

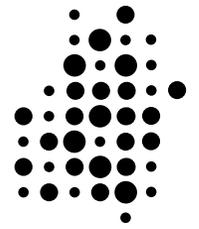


UNIVERSITY OF
HOHENHEIM



BOSCH

Baden-
Württemberg
Stiftung



WIR STIFTEN ZUKUNFT

Robotik für den Obstbaumschnitt - Chancen und Herausforderungen

Dr. sc. agr. David Reiser

Bosch Engineering GmbH,

**Institute of Agricultural Engineering
Technology in Crop Production
Germany**



Kurze Vorstellung

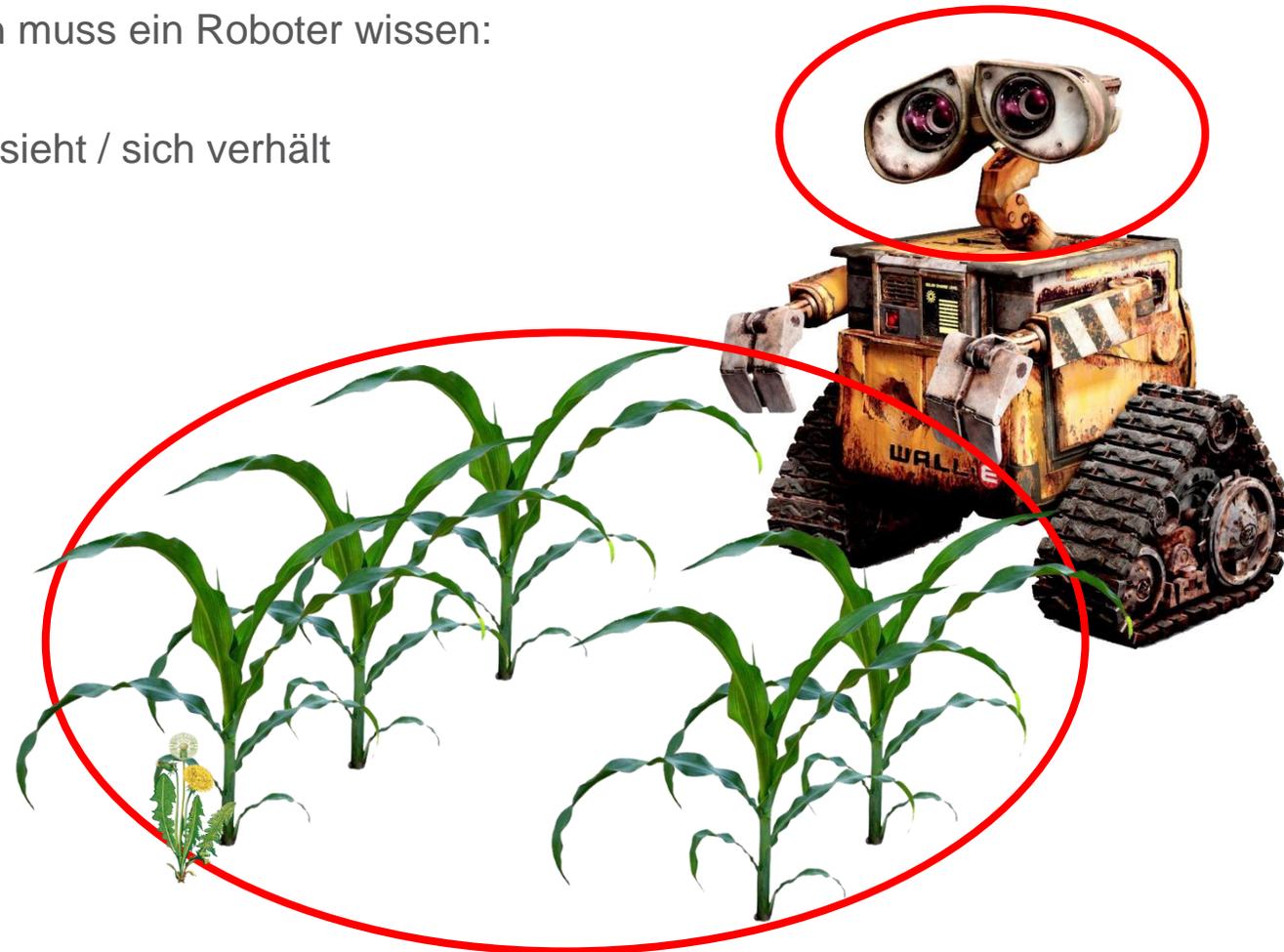
- Dr. sc. agr. Dipl.-Ing. David Reiser
 - Studium Mechatronik
 - Promotion Agrarrobotik an der Universität Hohenheim
 - Fokus on 3D Umgebungserkennung und Kontext Wahrnehmung von Agrarrobotern
 - Publikationsliste:
<https://scholar.google.de/citations?user=KdxvfVsAAAAJ&hl=en&oi=ao>
 - 3 Jahre Leiter der Forschungsgruppe “Robotik in der Landwirtschaft”
 - Kohl Pflanzung und Erkennung
 - Roboter Präzisionsaat
 - Streuobstwiesenschnitt..
 - Seit 2022 Bosch Engineering GmbH, Automatisierungslösungen für den Off-Highwaybereich
 - Sensor Perception (LiDAR, Radar)
 - Automatisierung (Bahn, Baumaschinen und Landtechnik)



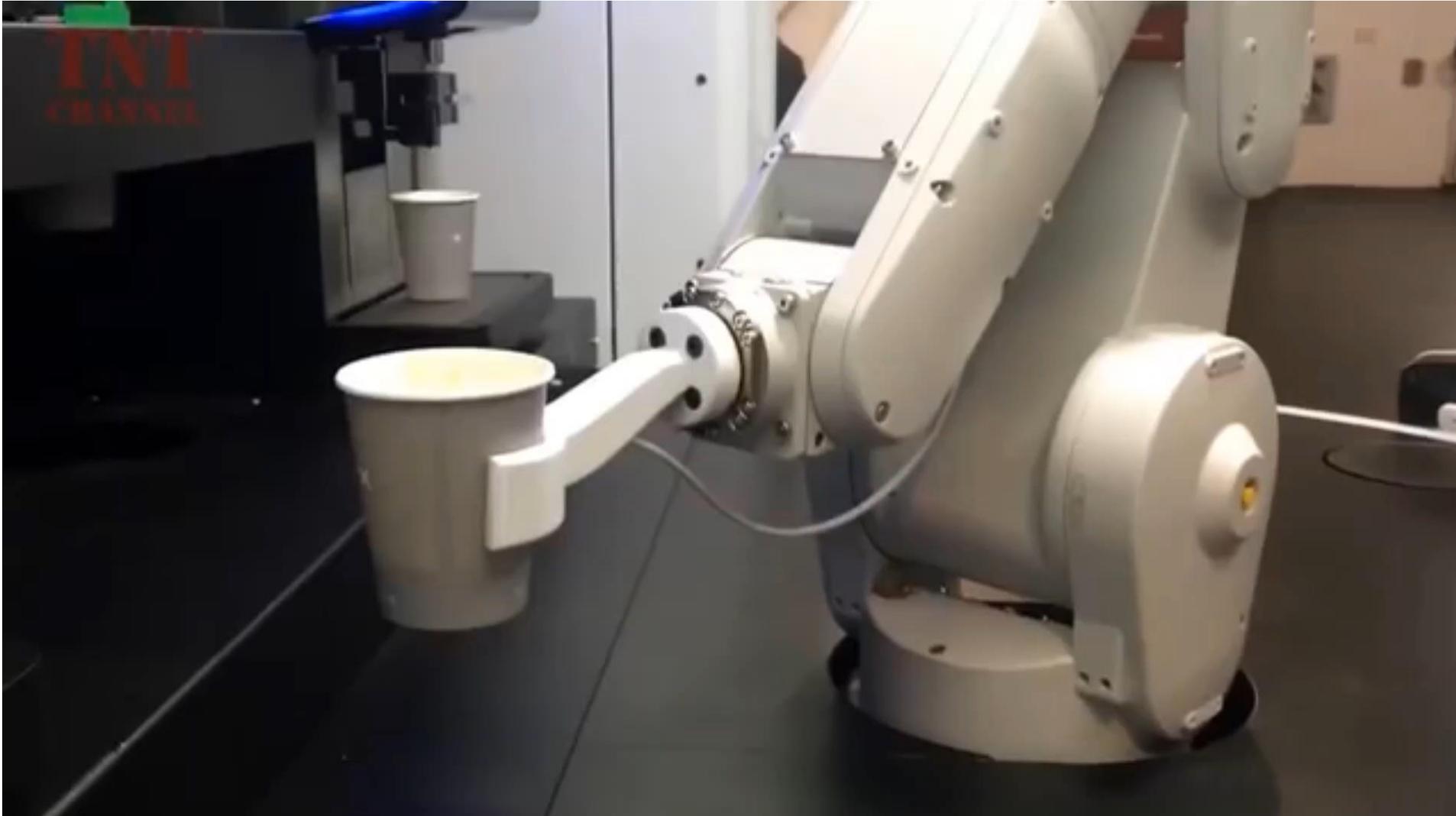


Einführung – Problem Beschreibung

- Für eine effiziente Funktion muss ein Roboter wissen:
 - Wo er ist
 - Wie die Umgebung aussieht / sich verhält
 - Was die Aufgabe ist
- Umgebungserkennung
- Kontext Wahrnehmung



Einführung – Problem Beschreibung



Einführung – Problem Beschreibung

- Roboter können eine nachhaltige Landwirtschaft ermöglichen
- Maschinen brauchen Kontext Verständnis, Fehler Toleranz und Verlässlichkeit
- Aber warum ist das in der Landwirtschaft so schwer?

		Environment	
		Structured	Unstructured
Objects	Structured	Industrial domain	Military, space, underwater, mining domains
	Unstructured	Medical domain	Agricultural domain

Source: Bechar and Vigneault 2016

Mechanische Unkrautkontrolle



Mechanische Unkrautkontrolle



Warum Streuobstwiesen?

- Streuobstwiesen sind:
 - Biodiverser Lebensraum
 - Produktionsstätte für Früchte und Biomasse
 - Teil der Kulturlandschaft

- Wir müssen die Bäume Pflegen und beschneiden um:
 - Gesunde Bäume zu erhalten
 - Hohen Ertrag zu erwirtschaften
 - Pflanzen/Baumkrankheiten vorzubeugen

- Aktuell sind die meisten Streuobstwiesen
 - Als Hobby/Teilzeit bewirtschaftet und nicht profitabel
 - Hoher Anteil an Handarbeit
 - Hohe Gefahr für Unfälle (fall von der Leiter etc.)



Source: Streuobstkonzeption Baden-Württemberg (2015)

