

Análise de Crescimento de Plantas a Partir de Fotos Semanais

Plant Growth Analyzer

Lucas Cardoso dos Santos
Lucas Miranda Mendonça Rezende

Universidade de São Paulo - Ribeirão Preto

2025

Sumário

- 1 Introdução
- 2 Desenvolvimento
- 3 Problemas
- 4 Resultados
- 5 Conclusão

Agricultura Inteligente

Proposta do Projeto

Objetivo: Desenvolver um método automatizado para extrair métricas de crescimento de plantas (área, altura e largura) a partir de imagens digitais

Aplicações:

- Criação de benchmarks científicos
- Estimativa de safras agrícolas
- Monitoramento da saúde das culturas
- Detecção precoce de pragas/doenças
- Otimização de recursos (água, fertilizantes)

Algoritmo de Processamento de Imagem

Visão Geral do Pipeline

- 1 Leitura e validação da entrada
- 2 Decodificação e pré-processamento da imagem
- 3 Detecção de bordas e segmentação
- 4 Identificação da região da planta
- 5 Pós-processamento da máscara
- 6 Extração de medidas morfológicas
- 7 Geração da imagem de saída

Passo 1: Leitura e Validação

Entrada:

- Identificador único para cada imagem
- Arquivo JSON com parâmetros (granularidade, limiar)
- Imagem codificada em base64

Validação:

- Verificação da versão do Python
- Validação das dependências
- Prevenção de falhas de compatibilidade

Passo 2: Decodificação e Pré-processamento

Decodificação:

- Conversão de base64 para imagem
- Redimensionamento adaptativo (máx. 1024px)

Pré-processamento:

- Conversão para tons de cinza
- Desfoque gaussiano adaptativo
- Realce de contraste com CLAHE
- Redução de ruídos e variações locais

Passo 3: Segmentação - Algoritmo Watershed

Detecção de bordas:

- Filtro de Sobel
- Fechamento morfológico

Algoritmo Watershed:

- Interpretação da imagem como superfície topográfica
- Marcadores definidos em regiões de interesse
- Simulação de "preenchimento com água"
- Criação de fronteiras entre objetos
- Robusto para objetos conectados

Passo 4: Identificação da Planta

Análise de cor em dois espaços:

- **BGR**: modelo tradicional RGB
- **HSV**: separa matiz, saturação e valor

Critério principal: Predominância de tons de verde

Vantagens:

- Robusto a variações de iluminação
- Adaptativo para diferentes espécies
- Reduz falsos positivos

Passo 5: Pós-processamento da Máscara

Problemas na segmentação:

- Buracos devido a reflexos
- Falhas por sombras
- Regiões desconectadas

Soluções:

- Operações morfológicas de fechamento
- Preenchimento de buracos
- Tamanho mínimo ajustado dinamicamente
- Garantia de continuidade da área foliar

Passo 6: Extração de Medidas

Três medidas morfológicas principais:

- **Área:** Contagem de pixels segmentados
- **Altura:** Regressão linear dos pontos → extensão máxima ao longo do eixo principal
- **Largura:** Projeção no eixo perpendicular à reta ajustada

Passo 7: Geração da Imagem de Saída

Visualização dos resultados:

- Sobreposição da máscara segmentada
- Linhas de medição coloridas:
 - Altura em amarelo
 - Largura em magenta
- Codificação em base64 (JPEG/PNG)

Resultado: Processo interpretável e transparente para o usuário

Detecção de Caules

Dificuldades na Detecção de Caules

Principal desafio: Detecção automática dos caules das plantas

Problemas identificados:

- Grande variação de tonalidade (marrom claro a esverdeado)
- Sombras projetadas pelas folhas
- Reflexos do solo úmido
- Semelhança com substrato e galhos secos
- Muitos falsos positivos e negativos

Tentativas de Solução

1. Segmentação por cor:

- Limiares nos espaços BGR e HSV
- Resultado: intervalo de cor não robusto

2. Morfologia e geometria:

- Transformada de Radon para estruturas lineares
- Resultado: resposta difusa, pouco informativa

3. Machine Learning:

- Classificadores tradicionais e CNNs
- Resultado: baixa precisão, alta taxa de erro

Exemplos de Tentativas Frustradas



Interface Gráfica Desenvolvida

Tela Principal

Plant Growth Analyzer

Accepted formats: JPG, JPEG, PNG, GIF, WebP, TIFF, BMP

Drag & drop images here, or

Select images

Files will be added to:

Milho

New Collection

Your photos and collections

Milho

See Collection



© 2023 by the author(s). All rights reserved.

Visualização de Coleções

Select Images





Files will be added to:

Milho

New Collection






Your photos and collections

Daybreak



[See Collection](#)

Milho



[See Collection](#)


Project created by
Lucas Carlioso dos Santos ([github](#), [linkedin](#))
Lucas Miranda Mendonça Rezende ([github](#), [linkedin](#))
All rights reserved.

Processamento Individual

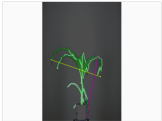
Photo Details

[Delete this photo](#)[Open this photo in editor](#)

Original



Processed



Identification

ID: 8591bf642e75f021
Collection: [Mha](#)

Timestamps

Created: Jul 3, 2025, 5:40:00 PM
Updated: Jul 3, 2025, 5:44:04 PM

Parameters

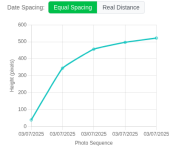
Granularity: 15
Threshold: 0.05

Analysis Result

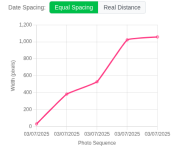
Height: 436.64 px
Width: 527.75 px
Area: 35452 px²

Gráficos de Crescimento

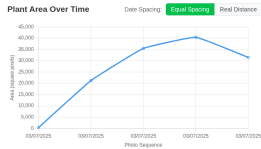
Plant Height Over Time



Plant Width Over Time



Plant Area Over Time



Avaliação da Performance

Resultados Alcançados

Pontos positivos:

- Máscaras precisas para identificação de folhas
- Medidas morfológicas estáveis e reprodutíveis
- Processo transparente e confiável
- Interface intuitiva e eficiente
- Solução completa e acessível

Limitações:

- Detecção de caules não implementada
- Conversão pixel → medidas reais não abordada

Avaliação da Performance

Eficácia do sistema:

- Segmentação robusta em diferentes condições
- Resistente a variações de iluminação
- Acompanhamento quantitativo do crescimento
- Adequado para pesquisa, ensino e hobby

Contribuição:

- Modernização do monitoramento vegetal
- Democratização de técnicas de análise
- Automação de práticas manuais
- Base para futuras melhorias

Obrigado!

Lucas Cardoso dos Santos
Lucas Miranda Mendonça Rezende