

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Automated control of adjustable mechanical elements of counting machines using LEGO Mindstorms components
Jméno autora:	Sára Strakošová
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky
Oponent práce:	Ing. Petr Novák, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	ČVUT v Praze – CIIRC, oddělení Inteligentní systémy pro průmysl

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Cílem diplomové práce je návrh a ukázková realizace systému automatických škrabek počítacích vibračních bubnů. Jedná se o poměrně komplexní mechatronická zařízení s řadou omezujících podmínek. Zadání práce počítá s mechanickým i softwarovým řešením celého problému, včetně integrace s nadřazeným řídicím systémem. Vzhledem k požadavkům na využití kreativně zaměřené stavebnice LEGO Mindstorms na úrovni mechaniky a nejnižší automatizace a naproti tomu striktně průmyslově orientovanému protokolu OPC UA na vyšší úrovni integrace, zadání práce vyžaduje široké portfolio technologických znalostí, schopnosti komplexního návrhu i v neposlední řadě technické improvizace. Celkově hodnotím zadání jako náročnější, s potenciálně velkým množstvím slepých uliček při realizaci.</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>Předložená diplomová práce splňuje zadání ve všech bodech. Ačkoli autorka Sára Strakošová v závěru práce konstatuje, že její řešení nedosahuje přesnosti referenčního řešení (které ovšem využívá etablované průmyslové komponenty a nikoli komponenty LEGO Mindstorms jako tato diplomová práce), horší přesnost navrženého řešení nevnímám jako zásadní, naopak jako očekávanou vlastnost. Požadavek na přesnost výsledného řešení navíc nebyl v zadání obsažen. Zadání práce vnímám jako tvorbu demonstračního řešení spíše než průmyslového prototypu. Toho bylo dosaženo, a celkově tak hodnotím zadání jako splněné bez výhrad.</p>	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Úloha je komplexní, níže je rozebrána a diskutována po jednotlivých inženýrských disciplínách. Navržená mechanická část předloženého řešení využívá servomotory Lego Mindstorms, pro které studentka Sára Strakošová navrhla a na 3D tiskárně vytiskla příruby, redukce a další nosné prvky pro uchycení a spasování Lego Technic a Mindstorms elementů a stávajících průmyslových prvků. Uchycení Lego servomotorů hodnotím jako výborné, domečky pro ložiska jako dobré, mám ale drobné výhrady k tištěné osičce, která je vzhledem ke své pružnosti úzkým místem. Uvítal bych tisk osy z jiného materiálu, výrobu z kovu, nebo jiný návrh této součásti tak, aby nebyla negativně ovlivněna výsledná přesnost. Realizovaná softwarová část implementuje komunikační rozhraní s řídicí jednotkou Lego Mindstorms, vhodně kombinující komunikaci po sériové sběrnici a jazyk Python tím způsobem, že jsou příkazy v jazyce Python posílány po této sběrnici. Toto řešení je funkční, spolehlivé a správné. Z mého úhlu pohledu vyžaduje toto řešení pokročilejší znalosti programování a oceňuji, že to studentka zvládla. Implementovaná integrační vrstva pro komunikaci s nadřazeným řídicím systémem je postavena, v souladu se zadáním, na protokolu OPC UA a umožňuje obousměrnou komunikaci zejména pro nastavování žádaných hodnot poloh škrabek i vyčítání aktuálních pozic. Pokud se vertikální škrabka pohybuje směrem dolů, navržená elektrická část navíc zajišťuje foukání vzduchu přes elektropneumatický ventil. Zároveň pro obě škrabky platí, že nejsou-li v pohybu, jsou zabrzděny vzduchovými brzdami, rovněž ovládanými přes elektropneumatický ventil.</p>	

Velmi pozitivně hodnotím to, že se studentka dokázala vypořádat s takto širokým záběrem technologií. Navržený postup řešení vedl k vytvoření spolehlivě fungujícího mechatronického systému a postup hodnotím jako správný.

Odborná úroveň

B - velmi dobře

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

Práce je podle mého názoru po technické stránce na velmi dobré úrovni. Studentka dokázala zkombinovat v jeden funkční celek heterogenní technologie, jak je uvedeno výše. Studentka ve své práci prokázala schopnost rychlého prototypování s využitím CAD a 3D tisku. Rovněž prokázala osvojení si principů návrhu mechatronických systémů se vzájemným provázáním a ovlivněním jednotlivých inženýrských disciplín. Vzhledem k charakteru problému se nejedná o klasickou úlohu regulace servomotoru na polohu, ale regulaci na polohu se zohledněním vůle pro oddělení motorů od vibrací počítačícího stroje, viz str. 44, což je úloha obtížnější, ale v tomto případě obtížná zejména kvůli nutné kombinaci a integraci mnoha vrstev automatizace. Silnou stránkou této diplomové práce je to, že řešení integruje značné množství technologií i přístupů v jeden celek. V neposlední řadě tato diplomová práce prokazuje, že studentka dokázala převést teoretické znalosti z přednášek i praktické dovednosti z cvičení do technické praxe. Celkově hodnotím odbornou úroveň práce jako velmi dobrou.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

D - uspokojivě

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

Ačkoli hodnotím technické řešení diplomové práce jako velmi dobré, zdá se mi, že formální stránku práce řešila studentka až v druhé řadě. Formální stránka práce, podle mého názoru, nedosahuje kvalit jako technická část.

Práce je napsána v anglickém jazyce, který je obecně na dobré úrovni. Našel jsem ale drobné gramatické chyby typu chybějící členy, zavádějící či chybný překlad některých termínů (např. v závěru „overwhelmed“ namísto běžnějšího „overloaded“). Práce obsahuje drobné typografické chyby, např. zalomení řádku v rámci sousloví OPC UA (tzn. OPC a na nové řádce UA, viz Abstract), nebo neurčitý člen "a" na konci řádku.

V textové části (popř. v příloze) postrádám kótovanou výkresovou dokumentaci navržených 3D dílů.

Pro pochopení detailů automatizačního kódu běžícího v jazyce Python jsem musel projít Python kód v příloze, protože tento kód není, podle mého názoru, v textové části práce popsán dostatečně srozumitelně.

Na základě výše uvedeného hodnotím formální úroveň jako uspokojivou.

Výběr zdrojů, korektnost citací

C - dobře

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posudte, 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 využívá adekvátní množství zdrojů správným způsobem. Převzaté informace jsou řádně odlišeny od vlastních výsledků. Tato práce je specifická tím, že se týká stroje jednoho konkrétního provozovatele a vylepšuje ho poměrně neobvyklým způsobem, což znamená, že není možné se běžným způsobem opírat o obdobná řešení v literatuře, protože jednoduše neexistují. V tomto smyslu si myslím, že studentka využila všechny relevantní zdroje.

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.

Studentka v diplomové práci dosáhla řešení požadovaného v zadání, prokázala technický cit při řešení nejrůznějších aspektů mechatronických systémů a vytvořila zajímavý demonstrátor vibračního počítačícího stroje využívajícího Lego Mindstorms komponenty pro automatické nastavování škrabek. Celkový výsledek dle mého názoru splňuje požadavky kladené na diplomové práce. Ačkoli je technické řešení komplexní a jeho tvorba byla nepochybně velmi náročná, po formální stránce vykazuje textová část práce drobné nedostatky.

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.

Tato diplomová práce splnila obtížnější zadání a navržený mechatronický systém demonstruje, že je možné průmyslové krokové motory nahradit Lego servomotory a spolehlivě s nimi nastavovat škrabky. Navržené řešení vykazuje horší přesnost oproti průmyslovým komponentám, což je vzhledem k charakteru Lego servomotoru jako hračky do jisté míry očekávaná vlastnost. Studentka zjevně věnovala značné úsilí technickému řešení práce, které je velmi dobré a vzhledem k množství technologií a přístupů nutně muselo být časově náročné. Naproti tomu se domnívám, že textová část by měla být detailnější a více dotažená.

K diplomové práci mám následující otázku:

Bylo by možné zpřesnit navržené automatické nastavování škrabek a pokud ano, jakým způsobem?

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

Datum: 29.8.2022

Podpis: Petr Novák