Technology in Crop Production

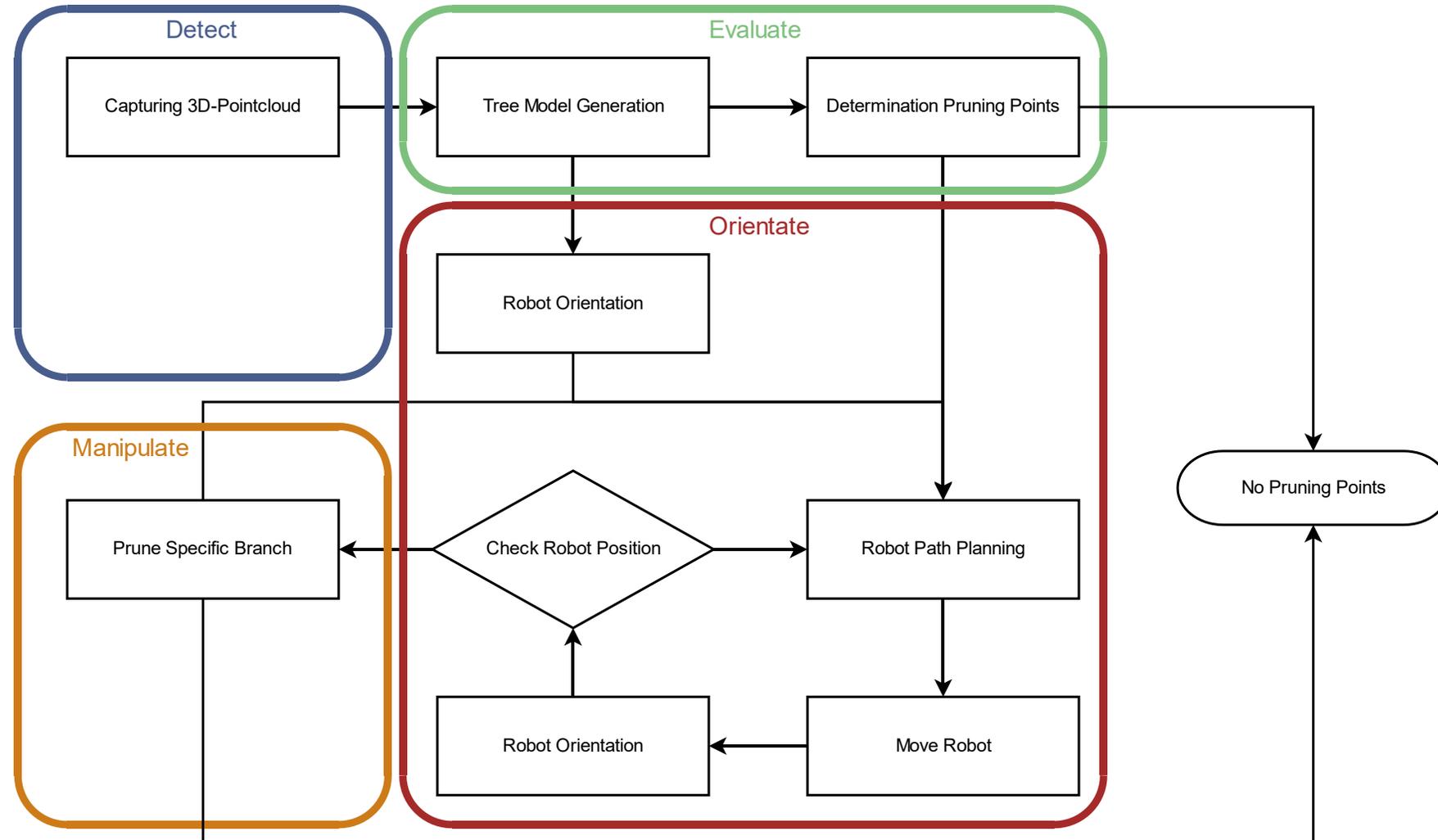
Ziele des Projekts:

- Generierung eines 3D Modells der Bäume
- Bestimmung der Schnittpunkte aus dem Modell
- Entwicklung eines ersten Prototypen für die Manipulation

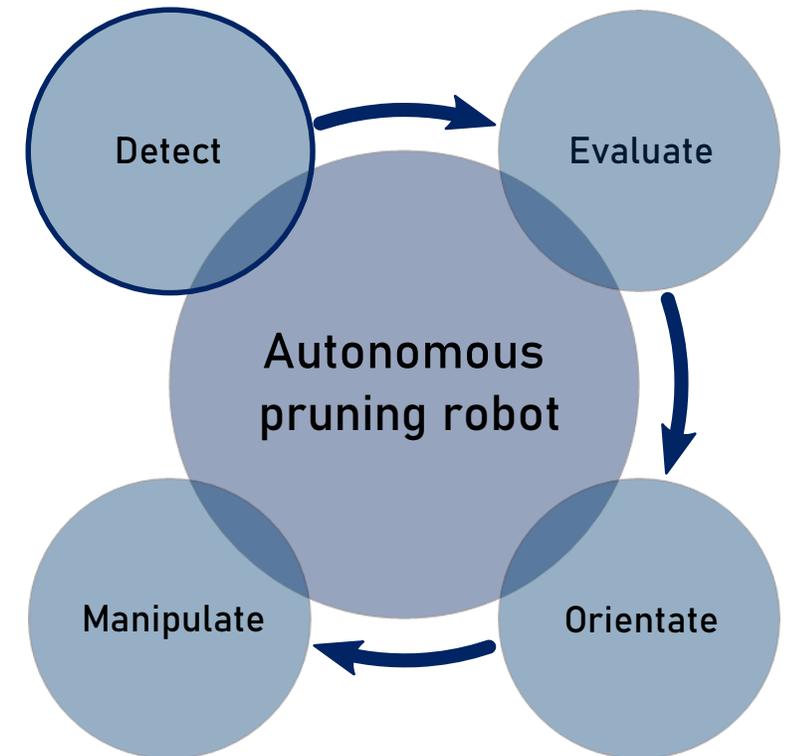
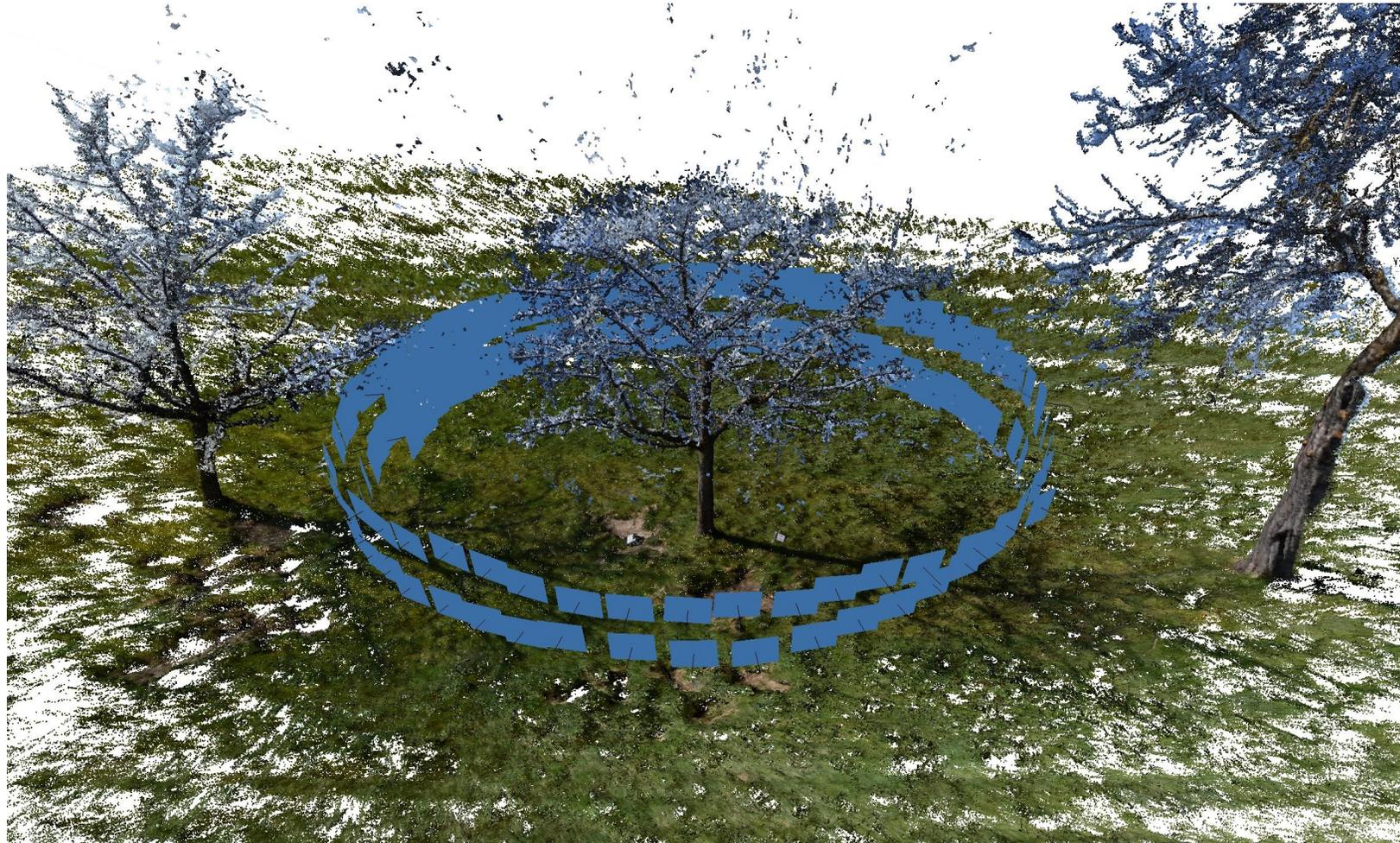


Concept graphic of tree pruning robot

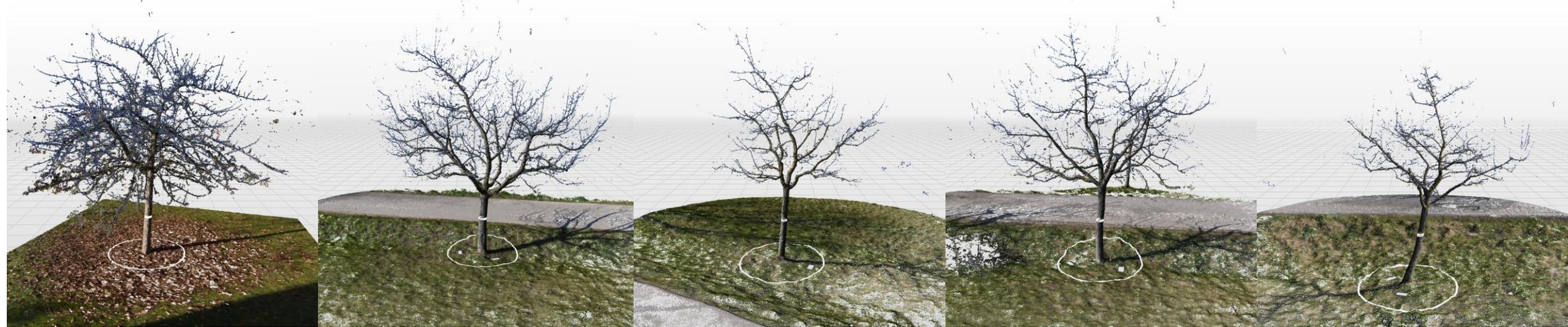
Konzept:



Detection: Photogrammetric 3D Point Clouds

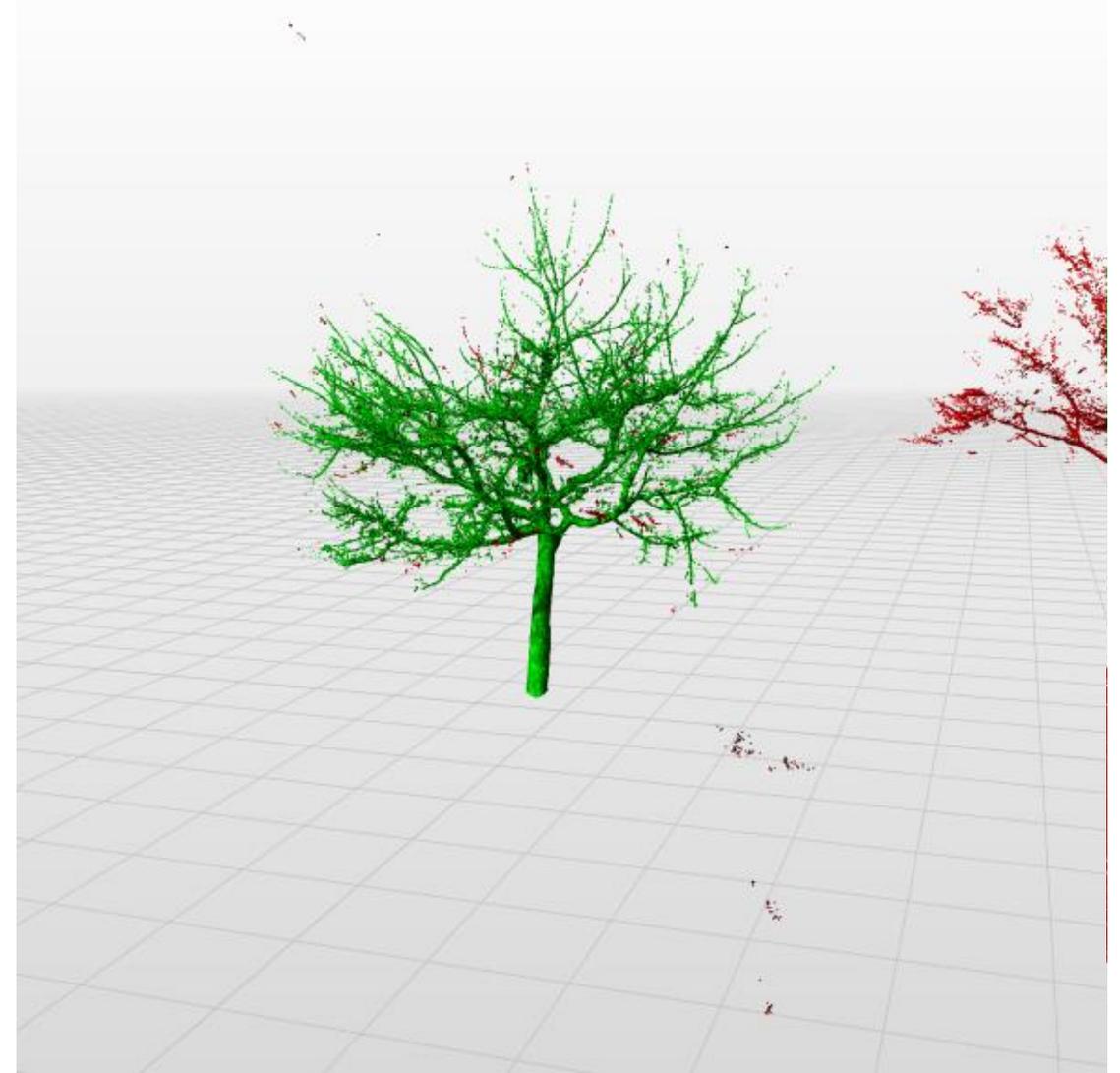


Detection: Photogrammetric 3D point clouds



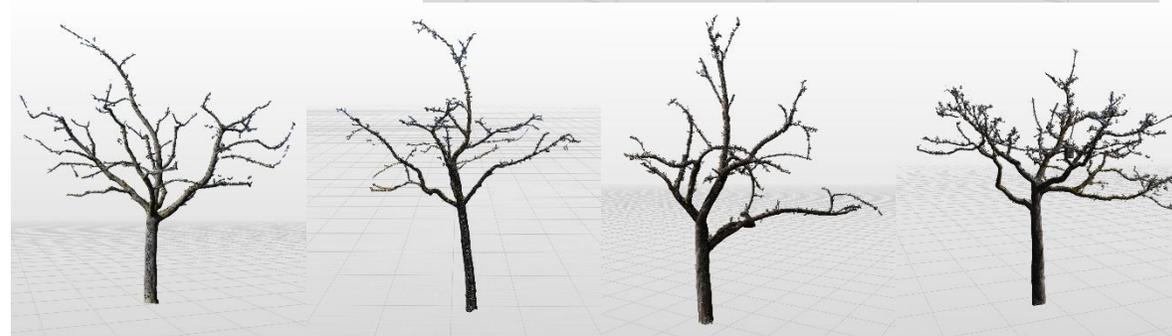
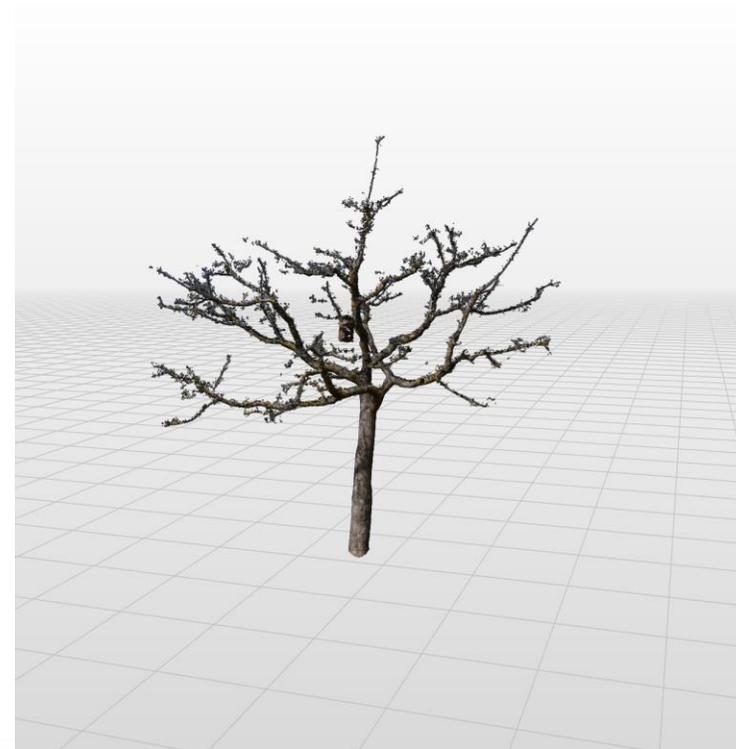
Evaluation: Pointcloud Preprocessing

- Transform Input Pointcloud
- Segmentation of noise from sky
 - Features: (CIELAB)
- Segmentation of the ground points
 - Features: (distance to ground, verticality)
- Remove not connected clusters



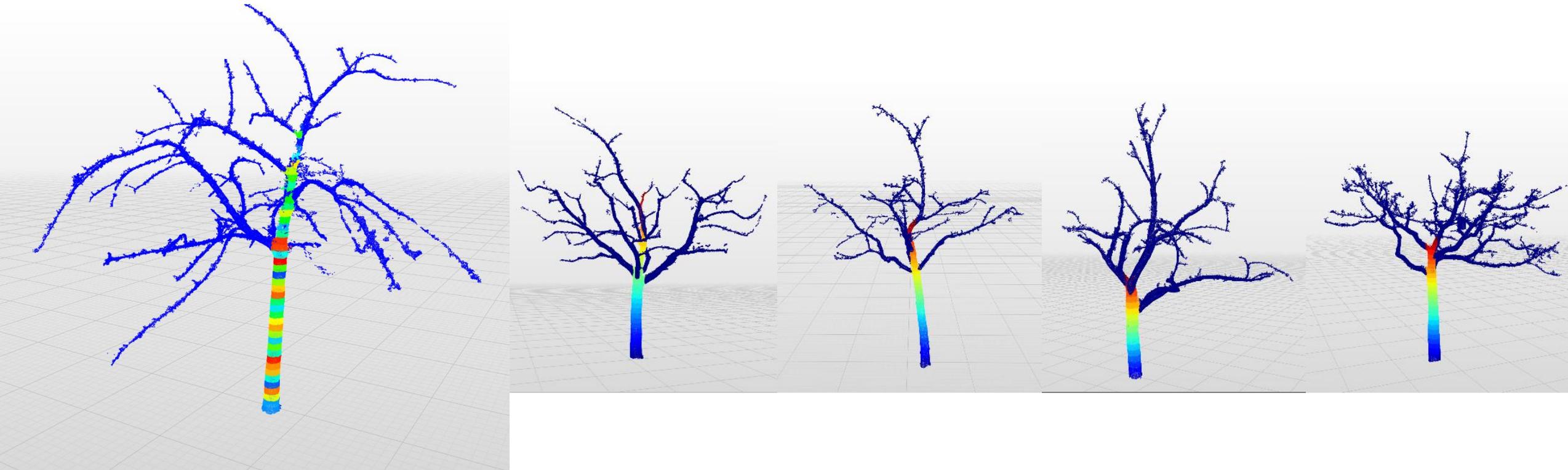
Evaluation: Segmenting Major and Minor Branches

Geometric Feature Type	Features
Eigenvalue based:	<ul style="list-style-type: none"> -PCA1 -PCA2 -Linearity -Planarity -Sphericity -Omnivariance -Surface variation
Density based:	<ul style="list-style-type: none"> -Number of neighbours
Surface and normal vector based:	<ul style="list-style-type: none"> -Normal change rate -Verticality -Roughness
Additional:	<ul style="list-style-type: none"> -First Order Moment -Cylinder distance



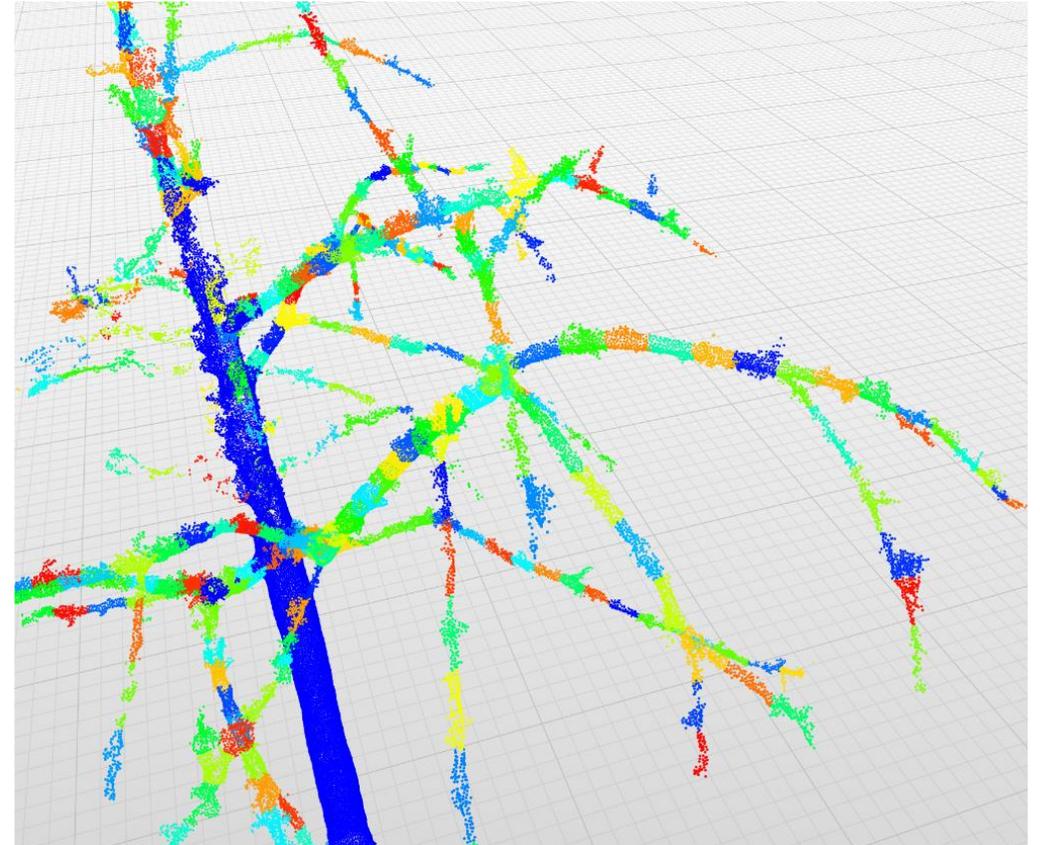
Evaluation: Tree Trunk Detection

- Trunk detection using RANSAC
- Splitting trunk vertically into different clusters

