



School of Engineering

IAMP Institute of Applied
Mathematics and Physics

Bachelor thesis (Computer Science)

Formula Student

Path Planning Algorithm

Author

Marco Forster
Dan Hochstrasser

Main supervisor

Monika Ulrike Reif

Sub supervisor

Stefan Brunner

Industrial partner

Company name

External supervisor

first name family name
first name family name

Date

25.02.2022

Please fill in the title sheet taking into account the following points:

- Please do not change the font type or font size. Text should only be written over!
- Please use only 4 lines max. per table row!
- Template: did you choose the right institute/centre? → Logo institute/centre
- Title: add your study programme directly after the word 'Bachelor thesis / Project work' (max. 2 lines).
- Title: overwrite the running text with your Bachelor thesis title / Project work title (max. 4 lines).
- Author: fill in your first and family name (list alphabetical > family name).
- Supervisor: fill in your supervisor/s (list alphabetical > family name).
- Sup supervisor: if you do not have a sup supervisor → please delete this table row.
- Industrial partner: if you do not have an industrial partner → please delete this table row.
- External supervisor: if you do not have an external supervisor → please delete this table row.
- Date: please fill in current date.
- Finish: at the end please delete this description (grey) and save the document in pdf format.

DECLARATION OF ORIGINALITY

Bachelor's Thesis at the School of Engineering

By submitting this Bachelor's thesis, the undersigned student confirms that this thesis is his/her own work and was written without the help of a third party. (Group works: the performance of the other group members are not considered as third party).

The student declares that all sources in the text (including Internet pages) and appendices have been correctly disclosed. This means that there has been no plagiarism, i.e. no sections of the Bachelor thesis have been partially or wholly taken from other texts and represented as the student's own work or included without being correctly referenced.

Any misconduct will be dealt with according to paragraphs 39 and 40 of the General Academic Regulations for Bachelor's and Master's Degree courses at the Zurich University of Applied Sciences (Rahmenprüfungsordnung ZHAW (RPO)) and subject to the provisions for disciplinary action stipulated in the University regulations.

City, Date:	Name Student:
Winterthur, 25.02.2022	Marco Forster
Winterthur, 25.02.2022	Dan Hochstrasser

Abstract

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Zusammenfassung

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Preface

- Stellt den persönlichen Bezug zur Arbeit dar und spricht Dank aus.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Contents

1	Introduction	8
1.1	Initial situation	8
1.1.1	Python Implementations	8
1.1.2	Formula Student Implementations	9
1.2	Objective / Problem definition / Requirements	9
1.2.1	Subsection	10
2	Theoretical Principles	12
2.1	Formula Student	12
2.2	Driverless	12
2.3	Robot Operating System (ROS)	13
2.3.1	ROS Graph	13
2.4	Path Planning Algorithms	15
2.5	Hardware	15
2.5.1	Nvidia Jetson	15
2.5.2	Lidar	16
2.5.3	Stereo Camera	16
2.6	Languages and Tools	17
3	Approach / Methods	18
3.1	Scrum	19
3.2	V-Model	19
4	Results	20
5	Discussion and Conclusion	21
6	Registers	23
A	Appendix	27
A.1	Project Management	27

CONTENTS

A.2 Miscellaneous	27
-----------------------------	----

Introduction

1.1 Initial situation

- Nennt bestehende Arbeiten/Literatur zum Thema
- Stand der Technik: Bisherige Lösungen des Problems und deren Grenzen
- «Stand der Technik» ist ein Fachbegriff, der den aktuellen Stand des Wissens im Thema meint. Sie beweisen damit, dass Sie das Fachgebiet kennen und das wesentliche Vorwissen aufgearbeitet haben.
- (Nennt kurz den Industriepartner und/oder weitere Kooperationspartner und dessen/deren Interesse am Thema Fragestellung)

There has already been done a lot of research when it comes to path planning algorithms. In the following chapter a limited list of implementation is presented in which it is distinguished between python and specific formula student implementations.

1.1.1 Python Implementations

PythonRobotics is a webpage and python library hub for different fields in robotics. It varies between arm, aerial, car robotics and many more. In these segments of robotics it provides an overview of different algorithm implementations including path planning algorithms. The path planning algorithms differ from different approaches for example a dynamic window, breadth first search, Dijkstra just to name a few.

