

Hier sollte etwas sehr abstraktes stehen, fast schon unsichtbar

# Inhaltsverzeichnis

# Kapitel 1

## Einleitung

Hier steht das Vorwort

## Kapitel 2

# Spielideen

### 2.0.1 Umsetzung virtueller Spiele in der physischen Welt

Eine Reihe von Spielideen, die in der virtuellen Welt sehr populär sind.

#### **Snake**

Ein absoluter Klassiker, der früher auf keinem Handy fehlen durfte. Gerade wegen der Popularität und Einfachheit recht interessant es in die physische Welt zu integrieren. In einem begrenzten Areal gilt es eine Schlange geschickt zu steuern. Es müssen kleine Items eingesammelt werden, wodurch die Schlange wächst. Außerdem muss darauf geachtet werden, dass weder der Rand des Areals noch die eigene Schlange berührt wird.

#### **Capture the Flag**

Nicht nur in der virtuellen Welt spielbar, aber wohl dort erst richtig bekannt geworden. Auch hier ist ein recht einfacher Spielmechanismus ausschlaggebend für einen leichten Einsatz in der physischen Welt. Zwei Teams treten gegeneinander an. Jedes Team besitzt eine Flagge, dessen Standort für das gegnerische Team bekannt ist. Es wird versucht die Flagge des jeweils anderen Teams zum Standort der eigenen Flagge zu bringen.

#### **Domination**

Meist in Kriegsszenarien integrierter virtueller Spielmodi, der sich mit wenig Aufwand in die physische Welt übertragen lässt. Zwei Teams treten gegeneinander an. Jedes Team hat einen Punktestand, der zu Anfang gleich ist. Sinkt der Punktestand auf Null, so ist das Spiel für dieses Team verloren. Es gibt verschiedene Areale, die eingenommen werden können. Hat ein Team mehr Areale eingenommen als das andere, läuft der Punktestand des Teams, das weniger Areale in besitz hat gegen Null.

### 2.0.2 Integration einer virtuellen Welt in Bewegungsspiele

Natürlich können wir die Integration auch von der anderen Seite betrachten. Es kann in etablierte Bewegungsspiele der physischen Welt, eine virtuelle Umgebung eingefügt werden. Ein paar simple BeiSpiele:

#### **Verstecken**

Es gibt eine Person, die der Suchende ist. Alle weiteren Mitspieler verstecken sich möglichst gut und versuchen vom Suchenden nicht entdeckt zu werden. Hat der suchende Spieler alle Mitspieler gefunden ist das Spiel vorbei.

#### **Fangen**

Ein Spieler versucht alle anderen Mitspieler durch berühren zu „fangen“. Hat er geschafft einen Mitspieler zu berühren ist nun dieser Mitspieler seinerseits dran einen anderen zu fangen.

#### **Topfschlagen**

Ein Spieler bekommt die Augen verbunden. Er versucht anhand von Tipps der Mitspieler („näher dran“ oder „weiter weg“) einen Gegenstand zu finden.

## Kapitel 3

# Spielkonzepte

Einige Hilfsmittel, die zur Umsetzung der oben genannten Beispielen notwendig oder hilfreich sind.

### 3.1 Integration virtueller Objekte in die physische Umgebung

Um ein virtuelles Spiel in die physische Umgebung integrieren zu können, müssen auch alle Objekte des virtuellen Spieles in die physische Umgebung gebracht werden. Bei vielen Objekten kann dies durch einen eingeschränkten Zufall geschehen. Z.B. bei Snake die Items. Bei dem ein oder anderen Spiel soll es eine Basis für jedes Team geben. Dabei bietet sich an dieses auf eine relativ freie Fläche festzusetzen. Generell sollte darauf geachtet werden, dass die Objekte nicht innerhalb eines Gebäudes landen oder in nicht begehbares Terrain platziert werden.

### 3.2 Darstellung der physischen und virtuellen Umgebung

Die physische Welt in eine virtuelle Umgebung zu übertragen kann oft sehr hilfreich sein. Sei es in einer Karte als Übersicht oder lediglich eine Anzeige ob man sich innerhalb bzw. außerhalb des Spielfelds befindet. Eine Karte hat insoweit den Vorteil, dass man dort auch noch virtuelle Gegenstände einfügen kann, die in der physischen Welt nicht vorhanden sind. Z.B. die nächsten Items bei Snake.

### 3.3 Kompass

Eine Richtungsangabe kann eine Karte ersetzen. Sei es um bei „Capture the Flag“ die Richtung der Fahne des Gegners anzuzeigen oder für die „Snake“

das nächste einzusammelnde Item. In der Regel hat es hier weniger Sinn, wenn die Kompassnadel nach Norden zeigt.

### 3.4 Arkustische und haptische Orientierungshilfen

Akustische oder haptische Signale können ebenso Hinweise geben auf in der Nähe befindliche Interessengebiete (z.B. ertönen eines Signals oder Vibration bei Erreichen eines bestimmten Umkreises von einem Item). Können aber auch als Bestätigung eingesetzt werden, wenn z.B. etwas eingesammelt wurde.

### 3.5 Synchronisation zwischen mobilen Endgeräten

Damit alle Mitspieler überhaupt miteinander spielen können, ist es wichtig, dass die einzelnen, sich im Spiel befindlichen mobilen Geräte, synchronisiert werden. Das heißt, dass jedes Gerät auf irgend eine Art und Weise mit den anderen Geräten kommuniziert. Es ist wichtig, dass Daten, die jeder sehen kann, bei jedem identisch und zur selben Zeit angezeigt werden.

### 3.6 Kollision virtueller Objekte

Treffen zwei virtuelle Objekte aufeinander muss in der Regel ein Event ausgelöst werden. Wird bei Snake z.B. der eigene Schwanz berührt, was laut der Regeln nicht erlaubt ist, muss dies dem Spieler mitgeteilt werden und evtl. weitere Ereignisse ausgeführt werden.

### 3.7 Einsammeln von Objekten

Eine Variante der Kollision mit virtuellen Objekten ist das Einsammeln. Wenn ein Spieler in Reichweite eines Items ist, das es einzusammeln gilt, kann dies entweder automatisch passieren oder über eine Aufforderung auf dem mobilen Gerät. Zur Bestätigung, dass etwas eingesammelt wurde, kann nun wiederum ein akustisches oder haptisches Signal gegeben werden.

### 3.8 Geschwindigkeitsmessung

Um das Spielgeschehen besser zu kontrollieren zu können, kann eine Messung der Geschwindigkeit von Vorteil sein. Möchten wir z.B. bei Capute the Flag dem Fahnenträger nicht erlauben eine gewissen Geschwindigkeit zu überschreiten, ist eine Geschwindigkeitsmessung unabdingbar.

### 3.9 Mensch-Maschine-Kommunikation

Das komplette Spielgeschehen lebt nach der Integrierung von mobilen Endgeräten von der Kommunikation zwischen Mensch und Gerät. Wird auf dem Endgerät ein Kompass angezeigt, muss der Spieler insofern reagieren, dass er sich in die richtige Richtung dreht. Wenn er etwas einsammeln möchte, kann es erforderlich sein, dass ein Button gedrückt wird.

### 3.10 Chat

Um mit seinen Teammitgliedern oder dem gegnerischen Team zu kommunizieren gibt es eine Reihe von Möglichkeiten. Wenn man sich außer Sicht- und Hörweite befindet kann dies über ein mobiles Gerät stattfinden. Beim Chat wird eine Nachricht verschickt, die der Empfänger auf seinem Gerät einsehen kann und dann seinerseits eine Antwort verfassen kann.



# Kapitel 4

## Technische Loesungen

### 4.1 Positionsermittlung

#### 4.1.1 LocationManager vs LocationClient

Im folgenden werden zwei mögliche Dienste zur Positionsermittlung verwendet. Der LocationManager und der Location client.

##### **LocationManager**

Der LocationManager ist ein von Android bereitgestellter Dienst, der über den GPS Sensor die Position des Smartphones ermittelt. Ein Vorteil bei verwendenden dieses Dienstes ist, das man nicht an die Dienste von Google gebunden ist, und somit theoretisch auch für nicht Google-Konforme Androidbetriebssysteme entwickeln kann. Da nur der GPS Sensor verwendet wird, wäre eine entsprechende Anwendung sogar unabhängig von einer Internetverbindung. Auch wird dieser Dienst auch noch von älteren Android Versionen unterstützt. Nachteilig wird in einer Forendiskussion <sup>1</sup> der Hohe Akku verbrauch genannt.

##### **LocationClient**

Der LocationClient ist ein von Google bereitgestellter Dienst, der über den GPS Sensor und andere Quellen, die Google zur Verfügung stellt, die Position des Smartphones zu ermitteln. Als Vorteile dieses Dienstes werden in der oben schon erwähnten Forendiskussion wird erwähnt, dass dieser Dienst akkuschonender sei. Auch sei er zuverlässiger. Die anderen Quellen zur Positionsermittlung könnten auch zu einer genauen Positionsermittlung beitragen, wenn es eventuell Übertragungsprobleme zum GPS-Satelliten gibt. Nachteilig an diesem Dienst ist, dass man eine Internetverbindung benötigt.

---

<sup>1</sup><http://stackoverflow.com/questions/20908822/android-difference-between-locationmanager-addproximityalert-locationclien>

Außerdem werden die Google Play Services vorausgesetzt, welche erst ab Android Version 2.2 zur Verfügung stehen. Zudem ist man auch total von Google abhängig.

### **Auswertung von Messdaten**

Um LocationManager und LocationClient für unsere zwecke vergleichen zu können, wurde ein kleines Testprogramm entwickelt, welches jeweils in zwei separaten Activities GPS Messdaten in einer Datei sammelt. Es werden jeweils Koordinaten und Genauigkeit gesammelt. Zur optischen Darstellung der Ergebnisse wird aus den aufgezeichneten Koordinate eine Linie (PolyLine) gezeichnet. Als vergleich wird eine Luftlinie zwischen Anfangs- und Endpunkt gezogen.

#### **4.1.2 Genauigkeit**

Ich kann zielen, aber mit der Schlüssel brauch ich das nicht

## 4.2 Kollisionsabfrage

### 4.2.1 Kollisionsabfrage über Abstandsmessung

Die Android API stellt eine Methode zur Verfügung, die die Entfernung zwischen zwei Punkten, die über geographische Koordinaten bestimmt sind, berechnet <sup>2</sup>. Bei der Kollisionsabfrage müssen wir für das Snake-Spiel vier Fälle unterscheiden: sowohl das aktive, wie auch das passive beteiligte Objekt können jeweils durch einen Kreis oder einen Polygonzug (eine Schlange) realisiert sein. Das aktive Objekt symbolisiert meist den die Kollision mit dem passiven Objekt auslösenden Spieler. Das passive Objekt kann ein aufsammlbares Bonus-Objekt sein oder ein anderer Spieler. Falls beide Objekte Kreise sind wird eine Kollision ausgelöst, falls die Entfernung zwischen beiden Kreismittelpunkten kleiner ist, als die Summe der Radien.

$$|M_{aktiv} - M_{passiv}| < r_{aktiv} + r_{passiv}$$

Bei einer Kollision mit einer Schlange, wird dieses Kriterium auf alle Glieder der Schlange angewendet. Die Kollision zwischen dem aktiven Objekt und einem der Eckpunkt des Polygonzugs führt zur Kollision mit der Schlange. Falls das aktive Objekt ein Polygonzug ist, müssen nur Kollisionen mit dessen erstem Element (dem Kopf der Schlange) berücksichtigt werden, da Kollisionen mit Schwanz immer von anderen Objekten ausgelöst werden. Die weiteren Fälle sind analog zu den abgehandelten. Während Abstandsmessung als Kriterium für Kollision von Kreisen gut funktioniert, muss bei der Kollision von Polygonzügen darauf geachtet werden, dass die Radien der Objekte genügend groß gewählt werden, damit sich auch bei schwankender Genauigkeit der GPS-Werte und damit sehr unregelmäßigen Abständen zwischen den Gliedern der Schlange, die Radien aufeinanderfolgender Glieder überschneiden.

### 4.2.2 Kollisionsabfrage über Linienintersektion

uhhhhh das war knapp

---

<sup>2</sup><http://developer.android.com/reference/android/location/Location.html>

## 4.3 Kartendarstellung mit Android

### 4.3.1 GoogleMaps vs OpenStreetMaps

Reaaaaaaaaaaaaady?? FIGHT!!!!!!

## 4.4 Server-Client-Kommunikation

### 4.4.1 Serverseitige vs Clientseitige Logik

Um den Zustand der einzelnen mobilen Geräte zu synchronisieren und Chat-Nachrichten zu übertragen, ist ein Server nötig. Hierzu bieten sich zwei unterschiedliche Modelle an. Bei der klassischen Server-Client-Architektur übernimmt der Server einen Großteil der Berechnungen. Der Server hält einen zentralen, im Zweifelsfall gültigen Status. Die (Thin-)Clients übertragen die Nutzereingaben und Sensordaten an den Server, der daraus einen neuen Zustand ermittelt und diesen den Clients mitteilt. Alternativ bietet sich das Publish-Subscribe-Pattern an. Dabei hält der Server keinen Zustand, sondern leitet bloß Nachrichten von einem Client (Publisher) an einen anderen Client (Subscriber) weiter. Im konkreten Fall eines interaktiven Spiels wird beispielsweise die Position eines Spielers an alle Spieler in der selben Spielinstanz weitergeleitet. Die (Fat-)Clients müssen dabei alle Berechnungen übernehmen. Dies fordert leistungsfähigere Endgeräte. Diese haben sich als genügend leistungsfähig erwiesen. Bei fast jeder Änderung müssen alle Clients aktualisiert werden, da die Programmlogik redundant auf jedem Client vorliegt. Dies verringert Skalierbarkeit, Wartbarkeit und Erweiterbarkeit. In Echtzeitsystemen kommt zusätzlich hinzu, dass, da es keinen definitiven, zentralen Zustand gibt, auf verschiedenen Clients zum gleichen Zeitpunkt unterschiedliche Zustände vorliegen. Da diese Zustände für Berechnungen genutzt werden, kann dies zu Unklarheiten und Fehlern führen, die abgefangen werden müssen. Das Publish-Subscribe-Pattern bietet jedoch den Vorteil, dass es in diesem konkreten Fall Internet-Bandbreite spart, da kleinere Daten übertragen werden müssen. Beispielsweise muss bloß der aktuelle Standpunkt eines Spielers übertragen werden, nicht die daraus resultierenden Daten, die der Fat-Client selber berechnet. Dieser Punkt war ausschlaggebend, da bei mobilen Endgeräten die Internet-Bandbreite eine stark limitierte Ressource ist. Zusätzlich verringert sich beim Publish-Subscribe-Pattern die Komplexität der Anwendung, da der Zustand nicht doppelt modelliert werden muss. Dies macht die Anwendung weniger fehleranfällig [?, ?].

Thin-Client	Fat-Client
- Datenübertragung	+ Datenübertragung
- Zustand doppelt	+ Zustand nur auf Client
+ zentraler, definitiver Zustand	- verteilter Zustand
+ Rechenleistung	- Rechenleistung
+ Skalierbarkeit	- Skalierbarkeit
+ Wartbarkeit	- Wartbarkeit
+ Erweiterbarkeit	- Erweiterbarkeit

#### 4.4.2 Übersicht Server-Technologien

Die Kommunikation zwischen Client und Server kann als Push- oder Pull-Kommunikation realisiert werden. Bei der Pull-Kommunikation fordert der Client die benötigten Informationen vom Server an. Im Falle einer Echtzeitanwendung muss dies in regelmäßigen Abständen geschehen. Bei der Push-Kommunikation sendet der Server, wenn sich der Zustand ändert, unaufgefordert Informationen an die betroffenen Clients. Im Falle mobiler Endgeräte muss Push-Kommunikation über Sockets laufen, da diese Geräte keine IP-Adresse haben. Pull-Kommunikation über HTTP-Requests umgesetzt hat eine nicht hinnehmbare Verzögerung bewirkt. Die finale Implementation verwendet daher Push-Kommunikation. Eine spezialisierte Server-Architektur, die das Publish-Subscribe-Pattern und Push-Kommunikation verwendet ist XMPP [?]. Es wurde eine allgemeine Server-Lösung bevorzugt, um die Flexibilität zu erhöhen. Wir haben Node.js<sup>3</sup> und JeroMQ<sup>4</sup> verglichen. Wir haben uns für JeroMQ entschieden, um Server und Client in der selben Programmiersprache umsetzen zu können.

#### 4.4.3 Umsetzung mit ZeroMQ

Für Echtzeit-Spiele benötigt man eine mehr oder weniger permanente Datenübertragung. Nicht nur weil langsame Updates irreführend sein können, sondern insbesondere wenn man mit mehreren Spielern gegeneinander spielt und die Versionen nicht synchron sind. Bei Verstecken etwa könnte ein um sechs Sekunden verspätetes Update dazu führen, dass man nach einer Richtungsänderung glaubt, in die richtige Richtung zu gehen, obwohl das Update vorher hätte eintreffen sollen. Bei Snake kann man z.B. durch eine Schlange laufen, ohne eine Kollision zu bekommen, wenn die eigene Version überzeugt ist, dass da noch keine Schlange ist, weil der Zustand des Spiels auf dem eigenen Smartphone noch nicht aktuell ist.

Generell kann man davon ausgehen, dass je schneller das Spiel ist und je mehr virtuelle Objekte einbezogen werden, desto häufiger und schneller müssen Updates kommen. Daher wollten wir eine Übertragung, die performant ist, schnell viele Nachrichten senden kann und außerdem asynchron Nachrichten verarbeitet, also nicht jedes mal auf eine Antwort des Empfängers wartet, bevor eine weitere Nachricht abgeschickt werden kann.

ZeroMQ kann all das. In unseren Probeläufen war ZMQ (ZeroMQ) in der Lage, mehrere Tausend Nachrichten innerhalb einer Sekunde abzuschicken. ZMQ arbeitet standardmäßig asynchron. Außerdem sendet ZMQ Nachrichten erneut, falls die Nachricht beim ersten Senden nicht an kam, sodass es relativ unwahrscheinlich wird, dass eine Nachricht komplett ausfällt und Spieler mit zwei unterschiedlichen Versionen spielen. Das ermöglicht eine

---

<sup>3</sup><http://nodejs.org/>

<sup>4</sup><https://github.com/zeromq/zeromq>

relativ kleine Serverarchitektur, da der Server nicht eine Version des momentanen Spiels speichern muss. Außerdem ist es recht einsteigerfreundlich. Das alles machte es für unsere Test-Apps zum idealen Kandidaten.

Hier kommen Vergleiche zwischen ZMQ und seinen Konkurrenten (andere messaging Protokolle) hin.

## 4.5 GUI

Die GUI (Grafic User Interface) wurde nur mit den Android bzw. GooglePlay Services (inkl. Googlemaps) umgesetzt. Die mitgelieferten Möglichkeiten des Android SDK sind in dieser Hinsicht für die GUI-Umsetzung dieses Projektes vollkommen zufriedenstellend. Die komplette GUI setzt sich aus 2 Activities zusammen, die im folgenden ein wenig genauer beleuchtet werden.

### Login-Screen

Diese Activity wird zuerst aufgerufen und zeigt einen Bildschirm auf dem sich der Spieler einen Benutzernamen aussucht und danach mit dem „Start“ Button zu nächsten Activity wechselt, welche das eigentliche Spiel zeigt.

### Swipe-Screen

Schon in der sehr frühen Entwicklungsphase war festzustellen, dass die verschiedenen Elemente der GUI - wie im folgenden weiter erläutert - zu zahlreich sind, um sie auf einen Bildschirm umzusetzen. Die eigentliche Kartendarstellung wäre sonst zu klein gewesen. Also wurde entschieden die verschiedenen Elemente auf weitere Bildschirme zu verteilen. In den ersten Entwürfen geschah dies über einzelne Activities, also mehrere Bildschirme. Um gewisse Android Komfort-Funktionen und Gesten dem Nutzer zu Verfügung zu stellen wurden die zunächst eigenständigen Activities zu Fragments umgebeut, die dann in einem so genannten Swipe-Screen zusammengefasst werden. In diesem werden die Fragments als Tabs organisiert und der User kann entweder durch „wischen“ (swipe) oder durch klicken auf die Tabs durch die GUI Navigieren.

Ein weiterer Vorteil ist ebenfalls, dass benachbarte Tabs jeweils ein wenig vorgeladen (laden der Widgets) bzw.



Abbildung 4.1: Login Screen



noch im Speicher behalten werden. Zum einen wird so sichergestellt, dass der Tab-Wechsel per Wischen „geschmeidig“ abläuft, aber auch gibt es so nur sehr geringe Ladezeiten zwischen den einzelnen Bildschirmen. Zudem ist die von Google angepriesene „Wiederverwendbarkeit“ von Fragments als UI (User Interface) ebenfalls nützlich, wenn weitere ähnliche Spiele umgesetzt werden sollen.

### Chat-Screen

In diesem Fragment wird die Möglichkeit des Chattens zwischen mehreren Spielern umgesetzt. Die grafische Umsetzung des Chats wurde der von IRC (Instant Relay Chat) Clients nachempfunden und ist entsprechend simpel gelöst. Es wird der jeweilige Benutzername, Uhrzeit und die eigentliche Nachricht angezeigt. Die Eingabe der Chat-Nachricht erfolgt in einem Text-Eingabe-Feld. Die Anzeige der Chat-Nachrichten erfolgt in einem einfachen Textanzeige-Feld (TextView) was wiederum in einem scrollbaren Feld (ScrollView) liegt. Hierdurch ist es möglich durch alle empfangenen Nachrichten „durchzuscrollen“. Wird eine Chat-Message (genauer in Kapitel 4.4) empfangen, wird diese mittels Stringmanipulation an das Textfeld angehängt. Hierbei ist zu beachten, dass die selbst verschickten Nachrichten erst an den Server gesendet werden und dann jeweils an die entsprechenden Nutzer. Somit kann es aufgrund von Übertragungsverzögerungen dazu kommen, dass die eigene Nachricht verzögert angezeigt, jedoch ist die korrekte Reihenfolge der Nachrichten gewahrt.

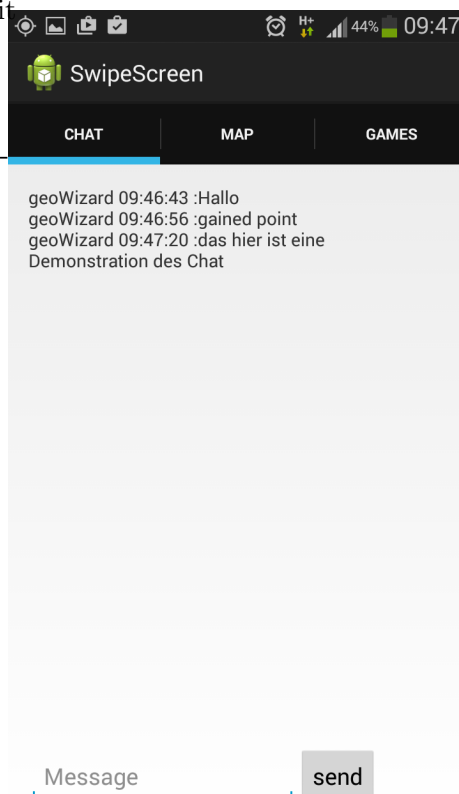


Abbildung 4.2: Chat Screen

### Map-Screen

In diesem Fragment wird die Karte in einem weiteren Fragment angezeigt. Je nachdem welches Spiel gespielt wird zu zusätzliche Widgets vorhanden, wie z.B. Interaktions Buttons, (Team-)Punkte anzeige usw.

### Game-Screen

In diesem Fragment werden momentan aktive Spiele angezeigt. Auch ist es möglich neue Spiele zu erstellen. Die Anzeige der Liste der Spiele erfolgt in einer scrollfähigen Liste (ListView). Diese wird durch entsprechend angeforderte Informationen über andere Spiele geupdatet. Diese Informationen werden durch Anfrage bei anderen Benutzer die sich eingeloggt haben über einen bestimmen Message-Typ abgerufen. Die Listen-Elemente sind interaktiv. Ein klick auf das entsprechende Spiel startet den beitritt. Um ein Spiel eines gewissen Typs zu Starten wählt man in einen Dropdown-Menü (bei Android Spinner) den entsprechenden Modus aus in klickt auf create. Man selbst betritt dieses Spiel und eintrag in der Spiele-Liste wird vorgenommen.

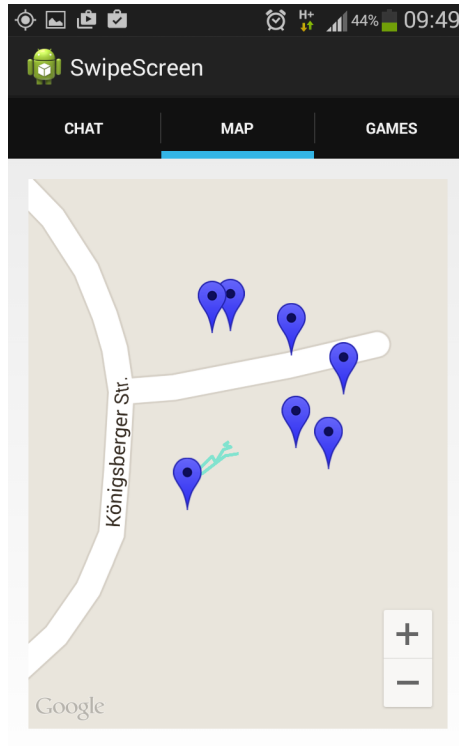


Abbildung 4.3: Map Screen

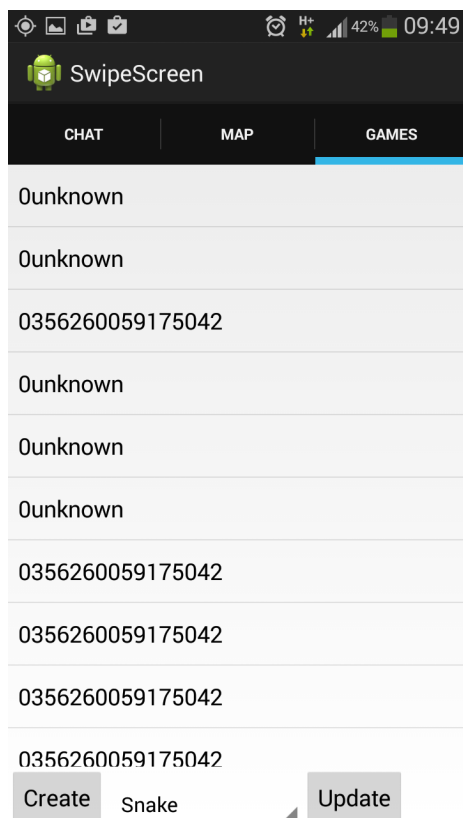


Abbildung 4.4: Game Screen

## 4.6 AndereSensorik

Seeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeensation

## Kapitel 5

# Implementation von Beispielapps

### 5.1 Snake

#### 5.1.1 Spielidee

aaaaaaaaarg gkls akj dasdlj ad ka kd askd

#### 5.1.2 Spiellogik

aaaaaaaaarg gkls akj dasdlj ad ka kd askd

#### 5.1.3 Umgesetzte Features

aaaaaaaaarg gkls akj dasdlj ad ka kd askd

## **5.2 Snake**

### **5.2.1 Spielidee**

aaaaaaaaarg gkls akj dasdlj ad ka kd askd

### **5.2.2 Spiellogik**

aaaaaaaaarg gkls akj dasdlj ad ka kd askd

### **5.2.3 Umgesetzte Features**

aaaaaaaaarg gkls akj dasdlj ad ka kd askd

## Kapitel 6

### Fazit

Hier sollte das Fazit Stehen

# Kapitel 7

## Ausblick

### 7.1 Weitere Features

Features featuring more Features

### 7.2 Weitere Spiele

Mögen die Spiele beginnen