

Analyse von Pflanzenwachstum auf Basis von 3D-Punktwolken

Jakob Görner

HSNR - Master Arbeit - Vortrag

jakob.goerner@stud.hn.de

November 15, 2021

Inhalt

Ziele

Generierung von Punktwolken

Segmentierung

Registrierung

Server

Quellen

Ziele

- ▶ Entwicklung einer Anwendung die das Wachstum einer Pflanze über Zeit analysiert und Auswertungen über die Entwicklung zur Verfügung stellt.
- ▶ Generierung von Punktwolken auf Basis von Bildern
- ▶ Analyse der Punktwolken
 - ▶ Segmentierung der einzelnen Punkte zur weiteren Analyse
 - ▶ Analyse der Größen
- ▶ REST-Interface zum Ansteuern der Anwendung

Generierung von Punktwolken

- ▶ Es wurden mehrere Verfahren miteinander verglichen.
- ▶ Betrachtete Verfahren
 - ▶ ODM [1]
 - ▶ Colmap [2],[3]
 - ▶ Meshroom/AliceVision [4],[5]
 - ▶ OpenMVG [6]
 - ▶ OpenCV SfM-Pipeline [7]

Generierung von Punktwolken



Figure: ODM



Figure: Colmap

Generierung von Punktwolken



Figure: Meshroom



Figure: OpenMVG

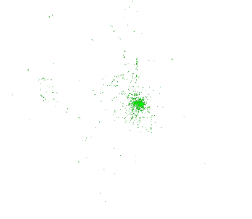


Figure: OpenCV

Segmentierung - Pflanze

- ▶ Ansatz 1 Entscheidung auf Basis der Krümmung eines Punktes
 - ▶ Je höher die Krümmung eines Punktes ist desto wahrscheinlicher gehört dieser zu einem Stiel.
 - ▶ Problem: Parametrisierung für alle Pflanzen-Arten
 - ▶ Problem: Blätter haben teilweise ähnlich Krümmung wie Stiele
 - ▶ Problem: Entfernung des Hintergrundes bleibt offen
 - ▶ Nachteil: Binärer Klassifizierer (Stiel oder nicht Stiel)
- ▶ Ansatz 2 Nutzen von Neuronalen Netzen (PointNet++)
 - ▶ Erstellen eines Trainings-Datensatz (144 individuelle Punktwolken + Subsamples)
 - ▶ Training auf diesem Datensatz
 - ▶ Vorteil: Neben Blättern und Stielen können beliebig viele weitere Klassen segmentiert werden.
 - ▶ Nachteil: Erstellen der Trainings-Daten sehr Zeit aufwendig + Daten müssen verfügbar sein.

Segmentierung - Pflanze

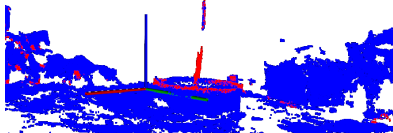


Figure: Avocado Ansatz 1

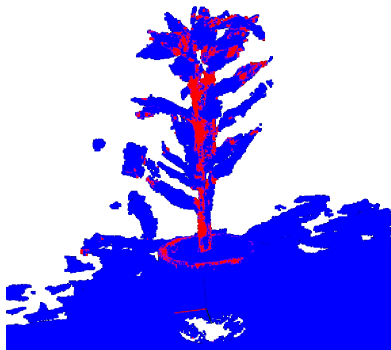


Figure: Plant2 Ansatz 1

Segmentierung - Pflanze

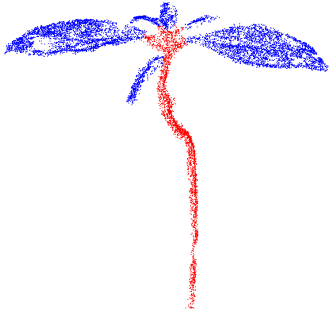


Figure: Avocado Ansatz 2

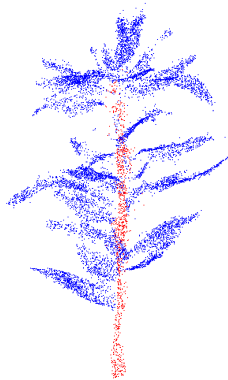


Figure: Plant2 Ansatz 2

Segmentierung - Hintergrund

- ▶ Auch hier wurde PointNet++ verwendet.
- ▶ Ergebnisse sind durch den großen Anteil der Hintergrund-Punkte nicht ideal.
- ▶ Hier besser eine Szenen-Analyse durchführen und auf Bereichen die als Pflanze erkannt wurde Hintergrund-Segmentierung anwenden um Pflanze freizustellen.

Segmentierung - Hintergrund

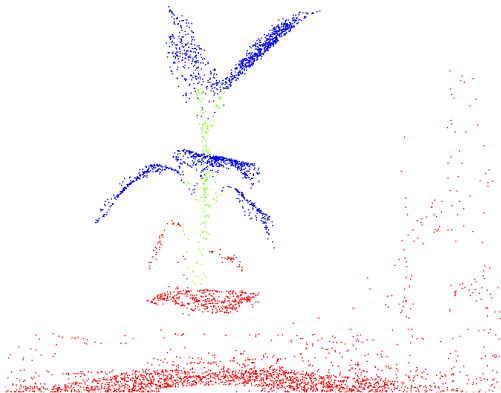


Figure: Ergebnis Hintergrundsegmentierung

Registrierung

- ▶ Problem: Da beim Erstellen der Punktwolke mit SfM der Maßstab nicht ermittelt werden kann, liegen verschiedene Punktwolken derselben Szene in unterschiedlichen Maßstäben vor.
- ▶ Lösung: Daher müssen Punktwolken zu unterschiedlichen Zeitpunkten miteinander registriert werden.
- ▶ Problem: Die meisten Registrierungsverfahren berücksichtigen nicht die Skalierung.
- ▶ Es wurden mehrere Ansätze untersucht dieses Problem zu lösen.
- ▶ Grundgedanke: Punktwolken mit einer Hintergrund-Punktwolke registrieren.

Registrierung - ICP mit Schätzung der Skalierung und DCP

- ▶ In der Bibliothek Point Cloud Library (PCL) wird eine Implementation die auch einen Wert für die Skalierung liefert bereit gestellt.
- ▶ Problem: ICP benötigt gute Initialisierung.
- ▶ Initialisierung finden:
 - ▶ Punktwolken an der XY-Ebene ausrichten.
 - ▶ Punktwolken auf die selbe Größe bringen.
 - ▶ Bereich um Zentrum entnehmen.
 - ▶ Punktwolken auf die selbe Größe bringen.
 - ▶ Störung herausfiltern
 - ▶ Registrierung mit SIFT-3D
- ▶ Nach Schätzung der Skalierung Nachverarbeitung.
- ▶ Problem: Ansatz funktioniert nur bedingt für einige Punktwolken.

Registrierung - DCP anpassen

- ▶ DCP ist ein Neuronales Netz, welches das Registrierungsproblem löst, aber keine Skalierung liefert.
- ▶ SVD-Head anpassen und Eingabe erweitern.
- ▶ Resultat des SVD-Head ist nun eine 4×4 Matrix.
- ▶ Annahme das diese Matrix als Transformations-Matrix interpretiert werden kann hat sich nicht bestätigt.

Registrierung - Iterative Schätzung der Skalierung

- ▶ Iteratives durchprobieren verschiedener Skalierungen mit anschließender Registrierung.
- ▶ Für jede Iteration den Abstand der Punktwolke messen und die Iteration wählen, welche den kleinsten Abstand ergab.
- ▶ Einsatz von verschiedenen Registrierungsverfahren möglich.
- ▶ Relativ gute Ergebnisse, aber auch hier kommt es immer wieder zu Ausreißern.

