

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Lidar Pose Calibration Using Coded Reflectance Targets</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Matej Novosad</b>
<b>Typ práce:</b>	bakalářská
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra kybernetiky
<b>Vedoucí práce:</b>	Martin Matoušek
<b>Pracoviště vedoucího práce:</b>	ČVUT, CIIRC, Robotic Perception

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>průměrně náročné</b>
<p>Práce se zabývá problematikou kalibrace vzájemné polohy lidarů a lidarů vůči kamerám pro systémy autonomního řízení. Úkolem studenta bylo navrhnout vhodné kalibrační značky detekovatelné lidarem i kamerou, a navrhnout a implementovat jejich detekci a tu použít pro vzájemnou kalibraci senzorů. Obtížnost zadání spočívá v potřebě propojit znalosti z několika oblastí – zpracování dat z lidarů, metody zpracování obrazu a 3D geometrie.</p>	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno s většími výhradami</b>
<p>Body zadání, hlavní pro téma této práce, týkající se zpracování lidarových dat a kalibrace lidarů považuji za splněné. Zadání nicméně též požadovalo ověřit možnost detekce značek současně lidarem i kamerou, případně vyhodnocení možnosti jejich vzájemné kalibrace. Touto problematikou se však předložená práce nezabývá.</p>	

<b>Aktivita a samostatnost při zpracování práce</b>	<b>D - uspokojivě</b>
<p>Práce studenta svědčila o problémech s organizací úsilí, které by průběžně směřovalo k cíli. V průběhu práce na tématu bych ocenil větší a zejména soustavnou aktivitu.</p>	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>C - dobře</b>
<p>K věcné stránce metody, tak jak byla navržena a implementována, nemám výhrad. Student zvládl problematiku použití dat poskytovaných lidarem a úspěšně implementoval detekci značek a kalibraci vzájemné polohy a orientace dvou lidarů. Kvalita popisu a vysvětlení navržených či použitých postupů je ovšem pouze průměrná, místy trpící nesrozumitelností. Nejslabší část technické práce je pak experimentální vyhodnocení, které je velice stručné a postrádá rozumné kvantitativní vyhodnocení, jak úspěšnosti detekcí, tak přesnosti výsledné kalibrace.</p>	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>D - uspokojivě</b>
<p>Práce je vysázena v souladu se standardy technického textu. Práce je psaná v anglickém jazyce, naneštěstí na mnoha místech trpí gramatickými prohřešky, kvalita textu kolísá a některé části nesou stopy kvapné práce. Rozsahem je text práce kratší, místy žel příliš stručný. Některé koncepty by bylo potřeba podrobněji vysvětlit, jak po stránce popisu vlastní metody, tak po stránce motivace a zasazení do celkového kontextu. Text práce nese známky nedopracovanosti a bylo by potřeba mu věnovat ještě nějaký čas.</p>	

<b>Výběr zdrojů, korektnost citací</b>	<b>D - uspokojivě</b>
<p>Práce s citacemi je slabá. Student prokázal jistou schopnost samostatné práce s odbornou literaturou včetně vyhledávání zdrojů. Popis současného stavu poznání v úvodu je ovšem značně strohý a nepostihuje mnohé aspekty řešené práce. Také</p>	

postrádám alespoň nějakou analýzu či klasifikaci používaných přístupů ke kalibraci více lidarů a kamer, do níž by bylo možné tuto práci zařadit, či se vůči ní vymezit. Práce se zdroji v hlavní části práce je též málo uspokojivá, vyskytují se zde tvrzení, která by bylo vhodné podpořit vhodnými citacemi.

### Další komentáře a hodnocení

Jsem si vědom, že práce, zejména její experimentální část, byla negativně ovlivněna nestandardní situací způsobenou on-line výukou. Proto jsme přistoupili k (akceptované) žádosti o pozdější termín odevzdání, tak abychom měli čas v naší laboratoři studentovi snímat a poskytovat potřebná data (která z objektivních důvodů nemohl pořizovat sám). V hodnocení k této situaci přihlédnu.

### III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

Práci hodnotím jako splněnou s výhradami. Byly navrženy kódované kalibrační značky i jejich detekce a ověření postup vhodný pro kalibraci více lidarů. Použití kódovaných lidarových značek je inovativní přístup, tato práce demonstruje použitelnost navrženého řešení. Práce ovšem trpí mnohými nedostatky, jak v oblasti popisu navržené metody, tak v oblasti experimentálního vyhodnocení. S ohledem na výše zmíněné předloženou závěrečnou práci navrhuji hodnotit klasifikačním stupněm **D - uspokojivě**.

Datum: 25.8.2021

Podpis:

## I. IDENTIFICATION DATA

<b>Thesis title:</b>	<b>Lidar Pose Calibration Using Coded Reflectance Targets</b>
<b>Author's name:</b>	<b>Matěj Novosad</b>
<b>Type of thesis :</b>	bachelor <input type="checkbox"/>
<b>Faculty/Institute:</b>	Faculty of Electrical Engineering (FEE) <input type="checkbox"/>
<b>Department:</b>	Department of Cybernetics
<b>Thesis reviewer:</b>	Ing. Vojtěch Cvrček
<b>Reviewer's department:</b>	Department of Cybernetics

## II. EVALUATION OF INDIVIDUAL CRITERIA

<b>Assignment</b>	ordinarily challenging <input type="checkbox"/>
<i>How demanding was the assigned project?</i>	
The assignment includes the integration of different sensors, and I consider it quite demanding. There are countless possibilities for technical roadblocks that could be very challenging and hard to debug.	

<b>Fulfillment of assignment</b>	fulfilled with minor omissions <input type="checkbox"/>
<i>How well does the thesis fulfill the assigned task? Have the primary goals been achieved? Which assigned tasks have been incompletely covered, and which parts of the thesis are overextended? Justify your answer.</i>	
Some parts of the assignment are not fulfilled. The primary goal, which is LIDAR pose calibration, was achieved. The integration with a camera is not pursued in this thesis.	

<b>Methodology</b>	partially applicable <input type="checkbox"/>
<i>Comment on the correctness of the approach and/or the solution methods.</i>	
The chosen solution is acceptable. I am missing some technical details that are necessary for implementation. The student makes no attempt to make a quantitative comparison of his calibration with the current state-of-the-art methods. The thesis does not introduce any calibration error metric at all. Therefore, it is impossible for the reader to conclude the value of the work.	

<b>Technical level</b>	D - satisfactory <input type="checkbox"/>
<i>Is the thesis technically sound? How well did the student employ expertise in the field of his/her field of study? Does the student explain clearly what he/she has done?</i>	
The key idea of using coded reflective targets is interesting, and as far as I can tell, it is innovative. The students proved the ability to understand and work with the LIDAR sensors. The explanation is sometimes unclear, but it is possible to follow the main ideas through the text.	
The text claims that "We can clearly see that the walls align with minimal error," but the figures 3.6 and 3.7 that should demonstrate the "minimal error" are missing units. Such a claim should be drawn from a quantitative analysis of the calibration results. Some figures use decimal numbers for Laser IDs. The thesis shows a setup for the first target, but the setup for the second and more important target is never shown. The typesetting of algorithms does not distinguish functions, variables, and keywords. Algorithms are hard to read. The "Read Code" algorithm is incorrect (the second loop should use the variable <i>code</i> ).	
Many claims require citations or support from the data. The thesis makes enigmatic conclusions such as "Furthermore, the data set is too great to check each file manually. This is also the reason why we decided to go with dynamic programming in the first place, rather than AI."	

## Formal and language level, scope of thesis

C - good.

*Are formalisms and notations used properly? Is the thesis organized in a logical way? Is the thesis sufficiently extensive? Is the thesis well-presented? Is the language clear and understandable? Is the English satisfactory?*

The thesis is organized in a standard way. The text could be longer, especially the experimental part and introduction. The English starts at an excellent level, but it soon deteriorates. Some passages are missing technical details, or are grammatically broken, sometimes both. Hence, the comprehensibility of the text suffers.

Sections sometimes lack a proper introduction (such as the section "Removing possible misidentifications"). The text is sometimes missing/misusing articles or prepositions. I would advise the student to use some grammar checking tools in the future.

## Selection of sources, citation correctness

E - sufficient

*Does the thesis make adequate reference to earlier work on the topic? Was the selection of sources adequate? Is the student's original work clearly distinguished from earlier work in the field? Do the bibliographic citations meet the standards?*

State-of-the-art is described and used inadequately. Some of the sources in the bibliography are never used in the text. The thesis contains claims that should be supported by proper citations. A serious shortcoming is the missing comparison with other calibration methods.

## Additional commentary and evaluation (optional)

*Comment on the overall quality of the thesis, its novelty and its impact on the field, its strengths and weaknesses, the utility of the solution that is presented, the theoretical/formal level, the student's skillfulness, etc.*

### III. OVERALL EVALUATION, QUESTIONS FOR THE PRESENTATION AND DEFENSE OF THE THESIS, SUGGESTED GRADE

*Summarize your opinion on the thesis and explain your final grading. Pose questions that should be answered during the presentation and defense of the student's work.*

Overall, I consider the thesis of lower quality. The main idea is promising and could potentially help the field. The description of the method is also acceptable. The weakest point of the thesis is the presentation of the results. Strikingly, the text lacks any metric to evaluate the calibration method. Therefore, claims cannot be supported by data and are of little to no value.

Technical weaknesses (such as figures lack units, presentation of algorithms) are the secondary problem. The author could improve the citation quality as well. The level of English is overall low and tends to complicate delivery.

In the future, the author will profit from a better examination of the state-of-the-art. It is easier to adopt a methodology from similarly oriented papers. It could also help to obtain some technical skills (how to present figures and algorithms). Careful study of previous papers simplifies establishing the work niche and contribution.

During the defense, I suggest that the student (1) explains why he did not use any metric to quantify his results, metrics are referenced in his sources (such as [10]), and (2) describes advantages of his method in comparison to the state-of-the-art methods.



## THESIS REVIEWER'S REPORT

The grade that I award for the thesis is  

Date: 23.8.2021

Signature: Vojtěch Cvrček