

**Posudok habilitačnej práce**  
**Ing. Katarína Draganová, PhD., ING-PAED IGIP : Testing**  
**and Calibration of Inertial Sensors**

Habilitačná práca Ing. K. Draganovej, PhD. ING-PAED IGIP sa zaoberá inerciálnymi senzormi a ich základnými vlastnosťami a chybami s dôrazom na aditívne a multiplikatívne chyby a chyby ortogonalita a linearity. V habilitačnej práci sa habilitantka zamerala na testovacie a kalibračné metódy inerciálnych sensorov ako sú akcelerometre a magnetometre, ktoré sa stávajú súčasťou nášho každodenného života a možno ich nájsť nielen v inerciálnych navigačných systémoch lietadiel, ale tiež v nepilotovaných lietajúcich prostriedkoch, autách alebo v mobilných telefónoch. Vzhľadom na to, konštatujem, že téma habilitačnej práce je aktuálna a moderná. Otázka kalibrácie je aktuálnym vedeckým problémom mnohých vedeckých tímov na univerzitách ale je aj predmetom výskumu vo firmách, ktoré sa zaoberajú návrhom a výrobou sensorov, pretože s vývojom MEMS technológie s každým návrhom nového senzora je spojený aj vývoj testovacích a kalibračných metódik.

Habilitačná práca je pomerne rozsiahla, má 145 strán. Ako vyplýva z názvu práce je napísaná v anglickom jazyku. Je rozčlenená do piatich kapitol.

V prvej kapitole je urobený stručný výstižný prehľad charakteristík sensorov, ktoré sú potrebné pre ich presné a adekvátne meranie. V tejto kapitole s názvom Sensorové charakteristiky využila habilitantka svoje skúsenosti z viacročnej práce na pozícii vedeckého pracovníka na LF TUKE . Ing. Katarína Draganová, PhD., ING-PAED IGIP sa vo vedeckej oblasti zaoberala matematickým modelovaním a simuláciami sensorov a procesov, metódami testovania a kalibrácie vektorových inerciálnych sensorov od jednozložkového po úplný trojzložkový multisenzor. K vybraným metódam navrhovala experimentálne pracoviská a vykonávala syntézu meracieho reťazca. Pre získanie výsledkov na báze týchto matematických modelov riešila systém zberu a najmä spracovania a vyhodnocovania rozsiahlych dátových súborov. Na základe analýzy výsledkov meraní navrhla zaujímavé a informačne bohaté spôsoby grafických zobrazení postupov a výsledkov testovania.

V druhej kapitole sa habilitantka venovala metódam testovania a kalibrácie inerciálnych sensorov. Pri tvorbe jej obsahu mohla pritom vychádzať minimálne z desiatich publikácií zaoberajúcich sa touto problematikou publikovaných na

vedeckých konferenciách a vedeckých časopisoch [117-119], [125-126], [131-136], pri ktorých bola členkou autorského kolektívu. Dosiahnuté vedecké výsledky v oblasti testovania a kalibrácie sú podané spôsobom vhodným pre prípravu odbornej verejnosti ako aj pre študentov aby mohli rýchlo preniknúť do odbornej a vedeckej oblasti testovania a kalibrácie senzorov a rýchlejšie pochopiť a osvojiť si základy nevyhnutné pre ďalšie napredovanie v tejto perspektívnej problematike.

Pri písaní 3. kapitoly s názvom Statické kalibračné metódy a rozsahom 45 strán vychádzala habilitantka z pôvodných vedeckých prác vedeckého tímu pracovníkov Katedry leteckej technickej prípravy, LF TUKE, kde bola prvým autorom resp. spoluautorom. Táto kapitola predstavuje jadro habilitačnej práce a reprezentuje dosiahnuté vedecké výsledky, ktoré možno považovať za vynikajúce nielen rámci SR ale v mnohých smeroch aj vo svetovom meradle. Podľa špecifickej oblasti dosiahnutých výsledkov rozdelila habilitantka 3.kapitolu do piatich podkapitol so samostatnými hodnoteniami dosiahnutých výsledkov. Obsahy podkapitol sú takmer identické a tvoria ich časti: Teória, Modelovanie a simulácia, Experimenty a výsledky, Záver. Habilitantka zvládla prezentáciu dosiahnutých výsledkov na výbornej úrovni. Preukázala, že má veľmi dobrý prehľad v uvedenej problematike a tiež schopnosť realizovať transfér vedeckých poznatkov do pedagogického procesu. Dosiahnuté výsledky boli publikované v [117-119], [122-126], [131-136].

V 4. kapitole sa habilitantka zaoberala analýzou šumu zotrvačných senzorov na základe spektrálnej hustoty výkonu vo frekvenčnej oblasti a Allanovým rozptylom v časovej oblasti, ktorý sa dá účinne použiť na určenie typu šumu nielen pre akcelerometre a gyroskopy, ale aj pre magnetometre. Okrem toho na odhalenie nestacionárnych procesov bola analyzovaná metodika využívajúca dynamickú Allanovu varianciu. Verifikácia metodiky bola preukázaná modelovaním a simuláciami a tiež experimentálnymi meraniami. Obsah tejto kapitoly korešponduje s obsahom publikovaných výsledkov v citovaných prameňoch [167] a [169].

V poslednej 5. kapitole sa autorka habilitačnej práce venovala teórií a meracím postupom pre určenie teplotnej závislosti sensorových charakteristík a pre určenie teplotnej závislosti šumových charakteristík. Dosiahnuté výsledky z tejto oblasti boli publikované v citovaných publikáciách [170-171].

K predloženej habilitačnej práci nemám pripomienky. Možno by však bolo vhodné, keby habilitantka uviedla dôvody, pre ktoré sa rozhodla napísať svoju habilitačnú prácu v anglickom jazyku. Chcel by som zároveň vyjadriť svoje presvedčenie, že bola by škoda keby publikácia s rovnakým alebo podobným obsahom nebola napísaná aj v slovenskom jazyku, vzhľadom na jej využitie na testovanie a kalibráciu aj iných senzorov ako tých, ktorým sa venovala vo svojej habilitačnej práci habilitantka.

Predložená habilitačná práca predstavuje vedecký prínos v oblasti testovania a kalibrácie inerciálnych senzorov. Konkrétny vedecký prínos spočíva v troch navrhnutých metódach : statická kalibrácia senzorov- multipozičný statický test, kalibrácia založená na báze spektrálne analýzy a kalibrácia využívajúca neurónové siete. Publikačnú činnosť habilitantky považujem za nadpriemernú

Pedagogickým prínosom predloženej habilitačnej práce je výborný prehľad súčasného stavu v oblasti testovania a kalibrácie inerciálnych senzorov, ktorý môže byť použitý v prednáškach z viacerých predmetov študijných programov zabezpečovaných LF TUKE, ale hlavne v laboratórnych meraniach, v ktorých študenti môžu využívať výborne podané metodiky samotného merania charakteristík vybraných senzorov a následnej kalibrácie. Cenným pedagogickým prínosom habilitačnej práce sú prezentované skúsenosti a odkazy na využívanie dostupných bezplatných softvérov Free Mat a QtiPlot.

Ďalej môžem konštatovať, že dosiahnuté vedecké výsledky habilitantky ako členky špičkového výskumného tímu na Katedre leteckej technickej prípravy LF TUKE majú široké využitie v praxi. Ako jeden z príkladov je aj kalibrácia magnetometra na báze neurónovej siete v projekte prvého slovenského satelitu skCUBE.

K predloženej habilitačnej práci mám tieto otázky :

1. Aké sú Vaše poznatky o využití konvolučných neurónových sietí pre kalibráciu magnetometrov?
2. Aké sú Vaše ďalšie výskumné ciele na pozícii vysokoškolského pedagóga?

Predložená habilitačná práca prezentuje problematiku testovania a kalibrácie inerciálnych senzorov na výbornej úrovni a svedčí aj o veľmi dobrých pedagogických schopnostiach habilitantky. Habilitačná práca prináša pôvodné vedecké poznatky a predstavuje cenný príspevok k zvyšovaniu vedomostí v oblasti testovania a kalibrácie inerciálnych senzorov . Habilitantka preukázala, že ovláda vedecké metódy riešenia

náročných problémov z oblasti testovania a kalibrácie inerciálnych senzorov a ovláda moderné metódy návrhu nových meracích a kalibračných metód. Preto na základe hodnotenia predloženej habilitačnej práce a pripojených dokladov odporúčam prijať predloženú habilitačnú prácu na obhajobu a po jej úspešnom obhájení navrhujem udeliť

**Ing. Katarína Draganovej , PhD., ING-PAED IGIP**

**vedecko-pedagogickú hodnosť docent v skratke doc..v študijnom odbore 5.2.13  
Elektronika.**

Košice, 17.1.2018

prof. Ing. Stanislav Marchevský, CSc.  
FEI TU Košice