

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	2D lokalizace BLE modulů založená na měření úhlu příchozího signálu
Jméno autora:	Vtípil Matěj
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra radioelektroniky
Oponent práce:	Ing. Martin Urban, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Katedra radioelektroniky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	mimořádně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Zadání práce je koncipováno jako návrh a implementace lokalizace ve 2D prostoru metodou určující směr (úhel) příchozího signálu za pomoci modulů využívající Bluetooth Low Energy (BLE). Součástí zadání je také vyhodnocení přesnosti určení polohy, a to porovnáním simulace s měřením v reálných podmínkách. V této bakalářské práci se také očekává ověření možnosti implementace korekčních koeficientů včetně jejich určení a vyhodnocení vlivu na přesnost odhadované polohy, stejně jako aplikace filtrace změřených a vyhodnocených dat, např. Kálmánův filtr. Vzhledem k objemu práce a komplexnosti zadání, kdy je vyžadována úvodní rešerše, návrh a simulace řešené problematiky společně s provedením a vyhodnocením reálného měření včetně aplikací pokročilejších metod filtrace, hodnotím toto zadání za mimořádně náročné na bakalářskou etapu studia.</p>	

Splnění zadání	splněno s menšími výhradami
<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>	
<p>V rozsáhlé teoretické části této bakalářské práce (BP) student popisuje lokalizační metody založené na základě sady změřených úhlů společně s popisem BLE a principem jeho využití pro určování polohy. Tato část také obsahuje popis vyhodnocovacích metod a testovaných algoritmů pro zpřesnění parametrů výsledného odhadu polohy. V navazující části se již student zabývá měřením a testováním v laboratorních podmínkách (anténní bezodrazová komora, malá laboratoř, část halové laboratoře) na základě kterého následně porovnává a vyhodnocuje vhodnost zvolených metod lokalizace. V BP nejsou obsaženy simulace zkoumané problematiky, jak bylo určeno v zadání, z tohoto důvodu hodnotím splnění zadání BP jako splněno s výhradami.</p>	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Zvolený postup řešení hodnotím jako správný, kdy se student nejprve teoreticky seznámil s řešenou problematikou a možnými aplikovatelnými postupy. Následně se pokusil dvojicí vysílač – přijímač charakterizovat v anténní bezodrazové komoře a na základě zjištěných poznatků aplikovat výslednou metodiku na měření v reálných podmínkách laboratorního prostředí.</p>	

Odborná úroveň	B - velmi dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
<p>BP je rozdělena do dvou částí. V teoretické části popisuje problematiku úhlových lokalizačních metod (Angle of arrival, Angle of departure), anténních polí, specifikace Bluetooth komunikace a metodiku vyhodnocení. V rámci této části student využívá znalosti získané studiem, případně nastudované z citované literatury. Je zde také zmíněna problematika Vzdálené zóny (Rovinná vlna), nicméně s ní není dále počítáno v rámci vyhodnocení a zpracování změřených dat. V případě zaměření uspořádání menší konstelace v laboratoři se, dle zápisu, zdá, že student pracoval s nejistotou až 10 cm s pomocí svinovacího metru. V práci také není uvedena nejistota změřeného natočení kotvy, přestože je využívána ve zdůvodnění odchylky lokalizace. V rámci určení polohy není zřejmé, zda pro vyhodnocení a určení 95 % predikčního intervalu byly použity veškeré výsledky nebo (ne)došlo k očištění odlehlých hodnot. V předložené BP student aktivně využívá poznatky získané v průběhu</p>	

studia rozšířené a informace z odborné literatury, v rámci měření aplikuje numerické algoritmy statistické vyhodnocení na dobré úrovni v rámci bakalářského studia. V části hodnocení dosažených výsledků k porovnání využívá i údaje z aktuálního mezinárodního výzkumu dané problematiky.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

E - dostatečně

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.

Předložená BP svým stránkovým rozsahem významně převyšuje standardy BP, nicméně, v tomto případě to je spíše ke škodě nežli k užítku. Práce je místy zmatečná, není jasná, čeho se některá prohlášení týkají a obsah se často opakuje (převážně v teoretickém úvodu). Přestože je předložená práce tvořena v typografickém nástroji není jako celek konzistentní, vyskytují se zde zkratky, které jsou špatně definované, vícenásobně definované nebo nedefinované vůbec, případně jsou v textu použity před jejich vysvětlením. Styl zkratk se několikrát mění, a to i v rámci jedné sekce; zkratka (ZK) vs. ZK (zkratka). V případě referencí na obrázky a grafy se nezřídka stane, že je čtenář odkazován i o několik stran, dochází tak např. oddělení grafu s jeho vysvětlením. V práci se také nacházejí grafy, u kterých není obsah vysvětlen, případně nejsou v textu vůbec zmíněny. Některé z uvedených grafů mají špatné popisky os X vs. x vs. y pro stejnou veličinu. U rovnic (6.9) resp. (6.10) se v rámci zaokrouhlování z některých Θ stane x , některé rovnice nejsou číslovány. Obecně je na práci znatelné, že byla dokončována ve velkém spěchu a nebyla věnována dostatečná pečlivost jejímu finálnímu čtení a úpravě. Vše výše zmíněné společně s velkým počtem překlepů, špatných tvarů slov a kostrbatých vět tvoří tuto práci velmi obtížně čitelnou.

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, 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.

V rámci této bakalářské práce student pracoval s celkem 51 literárními zdroji, mezi kterými jsou zastoupeny odborné publikace články, knihy, studijní materiály, ale i katalogové listy k použitým prvkům. Vzhledem k použitým pramenům lze prohlásit, že v rámci této studie si student aktivně dohledal i publikované výsledky jiných skupin na které odkazuje a porovnává s nimi zjištěné závěry. Některé záznamy v seznamu použité literatury jsou neúplné, např. u některých článků není uveden DOI, přestože je k článku přidělen, nicméně i tak je zdroj jednoznačně identifikován.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Nemám další komentáře.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Student Matěj Vtípil se ve své bakalářské práci věnuje problematice lokalizace pomocí BLE majáků uvnitř budov. Předložená práce svým rozsahem významně přesahuje rozsah BP. Student prokázal schopnost nastudování problematiky, návrhu a provedení experimentálních měření a matematického/statistického zpracování naměřených dat. Předložené výsledky student hodnotí i na základě porovnání s vědeckými publikacemi a navrhuje případná zlepšení. Větší množství chyb vyskytujících se v práci je převážně formálního charakteru (typografické, jazykové), které snižují kvalitu předložené BP a velmi znesnadňují její čitelnost.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Návrh otázek k obhajobě:

1. Proč v práci neuvažujete efekty vzdálené zóny na výsledky měření? Jak se projeví její (ne)dodržení na výsledky měření?
2. Jakým způsobem byla zajištěna stabilita tagu při dynamickém měření v rámci větší konstelace, aby vlivem změny elevace nedocházelo ke zkreslení výsledků?
3. V rámci hodnocení výsledků je uvedeno, že výrazný vliv na přesnost lokalizace má přesnost určení natočení kotvy. Jaká byla nejistota měření úhlu natočení kotev v rámci laboratorních měření a jakým způsobem byla určena?

Datum: 29.1.2024

Podpis: