

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Modelování inerciální měřicí jednotky
Jméno autora:	David Česenek
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra řídicí techniky
Oponent práce:	Ing. Petr Čížek
Pracoviště oponenta práce:	Katedra počítačů

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Práce se zabývá věrnému modelování inerciální jednotky (IMU) v realistickém robotickém simulátoru. Práce zahrnuje jak obsáhlou rešerši literatury technických řešení inerciálních jednotek i robotických simulátorů, implementaci modelu IMU a ověření věrohodnosti simulace, tak i reálné experimentální nasazení. Vzhledem k tomu považuji zadání práce za náročné.	

<b>Splnění zadání</b>	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>	
Student splnil všechny body zadání.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	částečně vhodný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>V rámci teoretické části práce student vypracoval relativně rozsáhlou rešerši existujících principů inerciálních senzorů, měření jejich technických parametrů, včetně nejdůležitějšího parametru šumové charakteristiky a porovnání dnes nejrozšířenějších realistických robotických simulátorů. Z textu práce je zřejmé, že student získal dobrý přehled v dané problematice, na jehož základě vybral (s ohledem na zadání práce) vhodný robotický simulátor a v něm vytvořil model inerciální jednotky (IMU). V rámci věrohodnosti simulace jsou nejdůležitějším parametrem IMU její šumové vlastnosti. Pro jejich simulaci student využil dva již existující simulační modely, u nichž řešil jejich parametrizaci pro získání co nejvěrnějších výsledků.</p> <p>Práce je motivována průmyslovým projektem ve kterém je IMU nasazena na mobilním robotu. Z tohoto nasazení vzniklo několik referenčních datových sad, které jsou použity pro experimentální ověření věrohodnosti simulace IMU jednotky.</p> <p>Bohužel, tento krok považuji při řešení zadané úlohy za nevhodný, protože zanáší do porovnání další komponenty, kterými jsou simulace robotu a jeho řídicího algoritmu. Ostatně, z textu práce je patrné, že student vynaložil nemalé úsilí na ladění simulace robotu a jeho řízení, aby byl schopen zreplikovat dodané experimenty v simulátoru, ačkoli toto vůbec není a nebylo zadáním práce. Student přitom neměl k dispozici danou robotickou platformu, ani implementaci jejího řídicího algoritmu. Na druhou stranu měl ale k dispozici IMU senzor, na kterém také velmi vhodně naměřil a zanalyzoval jeho šumové vlastnosti. Logickým krokem je potom simulace samostatné jednotky a analýza jejích šumových vlastností v přesně definovaných experimentech, ve kterých se ladí jen jediná komponenta, neboť cílem je věrohodnost simulace právě této jediné komponenty.</p> <p>Výsledkem práce je tedy konstatování, že jedna z dostupných testovaných implementací je nejspíše vhodnější, než ta druhá, ačkoli toto je zřejmé už z její dokumentace. Namísto implementace dalších metod modelování IMU, hledání jejich vhodné parametrizace (jinak než pouhým nástřelem hodnot), a porovnávání šumových vlastností tak student pállil zbytečně čas implementací navigační metody pro simulovaný robot.</p>	

<b>Odborná úroveň</b>	C - dobře
<i>Posudte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Z textu práce je patrné, že student se s danou problematikou seznámil velmi důkladně. Hlavní kritika je ke zvolenému způsobu ověření vlastností simulované IMU jednotky.	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	B - velmi dobře
<i>Posudte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posudte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Text práce je dobře strukturovaný a je vhodně doplněn ilustracemi a grafy. Výtku bych měl k matematickému formalizmu a vzorcům (např: vzorec 3.6, formalismus značení jednotek ARW a VRW, vzorec 4.4, apod.) Úroveň anglického jazyka je dobrá, s malým množstvím překlepů. Rozsah práce odpovídá mému očekávání diplomové práce.	

<b>Výběr zdrojů, korektnost citací</b>	B - velmi dobře
<i>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.</i>	
Student řádně cituje použitou literaturu. Text pracuje s relevantními zdroji. Vytknul bych, že citace [18] a [20] jsou nekompletní a jednotlivé citace jsou formálně nekonzistentní (opakující se údaje, velká malá písmena, některé citace mají DOI, jiné ne, 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.*

Z textu práce je patrné, že student danou problematiku nastudoval a porozuměl jí, což dokumentuje hlavně v teoretické části práce. Bohužel vzhledem k nevhodně zvolené metodě ověření věnoval student nemalé úsilí do řešení problémů, které nesouvisí s hlavním tématem práce. Práce tedy v experimentální části reportuje pouze výsledek porovnání dvou standardních modelů IMU jednotek. Výsledek tohoto porovnání je ale naprosto očekávaný vzhledem k rozdílu v komplexnosti jednotlivých modelů. Práce ale bohužel již dále nejde za toto konstatování. Nepředkládá tedy ani metodologii modelování IMU jednotky, ani konkrétní parametrizaci věrohodného modelu.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm .

#### Otázky k obhajobě

- 1) Stručně vysvětlete rozdíl mezi „Inertial Measurement Unit“ (IMU) a „Attitude Heading Reference Sensor“ (AHRS). Z jakého důvodu se při experimentech s modulem Bosch BNO055 nepoužívá integrovaný magnetometr, který by nejspíše vylepšil experimentální výsledky?
- 2) Jakým způsobem byste navrhl experiment, který by testoval pouze věrohodnost modelu IMU jednotky, a jaké kvantitativní výsledky by se v něm měli porovnávat?

Datum:

Podpis: