POSUDEK OPONENTA ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Poddajné řízení průmyslového robotu
Jméno autora:	**Valentýn Číhala**
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra řídicí techniky
Oponent práce:	Ing. Pavel Steinbauer, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	ČVUT v Praze, Fakulta strojní

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání **náročnější**

Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.

Posluchač řešil problém řízení kolaborativního robota KUKA Iiwa 7 pomocí tkzv. „poddajného řízení“. Bylo nutno zvládnout teoretický aparát tohoto konceptu, programování robota i robotický systém ROS.

Splnění zadání **splněno**

Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.

Zadání bylo splněno, i když poslední bod, návrh možných zlepšení, je řešen pouze heslovitým výčtem možností.

Zvolený postup řešení **správný**

Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.

Posluchač postupoval správným způsobem, nejprve se seznámil s teoretickými nástroji a navrhl jejich vylepšení, navrhl a provedl implementaci řízení robota z prostředí ROS a realizoval řadu validačních experimentů, které jsou dobře zdokumentovány.

Odborná úroveň **C - dobře**

Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.

Posluchač při práci využil jak znalosti základních kurzů, tak získané studiem rozsáhlých pramenů. Zdokumentované experimenty i přiložené zdrojové kódy ukazují, že implementace systému byla úspěšná. Zdrojové kódy jsou profesionálně uspořádány.

Podstatně méně úspěšné bylo zpracování textové části práce, která popisuje daný problém velmi stručně či spíše kuse. Teoretické nástroje i použité technologie jsou popsány velmi stručně. Text se často jen stručně odkazuje na práci [21], takže je pro čtení velmi obtížně srozumitelný, obsahuje řadu nejasných formulací. Například "Vnější síly jsou zbaveny gravitačních vlivů v řídicí jednotce". Z textu kapitoly 2. Současná řešení není zřejmé, řešení čeho jeho popisováno. U podkapitoly 2.1.1 Využití poddajnosti není zřejmé, proč je tento odstavec vůbec uveden. Kapitola 4.1.3 Převod kartézské polohy do kloubových souřadnic popisuje transformační matici z globálního souřadnicového systému do souřadnicového systému příruby robotu a o problému v titulu se text jen okrajově zmiňuje (matice Tc a úhel delta jsou použity v inverzní kinematické úloze).

V závěru autor uvádí, že "Experimenty ukazují, že se přesnost sledování trajektorie přírubou zlepšila o rád oproti původní práci." Není však jasné, o jakou trajektorii ani práci se jedná.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce **B - velmi dobře**

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.

Formální a grafická úroveň práce je velmi dobrá, obrázky jsou graficky výborně provedené, grafy čitelné a správně popsané.

Jazyková úroveň stěžuje čtení textu, věty často neobsahují sloveso, jsou užity hovorové výrazy (Fotka – str. 41).

Pokud je uváděn návrh součásti formou technického výkresu včetně razítka (příloha B-1), je nutné razítko alespoň minimálně vyplnit (autor, společnost, měřítko, materiál dílu). Pokud se jedná o zkušební etalon, je potřeba předepsat výrobní tolerance přípravku.

Výběr zdrojů, korektnost citací **B - velmi dobře**
Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.
Vybrané zdroje jsou vhodné, použité zdroje jsou formálně citovány podle zvyklostí. U často citovaného zdroje [21] není uveden autor, ačkoliv se jedná o bakalářskou práci autora diskutované práce diplomové. Zde je také často citace tak stručná, že pro pochopení textu je nutné tento zdroj nastudovat.

Další komentáře a hodnocení
Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.
Vložte komentář (nepovinné hodnocení).

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Z předložené práce je zřejmé, že posluchač vykonal značné množství práce, kterou však bohužel v textu objasnil jen částečně, což zbytečně výsledný dojem kazí.

Prosím, aby při obhajobě byly prodiskutovány zejména tyto otázky:

1. V čem spočívá novost řízení robotu pomocí poddajné zpětné vazby v této práci oproti přístupu použitém v rámci bakalářské práce (zdroj [21])? Co způsobilo citované řádové zlepšení sledování trajektorie?
2. Jak byly při realizaci kompenzovány chyby určení vnějších sil, určovaných řídicím systémem robotu (graf 3.5)?
3. Jak je zajištěno dodržení zvolené vzorkovací periody, když probíhá síťová komunikace po společné síti Ethernet pomocí UDP protokolu?
4. Rekonstrukce vnějších sil, působících na robota řídicím systémem robota byla kontrolována silovým sensorem Sauter FC 500. Jak byla zajištěna časová synchronizace porovnávaných signálů se sensoru Sauter a řídicího systému robotu?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře.**

Datum: 18.6.2020 Ing. Pavel Steinbauer, Ph.D.