

**Ing. Aleše POVALAČE**

## **Spatial Identification Methods and Systems for RFID Tags**

**Aktuálnost tématu disertace.** Disertační práce ing. Aleše Povalače se zaměřuje na výzkum metod a systémů radiové identifikace (RFID) pro prostorovou lokalizaci datových nosičů (tagů) v pásmu UHF. O aktuálnosti tématu disertační práce svědčí nárůst velkého množství publikací na toto téma na konferencích a časopisech IEEE v několika posledních letech. Určení polohy RFID tagů v pásmu UHF je současně logickým vyústěním vývoje RFID technologie v pásmu UHF umožňující čtecí dosah v řádu jednotek metrů.

Závěr. Téma disertační práce je proto aktuální.

**Cíle disertace, původní výsledky.** Disertační práce formuluje na str. 10-11 čtyři cíle vč. tří až čtyř řádkového rozvedení jejich naplnění.

### *1. Modelování kanálu (Channel modeling)*

Tomuto obecně formulovanému cíli je věnována část kapitoly 3, kde jsou nejprve shrnuty metody a parametry používané pro modelování kanálu v časové a frekvenční oblasti. Jako vlastní přínos lze považovat implementaci matematického modelu kanálu vícepraskovou metodou a výpočet jeho impulsové charakteristiky a přenosové funkce pro konkrétní prostředí a rozmístění vysílací a přijímacích antén. Originalita implementovaného modelu spočívá zejména v modelování odrazů od náhodného rozmístění malých difrakčních překážek ve vyšetřovaném prostoru a analýze jejich vlivu na amplitudu a fázi přijatého signálu. Detailní implementace však není podrobněji popsána, není např. patrné, jak je řešena odrazivost stěn v modelu či jak jsou voleny velikosti signálů zdrojů umístěných vně modelované místnosti představující odrazivost na difrakčních překážkách uvnitř místnosti.

### *2. Teorie dosahu (Ranging theory)*

Ke splnění široce formulovaného druhého cíle jsou nejprve stručně prezentovány metody využívající zjištění fáze, fázového rozdílu a směru příjmu pro určení dosahu a uvedeny jejich přednosti či nevýhody za přítomnosti vícecestného šíření. Z větší části jsou však tyto metody pouze obecně popsány a jen jedna je zde použita pro určení vzdálenosti tagu. Dále je v rozvedení druhého cíle uvedeno, že je představena/zavedena (*introduce*) širokopásmová technika s velkým počtem měřících subnosných využívající SIMO systém (podkapitola 3.3.3), avšak není zde dále aplikována pro vyhodnocení dosahu či poloh tagů a ani zde není uveden odkaz na vlastní publikaci autora či jiných autorů. Není tedy zjevné, nakolik jsou zde myšlenky uvedené původní. Kapitola obsahuje z větší části rešeršní pasáže, které mohly být zařazeny do úvodní kapitoly přehledu současného stavu. Druhý cíl není dle mého názoru dobře formulován, je příliš široce a obecně pojatý. Kapitola obsahuje původní příspěvky k tomuto cíli, domnívám se, pouze v části vyhodnocování dosahu metodou určování fáze přijatého signálu v prostředí s vícecestným šířením uvedené v úvodu části 3.3, ref. [1, 3].

### 3. *Testovací systémy pro určování dosahu pomocí RFID (Testing Systems for RFID Ranging)*

Tomuto cíli je věnována kapitola 4 popisující koncept softvérově definovaného přijímače, požadavky a protokoly RFID systémů, návrh v části RFID čtečky EXIN-1 a experimentálního systému Ettus USRP N200 založeném na platformě výrobce Ettus Research a popis přepínacího matice anténního systému. Podkapitoly 4.5.1-4.5.3 popisují provedené hardvérové a softwarové modifikace systému a řídicí matlabovské rozhraní pro ovládání systému. Měřicí systém tak umožňuje zobrazovat a pracovat dále s amplitudou a fází přijatého signálu. Až na jednu referenci ([4]) zde autorovi publikační práce nejsou citovány, tudíž v podstatě celá kapitola na mne působí dojem precizní inženýrské práce popisující vývoj technicky nezbytného aparátu, avšak vlastní původní tvořivý přínos, existuje-li, není výstižně představen, resp. ho nejsem schopen jednoznačně identifikovat. Z toho pohledu se mi jeví tento disertační cíl jako nekonkrétně formulovaný.

### 4. *Metody určování polohy a experimenty (Positioning Methods and Experiments)*

Kapitola 5 tvoří jádro vědecko-výzkumné práce disertanta, představuje na 13 stranách výsledky experimentů s určením vzdálenosti a poloh RFID tagů zvolenými metodami, vyhodnocení dosažené přesnosti zjištěné polohy v rámci zkoumaných metod, kalibraci měřicího systému zohledňující nedokonalosti komponent systému. Představuje cenné původní poznatky pro přesnou lokalizaci RFID tagů a to zejména při zohlednění vlivu vícecestného šíření, ale i např. rušivého GSM signálu. Výsledky jsou popsány velmi stručně a dle mého názoru mají velký publikační potenciál. K tomuto cíli jsem však v dané kapitole našel uvedenu pouze jednu autorovu referenci [3]. Kapitola 5.4 věnovaná vlastnímu určování poloh RFID tagů neobsahuje žádnou vlastní autorovu referenci.

Závěr. Cíle, tak jak jsou obecně formulované v úvodu disertační práce, lze považovat za splněné pouze dílčím způsobem (a nelze to ani jinak) a to zejména v částech, které se týkají vývoje deterministických modelů kanálu pro šíření signálu v místnosti zahrnující náhodné parametry a výsledků vlastních experimentů s metodami pro určení vzdáleností a poloh RFID tagů založené vyhodnocení fáze a směru přijatého signálu včetně zhodnocení kladů/záporů jednotlivých metod [1, 3], [8]. Některé původní a pro předmět disertace, tj. přesnou lokalizaci RFID tagů, důležité poznatky jsou popsány velmi stručně (např. kalibrace systému, vyhodnocení přesnosti lokalizace pro různé polohy tagů vzhledem k TX a RX anténám). Vhodnější by bylo výstižněji a konkrétněji formulovat zejména první tři disertační cíle a to s přihlédnutím k autorovým původním výsledkům.

#### **Publikační výsledky, vědecká erudice.**

Disertant publikoval k uvedenému tématu jako autor či spoluautor čtyři konferenční příspěvky, dva časopisecké články, dalších šest referencí představují příspěvky na Workshopech projektu COST IC0803, ve sbornících seminářů o řešení doktorského projektu GAČR 102/08/H027 a na mezinárodní studentské konferenci, což svědčí o zvládnutí publikačních dovedností jako nezbytném předpokladu doktorské kvalifikace. Jádro práce lze považovat za přiměřeně publikované, byť ve výčtu publikací je pouze jeden článek podaný do impaktovaného časopisu.

Závěr. Práce obsahuje původní publikované či k publikaci podané vědecko-výzkumné výsledky a odpovídá obecně uznávaným požadavkům k udělení akademického titulu Ph.D. Autor by však měl v rámci obhajoby konkrétně specifikovat původní poznatky v rámci vytčených disertačních cílů. Předloženou disertační práci

## DOPORUČUJI

k obhajobě.

V Praze, dne 25. března 2013



.....  
Doc. Ing. Milan Polívka, Ph.D.

### Otázky k obhajobě

1. Popište podrobněji zdroje a volbu úrovní paprsků modelujících odrazy na malých překážkách a jejich implementaci do vícepaprskového modelu kanálu.
2. Upřesněte, které prezentované techniky v rámci druhého disertačního cíle *Teorie dosahu* představují vlastní originální vědecko-výzkumný přínos.
3. Upřesněte, které části kapitoly *Testování RFID systémů pro určování dosahu* představují vlastní původní vědecko-výzkumný přínos.
4. Jaký mají jednotlivé nedokonalosti komponent testovacího RFID systému vliv na přesnost určení polohy RFID tagu?
5. Jaký vliv má poloha RFID tagu vzhledem k TX, RX anténám na přesnost určení jeho polohy?

---

Doc. Ing. Milan Polívka, Ph.D.

Katedra elektromagnetického pole, FEL ČVUT v Praze, Technická 2, Praha 6, 166 27  
Tel.: 224 352 270, e-mail: polivka@fel.cvut.cz