

Analyse von Pflanzenwachstum auf Basis von 3D-Punktwolken

Jakob Görner

HSNR - Master Arbeit - Vortrag

jakob.goerner@stud.hn.de

November 24, 2021

Inhalt

Ziele

Punktwolken Generieren

Registration Pipeline

Binary Classifier

Ziele

- ▶ Analyse von Pflanzen mittels 3D-Punktwolken
- ▶ Generierung von Punktwolken auf Basis von Bildern
- ▶ Kernprobleme
 - ▶ Entfernung des Hintergrundes
 - ▶ Segmentierung der Pflanze
 - ▶ Skalierung der Punktwolken ist unbekannt.
- ▶ REST-Interface zum einspielen von Datensätzen und ansteuern der Funktionalitäten.
- ▶ Datenübertragung zum Server sollte gering gehalten werden.

Generierung von Punktwolken auf Basis von Bildern

- ▶ Da es viele bestehende Lösungen für das Problem existieren wird auf eine existierende Lösung zurück gegriffen.
- ▶ Voraussetzungen an die Implementation
 - ▶ Keine Information über Kamera Position und Ausrichtung
 - ▶ Gegebenenfalls keine Information über die Reihenfolge der Bilder
- ▶ Evaluation mehrerer Implementationen
 - ▶ Open Drone Map [1]
 - ▶ Colmap [2]
 - ▶ AliceVision (Meshroom) [3]
 - ▶ OpenCV SFM Pipeline
- ▶ Open Drone Map und Colmap liefern gute Ergebnisse
- ▶ Open Drone Map(ODM) wesentlich performanter als Colmap (schnellere Berechnung bei weniger Ressourcen-Verbrauch)
- ▶ ODM liefert gute Schätzung der Normalen.

Generierung von Punktwolken auf Basis von Bildern

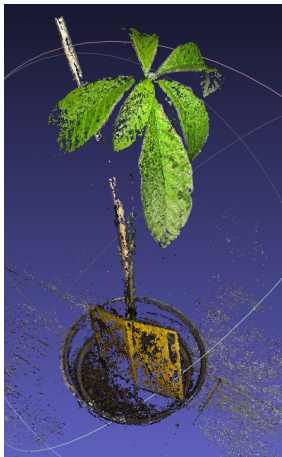


Figure: Colmap Punktwolke - 30
Bilder

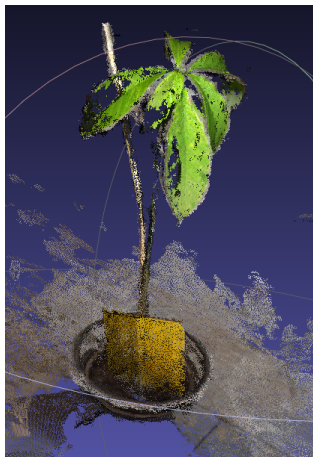


Figure: ODM Punktwolke - 30
Bilder

Registration

- ▶ Punktwolken aneinander ausrichten
- ▶ Abstand zwischen einzelnen Punkten minimieren
- ▶ Wird in der Regel dazu benutzt um mehrere Punktwolken zu einer gesamtheitlichen Szene zu verbinden.
- ▶ Initiale Angleichung mittels SIFT 3D [4]
- ▶ Finale Angleichung via Iterative Closest Point Algorithmus (ICP) [5]
- ▶ Problem: Skalierung der Punktwolken ist nicht bekannt.

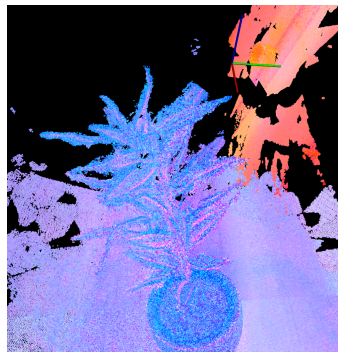


Figure: Ausgangsposition zweier Punktwolken

Registration

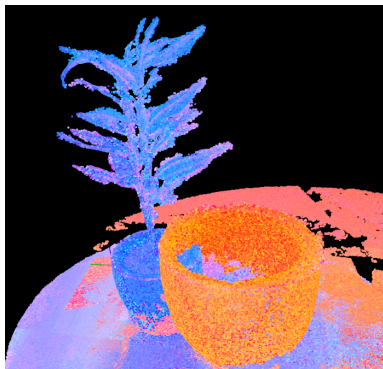


Figure: SIFT Alignment

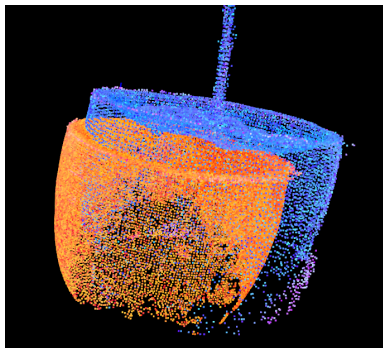


Figure: ICP Alignment

Background Removal Pipeline

- ▶ Voraussetzungen: Vor dem pflanzen muss ein Datensatz von Bildern aufgenommen werden und eine Punktwolke generiert werden
- ▶ Registrierung der Hintergrund-Punktwolke b mit Punktwolke zum Zeitpunkt t_i
- ▶ Entferne Punkte von t_i die nahe Punkten aus b sind.
- ▶ Wichtig: b darf seine Skalierung nicht ändern.
- ▶ Vor und Nachbearbeitung der Punktwolken ist nötig.

Wachstums-Analyse Pipeline

- ▶ Registrierung zweier Punktwolken zu verschiedenen Zeitpunkten
- ▶ Schätzung des Wachstums auf Basis der Ausdehnung der Punktwolke.
- ▶ Es kann das Volumen geschätzt werden.
- ▶ Es kann die Höhe geschätzt werden.

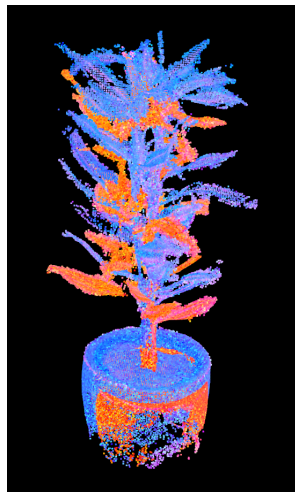


Figure: Registrierung zweier Zeitpunkte

Klassifizierung von Blättern und Stielen

- ▶ Ansatz über Hauptkrümmung der Punkte [7].
- ▶ Bilde Maß aus Werten der Hauptkrümmung für ein Schwellwertverfahren.
- ▶ Die Hauptkrümmung eines Punktes p_i wird über benachbarte Punkte N_i berechnet.
- ▶ Es wird die Kovarianz-Matrix C_i zwischen p_i und den Punkten in N_i gebildet.
- ▶ Aus den Eigenwerten von C_i können die beiden Werte der Hauptkrümmung gebildet werden.

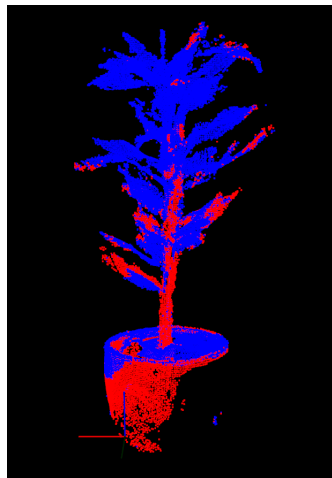


Figure: Punktwolke nach Klassifikation. Rot: Stamm
Blau: Blatt

Analyse der Blätter

- ▶ Punkte die als Stiel klassifiziert wurden werden aus der Punktwolke entfernt.
- ▶ Zählen der Blätter mittels Region Growing [6].
- ▶ Analyse des Blätterwachstums über Zeit.
- ▶ Blättern die sich berühren werden zusammen gezählt.
- ▶ Mögliche Lösung ist ein Filter der überlappende Punkte und Ränder erkennt und entfernt.
- ▶ weitere Möglichkeit über Analyse von Kanten.
 - ▶ Blätter haben in der Regel konvexe Formen.
 - ▶ Es gibt ausnahmen die aus zusammenhängenden konvexen Formen bestehen.

Analyse der Stielen

- ▶ Entferne alle Punkte die als Blätter klassifiziert wurden.
- ▶ Punktwolke der Stiele skelettieren.
- ▶ Erkannte Stiele können in einer Baumstruktur abgelegt werden.
- ▶ Baumstruktur ermöglicht das Zählen von Stielen über Zeit.

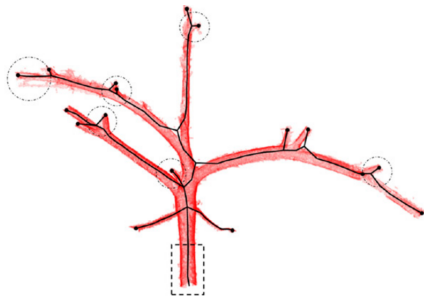







Figure: Skelettierung der Triebe [7]



Schnittstelle

- ▶ Datensatz erstellen (Bildern des Hintergrunds hinzufügen).
- ▶ Messpunkt hinzufügen.
 - ▶ Datensatz mit Bildern von aktuellem Wachstum zum Messpunkt t hinzufügen.
 - ▶ Pipelines werden gestartet.
- ▶ Liste der bereits berechneten Messpunkt zu einem Datensatz.
- ▶ Details zu Messpunkt t .
 - ▶ Wachstum seit vorherigem Messpunkt.
 - ▶ Anzahl der Blätter.
 - ▶ Anzahl der Stielen.
 - ▶ Volumen der Pflanze.

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.
-  P. Moulon, P. Monasse, and R. Marlet, “Adaptive structure from motion with a contrario model estimation,” 2012.
-  R. Hänsch, T. Weber, and O. Hellwich, “Comparison of 3d interest point detectors and descriptors for point cloud fusion,” *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. II-3, 09 2014.
-  J. Zhang, Y. Yao, and B. Deng, “Fast and robust iterative closest point,” *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2021.

Referenzen II

-  D. Li, Y. Cao, G. Shi, X. Cai, Y. Chen, S. Wang, and S. Yan, “An overlapping-free leaf segmentation method for plant point clouds,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 129054–129070, 2019.
-  I. Ziamtsov and S. Navlakha, “Machine Learning Approaches to Improve Three Basic Plant Phenotyping Tasks Using Three-Dimensional Point Clouds1[OPEN],” *Plant Physiology*, vol. 181, pp. 1425–1440, 10 2019.