation und interdisziplinäre Zusammenarbeit dienen.



*Abbildung 1: Die geplante Forschungs- und Entwicklungsplattform soll wie ein Walkie-Talkie (links) funktionieren, indem Sprachnachrichten gesprochen, aufgenommen und zwischen verschiedenen Kommunikations-
teilnehmern verschickt werden, andererseits die Audio-(Re-)Play Funktionalität sowie Kinder-
und Bedienerfreundlichkeit einer Toniebox^{1 2 3} (rechts) aufweisen.*

¹ [Toniebox by tonies® | How it Works](https://www.tonies.com/en/how-it-works)

² [Toniebox Reverse Engineering · GitHub](https://github.com/tonies/toniebox-reverse-engineering)

³ https://media.ccc.de/v/37c3-11993-toniebox_reverse_engineering

2. Aufgabenstellung

Es sollen folgende Aufgaben im Rahmen dieses Projekts erarbeitet werden:

1. Einarbeiten in die Thematik
 - a. Analyse der System-Requirements unter Einbezug von Stakeholders⁴ sowie von Referenzimplementationen gegeben durch ähnliche Produkte wie z.B. der Toniebox
 - b. Verfeinern und Finalisieren des System-Designs und Mapping auf entsprechende Hardware (sowohl COTS⁵ wie auch Custom-Designs z.B. als zusätzliche PCBs)
 - c. Auswahl der passenden System-Komponenten gemäss eigenem System-Design
 - d. Kennenlernen von Teilkomponenten, z.B. via Datenblätter, Breadboard-Aufbauten oder Eval-Kits (beispielsweise STM32H7 Series⁶ oder STM32MP257F-DK⁷)
2. Umsetzung der Embedded Hardware für den Prototyp der Voicemail System Research Platform
 - a. System-Setup und PCB-Design für Bereitstellung aller geforderter System-Komponenten
 - i. Option 1: basierend auf Eval- bzw. Dev-Kit plus Extension Shields für Battery bzw. Power Management, Memory-, Kommunikations-, Audio- sowie User-Interfaces
 - ii. Option 2: basierend auf eigenem kompakten PCB als Gesamtsystem
 - b. Abwicklung der Fertigung von Schema- und Layout-Erstellung über PCB-Bestellung, Bestückung und Integration
3. Umsetzung der Embedded Software für den Prototyp der Voicemail System Research Platform
 - a. Bereitstellung von Firmware-Komponenten für alle enthaltenen Hardware-Komponenten
 - b. Integration der Audioaufnahme- und Abspielfunktionalität (via Mikrofon, Lautsprecher bzw. Bluetooth-fähiger Kopfhörer)
 - c. Integration von Kommunikationsmöglichkeiten für User-Identifikation (z.B. NFC) und Datenaustausch via WiFi in die Cloud
 - d. Implementation einer Software-Applikation für eine Demo mit bis zu 3 Voicemail-Endgeräten (plus einem Server, z.B. basierend auf Raspberry Pi) als Proof-of-Concept des Voicemail Systems (inkl. 1-1 Kommunikation sowie Broadcasting-Schemes)
 - e. Gewährleistung einer initialen Testabdeckung für die entwickelte Firmware/Software
4. Qualitative und quantitative Evaluation der System-Performance
 - a. Demonstration des Prototyps (qualitativ)
 - b. Ausmessen der System-Performance wie z.B. Batterielaufzeit, Throughput, Robustheit, Speichervermögen (quantitativ)
5. *Optional* Entwicklung und Einbindung eines auf Haptik-beruhenden innovativen User Interfaces (z.B. weiche Hülle mit Sensoren bzw. haptisches Feedback via Vibration)
6. *Optional* Bereitstellung der Voicemail System Research Platform als Open-Hardware/Open-Software Selbstbausatz
7. Dokumentation der Arbeit in einem abschliessenden Bericht

⁴ Freigabe durch Stakeholders ist in Verantwortung der Studierenden

⁵ COTS = Commercial bzw. Components Off-The-Shelf als elektronische Serien-Produkte

⁶ <https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32h7-series.html>

⁷ [STM32MP257F-DK - Discovery kit with STM32MP257F MPU - STMicroelectronics](#)

3. Ziele

Es soll für einen ersten Prototyp der Voicemail System Research Platform Embedded Hardware aufgebaut und Embedded Software entwickelt werden, um die Kernfunktionalitäten sowie allfällige Zusatzfunktionalitäten des Systems gemäss System-Requirements bzw. System-Spezifikation umzusetzen.

Konkrete Ziele der Arbeit dabei sind:

- das bestmögliche Elektronik-Setup für die Voicemail System Research Platform betreffend System-Performance (inkl. Batterielaufzeit), Flexibilität (inkl. Konfigurierbarkeit, Bereitstellung zahlreicher Interfaces für System-Erweiterungen), Bedienerfreundlichkeit sowie Kosten wurde identifiziert und umgesetzt
- die Firmware/Software für die Voicemail System Research Platform ermöglicht den fehlerfreien Betrieb des Gesamtsystems mit bis zu 3 Endgeräten und einem Server
- der resultierende Prototyp wurde auf seine gewünschte Funktionalität durch qualitative und quantitative Tests verifiziert und als Demo für einen ausgewählten Use Case vorgeführt
- *Optional* ein innovatives haptisches User-Interface wurde entworfen und integriert
- *Optional* die Voicemail System Research Platform wurde als Open-Hardware/Open-Software Selbstbausatz aufbereitet und der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt

4. Ablauf

Für die Arbeit sind 240 Arbeitsstunden (8 ECTS x 30h / ECTS) pro Studierenden einzurechnen.

