

Berührungslose 3D-Interaktion für das Modellieren und Skizzieren

Erik Sniegula¹, Johann Habakuk Israel²

Freie Universität Berlin¹

Geschäftsfeld Virtuelle Produktentstehung, Fraunhofer IPK Berlin²

Zusammenfassung

Dieser Beitrag stellt ein System vor, das mithilfe eines Microsoft Kinect-Systems berührungslose 3D-Interaktionstechniken im Rahmen eines immersiven – sowie eines Desktop-VR-basierten – Modellersystems realisiert. Anwender können durch die Bewegung der Hände Linien und Flächen zeichnen und Objekte bewegen. Durch die Kombination mit einem externen optischen Trackingverfahren ist es für den immersiven Fall möglich, die Position der Kinect-Kamera zur Laufzeit zu ändern. Das System befindet sich in einem experimentellen Status und soll dazu dienen, die Vor- und Nachteile greifbarer und berührungsloser Interaktion für den Anwendungsfall des immersiven Skizzierens und Modellierens gegeneinander abzuwägen. Der Beitrag beschreibt die technische Integration des Kinect-Systems in ein bestehendes Modellersystem und nennt erste Vor- und Nachteile der berührungslosen Interaktion sowie zukünftige Ausbaumöglichkeiten.

1 Einleitung

Die Entwicklung und Untersuchung multimedialer Werkzeuge zur Unterstützung kreativer Produktentwicklungsprozesse ist ein wichtiger Gegenstand des Design Research. Hierzu zählen auch Virtual-Reality-Technologien und insbesondere immersive Modellersysteme, mit denen Designer in die Lage versetzt werden, direkt im dreidimensionalen Raum zu modellieren und skizzieren. Sie bereichern den iterativen Entwurfsprozess insbesondere in seinen frühen Phasen um interaktive Möglichkeiten und eine dreidimensionale Eins-zu-eins-Wahrnehmung des Produkts (Israel et al., 2009).

Das hier vorgestellte System erweitert ein am Fraunhofer IPK Berlin entwickeltes immersives – sowie Desktop-VR-basiertes – Modellersystem um berührungslose Interaktionstechniken. Es befindet sich in einem frühen experimentellen Stadium und soll Rückschlüsse darauf erlauben, welche Funktionen des Skizzierens und Modellierens zukünftig berührungslos (z. B. das Greifen und Bewegen von Objekten) und welche Funktionen nach wie vor durch

greifbare Interaktionswerkzeuge gesteuert werden sollten (z. B. das Skizzieren und Extrudieren).

2 Freihändiges Modellieren und Skizzieren mit berührungslosen Interaktionstechniken

2.1 Benutzer-Tracking mit dem Microsoft Kinect-System

Die Microsoft Kinect liefert sowohl ein Tiefen- als auch ein RGB-Bild eines Interaktionsraums, sowie eine Reihe weiterer Daten. So können unter anderem die vor der Kinect-Kamera befindlichen Personen erfasst und Skelettmodelle von ihnen erstellt werden. Deren Hand- und Ellbogen-Gelenkpositionen werden für unsere Zwecke benötigt.

Für diese Anwendung wurden die von der Kinect ermittelten Positionen der Unterarme genutzt und auf die Positionen der oben genannten virtuellen Werkzeuge abgebildet (Abbildung 1 und 2).



Abbildung 1: Desktop-VR-basiertes Freihändiges Modellersystem, hier berührungslose Steuerung des Beziér-Flächenwerkzeugs. Abbildung 2: Berührungslose Steuerung des Beziér-Flächenwerkzeugs in einer VR-Cave.

Um den Systemaufbau mit der Kinect so variabel wie möglich zu halten, wurde die Kinect mit einem Tracking-Target ausgestattet, das von dem in der Cave verwendeten optischen Trackingsystem des Herstellers ART erfasst werden kann. Dadurch ist man in der Lage, die Position der Kinect zur Laufzeit zu ermitteln und das Koordinatensystem der Kinect in das der Cave zu transformieren. Dies ermöglicht es, die Kinect zur Laufzeit an eine beliebige Position zu setzen oder zu bewegen, ohne eine Rekalibrierung oder sonstige Konfigurationsänderung vornehmen zu müssen. Für das Desktop-VR-basierte System, d.h. ohne Trackingsystem, wird die Position der Kinect vorab fest definiert. Während der Interaktionsphase kann ihre Position nicht geändert werden.

2.2 Technische Integration durch das TUI-Framework

Für die Integration in das Skizzier- und Modellersystem wird das Event-basierte TUI-Framework verwendet (TUI: Tangible User Interface, Ishii & Ullmer, 1997; Robben & Schelhowe, 2012); diese Integration stellt den wesentlichen Beitrag des Projektes dar. Das Framework dient der Abstraktion zwischen Interaktionsgeräten und Applikationen (Israel et al., 2011). Es bietet eine geräteunabhängige Interaktionsobjekt-Schicht, die Abstraktion der Interaktionsgeräte, eine leichtgewichtige API und eine komplette Duplex-Kommunikation zwischen einer TUI-Applikation und den vorhandenen Interaktionsgeräten und -werkzeugen ermöglicht. Mithilfe des Frameworks kann das Kinect-System später leicht durch ein neues, ggf. verbessertes System ersetzt bzw. einfach zwischen den bestehenden begreifbaren Interaktionsgeräten und der berührungslosen Interaktion umgeschaltet werden.

Die von der Kinect erzeugten Gelenkdaten und Gesten werden über das Netzwerk per UDP an einen TUI-Server geschickt. Für den TUI-Server des Frameworks wurde ein MSP (Multi Stream Processor) implementiert, welcher dazu dient, Interaktionsdaten vor der Weitergabe an die Applikation zu transformieren (vgl. Israel et al., 2011). Der MSP enthält zwei Eingänge, einen für die Sensordaten der Kinect (Gelenkdaten und Gesten), einen anderen für die Position und Orientierung der Kinect, die vom optischen Trackingsystem ermittelt werden. Mit diesen Daten können die von der Kinect ermittelten Positionsdaten in das Projektions-Koordinatensystem transformiert und auf die entsprechenden Werkzeuge, wie den Stift, die Zange und das Bézier-Werkzeug, abgebildet werden. Dabei sind drei Koordinatensysteme zu beachten, das Kinect-Koordinatensystem K , das Koordinatensystem des optischen ART-Trackingsystems A , sowie das Projektions-Koordinatensystem C . Für die Transformation werden zunächst die Sensordaten x der Kinect in das ART-Koordinatensystem des Kinect-ART-Targets transformiert: $x \cdot M_{KA}$. Im zweiten Schritt werden diese Daten in das Projektions-Koordinatensystem weiter transformiert: $x \cdot M_{KA} \cdot M_{AC}$. Im Ergebnis liegen die von der Kinect ermittelten Gelenkkordinaten im Projektions-Koordinatensystem vor. Beim Desktop-VR-basierten System wird die Transformation M_{KA} vorher definiert, da ein Trackingsystem in dieser Umgebung meistens nicht vorhanden ist.

2.3 Probleme der berührungslosen Interaktionstechnik

Mit dem geschilderten Aufbau konnten erste Interaktionstechniken wie das Zeichnen von Linien und Bézier-Kurven und das Greifen von Objekten berührungslos umgesetzt werden. Es zeigte sich dabei, dass ein direkter funktionaler Vergleich zwischen dem berührungslosen und begreifbaren Ansatz nur schwer möglich ist, da sich beide im Reifegrad sehr unterscheiden. So liegt die Qualität der von der Kinect ermittelten Trackingdaten hinsichtlich Genauigkeit, Rauschen und Stabilität unter denen des optischen Trackingsystems.

Ein besonderes Problem stellen Auswahloperationen bzw. Statusänderungen dar, hier insbesondere das Beginnen und Beenden des Linien- oder Flächenzeichnens, das Greifen und Loslassen eines virtuellen Objektes oder die Auswahl einer Subfunktion in einem 3D-Menü. Bisher wird dies durch Gesten gelöst, die im Vergleich zur begreifbaren Interaktionstechniken für den Benutzer eher aufwändig sind. Begreifbare Interaktionstechniken haben hier

klare Vorteile, da sich Selektionen und Statusänderungen durch den Benutzer einfach und insbesondere eindeutig ausführen lassen.

3 Ausblick

Die Verwendung der Microsoft Kinect oder anderer berührungs- und Marker-loser Verfahren zur Erfassung des Benutzers und seines Körpers ist ein vielversprechender Weg im Gebiet der 3D-Benutzungsschnittstellen. Mit dem vorgestellten Kinect-basierten Ansatz soll zukünftig untersucht werden, welche Methoden des immersiven Skizzierens und Modellierens – ggf. abhängig vom Benutzungskontext – berührungslos und welche begreifbar ausgelegt werden könnten. Eine Kombination beider Verfahren wird dabei angestrebt.

Da die Kinect derzeit noch nicht in der Lage ist, die Finger einer Hand aufzulösen, ist das Greifen von Objekten mit einer Hand bisher noch nicht möglich. Diese Interaktionstechnik kann jedoch als eine der wichtigen 3D-Interaktionstechniken betrachtet werden und ist daher unerlässlich. Hier könnten entweder Verbesserungen auf dem Gebiet der Tiefenkameras oder dezidierte Trackingverfahren für die Benutzerhände Verbesserungen bewirken.

Literaturverzeichnis

- Ishii, H. and Ullmer, B. (1997). Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits, and atoms. In: Proc. CHI'97, Atlanta, Georgia. 234-241.
- Israel, J. H., Wiese, E., Mateescu, M., and Stark, R. (2009). Investigating three-dimensional sketching for early conceptual design—Results from expert discussions and user studies. *Computers & Graphics* 33(4), 462-473.
- Israel, J. H., Belaifa, O., Gispén, A., and Stark, R. (2011). An Object-centric Interaction Framework for Tangible Interfaces in Virtual Environments. In: Proc. Fifth international conference on Tangible, embedded, and embodied interaction ACM TEI'11, Funchal, Portugal, ACM Press. 325-332.
- Robben, B. and Schelhowe, H., Hrsg. (2012). *Be-greifbare Interaktion*. Bielefeld: transcript-Verlag.

Kontaktinformationen

Johann Habakuk Israel
Fraunhofer IPK, Pascalstr. 8-9, 10587 Berlin, johann.habakuk.israel@ipk.fraunhofer.de

Erik Sniegula
Baumschulenstraße 65c, 12437 Berlin, sniegula@gmx.de