ČVUT
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

# POSUDEK VEDOUCÍHO ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

| | |
|---|---|
| Název práce: | Locomotion Control of Hexapod Walking Robot with Four Degrees of Freedom per Leg / Řízení pohybu šestinohého kráčejícího robotu se čtyřmi řiditelnými stupni volnosti na nohu |
| Jméno autora: | Martin Zoula |
| Typ práce: | bakalářská |
| Fakulta/ústav: | Fakulta elektrotechnická (FEL) |
| Katedra/ústav: | Katedra řídicí techniky |
| Vedoucí práce: | Doc. Ing. Jan Faigl, Ph.D. a Ing. Petr Čížek |
| Pracoviště vedoucího práce: | Katedra počítačů |

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

**Zadání** — mimořádně náročné

*Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.*

Cílem práce je rozšíření kinematických schopností šestinohého kráčejícího robotu, používaného v rámci výzkumných aktivit Laboratoře výpočetní robotiky, a to rozšířením morfologie robotu o jeden stupeň volnosti na každou nohu. Součástí zadání práce je také nasazení algoritmu detekce došlapu na základě poziční zpětné vazby použitých servomotorů. Vzhledem k nutnosti nastudování problematiky návrhu mechanické konstrukce kráčejících robotů, technologie 3D modelování a 3D tisku a v neposlední řadě i principu adaptivní detekce došlapu, považujeme zadání práce za mimořádně náročné.

**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.*

Z původního záměru pouhého přepracování mechanického návrhu nohy robotu vznikl prototyp úplně nového kráčejícího robotu, který svými parametry významně překonává původní konstrukci i mnohé ve světě používané výzkumné platformy. Student v práci odvodil řešení přímé i inverzní kinematické úlohy a stanovil pracovní prostor jednotlivých nohou robotu tak, aby nedocházelo ke kolizím při pohybu. Dále experimentálně ověřil schopnost robotu detekovat došlapy v nerovném terénu a také potvrdil, že jím navržená konstrukce umožňuje lepší rozklad sil při pohybu po šikmém terénu. Zadání proto považujeme za bezezbytku splněné.

**Aktivita a samostatnost při zpracování práce** — A - výborně

*Posuďte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven. Posuďte schopnost studenta samostatné tvůrčí práce.*

Během řešení bakalářské práce student pracoval samostatně a spolupráce s ním byla příkladná. K zadanému tématu přistupoval velmi zodpovědně a invenčně.

**Odborná úroveň** — A - výborně

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

Návrh nového robotu i jeho řídicího algoritmu vychází z obsáhlé rešerše současných existujících vícenohých kráčejících robotů. Dále je za každým rozhodnutím v rámci mechanického návrhu důkladná kvalitativní a kvantitativní analýza včetně diskuze referenčních řešení popsaných v literatuře. Návrh algoritmu adaptivní chůze i rozložení hmotnosti při pohybu po šikmého terénu je rovněž inspirován existujícími přístupy současného stavu poznání. Proto považujeme odbornou úroveň bakalářské práce za vysoce nadstandardní.

| Formální a jazyková úroveň, rozsah práce | A - výborně |
|---|---|
| *Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.* | |
| Text práce je dobře strukturovaný a snadno čitelný. Práce je doplněna vhodnými ilustracemi a grafy, které podporují vysvětlení a zdůvodnění dílčích návrhových rozhodnutí. Rozsah práce odpovídá standardu bakalářské práce řešitelského pracoviště. | |

| Výběr zdrojů, korektnost citací | A - výborně |
|---|---|
| *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.* | |
| Práce obsahuje rozsáhlou rešerši současných vícenohých robotických platforem. Vlastní navržené řešení vychází z existujících citovaných přístupů, které vhodně rozšiřuje. Všechny relevantní zdroje jsou řádně citovány. | |

| 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.* |
| K řešení bakalářského projektu přistupoval student velmi zodpovědně a navržené inovativní řešení vychází ze získaných zkušeností s používáním šestinohých kráčejících robotů v Laboratoři výpočetní robotiky a řeší většinu slabých míst původní robotické platformy laboratoře. Experimentálně ověřené vlastnosti v práci navrženého robotu dále podporují jeho význam a výhody. Proto je uvažováno, že v práci realizovaný prototyp šestinohého kráčejícího robotu bude tvořit základ nových robotických platforem laboratoře. |

## III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení.*

V rámci řešení bakalářské práce projevil Martin Zoula vysokou míru samostatnosti a invenčního přístupu. Z původního záměru přepracování mechanického návrhu nohy robotu tak vznikl prototyp úplně nové šestinohé kráčející platformy, která svými parametry může směle konkurovat ve světě používaným výzkumným šestinohých kráčejících robotů. Kombinace nového návrhu robotu spolu s řízením robotu se čtyřmi stupni volnosti na nohu významně zlepšuje pohybové schopnosti robotu, což student dokládá výsledky z reálných experimentů. Student tak v rámci řešení bakalářské práce demonstroval schopnost nejen samostatného nastudování problematiky, ale také tvůrčího přístupu a schopnosti ověřit a realizovat navržená řešení, včetně srozumitelné prezentace dosažených výsledků ve vlastním textu bakalářské práce.

Předloženou závěrečnou práci hodnotíme klasifikačním stupněm **A - výborně.**

Datum: 9.6.2019 Podpis: