

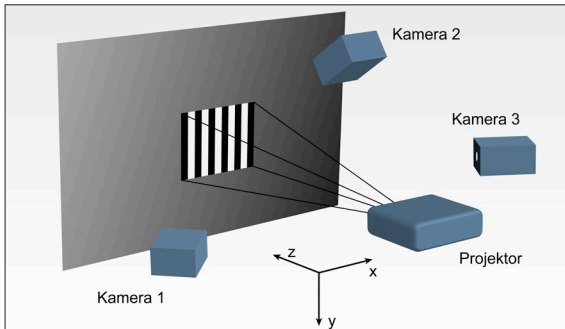


Roger Mettler

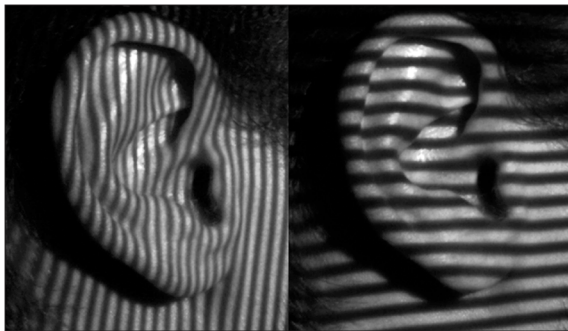
Diplomand	Roger Mettler
Examinator	Prof. Dr. Guido Schuster
Experte	Gabriel Sidler, Eivycom GmbH, Uster ZH
Themengebiet	Digitale Signalverarbeitung
Projektpartner	Phonak AG, Stäfa ZH

## Automatische Ohrmodellerzeugung

Von der Erfassung eines Ohrs mit einem 3-D-Scanner bis zur Erzeugung des Modells als Polygonnetz



Skizze des 3-D-Scanners

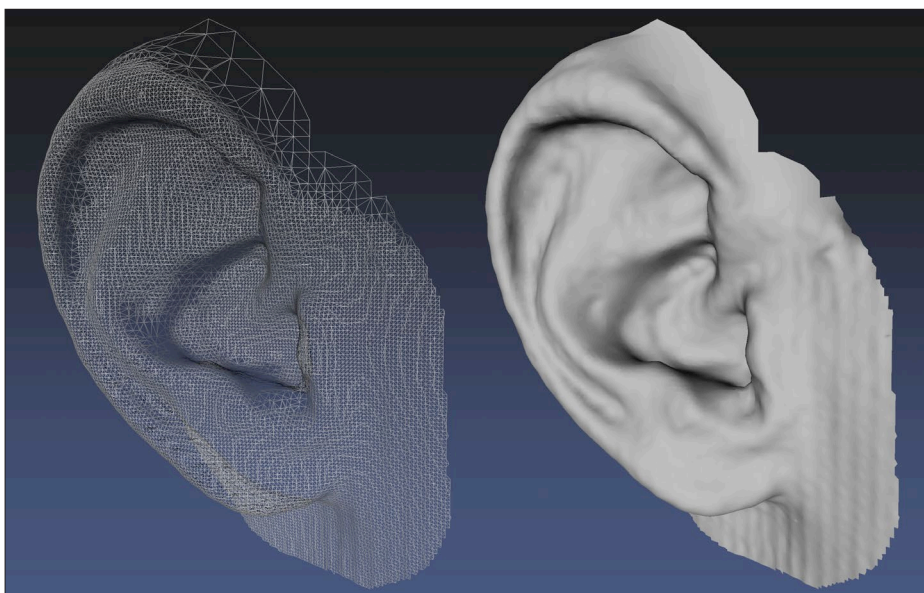


Projizierter vertikaler und horizontaler Gray-Code während des Scan-Vorgangs

**Ausgangslage:** Die Form unseres Ohrs hat entscheidenden Einfluss auf die wahrgenommene Akustik. Um die akustischen Eigenschaften des Hörgeräts auf das individuelle Ohr anzupassen, wird die Geometrie des Hörgangs vorgängig erfasst. Für die Ohrmuschel wird hingegen ein durchschnittliches Ohr angenommen. Eine bessere Anpassung würde ein 3-D-Modell der Ohrmuschel voraussetzen. Als Ziel dieser Arbeit soll deshalb ein Prototyp realisiert werden, der auf einem bestehenden 3-D-Scanner aus einer Studienarbeit aufbaut und automatisch ein 3-D-Modell des erfassten Ohrs erstellt.

**Vorgehen/Technologien:** Die Kalibration des 3-D-Scanners, bestehend aus einem Projektor und drei Kameras, baut auf der «Camera Calibration Toolbox» für MATLAB auf. Der Kalibrationsvorgang wurde so erweitert, dass er – bis auf das Erfassen des Kalibrationsmusters – automatisch abläuft. Zur Erfassung des Ohrs wird durch den Projektor ein Gray-Code-Muster projiziert. Die so identifizierten Punkte werden unter Anwendung eigener Algorithmen in eine 3-D-Punktwolke des Ohrs zurückgerechnet. Um zum Schluss ein 3-D-Ohrmodell zu erhalten, wird mithilfe des «Poisson Surface Reconstruction»-Algorithmus ein Polygonnetz über die Punktwolke gelegt. Für Referenzmessungen wird ein Tetraeder eingescannt, dessen Seitenflächen in der Punktwolke mithilfe eines RANSAC-Algorithmus gefunden werden. Aus diesen können sämtliche Längen und Winkel abgeleitet und mit der Vorlage verglichen werden.

**Ergebnis:** Ausgenommen von leichten Verzerrungen am Bildrand erwies sich die intrinsische Kalibration als sehr gut. Die verwendete extrinsische Kalibration ist weniger exakt, was zu leichten Skalierungsfehlern führt. Die Generierung der Punktwolke und die anschließende Oberflächenrekonstruktion funktionieren sehr gut und stabil. Zu Fehlern kommt es hingegen, wenn sich das Objekt zu stark bewegt.



Resultierendes Ohrmodell als Polygonnetz nach der Oberflächenrekonstruktion