

HERT: Human Eye Ray Tracing

Fachgebiet: Computer Perception and Virtual Reality
Betreuer: Prof. Marcus Hudritsch
Experte: Dr. Harald Studer (ISS)

Eine Szene wird durch ein menschliches Auge betrachtet. Mit der Implementation des Modells eines Patientenauges vor der Operation, sowie dem Modell des Auges nach der Operation, können die Unterschiede der Sehkraft mittels Ray Tracing (RT) visualisiert werden. Der HERT durchläuft analog zum gewöhnlichen RT jeden Pixel. In der Vorbereitung des Primärstrahls findet aber zusätzlich die Brechung im Auge statt.

Gullstrand-Kamera

Die Gullstrand-Kamera berechnet aus den Parametern für das gewünschte Sichtfeld und dem Radius des Augapfels, ein Segment der Netzhaut. Abhängig von dessen Grösse wird die Bildebene konstruiert. In Form von sphärischen Brechungsoberflächen können nun, unter Angabe der jeweiligen Position im Auge, Kinderknoten hinzugefügt werden, durch welche gebrochen werden soll. Für die Konstruktion des Prototyps wurden die Werte des Gullstrand-Augenmodells verwendet.



Gullstrand-Kamera in der Szene (blau: Brechungsoberflächen, grün: Netzhaut)

HERT

Für jeden Pixel der Bildebene, welche der Auflösung des Monitors entspricht, wird ein zugehöriger Punkt auf der Netzhaut des Auges berechnet. Dazu wird ein orthogonaler Strahl in Richtung Netzhaut geschossen, dessen Auftreffpunkt ermittelt wird. Von der Netzhaut aus, wird der Strahl auf zufällige Punkte der hinteren Seite der Augenlinse geschossen. Ab hier kommt die Brechung des herkömmlichen RT zum Einsatz, welcher entsprechend umgebaut wurde,

um von einem Material in ein anderes Brechen zu können. Vorher war nur die Brechung von Luft in ein Material möglich.

Der Lichtstrahl wird somit vom Glaskörper des Auges in den Linsenmantel hinein gebrochen. Danach wird der Strahl an den verschiedenen Brechungsoberflächen des Auges gebrochen, bevor er das Auge an der Vorderseite der Hornhaut verlässt und mit der Szene geschnitten wird. Ab hier kommt wieder der normale RT, mit den Schnittpunkttests zum Einsatz, welcher dem Pixel schlussendlich eine Farbe zuweist. Der entscheidende Vorteil ist, dass die Ebenen an welchen gebrochen werden muss, bereits bekannt sind und nicht erst noch aufwändig gesucht werden müssen.

Dies ermöglicht die Brechung an einer Vielzahl von Flächen um den Verlauf des Augenlinsenmaterials möglichst realistisch abzubilden, ohne dabei zu viele Ressourcen zu beanspruchen.



RT durch das Modell eines schlecht sehenden Auges (links), gegenüber einem gesunden Auge (rechts)



Philipp Jüni