

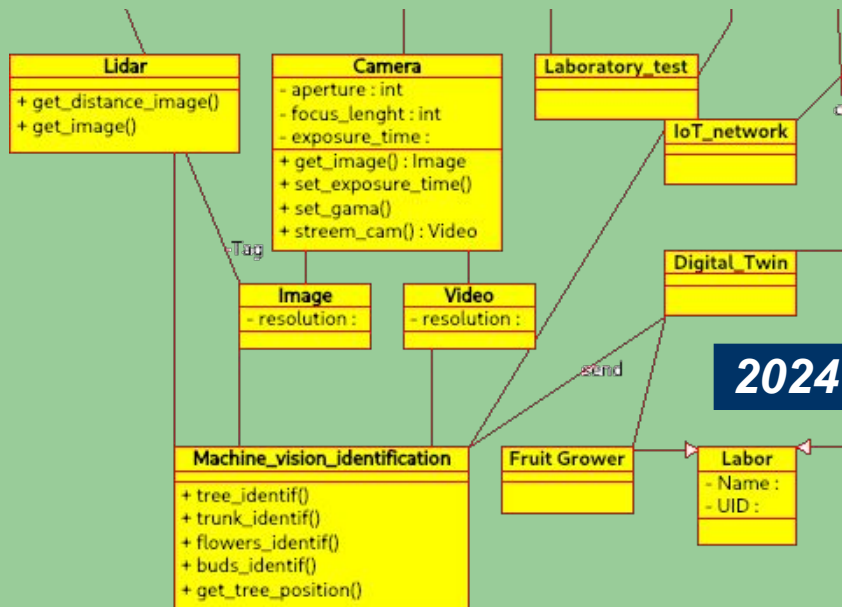


*detektor jednotlivých kmenů z RGB snímků*

# SOFTWARE PRO AUTOMATICKOU DETEKCE KMENE Z KAMEROVÝCH DAT

*Nová koncepce sadů s nástupem  
technologií 4.0*

QK21010170



**2024**

**Ovocnářství 4.0**

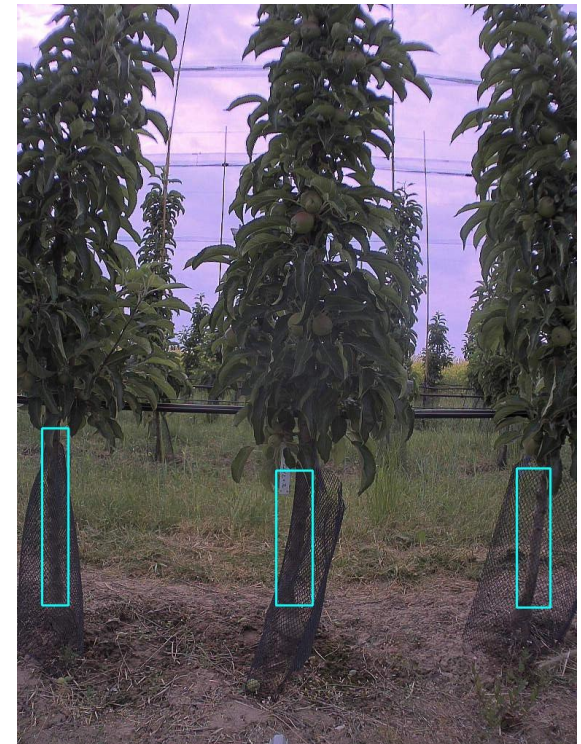
**Faculty of Mechanical Engineering, CTU in  
Pague,**

**Department of Instrumentation and  
Control Engineering**

# Detekce kmene - obsah

## Nová koncepce sadů s nástupem technologií 4.0 QK21010170

- návod na instalaci (str. 9)
- návod pro použití (str. 10)
- SW analýzu (str 3 až 5)
- implementační programátorská dokumentace (str 6 až 8 + GITHUB)
- odkaz na GITHUB repozitář, kde je program uložen
  - <https://github.com/CVUT-FS-12110/tree-trunk-detection-software>
- Článek popisující software
  - [https://users.fs.cvut.cz/~jurajaku/trunk\\_detector/SW\\_trunky\\_seminar-1.pdf](https://users.fs.cvut.cz/~jurajaku/trunk_detector/SW_trunky_seminar-1.pdf)
- Ukázka funkčnosti →



# Detekce kmene

Nová koncepce sadů s nástupem technologií 4.0 QK21010170

- Agriculture 4.0
- Machine vision
- Deep Learning

## Analýza požadavků na SW:

Jura, Jakub & Trnka, Pavel & Cejnek, Matouš. (2022). Using NLP to analyze requirements for Agriculture 4.0 applications. 239-243. 10.1109/ICCC54292.2022.9805905.

