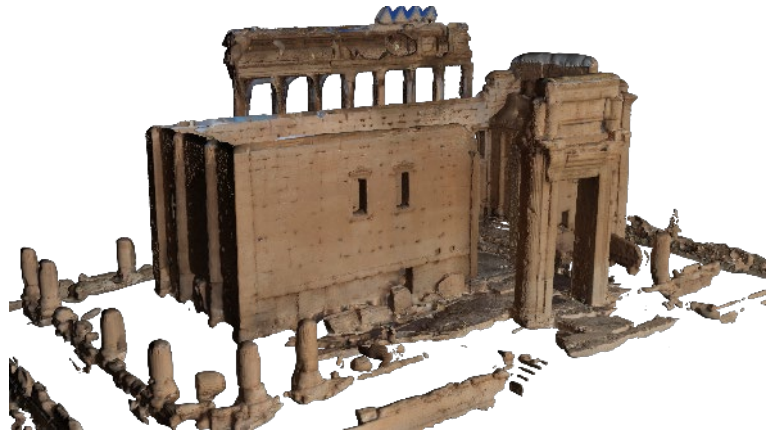


Bachelor-Thesis 2022

Rekonstruktion des immateriellen Kulturerbes auf der Grundlage vorhandener LiDAR Scans und crowd-sourced Fotos



Autor: Lukas Zumsteg

Examinator: Dr. Wissam Wahbeh

Experte: Scott Mcavoy

1. Einführung

Der Tempel von Bel in Palmyra (Syrien) wurde im Jahr 2015 durch den selbsternannten „Islamischen Staat“ gesprengt. Vor der Zerstörung dieses Kulturguts wurden keine professionellen Aufnahmen gemacht. Im Rahmen dieser Bachelorthesis wird der zerstörte Tempel mithilfe verschiedener Softwares, Crowd-Sourced Fotos und LiDAR Scans rekonstruiert. Die Herausforderungen der Arbeit mit Amateuraufnahmen im Kontext von photogrammetrischer Rekonstruktion werden untersucht und mögliche Lösungsansätze präsentiert. Vorgehensweisen bei der Verknüpfung von LiDAR und Photogrammetrie werden diskutiert sowie deren Qualität beurteilt.

Schlagworte: Kulturerbe, Crowd-Source, Open-Source, Photogrammetrie, LiDAR, 3D-Modellierung, Punktwolke, Mesh

2. Tempel von Bel

Der Tempel von Bel war das Habitat von Bel, dem heiligsten aller Götter von Palmyra. Dieser war, wie der griechische Gott Zeus, der Erschaffer des astronomischen Himmels und König aller Götter. Der Plan der heiligen Stätte von Bel umfasst einen zentralen kleinen Tempel, umgeben von einem grossen Areal. Die bekanntesten Merkmale des Tempels sind die beiden reich verzierten Nischen im Norden und Süden.

3. Grundlagedaten

Es werden Bildsammlungen (Abb. 1) von Dr. Wissam Wahbeh und Scott Mcavoy, Panoramaaufnahmen von Gabriele Fangi sowie LiDAR Daten von Kiyohide Saito verwendet. Bilder von schlechter geometrischer und radiometrischer Qualität werden aussortiert. Ebenso können Bilder ohne Metadaten nicht für die Rekonstruktion verwendet werden.

	Aussen	Innen
Touristenbilder	255	311
Panoramabilder	68	121
Total	323	432

Tab. 1: Grundlagedaten

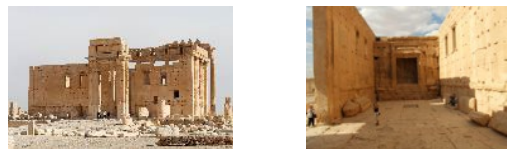


Abb. 1: Touristenbilern

4. 3D-Rekonstruktion aus Touristenbildern

Es wurden online gesammelte Touristenfotos verwendet, die als Open Domain klassifiziert wurden. Für eine Rekonstruktion eignen sich nur Bilder mit Metadaten und hoher geometrischer und radiometrischer Qualität. Die Rekonstruktion der Kameraposition wird in Agisoft Metashape und Bentley ContextCapture versucht, ist jedoch nur in ersterer Software erfolgreich. Innen- und Aussenbereich des Tempels werden getrennt ausgewertet und erst für die Generierung der Dense Cloud und des Meshs mittels Passpunkten zusammengeführt. Um auch in ContextCapture ein Modell erstellen zu können werden die Kamerapositionen aus Metashape importiert. Für das Modell aus Metashape (Abb. 3) werden die LiDAR Daten in die Modellerstellung miteingebunden, nicht jedoch in ContextCapture. Bentleys Software produziert ohne LiDAR Daten in Bereichen mit vielen Bildern höher aufgelöste Resultate als Metashape (Abb. 2 & 3). In den anderen Bereichen hat Metashape die Nase vorne. Die Eigenschaften der resultierenden Punktwolken können in Tab. 2 eingesehen werden.



Abb. 2: Vergleich mit/ohne Textur
(ContextCapture)



Abb. 3: Ansicht des gesamten Tempels
(Metashape)

	LiDAR	Metashape	Kombination	ContextCapture
Anzahl Punkte	29.9 Mio	66.6 Mio	96.5 Mio	483.9 Mio
Kleinsten Punktabstand	3 mm	3 mm	3 mm	0.6 mm
Grösster Punktabstand	50 mm	25 mm	25 mm	11 mm
Mittlere Auflösung	12 mm	9 mm	8 mm	4 mm

Tab. 2: Eigenschaften der Punktwolken

5. Zusammenführen LiDAR & Photogrammetrie

Um eine grobe Registrierung zu erreichen, wurden Koordinaten im Referenzsystem der Scans abgegriffen und als Passpunkte in die Rekonstruktion eingeführt. Eine Feinregistrierung mittels einem Iterative-Closest-Points-Algorithmus bringt eine erhebliche Genauigkeitssteigerung und wird bei jeder Art von Fusion von Punktwolken empfohlen. Automatisierte Verfahren sind zwar in der Theorie vorhanden, sind aber hauptsächlich für professionell aufgenommene und luftgestützte Daten ausgelegt.

6. Open-Source Photogrammetrie

Die Untersuchung der beiden bekannten Open-Source Programme COLMAP und Meshroom/AliceVision zeigt, dass gewisse Frameworks in der Lage sind, mit Crowd-Source Bildern umzugehen. Während mit COLMAP keine Lösung erzielt werden konnte, lieferte Meshroom/AliceVision eine Dense Cloud sowie ein Mesh. Die Qualität der Resultate sowie die Benutzerfreundlichkeit kann jedoch nicht mit den getesteten kommerziellen Programmen mithalten.

7. Fazit

Die Ergebnisse der Arbeit zeigen die Durchführbarkeit der Rekonstruktion von Kulturerbe aufgrund von Amateuraufnahmen. Durch das Vorhandensein von funktionierender Open-Source Software kann von jeder Person eine photogrammetrische Rekonstruktion vorgenommen werden.

Autor:	Lukas Zumsteg	zumsteg.lukas@gmail.com
Examinator:	Dr. Wissam Wahbeh	wissam.wahbeh@fhnw.ch
Experte/in:	Scott Mcavoy	smcavoy@ucsd.edu