

1 Einleitung

Die Entwicklung von Technologien ist in den letzten Jahren rasant gewachsen. Gerade in den Bereichen der Hardwareentwicklung sowie in den Bereichen der Informatik und Softwareentwicklung herrscht ein stetiges Wachstum. Dank dieser Entwicklung haben sich ebenfalls die Möglichkeiten in der virtuellen Realität (VR) verbessert. Durch die höhere Leistung moderner Computer und die schnelle Verarbeitung von großen Datenmengen, die mit dieser Leistung einhergeht, steht nun auch Endverbrauchern der Umgang mit VR zur Verfügung. Mit dieser Entwicklung steigen auch die Anwendungsmöglichkeiten von Eyetracking Systemen im virtuellen Bereich.

Eyetracker fanden bereits 1983 im medizinischen Bereich Verwendung [Friedman, Kiliany & Dzmura (1983)]. Besonders auch heute bieten sie Menschen, welche z.B. an Spinaler Muskelatrophie (SMA) erkrankt sind, die Möglichkeit, weiterhin zu kommunizieren und sogar weitestgehend normal einen Computer zu bedienen, rein durch die Erkennung der Augenbewegung. Dadurch wird den erkrankten Menschen, z.B. mit Eyegaze¹ ein Stück Lebensqualität zurückgegeben, welche sich sonst in keiner Weise mehr ausdrücken könnten.

Weitere Anwendungsgebiete von Eyetrackern finden sich in der VR oder auch in der Augmented Reality (AR) wieder. Sei es zur Datenanalyse, zur Manipulation von Objekten oder zur Texteingabe. Gerade im Bereich VR ist die Texteingabe wichtig und die Realisierung ein anspruchsvolles Thema. So kann in der VR die Texteingabe nur umständlich mit der bereits etablierten Computertastatur realisiert werden, da diese in der VR nicht sichtbar ist. Also müssen Alternativen in der VR selbst entwickelt werden. Genauso besteht ein großes Interesse der freihändigen Texteingabe in der AR. Da in der AR allgemein gar kein zusätzliches Eingabegerät vorhanden ist.

Um also in der VR kommunizieren zu können, sei es zum Zwecke der Unterhaltung, zum Versenden von E-mails oder Kurznachrichten oder zum Erstellen von Notizen bei Arbeitsabläufen, ist es unerlässlich, eine Möglichkeit der Texteingabe in der VR zu haben.

1.1 Problemdarstellung

In der VR ist die Nutzung einer normalen Computer Tastatur in der Regel nicht effizient möglich, da durch die Benutzung eines Head-Mounted-Display (HMD) diese für den Nutzer nicht sichtbar ist. So wäre der Nutzer an einen festen Platz gebunden und könnte sich im virtuellen Raum nicht bewegen. Es gibt bereits Lösungen zur Texteingabe mit Hilfe von Controllern. Diese Lösungen bieten sich allerdings nicht an, wenn man die Controller parallel für andere Anwendungen benutzen möchte oder wie in der AR üblich, keine hat. Hier soll die Texteingabe mit Eyetracking Abhilfe schaffen. Die Texteingabe mit Hilfe der Augen hat sich in der VR noch nicht etabliert und es existiert ebenfalls noch keine Hardware übergreifende Lösung. So sind viele bereits existierende Lösungen auf Desktopanwendungen beschränkt und nicht in der VR implementiert.

¹<https://eyegaze.com/> - zuletzt besucht: 29.10.2019

Da das Field of View (FOV) des HMD die Benutzeroberfläche räumlich einschränkt, ist die einfache Übertragung einer Tastatur, durch die vielen benötigten Tasten (Buchstaben, Sonderzeichen, Ziffern), in die VR nur bedingt möglich. Bereits existierende Lösungsansätze sind meistens nur langsam zu bedienen und können bei trainierten Benutzern zu ungewollt langen Wartezeiten bei der Texteingabe führen. Des Weiteren wurde gezeigt, dass Eyetracker in den Randbereichen fehleranfälliger und ungenauer sein können [Blattgerste, Renner & Pfeiffer (2018)]. Auch ist meistens eine gute Kalibrierung des Eyetrackers vonnöten, um die gewünschte Eingabegenauigkeit zu erhalten. In dieser Arbeit soll daher eine möglichst kalibrierungsunabhängige Möglichkeit zur Texteingabe gefunden werden.

1.2 Motivation

Die Texteingabe in der VR spielt eine entscheidende Rolle. Die Möglichkeit zur schnellen Texteingabe zum Zwecke der Kommunikation, Kurznachrichten, Notizen oder sonstige Anwendungen ist unabdingbar. Unnötige Verzögerungen müssen dabei möglichst vermieden werden. Genauso wie eine hohe Fehlerrate, um den Anwendern eine möglichst komfortable Nutzung zu ermöglichen. Diese Arbeit befasst sich mit der Entwicklung einer Eingabeoberfläche und eines Algorithmus, welcher es ermöglichen soll, möglichst schnell und fehlerfrei mit den Augen Text zu schreiben. Dabei sollen bereits existierende Probleme, wie eine lange Verzögerungszeit bei der Auswahl des Buchstabens, sowie das Platzproblem, bedingt durch die Beschränkung des FOV, vermieden werden. Des Weiteren soll das System möglichst unempfindlich gegenüber schlecht kalibrierten Eyetrackern sein und eine Neukalibrierung bei Verrutschen des HMD überflüssig machen. Die Funktionsweise des in der Arbeit entwickelten Verfahrens soll dabei auf andere Eyetracker übertragbar und sowohl in VR als auch in AR benutzbar sein. So kann das System später bei Spielen, in der Medizin oder in AR Brillen verwendbar sein und eine anderweitige Nutzung der Hände gewährleisten.

1.3 Zielsetzung

Das Augenmerk der Arbeit liegt auf der Entwicklung eines intuitiven Benutzerinterfaces, sowie in Verbindung damit die Entwicklung eines Algorithmus, welcher sich dadurch auszeichnet, dass es dem Nutzer ermöglicht wird, schnell die gewünschte Texteingabe zu realisieren und dabei eine möglichst geringe Fehlerrate zu erreichen. Dabei liegt der Schwerpunkt darin, die Geschwindigkeit und Fehlerrate der Texteingabe an sich zu ermitteln, daher wird auf automatische Wortvervollständigung oder Wortvorschläge verzichtet.

- Z1.** Entwicklung einer geeigneten Eingabeoberfläche zur Reduktion des Platzproblems.
- Z2.** Implementierung eines Algorithmus zur schnellen Auswahl des gewünschten Buchstabens.
- Z3.** Entwicklung einer geeigneten Studie zur Überprüfung des Erfolges.
- Z4.** Optimierung des Algorithmus durch Auswertung der Studie.
- Z5.** Primärziel: Möglichst schnelle Texteingabe bei möglichst geringer Fehlerrate.

1.4 Lösungsansatz

Um das Ziel der Arbeit zu erreichen müssen die einzelnen Eingabemöglichkeiten möglichst von einander unterscheidbar gemacht werden, sodass eine möglichst schnelle und fehlerfreie Auswahl der Buchstaben getroffen werden kann. Dazu sollen die Buchstaben in 3 Aspekten unterscheidbar gemacht werden. Um Ihre Unterscheidung möglichst konsistenz zu halten, soll eine Animation der Buchstaben helfen. So können sie in Position, Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung unterschieden werden. Daraus resultierend soll eine Berechnung den Buchstaben wählen, welcher am wahrscheinlichsten ausgewählt werden sollte. Damit soll gewährleistet werden, dass der richtige Buchstabe auch bei einer schlechten Kalibrierung gewählt wird. Das Problem der Nähe der Buchstaben zueinander soll durch Aufteilung in mehrere Cluster reduziert werden. Zudem wird in der Arbeit eine Eingabeoberfläche entwickelt, welche das Näheproblem der Tasten zueinander lösen soll.

1.5 Aufbau der Arbeit

Das folgende Kapitel 2 beschäftigt sich mit der verwendeten Technik, sowie mit bereits existierenden Lösungsansätzen in Detail und Unterschied zum Ziel dieser Arbeit. Kapitel 3 beschreibt die Konzeption des Layouts sowie die Entwicklung des Algorithmus und der Studie. In Kapitel 4 wird auf die genauere Implementierung des Verfahrens zur Auswahl des gewünschten Buchstabens eingegangen. Die Evaluation und Auswertung der Studie im Hinblick auf die Zielsetzung wird in Kapitel 5 beschrieben. Im letzten Kapitel 6 wird ein Ausblick auf die Zukunft gegeben, sowie Erweiterungs- und Optimierungsmöglichkeiten erörtert.