



1 Datenschnittstelle Kappazunder

1.1 Ordnerstruktur

Die Daten werden in folgender Ordnerstruktur abgegeben:

LosID (*Logische Einheit, in der die Fläche von Wien eingeteilt wurde*)

- Bild-Rohdaten (*Hier liegen die Bilder der Cubemaps, zugeordnet nach Trajektorie und Sensor*)
 - Trajektorie_[traj_id] (*Nummer der Trajektorie - Mehrere Ordner möglich*)
 - Sensor_[sens_id] (*Nummer der Kamera - Mehrere Zip-Files möglich*)
 - image_name.jpg (*Bildname - Mehrere Dateien möglich*)
- Bild-Meta (*Hier liegen die Informationen zu den Kamerasystemen und Bilddaten*)
 - interior_orientation.txt (*Innere Orientierung der Kamerasysteme*)
 - multisys.txt (*Definition des Zusammenspiels mehrerer Kamerasysteme*)
 - image_meta.txt (*Orientierungen und Positionen der Bilder der Cubemaps*)
- Scan-Punktwolken (*Hier liegen die Scans, zugeordnet nach Trajektorie und Sensor*)
 - Trajektorie_[traj_id] (*Nummer der Trajektorie - Mehrere Ordner möglich*)
 - Sensor_[sens_id] (*Nummer des Scanners - Mehrere Zip-Files möglich*)
 - scandata_[id].laz (*Scannamen - Mehrere Dateien möglich*)
- Scan-Meta (*Hier liegen die Informationen zu den Scannern und Punktwolken*)
 - scan_meta.txt (*Positionen der Scans*)
- Verortung (*Hier liegen die Informationen zu Trajektorie und Sensor-Offset*)
 - Trajektorien
 - trajectory_[traj_id]_[gpsweek]_[epsg].zip (*Nummer der Trajektorie mit den Messdaten der Inertialeinheit*)

1.2 Verortung der Befahrungsdaten - Trajektorie

Die Befahrungstrajektorie beschreibt die Position und Ausrichtung der Vermessungsplattform (Körperkoordinatensystem, engl. body frame) im globalen Bezugssystem.

Die Aufnahmetrajektorie wird durch folgende Parameter beschrieben:

Epoche [GPS-Time] GPS-Zeit in Sekunden vom letzten Sonntag. Die zugehörige GPS-Woche wird im Dateinamen mitgegeben.

$$\mathbf{X}_{glob} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{glob}$$

Position der Trägerplattform (INS-Referenzpunktes) im globalen Bezugssystem. Eine Identifikation des verwendeten globalen Bezugssystems wird im Dateinamen als EPSG-Code (gem. <https://epsg.io>) mitgegeben.

$$\mathbf{R}_{body}^{glob}(rx, ry, rz)$$

Beschreibung der Ausrichtung der Trägerplattform (INS-Referenzsystem) im globalen Bezugssystem durch die drei Eulerwinkel rx, ry, rz .

$m_X, m_Y, m_Z, m_{rx}, m_{ry}, m_{rz}$ Standardabweichung der entsprechenden Parameter

- Die **Befahrungstrajektorie** wird mittels folgender Textdatei beschrieben und wird in komprimierter Form bereitgestellt [*trajectory_[traj_id]_[gpsweek]_[epsg].zip*]:

Tabelle 1: Datenformat der abzugebenden Trajektorie

Epoche [GPS- Time]	X [m]	Y [m]	Z [m]	r_x [rad]	r_y [rad]	r_z [rad]	m_X [m]	m_Y [m]	m_Z [m]	m_{rx} [rad]	m_{ry} [rad]	m_{rz} [rad]
double	double	double	double	float	float	float	float	float	float	float	float	float
...
n Epochen der Trajektorie												

Die Informationen zur Definition des INS-Referenzsystems und die Parametrisierung der Rotationsmatrix finden sich in Kapitel 1.3.4

1.3 Bilddaten

1.3.1 Bild-Rohdaten

Die einzelnen Bilder sind im Bilddatenformat JPEG als Multisensorsystem Cubemap abgelegt. Die sechs Würfelseiten sind als Sensoren in getrennten Zip-Files abgelegt (sh. auch 1.3.3).

1.3.2 Innere Orientierung

Für die aufgezeichneten Bilddaten ist das geometrische Kameraabbildungsmodell bekannt. Allfällige Verzeichnungsfehler sowie die Korrektur des Bildhauptpunktes wurden im Vorfeld durchgeführt.

Es werden folgende weitere Parameter beschrieben:

c	Kammerkonstante (Brennweite)
ps_u, ps_v	Pixelgröße des Sensors quer/hoch in mm
pix_u, pix_v	Bildabmessungen in Pixel

Es sind zudem sind näherungsweise folgende Parameter anzugeben:

Δh	Höhe des Sensors über der Fahrbahn (Genauigkeit 5cm)
$pitch$	Neigung des Sensors gegenüber der Fahrbahnfläche (Genauigkeit 5°)

Das geometrische Abbildungsmodell wird durch folgende Textdatei [*interior_orientation.txt*] beschrieben:

Tabelle 2: Datenformat des geometrischen Abbildungsmodells

Sensor id	Typ Abb.	c [mm]	ps_u [mm]	ps_v [mm]	pix_u	pix_v	Δh [m]	pitch [rad]
int	[p, a]	float	float	float	int	int	float	float
...
n Bildsensoren								

Erklärung Wertebereich: p – perspektivisch, a – äquidistant

1.3.3 Zusatzinformation Multisensorsystem

Da das Kamerasystem durch eine Panoramakamera realisiert wurde, sind die einzelnen Sensoren als Multisensorsystem definiert. Es handelt sich um Einzelbilder, welche zusammengefasst eine Cubemap bilden. Das Multisensorsystem ist über folgende Textdatei (*multisys.txt*) beschrieben:

Tabelle 3: Datenformat für die Definition von Multisensorsystemen

Multisens System id	Type	Referenzsensor id	Sensor id	...	n Sensoren
int	[m, s]	Int	int	int	int
...
n Multisensorsysteme					

Erklärung Wertebereich: m – Multihead, s - Stereosystem

Unter einem Multihead-System wird folgendes verstanden:

- CubeMaps (virtuelles Multihead-System) bestehend aus sechs perspektivischen Einzelbildern

Hinweis: Die gegebene präzise relative Orientierung zwischen den einzelnen Sensorköpfen des Multisensorsystems können aus den äußeren Orientierungen abgeleitet werden.

