

Bildanalyse Projekt 2:
SFM und Dense Image Matching:
3D Erfassung einer Statue im Stadtgarten



Ausarbeitung im Studiengang
Geodäsie und Geoinformatik
an der Universität Stuttgart

Jingyi Bao, 3255519
Jiaxin Liu, 3313749
Hsin-Feng Ho, 3378849
Bingwang Chen, 3190522

Stuttgart, Juli 2021

Betreuer: Prof. Norbert Haala
Universität Stuttgart

Dr. Michael Cramer
Universität Stuttgart

1. Einleitung

Die Geometrie einer Statue im Stadtgarten wird mittels terrestrischer Photogrammetrie erfasst werden. Die Aufnahme wird mit GoPro HERO6 Kamera des Instituts für Photogrammetrie erfolgt. Für die Berechnung der vermaschten Punktwolke mittels Structure-from-Motion und Dense Image Matching wird das Softwarepaket agisoft Metashape genutzt.

2. Bildaufnahme

Die Bilder werden mit GoPro Hero 6 aufgenommen, für erhöhte Aufnahmestandpunkte steht ein Einbeinstativ zur Verfügung, die Aufnahmesteuerung wird über eine App vom Mobiltelefon a erfolgt.

2.1 Kamera: HERO6 Black

- Auflösung 4000×3000
- Brennweite 3mm
- Abstand ~2,5m
- GSD ~ 2,3mm

$$h = c \cdot m_b = c \cdot \frac{GSD}{\Delta pixel} = 3mm \cdot \frac{2,3mm}{2,8\mu m} = 2,5m$$

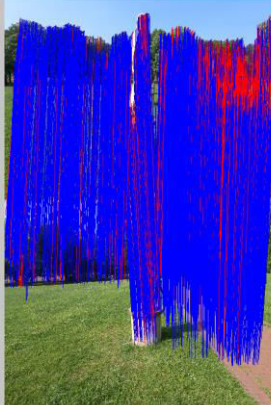
2.2 Durchführung

Die Kameraparameter bleiben unverändert. Dann wird die Kamera mit Handy durch Gopro App verbunden. In der Einstellung wird das Linearkamera ausgewählt. Um Anzahl und räumliche Verteilung der Aufnahmestandpunkte sicherzustellen, dass jeder Teil der Statue mit einer genügenden Anzahl von Bildern abgedeckt ist, wird die Statue in 30° Abstand und 3 Zeile aufgenommen.

Die Helligkeit der Vorder- und Rückseite der Statue ist aufgrund der starken Sonneneinstrahlung sehr unterschiedlich.

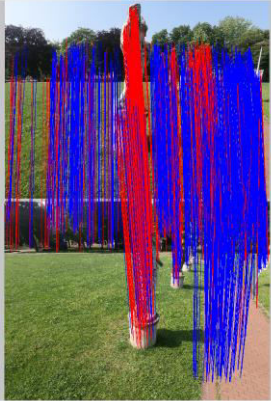
Wenn wir weiter untersuchen, können wir festlegen, dass die meisten Verknüpfungen gut sind.

Image	Total	Valid	Invalid
GOPR661...	5435	4870	565
GOPR659...	3871	3044	827
GOPR658...	3836	2972	864
GOPR661...	3409	2847	562
GOPR657...	3071	2452	619
GOPR658...	2776	2173	603
GOPR658...	2425	1794	631
GOPR658...	2044	1719	325
GOPR660...	2214	1681	533
GOPR658...	1833	1593	240
GOPR658...	1927	1579	348
GOPR660...	2037	1491	546
GOPR658...	1689	1430	259
GOPR658...	1824	1386	438
GOPR658...	1715	1335	380
GOPR659...	1855	1333	522
GOPR660...	1838	1327	511
GOPR660...	1612	1314	298
GOPR660...	1648	1309	339
GOPR660...	1554	1284	270
GOPR660...	1651	1261	390
GOPR657...	1482	1190	292
GOPR660...	1422	1147	275
GOPR657...	1614	1138	476
GOPR659...	1572	1122	450
GOPR660...	1325	1088	471
GOPR661...	1559	1088	471
GOPR657...	1548	1085	463
GOPR658...	1622	1075	547
GOPR657...	1543	1073	470



