

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	RC model auta s částečnou autonomií
<b>Jméno autora:</b>	Bc. Filip Křemen
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra radioelektroniky
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Jan Závorka
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	STMicroelectronics Design and Application s.r.o.

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Cílem práce je realizovat dálkově řízený model auta se sadou senzorů pro částečné autonomní řízení. Řešení vyžaduje znalosti pro tvorbou mobilních aplikací, zpracování obrazu z kamery pro autonomní řízení, návrh a programování hardwaru pro řízení auta. Proto lze obtížnost práce hodnotit jako průměrně náročné až náročnější.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno s menšími výhradami</b>
<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>	
Zadání bylo z velké části splněno – autor navrhl řídicí jednotku s BLE komunikačním rozhraním pro ovládání modelu auta. Vytvořená mobilní aplikace pak umožňuje uživateli auto ovládat a získávat informace ze senzorů. Dále je nainstalováno mini PC, které zpracovává data z kamery a mělo by pomoci řídit auto v případě výpadku spojení s aplikací. Bohužel se nepodařilo implementovat zpracování dat z lidarů. Vhodný by byl také detailnější popis a zhodnocení reálných testů především částečného autonomního řízení – například v odlišném terénu, za zhoršených světelných podmínek.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Autor nejdříve vybírá platformu – vhodný model auta. Následuje tvorba aplikace a řídicí jednotky pro ovládání vozu. V úvodu je také vybráno zařízení pro zpracování obrazu. Postup řešení je správný avšak některé kroky, výběr některých komponent by bylo vhodné podrobněji diskutovat. V práci například chybí zhodnocení důležitých parametrů a postup výběru kamery, která je pro autonomní řízení důležitá. Pro autonomní řízení byla zvolena detekce čar bez další diskuse jiných řešení.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
V rámci práce student musel prokázat jak zručnost při návrhu, osazení a programování řídicí jednotky, schopnosti návrhu mobilní aplikace a vytvoření algoritmu zpracování obrazu. V úvodu práce je popis vybraného modelu auta a blokový návrh systému. Bohužel chybí alespoň stručný úvod do problematiky. Úvodní blokové schéma na obrázku 1.2 se zdá být neaktuální (dle závěru byl pro autonomní řízení použit obraz z kamery, ale ve schématu je pouze lidar), propojení některých bloků chybí. Další popisy fungování firmwaru s ukázkami zdrojového kódu by bylo vhodné pro lepší názornost doplnit vývojovým diagramem. V práci se výjimečně vyskytují i nevhodné formulace nebo termíny, například při výrobě PCB se jednotkou oz označuje tloušťka mědi, nikoliv její hmotnost (kapitola 3.2).	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>C - dobře</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práce obsahuje řadu překlepů a nevhodných formulací, například kapitola 1.1: „Teploty a elektrického napětí se bude snímat...“, „Dále by systém obsahoval mini PC...“ (i když ve skutečnosti obsahuje). V celé práci autor používá desetinné tečky místo desetinných čárek, které jsou pro český jazyk obvyklé. Číslo a popis tabulek by měl být nad tabulkou. V obrázku 1.4 chybí popis osy x. V celé práci se nachází řada nevhodných zalomení řádku, kde na konci řádku zůstane osamocená spojka	

nebo dojde k zalomení mezi číslem a jednotkou (například text pod obrázkem 1.4, kapitola 1.2.7, kapitola 2.3 a další). V některých případech chybí mezera mezi číslem a jednotkou. Na straně 25 je pak nevhodně zvolené rozmístění obrázků, které zakrývají číslo stránky.

**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.*

V práci je použito celkem 15 zdrojů, velkou část z nich tvoří datasheety nebo aplikační poznámky k použitým k použitému hardwaru. Citace jsou provedeny správně, dle platných norem.

**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.*

Výtku bych měl také ke zpracování příloh. U navržené desky řídicí jednotky by příloha měla obsahovat schéma, navrženou desku s osazovacím plánem a seznamem materiálu. Součástí přílohy by mělo být celkové schéma zapojení celého auta.

**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.*

*Cíle práce byly z větší části splněny, kvalitu práce bohužel snižuje nepříliš vydařená formální úroveň práce, navíc s množstvím překlepů nebo špatných tvarů slov. Práce celkově působí trochu neuceleným dojmem a není úplně zřetelné, jak navržený systém funguje jako celek. Například za jakých podmínek a jakým způsobem dochází k přepnutí mezi režimy řízení nebo popis chování v případě problémů s detekcí čar v obraze. Nemalá část práce je také věnována měření dat řídicí jednotkou, ale není dostatečně zřejmý smysl jejich získávání a jejich zpracování. V závěru je pak jen velmi krátce zhodnocena samotná autonomie, které by měla být jedním z bodů práce. Práci hodnotím klasifikačním stupněm C – dobře a doporučuji ji k obhajobě.*

V rámci obhajoby bych rád položil následující otázky:

Na řídicím modulu auta je umístěn senzor s integrovaným akcelerometrem a gyroskopem, jsou data z tohoto senzoru nějak využita v režimu autonomního řízení?

Vyzkoušel jste, případně máte představu, jaké jsou limitace vaší implementace řízení pouze za pomoci kamery z hlediska různorodého terénu (objektů poblíž trasy) a z hlediska různých světelných podmínek?

V úvodu zmiňujete nezbytnost měření napětí na bateriích z důvodu zamezení jejich poškození podvybitím nebo přehřátím, jaká logika je pro tuto situaci implementována?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

Datum: 3.6.2024

Podpis: