

# Auswahl von Interaktionstechniken für Virtual Reality-Anwendungen

Matthias Weise, Raphael Zender

Institut für Informatik und Computational Science, Universität Potsdam

matthias.weise@uni-potsdam.de, raphael.zender@uni-potsdam.de

## Zusammenfassung

Bei der Entwicklung von Virtual Reality-Anwendungen ist die Auswahl der passenden Interaktionstechniken eine elementare Aufgabe. Die Anzahl der zur Verfügung stehenden Techniken ist groß und je nach Anwendungsszenario haben diese Vor- und Nachteile für die Nutzenden der Anwendung. Die Ergebnisse des hier vorgestellten Promotionsprojektes sollen bei der Entscheidungsfindung unterstützen. Dazu werden Interaktionstechniken hinsichtlich vorher definierter Kriterien untersucht und verglichen. Mit Hilfe eines Tools soll es dann ermöglicht werden, Anforderungen in Abhängigkeit des Anwendungsszenarios zu definieren und so die richtigen Interaktionstechniken auszuwählen.

## 1 Motivation

Für Virtual Reality (VR)-Anwendung stehen eine Vielzahl von Eingabegeräten zur Verfügung, die es auf verschiedenste Art und Weise ermöglichen sich in virtuellen Welten fortzubewegen und Objekte in diesen zu selektieren oder zu manipulieren. Natürliche Interaktionstechniken, wie die *Virtual Hand*-Methode (Poupyrev, Weghorst, Billinghurst, & Ichikawa, 1997) oder das *physische Fortbewegen* (Mihelj, Novak, & Beguš, 2014) werden oft bevorzugt, da sie auf bekannten Bewegungsabläufen aufbauen und dadurch leicht zu erlernen sind (Bowman, McMahan, & Ragan, 2012). Interaktionstechniken, wie das *Ray-Casting* (Bowman & Hodges, 1997) oder die *Teleportation* (Bowman, Johnson, & Hodges, 2001), die kein reales Gegenstück besitzen, ermöglichen dagegen meist eine schnellere und körperlich weniger anstrengende Interaktion. So können z.B. bei der Teleportation weitere Strecken zurückgelegt werden, als bei der physischen Fortbewegung, wobei gleichzeitig weniger Platz in der Realität benötigt wird. Bei der Entwicklung von VR-Anwendungen ergibt sich somit die Herausforderung die für das Anwendungsszenario passenden Interaktionstechniken auszuwählen. Hierfür können bestehende Guidelines (Bowman, 2002) oder die Methode der heuristischen Evaluation (Munoz & Chalegre, 2012) zu Hilfe gezogen werden. Auch Vergleiche von Interaktions-

techniken (Argelaguet & Andujar, 2013) helfen dabei, Schlüsse über die Eignung der Eingabemethoden für bestimmte Szenarien zu ziehen. Bisherige Arbeiten konzentrieren sich auf allgemeine Gestaltungsprinzipien für die Interaktion in VR-Anwendungen oder den Vergleich von bestimmten Eingabemethoden hinsichtlich einiger Teilaspekten einer VR-Anwendung. Ausgehend von der VR-Anwendung fällt die Auswahl der richtigen Interaktionstechniken aus der Vielzahl an Möglichkeiten aber noch schwer. Diesem Problem soll sich im Rahmen des hier vorgestellten Promotionsprojektes angenommen werden. Dabei liegt die Frage zugrunde, welche Vor- und Nachteile Interaktionstechniken in der VR bezüglich der durchzuführenden Aufgaben, der verwendeten Eingabegeräte, der Zielgruppe und der interaktionsrelevanten Eigenschaften der virtuellen Welt besitzen. Darauf aufbauend soll betrachtet werden, wie die Konzeption und Entwicklung einer VR-Anwendung hinsichtlich der Interaktion zwischen Mensch und virtueller Umgebung unterstützt werden kann.

## 2 Methodik

Untersucht werden sollen sowohl Techniken zur Fortbewegung in der virtuellen Welt als auch zur Manipulation von Objekten. Drei der grundlegendsten Teilaufgaben der Objektmanipulation sind dabei die Selektion, die Veränderung der Position und die Veränderung der Orientierung eines Objekts (Poupyrev et al., 1997). Es werden somit Manipulationstechniken betrachtet, die zur Durchführung mindestens einer dieser Teilaufgaben geeignet sind. Die Interaktionstechniken werden auf Grundlage einer ausführlichen Recherche gesammelt. Dabei werden sowohl in Fachliteratur beschriebene, als auch in VR-Anwendung genutzte Techniken betrachtet.

Die entstehende Auswahl an Techniken wird anschließend in Grundtechniken und Erweiterungen dieser unterteilt. Zur Hilfe wird dabei eine Taxonomie (Bowman & Hodges, 1999) genommen, die es ermöglicht Interaktionstechniken hinsichtlich der grundlegendsten Teilaspekte zu klassifizieren. Dabei wird z.B. in Betracht gezogen wie das zu manipulierende Objekt identifiziert wird, wie die Selektion ausgelöst wird und wie die Manipulation durchgeführt wird. Techniken die anhand der Taxonomie identisch oder sehr ähnlich sind, gehören der gleichen Klasse an. Eine Interaktionsform in einer Klasse wird als Grundtechnik definiert, wenn alle anderen Techniken in dieser Klasse auf dieser aufbauen. So würde beispielsweise die Ray-Casting-Methode als Grundtechnik eingeordnet werden und die *Flexible Pointer*-Technik (Feiner & Olwal, 2003) als Erweiterung von dieser. Die Flexible Pointer-Technik ermöglicht es den Lichtstrahl zur Markierung zu biegen, um auch verdeckte Objekte gut erreichen zu können. In allen anderen Aspekten ist diese Technik aber identisch mit der Ray-Casting Technik.

Um die Eignung der gesammelten Techniken in Abhängigkeit eines Anwendungsszenarios zu untersuchen müssen Kriterien definiert werden, die die Eignung für bestimmte Aspekte einer Anwendung ausdrücken. Diese Kriterien können nach (Bowman & Hodges, 1999) hinsichtlich der Charakteristiken von vier Teilbereichen betrachtet werden:

- durchzuführende Aufgabe (z.B. zu überwindende Distanz, Objektgröße, Mehrfachauswahl, Realitätsgrad)
- Umgebung (z.B. zu überwindende Hindernisse, Sichtbarkeit der Zielposition, Beweglichkeit von Objekten, Objektdichte)
- IT-System (z.B. Bildfrequenz, Latenz, Eingabegenauigkeit, Eingabemöglichkeiten, erfasste Körperteile)
- Nutzende (z.B. räumliches Denkvermögen, Erfahrung mit VR, Armlänge)

Für die Teilbereiche wurden hier nur einige Kriterien beispielhaft genannt. Es existieren weitere Kriterien (LaViola Jr, Kruijff, McMahan, Bowman, & Poupyrev, 2017; Poupyrev et al., 1997), die ausdifferenziert und anhand derer die Techniken entsprechend bewertet werden müssen. Zusätzlich zu diesen Kriterien gibt es allgemeine Performance-Indikatoren (Bowman, 2002), wie z.B. Genauigkeit, Geschwindigkeit, Erlernbarkeit und Nutzerkomfort, die einen Vergleich der Techniken untereinander unabhängig vom Einsatzszenario ermöglichen. Eignen sich aufgrund der Bewertungskriterien mehrere Techniken für ein Anwendungsszenario ist die Technik zu bevorzugen, die hinsichtlich der Performance-Indikatoren besser abschneidet. Auf Grundlage von bestehenden Evaluationen und Vergleichen von Interaktionstechniken lassen sich diese hinsichtlich der genannten Kriterien und Performance-Indikatoren bewerten. Dies wird allerdings nicht im ausreichendem Maße möglich sein, da nicht zu jeder Technik bereits Literatur und Vergleiche existieren. Techniken für die keine fundierten Aussagen bezüglich der Kriterien und der Performance-Indikatoren getroffen werden können, müssen identifiziert werden, um anschließend zusätzlich betrachtet zu werden. So bietet die zuvor erwähnte Flexible Pointer-Technik zwar die Möglichkeit auch verdeckte Objekte zu selektieren, allerdings wird dafür eine zusätzliche Kontrollebene eingeführt, um die Biegung des Lichtstrahls zu bestimmen. Inwieweit sich dies insbesondere nachteilig auf Performance-Indikatoren wie Nutzerkomfort und Erlernbarkeit auswirkt muss zusätzlich evaluiert werden.

Als Testumgebung wird ein sich am Lehrstuhl in Entwicklung befindlicher Inworld VR-Editor Verwendung finden, mit dem sich einfache VR-Umgebung direkt in der VR gestalten lassen. Dabei müssen sich die Nutzenden vor allem in der virtuellen Umgebung fortbewegen, sowie Objekte selektieren und manipulieren (Position und Orientierung verändern) können. Diese Teilaufgaben stehen ebenfalls im Fokus bei der Betrachtung der Interaktionstechniken, weshalb sich der Inworld VR-Editor als Testumgebung anbietet.

### 3 Transfer der Ergebnisse

Das Resultat der beschriebenen Betrachtungen ist eine Sammlung von Interaktionstechniken, die hinsichtlich vorher definierter Bewertungskriterien und Performance-Indikatoren untersucht wurden. Dadurch lässt sich einschätzen, welche Techniken für die Anforderungen einer bestimmten VR-Anwendung am besten geeignet sind. Um die Anwendbarkeit der Ergebnisse zu fördern soll aufbauend auf den Ergebnissen ein Tool entwickelt werden, das Entwicklern dabei hilft die richtige Interaktionstechnik für eine zu entwickelnde VR-Anwendung zu finden. Ausgangspunkt hierbei sind die Bewertungskriterien, anhand derer Entwickler das Szenario

der Anwendung abbilden. So kann beispielsweise festgelegt werden, ob entfernte Objekte manipuliert werden müssen oder das Ziel bei der Fortbewegung im virtuellen Raum immer sichtbar ist. Das Tool schlägt dann passende Techniken vor und sortiert diese nach den Performance-Indikatoren. Dabei werden in erster Linie die beschriebenen Grundtechniken vorgeschlagen. Ist allerdings eine Erweiterung bekannt, die für ein angegebenes Kriterium Vorteile bietet, wird diese ebenfalls vorgeschlagen. Der beschriebene Prozess wird getrennt für Techniken zur Fortbewegung und zur Manipulation durchgeführt. Das Tool wird abschließend hinsichtlich Bedienbarkeit und Nützlichkeit der Ausgaben evaluiert, wodurch auch die vorangegangenen Untersuchungen der Interaktionstechniken bewertet werden können.

## Literaturverzeichnis

- Argelaguet, F., & Andujar, C. (2013). A survey of 3D object selection techniques for virtual environments. *Computers & Graphics*, 37(3), 121–136.
- Bowman, D. (2002). Principles for the design of performance-oriented interaction techniques. *Handbook of Virtual Environments*.
- Bowman, D. A., & Hodges, L. F. (1997). An evaluation of techniques for grabbing and manipulating remote objects in immersive virtual environments. In A. van Dam (Ed.), *Proceedings of the 1997 symposium on Interactive 3D graphics*. New York, NY: ACM.
- Bowman, D. A., & Hodges, L. F. (1999). Formalizing the Design, Evaluation, and Application of Interaction Techniques for Immersive Virtual Environments. *Journal of Visual Languages & Computing*, 10(1), 37–53.
- Bowman, D. A., Johnson, D. B., & Hodges, L. F. (2001). Testbed Evaluation of Virtual Environment Interaction Techniques. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 10(1), 75–95.
- Bowman, D. A., McMahan, R. P., & Ragan, E. D. (2012). Questioning naturalism in 3D user interfaces. *Communications of the ACM*, 55(9), 78–88.
- Feiner, A., & Olwal, S. (2003). The flexible pointer: An interaction technique for selection in augmented and virtual reality. In M. Ackerman & K. Edwards (Eds.), *UIST '03: Proceedings of the 16th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*. New York, NY, USA: ACM.
- LaViola Jr, J. J., Kruijff, E., McMahan, R. P., Bowman, D., & Poupyrev, I. P. (2017). *3D user interfaces: Theory and practice*: Addison-Wesley Professional.
- Mihelj, M., Novak, D., & Beguš, S. (2014). *Virtual Reality Technology and Applications. Intelligent Systems, Control and Automation: Vol. 68*. Dordrecht: Springer Netherlands.
- Munoz, R., & Chalegre, V. (2012). Defining Virtual Worlds Usability Heuristics. In S. Latifi (Ed.), *Ninth International Conference on Information Technology: New Generations (ITNG), 2012* (pp. 690–695). Piscataway, NJ: IEEE.
- Poupyrev, I., Weghorst, S., Billingham, M., & Ichikawa, T. (1997). *A framework and testbed for studying manipulation techniques for immersive VR*: ACM.