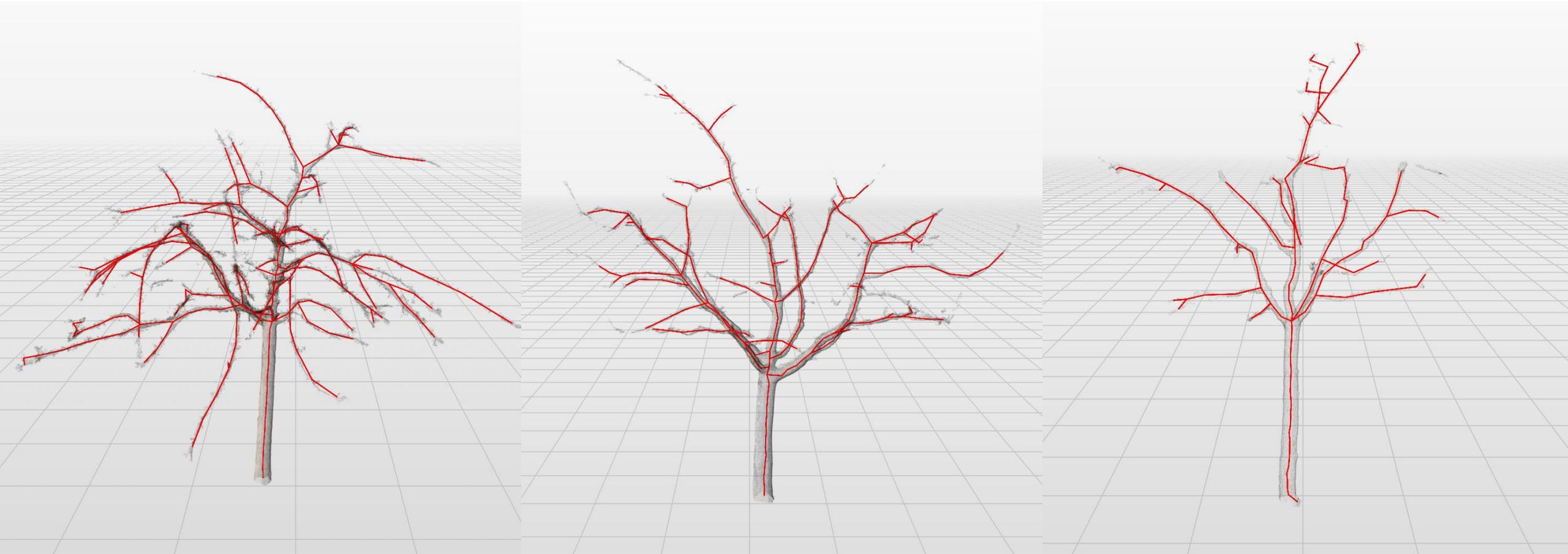


Evaluation: Clustering Branch Structure

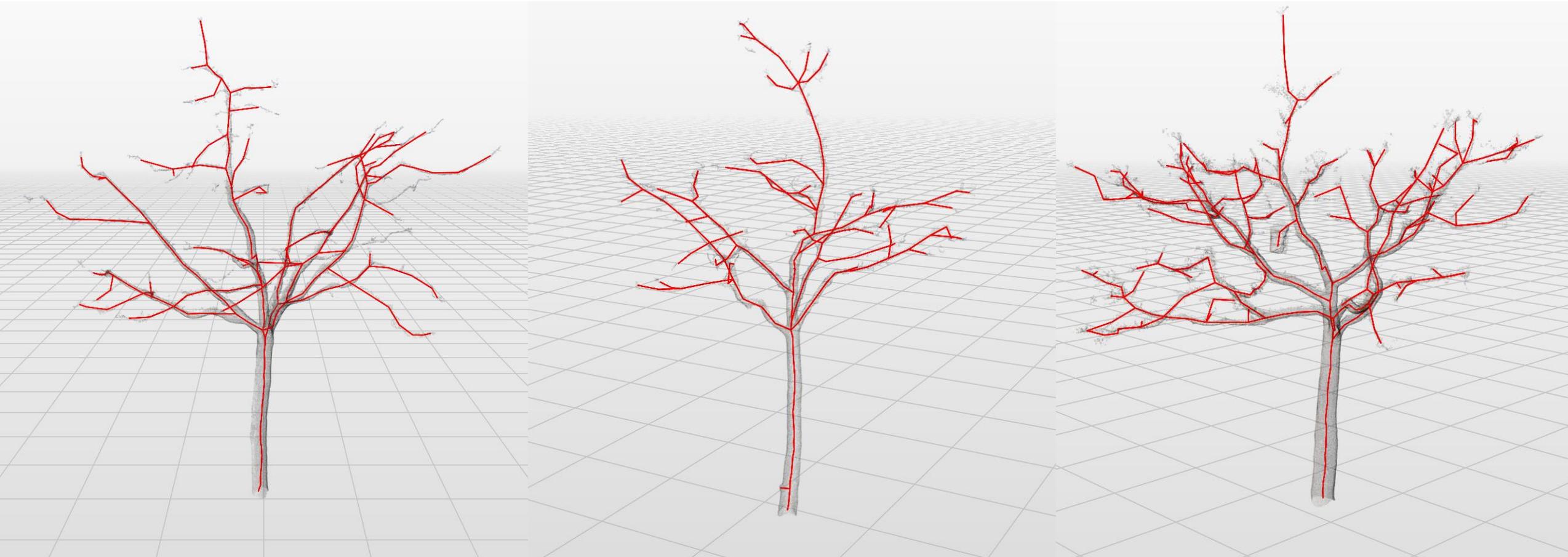
- Using K-Means to cluster branches
- Branch clusters and trunk clusters are used as nodes in the generated tree graph
- Graph is built starting from the tree trunk nodes



