

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Řízení robotického LMD-w procesu pro dosažení požadované velikosti struktur
Jméno autora:	Matouš Celba
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav výrobních strojů a zařízení (U12135)
Oponent práce:	Do. Ing. Stanislav Němeček, PhD.
Pracoviště oponenta práce:	Západočeská univerzita v Plzni, FST KMM

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Téma řízení robotického procesu svařování a navařování je velmi aktuální a řešené na mnoha mezinárodních pracovištích. Obecně je obtížnost řízení dána jak procesními parametry, tak samotnou technologií. Práce procesní parametry navařování neřeší a přebírá je na základě předchozích studií pracoviště. Věnuje se vybraným technologickým parametrům, zaměřuje se zejména na korekci relativní změny rychlosti pohybu robota při změně trajektorie a na korekci rychlosti podávání drátu v rámci zpětnovazební smyčky. Protože student v úvodu práce popsal také další technologie (WAAM, elektronový paprsek, navařování práškem...), bylo by i u nich vhodné popsat, jak je v těchto případech řízena a korigována rovnoměrnost navařované vrstvy.</p>	

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>	
<p>Zadání definované v úvodu DP je poměrně stručné a obecně zadané. Experimentální část má řešit proces nerovnoměrnosti výšky navařování a zavedení zpětnovazební smyčky pro zrovnoměnění výšky návaru. V provedených experimentech byl ověřen vliv změny rychlosti pohybu robota v závislosti na změně trajektorie a také byla řešena problematika regulace rychlosti podávaného drátu. Na základě naměřených dat byly navrženy kompenzační mechanismy, byl upraven NC program a výsledek byl ověřen na vzorcích vytištěných LMD-w metodou. Považuji tedy zadání za splněné.</p>	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Na základě úvodní rešerše si student zvolil pro regulaci procesu navařování relativní rychlost pohybu robota a rychlost podávání drátu. Vhodně otestoval rovnoměrnost pohybu robota po zvolené dráze i způsob měření rychlosti podávání drátu. Dle zjištěných odchylek od skutečnosti navrhl korekci příslušných parametrů a upravil řídicí program. Zvolená geometrie zkušebního vzorku zahrnuje různé úhly změny směru a s tím spojené změny relativní rychlosti. Zjištěné odchylky kompenzoval a změny ověřil praktickou zkouškou. Pro daný vzorek a tvar dosáhl uspokojivých výsledků. Trochu mi chybí alespoň úvaha nebo diskuse o tom, zda bude výsledné řešení fungovat také na jiné typy materiálů, případně pro jiné geometrie (např. rádiusy). Výsledky byly ověřeny také pouze na jediném vzorku (resp. 3 vzorcích s různými typy korekce). Považoval bych za vhodné prověřit opakovatelnost procesu.</p>	

Odborná úroveň	B - velmi dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	

Student prokázal dobrou orientaci v oboru, přehled v současném stavu poznání. Dokázal využít studijních znalostí pro vyřešení zadaného inženýrského problému. Odborná úroveň práce je velmi dobrá a srovnatelná s úrovní jiných prací, které jsem měl možnost prostudovat.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

A - výborně

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

Předložená práce je v anglickém jazyce. Používá přesných odborných výrazů, text je přehledný a srozumitelný. Velmi málo překlepů svědčí o důkladné korektuře textu. Pomineme-li zadání, literaturu a seznamy, je práce tvořena 52 stranami textu, což odpovídá požadavkům na DP. Každý výsledek je dostatečně diskutován, experimentální postup je logicky zdůvodněn. Grafická úprava je dobrá s výjimkou nečitelnosti popisků některých obrázků (např. 8-12, 9-10), což ale může být způsobeno kompresí do formátu pdf. Graf 3D na obr. 8-7 je nepřehledný a málo vypovídající. Celkový rozsah diplomové práce je odpovídající. První dvě kapitoly (Introduction a Objective) jsou až příliš stručné a obecné, z čehož pramení i obtížné hodnocení úplného splnění zadání. K diskusi je také možná nadbytečnost popisu ostatních aditivních metod v 5. kapitole (PBF, WAAM, navařování práškem nebo elektronovým paprskem), neboť pro tyto technologie pravděpodobně nepůjdou využít výsledky předkládané DP. Trochu nepřehledné a nečitelné jsou parametry přípravy vzorků A, B, C a jejich vzájemná odlišnost při navařování 20 vrstev na obr. 9-10. Naopak kladně hodnotím rešerši stávajících existujících systémů pro zpětnovazební korekci, jako je teplota tavné lázně a další uvedené alternativy.

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 se odkazuje na 104 položek výhradně zahraničních odkazů. Většina odkazů byla publikována v posledním desetiletí, což je s ohledem na rychlý vývoj v oblastech robotiky, aditivní výroby a řízení správné. Tím považují rešerši a uvedené zdroje jsou relevantní, zapadají do tématu diplomové práce, v textu jsou správně a citovány. Pouze u rovnic 9.1 a 9.2 není zřejmé, zda je vytvořil autor nebo zda jsou převzaté. Seznam literatury je v souladu s normovanými standardy. Lze dobře rozeznat vlastní výsledky od dat převzatých z literatury.

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.

-

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

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

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Práci doporučuji k obhajobě. Prosím o stručné zodpovězení následujících dotazů:

- 1) Pokud by byl proces řízen kontrolou teploty tavné lázně nebo její geometrií, jakou roli bude hrát rychlost navařování, teplota tání dané slitiny nebo další vstupní parametry? Co se stane v případě zastavení nebo zpomalení pohybu a udržování konstantní teploty tavné lázně?
- 2) Jak se navržený systém chová v krajních bodech na začátku a konci navařování (kdy také není pohyb robotu rovnoměrný) nebo pokud se nejedná o uzavřený objekt?
- 3) Bude navržený systém fungovat v případě, kdy změním materiál a s ním i procesní parametry? Tedy např. když změním rychlost $8,3\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$?

Datum: 23.1.2024

Podpis:

