

3D-US-Raytracing mit Augmented Reality

Oliver NEMITZ¹, Robert DEPPE²

¹ Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Duisburg

² Hochschule Düsseldorf

Kontakt E-Mail: o.nemitz@du.szmf.de

Kurzfassung

Bei einer Ultraschallprüfung kann es hilfreich sein, den Verlauf des Ultraschalls im Prüfstück zu visualisieren. Hierfür haben wir eine Software geschrieben, die für ebene Prüfstücke eine solche Visualisierung mittels Augmented Reality im Videobild eines Tablets vornimmt. Mittels vordefinierter Marker werden die dreidimensionale Position und Orientierung des Prüfkopfes und des Prüfstücks im Videobild erkannt. Daraufhin wird der Schnittpunkt des vom Prüfkopf ausgehenden Ultraschall-Zentralstrahls mit dem Prüfstück berechnet. Unter Berücksichtigung des Gesetzes von Snellius wird dann der weitere Strahlverlauf im Prüfstück für eine einstellbare Anzahl an Reflexionen simuliert.

Das Videobild wird mit dem so berechneten Strahlverlauf überlagert und in Echtzeit aktualisiert. Auf diese Weise erkennt der Prüfer unmittelbar und in einer intuitiven Art und Weise, wie der Schall gerade im Prüfstück verläuft. An den Reflexionspunkten können weiterhin die zugehörigen Schalllaufzeiten eingeblendet werden, um Anzeigen im A-Scan einfacher zuordnen zu können.

3D-US-Raytracing mit Augmented Reality

Einleitung

- Bei einer manuellen Ultraschallprüfung kann es schwierig sein, Echos im A-Bild konkreten Reflexionen im Prüfling zuzuordnen:
 - bei Winkelschallung ist der Sprungabstand evtl. unklar
 - durch mögliche Modenkversionen ist evtl. unklar, zu welcher Mode ein bestimmtes Echo gehört
 - in komplizierten Prüfgeometrien kann der Schallverlauf unklar sein



- Ziel: Schallverlauf im Prüfling in Echtzeit visualisieren und somit Zuordnung von Echos im A-Bild zu Bereichen im Prüfling erleichtern.

Erleichterung der Prüfeinrichtung durch Augmented Reality

Augmented Reality (AR) = Überlagerung eines realen Bildes mit virtuellen Elementen

Bei uns: Prototyp-App, die Verlauf des US-Zentralstrahls durch Raytracing simuliert und im Videobild eines Tablets folgende virtuelle Elemente darstellt:

- Visualisierung Ultraschallverlauf (Zentralstrahl Longitudinal- und Transversalwelle) im Prüfling inklusive Reflexionen an Prüfgeometrie. Hierdurch intuitive Übersicht,
 - wo der Schall im Prüfling reflektiert wird und welcher Prüfbereich erreicht wird,
 - in welchem Sprungabstand ein Bereich im Prüfling erreicht wird,
 - ob Modenkversionen auftreten und welche Mode welchen Bereich erreicht.
- Anzeige der Laufzeiten / Schallwege an Reflexionspunkten
 - Im A-Bild können Echos einem Bereich im Prüfling zugeordnet werden



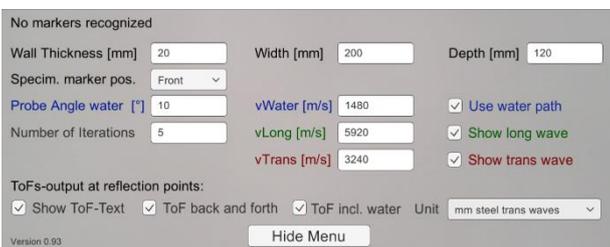
Oben: Laufende App auf einem Tablet. Das Videobild wird mit virtuellen Elementen überlagert.



Links: Screenshot der App mit kleinem Einschallwinkel, z.B. bei Verwendung eines PA-Prüfkopfes, bei dem neben der Long-Welle (grün) auch eine Trans-Welle (rot) erzeugt wird.

Einstellmöglichkeiten in der App

- Prüfling (bisher nur quaderförmige Platten): Geometrie, Schallgeschwindigkeiten
- Prüfkopf: Schallaustrittswinkel
- Sonstige Konfigurationen
 - Welche Wellen sollen dargestellt werden (Long? Trans?)
 - Sollen Laufzeiten / Schallwege dargestellt werden? Für Hin- und Rückweg oder nur für einfachen Weg? Inklusive Wasservorlauf oder ab Eintritt in Stahl?
 - Soll der Einschallwinkel in Stahl mit Snellius berechnet werden oder nicht (im Fall einer Kontaktprüfung)?



Menu mit Einstellmöglichkeiten in der App.

Implementierung

- Implementierung App über Spiele-Engine Unity3D
- Implementierung AR über Bibliothek „Vuforia“ (in Unity verfügbar)
- AR: Erkennung von Objekten über Marker, jeweils einer für Prüfkopf und Prüfling
 - Marker üblicherweise ebenes Bild, gut erkennbar (z.B. QR-Code)
 - wird im Videobild erkannt, Größe + Verzerrung geben Auskunft über Position + Orientierung im 3D-Raum
 - bei Erkennung kann z.B. virtueller Inhalt dort gezeigt werden
 - Gleichzeitige Erkennung mehrerer Marker möglich => Position / Lage zueinander



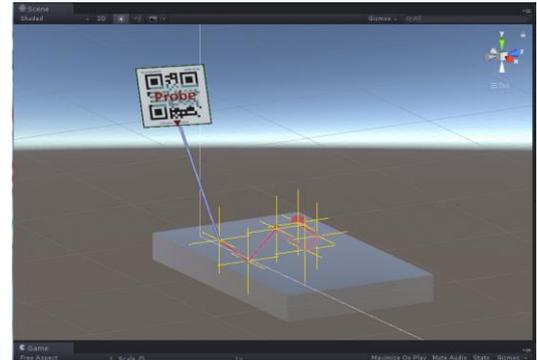
Marker für den Prüfling: Das blaue Koordinatensystem definiert eine Ecke des Quaders im virtuellen Raum.



Marker für den Prüfkopf: Der rote Pfeil unten markiert den Schallaustrittspunkt im virtuellen Raum.

Ablauf der Simulation der US-Strahlen

- Prüfkopfmarker wird erkannt, dann wird ein
 - virtueller Prüfkopf dort im 3D-Raum positioniert und ausgerichtet,
 - virtueller US-Strahl vom Prüfkopf mit eingestellten Winkel ausgesendet.
- Marker am Prüfling wird erkannt: Prüfling wird dort positioniert und ausgerichtet
- Trifft US-Strahl auf Prüfling, werden
 - ggf. über Snellius Winkel der Long- und Trans-Welle im Prüfling berechnet,
 - entsprechende Strahlen im Prüfling ausgesendet,
 - bei Auftreffen auf Wände des Prüflings passende Reflexionen berechnet.

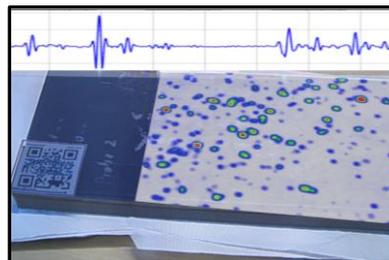


Visualisierung des virtuellen Strahlverlaufs in Unity: Vom Prüfkopf wird der Strahl in den Vorlauf ausgesendet (blau), trifft dann auf den Prüfling, wird gebrochen und im Prüfling inklusive Reflexionen weitergeführt (rot).

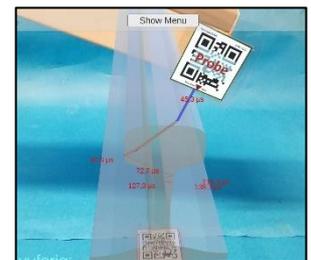
Ausblick

Möglichkeiten für weitere Features u.a.:

- Erleichterung der Ultraschallprüfung durch AR-Visualisierung von
 - Ultraschallergebnissen positionsrichtig auf dem Prüfling (A-Bilder, C-Bilder)
 - bisher geprüften Bereichen, um Prüflücken zu vermeiden
- Visualisierung nicht nur eines Strahls sondern eines Schallfeldes
- Kompliziertere Geometrien



Konzeptgrafik: Auf dem Prüfling wird positionsrichtig ein C-Bild angezeigt, welches auch den bereits geprüften Bereich markiert. Oben ist das aktuelle A-Bild zu sehen.



Beispielhafte Anwendung der App auf eine Schienengeometrie.

Haben Sie Interesse oder weitere Ideen? Dann sprechen Sie uns gerne an.