

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Coding and Signal Processing Algorithms in Single-User Radio Communications
Jméno autora:	David Machát
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Radioelektroniky
Oponent práce:	Ing. Tomáš Hynek Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Honeywell International, s.r.o.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Zadání práce v základu nepatří k náročným ovšem nabízí řadu „úrovní“, které umožňují studentovi rozvinout se vybraným směrem. V úplném základu je cílem studenta naprogramovat modulární simulaci jednoduchého komunikačního spoje za použití jednoduchých stavebních prvků a algoritmů – lineární modulace bez paměti, blokový/konvoluční kód, Nyquistovský modulační puls, AWGN kanál s posunem fáze, odpovídající synchronizace, demodulování a dekodování. Tento jednoduchý model lze pak rozvinout o obecnější kódovací schémata, vícedimenzionální modulace, modulace s pamětí, víceantenní systém, složitější modely kanálů, složitější synchronizační algoritmy apod. Pracoviště, kde byla bakalářská práce vytvářena, zároveň nabízí možnost ověření návrhu skutečným bezdrátovým přenosem v definovaných laboratorních podmínkách. V plné šíři tak zadání umožňuje studentovi si s prací plně vyhrát.</p>	

Splnění zadání	splněno s většími 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>Student svou prací splnil vlastně jen onu zmiňovanou minimální verzi zadání. V řešení postrádám zejména zobecnění některých algoritmů – student nabízí například jen dvě pevně dané varianty kódování (Hamming 7,4 a konvoluční kód s rate 1/2) ze kterých jde volit, velmi prostý bezdrátový kanál a tomu odpovídající prostý synchronizační algoritmus, pevně naprogramované dekodéry. Za druhé, vzhledem k tomu, že je v zadání kladen důraz na modulárnost bylo nutné jednotlivé naprogramované algoritmy zobecnit tak, aby byly schopny pracovat s libovolným (v rámci mezí) vstupem. Dále by bylo vhodné studentovo řešení vybavit například grafickým uživatelským rozhraním umožňujícím lepší/snazší použití budoucími uživateli simulátoru a lepší grafickou prezentaci výstupů. Za třetí, zadání zmiňuje kromě počítačové simulace i ověření skutečným bezdrátovým přenosem, což považuji za nejzajímavější část celého zadání, v řešení ovšem zcela chybí.</p> <p>Teoretická část práce je relativně omezená (což není úplně na škodu, vzhledem k tomu, že se jedná o již léta dobře teoreticky popsanou a probádanou oblast), ale působí poměrně neuceleně a lehce chaoticky. V praktické části student prezentuje navržené algoritmy a jejich implementaci v prostředí MATLAB. Zde mám výhrady zejména k omezené dokumentaci vlastního kódu, složité údržbě kódu, vzhledem k pevnému zakódování některých částí a minimální optimalizaci.</p>	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Student zvolil konkrétní podobu svého simulátoru a naprogramoval jednotlivé algoritmy a funkce. Velkým pozitivem je fakt, že se student povětšinou vyhýbá knihovním funkcím MATLABu a vše si programuje sám.</p>	

Negativem je fakt, že zejména modulárnost je velmi omezená, nejsou příliš brány ohledy na uživatele. V práci chybí praktické ověření, viz předchozí body.

Odborná úroveň

E - dostatečně

Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.

Student implementoval pouze tu skoro nejjednodušší podobu komunikačního spoje. Nejnáročnějším algoritmem je pravděpodobně Viterbiho dekodér. Studentova odbornost se tedy mohla projevit jen v omezené míře. Zejména na zobecnění algoritmů je potřeba ještě výrazně zapracovat. Předkládané řešení například dekodéru není vůbec generické a využívá některé napevno zakódované části (např. pevně danou podobu kontrolní matice).

Přiložené zdrojové soubory (z KOSu ale i dle Přílohy A) neobsahují celou práci (chybí funkce coding), takže jsem neměl možnost plně otestovat funkčnost. Funkce `matric.m` neimplementuje všechny modulace, které jsou implementovány na straně vysílače např. OOK, 2ASK, QAM4. V tomto případě skončí simulace chybou a pádem programu.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

C - dobře

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

Oceňuji použití anglického jazyka, byť na některých místech není slovosled a jazyk úplně nejlepší. Pravděpodobně se jedná o první studentovu větší práci psanou cizím jazykem. Práce obsahuje několik drobných překlepů (např. část 2.1 velká písmena uprostřed věty u `lt` a `lts`, 2.7.3 `likelyhood` apod.) Oceňuji použití LaTeXu a univerzitní šablony i když na některých místech není finální podobna dobrá – dvojité řádkování obsahů, spousta prázdných míst mezi odstavci/obrázky/vzorci. Definice některých pojmů předchází jejich použití.

Výběr zdrojů, korektnost citací

C - 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.

Citovaná literatura je omezená (opět vzhledem k uzavřenosti tématu není na škodu). V práci je citováno 5 zdrojů – 2 zahraniční klasické „bible“ digitální komunikace Proakis a Goldsmith a 3 skripta / podklady k přednáškám vedoucího práce a pánů Hrdina, Vejražka. Zejména v teoretické části bych uvítal lepší ucelenost a strukturovanost, zde mohly být studentovi vodítkem rejstříky obou zahraničních publikací. U citací některých vztahů bych uvítal spíše odkazy na citované knihy než přednáškové podklady.

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.

Vložte komentář (nepovinné hodnocení).

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.

Na hodnocení práce se projevilo zejména omezené (ne)splnění zadání. Student práci vypracoval v absolutně minimální podobě. Chybí mi hlavně větší důraz na modulárnost řešení, zde mohl být například vhodně využit objektový přístup k řešení. Studentův kód není dostatečně flexibilní a generický. Výstupy z práce mohly mít bohatší podobu, nejen grafy chybovosti, ale například vykreslení signálů v různých částech komunikačního spoje, jejich spektrální výkonové hustoty (tak jak zmiňuje zadání). Naprosto mi v práci chybí praktické ověření reálným přenosem (opět zmíněno v zadání). Práce je celkově poměrně chudá ačkoli zadání umožňovalo si s řešením pohrát.

Pozitivně hodnotím úspěšnou snahu o naprogramování všech algoritmů a funkcí studentem bez využití knihovnických funkcí, i když kód by si zasloužil větší péči – dokumentace, optimalizace (např. časté vnořené for cykly, před alokace polí). Oceňuji použití anglického jazyka.

Otázky:

- 1) V úvodu teoretické části (2.1 – Source encoding) zmiňujete význam zdrojového kódování pro digitální komunikace. Dají se digitální komunikační spoje provozovat i bez zdrojového kódování? Jaký to pak má dopad? Je zdrojové kódování výhradně doménou digitálních komunikací nebo má i svou obdobu v analogových systémech? Znáte nějaký případ analogového zdrojového kódování?
- 2) Vaše práce umožňuje použití 3 různých modulačních pulzů – REC, RRC, RCS. Dva poslední zmiňované jsou parametrizovány parametrem α . Ve zdrojovém kódu je tento parametr pevně zafixován na hodnotu $\alpha = 0$, jak v tomto případě vypadají pulzy RRC a RCS? Je nějaký rozdíl mezi Nyquistovou podmínkou v časové a spektrální oblasti?
- 3) Vaše implementace soft-dekodéru pro Hammingův kód předpokládá porovnání výstupu z přizpůsobeného filtru se všemi možnými binárními kódovými slovy. Kde vidíte největší omezení tohoto přístupu?
- 4) V závěru práce navrhuje jako rozšíření opustit komplexní obálku a zaměřit se na reálné signály (předpokládám signály na nosné), má to nějaký benefit?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **E - dostatečně**.

Datum: 20.1.2018

Podpis:

Tomáš Hynek