

# Posudek diplomové práce

Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy

**Autor práce** Bc. Martin Červeň  
**Název práce** Control system for badminton shuttlecock collecting robot  
**Rok odevzdání** 2023  
**Studijní program** Informatika      **Studijní obor** Umělá inteligence

**Autor posudku** RNDr. David Obdržálek, Ph.D.      **Role** Vedoucí  
**Pracoviště** KTIML

## Text posudku:

Cílem práce bylo navrhnout řídicí systém autonomního robota pro sběr badmintonových míčků a tento návrh ověřit v pilotním provozu.

Jako základní stavební prvky pro reálného robota měl student k dispozici hardwarovou platformu Kobuki (základní pojezd robota), výpočetní jednotku NVidia Jetson Xavier NX a stereokameru Zed, kterou později vyměnil za kameru Intel Realsense D455 s lepšími vlastnostmi. Pro implementaci vhodně zvolil middleware ROS. V textu práce je zmíněno pět robotů určených pro manipulaci s úrodou (sběr či ošetřování ovoce/zeleniny), tři roboty pro sběr míčků ve sportu a tři ruční mechanické sběrače míčků pro badminton. Jakkoli se sběr úrody principiálně liší od sběru sportovních míčků, jsou uvedené roboty velmi dobrým příkladem zejména z hlediska zpracování vstupních sensorických dat a student zde ukázal velmi dobrou práci se zdroji; analytická část textu práce je tedy velmi dobrá. Návrh řešení je adekvátní, implementační část pak pěkně popisuje postup a zdůvodňuje rozhodnutí, která bylo potřeba učinit. To je doplněno i uvedením „slepých uliček,“ které k cíli nevedly, ale jejich uvedení v textu výborně přispívá k pochopení postupů, které autor nakonec zvolil. A zároveň také dokazují, že autor postupoval uvážlivě a s potřebným nadhledem. Je uvedena také evaluace výsledného systému a návody k instalaci a provozu.

Navržený systém sestává ze dvou hlavních částí, systému pro zmapování prostředí a systému pro sběr a zpracování míčků. Mapování prostředí je provedeno pomocí již existujícího ROS balíčku RTAB-Map. Návrh vlastního systému pro sběr badmintonových míčků je založen na využití 3D kamery, jejíž výstup je zpracován neuronovou sítí pro vyhledání míčků ve scéně. Díky použitému middleware ROS a balíčků, které jsou pro 3D kameru i pro neuronové sítě dostupné, bylo možno vytvořit řešení pro provoz jak v simulátoru, tak v reálném prostředí.

V rámci řešení se autor rozhodl pro zpracování vstupních dat z kamery použít neuronovou síť. Je třeba vyzdvihnout, že k jejímu natrénování vytvořil a použil vlastní dataset čítající téměř 2500 obrázků s téměř 20000 objekty, což znamenalo značně netriviální úsilí, které nakonec vedlo k dost kvalitním výsledkům (uvedených podrobně v dedikované kapitole). Jako nosný systém autor vhodně využil ROS, poskytující komfortní podporu, a vybrané balíčky, dostupné pro tento systém, které mu umožnily celou práci kvalitně realizovat (přičemž samostatný vývoj by byl naprosto mimo rozsah a možnosti jednoho programátora).

V rámci práce autor také navrhl vlastní sběrací mechanismus míčků, který prakticky vyzkoušel a ověřil. V textu je tento mechanismus podrobně popsán, včetně modelů jednotlivých součástí, které sám navrhl a pomocí 3D tisku vyrobil. Autor také popisuje i to,

jak bylo první vytvořený sběrací systém potřeba přepracovat, což je jeden z příkladů zmínky výše o postupech, které k cíli nevedly, ale pomáhají pochopit finální řešení.

Součástí práce je i dobrá uživatelská dokumentace, která by případnému reálnému uživateli značně pomohla při nasazení v praxi, a dále výstižná dokumentace pro instalaci celého systému ROS a modulů, potřebných k provozu a případnému dalšímu vývoji.

Pro uživatele byl také vytvořen systém nastavení pracovních podmínek robota pomocí grafického rozhraní, kde uživatel může intuitivně zadávat a spravovat oblast, kde robot detekuje míčky, oblast, ve které se smí pohybovat, postupné cíle, sloužící k prohledávání pracovního prostoru, a také domácí pozici, kam robot zajíždí v případě naplnění míčky, aby je uživatel z robota mohl vyzvednout.

Text je v angličtině na přijatelné jazykové úrovni s pouze občasnými stylistickými prohřešky.

**Práci doporučuji k obhajobě.**

**Práci nenavrhuji na zvláštní ocenění.**

*Pokud práci navrhuje na zvláštní ocenění (cena děkana apod.), prosím uveďte zde stručné zdůvodnění (vzniklé publikace, významnost tématu, inovativnost práce apod.).*

**Datum** 25.1.2023

**Podpis**