

Immersive Engineering Collaboration Tool

Themenbereiche:	Virtual Reality, Multi-User
Studierende:	Kevin Huber
Betreuungsperson:	Markus Zank
Experte:	Diego Schmidlin
Auftraggebende:	Hochschule Luzern
Keywords:	Virtual Reality, Kollaboration, Interaktion, SteamVR, HTC Vive, Photon Engine

1. Aufgabenstellung

Virtuelle 3D-Modelle werden heutzutage an einem Computer betrachtet oder umständlich modelliert, um einem Benutzer gezeigt werden zu können. Die Betrachtung am Computer ist aber sehr umständlich und der Benutzer kann sich das Modell oftmals nicht vorstellen. Um die Sachlage besser zu verstehen, hilft es ein physisches Mockup eines virtuellen Modells anzufertigen. Dies kostet aber meist viel Geld und Zeit.

Ziel der Arbeit ist es ein Multi-User taugliches Interaktionssystem in Virtual Reality zu entwickeln, um gemeinsam besser über solche Modelle diskutieren zu können. Dabei soll der Fokus auf intuitiver Interaktion, sowie dem gemeinsamen Zerlegen bzw. Zusammenfügen des Modells liegen. Die Umsetzung dieser Arbeit wird am Beispiel einer technischen Baugruppe gezeigt.

2. Ergebnisse

Im Rahmen der Bachelorarbeit wurden folgende Ergebnisse erarbeitet:

- **Single-User Applikation:** Eine Unity-Applikation, in welcher ein einzelner Benutzer mit einem Motorblock interagieren kann. Dabei kann er diesen Motorblock zerlegen, die einzelnen Objekte positionieren und schlussendlich wieder zusammenbauen.
- **Multi-User Applikation:** Eine Unity-Applikation, welche aufbauend auf der Single-User Applikation mehreren Benutzern erlaubt, gleichzeitig in derselben virtuellen Realität zu arbeiten. Dabei sehen sich die Benutzer, können über das Mikrofon und die Kopfhörer miteinander kommunizieren und gleichzeitig mit dem Motorblock interagieren.

In der Single-User Applikation wurden verschiedene Features umgesetzt, um die Interaktion so intuitiv und angenehm wie möglich zu machen.

- **Highlight:** Um dem Benutzer zu zeigen, mit welchem Bauteil er aktuell interagieren kann, wird dieses Bauteil mit einer gelben Umrahmung versehen.
- **Snapping:** Sobald der Benutzer das Bauteil in die Nähe seines vorgesehenen Ortes bewegt, erscheint eine gelbe Silhouette des Bauteils am Zielort. Wird das Bauteil nun losgelassen, bewegt sich dieses automatisch an die richtige, gelb markierte Stelle. Dies ist in der virtuellen Realität besonders hilfreich, da der Benutzer das Bauteil nie so genau platzieren kann wie an einem Computer.

- Baugruppen: Um direkt mehrere Bauteile miteinander bewegen zu können, sind bei jeder Maschine Strukturen definiert, welche beschreiben, wann welche Bauteile mitbewegt werden. Dies führt dazu, dass die kleineren Teile sich mit den grösseren mitbewegen. Um dem Benutzer mitzuteilen, welche Bauteile zusammen bewegt werden können, werden alle Bauteile mit einer gelben Umrahmung versehen, welche sich mit dem aktuell ausgewählten Bauteil mitbewegen würden.
- Feedback bei Kollision: Falls das aktuelle Bauteil, welches vom Benutzer bewegt wird, mit einem anderen Bauteil kollidiert, vibriert der Controller des Benutzers. Diese Art des Feedbacks hat sich bei einer Nutzerevaluation gegen ein Einfärben des Bauteils bei einer Kollision und einer Einschränkung der Freiheitsgrade durchgesetzt. Die Benutzer fanden die Vibration am besten, da es sich am natürlichsten anfühlte und die Kollision auch bemerkt wurde, falls diese nicht direkt im Blickfeld geschah.

Die Multi-User Applikation beinhaltet Features, um die Zusammenarbeit zwischen den Benutzern so einfach und angenehm wie möglich zu machen. Um die Bauteile zwischen den Benutzern zu synchronisieren, wurde die Photon-Engine eingesetzt. Diese erlaubt mit einer einfachen Anbindung Attribute wie die Position oder Rotation eines Objektes zwischen den Benutzern abzugleichen.

- Avatar-Repräsentation: Damit die Benutzer sich gegenseitig wahrnehmen, besitzt jeder Benutzer einen Kopf, einen Oberkörper und die beiden Controller an den Händen. Die Position und Rotation des Oberkörpers werden anhand des Kopfes berechnet.
- Kommunikation: Die Benutzer können mithilfe des integrierten Mikrofons und den Kopfhörer miteinander kommunizieren, um Aufgaben besser absolvieren zu können oder mit der anderen Person zu diskutieren, wenn diese sich an einem anderen Ort befinden.
- Gleichzeitige Interaktion: Falls zwei Benutzer gleichzeitig dasselbe Objekt manipulieren wollen, musste eine Lösung gefunden werden, damit keine Inkonsistenzen zwischen den Benutzern entsteht, falls ein Benutzer das Bauteil an einen anderen Ort bewegt als der andere. Es wurden zwei Varianten erstellt, welche anhand von Nutzertests verglichen wurden. Mit den Nutzertests hat sich herausgestellt, dass es reicht, wenn das Bauteil für Interaktionen von anderen Benutzern gesperrt wird, sobald es von einem Benutzer gepackt wurde. Die andere Variante, bei welcher nur ein Nutzer in der virtuellen Umgebung mit den Bauteilen interagieren kann, hat sich für die Aufgabe eine Maschine gemeinsam zusammenzubauen nicht bewährt. Diese Variante könnte aber in einer Lern- oder Präsentationsumgebung eingesetzt werden, um unerwünschte Interaktionen von anderen Benutzern zu unterbinden.

3. Lösungskonzept

Nach der Initialisierungsphase wurde das Projekt in zwei Phasen aufgeteilt.

In der ersten Phase wurde über mehrere zweiwöchige Sprints ein Prototyp eines Single-User Interaktionssystem erstellt. Dabei wurden drei Varianten des Prototyps erstellt, welche anschliessend durch eine Nutzerevaluation ausgewertet wurden.

Nach der Auswertung dieser Nutzerevaluation begann die zweite Phase des Projektes. In dieser wurde der Prototyp aus der ersten Phase so erweitert, dass mehrere Nutzer gleichzeitig in derselben virtuellen Umgebung mit den Bauteilen interagieren können. Von dem Prototyp in der zweiten Phase wurden zwei Varianten erstellt. Diese wurden dann anhand eines weiteren Nutzertests miteinander verglichen, um so zu bestimmen, welche Variante sich am besten für den Prototyp eignete.

Für die Umsetzung der zwei Prototypen wurde die Virtual Reality Brille HTC Vive zusammen mit der SteamVR Applikation verwendet. Für die Programmierung wurde die Game-Engine Unity und das SteamVR Plugin für Unity benutzt. Beim zweiten Prototyp wurde die Photon-Engine und dessen Unity Plugin eingesetzt, um die Bauteile der Benutzer über einen Server zu synchronisieren.

4. Spezielle Herausforderungen

Beim Bewegen der Bauteile sollten diese mit anderen Bauteilen, welche sich in der virtuellen Umgebung befinden, kollidieren. Da alle Bauteile aber nur virtuell verfügbar sind und die Hand in der realen Welt nicht an etwas abprallen konnte, wurde dies in der virtuellen Realität simuliert. Dementsprechend kann der Benutzer die Hand, mit welcher er das Bauteil gepackt hat, frei bewegen. Trifft dieses Bauteil aber auf ein anderes, kollidieren diese beiden Bauteile und das Bauteil in der Hand des Benutzers wird mit einer konstanten Kraft zur aktuellen Position der Hand hingezogen. So ist es dem Benutzer nicht möglich Bauteile durch andere Bauteile hindurchzuziehen.

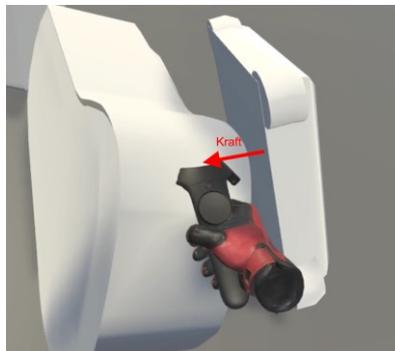


Abbildung 1: Rechtes Objekt wird bei der Kollision zum Controller hingezogen

5. Ausblick

Im zweiten Teil des Projektes wurde aus zeitlichen Gründen nur die Vibrations-Rückmeldung umgesetzt. Anhand der Rückmeldungen der ersten Nutzerevaluation würden diverse Teilnehmer eine Kombination dieser Variante mit der Variante bevorzugen, bei welcher die Freiheitsgrade eingeschränkt werden. Um bei einer Maschine eine Schraube einzusetzen, würde die Kombination dieser beiden Variante eine grosse Hilfe sein.

Damit eine neue Maschine in die Applikation integriert werden kann, sind aktuell viele Schritte notwendig. Um dies zu erleichtern, müsste die Integration entweder automatisiert oder die Anzahl Schritte erheblich verringert werden. Zudem können zum aktuellen Zeitpunkt nur Modelle implementiert werden, bei welchen jedes Bauteil eine Rotation von 0° auf allen Achsen hat. Ansonsten funktioniert das «Snapping» nicht richtig.