

Projektdokumentation

Entwicklung des 2D-Sidescrolling Spiels "Josie - A Jelly's Journey" auf Basis von C++

vorgelegt an der Hochschule für angewandte Wissenschaften
Würzburg-Schweinfurt in der Fakultät Informatik und Wirtschaftsinformatik zum
Abschluss des Programmierprojekts im vierten Studiensemester im Studiengang
Informatik

Oleg Geier Daniel Glück Jonas Kaiser
Tobias Lediger Daniel Mügge

Eingereicht am: 17.07.2015

Erstprüfer: Prof. Dr. Peter Braun
Zweitprüfer: Prof. Dr. Steffen Heinzl

Zusammenfassung

TODO

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangssituation	1
1.2	Motivation	1
1.3	Vorgehen	1
1.4	Dokumentationsstruktur	2
2	Grundlagen	3
2.1	Spielprinzip von Josie - A Jelly's Journey	3
2.2	Framework	3
2.3	IDE und Plugins	4
2.4	Szenenprinzip	5
2.4.1	Szenenfunktionen von cocos2d	6
2.5	Spriteprinzip	7
2.5.1	cocos2d Spriteprinzip	7
2.5.2	Möglichkeiten Sprites zu manipulieren	8
2.6	Animationsprinzip	9
2.6.1	Allgemeines und cocos2d Spriteprinzip	9
2.6.2	Animate und Sequenze	10
2.6.3	Spritesheet und Reverse	10
2.7	Callbackprinzip	11
2.8	Tilemaps	12
2.9	Musik und Sound-Effekte	12
2.9.1	Möglichkeiten der cocos2d-x-Engine zur Audioverarbeitung	12
2.9.2	Mono-/Stereo-Kanäle und Dateiformate	12
2.9.3	Audiobearbeitungsprogramme	13
3	Architektur	14
3.1	Spielstruktur	14
3.2	Klassenübersicht	14
3.3	Vererbung	15
3.4	Speichersystem	16
4	Implementierung	18
4.1	Spieler Steuerung	18
4.2	SpritePrinzip	19

Inhaltsverzeichnis

4.3	AudioUnit	21
4.3.1	Laden von Soundeffekten	21
4.3.2	Abspielen von Soundeffekten und Musik	22
4.4	Kollisionsabfrage zum Boden	23
4.5	CollisionLayer	24
4.5.1	Debugging Optionen	24
4.5.2	Listener registrieren	25
4.5.3	Gegenseite Collision Notification	25
5	Evaluierung	26
6	Fazit und Ausblick	27
6.1	Features for the Future	27
	Verzeichnisse	29
	Listings	31
	Literatur	32

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation Daniel Mügge

In der heutigen Zeit spielt man Videospiele nicht nur auf Computern oder Konsolen, sondern auch auf Mobiltelefonen. Der Markt von Spielen für mobile Geräte ist in den letzten Jahren rapide gewachsen und erfreut sich immer größerer Beliebtheit. Einer Studie von Bitkom [2] aus dem Jahr 2014 zufolge, in der die beliebtesten Spieleplattformen ermittelt wurden, führt das Smartphone bzw. Handy mit 78% um 9% gegenüber dem stationären PC und ist somit an erster Stelle. Dieselbe Studie hat sich auch mit den beliebtesten und meist gespielten Spielegenres beschäftigt. Strategie- und Denkspiele sind laut Bitkom am beliebtesten, gefolgt von Gelegenheitsspielen, Actionspielen, Social Games, Jump n' Runs und Renn- und Sportspielen.

1.2 Motivation Daniel Mügge

Im bisherigen Verlauf unseres Informatik-Studiums hatten wir wenig mit GUI oder Grafik im allgemeinen Sinne zu tun. Die meiste Zeit sehen wir Konsolenausgaben in weiß auf schwarz, ein wenig Textausgabe und das war es dann auch schon.

Wir wollten etwas entwickeln mit dem wir im späteren Leben höchstwahrscheinlich nur noch als Anwender zu tun haben. Ein Spiel.

Viele Informatik Studenten träumen oder haben davon geträumt ein Spieleentwickler zu werden. Doch meistens wird daraus nichts. Deshalb haben wir uns gedacht bevor wir ins wirkliche Berufsleben einsteigen, wollen wir einmal ein eigenes Spiel entwickeln und haben es **Josie—A Jelly's Journey** getauft.

1.3 Vorgehen Daniel Mügge

Am Anfang war das Nichts.

Eine der schwierigsten Phasen in unserem Projektverlauf war das grobe Design. Wir wollten dass **Josie—A Jelly’s Journey** jedem aus unserer Gruppe gefällt und jeder seine Ideen einbringen kann. Deshalb wurden die ersten zwei Wochen des Projekts dem Design gewidmet.

Nachdem wir wussten welche Komponenten für die Entwicklung benötigt werden, haben wir die Aufgabenbereiche auf die Team-Mitglieder wie folgt verteilt.

- Oleg Geier: Programmierung und Logik
- Daniel Glück: Grafikdesign und Spieldesign
- Jonas Kaiser: Spieldesign und Levelgenerierung
- Tobias Lediger: Storydesign und Zwischensequenzen
- Daniel Mügge: Audiodesign und Grafikdesign

1.4 Dokumentationsstruktur **Daniel Mügge**

Im nächsten Kapitel werden die Grundlagen erklärt. Diese beinhalten eine Anleitung zur Einrichtung der Entwicklungsumgebung und Einbindung der verwendeten Engine, eine grobe Einführung in die wichtigsten Bestandteile dieser und wie diese in unserem Programm eingesetzt wurden. Kapitel 3 zeigt die Struktur des Spiels und das Zusammenspiel der Klassen und deren Abhängigkeiten mit Hilfe von Diagrammen. In Kapitel 4 geben kleine Code-Beispiele einen Einblick über die Implementierung der zur Verfügung stehenden Klassen und Methoden in den Programmcode. Kapitel 5 beschäftigt sich mit der Evaluation des Projektes im Hinblick auf das was geschafft und wie gut es umzusetzen wurde, auf den Ablauf des Projektes und die Probleme die während der Entwicklung entstanden, gelöst oder nicht gelöst wurden. Kapitel 6 enthält Ausblicke für die Zukunft des Projektes und ein abschließendes Fazit.

2 Grundlagen

2.1 Spielprinzip von Josie - A Jelly's Journey Daniel Mügge

Josie—A Jelly's Journey erinnert an eine erweiterte Version des Spieleklassikers Super Mario World. In der Theorie sollte es mehrere Spielabschnitte geben, jedoch wurde aus zeitlichen Gründen nur ein Abschnitt implementiert. Ein Spielabschnitt besteht aus drei Jump and Run Levels und einem Boss Kampf Level.

Jump and Run Level: Der Spieler versucht ohne Zeiteinschränkung das Level abzuschließen und dabei so viele Münzen wie möglich zu sammeln. Bei einem perfekten Lauf **kann** man alle Münzen einsammeln, einige davon sind allerdings so platziert dass sie nur schwer zu erreichen sind. Dem Spieler stehen die Steuerungsfunktionen “Stoppen“, “Schrumpfen“ und “Springen“ zur Verfügung. Dass Josie von selbst in einer festgelegten Geschwindigkeit läuft, führt zu einer gewissen Schwierigkeit des Spiels und macht Steuerungsfunktionen für “Links“ und “Rechts“ überflüssig.

Boss Level:

2.2 Framework Tobias Lediger

Als die grobe Idee für das Spiel feststand, mussten wir uns für eine GameEngine entscheiden. Zur Auswahl standen unter anderem die AndEngine, Unity und Cocos2d-x. Nach ausreichender Recherche über die Funktionalitäten der verschiedenen Engines haben wir uns einstimmig für Cocos2d-x entschieden. Cocos2d-x unterstützt drei Programmiersprachen, C++, JavaSkript und Lua. Hier haben wir C++ gewählt, da wir im Laufe unseres Studiums eine Vorlesung über C++ gehört haben. Die nächste Herausforderung war die Einrichtung von Cocos2d-x. Da wir drei verschiedene Betriebssysteme (Win8, MacOSX, Ubuntu) benutzen, hatten wir geringe Kompatibilitätsprobleme. Um Cocos2d-x einzurichten, werden folgende Pakete benötigt:

- Cocos2d-x Link - <http://www.cocos2d-x.org/download>
- Android SDK - <http://developer.android.com/sdk/index.html>
- Android NDK - <http://androids.zone/android-ndk/#.VBLHNPldWXY>
- Apache Ant - <http://ant.apache.org/bindownload.cgi>
- Python - <https://www.python.org/downloads/>
- Eclipse – <https://eclipse.org/downloads/>

Nachdem die Pakete heruntergeladen und ausgepackt sind, verschiebt man diese in den selben Ordner. Apache Ant und Python müssen installiert werden. Bei Python muss darauf geachtet werden das es sich um Version 2.x handelt. Unter Ubuntu muss Python nicht installiert werden, da dies schon in den Paketquellen vorhanden ist. Hat man die zwei Programme installiert öffnet man den Cocos2d-x Ordner und startet die setup.py Datei (über das Terminal). Daraufhin öffnet sich ein Terminalfenster in dem die Umgebungsvariablen angepasst werden, dies bedeutet man wird nach den Pfaden von der Android SDK/NDK, Apache Ant und Python gefragt. Entweder man gibt diese per Hand ein oder zieht die jeweiligen Ordner in das Terminalfenster.

2.3 IDE und Plugins Tobias Lediger

Nachdem die Umgebungsvariablen eingetragen sind, muss das Android Developer Tool Plugin für Eclipse installiert werden. Hat man das erledigt öffnet man den im Plugin enthaltenen Android SDK-Manager und lädt sich hier nochmal die passende API herunter. In unserem Fall war das die API für Androidversion 4.4.2(API 19). Ist dieser Schritt geschafft, wird es Zeit das erste Projekt zu erstellen. Hierzu öffnet man einen Terminal und wechselt in das Verzeichnis in dem auch der Cocos2d-x Ordner liegt. Hier gibt man folgenden Befehl ein:

```
$cocos new MyGame -p com.MyCompany.MyGame -l cpp -d ~/MyCompany
```

- MyGame gibt den Namen des Projekts an
- com.MyCompany.MyGame ist der Paketname für Android
- cpp steht für die Programmiersprache. cpp für C++ und lua für Lua
- /MyCompany gibt das Verzeichnis an in dem das Projekt gespeichert wird

2 Grundlagen

Der somit erstellte Ordner wird ins Git-Repository hochgeladen. Nun öffnet man wieder Eclipse und importiert das Git-Repository sowie die Cocos2d-x Bibliotheken.

Git-Repository: Eclipse → File → Import... → Git → 'Projects from Git'

Hier wählt man das vorher erstellte Projekt im Git-Repository aus.

Cocos2d-x Bibliotheken: Eclipse → Import... → Android → 'Existing Android Code into Workspace'

Hier dirigiert man in das Verzeichnis in dem der Cocos2d-x Ordner liegt und wählt diesen komplett aus. Im nachfolgenden Fenster wählt man alle vorgeschlagenen Punkte ab bis auf libcocos2dx. Nachdem beide 'Projekte' importiert wurden, wählt man sein Projekt aus dem Git-Repository aus und wechselt in die Einstellungen. Unter dem Reiter 'Android' ist darauf zu achten, dass als Library das Projekt libcocos2dx ausgewählt ist. Ist es nicht in der Liste enthalten, fügt man es mit 'Add' hinzu.

Es ist darauf zu achten, dass sich alle Ordner inkl. dem Git-Repository in einem Ordner befinden.

Zu guter Letzt, öffnet man die AndroidManifest.xml in Eclipse aus und ändert hier den Wert auf die Entsprechende API.

```
<uses-sdk android:minSdkVersion="19"
          android:targetSdkVersion="19"/>
```

Nun kann man anfangen zu arbeiten!

2.4 Szenenprinzip Tobias Lediger

Eine Szene ist im Grunde genommen nichts anderes als ein Container, welcher Sprites, Labels, Nodes und andere Objekte beinhaltet die ein Spiel benötigt. Eine Szene ist für die laufende Spiellogik und Darstellung des Inhaltes auf einer 'per-frame basis' verantwortlich. Es wird mindestens eine Szene benötigt damit man das Spiel starten kann. Man kann beliebig viele Szenen-Objekte in einem Spiel verwenden und leicht zwischen diesen überleiten. Der Vorteil von Szenen liegt darin, dass man nicht jedes Objekt einzeln laden muss. An eine Szene lassen sich diverse Sprites, Labels und Nodes mit der von Cocos2d-x gegebenen Funktion addChild() anhängen(siehe Abbildung 2.1). Sobald das Szenen-Objekt geladen wird, werden die angefügten Kinder mitgeladen. Dies spart Zeit und entlastet den Speicher.

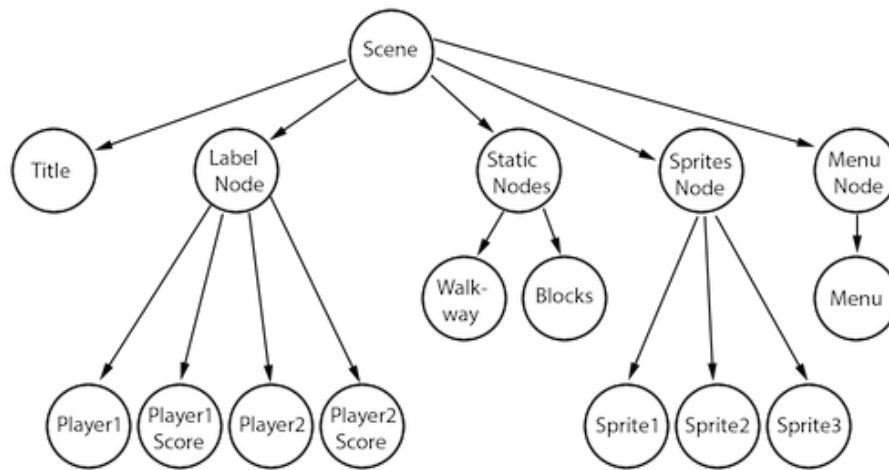


Abbildung 2.1: Szenengraph

2.4.1 Szenenfunktionen von cocos2d

Cocos bietet Funktionen an um Szenen zu erstellen und zwischen diesen zu wechseln. Um einen Szenenwechsel durchzuführen, muss zuerst eine Szene erstellt werden.

```
Szene* Cutscene = Szene::create();
```

Dies erstellt ein Objekt des Typ Szene mit dem Namen Cutscene. Im Laufe des Spiels ist es notwendig zwischen den verschiedenen Szenen zu wechseln. Dies wird deutlich, wenn man z.B. ein neues Spiel starten oder ein anderes Level auswählen möchte. Hierzu stellt Cocos2d-x verschiedene Funktionen bereit eine Szene zu wechseln.

- `replaceScene()` ersetzt eine Szene vollständig durch eine Andere
- `pushScene()` unterbricht die Ausführung der aktuellen Szene und verschiebt diese auf den Stack. Der Stack ist eine Art Warteschlange welche nach dem 'Last in, First out – Prinzip', dort wartet die Szene auf weitere Anweisungen. Diese Funktion darf nur aufgerufen werden, wenn bereits eine Szene aktiv ist.
- `popScene()` wiederum ersetzt die aktuelle Szene und löscht diese komplett. Diese Funktion darf nur aufgerufen werden, wenn bereits eine Szene aktiv ist.

