

# Photogrammetrie

3D-Rekonstruktion mit 2D-Bildmaterial

---

Danilo (@dbrgn)

2018-06-16

Cosin 2018

# Hallo!

Ich bin Danilo (@dbrgn), vom Coredump Rapperswil.

# Outline

1. Hintergrund
2. Photogrammetrie
3. Erfassen Bildmaterial Schloss Rapperswil
4. Rekonstruktion mit VSFM

# Hintergrund

---

# Crowdfunding 3D-Drucker

- Hackerspace im Herbst 2013 gegründet
- 3D-Drucker sind der hot new shit
- Wir brauchen einen! Sind aber arme Studenten...

# Crowdfunding 3D-Drucker

- Hackerspace im Herbst 2013 gegründet
- 3D-Drucker sind der hot new shit
- Wir brauchen einen! Sind aber arme Studenten...
- Crowdfunding!

# Crowdfunding 3D-Drucker

we

make

it

Log In



About wemakeit

Start a Project

Discover Projects

Blog

Events

D

F

I

E



## 3D-Drucker für Rapperswil

Rappi braucht einen 3D-Drucker! Wir möchten einen solchen beschaffen und der Bevölkerung in und um Rapperswil-Jona als Service zur Verfügung stellen. Hilf mit, es lohnt sich!

A crowdfunding project by [coredump Rapperswil](#), [Josua Schmid](#), and [Danilo](#), [startup](#) and [technology](#), [Rapperswil-Jona](#).

About

News 0

Backers 32

Comments



### Project Status

	3'430	of CHF 1'600 pledged
	32	backers
	214 %	percent reached

# Crowdfunding 3D-Drucker

CHF

30.-

4 taken

Du kriegst zusätzlich zum Ultimaker-Roboter ein 3D-gedrucktes Schloss Rapperswil (ca. 6×6×6 cm). Du kannst zwischen Orange, Grün oder Schwarz wählen. Zudem wirst du als Unterstützer auf unserer Website aufgelistet.

CHF

40.-

1 taken

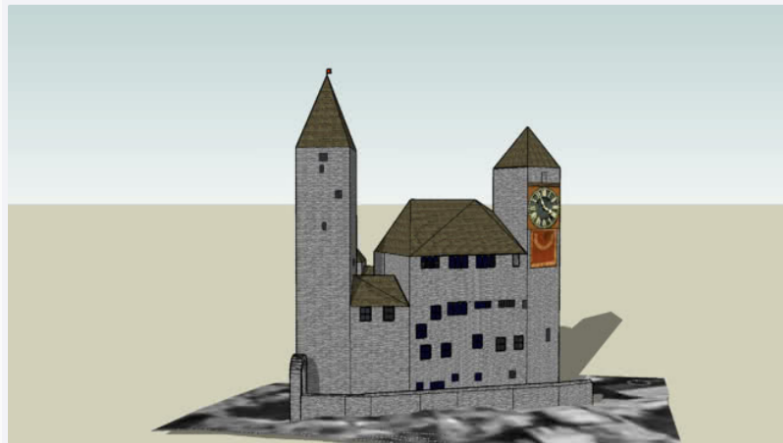
Du kriegst zusätzlich zum Ultimaker-Roboter ein 3D-gedrucktes Schloss Rapperswil (ca. 10×10×10 cm). Du kannst zwischen Orange, Grün oder Schwarz wählen. Zudem wirst du als Unterstützer auf unserer Website aufgelistet.



# Und Nun?

Nun haben wir ein Schloss versprochen, wie kommen wir zum 3D-Modell?

# Modell auf sketchup.com



Schloss Rapperswil



Ivanos

## MODEL INFO

Contributors	0
Materials	19 >
Polygons	633
File Size	1MB
Modified Date	3/26/2014
Geolocated	Yes >

## RELATED MODELS

# Selbermachen!

Aber wie?

- CAD-Rekonstruktion nach Vermessung

# Selbermachen!

Aber wie?

- CAD-Rekonstruktion nach Vermessung
- LIDAR-Scan

# Selbermachen!

Aber wie?

- CAD-Rekonstruktion nach Vermessung
- LIDAR-Scan
- Photogrammetrie

# Photogrammetrie

---

# Was ist Photogrammetrie?

Der Begriff Photogrammetrie beschreibt Methoden, um aus zweidimensionalen Bildern ein dreidimensionales Modell zu rekonstruieren.

# Rekonstruktions-Prozess

1. Bildmaterial sammeln
2. Feature-Erkennung
3. Sparse Point Cloud
4. Dense Point Cloud
5. Mesh
6. Solid



- Qualitativ hochwertige Fotos
- Entzerrt
- Überlappend
- Strukturen von mehreren Seiten sichtbar
- Idealerweise georeferenziert

# Feature-Erkennung

- Ein Feature ist eine Stelle im Bild mit mathematisch interessanten Eigenschaften
- Features können genutzt werden, um die Dimensionen eines Objektes unabhängig von dessen Skalierung oder Verzerrung zu extrahieren

# Sparse Point Cloud

- “Dünn besetzte Punktwolke”
- Punkte im 3D-Raum
- Nur die nötigsten Punkte aus der ersten Phase der 3D-Rekonstruktion, lässt bereits Konturen erkennen
- Wird aus den Features generiert: Ein Feature, welches in mehreren Bildern erkannt wird, kann als gemeinsamer Referenzpunkt im 3D-Raum genutzt werden und wird zu einem Punkt in der Punktwolke

# Dense Point Cloud

- “Dicht besetzte Punktwolke”
- Der leere Raum zwischen den 3D-Punkten wird mithilfe des existierenden Bildmaterials und den Referenzpunkten “eingefüllt”.
- Dieser Prozess nennt sich auch “Verdichtung”.

# Mesh

- Ein Polygonnetz
- Besteht in der Regel aus Drei- oder Vierecken
- Punktwolke muss oft zuerst bereinigt werden
- Es existieren diverse Algorithmen, z. B. die “Poisson Surface Reconstruction”<sup>1</sup>
- Dateiformate: z. B. Wavefront OBJ (**.obj**), Blender (**.blend**), Stanford Triangle Format (**.ply**).

---

<sup>1</sup>Microsoft Research, 2006, *Proceedings of the fourth Eurographics symposium on Geometry processing, volume 7*

# Solid

- Ein Mesh besteht nur aus einer Oberfläche
- Ein Solid ist “wasserdicht” und hat ein Volumen
- Ein 3D-druckbares Solid muss eine mathematische Mannigfaltigkeit (“Manifold”) sein: Alle Flächen zeigen nach Aussen, keine Vertizes oder Kanten sind mehrfach vorhanden, an jeder Kante liegen zwei Flächen an.
- Dateiformate: z. B. STL, STEP

# Erfassen Bildmaterial Schloss Rapperswil

---

# Bildmaterial Sammeln

Material:

- Quadrocopter (TeamBlackSheep Discovery Pro) mit Gimbal
- GoPro Hero 4 Black
- Fairphone 1 als GPS Tracker



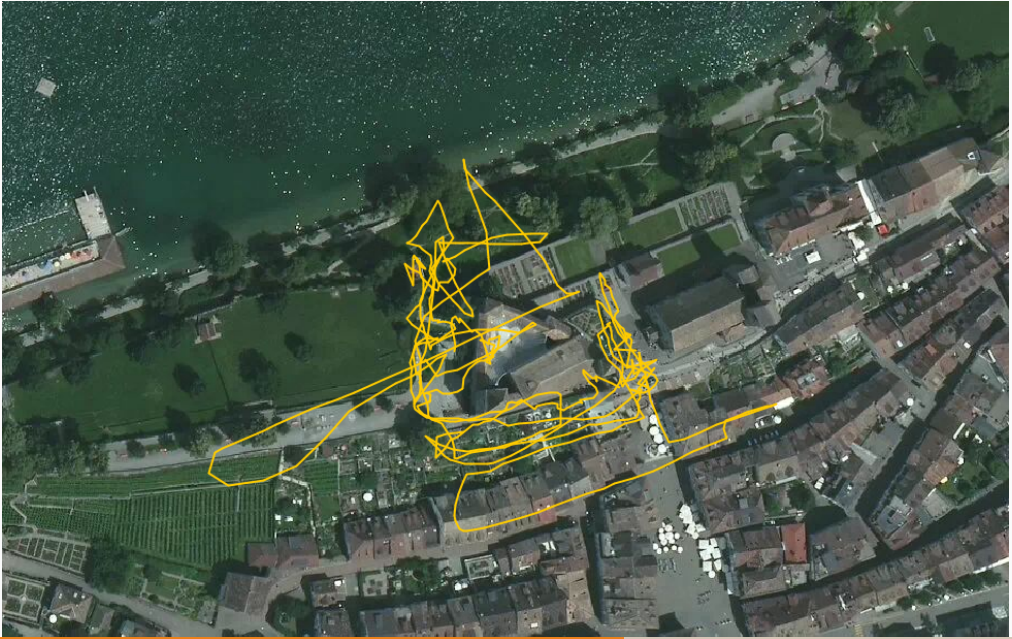
# Bildmaterial Sammeln



# Vorgehensweise

- Foto-Triggerring 2 Hz
- 2 Akkus à 10–15 Minuten
- 2700 Fotos (5.3 GiB)

# Flugpfad



# Flugpfad



Video: <https://vimeo.com/118125082>

# Fazit

- Jahreszeit (Winter) war generell gut gewählt, da die Bäume nicht belaubt waren.
- Schnee war jedoch sehr nachteilig da keine Feature-Detection möglich, vermutlich wäre Herbst besser.
- Linsenverzerrung der GoPro ist ziemlich stark, neutrale Linse wäre besser. Kann jedoch mit Software herausgerechnet werden (z.B. mit Hugin).

# Rekonstruktion mit VSFM

---

## VisualSFM (Visual Structure From Motion)

- Wurde im 2011 von Changchang Wu entwickelt (Postdoc)
- Frontend für SiftGPU, Multicore Bundle Adjustment, CMVS, PMVS, CMPMVS, MVE, SURE, MeshRecon und weitere.



## VisualSFM (Visual Structure From Motion)

- Wurde im 2011 von Changchang Wu entwickelt (Postdoc)
- Frontend für SiftGPU, Multicore Bundle Adjustment, CMVS, PMVS, CMPMVS, MVE, SURE, MeshRecon und weitere.
- Quelloffen, allerdings komische proprietäre Lizenz
- Ohne Kontaktaufnahme mit Autor darf VSFM nur zu akademischen und nonkommerziellen zwecken genutzt werden
- Verwendete Komponenten teilweise unter freien Lizenzen

<http://ccwu.me/vsfm/>

# VisualSFM: Installation

Installation ist Tricky. In unserer Doku haben wir ein Script zur Installation unter Ubuntu 14.04.

Arch Linux: AUR Paket vorhanden. Möglicherweise sind einige Dependencies broken.

Alternativ: Docker-Container ([ryanfb/visualsfm](#)). Unklar, ob der Container noch funktioniert.

# VisualSFM: Konfiguration

Viele versteckte Konfigurationsoptionen in der `nv.ini`

Editieren: CTRL drücken während man auf Settings-Icon klickt.

Im **Tools**-Menu kann man auch noch CUDA-Support aktivieren.

# VisualSFM: Rekonstruktion

- Wir haben eine Auswahl von 571 Bildern verwendet

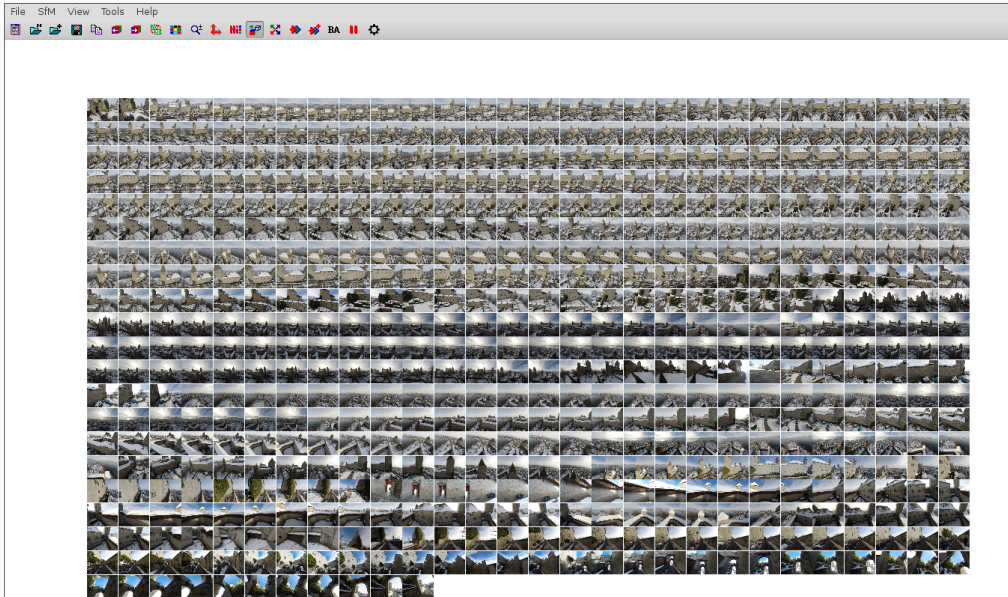
# VisualSFM: Rekonstruktion

- Wir haben eine Auswahl von 571 Bildern verwendet
- Feature-Erkennung starten mit “Compute Missing Matches” Button
- Sparse Point Reconstruction starten mit “Compute 3D Reconstruction” Button
- Dense Point Reconstruction starten mit “Run Dense Reconstruction” Button

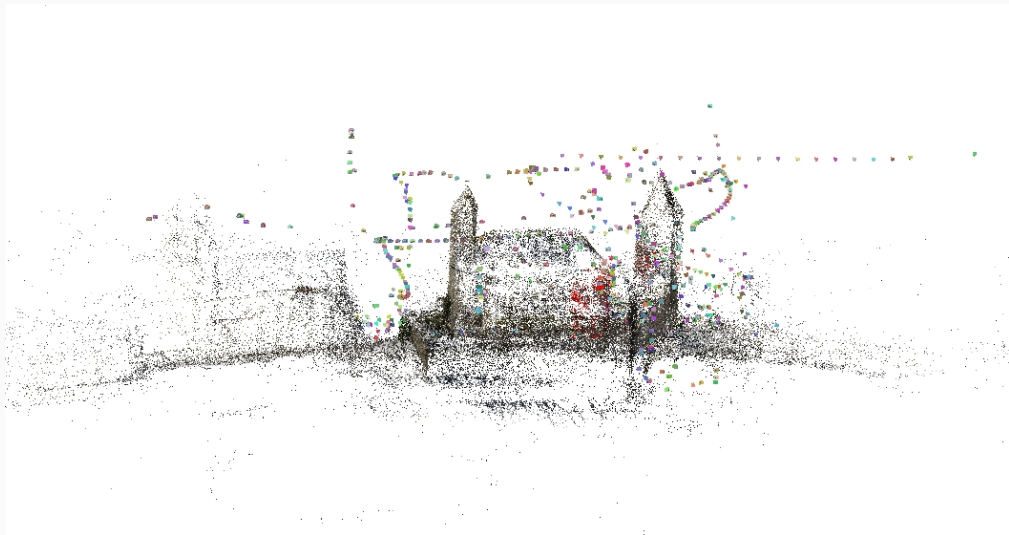
# VisualSFM: Rekonstruktion

- Wir haben eine Auswahl von 571 Bildern verwendet
- Feature-Erkennung starten mit “Compute Missing Matches” Button
- Sparse Point Reconstruction starten mit “Compute 3D Reconstruction” Button
- Dense Point Reconstruction starten mit “Run Dense Reconstruction” Button
- Das ganze dauert mehrere Stunden

# VisualSFM: Rekonstruktion



# VisualSFM: Sparse Point Cloud





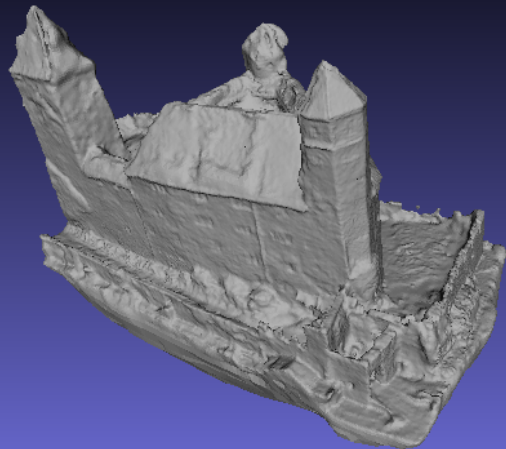
# VisualSFM: Dense Point Cloud



# Mesh-Rekonstruktion

- Mit MeshLab
- Poisson-Rekonstruktion ist parametrisierbar, je nach gewählten Werten mehr Glättung oder mehr Details

# Mesh-Rekonstruktion



# Mesh-Rekonstruktion: Manuelle Nachbearbeitung

Nachbearbeitung in Blender.

# Mesh-Rekonstruktion: Endresultat



# Thank you!

[www.coredump.ch](http://www.coredump.ch)

Slides: [github.com/rust-zurichsee/meetups/](https://github.com/rust-zurichsee/meetups/)

Candidateparser library: [github.com/dbrgn/candidateparser/](https://github.com/dbrgn/candidateparser/)