

## Posudek oponenta bakalářské práce

**Student:** Václavič Jiří  
**Téma:** Zařízení/robot s využitím RC komponentů a serv (id 24935)  
**Oponent:** Španěl Michal, Ing., Ph.D., UPGM FIT VUT

- 1. Náročnost zadání** **obtížnější zadání**

Téma je volné a umožňuje zvolit si zaměření i náročnost. Pan Václavič se vydal obtížnější cestou a rozhodl se zkonstruovat lehké robotické rameno, jehož díly budou vytištěny na 3D tiskárně. Rozhodl se také prozkoumat možnosti ovládání ramene pomocí hloubkového senzoru Azure Kinect DK, kterým snímá pohyby lidské paže a převádí je na pohyb robotické paže. Zabýval se tedy modelováním a tiskem ramene, elektronikou i zrcadlením pohybu člověka na robotickou paži, což je již experimentální vývoj se zajímavým potenciálem.
- 2. Splnění požadavků zadání** **zadání splněno**

Zadání bylo splněno. Demonstrace vlastností ramene na vhodné úloze (bod 5) by však zasloužila lepší zpracování. Již od fáze návrhu konstrukce mi v práci chybí jasně formulovaná úloha, kterou by rameno mělo být schopno vykonat.
- 3. Rozsah technické zprávy** **je v obvyklém rozmezí**

Technická zpráva obsahuje pasáže, které zbytečně detailně popisují teorii, která se dá považovat za relevantní, ale nijak se s ní dále nepracuje. Kupříkladu velmi detailní popis principů hloubkových senzorů je nepodstatný, protože jejich princip nebyl parametrem pro výběr senzoru a autor se senzorem pracuje jen jako s komponentou.
- 4. Prezentační úroveň předložené práce** **65 b. (D)**

Technická zpráva dostatečně dokumentuje zvolená řešení i technickou realizaci. Mohla však být lépe strukturována.

  - Popis obecnějších principů ovládání ramene se prolíná s implementačními detaily ve smyslu co je implementováno v jaké funkci.
  - V návrhu chybí, jaké pohyby paží a jak by se měly mapovat na robotické rameno.
  - Umístění popisu transformace souřadnic získaných sledováním uživatele na robotické rameno až do Přílohy B je nešťastné. Obdobně i schéma zapojení.
- 5. Formální úprava technické zprávy** **70 b. (C)**

Až na příležitostné gramatické chyby (v i/y) je jazyková a typografická úprava dobrá.
- 6. Práce s literaturou** **75 b. (C)**

Literatura je obsáhlá. Často jde o dokumentaci k použitým technologiím a nástrojům. S ohledem na zaměření práce je to pochopitelné, student potřeboval tento typ literatury pro praktickou realizaci ramene.

  - Rešerše existujících robotických paží je hodně zaměřená na průmyslové systémy se zcela jinými parametry z pohledu přesnosti, nosnosti, atd. Čekal bych zaměření na menší výuková ramena a hlubší porovnání jejich technických parametrů.
  - S ohledem na experimentální část se student mohl více zaměřit i na problematiku tvorby a testování rozhraní člověk-robot. I různé mechanismy ovládání robota na principu zrcadlení pohybu člověka již byly zkoušené a publikované.
- 7. Realizační výstup** **80 b. (B)**

Realizační výstup práce tvoří jak samotná konstrukce ramene (mezi odevzdanými soubory jsem však 3D modely nenašel), tak jeho elektronické zapojení, základní polohování pomocí Arduina, ale i část umožňující přenést pohyb lidské paže na robotické rameno. Jako celek jde o povedené dílo.

Zdrojové kódy nejsou nějak rozsáhlé a tvoří je krátký program pro Arduino a Windows aplikace, která pracuje se senzorem Kinect a přes sériovou linku posílá příkazy do Arduina - tato část je o něco rozsáhlejší. Kódy jsou komentované, jen jejich struktura mohla být lepší. Bylo by užitečné rozdělit je na knihovnu či třídy pro základní ovládání ramene, knihovnu funkcí pro ovládání ramene pomocí Kinectu a pak samostatnou demo aplikaci.
- 8. Využitelnost výsledků**

Výsledkem práce je prototyp "hobby" manipulátoru, který si autor vytvořil sám od nuly. Pokud by svá schémata a 3D modely zveřejnil, mohly by být užitečné i pro další podobné nadšence.

Z pohledu širší využitelnosti je škoda, že autor nepojal projekt s větším přesahem. Nepokusil se formulovat konkrétnější úlohy a požadavky, které by rameno mělo zvládnout. Mohlo tak vzniknout zajímavé řešení kupříkladu pro výukové účely.

Použitelnost ramene a zejména chapadla je diskutabilní. Provedené experimenty spíše jen demonstrují, že se rameno hýbe a reaguje na pohyb člověka.

### 9. Otázky k obhajobě

- Na základě čeho jste stanovil limit 1000ms pro rychlost odezvy (str. 42) za přijatelný výsledek?
- V testování spolehlivosti i složitosti ovládání uvádíte, že bylo provedeno 10 pokusů. Všechny pokusy jste dělal sám, nebo jste do testování zapojil i jiné uživatele?
- Vysvětlíte tabulku 5.3 - co bylo považováno za úspěšný pokus?

### 10. Souhrnné hodnocení

**79 b. dobře (C)**

Věřím, že se pan Václavič během bakalářské práce mnohému naučil. Finální řešení sice není extra sofistikované, ale jako celek je považuji za velmi dobrý počín. Student prokázal, že je schopný z dílků seskládat funkční prototyp ramene a ještě se i pokusil celému projektu vtisknout zajímavou myšlenku v podobě ovládání Kinectem. Škoda slabších míst v technické zprávě a experimentálním testování prototypu.

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

V Brně dne: 2. června 2022

Španěl Michal, Ing., Ph.D.  
oponent