

# Konzeption und Implementierung eines Schwarmverhaltens von mobilen Kleinrobotern anhand eines Verfolgungsszenarios

## STUDIENARBEIT

für die Prüfung zum  
Bachelor of Science  
des Studiengangs Informatik  
Studienrichtung Angewandte Informatik  
an der  
Dualen Hochschule Baden-Württemberg Karlsruhe

18. März 2017

Bearbeitungszeitraum	24 Wochen	
Name	Manuel Bothner	Simon Lang
Matrikelnummer	8359139	6794837
Kurs	TINF14B2	TINF14B2
Ausbildungsfirma	1&1 Internet SE Brauerstr. 48 76135 Karlsruhe	ifm ecomatic GmbH Im Heidach 18 88079 Kressbronn am Bodensee
Betreuer	Prof. Hans-Jörg Haubner	
Gutachter	Prof. Dr. Heinrich Braun	

## Erklärung

(gemäß §5(3) der „Studien- und Prüfungsordnung DHBW Technik“ vom 29. 9. 2015)

Ich versichere hiermit, dass ich die Studienarbeit meiner Studienarbeit mit dem Thema: „Konzeption und Implementierung eines Sachwarmverhaltens von mobilen Kleinrobotern anhand eines Verfolgungsszenarios“ selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Ich versichere zudem, dass die eingereichte elektronische Fassung mit der gedruckten Fassung übereinstimmt.

---

Ort, Datum

Unterschrift

---

Ort, Datum

Unterschrift

# Abstract

# Zusammenfassung

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>11</b>
1.1	Ausgangslage . . . . .	11
1.2	Zielsetzung . . . . .	11
1.3	Erwartetes Ergebnis . . . . .	11
<b>2</b>	<b>Technische Grundlagen</b>	<b>12</b>
2.1	Robotik . . . . .	12
2.1.1	Grundlagen . . . . .	12
2.1.2	Mobile Roboter . . . . .	12
2.1.3	Antriebsarten . . . . .	12
2.1.4	Sensorik . . . . .	12
2.1.5	LEGO Mindstorm . . . . .	12
2.2	Application (App) Entwicklung . . . . .	13
2.2.1	Native Apps . . . . .	13
2.2.2	Web Apps . . . . .	13
2.2.3	Hybride Apps . . . . .	14
2.2.4	Plattformübergreifende Programmierung . . . . .	15
2.2.5	Mono . . . . .	15
2.2.6	.Net Framework . . . . .	15
2.3	Java . . . . .	15
2.3.1	Grundlagen . . . . .	15
2.3.2	Java Runtime Environment . . . . .	15
2.4	Kommunikation . . . . .	15
2.4.1	Grundlagen . . . . .	15
2.4.2	TCP/IP . . . . .	15
2.4.3	Wifi . . . . .	15
2.4.4	Datenaustausch . . . . .	15
<b>3</b>	<b>Theoretische Grundlagen</b>	<b>15</b>
3.1	Schwarmverhalten . . . . .	15
3.1.1	Allgemein . . . . .	15
3.1.2	Vorbilder aus dem Tierreich . . . . .	15
3.1.3	Szenarien . . . . .	15
3.1.4	Algorithmen . . . . .	15
<b>4</b>	<b>Projektorganisation</b>	<b>16</b>
4.1	Projektablaufplan . . . . .	16

<b>5</b>	<b>Konzeption</b>	<b>17</b>
5.1	Anforderungsdefinitionen . . . . .	17
5.1.1	Softwarearchitektur . . . . .	17
5.2	Use Cases . . . . .	17
5.2.1	Connect . . . . .	17
5.2.2	Synchronization . . . . .	18
5.2.3	Szenario . . . . .	21
5.2.4	Exception . . . . .	21
5.3	Kommunikation . . . . .	21
<b>6</b>	<b>Lösungsansatz</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>Umsetzung</b>	<b>28</b>
<b>8</b>	<b>Evaluation</b>	<b>29</b>
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>30</b>

## Abkürzungsverzeichnis

**API** Application Programming Interface.

**App** Application.

## Glossar

**Application** Eine Application ist ein ausführbares Programm für mobile Geräte, wie Smartphones oder Tablets.

**Application Programming Interface** Eine API ist eine Programmierschnittstelle, die die Anbindung von Software ermöglicht.



---

## Abbildungsverzeichnis

1	App Entwicklung . . . . .	13
2	Connect . . . . .	17
3	Connection . . . . .	18
4	Synchronization . . . . .	19
5	Robot list . . . . .	20
6	Spectator . . . . .	21
7	Spectator . . . . .	22
8	Control . . . . .	23
9	Control . . . . .	24
10	Synchron . . . . .	25
11	Follow . . . . .	26

# Tabellenverzeichnis

# 1 Einleitung

Heutzutage werden viele Arbeitsschritte in der Produktion, als auch Dienstleistungen von Maschinen verrichtet, da diese effizienter Arbeiten und weniger Kosten als Menschen verursachen. Da jede Maschine auf einen spezifischen Arbeitsschritt konfiguriert ist, müssen die verschiedenen Maschinen untereinander wie ein Schwarm agieren. Diese Verhaltensstrukturen kommen ursprünglich aus dem Tierreich, wie Fischeschwärme, Ameisen oder Bienen. Hierbei erledigt jedes Individuum seine zugewiesenen Aufgaben und hält die anderen Parteien auf dem aktuellen Stand.

In diesem Projekt werden diese Verhaltensmuster aus dem Tierreich aufgegriffen und anhand eines Verhaltensszenarios mit Kleinrobotern verwirklicht, die autonom agieren und kommunizieren, um zusammen ihr Ziel zu erreichen. Dabei sollen Konzepte, sowie Algorithmen für Schwarmroboter entstehen, die auch auf andere Szenarien angewendet werden können.

## 1.1 Ausgangslage

## 1.2 Zielsetzung

## 1.3 Erwartetes Ergebnis

## 2 Technische Grundlagen

### 2.1 Robotik

#### 2.1.1 Grundlagen

#### 2.1.2 Mobile Roboter

#### 2.1.3 Antriebsarten

#### 2.1.4 Sensorik

#### 2.1.5 LEGO Mindstorm

<sup>1</sup>[vgl. 1, Unterschiede und Vergleich native Apps vs. Web Apps]

### 2.2.3 Hybride Apps

Die Entwicklung von hybride Apps vereinigt die beiden Entwicklungen von native und web. Sie besteht dabei aus einem nativen Rahmen, in der eine web App zur Ausführung kommt, diese besitzt entsprechende Zugriffsrechte auf Hardwareschnittstellen, um diese mit Application Programming Interfaces (APIs) anzusprechen.<sup>2</sup>

Diese Entwicklung ist aktuell noch sehr jung, jedoch stechen hier bereits verschiedene Vertreter hervor. Der populärste unter ihnen ist Ionic von Drifty, was auf Apache Cordova als Basis zurückgreift. In Kombination mit AngularJS, TypeScript und anderen Webtechnologien lässt sich die web App entwickeln und auf einem beliebigen Gerät unter einem nativen Browser ausführen. Es unterstützt dabei verschiedenste Betriebssystem, wie Android, iOS und Windows. Diese Entwicklungen können dabei meist nicht nur mobil, sondern unter anderem auf weiteren Systemen, wie stationäre bereitgestellt werden.

---

<sup>2</sup>[vgl. 2, Native App, Web App und Hybrid App im Überblick]

## **2.2.4 Plattformübergreifende Programmierung**

Xamarin

## **2.2.5 Mono**

## **2.2.6 .Net Framework**

## **2.3 Java**

### **2.3.1 Grundlagen**

### **2.3.2 Java Runtime Environment**

## **2.4 Kommunikation**

### **2.4.1 Grundlagen**

### **2.4.2 TCP/IP**

### **2.4.3 Wifi**

### **2.4.4 Datenaustausch**

## **3 Theoretische Grundlagen**

### **3.1 Schwarmverhalten**

#### **3.1.1 Allgemein**

#### **3.1.2 Vorbilder aus dem Tierreich**

#### **3.1.3 Szenarien**

#### **3.1.4 Algorithmen**

## 4 Projektorganisation

### 4.1 Projektablaufplan



## 5 Konzeption

In diesem Kapitel werden die Anforderungsdefinitionen des Projektes, mit Spezialisierung auf die verschiedenen Use Cases beschrieben.

### 5.1 Anforderungsdefinitionen

In diesem Abschnitt wird auf die Funktionalitäten und Use Cases des Projektes eingegangen.

#### 5.1.1 Softwarearchitektur

### 5.2 Use Cases

#### 5.2.1 Connect

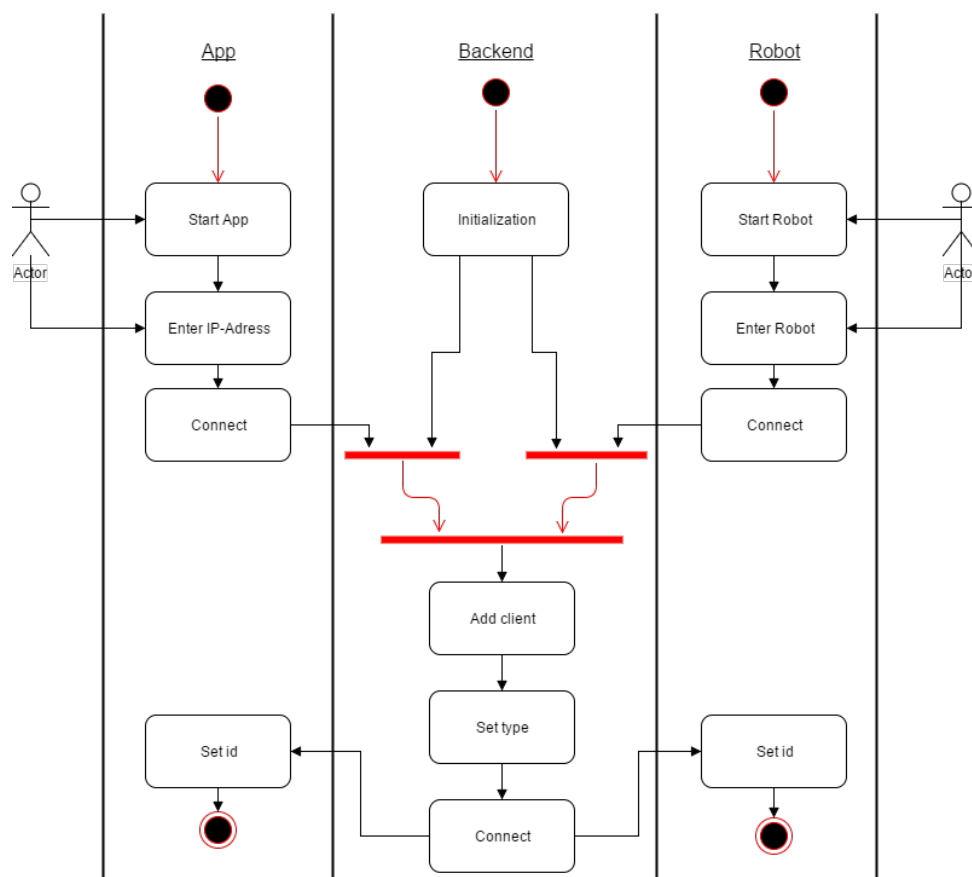


Abbildung 2: Connect

Im Use Case Connect wird eine erste Verbindung durch die Eingabe der IP-Adresse zum Backend aufgebaut. Dabei sendet die Komponente, ob Roboter oder App eine Abbildung seiner selbst als Objekt dem Backend. Daraufhin startet das Backend die Verbindung indem es der Komponente entsprechende Verbindungskommandos zusendet. Sobald eine

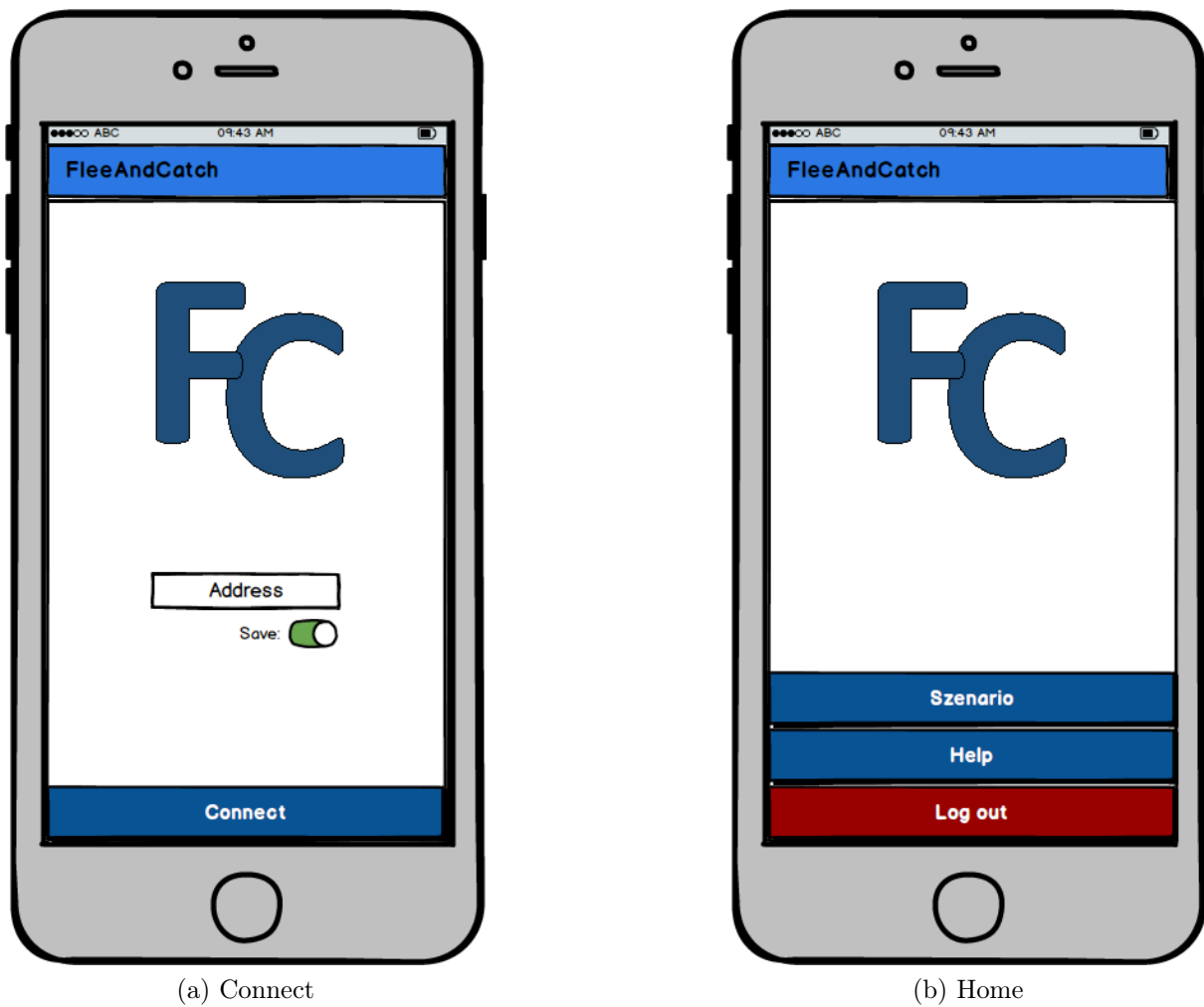


Abbildung 3: Connection

Reaktion in einer festgelegten Zeit erfolgt, akzeptiert das Backend die Verbindung und sendet die entsprechende Id für die Komponente. Ab diesem Moment ist die Komponente verbunden und ein Robot für Aktionen entsprechend verfügbar. Die Verbindungsinitialisierung dient hierbei der Verkürzung der Reaktionszeit, die bei einem Roboter sonst entsprechend hoch wäre.

### 5.2.2 Synchronization

Im Use Case Synchronization werden Daten entsprechend des gesetzten Typen zwischen den Komponenten übertragen. Dabei können einerseits die Roboter als Objekte, oder ganze Szenarien übertragen werden. Dies dient zur Gegenseitigen Synchronisierung der Daten.

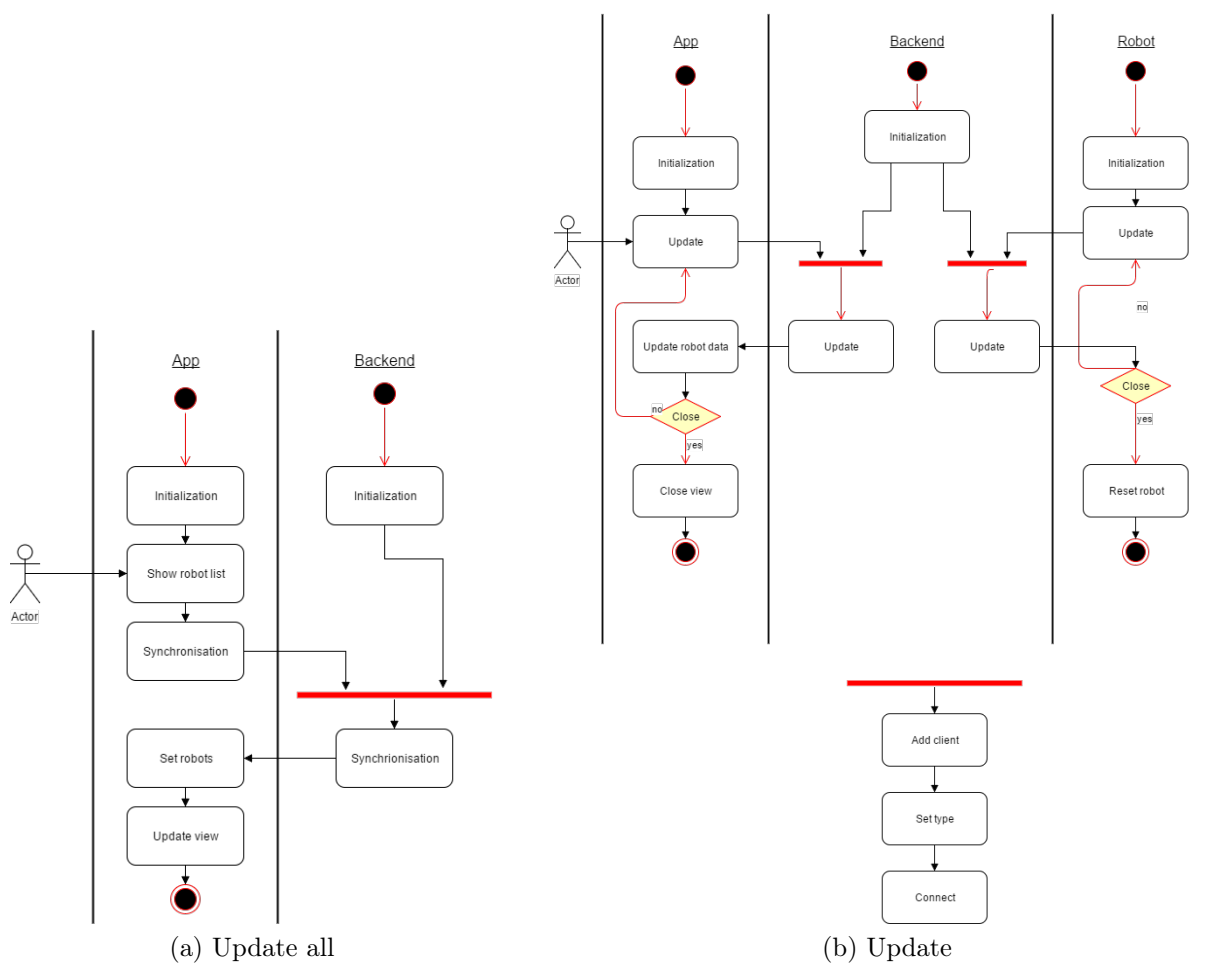


Abbildung 4: Synchronization

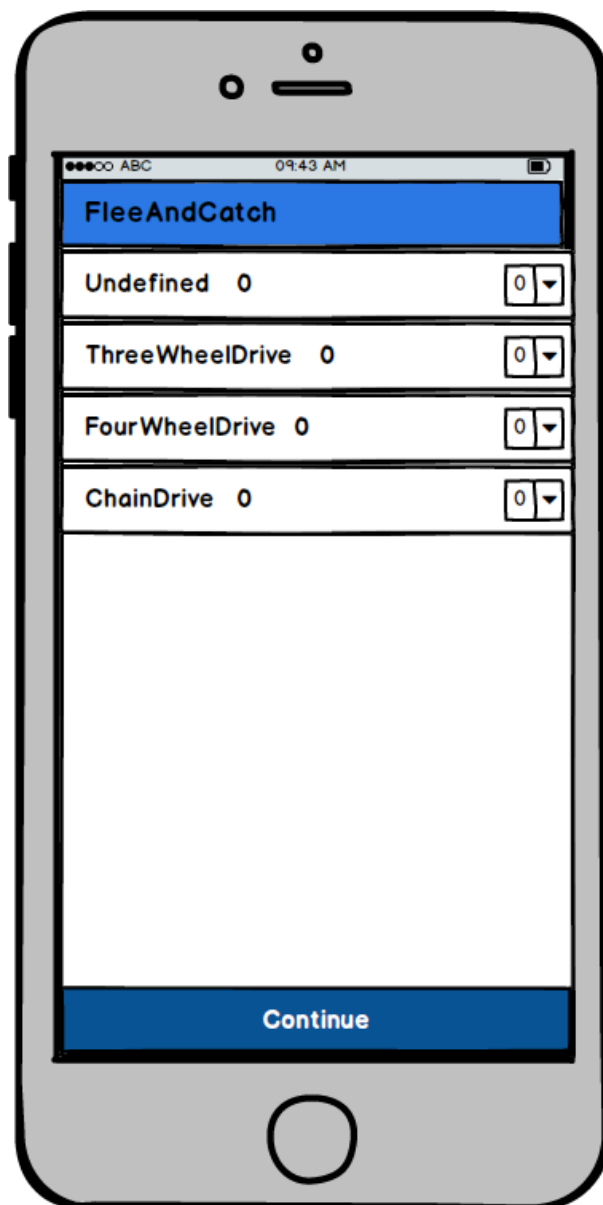


Abbildung 5: Robot list

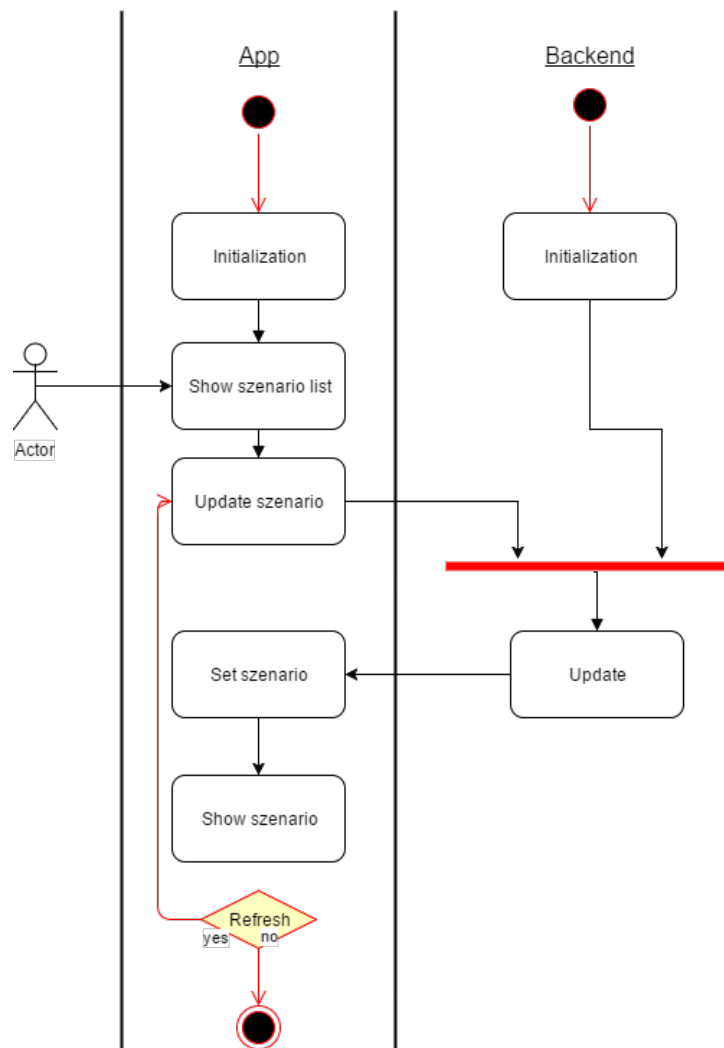


Abbildung 6: Spectator

### 5.2.3 Szenario

### 5.2.4 Exception

## 5.3 Kommunikation

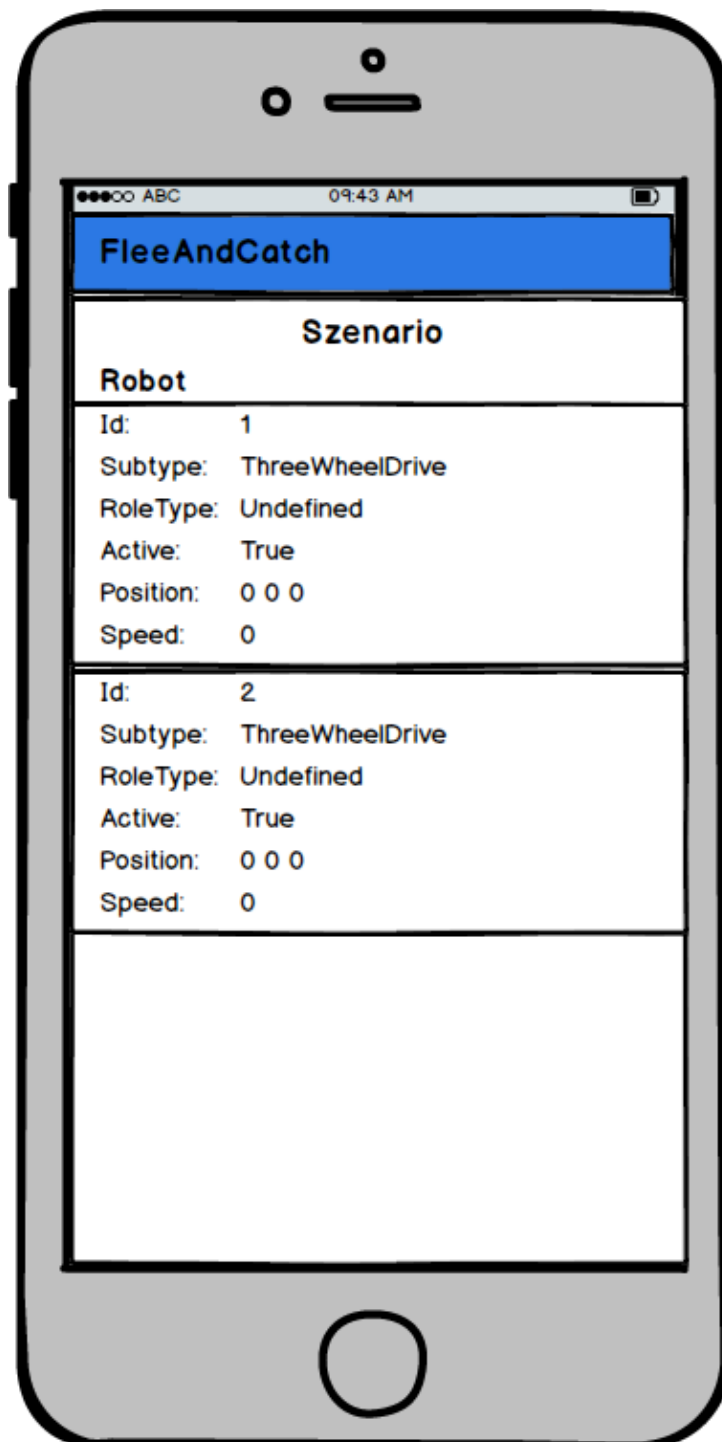


Abbildung 7: Spectator

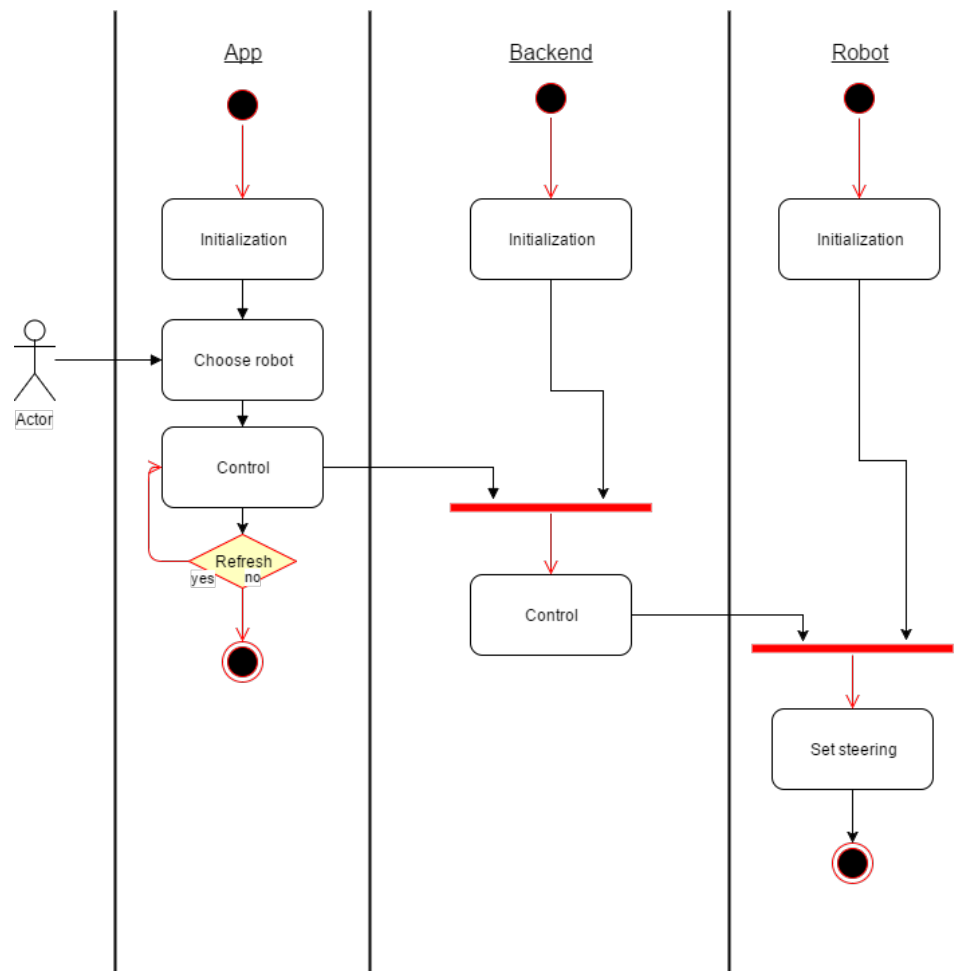


Abbildung 8: Control

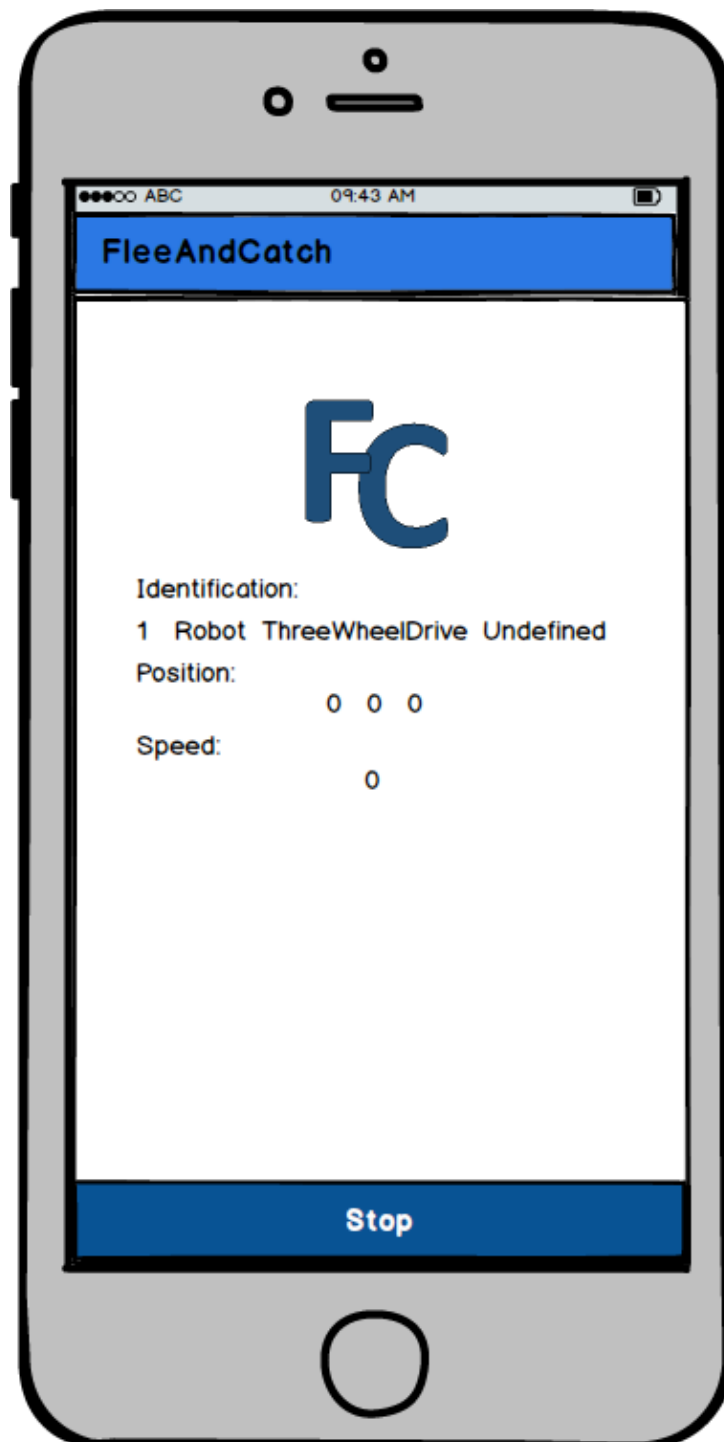


Abbildung 9: Control



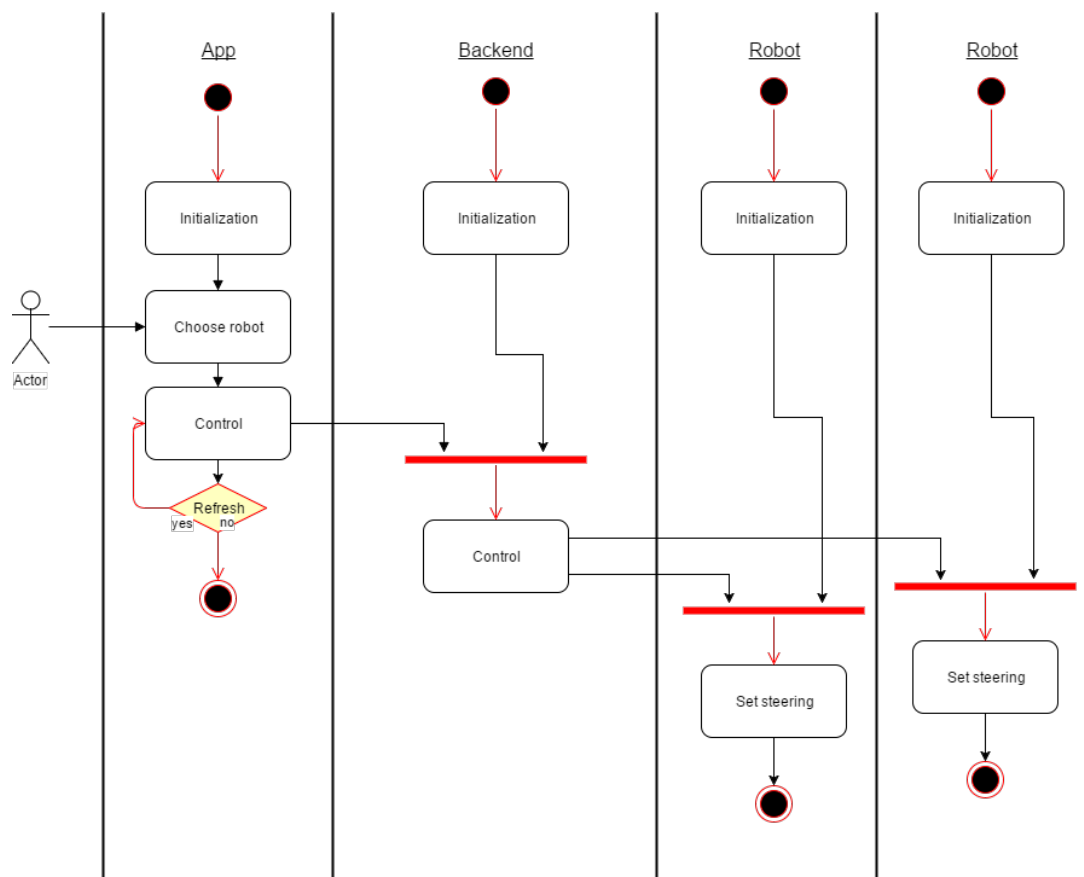


Abbildung 10: Synchron

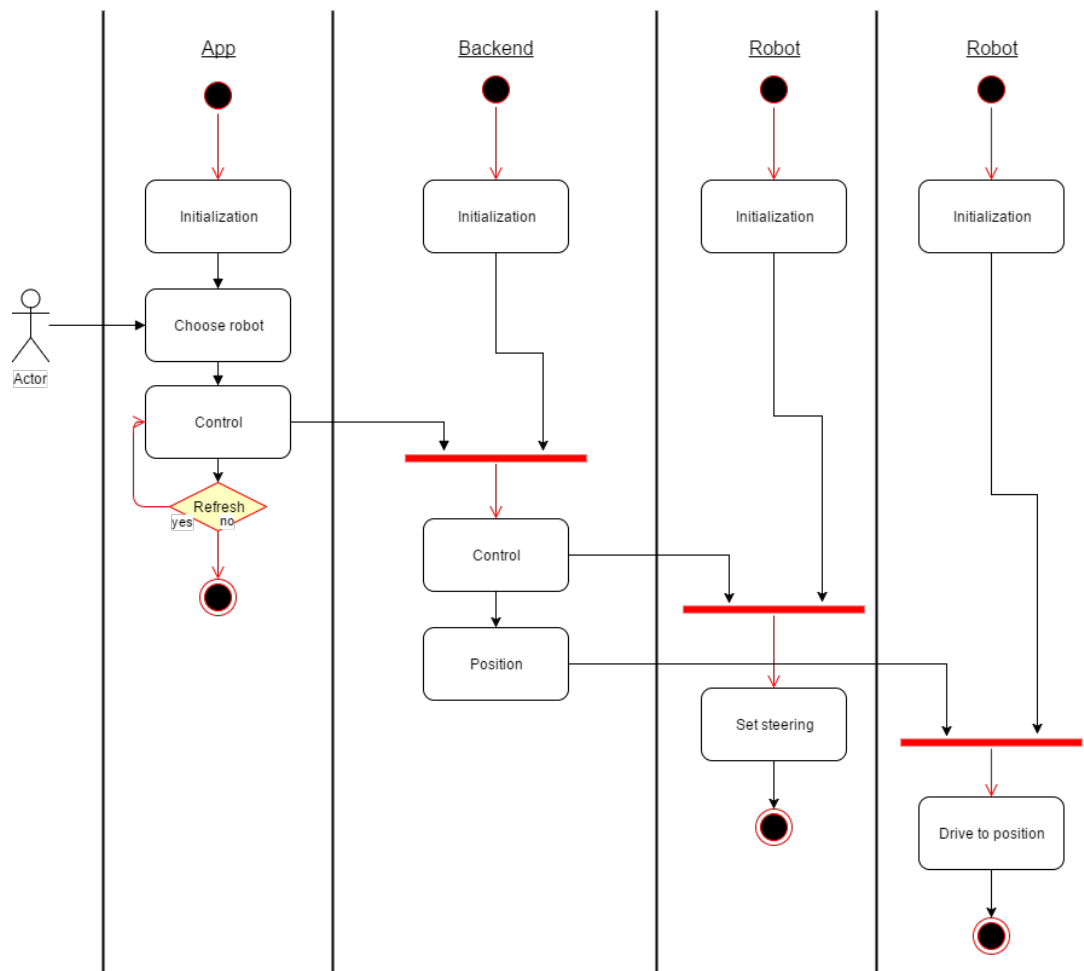


Abbildung 11: Follow

## 6 Lösungsansatz

## 7 Umsetzung

## 8 Evaluation

## 9 Zusammenfassung und Ausblick

## Literatur

- [1] Daniel Würtl. Unterschiede und vergleich native apps vs. web apps. URL <http://www.app-entwickler-verzeichnis.de/faq-app-entwicklung/11-definitionen/107-unterschiede-und-vergleich-native-apps-vs-web-apps>.
  
- [2] Petra Riepe. Native app, web app und hybrid app im überblick: Warum native wenn es auch hybrid geht? URL <http://www.computerwoche.de/a/warum-native-wenn-es-auch-hybrid-geht,3096411>.

# Anhang