[https://www.researchgate.net/publication/362987545\\_Using\\_NLP\\_to\\_analyze\\_requirements\\_for\\_Agriculture\\_4\\_0\\_applications](https://www.researchgate.net/publication/362987545_Using_NLP_to_analyze_requirements_for_Agriculture_4_0_applications)

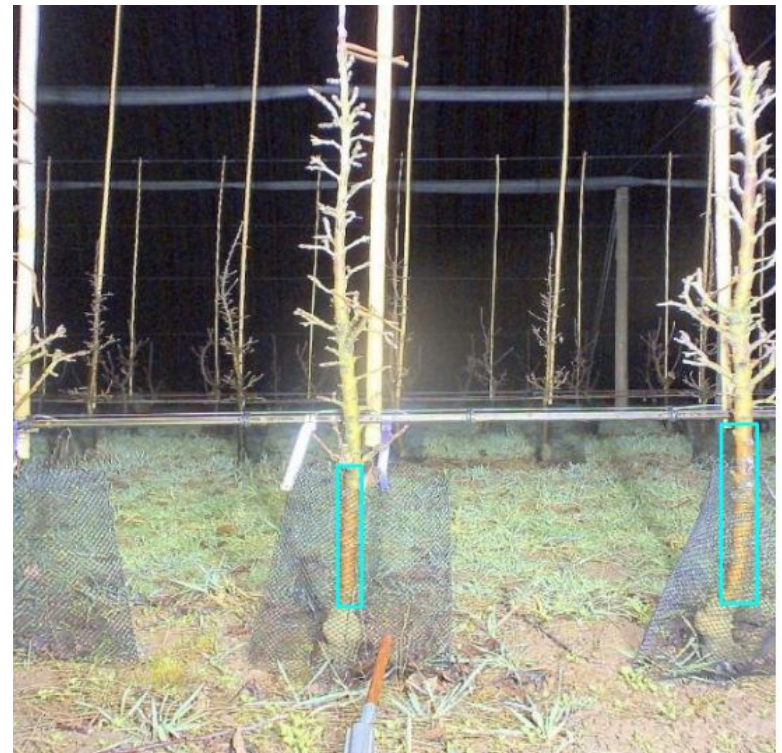




# Detekce kmene

Nová koncepce sadů s nástupem technologií 4.0 QK21010170

- Detekce kmenů stromů na obrazových snímcích
- Vstupní parametr pro další identifikace
  - plodů
  - květů
- Může také sloužit k detekci jednotlivých stromů v kamerovém logu robotu
- Ve spojitosti s QR kódy na sloupech může sloužit i k identifikaci jednotlivých stromů v mapě sadu (např. identifikátor, číslo pozice).



# Functionality

## Nová koncepce sadů s nástupem technologií 4.0 QK21010170

- Rozpoznání kmenů
  - optimalizováno pro vzdálenost 1 až 2 m od kamery  
FOV 66°
    - respektive širokoúhlý objektiv  $f = 3.5$  mm
    - velikosti snímače 4.54 x 3.42 mm.
    - RSPPX kamery je 0.76 mm
  - fenologické fáze - nezávislé
- Diferenciace od pomocných konstrukcí
  - vodící tyče
  - sloupy
  - hadice závlahy
- Diferenciace popředí od pozadí
  - Kmeny v dalších řadách (pozadí) nejsou identifikované jako kmeny



# Použité technologie

## Nová koncepce sadů s nástupem technologií 4.0 QK21010170

- Python
- NumPy
  - pokročilé matematické výpočty
- OpenCV
  - práce s obrazovými daty
- onnxruntime
  - implementace modelů hlubokého učení
  - provoz neuronových sítí ve formátu Open Neural Network Exchange (ONNX)
- YOLOv8
  - verze nano

