

Abstract

Cultural heritage are precious goods which need to be preserved for coming generations. Due to many reasons, e.g., wars or natural decay, those objects are in danger of destruction. In order to prevent them from being lost forever, those objects are digitized as 3D models to be accessible for further generations of mankind, the Fraunhofer Institute for computer graphics research offers a fully automatic 3D digitization system called the CultLab3D. There is already a fully functional system for big objects. However, it is more difficult to scan small objects like coins or rings. Those small objects are often referred to as 2.5D objects because they often got engravings and inscriptions on their surface, which cannot even be felt with ones fingers. Scanning such fine detailed objects needs a system that can measure such details. This is accomplished by the MesoScannerV2, an extension of the CultLab3D. It is designed for the digitization of these 2.5D objects without missing details. The MesoScannerV2 is a structured light system which uses a special variation of the phase shift method in order to improve the accuracy of the digitized 3D model of the object. The structured light-based MesoScannerV2 reaches an advanced depth and lateral resolution due to its specialty, the extension of state-of-the-art fringe patterns by a mechanical lens-shifted surface encoding method.

Due to bad data acquisition and due to possible uncertainties of numerical algorithms noise is generated which directly influences the digitized 3D models. Therefore, this thesis aims to reduce the generated noise to get cleaner 3D models. Furthermore, the MesoScannerV2 needs to be future-proof, which requires an automation of the scan process of many objects at the same time. The integration of an automation procedure to the MesoScannerV2 is another topic discussed in this thesis.

We show that methods are found to reduce the generated noise significantly in particular, we provide a corresponding evaluation. Further, possible solutions to automate the scan process could be found.

Kurzfassung

Das kulturelle Erbe ist ein kostbares Gut, das für kommende Generationen erhalten werden muss. Aus vielen Gründen, z.B. durch Kriege oder natürlichen Verfall, sind diese Objekte von Zerstörung bedroht. Um zu verhindern, dass sie für immer verloren gehen, können diese Objekte als 3D-Modelle digitalisiert werden, um sie für weitere Generationen der Menschheit zugänglich zu machen. Aus diesem Grund bietet das Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung ein vollautomatisches 3D-Digitalisierungssystem namens CultLab3D an. Für große Objekte gibt es bereits ein voll funktionsfähiges System. Schwieriger ist es jedoch, kleine Objekte, wie Münzen oder Ringe, zu scannen. Diese kleinen Objekte werden oft als 2.5D-Objekte bezeichnet, weil sie oft Gravuren und Inschriften auf ihrer Oberfläche haben, die man nicht einmal mit den Fingern fühlen kann. Das Scannen solch fein detaillierter Objekte erfordert ein System, das solche Details messen kann. Dies wird durch den MesoScannerV2, eine Erweiterung von CultLab3D, erreicht. Er ist für die Digitalisierung dieser 2.5D-Objekte ohne den Verlust von Details ausgelegt. Der MesoScannerV2 ist ein strukturiertes Lichtsystem, das eine spezielle Variante der Phasenverschiebungsmethode verwendet, um die Genauigkeit des digitalisierten 3D-Modells des Objekts zu verbessern. Der auf strukturiertem Licht basierende MesoScannerV2 erreicht eine erweiterte Tiefen- und laterale Auflösung, aufgrund seiner Besonderheit, der Erweiterung modernster Streifenmuster durch eine mechanische, linsenverschobene Oberflächenkodierungsmethode.

Aufgrund der schlechten Datenerfassung und möglicher Unsicherheiten der numerischen Algorithmen entsteht Rauschen, das die digitalisierten 3D-Modelle direkt beeinflusst. Ziel dieser Arbeit ist es daher, das erzeugte Rauschen zu reduzieren, um sauberere 3D-Modelle zu erhalten. Darüber hinaus muss der MesoScannerV2 zukunftssicher sein, was eine Automatisierung des Scanprozesses von vielen Objekten gleichzeitig erfordert. Die Integration eines Automatisierungsverfahrens in den MesoScannerV2 ist ein weiteres Thema, das in dieser Arbeit behandelt wird.

Wir zeigen, dass Methoden gefunden werden können, um das erzeugte Rauschen deutlich zu reduzieren und liefern eine entsprechende Auswertung. Weiterhin werden mögliche Lösungen zur Automatisierung des Scanprozesses vorgestellt.

Keywords: 3D Scanning, Automation, Image-based Reconstruction, Mesostructure Acquisition, Noise reduction, Principal Component Analysis, Gaussian Mixture Models, Phase Shift Method, Active Triangulation, Temporal Noise Filter, Neighborhood Filter