TECHNISCHE UNIVERSITÄT
BERGAKADEMIE FREIBERG
Die Ressourcenuniversität. Seit 1765.

Fakultät für Mathematik und Informatik
Institut für Informatik

Studienarbeit

OpenGL Game: Achtung, die Kurve!

Simon Al Nomer
Hernán Felipe Valdés González

Bachelor Angewandte Informatik
Matrikel: 64 082
63 952

19. Oktober 2020

Betreuer/1. Korrektor:
M.Sc. Jonas Treumer

2. Korrektor:
M.Sc. Ben Lorenz

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere, dass ich diese Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen Hilfsmittel als die angegebenen benutzt habe. Die Stellen der Arbeit, die anderen Werken dem Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, habe ich in jedem einzelnen Fall unter Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht. Diese Versicherung bezieht sich auch auf die bildlichen Darstellungen.

19. Oktober 2020

Simon Al Nomer
Hernán Felipe Valdés González

Zusammenfassung

Implementierung des Spieles "Achtung, die Kurve" in C++ mit OpenGL für die Lehreveranstaltung "Multimedia".

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

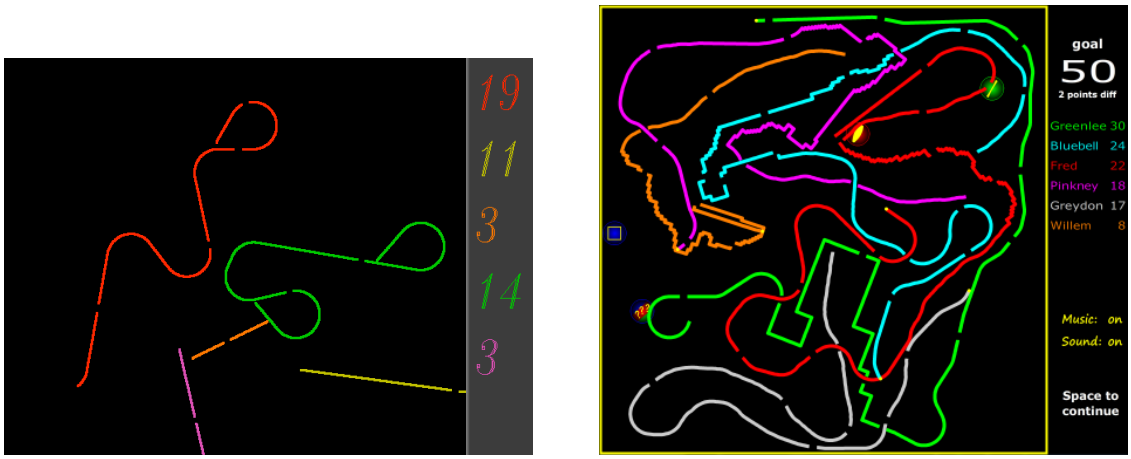
1. Einführung

Achtung, Die Kurve ist ein Multiplayer-Spiel, welches im Jahr 1995 von Filip Oščádal und Kamil Doležal in DOS entwickelt wurde. Im Jahr 2010 wurde eine neue Version des Spiels unter dem Namen "Achtung, die Kurve! Flash Remake" veröffentlicht. Diese Version ist mit Adobe Flash von Geert van den Burg entwickelt worden. Das Spiel kann von mehreren Spielern an einem Computer online gespielt werden.

Nachdem das Spiel großen Zuspruch fand, beschloss van den Burg, sich mit Robin Brouns zusammenzuschließen und eine Fortsetzung zu entwickeln, welche 2011 unter den Namen Curve Fever (Originaltitel "Achtung, die Kurve! 2") veröffentlicht. Es kann online und mit Spielern aus dem Netz gespielt werden.

In den folgenden Jahren wurden dem Spiel immer weiter neue Features hinzugefügt wie zum Beispiel verschiedene Boni, die Möglichkeit, in einem Team zu spielen, oder das Bestehen einer Rangliste.

2015 sammelte van den Burg ein Team um sich, um eine neue Version des Spiels in HTML5 zu implementieren, welche im September 2016 auf dem Markt kam.



(a) Original version für DOS (1995). **(b)** Flash remake (2010).

Abb. 1: 2 Versionen, die als Basis für das Spiel genommen wurden.

Die Implementierung unseres Spiels basiert auf die Version von 1995 in Kombination mit dem Stil der Flash Version.

1.1. Spielmechanik

Das Spiel können bis zu 6 Spieler zusammen an einem Bildschirm und mit einer Tastatur spielen. Jeder Spieler besitzt zwei vorbestimmten Tasten, die rechts und links symbolisieren. Um das Spiel zu starten, müssen mindestens 2 Spieler spielen. Das Ziel des Spiels ist es, dass ein Spieler solange wie möglich am Leben bleibt.