Registrierung - Iterative Schätzung der Skalierung

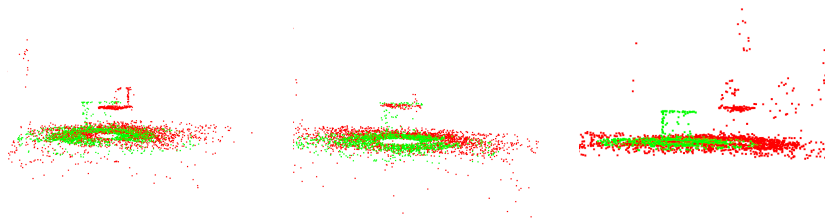


Figure: Registrierungsergebnisse für drei Zeitpunkte einer Pflanze

- ▶ Vier Schnittstellen um Anwendung zu nutzen.
 - ▶ POST /data/{Messreihe}/{Zeitstempel}
 - ▶ PUT /data/{Messreihe}/{Zeitstempel}
 - ▶ GET /listing/{Messreihe}
 - ▶ GET /result/{Messreihe}/{Zeitstempel}
- ▶ Bearbeitung einzelner Jobs im Hintergrund.
- ▶ Zugriffe auf geteilte Ressourcen werden über Mutexe geschützt.

Pipelines

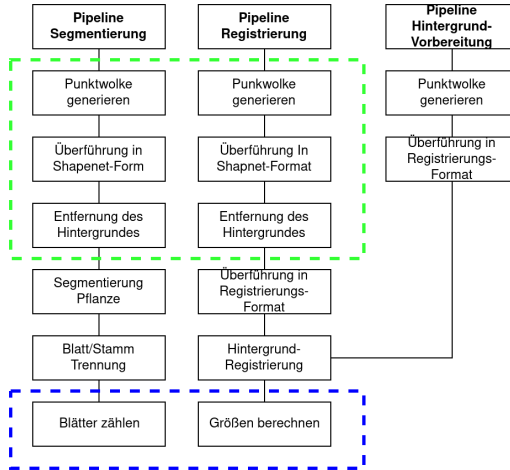


Figure: Übersicht über die einzelnen Pipelines und die darin enthaltenen Jobs.

Demo

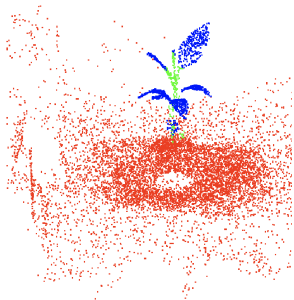


Figure: Hintergrund-Segmentierung

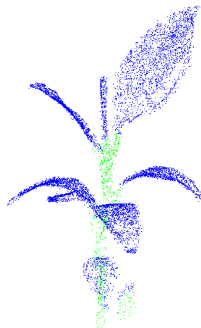


Figure: Pflanzen-Segmentierung






Figure: Blatt-Segmentierung

Referenzen I

-  pierotofy, “Open drone map - a command line toolkit to generate maps, point clouds, 3d models and dems from drone, balloon or kite images.,” 2020.
-  J. L. Schönberger and J.-M. Frahm, “Structure-from-motion revisited,” 2016.
-  J. L. Schönberger, E. Zheng, M. Pollefeys, and J.-M. Frahm, “Pixelwise View Selection for Unstructured Multi-View Stereo,” in *European Conference on Computer Vision (ECCV)*, 2016.
-  P. Moulon, P. Monasse, and R. Marlet, “Adaptive structure from motion with a contrario model estimation,” in *Proceedings of the Asian Computer Vision Conference (ACCV 2012)*, pp. 257–270, Springer Berlin Heidelberg, 2012.

Referenzen II

-  M. Jancosek and T. Pajdla, “Multi-view reconstruction preserving weakly-supported surfaces,” in *CVPR 2011*, IEEE, jun 2011.
-  P. Moulon, P. Monasse, R. Perrot, and R. Marlet, “Openmvg: Open multiple view geometry,” in *International Workshop on Reproducible Research in Pattern Recognition*, pp. 60–74, Springer, 2016.
-  alalek, “Structure from motion module,” 2016.