

## Posudek oponenta bakalářské práce

**Student:** Vašut Michal  
**Téma:** Autonomní řízení autíčka s adaptací na předem neznámý tvar autodráhy (id 24759)  
**Oponent:** Šimek Václav, Ing., UPSY FIT VUT

- 1. Náročnost zadání** **průměrně obtížné zadání**
- Samotné zadání této bakalářské práce nabízí několik způsobů, kterak je možno se zhostit jeho řešení, a to zejména po hardwarové stránce - buď je možno si navrhnout svojí vlastní platformu, případně lze použít integrace dostupné výpočetní platformy a existujících sensorových/řídících modulů. Za klíčový aspekt práce však považuji zejména vytvoření obslužného firmware, který by realizoval požadovanou funkci autonomního řízení autíčka na dráze. Celkově bych náročnost zadání, zejména s ohledem na možnost použití existujících prvků, označil za obvyklou.
- 2. Splnění požadavků zadání** **zadání splněno s vážnými výhradami**
- Zadání jako takové bych označil za velmi zajímavé, přičemž zároveň skýtá spoustu možností, kterak jeho řešení uchopit. Zadání bych sice označil po formální stránce za splněné, nicméně mám zde jisté připomínky k věcné stránce:
- v bodě 4) zadání, jemuž se věnuje kapitola 4.5 technické zprávy, je sice na obrázku 4.8 v hrubých rysech naznačena detekce zatáčky, přesto však považuji tento aspekt za nedostatečně zdokumentovaný; kromě jiného zde chybí i detailní popis datové struktury, jejích položek uschovávajících informace o mapované závodní dráze a naznačení možností implementace
  - v případě bodu 5) zadání byl sice dle technické zprávy a zdrojových kódů sice implementován relativně jednoduchý přístup k mapování parametrů závodní dráhy (čili požadavek 5-I. zadání je splněn), avšak mám připomínky k využití datové struktury z bodu 4) zadání; v tomto případě se domnívám, že řídicí algoritmus autíčka bere tyto údaje v potaz pouze v minimální míře
- Autíčko jako takové dokáže sice projet dráhu, změřit si hodnoty zrychlení v různých jejích úsecích a při dalších průjezdech pak udržovat více méně konstantní rychlost, aniž by opustilo dráhu. Čili adaptace řídicího algoritmu na tvar dráhy je přinejmenším diskutabilní. Stejně tak jako vhodnost zvolené výpočetní platformy pro daný účel.
- 3. Rozsah technické zprávy** **je v obvyklém rozmezí**
- 4. Prezentční úroveň předložené práce** **60 b. (D)**
- Technická zpráva je rozdělena do celkem 6 kapitol, jejichž rozsah činí 39 vysázených stran. Prostor věnovaný v úvodu práce teoretickým aspektům a požadované rešerši mírně převažuje nad popisem vlastního řešení, což samo o sobě nepředstavuje až takový problém. Nicméně k prezentační úrovni mám celou řadu připomínek:
- struktura kapitoly 2.1 je dále členěna pomocí tučných nadpisů různých velikostí, což sice není principiálně špatně, nicméně v tomto konkrétním případě působí výsledek dosti nepřehledně
  - kapitola 2.2 mohla obsahovat i dílčí podsekce pro jednotlivé soutěžní ročníky Freescale Race Challenge, což by napomohlo ke snazší orientaci čtenáře
  - kapitola 2.3 je velmi nešťastně koncipována, kdy zcela nelogicky spojuje dohromady vcelku nesourodé skutečnosti, tj. principy řízení motorů a senzory
  - dále se nelze u podkapitoly 2.3.3, že je prostor 6 stránek členěn jen pomocí tučných nadpisů, kdy čtenář velmi snadno ztrácí orientaci; daleko smysluplnější by bylo popisu senzorů věnovat samostatnou kapitolu druhé úrovně, která by byla členěna do dílčích sekcí v úrovni třetí
  - dále jsou názvy některých kapitol či dílčích sekcí koncipovány zřejmě s ohledem na zmatení nepřítelů; proč se třeba kapitola 2.5 nenazývá alespoň "Fyzikální jevy působící na autíčko" či obdobně; dále bych zmínil např. kapitolu 3.1 pojmenovanou "Rozbor problémů", pro níž jistě bylo možno zvolit příhodnější název
  - když už je číselně označena kapitola "Rozpoznání ujetého kola", proč tomu tak není i v případě sekce "Rozpoznání zatáčky" jí předcházející
- 5. Formální úprava technické zprávy** **50 b. (E)**
- Při důkladnějším prostudování technické zprávy je možno z pohledu jazykové stránky věci narazit na celou řadu zcela zbytečných chyb, jimž by zcela jistě bylo možno při pečlivé kontrole před odevzdáním technické zprávy předejít:

- **str. 3, 3. odstavec** -> místo věty "První projetí zmapuje autodráhu pomocí senzorů." by bylo vhodnější zvolit formulaci "Při prvním průjezdu autodráhy využije autíčko dostupných senzorů k jejímu zmapování."
- **str. 3, 4. odstavec** -> namísto věty "Cílem tedy je vybrat vhodnou elektroniku, návrh zapojení, ..." bych spíše zvolil vyjádření "Cílem tedy je zvolit vhodné komponenty pro řídicí systém autíčka, provést jeho realizaci na obvodové úrovni, ..."
- **str. 3, 5. odstavec** -> namísto věty "V práci bude použita vývojová platforma arduino, protože se dá rychle implementovat ..." by zde měla být použita spíše formulace "Pro účely této bakalářské práce padla volba na vývojovou platformu Arduino, poněvadž skýtá možnosti k rychlému prototypování navrženého systému autonomního řízení autíčka ..."
- **str. 3, 5. odstavec** -> větu "Musí se použít malá deska, která má již implementované integrované obvody s některými senzory, kvůli velikosti autíčka." bych si dovilil označit za poněkud zmatenou
- **str. 4, 1. odstavec** -> věta "V této kapitole jsou popsány známé údaje o autodráze a autíček." není dle mého názoru gramaticky správně, tedy co se týče použitého tvaru slova "autíček"
- **str. 4, 3. odstavec** -> formulace "Starší autodráhy mění pouze napětí dráhy pomocí ovladačů. Ovladače mění napětí v dráze pomocí potenciometru." je zvolena poněkud nešikovně, byť je nejspíše jasné, co chtěl autor čtenáři tímto vlastně sdělit
- **str. 11, 5. odstavec** -> věta typu "U synchronních elektromotorů se magnetka otáčí se stejnou frekvencí jako je frekvence střídavého proudu." by se v technické dokumentaci neměla vůbec objevit; i když zmínka o otáčející se magnetce působí velmi roztomile
- **str. 30, 2. odstavec** -> poněkud mi uniká smysl vět "O zatáčke se bude zaznamenávat prudkost, začátek, konec. A takto bude vypadat i datová struktura dráhy (zatačka1->zatačka2->...)", kde by měla být vysvětlena podoba datové struktury reprezentující dráhu a její prvky; je zde sice naznačena podoba této datové struktury, ovšem tato zde již není blíže popsána
- **str. 41, 4. odstavec** -> ve větě "Byli vyzkoušeny různé typy filtrů." je očividná chyba ve shodně podmětu a přísudku, kdy na dané stránce se tento jev opakuje několikrát

Kromě toho je až s podivem, že naprostá většina obrázků použitých v technické zprávě je výrazně rozostřených, místy až problematicky čitelných. V tomto kontextu je pak možno i podotknout, proč má tabulka na str. 29 podobu rozostřeného bitmapového obrázku namísto běžné tabulky, který je navíc zcela evidentně převzat z dokumentace bez toho, aniž by byl uveden příslušný zdroj.

## 6. Práce s literaturou

55 b. (E)

Rozsah výčtu informačních zdrojů a jejich zaměření s ohledem na charakter práce považuji za dostatečný. Možná je zbytečné se až tolik zaměřovat na problematiku nepřesnosti měření a vyhodnocování chyb. Nicméně je zajímavé, že zdroje č. 23 a 27-31 nejsou v technické zprávě vůbec použity. Převážná většina obrázků v technické zprávě, které nejsou evidentně produktem autora práce, není řádně ocitována (tj. v popisku chybí odkaz na použitý informační zdroj).

## 7. Realizační výstup

60 b. (D)

Realizační výstup má dvě části. Předně zahrnuje šasi autíčka doplněné o výpočetní platformu na bázi desky Arduino NANO 33 BLE, nezbytné senzory a další elektronické komponenty. Takto koncipované autíčko je schopno projet testovací dráhu a provést její zmapování prostřednictvím zvolených prvků (zejména IMU jednotka a Hallova sonda). Další částí realizačního výstupu je pak implementace řídicího firmware, kterou při nejlepší vůli považuji za poněkud problematickou (ať už z pohledu špatné přehlednosti kódu, jeho velmi úsporného komentování či ne zcela ideálního využití vlastnosti dostupné výpočetní platformy). V této souvislosti mám rovněž výrazné připomínky ke schopnosti autíčka adaptovat se na daný tvar dráhy a případně se pokoušet o postupné zlepšování průjezdních časů. Nemluvě o tom, že v závěru práce autor poukazuje na skutečnost, že zvolená výpočetní platforma neposkytuje dostatečný výkon pro daný případ použití.

## 8. Využitelnost výsledků

S ohledem na poměrně nízkou kvalitu realizačního výstupu a zejména jeho problematické zdokumentování v technické zprávě zde nevidím příliš mnoho možností k praktickému využití.

## 9. Otázky k obhajobě

1. Z jakého důvodu používáte ve vaší implementaci volání funkce *millis()* namísto využití služeb hardwarového časovače, kterým je zcela jistě mikrokontroler na zvolené výpočetní platformě vybaven?
2. Můžete prosím blíže vysvětlit princip činnosti vámi implementované funkce *filtering()*, význam a účel použití jednotlivých proměnných? Přímě v technické zprávě jsem o tomto příliš podrobností nenašel.

## 10. Souhrnné hodnocení

55 b. dostatečně (E)

Výsledkem této bakalářské práce je do jisté míry funkční autíčko, které se dokáže autonomně pohybovat po

modelové autodráze. Mám však dosti výrazné pochybnosti o schopnostech jeho adaptace či autonomního řízení pro daný tvar dráhy. Rovněž technická dokumentace realizačního výstupu není na úplně nejlepší úrovni.

V úvodní části práce se autor vyjadřuje velmi pochvalně o zvolené výpočetní platformě, přičemž v závěru práce ji takřka zatracuje. Zde bych viděl problém ani ne tak ve vlastnostech platformy samotné, jako v nedostatečném rozboru řešeného problému, jeho rozdělení na dílčí výpočetní úlohy a chybějícím zanalyzování jejich náročnosti. Vytvořená implementace taktéž ne zcela ideálně využívá dostupných technických vlastností dané platformy.

Při souhrnném pohledu je pak můj dojem z posuzované bakalářské práce přinejmenším poněkud rozpačitý. I s ohledem na výše uvedené skutečnosti se obávám, že nemohu navrhnout z pozice oponenta lepší hodnocení jak **E - dostatečně, 55 bodů**.

Prohlášení: Uděluji VUT v Brně souhlas ke zveřejnění tohoto posudku v listinné i elektronické formě.

V Brně dne: 26. května 2022

Šimek Václav, Ing.  
oponent