Jeder Spieler wird durch einen Kreis dargestellt, der mit jeder Bewegung einen Pfad mit seiner Farbe hinterlässt. Der Spieler kann sich nur nach rechts oder links drehen und damit die Richtung seiner Bewegung ändern. Wenn der Spieler nicht reagiert, bewegt er sich weiter in die gleiche Richtung.

Ein Spieler verliert, wenn er gegen seine eigene Linie, die Linie anderen Spieler oder den Rand stößt. Das Spiel ist zu Ende, wenn nur noch ein Spieler am Leben ist.

2. Softwaredokumentation

Unseres Projekt hat den Code als Basis, der zusammen während der Vorlesung erstellt wurde. Dieser Code wurde in C++ migriert. Die Entscheidung, das Spiel in C++ statt in C zu programmieren, lag insbesondere an der Standardbibliothek von C++ und deren implementierten Daten-Strukturen sowie die Eigenschaft mit Klassen zu programmieren.

Für die Softwarearchitektur wurde das State Pattern implementiert, um einen endlichen Automaten zu simulieren. Die Änderungen der Zuständen sind in der Klasse *Game* durchgeführt.

Das Spiel wurde im Sinne von Szenen programmiert. Die Klasse *Game* verhält sich als eine Szene sowie als eine Szene-Manager. Die anderen zwei Szenen sind *Menu* und *GameOver*.

In dem Spiel wird zwischen User und Player differenziert. Das Spiel besitzt nur ein User, der die Kontrolle über den Computer besitzt und mehrere Player, welche die Kreise kontrollieren.

2.1. user_data_t

Die Daten des laufenden Spiels, sowie die Anzahl an Spieler und ihren Punkten werden in einem Struct gespeichert, der dann in GLFW zur Verfügung gestellt wird. Dieser Struct heißt *user_data_t*.

```
typedef struct {
    int window_width;
    int window_height;
    GameState game_state;
    std::vector<player_info_t>* player_info;
} user_data_t;
```

2.2. player_info

Alle Player werden am Anfang des Programmes in main.cpp addiert und dann im Menü als aktiv gesetzt.

```
typedef struct {
    bool is_active;
    int id;
    std::string name;
    std::string menu_text;
    Control control;
    std::array<GLubyte, 3> color;
    glm::vec3 menu_color;
    int score;
} player_info_t;
```

2.3. Game

Die zentrale Klasse des Projektes ist *Game*. In dieser Klasse werden die Zustände des Automaten geändert und unterschiedliche Klassen initialisiert und geteilt. In der Abb. 2 steht die Klassen, die anschließend im *Game* initialisiert werden. Ein Beispiel ist die Klasse *Font*, die für die Erzeugung und für die Zeichnung von Texten verantwortlich ist. Sie wird nur einmal in *Game* initialisiert und im Folgenden mit anderen Klassen geteilt.

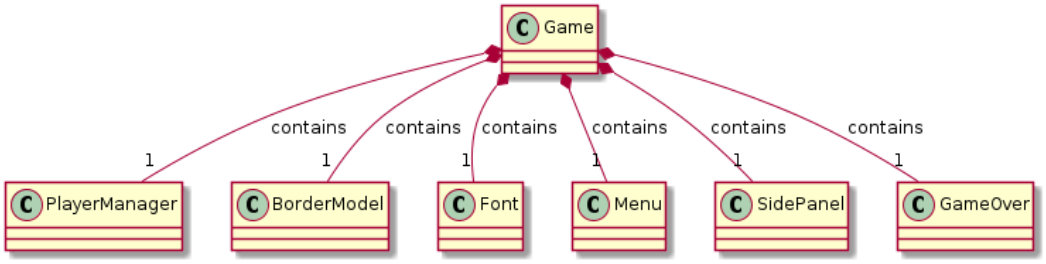


Abb. 2: UML Diagramm von der Klasse Game

2.4. GameState

In der Abb. 3 wird der Automat des Spieles dargestellt. Der Startzustand des Automaten ist GAME_MENU.

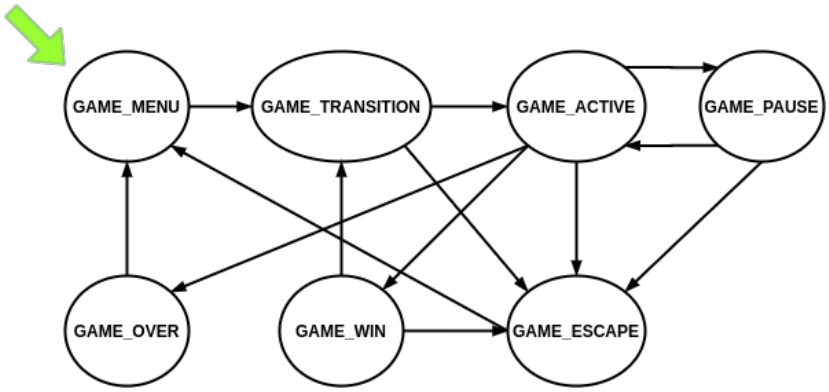


Abb. 3: Darstellung des Zustandsautomaten

GAME_MENU Es wird das Menü für den Auswahl von Spielern gezeigt. Es kann nur zu dem nächsten Zustand übergegangen werden (GAME_TRANSITION), in dem mindestens 2 Spieler ihre Anwesenheit bestätigen und dann die SPACE-Taste gedrückt wird.

GAME_TRANSITION Das Spiel ist bereit, zu starten. Alle Spieler sind auf ihren Plätzen und ihre Positionen werden mit einem gefärbten Kreis gezeichnet. Um das Spiel zu starten, muss die SPACE-Taste gedrückt werden und der neuer Zustand wird GAME_ACTIVE. Um zurück ins Menü zu gehen, muss die ESCAPE-Taste gedrück werden und der neuer Zustand wird GAME_ESCAPE.

GAME_ACTIVE Das Spiel läuft und die Spieler dürfen anderen umschließen und in die Irre führen. Es kann in jedem Moment die SPACE-Taste gedrückt werden, um das Spiel zu pausieren und der neuer Zustand wird GAME_PAUSE. Es kann auch mit der ESCAPE-Taste das Spiel abgebrochen und zurück ins Menü gelangt werden. Dann wird der neue Zustand GAME_ESCAPE. Wenn nur ein Spieler auf dem Feld übrig ist, wird der Zustand automatisch zu GAME_WIN oder GAME_OVER übergehen, abhängig ob die maximale Punktzahl erreicht wurde oder nicht.

GAME_PAUSE Das Spiel ist pausiert. Mit der SPACE-Taste kann zurück zu GAME_ACTIVE und mit der ESCAPE-Taste zu GAME_ESCAPE übergegangen werden.

GAME_ESCAPE ist ein Zwischenzustand, welcher die Daten wieder ins Default bringt. Es wird direkt zu GAME_MENU gegangen.

GAME_WIN ist ein Zwischenzustand, der den Gewinner der Runde anzeigt (mit einem blinkenden Namen). Nach ein paar Frames wird direkt zu GAME_TRANSITION gegangen, um eine neue Runde zu starten.

GAME_OVER Es wird eine Liste mit der gesamten Punktzahl angezeigt. Wird die SPACE-Taste gedrückt, erscheint das GAME_MENU und alles startet von vorne.

2.5. Model und Mesh

Die Klassen *Model* und *Mesh* sind zwei abstrakte Klassen, welche als Basisklasse angewandt werden.

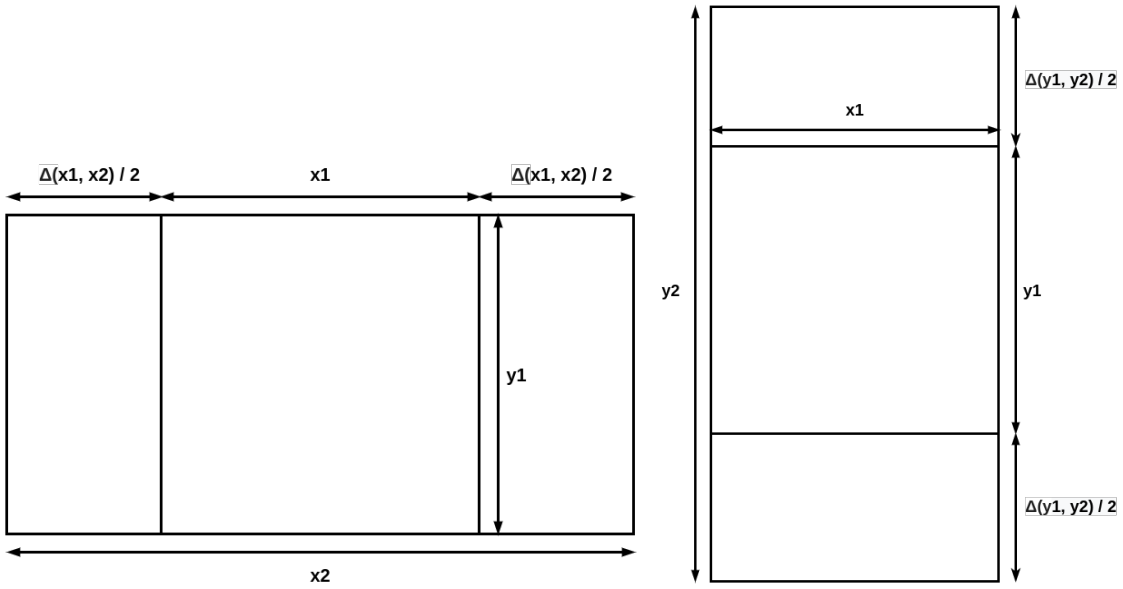
Mesh Ein *Mesh* enthält die Punkte, die gezeichnet werden, das Vertex Array Object (VAO) und das Vertex Buffer Object (VBO). Die Klassen *BorderMesh*, *PlayerMesh* und *LineMesh* erben von *Mesh*, welche die Funktion "draw" deklarieren müssen, um die Punkte zu zeichnen.

Model Ein *Model* enthält ein *Mesh* und die ID von dem *Shader*, das angewandt wird. Ein *Model* interagiert mit *Game* und in dieser Klasse werden die Positionen und Transformation informiert werden, durch die Funktion "update".

2.6. Display

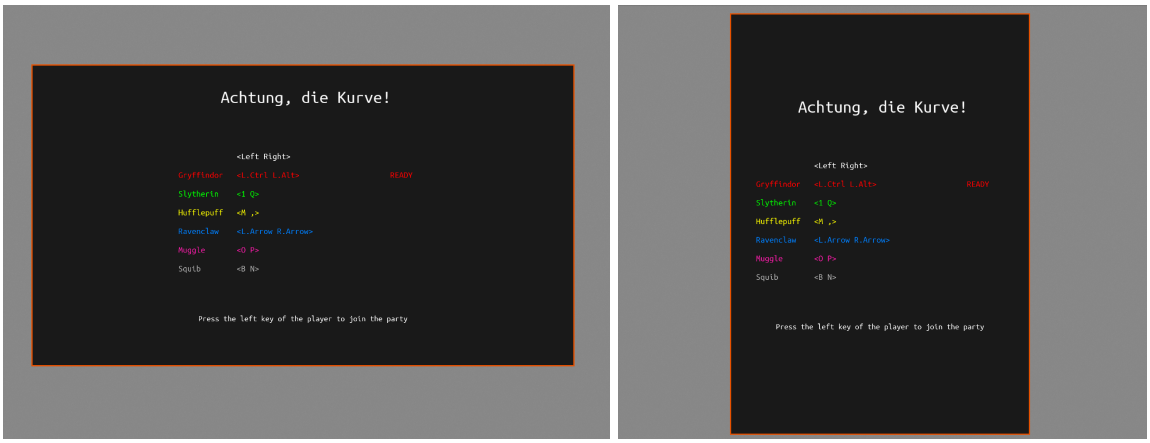
Die Klasse *Display* initialisiert und besitzt ein Instanz von GLFWwindow. Ein Pointer von dem Fenster wird dann mit der Klasse *Game* mitgeteilt. *Display* wird dann am Ende des Programms auch das Fenster schließen (beenden).

Das Fenster hat ein ursprünglichen Ratio von 1:1 mit der Größe 700x700 pixels. Das Fenster wird sein Aspect Ratio behalten, in dem immer die kleinste Wert zwischen Höhe und Breite nimmt und dann positioniert sich in der Mitte von der gegende Position. z.B: Wenn die Höhe größer als die Breite ist, zentriert das Fenster sich in der Mitte von der Höhe mit der Größe von der Breite, der Rest wird ein mit einem schwarzen Padding gefüllt.



(a) Anpassung in horizontellen Resize **(b)** Anpassung in vertikallen Resize

Abb. 4: Anpassungen bei der Änderung in der Größe des Fensters



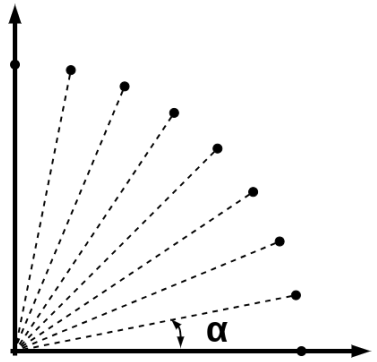
(a) Erstellung von den Punkten mit der Kreis-Gleichung **(b)** Darstellung von GL_TRIANGLE_STRIP

Abb. 5: Screenshots von dem Beispiel beim Resizing

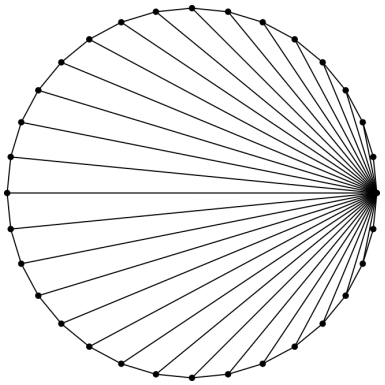
3. Zeichnungen

3.1. Player

Jeder Spieler wird mit einem Kreis dargestellt. Die Kreise werden erstellt, in dem ausgewählte Punkte aus dem Kreis gesammelt werden und sie mit dem OpenGL Flag GL_TRIANGLE_STRIP zeichnet. Eine Darstellung von dem Prozess wird in der Abb. 6 gezeigt.



(a) Erstellung von den Punkten mit der Kreis-Gleichung



(b) Darstellung von GL_TRIANGLE_STRIP

Abb. 6: Darstellung der Erstellung eines Kreises

3.2. Linien

Für die Zeichnung von dicken Linien wurde ein Algorithmus entwickelt, der in der Abb. 7 dargestellt wird.

Um den Winkel zwischen zwei Vektoren zu rechnen wurde die folgende trigonometrische Eigenschaft angewandt:

$$cos(\theta) = \frac{\vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2}{\|\vec{v}_1\|\|\vec{v}_2\|} \tag{1}$$

Für die Richtung der Drehung in der Linie wurde die z-Komponente der Kreuzprodukt zwischen $\vec{v}_1$ und $\vec{v}_2$ analysiert.

$$\vec{v}_3 = \vec{v}_1 \times \vec{v}_2 \tag{2}$$

Es gibt 3 Fälle:

1. $\vec{v}_{3z} > 0$: Die Linie dreht sich nach Links
2. $\vec{v}_{3z} < 0$: Die Linie dreht sich nach Rechts
3. $\vec{v}_{3z} = 0$: Die Linie geht gerade

Wenn die neue Punkte L und R gerechnet wurden, können in den LineMesh hinzugefügt werden. In der Abb. 8 wird eine graphische Darstellung des Algorithmus.