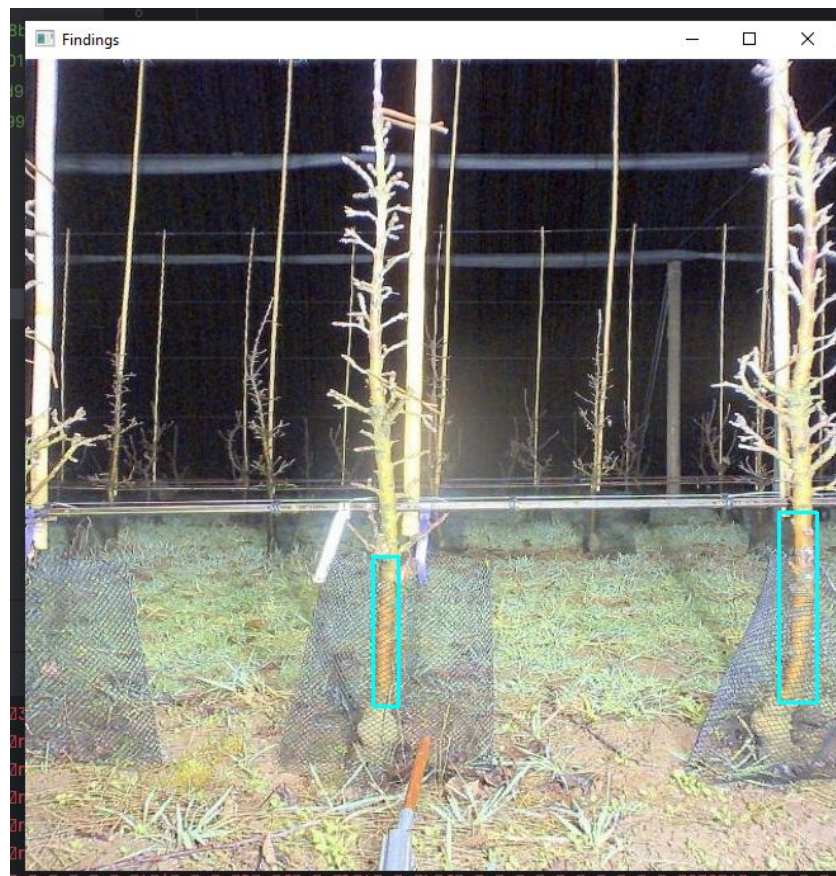




# Nasazení

Nová koncepce sadů s nástupem technologií 4.0 QK21010170

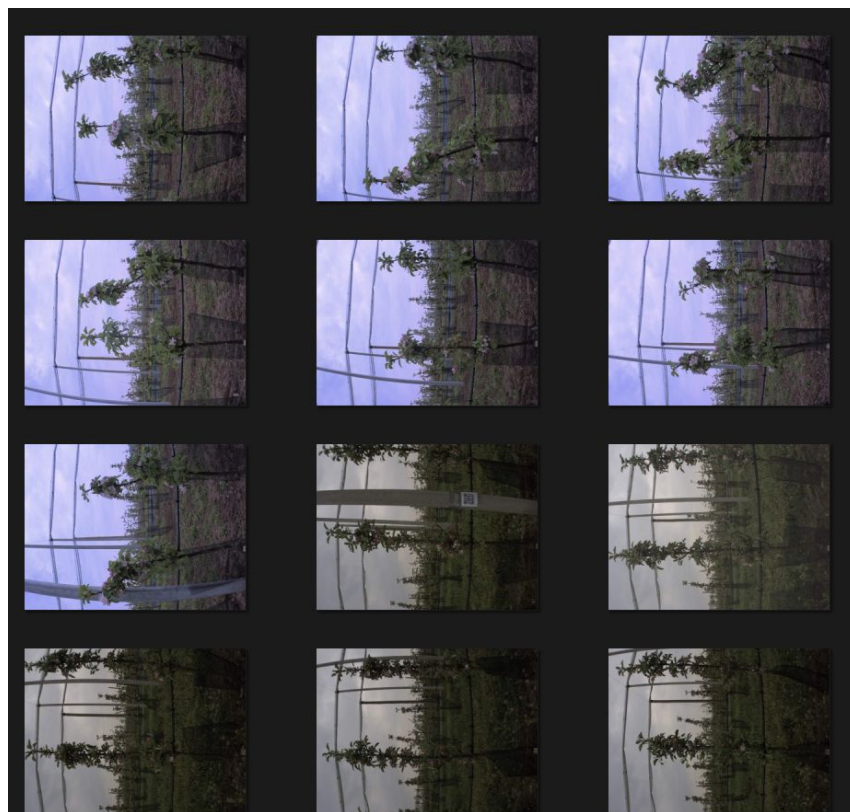
- Windows / Linux
- onnxruntime
- export modelu do formátu ONNX (Open Neural Network Exchange)
- Samostatná aplikace
- Knihovna



# Tvorba modelu - trénování

Nová koncepce sadů s nástupem technologií 4.0 QK21010170

- Dataset
  - Holovously 2023, statické snímkování,
- Anotace
  - LabelStudio, bounding box
- Trénování
  - YOLOv8
    - verze nano
- Export modelu do formátu ONNX
  - Open Neural Network Exchange





# Instalační pokyny

Nová koncepce sadů s nástupem technologií 4.0 QK21010170

Software samotný nevyžaduje žádnou instalaci a lze jej spustit jak na Linuxu, tak na Windows. Je však třeba připravit běhové prostředí (doporučujeme virtuální) následujícím způsobem:

1. Nainstalujte Python 3.10
2. Nainstalujte požadované knihovny:

```
pip install -r requirements.txt
```

Doporučujeme  
využít virtuální  
prostředí. V Ubuntu  
například:

```
vytvoření: python3 -m venv trunk  
aktivace: source trunk/bin/activate  
instalace knihoven do venv:  
pip install onnxruntime-gpu
```

# API použití SW

## Nová koncepce sadů s nástupem technologií 4.0 QK21010170

Pokud máte obrázek jako numpy pole, software lze spustit v Pythonu následujícím způsobem:

```
from detector import Detector
detector = Detector()
findings = detector.detect(image)
```

Proměnná `findings` je seznam jednotlivých detekcí pro daný obrázek. Detekce lze procházet například takto

```
for box, score, cls_id in findings:
    # něco udělejte
```

Kde:

- `box` je numpy pole obsahující ohraničující rámeček (x, y, h, w)
- `score` je pravděpodobnost

machine vision \* deep learning \* tree trunk \*  
trunk detection \* orchard automation \*  
Precision agriculture



# Autorský tým



**FACULTY  
OF MECHANICAL  
ENGINEERING  
CTU IN PRAGUE**

## Nová koncepce sadů s nástupem technologií 4.0 QK21010170

### Faculty of Mechanical Engineering, CTU in Prague, Department of Instrumentation and Control Engineering

- Ing. Matouš Cejnek, Ph.D.
  - [matous.cejnek@fs.cvut.cz](mailto:matous.cejnek@fs.cvut.cz)
  - <https://orcid.org/0000-0001-9130-7988>
- Ing. Martin Vitoušek
  - [martin.vitousek@fs.cvut.cz](mailto:martin.vitousek@fs.cvut.cz)
  - <https://orcid.org/0009-0002-7700-108X>
- Ing. Mgr. Jakub Jura, Ph.D.
  - [jakub.jura@fs.cvut.cz](mailto:jakub.jura@fs.cvut.cz)
  - <https://orcid.org/0000-0002-4330-9142>
- Ing. Pavel Trnka, Ph.D.
  - [pavel.trnka@fs.cvut.cz](mailto:pavel.trnka@fs.cvut.cz)
  - <https://orcid.org/0000-0001-7553-3299>



### Research And Breeding Fruit Institute Holovousy s.r.o

- Ing. Lubor ZELENÝ
  - [lubor.zeleny@vsuo.cz](mailto:lubor.zeleny@vsuo.cz)

### Czech University of Life Sciences Prague, Faculty of Engineering

- doc. Ing. Milan Kroulík, Ph.D.
  - [kroulik@tf.czu.cz](mailto:kroulik@tf.czu.cz)
- Ing. Jakub Lev, Ph.D.
  - [jlev@tf.czu.cz](mailto:jlev@tf.czu.cz)



# Licenční podmínky

## Nová koncepce sadů s nástupem technologií 4.0 QK21010170

Tento software ("Trunk Detector") je chráněn autorským právem a jeho použití podléhá licenčním podmínkám.

- Komericializace a poplatky: Použití software je licencováno na základě individuální dohody. Licenční poplatek se může lišit podle rozsahu použití.
- Omezení použití: Software je určen výhradně ke konkrétním projektům schváleným licenčním vlastníkem.
- Distribuce: Jakákoliv distribuce software třetím stranám bez předchozího písemného souhlasu autora je zakázána.
- Záruky: Software je poskytován "as-is" bez jakýchkoliv záruk, včetně záruk na vhodnost pro konkrétní účel.
- Pro podrobnosti nebo uzavření licenční smlouvy kontaktujte autora: Jakub Jura.

# Shrnutí

## Nová koncepce sadů s nástupem technologií 4.0 QK21010170

Software byl podpořen projektem QK21010170 Nová koncepce sadů s nástupem technologií 4.0.

Jedná se o unikátní, na deep learningu založený, sw detektor kmenů ovocných stromů v produkčním sadu.