

(2) 嶺南地域共創センター

① 高解像度カメラと画像解析によるウメ樹の三次元モデル化と樹構造解析



福井大学工学系部門
知能システム工学講座
講師 築地原 里樹

講演資料

地域創生推進本部附属創生人材センター・
嶺南地域共創センター共催 シンポジウム


国立大学法人
福井大学
UNIVERSITY OF FUKUI

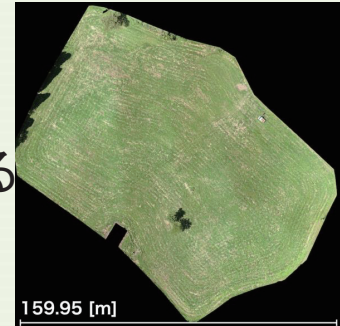
高解像度カメラと画像解析による ウメ樹の三次元モデル化と 樹構造解析



福井大学 知能システム工学講座
インタラクティブ・ロボティクス研究室 講師
講師 築地原 里樹

農業・園芸における工学への期待

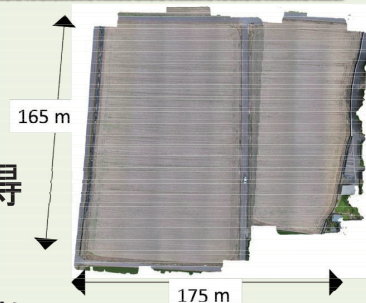
- 福井県の農作物の収穫量が低迷し、工学技術を用いた技術伝承に着目
- 従事者不足による、目視徘徊による状態確認・点検時間確保が困難
 - 牧区の例：
 - 目視徘徊に1人2時間必要
- ドローンの自動操縦中の空撮画像を用いた点検
 - 二次元画像で、作物圃場内の雑草を自動検出
 - 二次元画像・三次元モデルで、要剪定樹の三次元形状把握や剪定枝の検出



【MOBIO-Forum】「農業のためのドローンの空撮画像を用いた画像処理」福井大学 築地 眞樹

ドローン空撮実験の例

- 福井県鯖江市エコファーム舟枝
 - 167.5 [a] と 95.5 [a] の圃場
 - 2台のドローンで異なる画像取得 (DJI Air2SとPhantom 4M)
 - RGB画像：高解像度，形状特徴
 - スペクトル画像：反射率，成長度合い
 - 3時間の計測時間
 - 撮影高度
 - 標準対象：50 [m]
 - 微小対象：10 [m]



研究で使した大豆畑



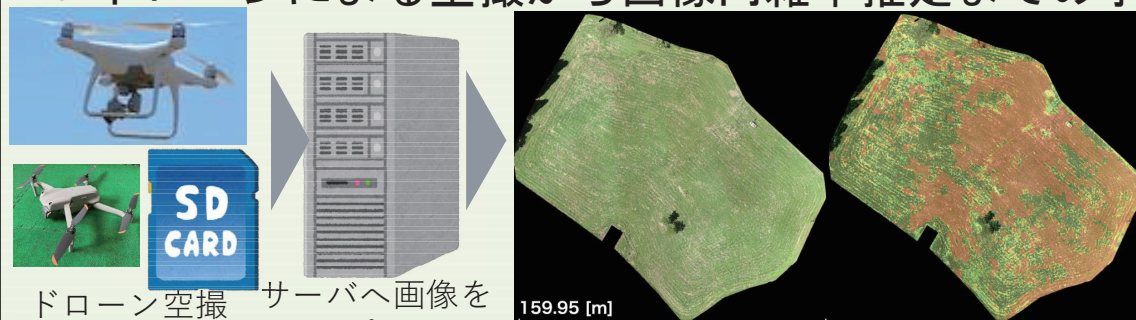
RGB画像

スペクトル画像

【MOBIO-Forum】「農業のためのドローンの空撮画像を用いた画像処理」福井大学 築地 眞樹

ドローン空撮雑草推定の手順

- ドローンによる空撮から画像内雑草推定までの手順



ドローン空撮 (SDカード保存) サーバへ画像をアップロード

アップロードされた画像群からフル自動で牧場の採草地から雑草ギシギシ (赤色) を検出 (左: 構成された全体画像, 右: 雑草位置)

- 雑草のサイズ例



播種後: 4週間
サイズ: 約数cm

8週間
約5cm

14週間
約10cm

16週間
約10cm

- DJI Air2S
15万円程度, 4K画像取得
- Phantom 4 Multispectral
80万円程度, 1Kスペクトル画像取得

【MORIO-50mm】「農業のためのドローンの空撮画像を用いた画像処理」福井大学築地原里樹

雑草検出と機械学習

- 機械学習: 事前データを用いたデータ分類

- 作物, 雑草領域として右図のような教示 (アノテーション) が必要
- 多様な生体データの分類で高い精度を保つために, 大量のデータが必要
- 教示のために農学の知識が必要
- 既存のデータベースは存在するが, 地域や国などにより多種多様に適用可能なモデルの構築が必要



築地原の研究目的: 事前画像処理による

アノテーションの自動化・効率化

【MORIO-50mm】「農業のためのドローンの空撮画像を用いた画像処理」福井大学築地原里樹

位置合わせ用のマーカ板設置

- 認識結果の精度向上のため、異種ドローン間画像において位置合わせが必要
- RGBドローンとマルチスペクトルドローンの両方を用いて空撮



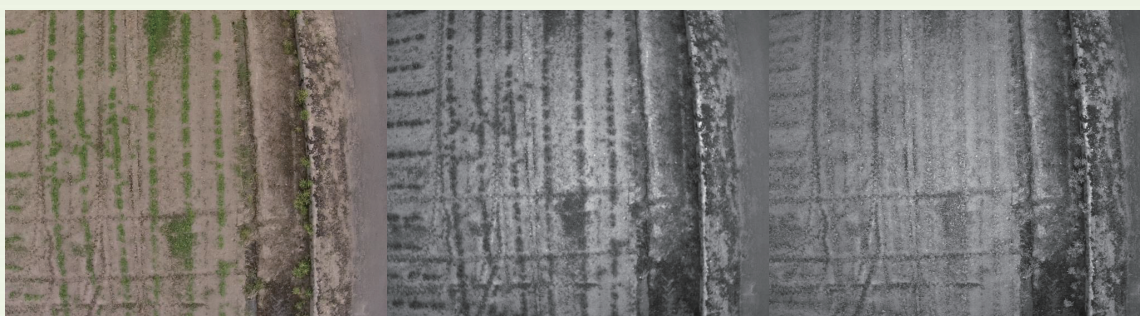
マルチスペクトルドローン
RGB画像



安価高解像度ドローン
RGB画像

Presentation: Satoki Tsuchihiro, Japan

マルチスペクトル画像：6/27, 10 m



RGB

Blue

Green



Red

Red Edge

NIR

エコファーム舟枝様打ち合わせ

スペクトル画像と深層学習による微小雑草検出例



入力画像

正解画像

推定検出画像

- 微小アサガオは5cm程度の大きさで，目視の確認が困難
- 高度10mから撮影した画像内の微小アサガオ検出
 - 7割程度の精度，葉1枚ごとの検出漏れが少ない

[Mochida, SI, 2024]

スペクトル画像と深層学習による微小雑草検出例

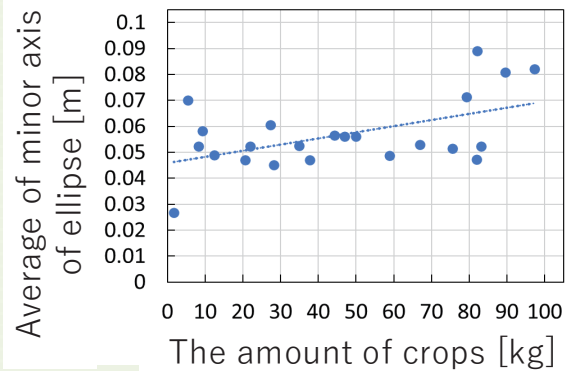
60 m x 150 m (0.9 ha) 程度



[Mochida, SI, 2024]

点群処理を用いた園芸のためのデータ計測

- 木の全ての枝の計測に時間・人的コストがかかる
- 枝の太さに対する園芸農家の直感で収穫量を向上することができる
- 剪定方法は農家ごとに異なり，言語化されない経験値に基づく
- 木の三次元点群（左動画）の枝の太さと収穫量の比較



Presentation: Satoki Tsuchihara, Japan

アクションカメラを用いた木の点群構築

使用する機材

GoPro HERO 10 Black[3]

撮影場所

福井県園芸研究センター

撮影方法

対象の樹の周囲にマーカーを設置し，樹を一周して撮影

撮影日

2024年12月26日



三次元点群データの作成

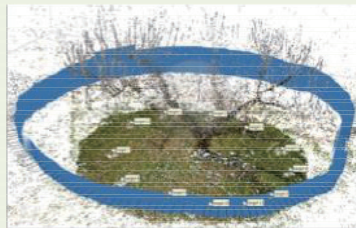
Agisoft Metashapeを用いて
樹の三次元点群データを生成



スライス画像



アライメント



画像から生成したタイポイント



点群構築



構築した三次元点群データ

12

福井県嶺南のウメ樹の三次元点群構築

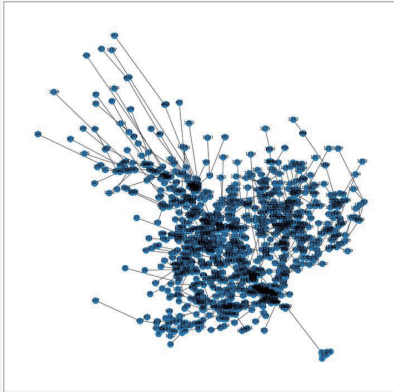
- GoProで側面から撮影した動画を用いたウメ樹点群



Presentation: Satoki Tsuchihara, Japan

Skeletonizing branches and trunk: pc-skeletor [1]

- Input generated 3D point cloud data of plum tree by Metashape
- Output: two graphs and skeleton positions of branches and tree
 - ❑ Colored points: downscaled source point cloud
 - ❑ Blue points: skeleton of the branch and trunk
 - ❑ Black line: topology of the branch and trunk



Topology graph:
junction points of tree



Skeleton graph:
continuous points of tree

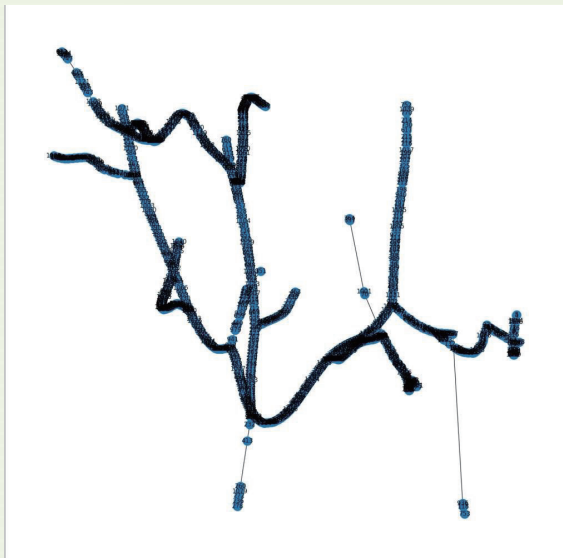


1. L. Meyer, A. Gilson, O. Scholz and M. Stamminger, "CherryPicker: Semantic Skeletonization and Topological Reconstruction of Cherry Trees," 2023 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), pp. 6244-6253, 2023.

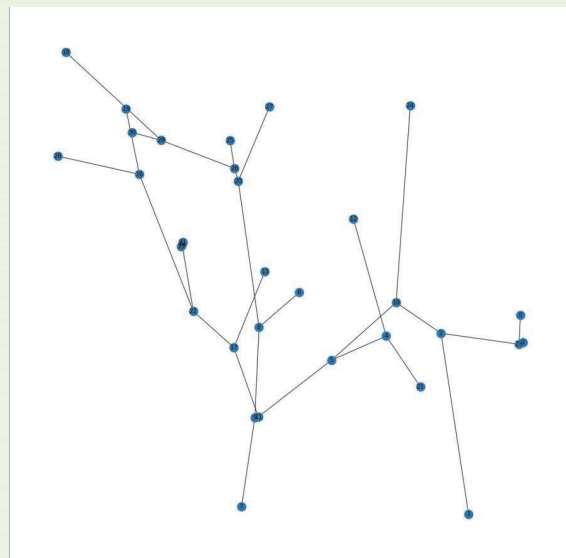
Presentation: Satoki Tsuchihiro, Japan

Skeletonize pointcloud of tree

Use pc-skeletor



Skeleton graph of the tree

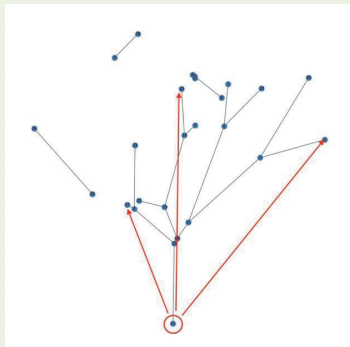


Topology graph of the tree

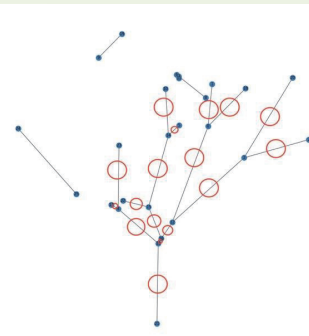
Presentation: Satoki Tsuchihiro, Japan

木グラフを樹データの計算

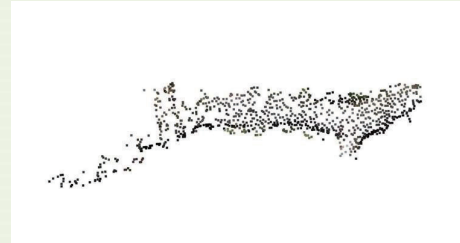
- 木グラフを用いて4つの指標を計算
 - A) 根と葉ノード間の経路数
 - B) 根ノードと接続される枝の本数
 - C) 樹全体の枝の平均半径
 - D) 全ての枝の長さ



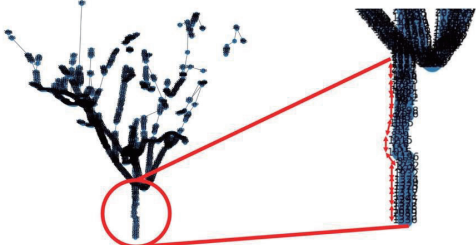
A) Routes between root and child nodes



B) Paths connected to root node



C) Average branch radius of whole branches



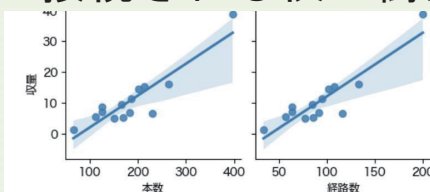
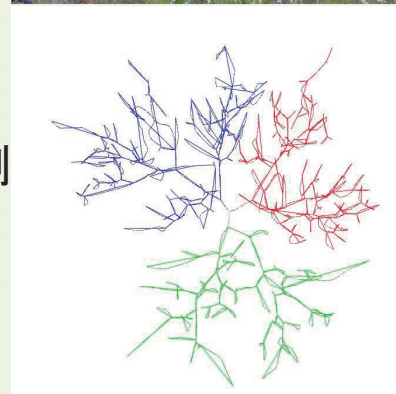
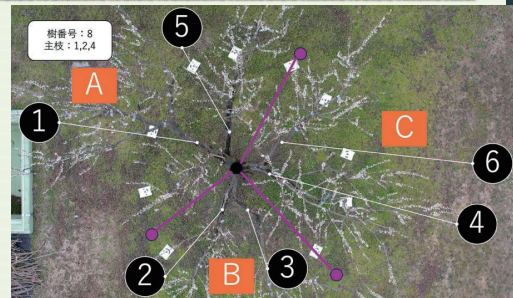
D) Total length of whole branches

Presentation: Satoki Tsuchihara, Japan

グラフ構造を用いた主枝毎の解析

農家や園芸研究者の暗黙知である枝の強さの抽出・推定

- トポロジックグラフを用いた主枝毎の構造を解析
- 主幹に隣り合う各主枝(RGB)に接続される枝の樹形の計測



—— 各説明変数と収量との相関係数 ——
 本数 と 収量 の相関係数: 0.904
 経路数 と 収量 の相関係数: 0.905
 合計長さ と 収量 の相関係数: 0.889
 平均半径 と 収量 の相関係数: -0.451

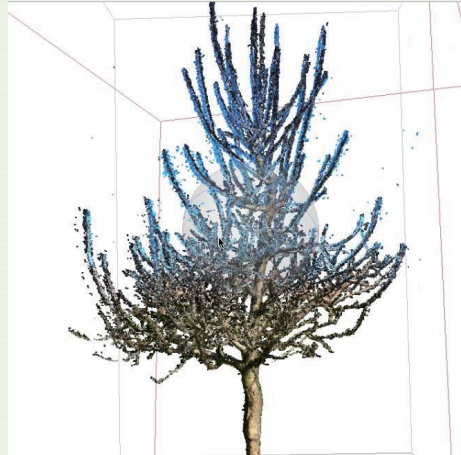
講演会「ヒューマノイドロボット制御と人間計測」

スロベニアにおける点群骨格化

- 本学工学部の依頼でスロベニアに3ヶ月滞在
- リュブリャナ大の圃場内自動計測システム
- 福井大の詳細な樹点群処理と収量相関調査
- ウメの樹の木グラフ生成が共通課題



入力動画



三次元再構成モデル



骨格推定結果

19

まとめ・今後の展望

- ドローン画像を用いた雑草検出
 - 農家によりそった検出・除草
 - アプリケーション開発



- 動画画像を用いた三次元点群処理による樹構造解析
 - 各年点群の重ね合わせや情報比較
 - 園芸研究の情報と樹構造の相関