1.1.2 Formula Student Implementations

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum. [1]

1.2 Objective / Problem definition / Requirements

- Formuliert das Ziel der Arbeit
- Achtung: Ziel und Aufgabe sind nicht zwingend dasselbe! Bitte sauber trennen.
- Verweist auf die offizielle Aufgabenstellung des/der Dozierenden im Anhang
- (Pflichtenheft, Spezifikation)
- Spezifiziert die Anforderungen an das Resultat der Arbeit
- Übersicht über die Arbeit: stellt die folgenden Teile der Arbeit kurz vor
- Das erleichtert die Leserführung und schafft Klarheit.
- (Angaben zum Zielpublikum: nennt das für die Arbeit vorausgesetzte Wissen)
- (Terminologie: Definiert die in der Arbeit verwendeten Begriffe)
- Nur spezielle Fachbegriffe; man kann in der Regel von einem informierten Zielpublikum ausgehen. Wenn ein Glossar (vgl. 6.2.) erstellt wird, erübrigt sich dieser Abschnitt.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum. [1]

1.2.1 Subsection

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum. [2]



Figure 1.1: Bildli

SubSubSection

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique

senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Table 1.1: Eine Tabelle

A	B	C
1	2	3
4	5	6

Paragraph

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Theoretical Principles

- In der Regel ist zumindest ein kurzes Theoriekapitel notwendig. Es nimmt Bezug auf das thematische Oberthema, aber natürlich nicht auf allgemeine theoretische Grundlagen etwa aus der Naturwissenschaft.

2.1 Formula Student

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

2.2 Driverless

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est,

iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

2.3 Robot Operating System (ROS)

The Robot Operating System (ROS) is not, like the name may suggest, a full-fledged operating system, but a set of software libraries and tools for the development of robot applications. The open-source robotics middleware comes shipped with capable developer tools, drivers and advanced algorithms. [3]

There are currently two major versions of ROS which are seeing releases, ROS 1 and ROS 2. [4] Beginning with releases after 'Foxy Fitzroy', releases in odd years will be non-LTS (Long Term Support) and will only be supported for 1.5 years, while new releases in even years are going to be long-term supported and will be supported for 5 years. [5]

The work done in this thesis have been done using the ROS 2 release 'Foxy Fitzroy', released on June 5th, 2020. This release will be supported till the end of May 2023. [4]

2.3.1 ROS Graph

There are 5 main concepts of ROS 2 that make up the ROS (2) graph:

1. Nodes
2. Topics
3. Services
4. Parameters
5. Actions

The ROS graph is a network of ROS 2 elements which processes data simultaneously. The graph encompasses all executables and the connections between them.

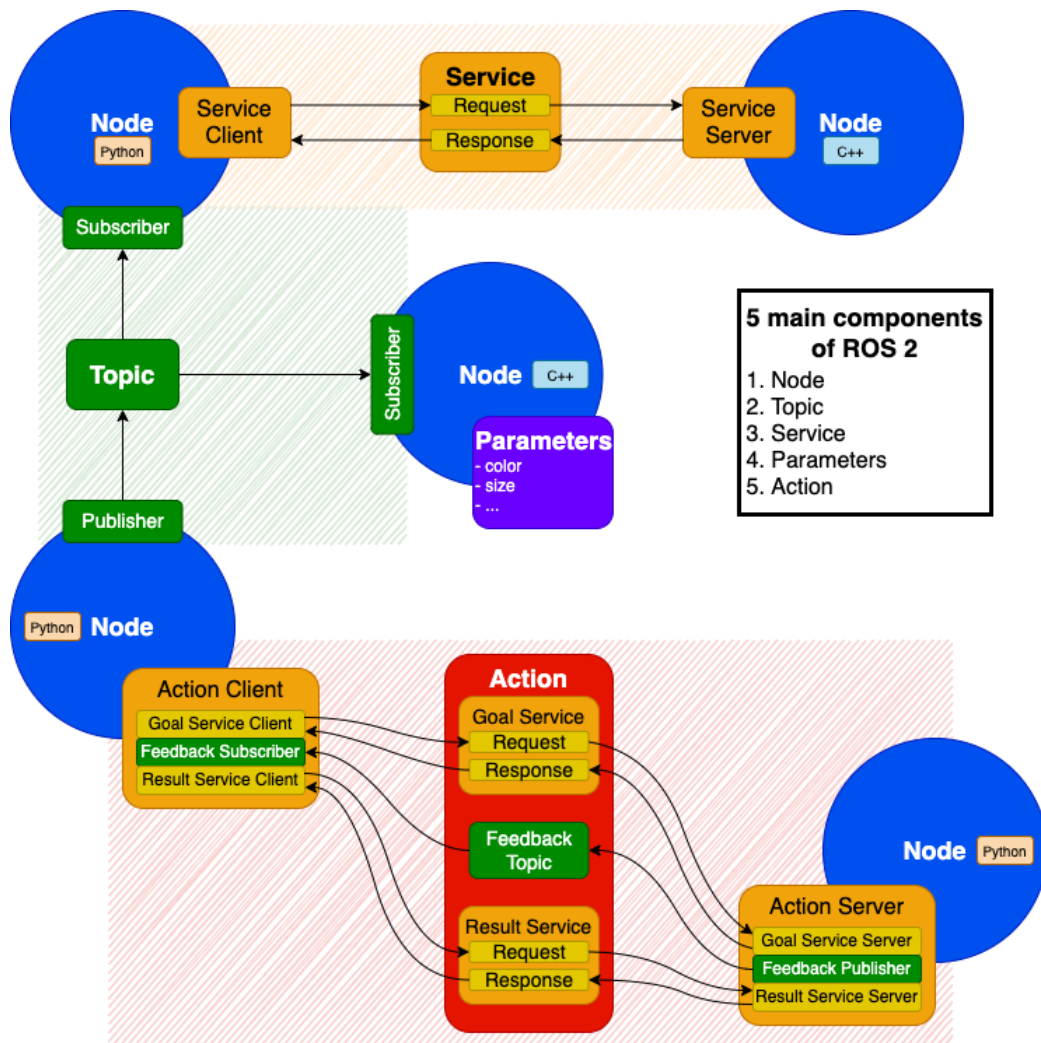


Figure 2.1: The five main concepts of ROS 2 pictured as a network of nodes.

Nodes

A node is a fundamental ROS 2 element that serves a single, modular purpose in a robotics system.

Topics

Nodes publish information over topics, which allows any number of other nodes to subscribe to and access that information.

Services

Services are based on a call-and-response model, versus topics' publisher-subscriber model. Services only provide data when they are specifically called by a client.

Parameters

Nodes have parameters to define their default configuration values.

Actions

Actions are built on topics and services and consist of a goal, feedback, and a result. Actions are like services that allow you to execute long-running tasks, provide regular feedback, and are cancelable.

2.4 Path Planning Algorithms

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

2.5 Hardware

2.5.1 Nvidia Jetson

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras

viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

2.5.2 Lidar

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

2.5.3 Stereo Camera

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

2.6 Languages and Tools

- ROS 2
- Python
- LaTeX
- Git
- VS Code
- Azure DevOps
- GitHub
- Simulation tools
- other tools

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Approach / Methods

- Beschreibt die Grundüberlegungen der realisierten Lösung (Konstruktion/Entwurf) und die Realisierung als Simulation, als Prototyp oder als Software-Komponente etc.
- Hier beschreiben Sie Ihre gemachte Arbeit. Dazu braucht es eine Beschreibung des Vorgehens, aller Arbeitsschritte usw.
- (Definiert Messgrößen, beschreibt Mess- oder Versuchsaufbau, beschreibt und dokumentiert Durchführung der Messungen/Versuche)
- Bildmaterial erleichtert das Verständnis.
- (Experimente)
- Immer mit Aufbau und Vorgehen; Bildmaterial erleichtert das Verständnis.
- (Lösungsweg)
- Inkl. theoretische Herleitung der Lösung
- (Modell)
- (Eingesetzte Software)
- Die Funktionen von verwendeten Computerprogrammen zu Simulationsszwecken, Berechnungen etc. sollen beschrieben werden. Dies soll aber in Worten, Formeln und geeigneten Darstellungen (z.B. Flussdiagrammen) geschehen. Allfälliger Programmcode ist in einem Anhang zu dokumentieren.
- (Tests und Validierung)

