

Stanovisko školitele k průběhu studia a disertační práci Ing. Tomáše Krejčího

Téma disertační práce – Zpracování širokopásmových radarových signálů se zaměřením na spolehlivost detekce objektů

Ing. Tomáš Krejčí zahájil své studium v prezenční formě studijního programu Informační, komunikační a řídicí technologie na Fakultě elektrotechniky a informatiky v akademickém roce 2016/17. Od počátku se zapojoval do projektové činnosti prostřednictvím Studentské grantové soutěže, do aplikačně orientovaného projektu v mezinárodní platformě CRoads, OP PIK Aplikace ve spolupráci s firmou Eldis Pardubice a v mezinárodním projektu INTER-ACTION s indickým technologickým institutem. Po čtyřech letech přestoupil do kombinované formy studia. V roce 2020 se stal asistentem na Výzkumném centru FEI. Nad rámec povinností daných studijním programem absolvoval dvouměsíční stáž na Zagreb University of Applied Sciences. Jako školitel specialista působil zpočátku externí odborník z aplikačního sektoru Ing. Michal Mandlík, Ph.D., později Ing. Tomáš Zálabský, Ph.D.

Ing. Tomáš Krejčí je autorem nebo spoluautorem několika konferenčních příspěvků a je hlavním autorem článku v impaktovaném časopise v kvartilu Q2. Tématika jeho publikační činnosti je provázána s jeho výzkumnou činností ve vztahu k tématu disertační práce. Výsledky jsou uvedeny v databázích Scopus a Web of Science.

Disertační práce Ing. Tomáše Krejčího je zaměřena na využití techniky OFDM v radarových systémech. Optimalizace využití spektra pomocí rozložení ortogonálních subnosných přináší nové možnosti pro systémy určování vzdálenosti a azimutu. Symboly, které se v komunikaci používají pro přenos dat, zde nahrazují radarové pulsy, u nichž lze měnit parametry vnitropulsní modulace. Cílem výzkumu byl návrh, simulace a experimentální ověření signálového zpracování radarových signálů za účelem zlepšení rozlišení zejména v úhlu při zachování rozlišení v dálce a rychlosti.

Disertační práce je rozdělena na část analytickou a experimentální. Analytická část přináší rozbor dopadů pohybu cíle vůči radarovému senzoru využívajícímu klasické signály s vnitropulsní modulací a OFDM signál. Základem pro práci bylo radarové signálové zpracování využívající algoritmus pro odhad vzdálenosti a rychlosti cíle založený na metodě dělení jednotlivých symbolů. Za účelem zvýšení spolehlivosti detekce je popsána optimalizace OFDM pulsů. Optimalizace signálu je založena především na genetickém algoritmu a je aplikována pro snížení parametru PAPR a pro minimalizaci postranních laloků autokorelační funkce. Dále jsou popsány techniky pro zvýšení rozlišovací schopnosti a přesnosti určení azimutu příchodu signálu s využitím MIMO technologie – OFDM umožňuje dělení ortogonálních subnosných na více vysílacích prvků a příjmu vícekanálovou lineární anténní řadou. Řetězec OFDM MIMO signálového zpracování je pak základem pro simulační a experimentální část práce.

Pro analýzu vlivu pohyblivých cílů a verifikaci navrženého signálového zpracování byl vytvořen simulátor pro konfiguraci radarového senzoru v režimech od jedné vysílací a jedné přijímací antény až po MIMO systém se dvěma vysílacími a osmi přijímacími anténami. Reálné experimenty byly prováděny s měřicím řetězcem na bázi SDR pro dva vysílací kanály a osm přijímacích kanálů. Řešení využívá anténní systém s kalibračním vedením. Experimenty prokázaly funkčnost navrženého řešení a zvýšení rozlišovací schopnosti v azimutu pro statické i pohyblivé cíle. Sestavení měřicího řetězce a jeho zprovoznění vyžadovalo rozsáhlou programátorskou činnost.

Seznam literatury odpovídá tématu a rozsahu disertační práce. Po stránce grafické a stylistické je práce provedena kvalitně, bez zbytečných překlepů, stylistických prohrěšků nebo gramatických chyb. Při psaní práce byly dodrženy postupy pro tvorbu závěrečných prací Univerzity Pardubice.

Cíle práce byly splněny, proto předloženou práci doporučuji k obhajobě. Disertační práce prokázala aplikační potenciál techniky OFDM pro radarové systémy. Ing. Krejčí využil i svou činnost ve výzkumném týmu, i díky tomu je oborové zaměření práce rozsáhlé od metod signálového zpracování až po oblast mikrovlnné techniky.

Pardubice 27. 9. 2023

Ing. Zdeněk Němec, Ph.D., školitel