Zu Beginn der Arbeit sind ein Projektplan und ein Pflichtenheft zu erstellen und mit den Betreuern sowie Industriepartnern innerhalb der ersten zwei Wochen abzusprechen. Während der Arbeit sind zur Überprüfung wichtiger Arbeitsschritte regelmässige Status-Review Meetings einzuplanen. Von den Status-Review Meetings sind Protokolle zu verfassen.

Wenn die Arbeit in einem Zweierteam durchgeführt wird, sollen die verschiedenen Tätigkeiten und Teilaufgaben innerhalb des Teams sinnvoll und fair aufgeteilt werden. Dies gilt auch für den abschliessenden Bericht, aus dem klar hervorgehen soll, wer für welchen Teil des Berichtes und der Arbeit verantwortlich ist.

Wir empfehlen Ihnen, die Dokumentation der Arbeit von Anfang an fortlaufend zu erstellen und auch ein Laborjournal zu führen. Das Laborjournal kann Ihnen dabei helfen, Ihre Gedanken festzuhalten und zu einem späteren Zeitpunkt wieder nachvollziehen zu können. Dieses Laborjournal kann von den Betreuern bei den Besprechungen eingesehen werden. Das Laborjournal ist jedoch nicht Teil des abschliessenden Berichtes.

5. Dokumentation

Über die Arbeit ist ein abschliessender Bericht zu erfassen, in dem alle gemachten Überlegungen, Abklärungen, Berechnungen und Untersuchungen detailliert in Text und Bild dokumentiert werden. Der

Bericht soll gut leserlich geschrieben und übersichtlich gegliedert sein. Eine aussenstehende Person mit entsprechendem Fachwissen muss in der Lage sein, den Bericht zu verstehen.

Der Bericht muss mindestens die folgenden Abschnitte beinhalten:

- Inhaltsverzeichnis
- Kurzfassung (Abstract) im Umfang von 0.5 - 1 Seite
- Originaltext der Aufgabenstellung
- Einführung
- Hauptteil mit gewähltem Lösungsansatz, Bewertung aller betrachteten Lösungsmöglichkeiten, Lösungsbeschreibung und Resultate (z.B. Auswertung von Tests, Messungen, Experimenten)
- Zusammenfassung (Summary) und Schlussfolgerung im Umfang von 2 - 4 Seiten, inklusive wesentlicher Ergebnisse, offener Punkte, selbstkritischer Beurteilung/Reflektion (Einordnung von Arbeitsweise und Ergebnissen), weiterführender Fragen/Ausblick und Empfehlungen für weiteres Vorgehen⁸
- Anhang mit allen relevanten Daten und Detail-Informationen, wie z.B. verwendete Tools oder erstellte Projektpläne, inklusive eines Vergleichs von ursprünglichem Projektplan (Soll) und seiner tatsächlichen Realisierung (Ist)
- Literaturverzeichnis

Der Bericht (ohne Anhang und Literaturverzeichnis) soll 60 Seiten nicht überschreiten.

Eine unterschriebene Nicht-Plagiatserklärung (Eigenständigkeitserklärung) muss im Bericht enthalten sein.

Weitere Richtlinien zum Verfassen technischer bzw. wissenschaftlicher Berichte finden Sie z.B. unter [1] und [2].

Der Bericht ist in elektronischer Form an Betreuer und Industriepartner abzugeben. Alle Daten, welche für die Weiterführung der Arbeit relevant sind (z.B. Quellcode), sollen zusammen mit dem Bericht in elektronischer Form übergeben werden.

6. Bewertung

Die Bewertung Ihrer Arbeit erfolgt nach folgenden Kriterien:

- Organisation: Initiative und Einsatz, Teamarbeit, Selbständigkeit, Planung
- Arbeitsweise und Projektdurchführung: Analyse, Design, Systematik und Methodik
- Qualität der Ergebnisse: Erfüllungsgrad, Ideen, Ansätze, Originalität, Innovation, Reife der Lösung
- Dokumentation: Struktur und Darstellung, sprachliche Qualität, Verständlichkeit, Vollständigkeit

⁸ Alle Verbesserungen, Ideen und Vorschläge für ein weiteres Vorgehen oder eine nächste Musterphase sollen hier dokumentiert werden.

7. Termine

Beginn der Arbeit und Laborbezug:	KW 08 – ab Montag, 17.02.2025
Abschlusspräsentation/Demo:	KW 23 – Datum nach Absprache
Abgabe des Berichtes:	KW 23 – bis spätestens Freitag, 06.06.2025, vor 15 Uhr
Rückgabe des Arbeitsplatzes:	ab KW 24 – Datum nach Absprache

8. Organisation

Betreuer:	Prof. Dr. Andreas Breitenmoser (+41 58 257 46 56, andreas.breitenmoser@ost.ch), Erik Löffler (+41 58 257 17 87, erik.loeffler@ost.ch)
Industriepartner:	NCCR Automation, ETH Zürich
Betreuer Industrie:	Benjamin Sawicki (bsawicki@ethz.ch)
Besprechungen:	zweiwöchentlich, nach Absprache
Arbeitsplatz/Labor:	Zuweisung durch A. Breitenmoser, Raum RJ 6.003 an der OST in Rapperswil

9. Referenzen

- [1] A. Verhein und A. Simeon, Werkzeugkasten Technische Berichte 1, 2013.
- [2] P. Mayer, 77 mal wissenschaftliches Schreiben - eine Anleitung, Basel: Advanced Study Center, Universität Basel, 2010.

Ich wünsche euch viel Spass und Erfolg bei der Arbeit!

Rapperswil, Februar 2025

Andreas Breitenmoser