3.1 Scrum

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

3.2 V-Model

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Results

- Zusammenfassung der Resultate
- Hier geben Sie wieder, was aus der Arbeit als Ergebnis resultiert. Es ist darauf zu achten, dass keine Bewertung der Daten vorweggenommen wird. Diese soll im Diskussionsteil erfolgen. Trotzdem sind die Daten und Resultate mit genügend Text zu erklären. Absolut zentral ist dabei eine präzise, treffende sprachliche Ausdrucksweise. Von Alltagsslang und vagen Ausdrücken ist unbedingt abzugehen. Bei grossen Datenmengen müssen die Rohdaten nicht zwingend publiziert werden.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Discussion and Conclusion

- Bespricht die erzielten Ergebnisse bezüglich ihrer Erwartbarkeit, Aussagekraft und Relevanz
- Die Diskussion soll von einem differenzierten, sprachlich präzisen Gegenüberstellen von Fakten, Resultaten und Theorien geprägt sein. Persönliche Meinungen haben hier nichts zu suchen! Aussagen müssen durch (mathematische) Logik, wissenschaftliche Theorie oder Statistik begründbar sein. Wenn Vermutungen nicht begründbar sind, so sind diese nur dann festzuhalten, wenn ein Weg zu deren Begründung aufgezeigt werden kann, oder wenigstens eine wissenschaftlich plausible Erklärung existiert.
- Interpretation und Validierung der Resultate
- Rückblick auf Aufgabenstellung, erreicht bzw. nicht erreicht
- Nehmen Sie hier Bezug auf den Abschnitt 1.2!
- Legt dar, wie an die Resultate (konkret vom Industriepartner oder weiteren Forschungsarbeiten; allgemein) angeschlossen werden kann; legt dar, welche Chancen die Resultate bieten.
- Das weitere Vorgehen ist ebenso wichtig wie Ihre Arbeit. Jede wissenschaftliche Arbeit enthält offene Fragen oder Arbeitsschritte, die aus bestimmten Gründen nicht ausgeführt werden konnten. Diese sind aufzulisten und zu begründen.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras

viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Registers

Bibliography

- [1] Autor. (Jahr) *Titel*. [Online]. URL: URL [Stand: Datum].
- [2] Autor, *Titel*. Ort: Herausgeber, Jahr, S. Seitenzahl.
- [3] (2022) *ROS 2 Documentation: Foxy documentation*. [Online]. URL: <https://docs.ros.org/en/foxy/index.html> [Accessed: 01.03.2022].
- [4] (2022) *ROS 2 Distributions*. [Online]. URL: <https://docs.ros.org/en/rolling/Releases.html> [Accessed: 01.03.2022].
- [5] M. Arguedas, S. Ragnarok, D. Thomas und A. Nash. (2021, Nov) *ROS 2 Releases and Target Platforms*. [Online]. URL: <https://www.ros.org/repos/rep-2000.html> [Accessed: 01.03.2022].

List of Figures

1.1	Bildli	10
2.1	The five main concepts of ROS 2 pictured as a network of nodes.	14

List of Tables

1.1	Eine Tabelle	11
-----	------------------------	----

Appendix

- Grundsatz: Alles, was nicht zwingend für das Verständnis der Arbeit nötig ist, gehört in den Anhang!

A.1 Project Management

- Offizielle Aufgabenstellung, Projektauftrag
- (Zeitplan)
- (Besprechungsprotokolle oder Journals)
- Parameters
- Actions

A.2 Miscellaneous

- CD mit dem vollständigen Bericht als pdf-File inklusive Daten, Film- und Fotomaterial
- (Schaltpläne und Ablaufschemata)
- (Spezifikationen u. Datenblätter der verwendeten Messgeräte und/oder Komponenten)
- (Berechnungen, Messwerte, Simulationsresultate)
- (Stoffdaten)
- (Fehlerrechnungen mit Messunsicherheiten)
- (Grafische Darstellungen, Fotos)

- (Datenträger mit weiteren Daten (zum Bsp. Software-Komponenten)
inkl. Verzeichnis der auf diesem Datenträger abgelegten Dateien)
- (Softwarecode)