

## Oponentský posudek na habilitační práci

Název práce: **Asociace dat v multipozičních radarových systémech pro řízení letového provozu**

Habilitant: **Ing. Jan Pidanič, Ph.D.**

Pracoviště: Dopravní fakulta Jana Pernera, Univerzita Pardubice

Obor habilitace: Dopravní prostředky a infrastruktura

Oponent: Prof. Ing. Aleš Prokeš, Ph.D.

Oponentský posudek byl vypracován na základě pověření v dopise předsedy habilitační komise prof. Ing. Jana Leuchtera, Ph.D.

### Obecná charakteristika práce

Předložená habilitační práce prezentuje výběr výzkumných aktivit Ing. Jana Pidaniče, Ph.D. v oblasti zpracování signálů, které poskytují multi-poziční radarové systémy. Práce je velice dobře strukturovaná, obsahuje vhodně řazené kapitoly zaměřené na dílčí oblasti problematiky multipozičních radarových systémů zahrnující úvod do problematiky, stručný teoretický rozbor metod zpracování signálů, analýzu problémů komplikujících vyhodnocení cílů a možnosti jejich eliminace, a to jak z pohledu bistatického radaru, tak i z pohledu multi-bistatického radarového systému určeného pro řízení letového provozu. Stěžejní část práce se věnuje asociaci výsledků měření dílčích bistatických radarů vedoucí ke zlepšení určení polohy jednotlivých cílů v radarovém systému především díky nově vyvinuté metodě označené zkratkou PHD-MAT. Přínos této metody je demonstrován porovnáním výsledků dosažených touto metou s běžně používanou metodou PHDF.

Z pohledu pedagogického nelze práci nic vytknout. Problematika je popisována přehledně, srozumitelně a umožňuje rychlé uvedení do problematiky zpracování signálů v multi-pozičních radarových systémech. Z pohledu vědeckého přináší práce nové přístupy vedoucí ke zlepšení detekce cílů potvrzené řadou simulací. Avšak tento pohled obsahuje několik nedostatků a nejasností (viz dále).

### Aktuálnost tématu

Rozvoj všech druhů letecké dopravy ať už se jedná o osobní nebo dopravní civilní letadla, vojenská letadla, drony a bezpilotní letadla, aerotaxi, letadla s vertikálním vzletem a přistáním (VTOL)), apod. zvyšuje neustále nároky na její plynulost, efektivitu, ekologickou hospodárnost, a především bezpečnost. To vede k vývoji nových spolehlivějších a přesnějších leteckých bezpečnostních systémů, neboť je nutné mít vždy podrobnou, přesnou a věrohodnou informaci o aktuální vzdušné situaci. Z tohoto pohledu se jeví téma habilitační práce zaměřené na zpracování signálů v multi-pozičních radarových systémech jako velmi potřebné a aktuální o čemž svědčí i řada publikací z této oblasti zveřejněných v poslední době.

## **Odborná a obsahová úroveň práce**

Ačkoli práce neobsahuje standardní kapitolu zaměřenou na shrnutí současného stavu poznání v oblasti multi-pozičních radarových systémů, lze odpovídající informace dohledat v několika úvodních kapitolách. Výčet používaných metod asociace dat a vedení cílů však podle mého názoru není kompletní. Chybí například metody založené na teorii her, metodě Monte Carlo a předpokládám, že i do této oblasti už pronikla umělá inteligence.

Následující teoretické rozborů používaných metod jsou přehledné a názorné a svědčí o autorově erudici v oboru. Bohužel ale není zřejmé, jaký je podíl habilitanta na metodě PHD-MAT uvedené v kapitole 7.5.2 a proč není citovaná v seznamu literatury (zřejmě není ani publikovaná), přestože dává výrazně lepší výsledky ve vedení cílů než metoda PHDF. Podobně není znám původ generátoru vstupních dat pro testování algoritmů (kapitola 8.1). Není zřejmé, proč je metoda PHD-MAT porovnávána s metodou PHDF jen v případě globálních scénářů a nikoli v případě lokálních scénářů.

V obsáhlém seznamu literatury jsou jen 4 autorské publikace, z nichž pouze jedna je v časopise s impaktním faktorem (zařazeném do Q4). Publikování jádra práce je tedy na dolní akceptovatelné hranici. Závěrem lze konstatovat, že práce obsahuje původní poznatky a prezentovaná metoda PHD-MAT je zcela určitě přínosem v oboru a největším přínosem uvedeným v práci.

## **Formální úroveň práce**

Formální úroveň předložené habilitační práce je na velmi dobré úrovni. Obsahuje minimum gramatických chyb a překlepů, je dobře zformátovaná, obrázky jsou čitelné a velmi užitečný je začleněný seznam zkratk. Autor se však nevyvaroval několika čistě formálních chybám: Popis zkratk v textu je někdy uveden, někdy není, někdy je uveden až v dalším výskytu zkratky nebo i vícenásobně (např. EKF). Chybí reference na některé rovnice (5.1, 5.8, 6.1, 7.6, 7.12, ...). Není jasné, jak se určí rozlišovací schopnosti radarů (str. 29 nahoře). Chybí text mezi stranami 46 a 47. Velikost fontů na obrázcích se v některých případech značně liší. Bylo by vhodné očíslovat pozice vysílačů na obr. 8.15. pro snazší porovnání s obrázky 8.17 - 8.19 (podobně i na obrázku 8.20).

## **Závěrečné hodnocení**

Předložená práce je založena na dlouholeté práci habilitanta v oblasti radarových systémů, která prokazuje jeho schopnosti řešit složité technické problémy, odpovídá oboru habilitace a podle mého názoru splňuje podmínky dle zákona o vysokých školách pro habilitační řízení a proto ji

**doporučuji k obhajobě.**

## **Otázky k obhajobě**

V rámci obhajoby habilitační práce doporučuji, aby se uchazeč nejprve vyjádřil k podstatným připomínkám uvedeným v posudku.

Při popisu metod asociace dat a vedení cílů je použito několik zjednodušujících předpokladů. Bylo by například vhodné zdůvodnit, jaké podmínky musí bistatický radar splnit, aby bylo možné považovat chyby měření eliptické vzdálenosti a Dopplerova posunu u stejného radaru za nekorelované (str. 28).

V Brně, dne 30. srpna 2023

prof. Ing. Aleš Prokeš, Ph.D.