

Master Thesis, Aufgabenstellung

Start Date: Any Time; the topic can be worked on by multiple students

Titel der Arbeit:

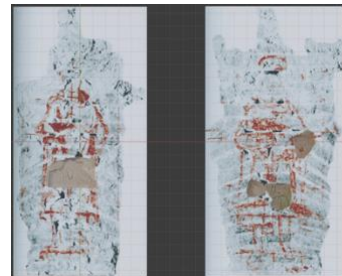
3D Reconstruction of Cultural Heritage Artifacts based on historic 2D Data

Keywords: Machine Learning, Deep Learning, (Generative) Ai, Cultural Heritage, 3D Reconstruction, Computer Vision, Computer Graphics

1. Thema der Arbeit/Topic of the Work:

DEUTSCH/GERMAN:

Ziel dieser Arbeit soll es sein, die Möglichkeiten zur Rekonstruktion der Gesamtgeometrie basierend auf Bruchstücken und Silhouetten zu recherchieren, den vielversprechendsten Ansatz zu wählen und für den Kulturerbe-Anwendungsfall weiterzuentwickeln.



Es existieren bereits Methoden zur Schätzung der

Abbildung 1 Auf Stein aufgemalte Skizze zweier Statuen mit einzelnen erhaltenen Fragmenten.

Geometrie basierend auf Fotografien z.B. [1, 2, 3] und zur Schätzung basierend auf Skizzen etwa [4]. Zusätzlich gibt es neue relevante Arbeiten basierend auf (generativen) KI-Ansätzen [5, 6, 7, 8].

Für den Einsatz zur Erhaltung des Kulturerbes müssen die Verfahren allerdings an die häufig schlechtere Datenqualität und -quantität angepasst werden. Ein Beispiel für die verfügbare Datenbasis ist in folgender Abbildung (Abb. 1) zu sehen.

Das zu entwickelnde Verfahren soll sowohl zweidimensionale Information (hier aufgemalte Details), sowie gegebenenfalls verfügbare Geometriebruchstücke berücksichtigen. Zusätzliche domänenabhängige Informationen können ebenfalls genutzt werden.

ENGLISCH/ENGLISH:

The aim of this work is to research the possibilities for reconstructing the overall geometry based on fragments and silhouettes, select the most promising approach, and further develop it for the cultural heritage application. There are already methods available for estimating geometry based on photographs, such as [1, 2, 3], and for estimation based on sketches, for example [4]. Additionally, there are new relevant works based on (generative) AI approaches [5, 6, 7, 8]. However, for the preservation of cultural heritage, these methods need to be adapted to the often lower data quality and quantity. An example of the available data is shown in the following figure (Abb. 1). The developed approach should take into account both two-dimensional information (e.g., painted details) and, if available, geometry fragments. Additional domain-specific information for instance in text form can also be utilized.

2. Anforderungen an die Arbeit:

DEUTSCH / GERMAN:

2.1. Literaturrecherche

Die Arbeit beinhaltet eine Recherche des gegenwärtigen Forschungsstandes im Gebiet der **Single View** Geometry Estimation, sowie deren Einordnung im größeren Feld der Geometrieschätzung. Schwerpunkt ist hier die (mögliche) Übertragbarkeit auf den Anwendungsfall.

2.2. Auswahl der relevanten Technologien

Basierend auf den Ergebnissen der Literaturrecherche sollen die als am erfolgversprechendsten Technologien erkannt und, fundiert begründet, ausgewählt werden.

2.3. Implementierung der Geometrieschätzung für den Anwendungsfall

Die relevanten Technologien sollen zu einer Lösung für das präsentierte Problem zusammengefügt werden. Hier können und sollen zusätzliche Eigenheiten im Kulturerbe-Setting berücksichtigt und eingebracht werden. Die Lösung ist zu implementieren und auf den üblichen Benchmarks, sowie auf real-world Daten aus der Anwendungsdomäne (werden gestellt) zu evaluieren.

ENGLISCH / ENGLISH:

2.1. Literature research

The work includes a research of the current state of research in the field of Single View Geometry Estimation, as well as its classification within the broader field of geometry estimation. The focus here is on the (possible) transferability to the application case.

2.2. Selection of relevant technologies

Based on the results of the literature research, the most promising technologies are to be identified and selected, with well-founded justifications.

2.3. Implementation of geometry estimation for the application case

The relevant technologies are to be combined to form a solution for the presented problem. Additional peculiarities in the cultural heritage setting can and should be taken into account and incorporated. The solution is to be implemented and evaluated on standard benchmarks, as well as on real-world data from the application domain (provided).

3. Erwartete Vorkenntnisse

- + Gute Kenntnisse Python 3.6+
- + Gute Kenntnisse Computer Vision
- + Erfahrung in Machine und Deep Learning
- + idealerweise Vorkenntnisse in PyTorch und TensorFlow 2
- + Grundkenntnisse Linux

4. Betreuung

Das Thema der Arbeit wird von der Abteilung *Virtuelle und erweiterte Realität* des Fraunhofer IGD vergeben. Die Betreuung vonseiten dieses Instituts erfolgt durch Thomas Pöllabauer und Julius Kühn.

Die universitätsseitige Betreuung der Arbeit erfolgt durch Prof. Dr. Arjan Kuijper. Der/die Studierende soll bei regelmäßigen Treffen mit den Betreuern über den Fortschritt der Arbeit berichten und die geplanten nächsten Schritte absprechen.

5. Ergebnisse

Zur Abgabe der Arbeit gehören: Eine gut strukturierte und verständliche schriftliche Ausarbeitung. Diese soll sowohl alle theoretischen und praktischen Überlegungen widerspiegeln, als auch die empirischen Ergebnisse ansprechend darstellen. Außerdem wird die Abgabe des funktionsfähigen, gut dokumentierten Source-Codes sowie der verwendeten Daten und Ergebnisse in elektronischer Form erwartet. Weiterhin wird ein Abschlussvortrag gehalten, in dem die Ergebnisse der Arbeit präsentiert werden. In der Regel werden die Ergebnisse in einem Paper aufgearbeitet und veröffentlicht.

6. Kontakt

Bei Interesse bitte eine Mail mit **Beschreibung der Vorkenntnisse und Liste abgeschlossener Module** an thomas.poellabauer@igd.fraunhofer.de und julius.kuehn@igd.fraunhofer.de schicken.

Referenzen

[1] Learning Single-Image 3D Reconstruction by Generative Modelling of Shape, Pose and Shading; <https://doi.org/10.1007/s11263-019-01219-8>

[2] Pix2Vox++: Multi-scale Context-aware 3D Object Reconstruction from Single and Multiple Images; <https://doi.org/10.1007/s11263-020-01347-6>

[3] SDFDiff: Differentiable Rendering of Signed Distance Fields for 3D Shape Optimization; <https://github.com/YueJiang-nj/CVPR2020-SDFDiff>

[4] Deep 3D Shape Reconstruction from Single-View Sketch Image; <https://doi.org/10.1109/ICDH51081.2020.00039>

[5] DPT; <https://huggingface.co/Intel/dpt-large>

[6] Pix2Pix 3D; <https://github.com/dunbar12138/pix2pix3D>

[7] Stable Dreamfusion; <https://github.com/ashawkey/stable-dreamfusion>

[8] Make-it-3D; <https://github.com/junshutang/Make-It-3D>