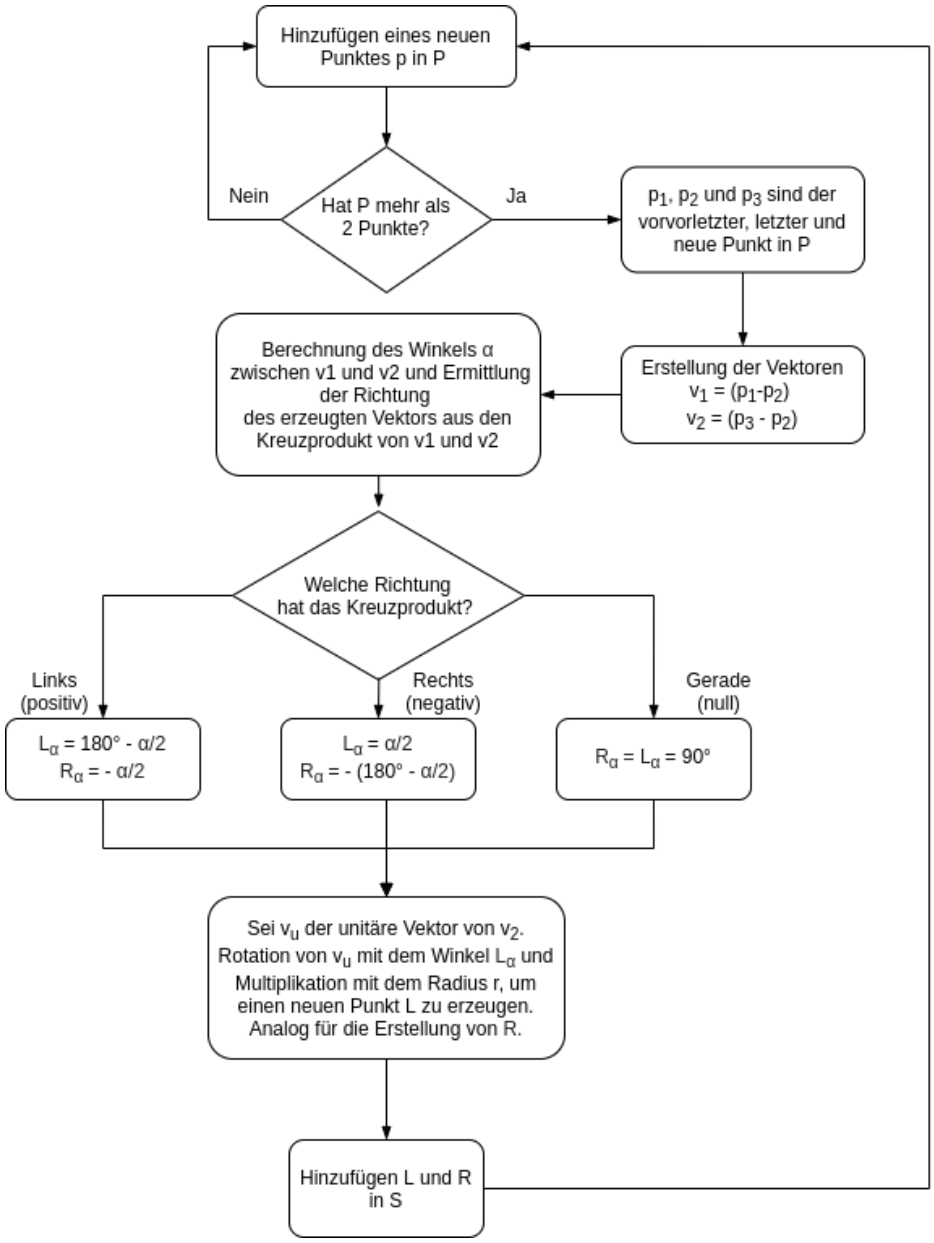
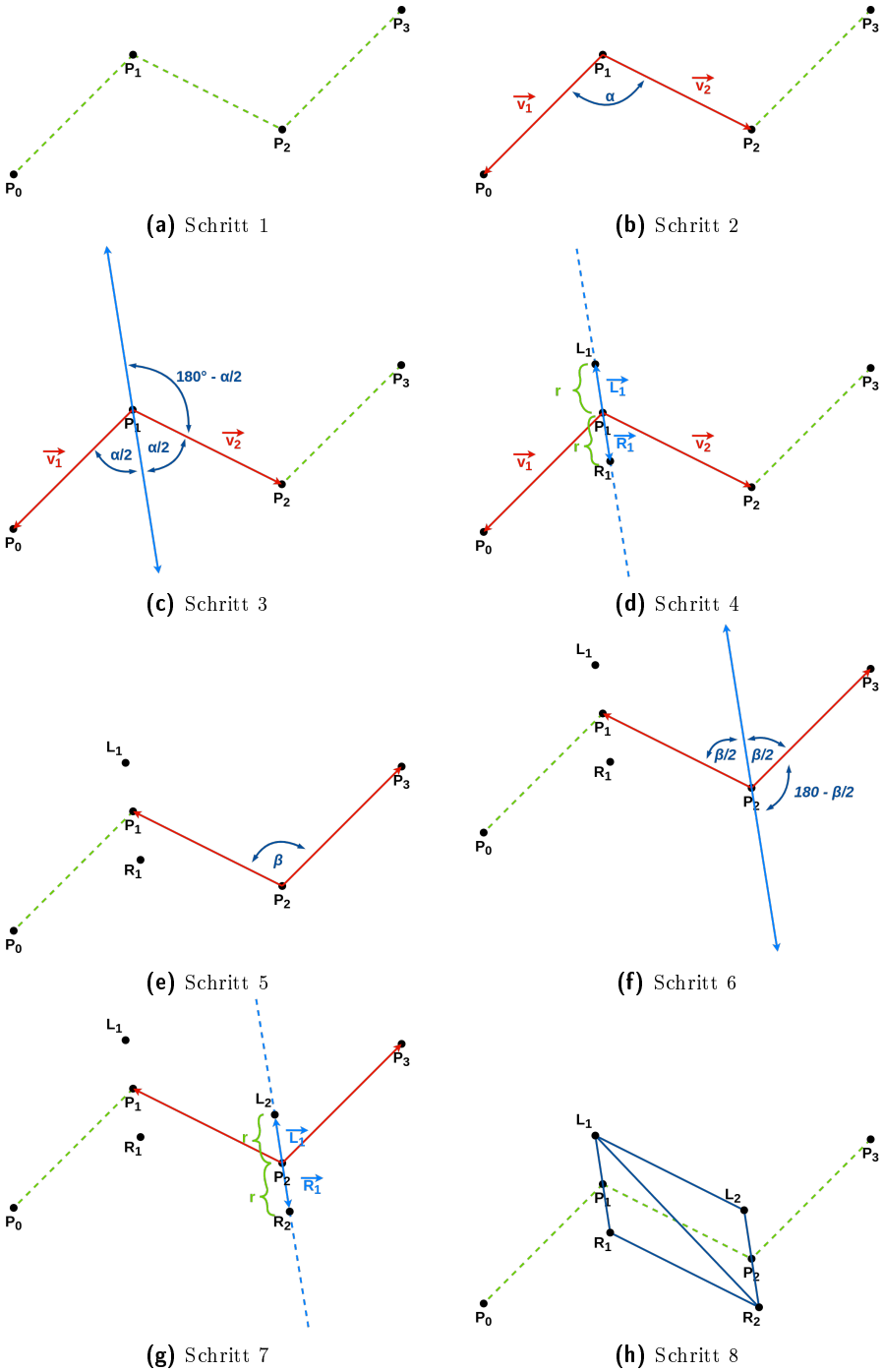


Abb. 7: Flow-Diagramm von der Linien-Erzeugung Algorithmus



(a) Schritt 1 **(b)** Schritt 2

(c) Schritt 3 **(d)** Schritt 4

(e) Schritt 5 **(f)** Schritt 6

(g) Schritt 7 **(h)** Schritt 8

Abb. 8: Erzeugung eines Linien-Segmenten

4. Bewegung

Alle die *PlayerModel*s starten mit einem gleichen Geschwindigkeitsvektor v.

$$v = \begin{bmatrix} 0.09 \\ 0 \end{bmatrix} \tag{3}$$

Wenn ein Player initialisiert ist, wird einen randomisierten Winkel θ erzeugt. Dann wird der Vektor v in z rotiert, um einen neuen Vektor zu erzeugen.

$$\begin{bmatrix} v'_x \\ v'_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} cos(\theta) & -sin(\theta) \\ sin(\theta) & cost(\theta) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \end{bmatrix} \tag{4}$$

In jedem Frame gibt es 3 Fälle für alle die aktive Players:

Der Player druck keine Steuerungstaste Der Geschwindigkeitsvektor v bleibt gleich und der Player bewegt sich in die gleiche Richtung.

Der Player druck die linke/rechte Taste Der Geschwindigkeitsvektor v wird wie in der Gleichung 4 rotiert.

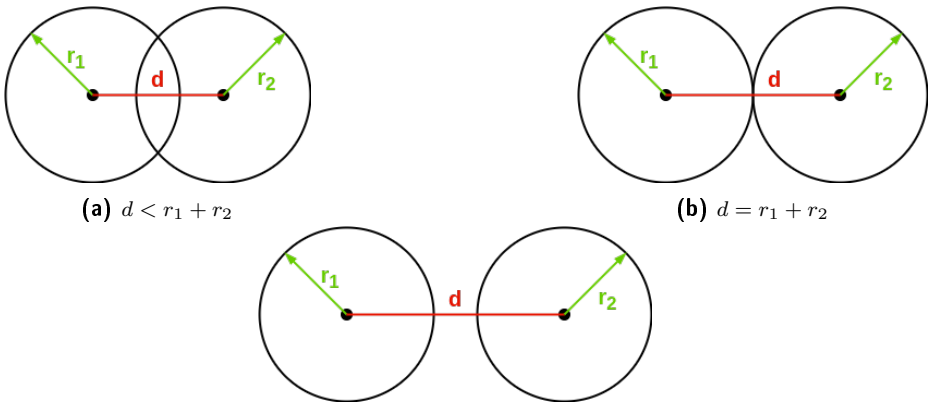
Der Player ist tot Der Player wird nicht mehr geupdated, der Geschwindigkeitsvektor bleibt gleich aber er wird sich nicht bewegen.

5. Kollisionen

Als eine Vereinfachung werden alle Punkte in den Linien als Kreisen betrachtet. Da alle Elementen im Spiel als Kreisen betrachtet werden, kann man eine Kollision detektieren, in dem der Abstand zwischen beiden Kreisen kleiner als die Summe von ihren Radius ist.

Sei C_1 und C_2 die Zentren von zwei Kreisen. Der Abstand zwischen den Zentren wird mit der folgenden Gleichung gerechnet:

$$d = \sqrt{(C_{1x} - C_{2x})^2 + (C_{1y} - C_{2y})^2} \tag{5}$$



(a) $d < r_1 + r_2$ **(b)** $d = r_1 + r_2$

(c) $d > r_1 + r_2$

Abb. 9: Fälle für die Kollisionen

In jedem Frame der Abstand zwischen jedem Player und jedem Punkt, sowie der Abstand zwischen jedem Player und der Abstand mit dem Border. Der Prozess ist in der Abb. 10 dargestellt.

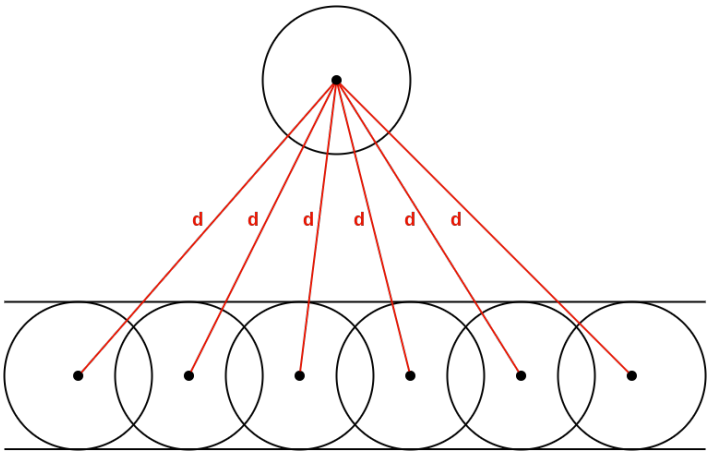


Abb. 10: Der Player überprüft seinen Abstand mit allen Punkten in den Linien

6. Benutzerhandbuch

6.1. Installation

Das Projekt befindet sich in GitHub auf dem Repository `https://github.com/h-valdes/kurve`.

Installiere die Dependencies:

1. GLFW
2. FreeType2

Clone das Repository:

```
$ git clone https://github.com/h-valdes/kurve.git
```

Estelle einen neuen Build Ordner auf dem Ordner des Repository und kompiliere das Projekt:

```
$ mkdir build
$ cd build
$ cmake ..
$ make
```

Um das Projekt zu starten:

```
$ ./kurve
```

6.2. Spielanweisungen

Es gibt 6 mögliche Spieler. Jeder Spieler hat 2 vordefinierten Steuerungstasten:

Name	Links	Rechts
Gryffindor	L.Ctrl	L.Alt
Slythering	1	Q
Hufflepuff	M	,
Ravenclaw	L.Arrow	R.Arrow
Muggle	O	P
Squib	B	N

Tab. 1: Steuerungstasten von dem Spieler

Um das Spiel zu starten, müssen mindestens 2 Spieler seine Anwesenheit bestätigen. Die Bestätigung wird mit dem Drück seine respektive linken Steuerungstaste und zum abbrechen, soll man die rechte Steuerungstaste drücken.

A. Screenshots

Abb. 11: Menü Szene.

Abb. 12: Bestätigung der Anwesenheit von Spieler.

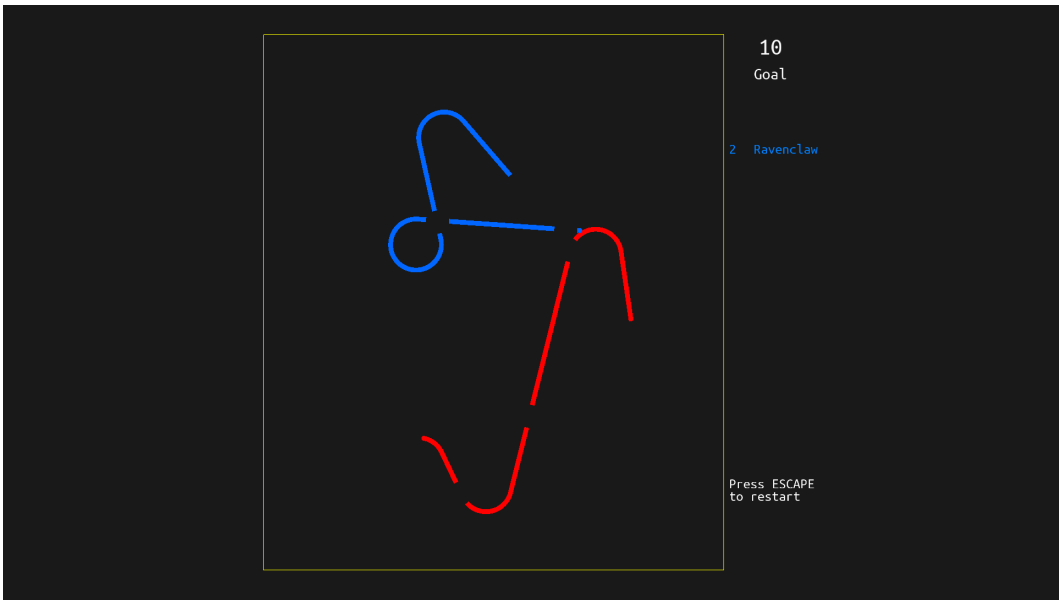


Abb. 13: Ein Spiel pausiert.