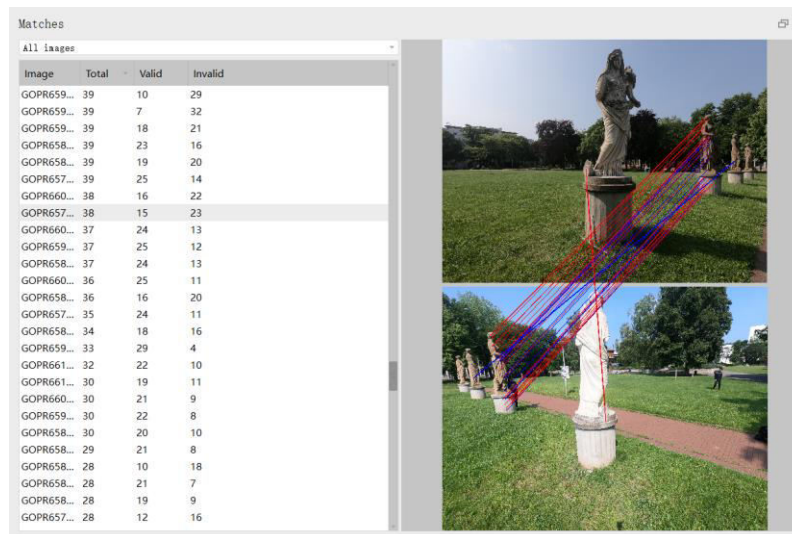
Bei einigen Fotos gibt es aber offensichtlich zu viele ungültige Verknüpfungen.

Image	Total	Valid	Invalid
GOPR659...	3836	2972	864
GOPR659...	3871	3044	827
GOPR658...	2425	1794	631
GOPR657...	3071	2452	619
GOPR658...	2776	2173	603
GOPR659...	1561	975	586
GOPR661...	5435	4870	565
GOPR661...	3409	2847	562
GOPR658...	1622	1075	547
GOPR660...	2037	1491	546
GOPR660...	2214	1681	533
GOPR661...	1476	954	522
GOPR659...	1855	1333	522
GOPR660...	1838	1327	511
GOPR657...	1614	1138	476
GOPR658...	1498	1024	474
GOPR657...	1269	797	472
GOPR661...	1559	1088	471
GOPR657...	1542	1072	470
GOPR657...	1548	1085	463
GOPR659...	1572	1122	450
GOPR658...	1164	714	450
GOPR659...	1219	721	448
GOPR658...	1824	1386	438
GOPR659...	1113	690	423
GOPR660...	1629	812	397
GOPR660...	1240	852	397
GOPR657...	759	363	396
GOPR659...	987	595	392
GOPR660...	1651	1261	390



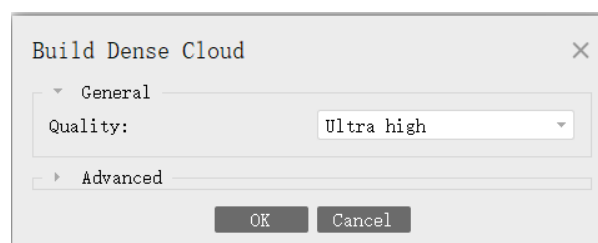

Wenn wir uns diese Fotos genau ansehen, kann dies an den großen Unterschieden in den Aufnahmebedingungen liegen. Bei der Aufnahme links ist das Stativ niedrig und der Himmel wurde auch fotografiert. Aber für das zweite Foto ist das Stativ offensichtlich hoch, das Gesicht der Statue ist dunkler. Diese können zu einem schlechten Ergebnis führen.

Für Bilder mit mehr ungültigen Verknüpfungen als gültigen Verknüpfungen, es ist nicht schwer für uns zu finden, dass die Software eine andere Statue, mit denen wir überhaupt nicht bearbeiten wollen, erkennt. Außerdem gibt es natürlich fast keine Identische Punkte.



3.2 Dense Cloud

Workflow → Build Dense Cloud



Schließlich erhalten wir folgendes Ergebnis:



3.3 Meshing

Wir wählen nun einen kleinen Bereich um die Statue und dann weiter machen mit „Build Mesh“. Schließlich erhalten wir folgendes Ergebnis:



Es gibt ein paar Probleme, die sehr offensichtlich sind. Erstens ist die Statue nicht sehr klar, dies sollte an der Anzahl der Fotos liegen. Zudem ist der Helligkeitsunterschied zwischen Vorder- und Rückseite aufgrund der Sonneneinstrahlung zu groß. Schließlich wurde die Statue mangels ausreichender Fotos an der Spitze schlecht rekonstruiert.