2.5 Spriteprinzip Daniel Glück

Allgemein betrachtet kann man sagen, dass ein Sprite(engl. Kobold, Geistwesen) ein Grafikobjekt ist, welches über den Hintergrund gelegt wird und von der Grafikhardware platziert wird. Der Name rührt daher, dass ein Sprite auf dem Bildschirm umherspäht und im Grafikspeicher nicht zu finden ist. Heutzutage bezeichnet der Begriff “Sprite” jedoch alle Objekte die so aussehen wie ein solches Grafikobjekt, jedoch eigentlich von einer Software erzeugt werden und im Grafikspeicher vorliegen. Solche softwareerzeugten Sprites sind streng genommen “Shapes”, für deren Erzeugung überwiegend die CPU zuständig ist.

Für Computerspiele sind mit Sprites einige Vereinfachungen verbunden. So werden zum Beispiel in vielen 2D-Spielen wie Jump’n Runs so genannte Tiles oder auch Kachelgrafiken, welche ebenfalls kleine Grafikelemente die zusammengesetzt eine größere Grafik ergeben sind, verwendet. Ihr Anwendungsbereich findet sich unter anderem im Aufbau eines Level’s, wobei aus ihnen die Spielwelt zusammengesetzt wird.

2.5.1 cocos2d Spriteprinzip

In der von uns verwendeten Gameengine Cocos2dx, ist ein Sprite ein “Bild”, welches durch Veränderung seiner werte manipuliert werden kann. Es gibt verschiedene Wege ein Sprite zu erstellen, je nach dem wozu es benutzt werden soll. Bezüglich Dateiformaten werden von Cocos2dx PNG, JPEG, TIFF etc. unterstützt. Wir haben uns für das Dateiformat PNG entschieden, da es eine gute Komprimierung, gute Qualität, Darstellung von Halbtransparenzen, also 50% Deckkraft, vorweist und außerdem ein sehr weit verbreiteter Datentyp ist.

Es gibt unterschiedliche Methoden ein Sprite zu erstellen. Eine Erste ist es ein Sprite aus einem Bild zu laden, wobei das in cocos2dx erstellte Sprite Objekt die selben Abmessungen wie das benutzte Bild vorweist.

```
Sprite* mySprite = Sprite::create("mysprite.png");
```

Eine weitere Methode ist das Erschaffen eines Sprites durch Angabe eines Ausschnittes des dafür benutzen Bild. Dabei wird im Erstellungsprozess ein so genanntes “Rect” angegeben, welches die Position als auch die Dimension auf dem Bildschirm darstellt.

```
Sprite* mySprite = Sprite::create("mysprite.png", Rect(0,0,40,40));
```

Die Möglichkeit ein Sprite aus einem Spritesheet zu erstellen ist besonders empfehlenswert. Ein Spritesheet ist eine Bilddatei in der mehrere Sprites beliebig aneinander gereiht gespeichert werden können. Dies birgt den Vorteil, dass nur eine Datei geladen werden

muss anstatt viele einzelne Bilder, was die Ladezeiten erheblich verringert und zudem eine Speicherreduktion mit sich bringt. Außerdem reduzieren diese die Aufrufe an OpenGL ES etwas zu zeichnen und zu rendern. Beim erstmaligen verwenden eines Spritesheets, wird dieses in den *cocos2d::SpriteFrameCache* geladen. Dies ist eine Klasse, welche ein *SpriteFrame*-Objekt, für zukünftigen Schnellzugriff speichert. *cocos2d::SpriteFrame*-Objekte beinhalten den Bildnamen des Sprites und ein **Rect** um die Größe des Sprites zu spezifizieren. Aus dem *SpriteFrameCache*, in welchem das Spritesheet geladen wurde, kann nun ein *Sprite* erstellt werden. Spritesheets stellen in unserem Projekt speziell für Animationen und die Umgebung der Spielwelt eine optimale Lösung dar.

2.5.2 Möglichkeiten Sprites zu manipulieren

Der Ankerpunkt eines Sprites ist ein Punkt, welcher zur Orientierung bei der Positionsbestimmung eines Sprites dienen soll. Der Ankerpunkt benutzt ein Koordinaten System das in der unteren Linken Ecke startet.

```
Sprite* mySprite->setAnchorPoint(0.5, 0.5);
```

Weitere Möglichkeiten den Ankerpunkt zu setzen werden hier veranschaulicht. Rote Punkte::Ankerpunkte

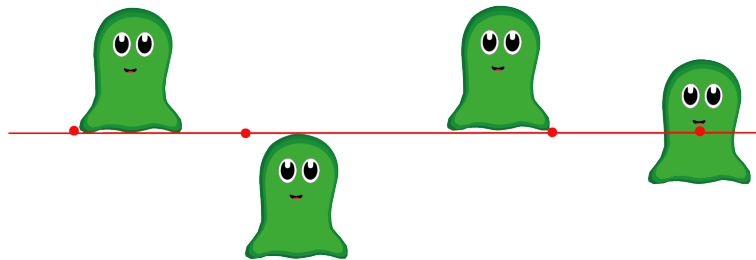


Abbildung 2.2: verschiedene Ankerpunkte

Möglichkeiten ein Sprite zu manipulieren sind unter anderem Skalieren, Rotieren und Verzerren. Weiterhin kann man die Farbe und Sichtbarkeit eines Sprites verändern. Die in unserem Projekt am häufigsten verwendete Manipulationsmethode ist das Skalieren. Sie ermöglicht es die Größe eines Sprites beliebig zu verändern. Im folgenden wird dies bildlich dargestellt.

```
mySprite->setScale(2.0);
```

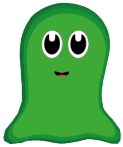


Abbildung 2.3: Das ist Josie

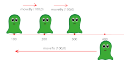
2.6 Animationsprinzip Daniel Glück

2.6.1 Allgemeines und cocos2d Spriteprinzip

Im Verlauf unseres Projektes wurden verschiedenste Animationen benutzt im folgenden soll ein kurzer Einblick auf das Prinzip der Animationen in Cocos2d als auch Allgemein eingegangen werden. Einfach gesagt sind Animationen nichts weiter als eine sehr schnell abgespielte Aneinanderreihung von Bildern. In der Computergrafik oder bei Computerspielen werden diese verwendet den Spielecharakteren zum Leben zu erwecken und das Spiel dynamischer zu machen. Ohne sie wären Spiele nicht grafisch darstellbar.

In Cocos2d werden solche Animationen durch *cocos2d::Action* Objekte realisiert. Diese haben die Fähigkeit die Werte von *cocos2d::Node* Objekte, in Echtzeit zu transformieren. Dazu zählen ebenfalls Instanzen der Klassen die von einem solchen Objekt erben. Werte eines Nodes, die verändert werden können sind z.b. die Sichtbarkeit, Farbe, Position oder auch die Größe des Nodes. Zum Beispiel kann ein Sprite von einer Position zur anderen bewegt werden.

Grundsätzlich können zwei Versionen von Actions unterschieden werden, diese sind By und To. Wobei Letztere absolut sind und im Gegensatz zu By Actions d.h. sie berücksichtigen die aktuelle Position des Node nicht. Ein mögliches Beispiel für eine MoveTo Animation soll im folgenden kurz beschrieben werden. Man erstellt ein MoveBy Objekt mit einer Angabe über die Dauer der Animation in Sekunden sowie ein Vektor der die Ziel Koordinaten auf der X als auch die der Y Achse beinhaltet. Anschließend wird dieses Objekt auf einem Node z.b. ein Sprite durch die Methode **runAction()** ausgeführt.



Die von Cocos2d bereitgestellten Funktionen zur Veränderung von Nodes sind Move, Rotate, Scale, Fade In/Out und Tint.