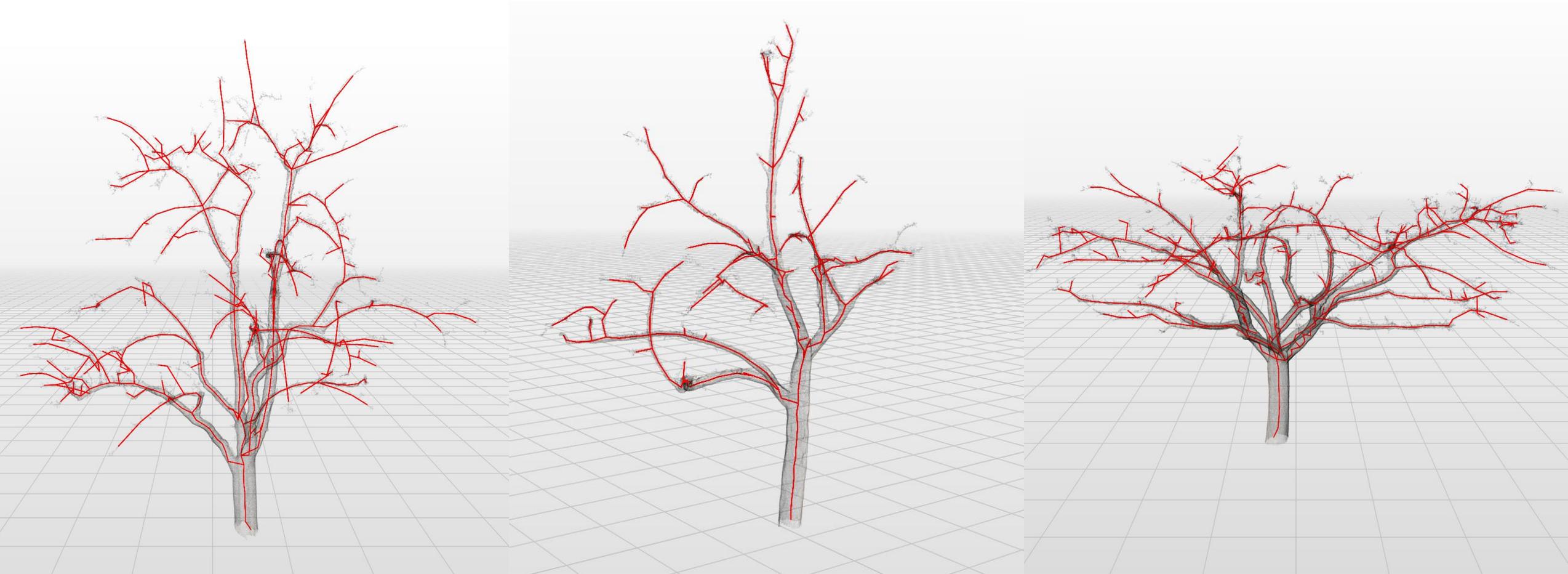
Evaluation: Results



Evaluation: Results



Evaluation: Results

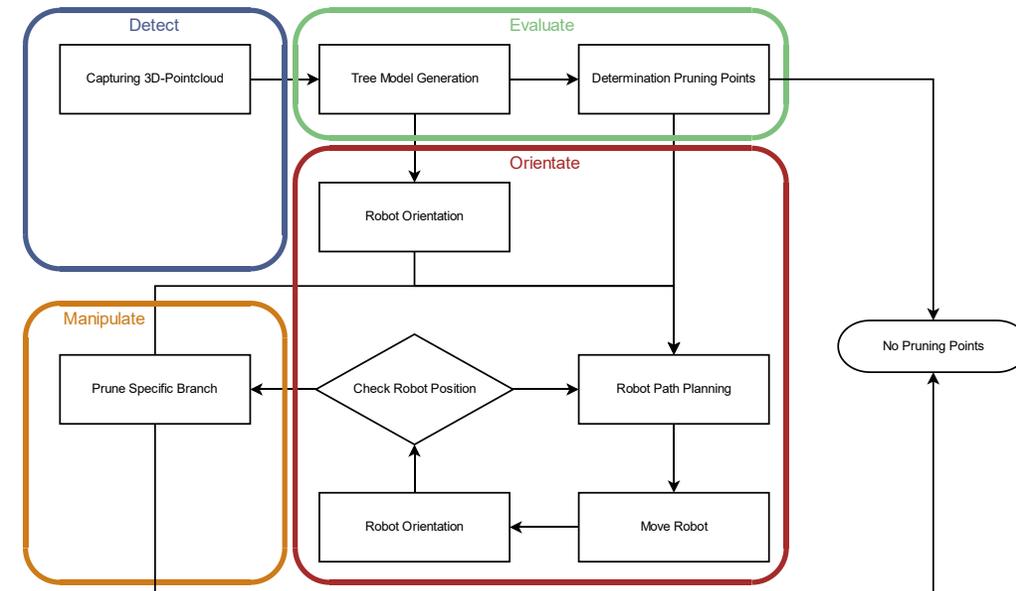


Robot Manipulation



Future Work

- Determination of pruning points/ regions based on 3D model
- Acquisition of reference data on pruned trees
- Robot Orientation using the created 3D Models





Wo liegen die Grenzen der Technik?

Robotik ist dann beherrschbar und Sinnvoll:

- Wenn der Prozess und Ablauf der Automatisierung klar beschrieben werden kann
 - Bis jetzt gibt es keinen Roboter welcher „wirklich“ selbständig lernen kann
- Die nötigen Parameter durch technische Mittel erfasst werden können
 - Ohne Feedback ist es unmöglich mit der Umwelt zu interagieren
- Wenn die Umwelt ausreichend genau modelliert werden kann
 - Nur wenn bekannt ist, was das System erwartet, können auftretende Fehler oder Unsicherheiten bestimmt werden
- Alle möglichen Unsicherheiten abfangen werden können
 - In der Praxis geschieht dies meist durch Anpassung der Umwelt
 - Selten durch Anpassung der Roboter
- Manches ist zwar möglich, jedoch nicht immer wirtschaftlich
 - Laufende Roboter für den Transport

Wo liegen die Grenzen der Technik?

Die Grenzen der Technik liegen:

- in der unendlich großen Vielfalt der Welt in der wir leben
- der Sicherheit, welche wir an die Maschinen stellen
- Ethik (Militär vs. Zivildrobotik)
- Finanzierung

Lasst die Maschinen tun, was sie gut können, und den Menschen, was er gut kann!

End



Waiting for questions...

References:

- J. Straub, D. Reiser, N. Lüling, A. Stana, and H. W. Griepentrog, “Approach for graph-based individual branch modelling of meadow orchard trees with 3D point clouds,” *Precis. Agric.*, no. 0123456789, 2022, doi: 10.1007/s11119-022-09964-6.
- J. Straub, D. Reiser, and H. W. Griepentrog, *88. Approach for modeling single branches of meadow orchard trees with 3D point clouds*. 2021.
- D. Reiser, J. Straub, H.W. Griepentrog, “Autonomer Baumschnitt in Streuobstwiesen”, 41. GIL-Jahrestagung, Informations- und Kommunikationstechnologien in kritischen Zeiten. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V. 2020.