Wenn wir die Textur hinzufügen, Sieht die Statue viel besser aus.



Statue

Processing Report

16 June 2021



Survey Data

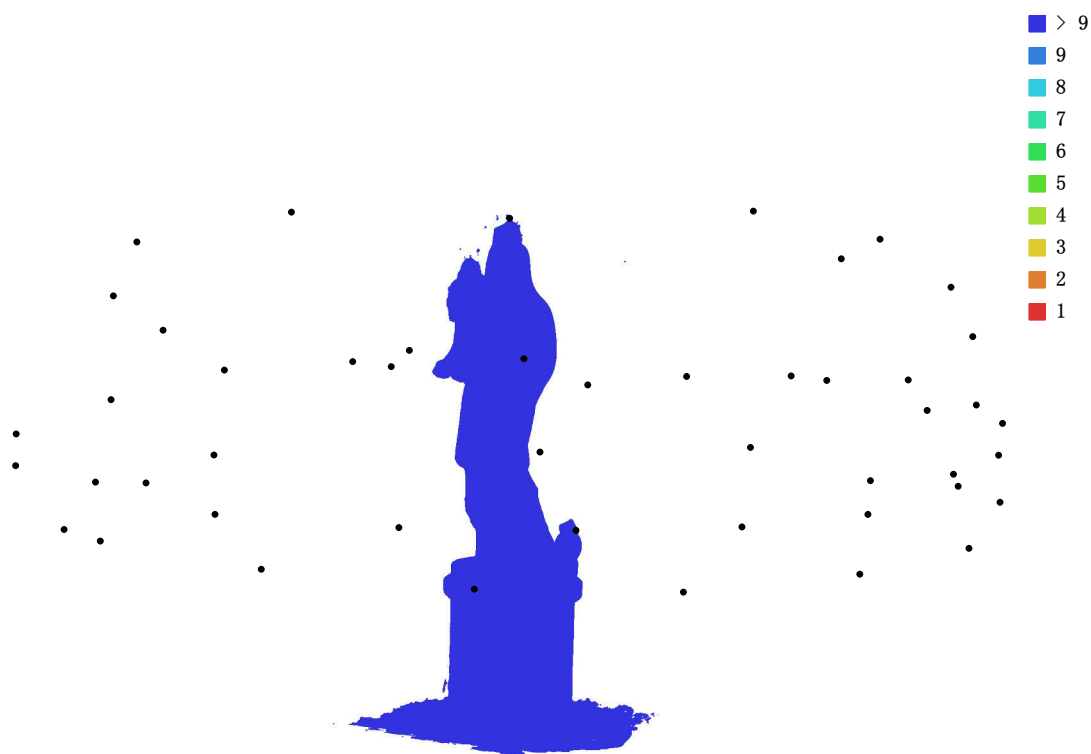


Fig. 1. Camera locations and image overlap.

Number of images:	48	Camera stations:	48
		Tie points:	48,703
		Projections:	127,088
		Reprojection error:	0.799 pix

Camera Model	Resolution	Focal Length	Pixel Size	Precalibrated
HER06 Black (3mm)	4000 x 3000	3 mm	1.73 x 1.73 μ m	No

Table 1. Cameras.

Camera Calibration

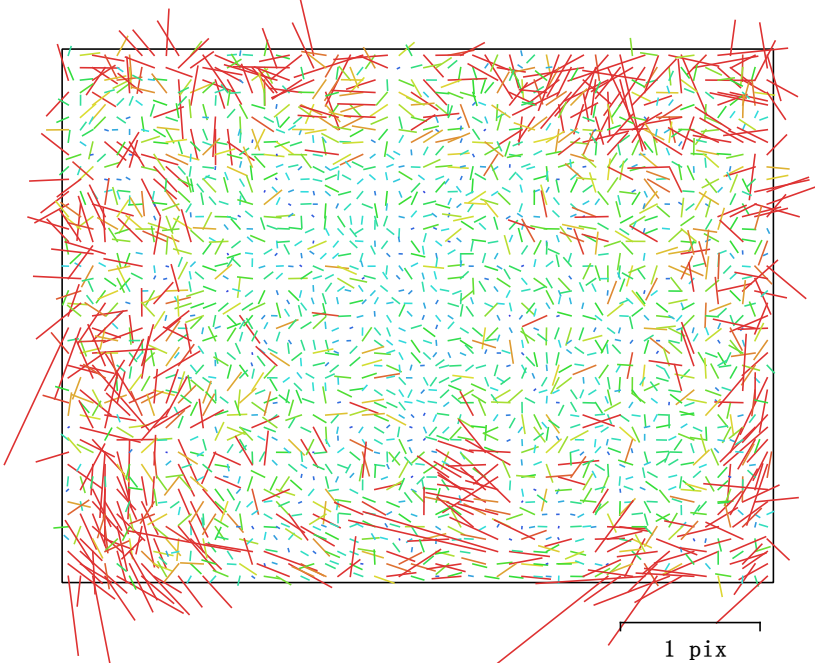


Fig. 2. Image residuals for HER06 Black (3mm).

HER06 Black (3mm)

48 images

Type	Resolution	Focal Length	Pixel Size
Frame	4000 x 3000	3 mm	1.73 x 1.73 μm

	Value	Error	F	Cx	Cy	K1	K2	K3	P1	P2
F	2002.5	0.091	1.00	-0.09	0.32	-0.10	0.26	-0.24	-0.10	0.14
Cx	7.04045	0.13		1.00	0.07	-0.00	0.00	-0.01	0.96	0.04
Cy	11.9152	0.099			1.00	0.04	0.02	-0.04	0.03	0.70
K1	-0.00279206	9.5e-05				1.00	-0.94	0.87	-0.01	0.09
K2	0.00266507	0.00015					1.00	-0.98	-0.01	-0.03
K3	-0.000693042	7.2e-05						1.00	0.00	0.01
P1	0.00120914	2.2e-05							1.00	0.02
P2	0.00104795	2e-05								1.00

Table 2. Calibration coefficients and correlation matrix.

Digital Elevation Model



Fig. 3. Reconstructed digital elevation model.

Processing Parameters

General

Cameras	48
Aligned cameras	48
Coordinate system	Local Coordinates (m)
Rotation angles	Yaw, Pitch, Roll

Point Cloud

Points	48,703 of 55,479
RMS reprojection error	0.327333 (0.79925 pix)
Max reprojection error	1.00991 (37.4495 pix)
Mean key point size	2.35046 pix
Point colors	3 bands, uint8
Key points	No
Average tie point multiplicity	2.76869

Alignment parameters

Accuracy	Highest
Generic preselection	Yes
Reference preselection	No
Key point limit	60,000
Tie point limit	6,000
Exclude stationary tie points	Yes
Guided image matching	No
Adaptive camera model fitting	No
Matching time	26 seconds
Matching memory usage	1.62 GB
Alignment time	10 seconds
Alignment memory usage	45.63 MB
Software version	1.7.2.12070
File size	3.62 MB

Depth Maps

Count	48
Depth maps generation parameters	
Quality	Ultra High
Filtering mode	Mild
Processing time	6 minutes 34 seconds
File size	390.99 MB

Dense Point Cloud

Points	42,656,620
Point colors	3 bands, uint8
Depth maps generation parameters	
Quality	Ultra High
Filtering mode	Mild
Processing time	6 minutes 34 seconds
Dense cloud generation parameters	
Processing time	33 minutes 3 seconds
Software version	1.7.2.12070
File size	606.84 MB

Model

Faces	180,000
Vertices	91,077
Vertex colors	3 bands, uint8
Depth maps generation parameters	

Quality	Ultra High
Filtering mode	Mild
Processing time	6 minutes 34 seconds
Reconstruction parameters	
Surface type	Arbitrary
Source data	Dense cloud
Interpolation	Enabled
Strict volumetric masks	No
Processing time	14 seconds
Memory usage	491.26 MB
Software version	1.7.2.12070
File size	4.14 MB
System	
Software name	Agisoft Metashape Professional
Software version	1.7.2 build 12070
OS	Windows 64 bit
RAM	31.92 GB
CPU	Intel(R) Core(TM) i9-9900K CPU @ 3.60GHz
GPU(s)	GeForce RTX 2080 Ti