Abbildung 2.4: Beispiel für Fade In/Out bei Josie

2.6.2 Animate und Sequenze

Im vorgehenden wurden ein Überblick über einige von cocos2d bereitgestellte Animationen geschaffen. Im Verlauf eines Spieleprojektes wäre es jedoch sinnvoll eigene Animationen erstellen zu können. Eine Möglichkeit eigene Animationen zu erstellen wie zum Beispiel eine Art simples Daumenkino, bietet die Klasse *cocos2d::Animate*. Ein Animate enthält eine Animation bzw. wird aus dieser Erstellt. Animations sind Container welche durch die SpriteFrames Verzögerungszeit zwischen den Frames als auch die Dauer der Action. Wenn ein Animate Objekt ausgeführt wird, werden bestimmte Frames auf dem Display durch die in dem Animate enthaltenen, ersetzt. So kann zum Beispiel ein SpriteFrame durch ein Set von SpriteFrames ersetzt werden.

Um Komplexe Abläufe von Animationen ist es sinnvoll eine Klasse wie *cocos2d::Sequence* zu benutzen. Die Instanz einer Sequence ermöglicht es verschiedene Action, Function und sogar Sequence Objekte hintereinander zu reihen und in einem Sequence-Objekt zusammenzufassen. So können Abläufe von Animationen zusammengefasst werden. Die Funktion Objekte werden unter anderem für so genannte Callback(link) Funktionen verwendet.



Abbildung 2.5: Beispiel für Aktionen

Ein Zusammenspiel von Grundfunktionen und Sequenzen fand in unserem Projekt bei den Angriffspattern des Boss Charakters Anwendung. Hierbei war ein Problem die Zeiten zwischen den einzelnen Action, die Geschwindigkeit des gesamten Ablaufs als auch die Zeit die eine Action braucht um durchgeführt zu werden. Bei zu kurzen Puffer und zu langen Aktionszeiten vermischten sich die einzelnen Aktionen.

2.6.3 Spritesheet und Reverse

Eine häufige Methode zur Spriteerstellung ist es, ein Spritesheet bei der Erzeugung heranzuziehen. Hierzu benötigt man nicht nur das Spritesheet sondern auch eine “.plist” Datei, die eine Beschreibung der Frames, deren Interaktion und Zuweisung von SpriteFrame zu Bildern enthält. Nun kann man einerseits durch ein Zusammenspiel zwischen Spritesheet als auch .plist Datei die Animation bzw. den Ablauf im eigenen Programm

definieren. Hierbei werden die SpriteFrame und die .plist Datei geladen, um im Anschluss die SpriteFrames in der .plist Datei mit den Sprites aus dem Spritesheet zu koppeln. Andererseits kann man den Ablauf einer Animation in der .plist Datei festlegen und im Anschluss die fertige Animation laden.

Wir entschieden uns für die Spritesheet .plist Methode, da wir ebenfalls bei der Realisierung des Levels mit Spritesheets arbeiteten und die Arbeit mit diesen daher kennen. Bei der Suche nach einem Programm für die "Datei Methode" fanden wir weiterhin nur schlechte Tutorials.

Eine Weitere Vereinfachung durch Cocos bietet die Reverse Methode. Diese dient dazu bestimmte Animationen rückwärts ablaufen zu lassen. Diese ist in unserem Projekt unter anderem bei der Sprung Animation zum Einsatz gekommen.

2.7 Callbackprinzip Oleg Geier

In vielen Teilen des Spieles wird **CC_CALLBACK_0()** verwendet - unter anderem für Menü-Buttons. Ein Callback wird verwendet um einer Funktion eine andere Funktion als Parameter zu übergeben. Im Besonderen wenn vorher nicht klar ist, wann diese Funktion ausgeführt wird (bsp. Klick auf einen Button).

Beispiel Der *cocos2d::Director* soll die Funktion **popScene()** ausführen.

```
CC_CALLBACK_0(Director::popScene, Director::getInstance());
```

Der zweite Parameter, ist eine Instanz der Klasse, auf der die Funktion ausgeführt werden soll. Weitere Parameter können Komma getrennt hinten angehängt werden.

CallFuncN kapselt ein Callback in eine Animation. Verwendet wird dies um die Funktion innerhalb einer Animations Sequenz auszuführen, **nachdem** die Animation abgelaufen ist.

Listing 2.1: BossPlayer als Observer eintragen (LevelPlayer.cpp)

```
112 CallFuncN *call = CallFuncN::create( ←
    CC_CALLBACK_0(LevelPlayer::startRunningCallback, this));
113 Sequence *seq = Sequence::createWithTwoActions(animation, call);
114 spriteImage->runAction(seq);
```

Hier wird beispielsweise die Animation für das Stoppen von Josie ausgeführt und anschließend `startRunningCallback()`. Dort können Attribute gesetzt und weiterer Code ausgeführt werden.

2.8 Tilemaps Jonas Kaiser

2.9 Musik und Sound-Effekte Daniel Mügge

Musik sowie alle Sounds die in unserem Spiel **Josie–A Jelly’s Journey** zu hören sind wurden selbst geschrieben, aufgenommen und bearbeitet. Dazu gehören:

- Hintergrundmusik im Hauptmenü, in der Levelauswahl, in den Jump and Run Levels und im Boss Kampf
- Effektsounds für Sprung–, Schrumpf–, Stop und Schuss–Sounds von Josie, Shop–Sound, Bosstreffer–Sound

2.9.1 Möglichkeiten der cocos2d-x-Engine zur Audioverarbeitung

Cocos2d bietet mit der **SimpleAudioEngine** eine relative einfache Möglichkeit Audiodateien, sei es die Hintergrundmusik oder ein Sound-Effekte, zu laden, abzuspielen, zu pausieren und wieder zu entfernen. Hierzu ein kurzes Beispiel wie man auf einfache Art und Weise eine Audiodatei abspielt.

```
SimpleAudioEngine::getInstance()->playBackgroundMusic("song.mp3",true);
```

Auf die Implementierung und die Verwendung der *cocos2d::SimpleAudioEngine* innerhalb unseres Codes wird im Kapitel 4.3 genauer eingegangen. Vorweg sei gesagt dass wir alle Funktionalitäten welche die *cocos2d::SimpleAudioEngine* betreffen in eine eigene Klasse *AudioUnit* ausgelagert haben.

2.9.2 Mono-/Stereo-Kanäle und Dateiformate

Es ist möglich sowohl Mono– als auch Stereo–Audiodateien zu verwenden. Falls man also möchte dass Sounds zum Beispiel aus bestimmten Richtungen kommen, um dem Spieler ein gewisses Mittendrin–Gefühl zu vermitteln, sollten die Audiodateien stereo sein. Das

ist allerdings erst richtig sinnvoll wenn das Spiel mit Kopfhörern oder mit Anschluss an ein Soundsystem gespielt wird.

In unserem Fall wurden Stereo–Audiodateien ohne Panning (mischen von Spuren nach links oder rechts) verwendet, da **Josie–A Jelly’s Journey** hauptsächlich für mobile Geräte gedacht ist und diese meist nur über einen Lautsprecher verfügen. In der Realität ist es außerdem meistens so, dass man bei Handyspielen den Ton ausschaltet bzw. ohne Kopfhörer spielt.

Wir haben ausschließlich .mp3 verwendet, da dieses Dateiformat in Bezug auf cocos2d von den meisten Geräten unterstützt wird. Ein weiterer Vorteil von .mp3 gegenüber anderen Formaten wie .wav ist die Dateigröße, was im Bezug auf mobile Geräte ein sehr wichtiger Faktor ist.

2.9.3 Audibearbeitungsprogramme

Auf dem Softwaremarkt gibt es unzählige Audibearbeitungsprogramme. Wenn man sich mit dem Thema Audibearbeitung noch nie beschäftigt hat, ist es sehr schwer eines zu finden das die nötigen Funktionen liefert um einen gutes Resultat zu erzielen. Zudem kosten die meisten guten Programme viel Geld. Im Folgenden soll eine Auflistung von einigen kostenpflichtigen und kostenlosen Programmen einen groben Überblick verschaffen:

- Cubase (Steinberg, kostenpflichtig)
- Pro Tools (Avid, kostenpflichtig)
- Logic Pro (Apple, kostenpflichtig)
- Audacity (AudacityTeam, kostenlos)
- Goldwave (Goldwave Inc., teilweise kostenlos)

Bei **Josie–A Jelly’s Journey** wurde Logic Pro X von Apple verwendet.

3 Architektur

3.1 Spielstruktur

3.2 Klassenübersicht Oleg Geier

Beim Start des Spieles wird das AppDelegate aufgerufen, was wiederum augenblicklich die *MainMenuScene* lädt. Dieser Bildschirm dient zum Einen (a) die *Optionen* aufzurufen, (b) ein kurzes *Tutorial* zur Erklärung der Steuerung und Hindernissen im Level, sowie (c) der eigentlichen Level Auswahl (*LevelSelectScene*). Die Level Auswahl unterscheidet grundsätzlich zwischen einem normalen *Level*, einem automatisch generierten (*TMXEdit*) und dem Boss Kampf (mit vorgeschalteter *ShopScene*).

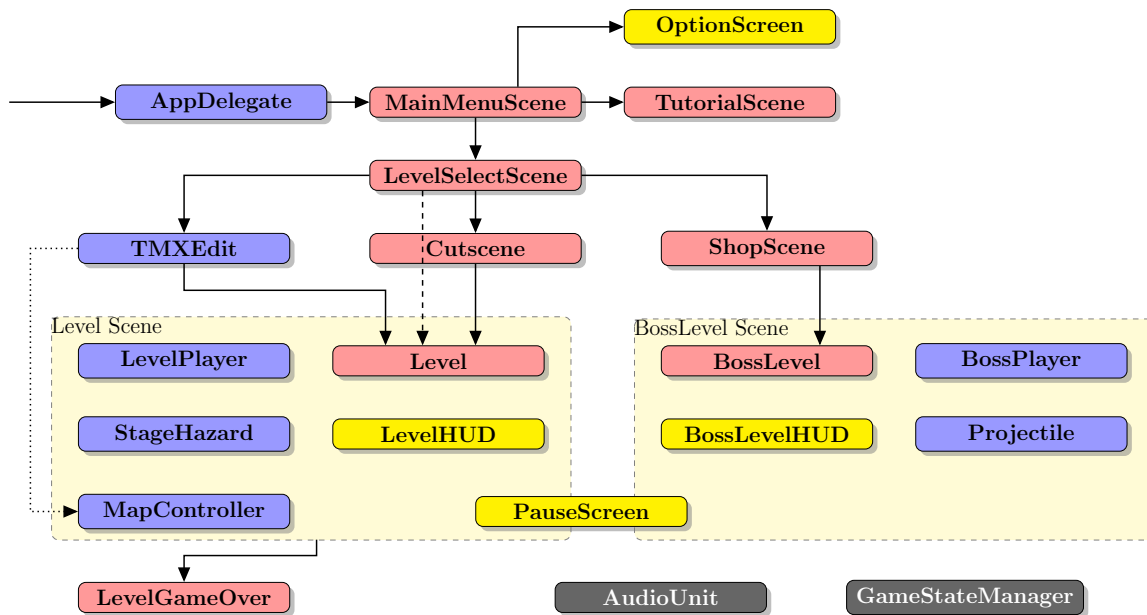


Abbildung 3.1: Aufruf und Abhängigkeiten der jeweiligen Screens

Info zur Farbvergabe:

Rote Klassen stammen von der *cocos2d::Scene* Klasse ab

Gelbe Klassen sind *cocos2d::Layer* die über einer Scene eingeblendet werden

Blaue Klassen sind Objekte mit unterschiedlicher Basis-Klasse (siehe Kapitel 3.3)

Graue Objekte bezeichnen Statische Klassen

Wird das Spiel zum Ersten Mal gespielt wird vor dem eigentlichen Level eine *Cutscene* geladen und abgespielt. Im späteren Verlauf wird das Level direkt geladen (gestrichelte Linie). Für das automatisch generierte "Random Level" ist die *TMXEdit* Klasse zuständig. Dabei wird der *MapController* mit der generierten Karte gefüllt und anschließend ein "normales" *Level* gestartet.

Beim Ende eines Levels wird das *LevelGameOver* angezeigt. Dabei spielt es keine Rolle ob das Level mit Erfolg absolviert wurde oder nicht. Die Übergabe erfolgt über einen Parameter bei der Instanz-Erstellung.

Es sei noch angemerkt, dass die beiden Klassen *AudioUnit* und *GameStateManager* nur statische Funktionen enthalten und somit nie eine Instanz gespeichert wird. Der Aufruf erfolgt an den entsprechenden Stellen. Auch der *PauseScreen* wird sowohl von der *Level* Scene, als auch vom *BossLevel* gleichermaßen benutzt und auf der jeweiligen HUD hinzugefügt. Die *LevelHUD* und *BossLevelHUD* steuern außerdem die Bewegungen des *LevelPlayer* bzw. *BossPlayer*.

3.3 Vererbung Oleg Geier

Wie bereits im Kapitel 3.2 erwähnt, stammen nicht alle Klassen von *cocos2d::Scene* bzw. *cocos2d::Layer* ab. Die Grafik 3.2 illustriert den Nutzen der *CollisionLayer* Klasse. Es wurde bewusst *cocos2d::LayerColor* gewählt um, für Debugging Zwecke, den Kollisions Rahmen anzeigen zu können (siehe Kapitel 4.5.1).

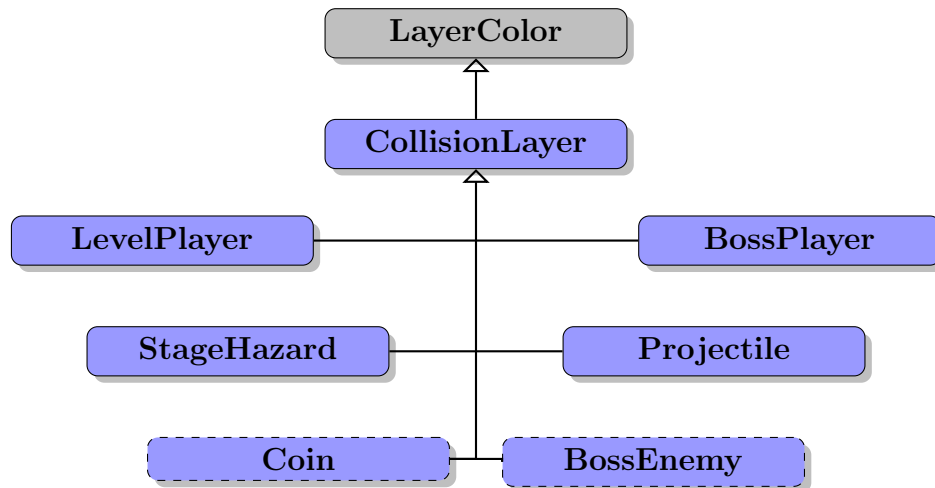
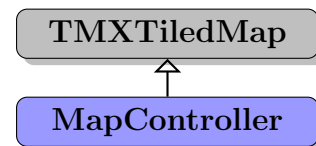


Abbildung 3.2: Vererbung der CollisionLayer Klasse

Die beiden Objekte *Coin* und *BossEnemy* werden direkt in der *CollisionLayer* Klasse bzw. im *BossLevel* erstellt und haben somit keine echte Klassenzugehörigkeit. Der Grund für diese Vererbung liegt auf der Hand, Objekte können unabhängig auf ihre Kollision hin überprüft werden. Die standard Funktionalität der *cocos2d::Rect* Klasse kann zwar eine Kollision mit **intersectsRect()** erkennen, dies funktioniert jedoch nicht mit rotierten Nodes wie es beim Boss Kampf der Fall ist. Hierfür wurde die 2D Oriented Bounding Box Intersection von Morgan McGuire [1] implementiert und für Cocos2d umgeschrieben.

Der *MapController* erweitert die Funktionalität der *cocos2d* Klasse um die Erkennung der Kollision zum Boden, der Erkennung von tödlichen Objekten, sowie der Platzierung der Münzen im Level.



Die Klasse *TMXEdit* kommt ohne Eltern Klasse aus, das sie nur für das Generieren des Random Level zuständig ist. Sie holt sich dafür eine Instanz des MapControllers und erstellt zufällige Kartenelemente.

3.4 Speichersystem Oleg Geier

Bei der Speicherung des App Zustandes, also der Einstellungen und des Spielstandes, haben wir uns für die *cocos2d::UserDefault* entschieden. Der Zugriff erfolgt einfach und es benötigt keiner speziellen zusätzlichen Klassen oder 3rd Party Libraries. Die Münzen und die benötigte Zeit für die Level werden codiert in zwei Strings gespeichert. Dabei gibt das Byte an der x. Stelle die Münzen/Zeit für das Level x wieder. Jede Dauer

die darüber hinausgeht, wird mit der Maximalzeit von 255 Sekunden, also 4:15 Min gespeichert.

Die Hintergründe und Level Karten liegen einer bestimmten Struktur zugrunde. Wenn beispielsweise das Level 1.2 aufgerufen wird, so lädt das Level den Hintergrund „backgrounds/bg_1.2.png“ und die Karte „tilemaps/1.2.tmx“.

4 Implementierung

4.1 Spieler Steuerung Oleg Geier

Die Spieler Steuerung wird mithilfe eines Observer Patterns realisiert. Beim Laden der *BossPlayer* Klasse wird der Spieler als Observer eingetragen:

Listing 4.1: BossPlayer als Observer eintragen (*BossPlayer.cpp*)

```
103   EventDispatcher *ed = ←
      Director::getInstance()->getEventDispatcher();
104   if (reg) {
105       ed->addCustomEventListener("BOSS_PLAYER_LEFT", ←
      CC_CALLBACK_0(BossPlayer::moveLeft, this));
```

Die Methode **addCustomEventListener()** erwartet zwei Parameter. Den Namen auf den der Observer hören soll, und das Callback, also die Funktion die ausgeführt werden soll beim Eintreffen einer solchen Nachricht, in diesem Fall **moveLeft()**. Gleichbedeutend muss der Spieler auch wieder aus der Liste der Observer entfernt werden, sobald die Instanz gelöscht wird. Beides passiert über dieselbe Methode, die mit dem Parameter **false** die Einträge wieder entfernt.

Die Steuerung wird über das HUD bewerkstelligt. Um genauer zu sein in der **update()** Methode der *BossLevelHUD*.

Listing 4.2: Drücken des Laufen-Buttons (*BossLevelHUD.cpp*)

```
181   void BossLevelHUD::update(float dt)
182   {
183       EventDispatcher *ed = ←
      Director::getInstance()->getEventDispatcher();
184       if (_key_left || _left->isSelected())
185           ed->dispatchCustomEvent("BOSS_PLAYER_LEFT");
```

Die update Methode wird kontinuierlich aufgerufen, deshalb ist vor jedem Aufruf die Abfrage auf **isSelected()** ob der aktuelle Button gedrückt ist. Das Aktivieren des Observers ist denkbar einfach über **dispatchCustomEvent()**.

4.2 SpritePrinzip Daniel Glück

Die grundlegende Nutzung von Sprites wird im folgenden anhand der *Tutorial* erklärt. Es werden die Bereiche, die sehr viel Anwendung in unserem Projekt fanden, erklärt. Diese sind unter anderem: das Laden von Sprites, Verwendung des Ankerpunktes als auch die Verwendung grundsätzlicher Funktionen wie **moveBy()**.

```
1 Sprite* josie = Sprite::create("josie/josie_static.png");
2   josie->setAnchorPoint(Vec2::ANCHOR_BOTTOM_LEFT);
3   josie->setPosition(200,45);
4   this->addChild(josie);
```

Die erste Zeile erstellt ein Sprite Object und gibt in der create Methode den Pfad zum zu ladenden Sprite an. Als nächstes wird der Ankerpunkt des Sprites mit dem Befehl **setAnchorPoint()** festgelegt. Durch setPosition wird die Startposition festgelegt und das Sprite im Anschluss an die Scene hinzugefügt.

Im Anschluss soll ein Beispiel für die Verwendung von Grundfunktion zur Sritemani-
pulation als auch Sequenzen erläutert werden. Hierbei wird ein Beispiel aus der Klasse *BossPlayer* verwendet.

```
1   auto right_rotate = RotateTo::create(2.0, 30.0f);
2   auto right_rotate_back = RotateTo::create(0.2, 0.0f);
3   auto right_down = MoveTo::create(0.2,Vec2(400,100));
4   auto right_up = MoveTo::create(1.0,Vec2(1520,600));
5   auto sequence = Sequence::create(right_rotate, ←
right_down, right_up,right_rotate_back, nullptr);
6   right->runAction(sequence);
```

Im ersten Schritt werden zwei RotateTo Objekte als auch zwei MoveTo Objekte erstellt. Ein Objekt ist für eine Aktion zuständig die etwas verändert, das andere stellt den Ursprungszustand wieder her. Beim erstellen des RotateTo Objektes werden die Zeitdauer der Rotierung und der Winkel mitgegeben. Dem MoveTo Objekt wird bei der Erzeugung die Zeitdauer der Aktion als auch ein Vector der die Zielkoordinaten beschreibt übergeben. Im Anschluss wird eine Sequenz mit dem Gewünschten Ablauf der Animation erstellt und danach ausgeführt. Folgendes, Bildhaftes Beispiel soll dies veranschaulichen.

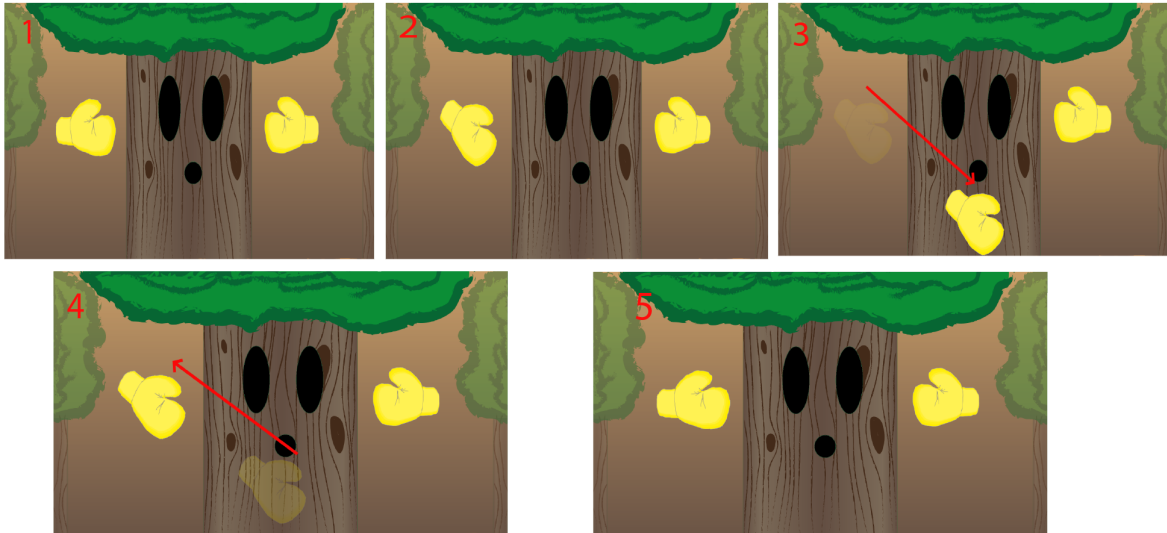


Abbildung 4.1: Beispiel eine Sequenz

Eine Erklärung für den Aufbau einer Animation durch ein Spritesheet und eine .plist Datei soll durch das folgende Beispiel erbracht werden. Hierbei wird ein Beispiel aus der *LevelPlayer* genutzt.

```

1      Vector<SpriteFrame*> frames;
2      SpriteFrameCache *frameCache = ←
      SpriteFrameCache::getInstance();

4      char file[9] = { 0 };

6      for (int i = 0; i < 6; i++) {
7          sprintf(file, "coin%04d", i);
8          SpriteFrame *frame = ←
      frameCache->getSpriteFrameByName(file);
9          frames.pushBack(frame);
10     }

12     Animation *animation = ←
      Animation::createWithSpriteFrames(frames, 0.1);
    
```

Anfangs erstellt man einen String mit Hilfe eines Char Arrays und ein Vector zur Erstellung von Frames. Außerdem erzeugt man ein SpriteFrameCache um auf das Spritesheet welches außerhalb des oben gezeigten Codes in den SpriteFrameCache geladen wurde. In der danach folgenden for-Schleife werden in das Array der Name des zu ladenden Bildes eingefügt. Hierbei ist zu beachten dass Für eine Animation mehrere Bilder nacheinander

geladen werden müssen, diese haben die Namenskonvention "coin0000", "coin0001" etc. Im Anschluss werden die SpriteFrames welche genau den vorher im Array abgelegten Namen tragen aus dem SpriteFrameCache geladen und in den anfangs definierten Vektor eingefügt. Sobald die For-Schleife abgearbeitet ist, wird eine Animation durch die Funktion **createWithSpriteFrames()** erstellt. Dieser werden der Vektor und eine Verzögerung zwischen den Frames des Vektors übergeben.

```
1 startRunningAfterAnimation(animationWithFrame("josiejump", 6, ←
    0.0001)->reverse())
```

Die Methode `animationWithFrame` liefert eine Animation zurück. Darauf wird die Methode **reverse()** aufgerufen, welche die Animation rückwärts ablaufen lässt. Diese Animation wird jetzt durch die Methode **startRunningAfterAnimation()** gestartet.

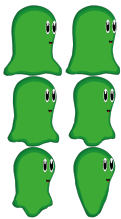


Abbildung 4.2: Das ist Josie

4.3 AudioUnit Daniel Mügge

Die Klasse *AudioUnit* kümmert sich um das Laden, Abspielen, Pausieren und Entfernen der Audiodateien. Hierbei handelt es sich durchgehend um statische Funktionen, sodass man die Klasse nicht erst instanziiieren muss, sondern die Funktionen einfach von Außerhalb aufrufen kann.

4.3.1 Laden von Soundeffekten

Ein wichtiger zu beachtender Aspekt bei Spielen mit vielen Soundeffekten ist die Notwendigkeit des vorangehenden Ladens dieser. Falls man dies nicht tut, kann es zu Performance-Problemen kommen. Der Grund dafür ist, dass zum Beispiel beim Drücken des "Sprung"-Buttons jedesmal beim Ausführen der Sound erst geladen, abgespielt und anschließend wieder entfernt werden würde. Deshalb wird zum Beispiel beim Erstellen des *BossLevel* im Konstruktor die Funktion *AudioUnit::preloadBossSounds()* aufgerufen.

Listing 4.3: BossLevel-Sounds laden (AudioUnit.cpp)

```

30 void AudioUnit::preloadBossSounds()
31 {
32     SimpleAudioEngine* engine = SimpleAudioEngine::getInstance();
33     engine->setEffectsVolume(UserDefault::getInstance()
34                             ->getIntegerForKey("sfx_volume")/200.0);
35     engine->preloadEffect("audio/boss_sounds/boss_hit1.mp3");
36     //Weitere Preloads
37 }

```

Gleichzeitig mit dem Laden der Sounds wird die Lautstärke der Effekte auf den in *cocos2d::UserDefault* gespeicherten integer-Wert mit dem Key “sfx_volume“ gesetzt. Dieser wird durch einen individuellen double-Wert geteilt, da die **setEffectsVolume** Methode nur double-Werte akzeptiert.

Innerhalb der *AudioUnit* wird auf die Singleton-Instanz der *cocos2d::SimpleAudioEngine* die alle nötigen Funktionen liefert, zugegriffen. So gesehen ist die *AudioUnit* ein Wrapper der die Verwendung von Audio im Code der anderen Klassen erheblich erleichtert und zusätzlich zu “sauberem“ Code führt.

Hierbei sei erwähnt dass ganze Musiktitel, wie zum Beispiel die Hintergrundmusik, nicht zwingend geladen werden müssen da diese nicht öfter hintereinander abgespielt, sondern wenn nötig geloopt werden.

Die Methode *unloadBossSounds* gleicht der Methode zum Laden der Sounds. Der einzige Unterschied ist, dass *cocos2d::unloadEffect* anstelle von *cocos2d::preloadEffect* verwendet wird.

4.3.2 Abspielen von Soundeffekten und Musik

Um nun einen Sound-Effekt abzuspielen, ruft man an passender Stelle die gewünschte Methode auf. Als Beispiel ist das Abspielen des Sounds gegeben, den man hört wenn der *BossPlayer* getroffen wird.

```
AudioUnit::playJosieHitSound();
```

Die Logik hinter der Funktion ist relativ simpel. Es existieren drei verschiedene Sound-Effekte die mit Hilfe eines String-Ersetzers und einer Zufallszahl zwischen eins und drei zufällig ausgewählt und abgespielt werden. Die übergebenen Parameter an die Methode **playEffect** sind der Pfad der Audiodatei, Loop, Pitch, Pan, Gain.

Listing 4.4: BossLevel Shoot Sound abspielen (AudioUnit.cpp)

```

30 void AudioUnit::playJosieHitSound()
31 {
32     std::ostringstream s;
33     s << "audio/josie_sounds/josie_hit"<< (rand()%3)+1 << ".mp3";

35     SimpleAudioEngine* engine = SimpleAudioEngine::getInstance();
36     engine->playEffect(s.str().c_str(), false, 1.0, 1.0, 0.7);

38 }

```

Analog kann das ganze auf das Abspielen der Hintergrundmusik übertragen werden, wobei dann auf den String-Ersetzer verzichtet und der Pfad hard gecoded wird. Außerdem wird die Zufallsfunktion überflüssig da es die Hintergrundsongs nur einmal gibt und die Parameter Pitch, Pan und Gain fallen weg.

4.4 Kollisionsabfrage zum Boden Oleg Geier

Die Kollisionsabfrage ist auf den ersten Blick nicht sofort einleuchtend. Prinzipiell wird für die komplette Karte ein Array mit ganzzahligen Werten angelegt, also für jede Spalte (72px breite, vertikale Linie auf dem Bildschirm) wird ein **long** Wert gespeichert. Die Karte ist 15 Tiles hoch. Für jedes Tile wird ein Bitwert gesetzt ob Kollision besteht.

Listing 4.5: Collision Column abfragen (MapController.cpp)

```

271 long MapController::getColumnBitmapForGID(int x, int tile_gid)
272 {
273     TMXLayer *meta = getLayer("Meta_layer");
274     long col=0;
275     for (int i=_mapSize.height; i>0; i--) {
276         col<<=1;
277         int gid = meta->getTileGIDAt(Vec2(x,i-1));
278         col |= (gid==tile_gid);
279     }
280     return col;
281 }

```

Die Schleife durchläuft - von unten anfangen - alle Tiles einer Spalte und fragt ab, ob das Kollisions Attribut gesetzt ist. Bei jedem Schleifendurchlauf wird der Bit-Shift-Operator (<<) angewandt, sodass das höher liegende Tile hinten angefügt wird. Das Anfügen geschieht mit dem Oder-Operator und der gleichzeitigen Zuweisung (|=).

Der abschließende **long** Wert weist an dem höchstwertigen Bit die Kollision für das unterste Tile auf und am niedrig wertigsten Bit die Kollision für das Tile am oberen Bildschirmrand.

Dieselbe Bitmap wird auch für tödliche Kollision in einem separaten Array erstellt. Beides geschieht nur beim Laden der Karte. Für die tatsächliche Kollisionsabfrage wird nur noch auf diese Bitmap zugegriffen.

4.5 CollisionLayer Oleg Geier

4.5.1 Debugging Optionen

Zu Debugging Zwecken kann die *CollisionLayer* Klasse den Bereich der Kollision grafisch hervorheben.

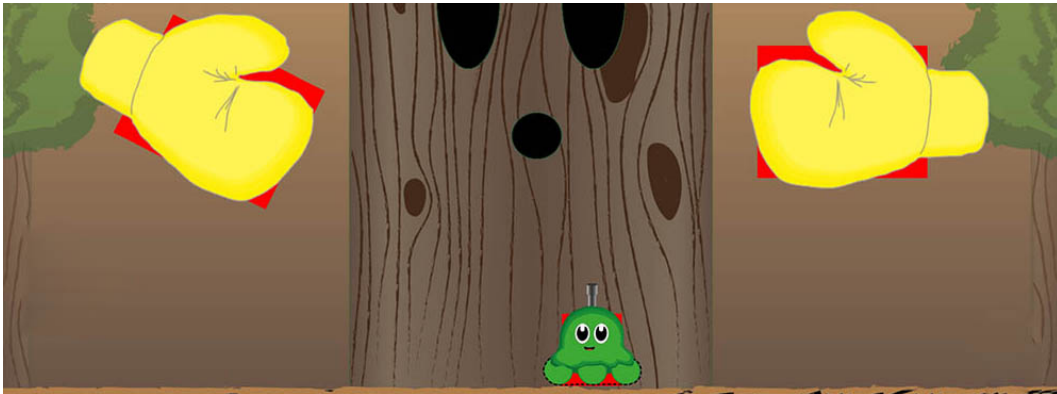


Abbildung 4.3: CollisionLayer Debug im Boss Kampf

Wenn man genau hinsieht erkennt man, dass auch Münzen über eine Kollision verfügen. Tödliche Objekte in der Karte (bsp. Dornen) jedoch nicht.

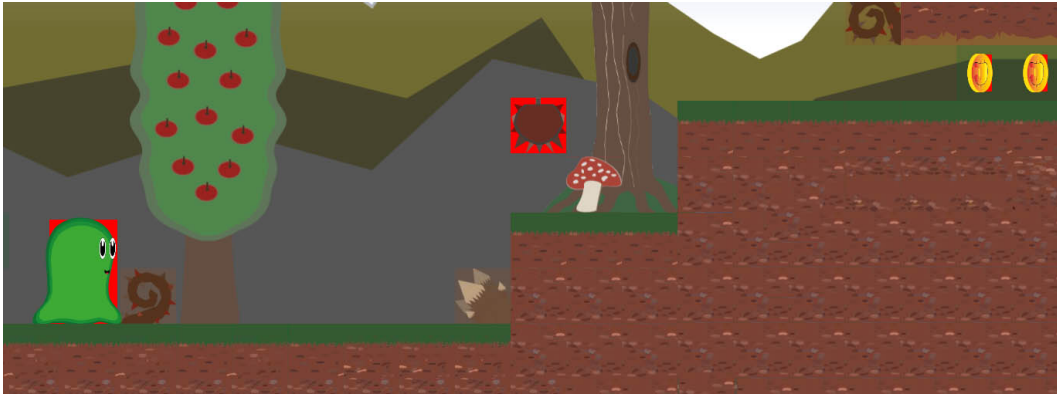


Abbildung 4.4: CollisionLayer Debug im Level

4.5.2 Listener registrieren

Die Klasse verfügt über eine Funktion `setCollisionListener(CollisionLayer*)` die ein anderes Collision Layer als Parameter erwartet. Dabei wird das übergebene Objekt in einer internen Variable gespeichert und in der `update()` Methode kontinuierlich auf Kollision überprüft.

4.5.3 Gegenseite Collision Notification

Sobald eine Kollision festgestellt wird, werden beide Objekte darüber informiert. Die Methode `hitByCollision(CollisionLayer*)` ist in der `CollisionLayer` Klasse nicht implementiert und muss von den einzelnen Subklassen durch Logik ergänzt werden.

So wird bei einem *StageHazard* - im Falle einer Collision mit dem Spieler - das tödliche Objekt wieder auf Anfang positioniert.

Listing 4.6: Collision Notification (StageHazard.cpp)

```
32 void StageHazard::hitByCollision(CollisionLayer* other)
33 {
34     if (other->collisionType == CollisionLayerTypeLevelPlayer) {
35         this->fallDown();
36     }
37 }
```

5 Evaluierung

6 Fazit und Ausblick

6.1 Features for the Future Daniel Mügge

Aus zeitlichen Gründen konnten wir einige Features nicht umsetzen, dazu gehören:

- Mehr Levels

Die momentane Levelstruktur 1.1–1.2–1.3–Boss könnte in die vertikale Ebene erweitert werden. In Zukunft wären mehrere Levelebenen wünschenswert. Bedeutet: 2.1–2.2–2.3–Boss 2, 3.1–3.2–3.3–Boss 3 Durch eine höhere Anzahl von Levels ist auch eine interessante Story mit Cutscenes und neuen Umgebungen besser umsetzbar.

- Neue Kampfmodi mit neuen Bossen

Damit ist gemeint, dass Josie sich in einen Hubschrauber verwandeln und den Boss von oben bekämpfen kann oder in einen Mech/Roboter, der anstatt einer Links-Rechts-Bewegung lediglich einen Sprung ausführt und den Boss von der Seite bekämpft.

Neue Bosse mit neuen Angriffspatterns und Bewegungsabläufen, neuen Designs und interessanteren Mechaniken wären eine weitere große Ergänzung die das Spiel noch besser machen würde.

- Double-Jump-Gliding

Die Erweiterung der Sprungfunktion könnte nach einem weiteren Klick in der Luft dazu führen, dass Josie ein kleines Stück in der Luft gleitet. Das hätte zur Folge dass man auch Levelabschnitte mit größeren Sprungabständen einbauen könnte.

- Neue Aufwertungsmöglichkeiten

Die bestehenden Aufwertungen im Shop könnte man beispielsweise mit Element-Projektilen, die über verschiedene Schadensarten verfügen und in Abhängigkeit zum Element des Boss Gegners mehr oder weniger Schaden verursachen, erweitern.

6 Fazit und Ausblick

Hierfür wären auch neue Projektil-Grafiken erforderlich was das Spiel fürs Auge interessanter machen würde.

Abbildungsverzeichnis

2.1	Szenengraph	6
2.2	verschiedene Ankerpunkte	8
2.3	Das ist Josie	9
2.4	Beispiel für Fade In/Out bei Josie	10
2.5	Beispiel für Aktionen	10
3.1	Aufruf und Abhängigkeiten der jeweiligen Screens	14
3.2	Vererbung der CollisionLayer Klasse	16
4.1	Beispiel eine Sequenz	20
4.2	Das ist Josie	21
4.3	CollisionLayer Debug im Boss Kampf	24
4.4	CollisionLayer Debug im Level	25

Tabellenverzeichnis

Listings

2.1	BossPlayer als Observer eintragen (LevelPlayer.cpp)	11
4.1	BossPlayer als Observer eintragen (BossPlayer.cpp)	18
4.2	Drücken des Laufen-Buttons (BossLevelHUD.cpp)	18
4.3	BossLevel-Sounds laden (AudioUnit.cpp)	21
4.4	BossLevel Shoot Sound abspielen (AudioUnit.cpp)	22
4.5	Collision Column abfragen (MapController.cpp)	23
4.6	Collision Notification (StageHazard.cpp)	25

Literatur

- [1] Morgan McGuire. *2D OBB Intersection*. Brown University Department of Computer Science. Apr. 2003. URL: http://www.flipcode.com/archives/2D_OBB_Intersection.shtml.
- [2] *Mobile Games treiben den Spiele-Markt*. Aug. 2014. URL: https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Pressemitteilung_3499.html.