

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

| | |
|------------------------------------|---|
| Název práce: | Autonomní systém sbírání součástek pomocí kamery na rameni průmyslového robota |
| Jméno autora: | Martin Mikšík |
| Typ práce: | bakalářská |
| Fakulta/ústav: | Fakulta elektrotechnická (FEL) |
| Katedra/ústav: | Katedra řídicí techniky |
| Vedoucí práce: | Ing. Pavel Burget, PhD. |
| Pracoviště vedoucího práce: | Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky |

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

| | |
|--|--------------------------|
| Zadání | mimořádně náročné |
| <i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i> | |
| Zadání samo o sobě je dost náročné. Během řešení práce jsme však zadání na návrh Martina Mikšíka rozšířili tak, že vznikne obecný software pro kalibraci robota, který bude zcela nezávislý na použitém robotu a robotickém kontroleru. Při kalibraci navíc nebude nutné znát geometrický model uchycení kamery a jejího umístění vůči přírubě robota. To přidalo další stupeň náročnosti, a proto hodnotím zadání jako mimořádně náročné. | |

| | |
|--|----------------|
| Splnění zadání | splněno |
| <i>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.</i> | |
| Zadání bylo splněno bez výhrad. | |

| | |
|---|--------------------|
| Aktivita a samostatnost při zpracování práce | A - výborně |
| <i>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 samostatně tvůrčí práce.</i> | |
| Martin Mikšík byl velmi aktivní během celé práce, přicházel s řadou nápadů, které přidávaly do zadání další složitost, ale na druhou stranu směřovaly k tomu, aby na konci vznikl výsledek, který je velmi neobvyklý svým rozsahem a stupněm dotazování. Velmi důležitý aspekt je také ten, že robotické pracoviště, na kterém Martin pracoval, je součástí poměrně rozsáhlého projektu řízení flexibilní výrobní linky, jejíž zprovoznění Martin na rámec původního zadání koordinoval. Zde se projevil jako výborný týmový hráč se strukturovaným myšlením a jasnou vizí cíle, kterého chce dosáhnout. Velmi oceňuji jeho snahu o dosažení kvalitního výsledku nejen své práce, ale i celku, do něžž byl se svou prací zapojen. | |

| | |
|---|--------------------|
| Odborná úroveň | A - výborně |
| <i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i> | |
| Práce je mimořádná nejen svým rozsahem, ale i kvalitou provedení a odbornou úrovní. Nepokrývá pouze oblast kalibrace robota, ale celkovou integraci robotického pracoviště do výrobní linky včetně napojení na nadřazený systém řízení výroby. Kromě toho vytvořil aplikaci pro testování robotického pracoviště nezávisle na nadřazeném systému. Za pozornost stojí zpracování samotné kalibrace, které je věnována samostatná kapitola. Ta začíná velmi dobrým popisem teorie a následně popisem implementace intrinzičké i extrenzičké kalibrace. Autor prokazuje systematický přístup, kdy navržené řešení ověřuje ještě další nezávislou metodou, aby potvrdil, že zvolená metoda je správná. Při testech se ukázalo, že přesnost lokalizace dílů kalibrovaného systému je lepší než 1 mm, což je velice dobrý výsledek. Pro ověřování doplnil autor pracoviště další pevně usazenou kamerou, kterou použil k měření přesnosti umístění uchopeného dílu na podložku. Na závěr musím ještě znovu zdůraznit komplexnost a systematickosti celého řešení, především s ohledem na vytvořené testovací nástroje a integraci celého robotického pracoviště do nadřazeného systému. | |

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

A - výborně

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

Svým rozsahem práce vybočuje nad běžné bakalářské práce. Je kvalitně a přehledně zpracována, angličtina je na výborné úrovni. Mimořádná je práce i tím, že je velmi „čtivá“.

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

Vyjáďte 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.

Použité zdroje jsou v práci dobře uvedeny a citovány.

Další komentáře a hodnocení

Vyjáďte 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.

Martin Mikšík odeslal článek zabývající se klíčovou částí své bakalářské práce, tj. intrinzickou a extrinzickou kalibrací robota, na prestižní konferenci IEEE IROS. Výsledky recenzního řízení zatím nejsou známy, ale už samotný fakt, že již přibližně v polovině semestru měl bakalářskou práci natolik rozpracovanou, aby mohl napsat a odeslat kvalitní článek, ukazuje mimořádnou kvalitu této práce. I kdyby článek přijat nebyl, přesto bude zpětná vazba od recenzentů cenná pro budoucí pokračování v tomto tématu.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

Jedná se o výjimečnou práci jednak, co se týká šíře záběru, ale také co se týká pracovního nasazení, samostatnosti a vlastní autorovy iniciativy, aby dosáhl co nejlepšího výsledku, který bude prakticky uplatnitelný. To se mu podařilo beze zbytku. Vytvořená aplikace byla úspěšně nasazena na robotickém pracovišti, které jsou součástí flexibilní výrobní linky v Testbedu pro Průmysl 4.0 a úspěšně provozováno při několika příležitostech. Vrcholem bylo zapojení pracoviště do komplexní výroby, která zahrnovala i další robotické linky. S tím souvisí i to, že Martin Mikšík musel koordinovat práci s dalšími týmy a z velké části i díky jeho úsilí, které šlo nad rámec předkládané práce, se podařilo všechny zapojené týmy zkoordinovat a robotické buňky propojit do výrobního celku. Vytvořené robotické pracoviště a na něm běžící vytvořená aplikace jsou velmi zdařilé a celkový výsledek výrazně převyšuje kvalitu běžných bakalářských prací, dokonce i řady diplomových prací. Proto navrhuji tuto práci na cenu děkana za nejlepší bakalářskou práci.

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

Datum: 20.6.2022

Podpis: