

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Bezkolizní řízení robotické helikoptéry</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Štěpán Vejvoda</b>
<b>Typ práce:</b>	bakalářská
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra kybernetiky (13133)
<b>Oponent práce:</b>	Matěj Petrлік
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Multirobotické systémy (13167)

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>průměrně náročné</b>
<p>Vyhýbání se překážkám je jedna ze základních funkcí nezbytných pro pohyb jakéhokoliv robota v reálném prostředí. Existuje tak velké množství roků prověřených metod a jelikož zadání nezmiňuje žádná další omezení (např. hladkost naplánované cesty, penalizace malých vzdáleností od překážek), hodnotím zadání jako průměrně náročné a nemyslím si, že by vyžadovalo 2 roky na vypracování, jak tomu v tomto případě bylo.</p>	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno s většími výhradami</b>
<p>V rámci této práce byl vyvinut systém pro bezkolizní pohyb robotické helikoptéry, tudíž zadání bylo splněno. Moje výhrady směřují k tomu, že cílem bylo navržení řídicího systému pro bezkolizní let, ale v práci je vyvinut plánovač, který plánuje bezkolizní geometrické cesty, které jsou posílány do již existujícího řídicího systému. Očekával bych, že se práce bude ubírat spíše směrem formulace překážek jako omezení pro metody prediktivního řízení, případně tvarování kolizní vstupní trajektorie tak, aby se kolizi předešlo.</p>	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>D - uspokojivě</b>
<p>Jak jsem již zmínil, práce se měla věnovat spíše návrhu a implementaci řídicího systému helikoptéry a ne plánovacím metodám. Zvolené metody A* i RRT jsou typické plánovací metody pro pohyb robota v prostředí s překážkami, které jsou hojně užívány především pro jejich snadnou implementaci. Praktická využitelnost jejich základních verzí bez rozšíření je ale omezena především výpočetní náročností pro vícedimenzionální problémy, a už pro plánování v komplexním trojrozměrném prostředí nelze mluvit o plánování v reálném čase. Bylo by proto vhodné kromě kvalitativního vyhodnocení těchto algoritmů přidat i vyhodnocení kvantitativní například formou tabulky s dobou plánovacího času, délkou nalezené cesty a průměrnou vzdáleností od překážek pro různá prostředí s různými vzdálenostmi cíle a s různou hustotou a geometrií překážek.</p>	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>D - uspokojivě</b>
<p>Odborná stránka práce je na dobré úrovni a všechny součásti potřebné k navrženému přístupu jsou detailně popsány. Výhrady mám k sekci 6.3, kde jsou detailně popsány implementace všech navržených tříd a jejich metod. Dle mého názoru není nutné v bakalářské práci na katedře kybernetiky detailně popisovat celý svůj kód, naopak je vhodné implementaci pro čtenáře abstrahovat například formou pseudokódu (jako v kapitole 5) nebo pomocí diagramu (obrázek 6.1) se stručným popisem. Co by ale v práci chybět nemělo, je rigorózní kvantitativní vyhodnocení navrženého přístupu k řešení problému. Kapitola 7 s výsledky však obsahuje pouze obrázky nalezených cest, což není dostatečné vyhodnocení výsledků. Následná diskuze je také velmi vágní bez jakýchkoliv konkrétních hodnot. Zastavení dronu v každém bodu cesty nalezené A* algoritmem není problémem samotného algoritmu, ale tím, že algoritmus nachází geometrickou cestu, která je po jednotlivých bodech posílána regulátoru jako reference pozice bez uvažování dynamiky dronu. Aby se předešlo diskrétnímu skoku na vstupu regulátoru, je z požadované reference vygenerována hladká trajektorie stavu, kterou regulátor dokáže plynule sledovat až do zastavení v požadovaném bodu.</p>	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>C - dobře</b>
<p>Rozsah práce je adekvátní řešenému problému. Formální zápisy z velké části nejsou zasazeny do textu a nejsou číslovány. To, že obrázek 2.7 nebyl nalezen v lepším rozlišení neznamena, že nemohl být studentem vytvořen. Naopak by lépe působilo, kdyby většina obrázků byla vlastních a ne převzatých jak je tomu v této práci. Jazykově je práce v pořádku až na do očí bijící „heurestiku“ opakovaně se vyskytující na mnoha místech.</p>	

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**C - dobře**

Citované zdroje jsou relevantní k řešené problematice, nicméně by práci prospěl jejich větší počet a to především v Sekci 1.1 Související práce, kde by měla být detailnější rešerše dostupných metod pro bezkolizní řídicí systémy.

**III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE**

Celkové hodnocení je ovlivněno především tím, že místo zadaného řídicího systému byl implementován plánovač. Dále je velkým minusem nedostatečně detailní vyhodnocení výsledků.

Student by měl při obhajobě zodpovědět následující otázky:

- 1) Jaká je průměrná doba hledání cesty k cíli vzdálenému 10 a 100 metrů pro oba algoritmy na stejné mapě?
- 2) Jak by se dalo předejít zastavování dronu v každém bodu cesty?
- 3) Chyby jakých součástí mohou způsobovat nepřesnosti v letu dronu do zadaného cíle po nalezené cestě?
- 4) Skrz jak velkou mezeru mezi překážkami je váš přístup schopen naplánovat cestu?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **D - uspokojivě**.

Datum: 31.5.2023

Podpis: