



Hochschule Bremen

Exposé

Media-science Bsc.

Roman Quistler

April 19, 2019

Contents

| | | |
|----------|-----------------------------|----------|
| 1 | Introduction | 1 |
| 2 | Problem and solution | 1 |
| 2.1 | Problem | 1 |
| 2.2 | Solution | 3 |
| 3 | Specific Tasks | 4 |
| 4 | Early Structure | 5 |
| 5 | Timetable | 7 |

1 Introduction

Das Entwickeln von Applikationen ist nicht einfach.

2 Problem and solution

2.1 Problem

Today's applications seem to be increasing in complexity over the last few years. Especially in the field of frontend development, the range of functions has increased [1]. The web development has transitioned from server rendered, page-reloading websites, to modern so called single page applications or SPA's. But the same applies to the mobile world: Social networks, navigation, sharing and editing files together is a common desire by the user. Ein großer Teil der Applikationen steht somit auch im Austausch mit APIs, greift auf lokale und externe Datenbanken zu oder interagiert mit dem zugrundeliegenden System selbst (bswp. die periodische Erfassung des Standortes via GPS oder WiFi). Zusätzlich zu der Interaktion mit dem Nutzer und dessen Einfluss, muss die Anwendungen auf oben genannte Einflüsse reagieren können und vorrausgegangene Ereignisse und deren Auswirkung speichern. Es muss bekannt sein, welche Zustände bei welchen Ereignissen eintreten können und welche nicht. Dies ist nötig, um eine zuverlässige Funktionsweise einer Applikationen zu garantieren. Folgendes Beispiel soll den Sachverhalt verdeutlichen: Der Nutzer befindet sich auf einem "Anmelden" Fenster. In diesem kann der Nutzer eine E-Mail-Adresse und ein Passwort eingeben. Darunter befindet sich ein herkömmlicher "Anmelden" Knopf. Des weiteren existiert die Möglichkeit auf "Passwort vergessen?" zu klicken. Die folgenden Zustände können hierbei eintreten:

- Die E-Mail-Adresse ist nicht zulässig und das Passwort Feld leer
 - Der "Anmelden" Knopf ist deaktiviert
- Die E-Mail-Adresse ist zulässig und das Passwort Feld leer
 - Der "Anmelden" Knopf ist deaktiviert
- Die E-Mail-Adresse ist zulässig und das Passwort Feld nicht leer
 - Der "Anmelden" Knopf ist aktiviert
- Der Nutzer betätigt den "Anmelden" Knopf
 - Der "Anmelden" Knopf ist aktiviert
- Die Email ist inkorrekt oder existiert nicht
- Die Email ist korrekt und das Passwort falsch
- Die Email ist korrekt und das Passwort richtig
 - Der Nutzer gelangt zum nächsten Fenster

- Eine dreimalige falsche Eingabe des Passworts führt zu einer temporären Sperrung
- Der Nutzer klickt auf "Passwort vergessen"
- Es gibt einen Netzwerkfehler
 - Es wird eine Fehlermeldung angezeigt
- Es besteht keine Verbindung zum Internet
 - Es wird eine Meldung angezeigt
- Der Nutzer dreht das Smartphone
 - Der Zustand muss gespeichert werden
- Die Applikationen wird vom System beendet
 - Der Zustand muss gespeichert werden

Anhand dessen wird sichtbar, wie viele Ereignisse und Zustände bereits aus einer simplen Funktion wie "Anmelden" hervorgehen. Die Schwierigkeit die hierbei unter anderem entsteht, ist, die Fülle an möglichen Zuständen zu konkretisieren und formal als auch inhaltlich "ansprechend" darzustellen/zu beschreiben. Wie sollte die Struktur eines Programmes aufgebaut/organisiert werden, wenn man Zustandsorientiert arbeitet? Wirft der Entwickler einen Blick auf die Implementierung einer Funktion (wie das obige Beispiel des Vorgangs des Anmeldens), ist oft nicht gleich ersichtlich, welche Zustände insgesamt existieren. Dies kann mitunter daran liegen, dass Attribute die einen Zustand bestimmen, sich an unterschiedlichen Orten innerhalb einer Implementation befinden. (In Android bspw. im Fragment und im Presenter zugleich) Es ist sogar möglich, dass ein Zustand von anderen Eigenschaften (is der Knopf aktiviert?) bei jeder Anfrage abgeleitet wird, anstatt diesen zu hinterlegen. Überhaupt ist es oft kompliziert, den Ablauf eines Programmes ohne großen Aufwand nachzuvollziehen. Dazu gesellt sich zwangsläufig die Frage, auf welche Art und Weise ein Zustand überhaupt definiert wird. Wird er dynamisch, anhand eines hinterlegten Regelwerks gebildet, oder ist er von Beginn an festgelegt? Nicht weniger unerheblich ist, wie der Übergang von einem Zustand in einen anderen Zustand erfolgt und was genau der Initiator eines Übergangs ist. Kommt dafür ausschließlich der Nutzer in Frage, oder auch das zugrundeliegende System? Und wird semantisch dabei unterschieden? Ein weitere, nicht zu unterschätzende Problematik ist die asynchrone Programmierung bzw. "Multi Threading", welches in heutigen Applikationen immer öfters Anwendung findet. Soll in einer Android Applikationen bspw. auf das Internet zugegriffen werden, ist der Einsatz eines zusätzlichen "Thread" unabdingbar. In der Kombination mit veränderlichen Attributen kann dies zu sogenannten "Side effects" führen und trägt dazu bei, dass der Quellcode unleserlich wird. Auch entsteht daraus gerne das sogenannte Callbackhell Problem. Es wird deutlich

...

2.2 Solution

In order to reduce the cognitive burden on the developer of managing the different conditions and states the application can end up in, a small and lightweight, but opinionated library will be developed in order to test this hypothesis.

The library tries favouring a declarative programming paradigm for its public api. The core of the library will consist of a "Mealy" state machine. Thus the output of this finite state machine is determined by both its current state and inputs. The input reflects an "event" that took place in the user facing layer. That "event" is flexible and can be directly caused by the user (and his interactions) but also invoked by the system directly as part of an initialisation flow. Since a state machine is often defined purely in terms of mathematical functions with no reference to mutable state, the library will heavily rely on functional programming that embodies these concepts.

Internally pure functions will be used whenever it's possible as a methodology to adhere a state machines functionality.

In addition to that immutability will play a significant role. It makes data structures read only, limits them in their functionality and thus removes possible and unwanted side effects (Copy-on-write). Thereby it also makes multi-threading "safer" or "thread-safe". The "state" data structure will serve as the single source of truth.

Another important part is to handle exceptions efficiently. Often they are used to control the flow of the application, which can be viewed as an anti-pattern [2]. Although it will be up to the developer to decide what is considered a(n) exception/error/failure, the library will try to help to make it more convenient to handle. For this task, the library again will use a concept of functional programming called "monads". The exception handling is facilitated by the use of the so called 'Either' monad. This allows a function to return either a left value or a right value, but only one exclusively at any given time. By convention but not limited to, the left side is generally the negative case as in a failure or exception and the right side represents the positive case.

To address the problem of todays application being inherently asynchronous and (therefore/often) developed with the use of multi threading, another abstraction layer is offered. That layer is build upon reactive programming. It's a declarative programming paradigm build on top of functional programming.

Asynchronous programming can result in a so called "callback hell", meaning that the developer must explicitly handle each callback once a asynchronous task completes, which becomes cumbersome once the application and complexity grows and makes it harder to reason about. For this reason there exists a number of solutions in most programming languages, for example "async/await" from Javascript or "coroutines" in the Kotlin world. But they all suffer from the fact that the streams in these frameworks ends after one event.

It's better to have streams that can fire multiple events before closing since it fits better into the interactiveness of modern applications .

This is where the concept of Reactive programming comes in which takes a different approach. It wraps asynchronous tasks (inside of an observable) and treats everything as a stream of data. These streams can easily be combined and transformed by applying

functions on this data.

This makes it possible to listen to events instead of a classic polling based techniques to check whether data is available. This behaviour is called the "Observer Pattern" and it follows the Hollywood Principle of "Don't call us, we'll call you".

The state of the application should be observable and the library should provide a solution for asynchronous actions (side effects) out of the box. The developer should work on streams, rather ...

<https://gist.github.com/staltz/868e7e9bc2a7b8c1f754>

As said by Andreas Staltz ?? on reactive programming:

"Reactive Programming raises the level of abstraction of your code so you can focus on the interdependence of events that define the business logic, rather than having to constantly fiddle with a large amount of implementation details."

The library must be deterministic and follow the principles of an unidirectional data flow. It will force the developer to create something that comes close to a "State transition table" and makes him think about every state the application can possibly be in.

3 Specific Tasks

Für die Umsetzung der Bachelor Thesis sind folgende Aufgaben von nöten:

- Recherche: Erhebung und Vergleich von weiterer Literatur, für einen tieferen Einstieg in das Thema.
- Funktionale Anforderungen:
 - Das System soll die Arbeit mit Zuständen auf Basis eines endlichen Automaten vereinfachen.
 - Berechenbar.
 - Reaktiv.
 - Unveränderlich.
 - Unidirektional.
- Nicht-funktionale Anforderungen:
 - Die Applikation wird in Kotlin entwickelt.
 - Es werden RxJava, RxKotlin und RxAndroid verwendet.
- prototypische Implementierung: Entwicklung einer nativen Android Applikation, in der die ermittelten Anforderung
- Evaluation: Bewertung und Diskussion der Ergebnisse

4 Early Structure

Zusammenfassung/Abstract

Eigenständigkeitserklärung/Eidesstattliche Erklärung

1. Einleitung
 - 1.1. Problemfeld/Motivation
 - 1.2. Ziel(e) der Arbeit
 - 1.3. Aufgabenstellung
 - 1.4. Lösungsansatz
2. Anforderungsanalyse
 - 2.1. Funktionale Anforderungen
 - 2.2. Nicht-funktionale Anforderungen
 - 2.3. Übersicht der Anforderungen/Zusammenfassung
3. Grundlagen und verwandte Arbeiten
 - 3.1. Endliche Automaten
 - 3.2. Bidirektionalität
 - 3.3. Funktionale Programmierung
 - 3.3.1. Pure Functions
 - 3.3.2. Expressions (vs Statements)
 - 3.3.3. Function Composition
 - 3.3.4. Monads
 - 3.3.5. Immutability
 - 3.4. Reaktive Programmierung
 - 3.4.1. Observer Pattern
 - 3.4.2. Iterator Pattern
 - 3.4.3. Streams
 - 3.5. Vergleich mit bestehenden Design Patterns
 - 3.5.1. MVVM (Model-View-View Model)
 - 3.5.2. MVI (Model-View-Intent)
 - 3.5.3. Zusammenfassung
 - 3.6. Untersuchung von Bibliotheken
 - 3.6.1. Workflow
 - 3.6.2. Mosby-MVI

- 3.6.3. Zusammenfassung
- 3.7. Verwandte Arbeiten
- 4. Konzeption
 - 4.1. Entwurf eines Design Patterns/ eines Workflow
 - 4.2. Entwurf der Komponenten
 - 4.2.1. Endlicher Automat
 - 4.2.2. Events/Intents
 - 4.2.3. State/Store
 - 4.3. Entwurf einer DSL
 - 4.4. Zusammenfassung
- 5. Prototypische Realisierung/Implementierung
 - 5.1. Wahl der Realisierungsplattform
 - 5.2. Ausgewählte Realisierungsaspekte
 - 5.3. Qualitätssicherung
 - 5.4. Zusammenfassung
- 6. Validierung und Verifikation
 - 6.1. Unit-Tets
 - 6.2. Integrationstest
- 7. Evaluation
 - 7.1. Überprüfung funktionaler Anforderungen
 - 7.2. Überprüfung nicht-funktionaler Anforderungen
 - 7.3. Zusammenfassung
- 8. Zusammenfassung und Ausblick
 - 8.1. Zusammenfassung
 - 8.2. Ausblick

5 Timetable

Geplanter Starttermin: 1. Juni 2019

Bearbeitungsdauer: 9 Wochen

Tabelle 1 stellt die geplanten Arbeitspakete und Meilensteine dar:

| | | |
|----|--|------------|
| M1 | Offizieller Beginn der Arbeit | 01.06.2019 |
| | <ul style="list-style-type: none">• Einrichtung der Textverarbeitung• Anforderungsanalyse• Verfassen der Thesis: Kapitel 2 (Anforderungsanalyse) | 1.5 Wochen |
| M2 | Abschluss der Analysephase | 11.06.2019 |
| | <ul style="list-style-type: none">• Recherche• Verfassen der Thesis: Kapitel 3 (Grundlagen | 1.5 Wochen |
| M3 | Abschluss der Analysephase | 11.06.2019 |
| | <ul style="list-style-type: none">• Recherche• Verfassen der Thesis: Kapitel 3 (Grundlagen | 1.5 Wochen |
| My | Erste Fassung vollständige Thesis | 11.06.2019 |
| | <ul style="list-style-type: none">• Korrekturlesen• Drucken / binden lassen | 1 Woche |
| My | Abgabe der Thesis | 11.06.2019 |

List of Figures

Online References

- [1] Kevin Ball. *The increasing nature of frontend complexity*. Jan. 30, 2018. url: <https://blog.logrocket.com/the-increasing-nature-of-frontend-complexity-b73c784c09ae> (visited on 02/04/2019).
- [2] Multiple. *Dont Use Exceptions For Flow Control*. Feb. 18, 2019. url: <http://wiki.c2.com/?DontUseExceptionsForFlowControl> (visited on 02/18/2019).