

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Určování polohy s využitím tzv. "Opportunity signals"
Jméno autora:	Bc. Juraj Rečka
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra elektromagnetického pole (k13117)
Oponent práce:	Ing. Libor Seidl, CSc.
Pracoviště oponenta práce:	EUROWAG-W.A.G. payment solutions, a.s.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Je vyžadována práce s obšírnou a nepřehlednou literaturou (standards 3GPP LTE) a určitá zkušenost s prací s digitalizovaným signálem. Je vyžadováno dobré pochopení struktury signálu a metod jeho zpracování, aby bylo možno získané poznatky ve formě algoritmů implementovat a verifikovat na záznamech reálných signálů.	

Splnění zadání	splněno
<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>	
Práce splňuje požadavky zadání v plném rozsahu.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Student správně rozdělil zpracování signálu dílčích kroků, které jsou správně popsány, zdůvodněny a implementovány.	

Odborná úroveň	A - výborně
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
<p>V úvodní popisné části práce student přehledným způsobem shrnul znalosti struktury signálu LTE a standardních postupů potřebných pro zpracování signálu za účelem precizní synchronizace, která je nutným předpokladem pro použití signálu k dálkoměrným účelům. Zabývá se i dalšími kroky, které sice s dálkoměrnou úlohou přímo nesouvisí, ale jsou potřebné pro implementaci kompletního postupu zpracování reálného signálu, jako je detekce kmitočtového offsetu, identifikace subnosných kmitočtů a získání identifikačního čísla buňkové vysílací stanice. Navržené algoritmy jsou verifikovány vzorkovaným signálem vektorového signálového generátoru i signálem z reálného provozu sítě LTE.</p> <p>Se závěry práce souhlasím s drobnou výhradou k tvrzení, že vzorkovací kmitočet odpovídající příslušné šířce pásma je faktorem, který limituje rozlišení odhadu vzdálenosti. Toto by platilo, pokud by v souvislosti se vzorkováním signálu došlo ke spektrálnímu omezení signálu nebo k aliasingu, což v provedených experimentech patrně nenastalo a vzorkovaný signál proto teoreticky nese úplnou informaci signálu zachyceného anténou v daném kmitočtovém pásmu. Domnívám se však, že hlavním omezujícím faktorem vedle mnohacestného šíření signálu je poměrně malá šířka pásma zpracovávaného signálu. Signály PSS a SSS pokrývají pouze 62 sousedících subnosných ve středu pásma. Pokud se omezíme pouze na tyto signály (nemáme k dispozici signál PRS), jsme limitováni šířkou pásma 930 kHz, což omezuje dosažitelnou přesnost. Použitý vzorkovací kmitočet 15,36 MHz je v tomto případě postačující. Pro lepší rozlišení při hledání maxima korelační funkce lze v obecném případě použít interpolaci, tedy například převzorkování výsledné korelační funkce v okolí maxima.</p>	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	A - výborně
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práce je přehledná, dobře logicky uspořádaná a typograficky čistě provedená. Postřehl jsem několik drobných gramatických chyb a překlepů (zejména v druhé polovině práce, nadbytečná interpunkce), které však nenarušují celkový dojem z práce. Na práci si cením, že neobsahuje s jádrem úkolu nesouvisející statě a šetří tak čas čtenáře.	

Výběr zdrojů, korektnost citací

B - velmi dobře

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.

Seznam použité literatury je široký a vyčerpávající zadané téma, citace zdrojů je provedena správně, domnívám se ale, že není však provedena zcela důsledně v celé práci. Navrhuji autorovi v rámci obhajoby práce doplnit informaci k algoritmům určení *Cell Id* popsáných v kapitolách 4.3 a 4.4, z jakých konkrétních zdrojů při jejich návrhu čerpal (standarty 3GPP, jiné zdroje) nebo zda se jedná o výsledek jeho vlastní práce. Jedná se o poměrně zajímavé řešení a informace i případných zdrojích může být užitečná pro čtenáře, kteří by chtěli zmíněné algoritmy dále rozvíjet nebo upravovat.

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.

V praktické části práce je ukázáno zpracování dálkoměrného signálu včetně výpočtu odhadu polohy na základě zaznamenaných signálů, na které navazuje rozbor možných příčin nepřesností získaných odhadů. Dosažené výsledky dle mých zkušeností odpovídají obtížným podmínkám šíření signálu. Autor uvádí, že záznamy signálu prováděl s anténou umístěnou na ochoze v osmém patře budovy B2. Z popisu není zcela zřejmé, zda při měření byla přímá viditelnost mezi všemi základnovými stanicemi a přijímací anténou (předpokládám, že nebyla) a zda se autor nepokusil o zpracování signálu s lépe umístěnou anténou. Signály LTE jsou sice navrženy tak, aby jejich příjem a dekódování přenášených dat nebylo znehodnoceno mnohacestným šířením signálu, pro dálkoměrnou úlohu to však nemusí platit. Umístění antény na přímou viditelnost může podstatným způsobem ovlivnit dosaženou přesnost polohy, ačkoliv se takto účinků mnohacestného šíření zbavíme jen částečně.

Programy v jazyce Matlab v příloze práce jsou dobře a srozumitelně provedeny, pro lepší čitelnost bych doporučoval důsledný popis všech parametrů tvořících vstupní i výstupní rozhraní jednotlivých funkcí (včetně použitých jednotek a měřítek).

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Předložená práce je na velmi solidní úrovni a dobře prezentuje teoretické znalosti i praktické aplikační dovednosti související se zadaným tématem.

Otázky k obhajobě:

1. Doplnující informace k případným podkladům pro návrh algoritmu určení *Cell Id*.
2. Informace, zda bylo provedeno zpracování signálu zaznamenaného v podmínkách s přímou viditelností mezi základnovými stanicemi a přijímací anténou.
3. Případná doplňující informace o rozsahu provedených měření a opakovatelnosti chyb získané polohy - zda byla některá měření zopakována a zda bylo v tomto případě pozorována souvislost (korelace) mezi chybami měření v různých časech za srovnatelných podmínek.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 2.6.2019

Podpis: Ing. Libor Seidl, CSc.