1.3.4 Bild-Metainformation

Damit die zu **integrierenden Bilder** über die Aufnahmetrajektorie verortet werden können, ist die dafür notwendigen **Metainformation für jedes aufzubereitende Bild** mit folgender Textdatei [*image_meta.txt*] beschrieben.

Die Bildposition wird durch folgende Parameter beschrieben:

Epoche [GPS-Time]

GPS-Zeit in Sekunden vom letzten Sonntag.

$$\mathbf{X}_{glob} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{glob}$$

Position des Sensors (Kameraprojektionszentrum) im globalen Bezugssystem. Es muss das identische globale Bezugssystem wie bei der Trajektorie verwendet werden.

$$\mathbf{R}_{sen}^{glob}(rx, ry, rz)$$

Beschreibung der Ausrichtung des Sensors (Sensorkoordinatensystem) im globalen Bezugssystem durch die drei Eulerwinkel rx, ry, rz .

Tabelle 4: Datenformat für die Zuordnung der aufbereiteten Bilder

Traj. id	Sensor id	Image id	Epoche [GPS-Time]	image_name	X [m]	Y [m]	Z [m]	rx [rad]	ry [rad]	rz [rad]
int	int	float	double	string	double	double	double	double	float	float
...
n Bilder										

- Die **Parametrisierung der Rotationsmatrix** \mathbf{R}_{sen}^{glob} und die **Definition des Sensorkoordinatensystems** (INS-Referenzpunkt) ist für die Datenepoche 2020 wie folgt:

$$\mathbf{R}_{sen}^{glob}(rx, ry, rz) = R_{rot_z} * R_{rot_x} * R_{rot_y}$$

$$rz \text{ "yaw"} \quad R_{rot_z} = \begin{bmatrix} \cos rz & \sin rz & 0 \\ -\sin rz & \cos rz & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$rx \text{ "pitch"} \quad R_{rot_x} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos rx & -\sin rx \\ 0 & \sin rx & \cos rx \end{bmatrix}$$

$$ry \text{ "roll"} \quad R_{rot_y} = \begin{bmatrix} \cos ry & 0 & \sin ry \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin ry & 0 & \cos ry \end{bmatrix}$$

Hinweis: Der positive Winkel rz (yaw) ist definiert von Norden nach Osten (in Uhrzeigerrichtung)

Rotationen vom Sensor zum Gelände:

$$\mathbf{V}_{Terrain (Global)} = \mathbf{R}_{sen}^{glob}(rx, ry, rz) * \mathbf{V}_{Sensor} = R_{rot_z} * R_{rot_x} * R_{rot_y} * \mathbf{V}_{Sensor}$$

Das Zentrum des Koordinatensystems liegt im Zentrum der Inertialeinheit (IMU)

- X-Richtung der IMU: Positiv in Richtung rechte Seite des Fahrzeuges
- Y-Richtung der IMU: Positiv in Fahrtrichtung
- Z-Richtung der IMU: Positiv in Richtung Zenith

1.4 Laserscandaten

1.4.1 Punktwolken

Punktwolken aus Laserscans werden im Format LAZ (gezippte LAS Variante) Version 1.4 Point Data Record 7 (http://www.asprs.org/wp-content/uploads/2019/03/LAS_1_4_r14.pdf) bereitgestellt. Folgende Informationen werden bereitgestellt:

Public Header Block: Pflichtfelder
 Point Data Records: Point Data Record Format 7, mit nachfolgenden Feldern

Tabelle 5: Auflistung der Point Data Records für die Abgabe der Punktwolke

Eintrag	Format	Größe	Verfügbar
X	Long	4 bytes	Ja
Y	Long	4 bytes	Ja
Z	Long	4 bytes	Ja
Intensity	Unsigned short	2 bytes	Ja
Return Number	4 bits (bits 0-3)	4 bits	Ja
Number of Returns (Given Pulse)	4 bits (bits 4-7)	4 bits	Ja
Scan Direction Flag	1 bit (bit 6)	1 bit	Ja
Scan Angle	short	2 bytes	Ja
Point Source ID	unsigned short	2 bytes	Ja, Muss der zugehörigen Trajektorien-ID entsprechen.
GPS Time	double	8 bytes	Ja, GPS-Zeit in Sekunden vom letzten Sonntag.
Red	unsigned short	2 bytes	Ja
Green	unsigned short	2 bytes	Ja
Blue	unsigned short	2 bytes	Ja

1.4.2 Scan-Metainformation

Über folgende Scan-Metadateninformation werden die entsprechenden Datendateien den einzelnen Trajektorien zugewiesen und muss mit folgender ASCII-Datei [*scan_meta.txt*] beschrieben werden.

Tabelle 6: Datenformat für die Bekanntgabe der Scan-Metainformationen

Traj. id	Sensor id	data file id	Epoche start [GPS-Time]	Epoche end [GPS-Time]	scandata_name
int	int	int	double	double	string
...
n Datendateien					