

# Návrh řídicího systému mobilního robotu použitelného v oblasti precizního zemědělství

Filip Duda<sup>1</sup>

## 1 Úvod

Tato práce se zabývá vývojem řídicích algoritmů mobilního robotu použitelného v oblasti precizního zemědělství. Práce začíná obecným definováním precizního zemědělství. Následně je představen mobilní robot společnosti Fravebot, o jehož vývoji pojednává zbytek práce. Dále se práce zabývá komunikací mezi jednotlivými komponentami robotu. Následně je popsáno řízení krokových motorů a inverzní rychlostní kinematika. Práce dále obsahuje návrh algoritmu pro generování řídicí sekvence pomocí metody gradient descent. Tento algoritmus je následně otestován metodou software in the loop pomocí simulačního nástroje NX MCD. Na závěr je popsána lokalizace robotu. K získávání polohy a rotace je použit rotační enkodér v kombinaci s kinematickým modelem. Na závěr je rotace odhadnuta z inerciální jednotky.

## 2 Precizní zemědělství

Precizní zemědělství je moderní přístup k zemědělství, který využívá data k zvýšení efektivity, kvality a udržitelnosti. Jeho cílem je omezit spotřebu zdrojů, jejich využitím ve správný čas na správném místě. Tato oblast má čtyři základní části, sběr dat, jejich analýzu, podporu rozhodování a provedení potřebných akcí.

## 3 Fravebot Scout

Scout je mobilní robot společnosti Fravebot vytvořený pro práci ve skleníku. Je navržený k detekci chorob a škůdců a k určení hydratace rostlin a zralosti plodů s pomocí strojového vidění. V tuto chvíli existuje v konfiguraci pro jahody, rajčata a okurky.

## 4 Komunikační architektura

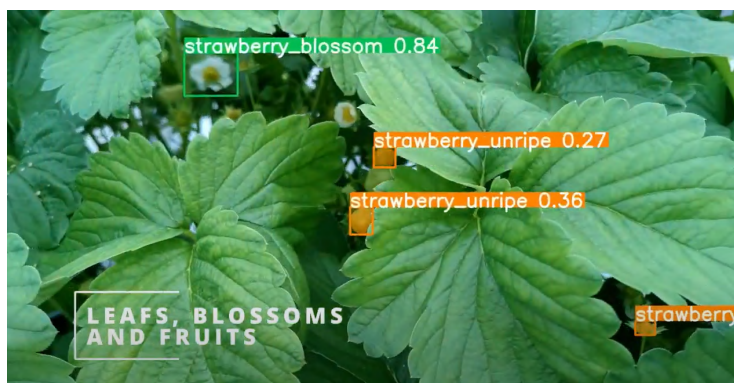
Robot má dvě hlavní části z hlediska výpočetního hardwaru. První částí je průmyslový počítač (IPC) a jeho periferie, například kamery. Ten je zodpovědný za strojové vidění a vysokoúrovňové algoritmy. Druhou částí je programovatelný logický automat (PLC) a jeho periferie, například motory. Komunikace v rámci těchto částí probíhá s využitím standardních protokolů (ROS a MQTT na IPC a Profinet na PLC), bylo však potřeba vyřešit jejich vzájemnou komunikaci. Za tímto účelem byl vyvinut bridge, který tyto systémy propojuje. Jeho hlavní část je implementována na IPC, kde čte zprávy z ROS a MQTT a zapisuje je do paměti PLC pomocí protokolu Snap7.

---

<sup>1</sup> student navazujícího studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Kybernetika a řídicí technika, specializace Automatické řízení, e-mail: dudaf@students.zcu.cz



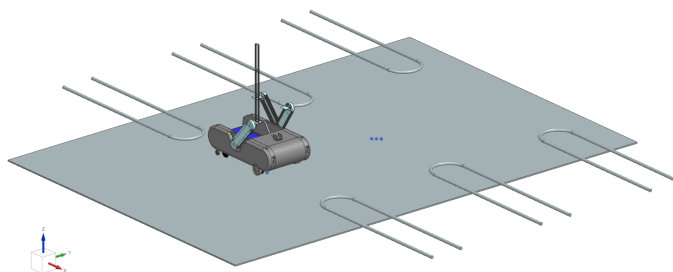
**Obrázek 1:** Fravebot scout



**Obrázek 2:** Příklad klasifikace jahod

## 5 Řízení robotu

Robot se pohybuje pomocí dvou krokových motorů. O řízení těchto motorů se starají dvě výstupní karty F-TM StepDriver od společnosti Siemens. Úkolem těchto karet je řízení na nejnižší úrovni a jejich vstupem jsou požadované úhlové rychlosti kol. Tyto rychlosti jsou počítány inverzní rychlostní kinematikou, která převádí požadovanou dopřednou a úhlovou rychlost robotu na úhlové rychlosti levého a pravého kola. Dále bylo potřeba navrhnout řízení o úroveň výš a požadované rychlosti robotu automaticky generovat. K tomu byla použita metoda gradient descent, která optimalizuje řídicí signál na ustupujícím horizontu tak, aby se robot efektivně přesunul z bodu A do bodu B. Funkčnost tohoto algoritmu byla následně otestována pomocí simulačního nástroje NX MCD.



**Obrázek 3:** Simulace v Siemens NX MCD

## 6 Lokalizace

V práci jsou popsány dvě lokalizační metody. Nejprve je popsáno určování polohy a rotace s pomocí enkodéru a kinematického modelu robotu. Robot v této verzi obsahuje enkodér pouze na levém kole, bylo tedy nutné rychlost pravého kola odhadnout. Druhou metodou bylo určování rotace robotu pomocí inerciální jednotky. To by mělo zvýšit přesnost odhadu natočení robota především při nedokonalém otáčení koleček. Odhad vychází z numerického integrování úhlových rychlostí z gyroskopu a následného odflitrování predikovatelných poruch.