

# Evaluation von Finite State Machine-Frameworks für Embedded Systems

## Grundlage für die Erarbeitung von Coding-Guidelines zur FSM-Entwicklung bei Hörgeräten

### Diplomanden



Ramon Giuseppe Carlucci



Oliver Schmidhauser

**Ausgangslage:** Die Sonova AG entwickelt eingebettete Systeme mit Mikrocontrollern der Arm Cortex-M Familie. In der Softwareentwicklung kommen dabei häufig Finite State Machines (FSMs) zur Anwendung. Eine FSM ist ein Modell mit verschiedenen Zuständen und definierten Zustandsübergängen, wobei sich das System immer nur in einem Zustand gleichzeitig befinden kann. Aktuell sind diese FSMs in der Code-Base von Sonova mit unterschiedlichen Ansätzen und Frameworks implementiert. Im Zuge einer Vereinheitlichung der Ansätze soll für die Zukunft eine neue Coding-Guideline zur Entwicklung von FSMs in Hörgeräten entstehen.

**Ziel der Arbeit:** Der Auftrag besteht darin, verschiedene Frameworks für die Implementierung von FSMs zu untersuchen und basierend auf den Kriterien und Bedürfnissen von Sonova zu bewerten. Im Fokus steht die Umsetzung auf Arm Cortex-M Mikrocontrollern in C++, wobei ein niedriger Speicherbedarf für Sonova ein wichtiges Kriterium darstellt.

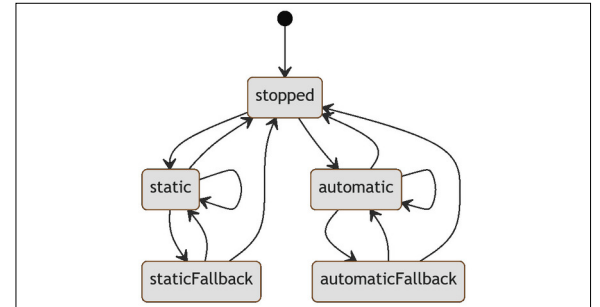
**Ergebnis:** Verschiedene Kriterien wurden in Absprache mit Sonova erarbeitet. Im weiteren Verlauf der Arbeit wurden die folgenden fünf Ansätze auf die Kriterien geprüft und auf einem Cortex-M4 Evalboard genauer untersucht:

- State Pattern: klassisches Pattern der GoF
- [Boost::ext].SML: mächtiges modernes Framework
- TinyFSM: einfach, auf low-performance ausgelegt
- SMC (State Machine Compiler): Code-Generator
- QP/C++: echtzeitfähiges Framework für FSMs

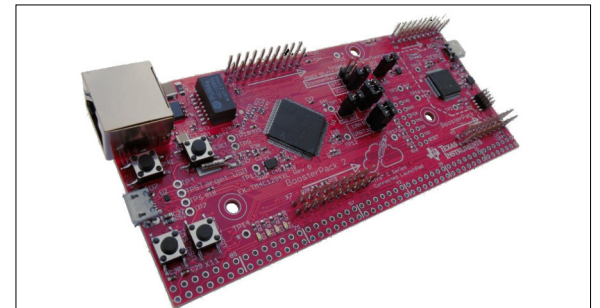
Durch die jeweilige Implementation einer Referenz-FSM, welche die wesentlichen Anforderungen an die FSMs abbildet, konnten verschiedene Messungen

durchgeführt und die Frameworks so schliesslich bewertet werden. [Boost::ext].SML sowie das TinyFSM schnitten dabei besonders gut ab. Als Resultat liegt nun eine Score-Tabelle vor, welche von Sonova zur Ausgestaltung der Coding-Guidelines weiter verwendet werden kann.

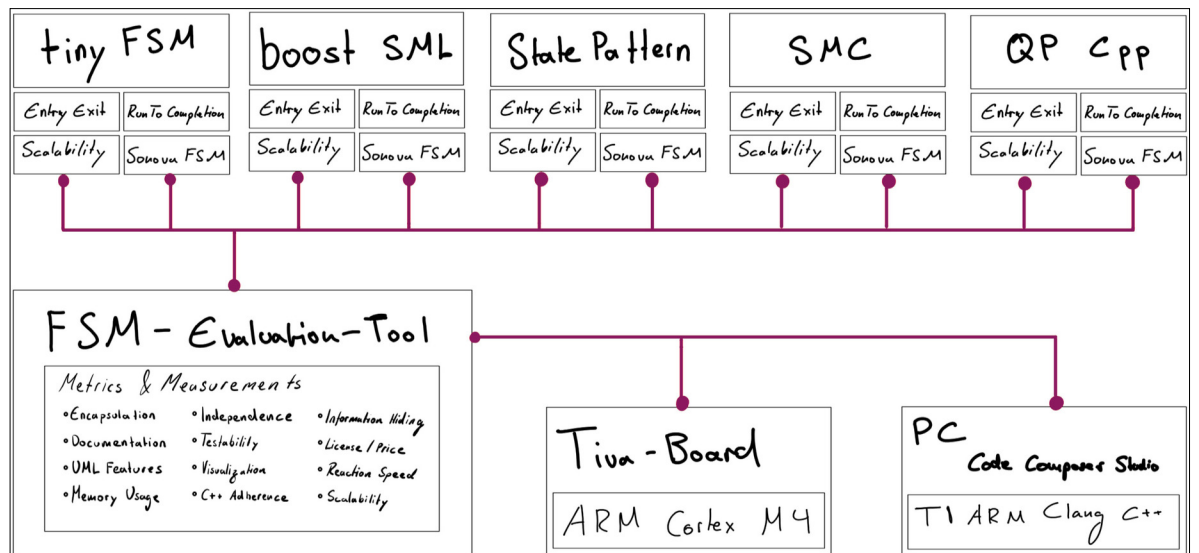
**Referenz-FSM zur Implementation mit den jeweiligen Lösungen, aufgebaut entsprechend den Bedürfnissen von Sonova**  
Eigene Darstellung



**Verwendetes Cortex-M4 Evalboard von Texas Instruments**  
<https://www.ti.com/tool/EK-TM4C1294XL>



**FSM Evaluation Setup**  
Eigene Darstellung



**Referent**  
Prof. Dr. Andreas Breitenmoser

**Korreferent**  
Theo Scheidegger,  
Swens GmbH, Schänis,  
SG

**Themengebiet**  
Embedded Systems

**Projektpartner**  
Sonova AG, Stäfa, ZH