

Virtual and Augmented Environments

Prototyp eines realitätsnahen virtuellen Schwertes mit modularen Komponenten

Max Angermüller [Matr.-Nr.: 308854]

Robert Irrgang [Matr.-Nr.: 308619]

Abgabe: 7. August 2021

1. Zielstellung des Projektes

1.1 Simulation eines realitätsnahen virtuellen Schwertes

Das Ziel in unserem Projekt ist die Simulation eines realitätsnahen Empfinden, ein wahrhaftiges Schwert in den Händen zu halten. Beginnend mit dem Bau des Griffes durch eine künstliche Nachbildung eines echten Schwertgriffes, wird dieser durch die Einhaltung entsprechender Formen und Konturen in ein eigen gedrucktes 3D-Modell abgebildet. Durch zusätzliche Variation des Gewichtsverhältnis wird eine entsprechende Simulation der Haptik erzeugt.

1.2 Nachbildung einer virtuellen Burg

Das Konzept der Nachbildung einer virtuellen Burg entstand durch ein vorerst einfachen Ideenfindungsprozess durch unterschiedlicher Medien. So wurden vorerst erste Referenzbilder im Internet recherchiert und erste Prototypen mit hilfe des Videospiels Minecraft Conquest 1.12.2 erstellt. In der vorliegenden erstellten Szene handelt es sich jedoch lediglich um einen kleinen Ausschnitt der gesamten Burg. Dieser Ausschnitt beruht auf einer veränderten Priorisierung der Aspekte in unserem Projekt. Dennoch erzeugt und vermittelt dieser verkleinerte Teil eine annehmbare mittelalterliche Immersion.

2. Theoretische Grundlagen

2.1 Die Haptik

Haptik beschreibt die Lehre des Tastsinns. Jeder, der schon mal einen Griff angefasst hat, ob von einem Gartengerät oder Werkzeug weiß, wie sich dieser in der Hand anfühlt, welches Gewicht er hat und mit welcher Kraft man ihn greifen muss, um entsprechende Arbeit damit zu erfüllen. Um in der virtuellen Realität einen Gegenstand möglichst realitätsnah abbilden zu können wird vorerst ein gut anschauliches virtuelles dreidimensionales Modell benötigt. Neben einer detailreichen Ausarbeitung des Modells, sowie einer entsprechenden hochauflösenden Texturierung macht dieses virtuelle Objekt jedoch nur einen gewissen Teil der Immersion aus. Das Gefühl dieses Objekt, wirklich in den Händen zu halten, kann erst durch die Simulation der Haptik erfüllt werden.

3. Inspirationen

Erste Prototypen in Minecraft Conquest 1.12.2:



Abbildung 1 - Kreuzritterburg (Ost-Ansicht)



Abbildung 2 - Kreuzritterburg (Süd-Ansicht)

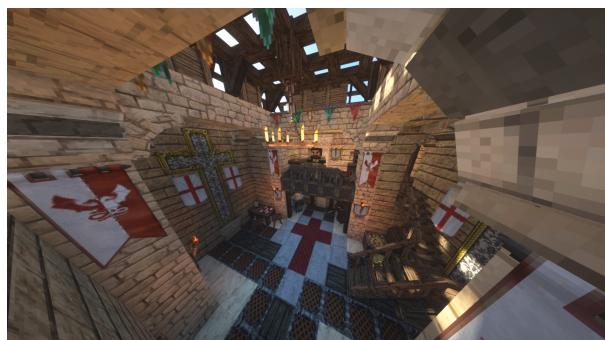


Abbildung 3 - Bergfried (innen)



Abbildung 4 - Torhaus (innen)

4. Arbeitsschritte

4.1 Das Modell

Das Modell unterteilt sich in vier Einzelteile. Es besteht aus einem selbstgedruckten Griff, einem Verbindungsstück, der den Vive Tracker an dem Griff befestigt, dem Positions-Sensor und der adaptiven Klinge. Letztere lässt sich dank ihrer Modularität in unterschiedliche Längen aufteilen.

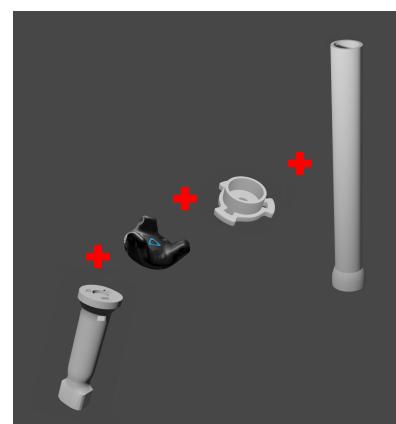


Abbildung 5 - Idee des Modells

4.1.1 Der Griff

Der Griff wurde in der 3D-Modellierungs-Software Blender erstellt, detailliert und genau nach entsprechenden Maßen modelliert. Mittels 3D-Druck wurden zunächst einige Prototypen konzipiert, bis ein akzeptables Ergebnis erzielt wurde. Letztlich konnte dank des massiven Volldruck-Verfahrens zusätzliches Gewicht simuliert werden. Dieses zusätzliche Gewicht hilft bei der Immersion ein echtes Schwert zu schwingen.

4.1.2 Der Tracker

Für die Abbildung und Simulation der Schwert-Bewegung im virtuellen Raum wurde der von HTC entwickelte Vive-Tracker verwendet. Dieser erfasst mithilfe der Sensoren im Gerät die Position des Schwertes im Raum und ist somit das Herzstück des Modells. Gewinnbringend dient er optisch zusätzlich als ein sogenanntes Parier.

4.1.3 Das Verbindungsstück

Das Verbindungsstück dient als Vereinigung zwischen dem HTC-Vive Tracker und der Klinge. Inspiriert wurde diese Verbindung von einem Deckel einer SodaStream Flasche. Der Durchmesser entsprach genau den Maßen des Rohrs und konnte somit passgenau nach modelliert und gedruckt werden. Dank der entsprechenden Maße schließt dieses Verbindungsstück perfekt mit dem Gummi im Rohr ab. Weiterhin wurden Löcher mit eingearbeitet, um die Sensorik zusätzlich befestigen zu können.

4.1.4 Die Klinge

Für die Nachbildung einer entsprechenden Klinge wurden verschieden lange Rohrstücke gewählt. Dank ihrer Längenvariation und ihrer adaptiven Modularität konnte damit eine Nachahmung von unterschiedlich langen Schwerdklingen realisiert werden. Beginnend mit einem Rohrstück, dessen Durchmesser genau 35 Millimeter entspricht, wird die Klinge auf das Verbindungsstück gesteckt. Weitere Verbindungsstücke können

wahlweise hinzugefügt werden. Für die Simulation eines entsprechenden Gewichtsverhältnis wird mit Hilfe der Ausfüllung des Rohres mit Holzkugeln, deren Durchmesser 30 Millimeter entspricht und handelsüblichen Tischtennisbällen umgesetzt. Zum Schutz der Inneneinrichtung wird durch das Anbringen eines Schaumstoff artigen Schutzpolsters auf der Klinge eine Vorkehrung getroffen.



Abbildung 6 - Auswahl geeigneter Rohre

4.2 Die Umsetzung in Unity

4.2.1 Simulation des Durchschneiden von virtuellen Objekten

Wie in den meisten modernen 3D-Modellierungs Programmen oder Videospiel-Entwicklungsumgebungen bestehen fast alle vorstellbaren Formen aus Zusammenschlüssen von Dreiecken. Diese Dreiecke bestehen wiederum aus drei speziellen Punkten, namens Vertices, die jeweils Informationen zur Position im dreidimensionalen Raum beinhalten. Neben der Positionsbestimmung werden zusätzliche Informationen zu den Texturkoordinaten und der Lichteinstrahlung bezüglich der Objektoberfläche abgespeichert. Laut der Dokumentation der Videospiel-Entwicklungsumgebung Unity werden genau diese Prinzipien angewendet um ein virtuelles Objekt grafisch darzustellen.

Für das Durchschneiden eines Objektes, beziehungsweise das Separieren der Dreiecke aus dem das Objekt besteht, wird ein Verfahren benötigt, das erkennt, welche Punkte oberhalb bzw. unterhalb der Schnittfläche liegen. Durch die Definition einer Ebene in der Computergrafik kann dank ihrer festgelegten Richtung im 3D-Raum genau diese Problematik angesprochen werden. Damit ein Schnitt entstehen kann und diese Schnittfläche berechnet werden kann, werden die Position der Spitze, sowie des Endes der virtuellen Klinge überwacht. Beim erstmaligen Eintreten der Klinge in das Objekt werden die Koordinaten beider Punkte zwischengespeichert. Beim Austreten der Klinge aus dem Objekt wird erneut die Koordinaten der Spitze gespeichert. Mithilfe dieser drei

Punkte kann ein Kreuzprodukt berechnet werden, welches eine Senkrechte zurückliefert, die für die genaue Richtungsbestimmung der Schnittfläche benötigt wird. Vor der Berechnung müssen die Punkte jedoch in die lokalen Koordinaten des Objektes umgerechnet werden um ein richtiges Ergebnis zu erzielen.

Damit das Ziel einer erfolgreichen Durchtrennung erreicht werden kann, muss für jedes Dreieck, aus dem das Objekt besteht, eine Entscheidung getroffen werden. Entweder liegen die Vertices oberhalb oder unterhalb der Schnittfläche. Dabei sind mehrere Szenarien zu berücksichtigen. Beim ersten Szenario liegen alle Vertices eines Dreiecks oberhalb der Schnittfläche. Diese Punkte, mit ihren Positionen, Texturkoordinaten und Bestimmungen der Lichtbrechung können problemlos zur Positiven Seite hinzugefügt werden.

Beim zweiten Szenario liegt der erste und der zweite Vertex auf einer Seite und der dritte auf der anderen. Um nun den ersten Schnittpunkt zu ermitteln wird ein Strahl vom zweiten Vertex zum dritten geschossen. Die Stelle an der dieser Strahl die Schnittebene berührt liefert den ersten Schnittpunkt zurück. Um den zweiten Punkt zu berechnen muss lediglich ein Strahl vom dritten Vertex zum ersten geschossen werden. Während des Schnittpunkt-Ermittlungsprozess konnten nebenbei die neuen Texturkoordinaten ermittelt werden.

Für die korrekte Separierung des Objektes werden nun neue Dreiecke entlang der Schnittebene generiert. So werden beispielsweise beim zweiten Szenario zwei neue Dreiecke auf der positiven Seite der Ebene und ein Dreieck unterhalb auf der negativen Seite entstehen. Das erste Dreiecke entsteht also durch den Zusammenschluss des ersten und zweiten Vertex und des ersten berechneten Schnittpunktes, zwischen dem zweiten und dritten Vertices. Vergleichsweise wird das zweite Dreieck durch die Verbindung des ersten Vertex mit dem ersten und zweiten Schnittpunktes der Ebene generiert. Abschließend bildet die Kombination aus den beiden Schnittpunkten und des dritten Vertex das letzte verbleibende Dreieck. Bei der Generierung dieser neuen Zusammenschlüsse muss unbedingt die richtige Verbindungsreihenfolge eingehalten werden, damit jegliche Texturkoordinaten der entsprechenden Richtung folgen. Vergleichbare Logik wurde auch für weitere Szenarien berücksichtigt, bei dem nur ein Vertex oberhalb und zwei Vertices unterhalb der Schnittfläche liegen oder alle Punkte unterhalb der Ebene liegen.

Abschließend kann mittels vorheriges Zwischenspeichern aller Schnittpunkte, durch die Berechnung eines Mittelpunktes derer, ein solides Objekt beim Durchschneiden simuliert werden. Dieser Mittelpunkt erzeugt mit jeweils zwei weiteren Schnittpunkten Zusammenschlüsse, die wiederum glatte Schnittebenen bei den beiden separierten Teilen des originalen Objektes zurückliefern.

4.2.2 Ausführen der Szene in Unity

Für ein erfolgreiches Ausführen der Szene muss gegebenenfalls der Index des Steam VR Tracked Object Skriptes angepasst werden. Je nach Konfiguration und Erkennungs-Reihenfolge der Geräte im Steam VR Overlay können die Indices variieren. Hierfür muss lediglich in Unity unter dem GameObject Player > Tracker der Index gewechselt werden. Im Standardfall (2x Lighthouses + 2x Controller) sollte der richtige Index für den HTC-Vive-Tracker das Device 5 sein.

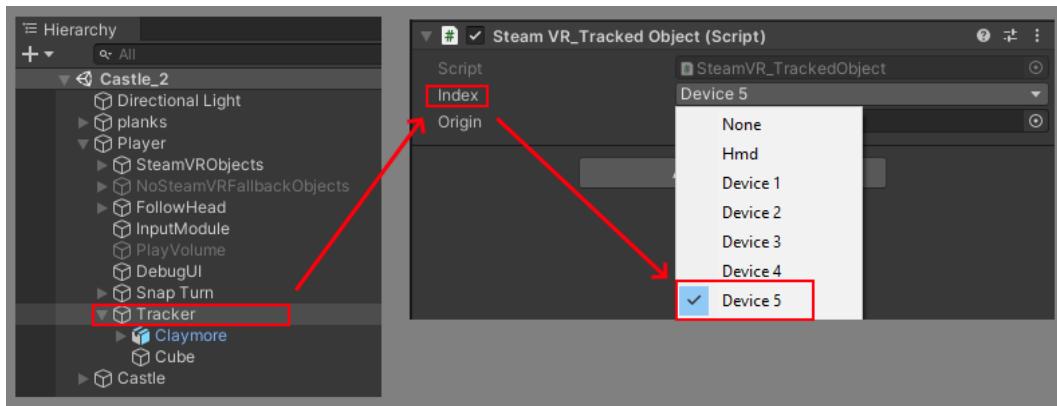


Abbildung 7 - Auswahl Device Index

5. Ergebnis



Abbildung 8 und 9 - Fertiges Modell samt Holzkugel-Füllung

6. Verbesserungsansätze für den Prototyp

Das Modell blieb bis Zuletzt ein Prototyp, was bedeutet, dass für Funktionalität und Gebrauch noch Optimierungen möglich sind. Eine dieser möglichen Verbesserungen wäre, den inneren Ring des Verbindungsstückes nach oben zu verlängern, um einen besseren Halt zu garantieren. Verwendet man die Holzkugeln zum beschweren, so fängt die Klinge an zu wackeln. Auch das Verbindungsstück selbst sollte mit einer zuverlässigen Methode, als mit Kabeln, an dem Griff befestigt werden, um maximalen Halt zu gewährleisten.

7. Aufgabenverteilung

Die Aufgabenverteilung konnten wir dank genauer Absprache und der Hilfe externer Tools exakt einplanen und aufteilen. So wurde das Erstellen von 3D-Assets beispielsweise in einem Trello-Board von uns gemeinsam geplant, verfolgt und abgeschlossen. Das Erstellen der in Unity gestalteten Szene konnte dank eines gemeinsamen GitHub-Repositories nahezu gleichzeitig bearbeitet werden. Hierfür wurden wir nach dem Hochladen einer neuen Version der Szene automatisch von GitHub benachrichtigt und konnten uns entsprechend mit der Bearbeitung abwechseln. Besonders hervorzuheben ist die Verwendung von nahezu nur selbst erstellen Assets in der Szene. Das Anpassen und Umwandeln der verwendeten Skripte zur VR-Kompatibilität wurde von Robert Irrgang übernommen. Die Planung, Gestaltung und Umsetzung des Schwert-Modells wurde von Max Angermüller konzipiert und umgesetzt.

8. Verwendete Ressourcen + verwendete Tools

- <https://trello.com/b/LbZqBvN5/assets-creation>
- <https://github.com/Tvtig/UnityLightsaber>
- <https://www.youtube.com/watch?v=BVCNDUcnE1o>