

3D Laserscanner für mobilen Roboter

Industriearbeit PAIND+E1

im Auftrag des Industriepartners

RUAG AG

an der

Hochschule Luzern Technik & Architektur

im Studiengang Elektrotechnik

Schwerpunkt

Signalverarbeitung & Kommunikation,
Automation & Embedded Systems

Dozent: Björn Jensen

Experte: Markus Thalmann

Eingereicht von: Daniel Zimmermann

Matrikelnummer: 15-465-271

Datum der Abgabe: 22.12.2017

Klassifikation: Rücksprache

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet habe. Sämtliche verwendeten Textauschnitte, Zitate oder Inhalte anderer Verfasser wurden ausdrücklich als solche gekennzeichnet.

Wolfenschiessen, den 22.12.2017

Daniel Zimmermann

Vorwort

In Zuge der industriellen Revolution 4.0, sog. digitale Revolution, entstehen gerade im Zweig der Robotik und der Automation ständig neue und bahnbrechende Technologien. Dabei steht die Transformation des weitgehend automatisierten Roboters im Vordergrund. Diverse Vorzeigeprojekte beweisen bereits heute, dass durch eine komplexe Abstimmung hoch präziser Sensoren die sensitiven und kognitiven Fähigkeiten des Menschen nachgeahmt, wenn nicht sogar übertroffen werden können.

Gerade für mobile Roboter wie der iRobot Packbot einen bedeutenden Beitrag leisten. Für Menschen unzugängliche oder nur unter hohem Gefahrenpotential zugängliche Orte wie Kriegsgebieten, von Naturkatastrophen geschädigten oder radioaktiv verstrahlten Umgebungen können sie Aufgaben bewältigen, welche dem Menschen alleine unmöglich erscheinen.

Diese Errungenschaften bieten in vielen Bereichen Einsatzmöglichkeiten, beispielsweise in der Industrie, der Medizin oder dem Transportwesen. Die Unterstützung eines automatisierten Systems kennt kaum Grenzen.

Der Mensch kann mehr und mehr auf die Hilfe von mobilen Robotern zählen.

Daher ist es naheliegend, dass gerade bei der Kartographie eine dreidimensionale Visualisierung ein sehr interessantes und Arbeitsgebiet bietet.

Durch die zunehmende Rechenleistung von Computern und den daraus resultierenden Datenmengen entstehen Möglichkeiten

Daniel Zimmermann, 22.12.2017

Abstract

This Documentation is a result of the Project Modul PAIND+E1 at the Lucerne School of Engineering and Architecture for the industry partner RUAG AG. The translated main topic "3D laser scanner for a mobile robot" is the base of

The following chapters containing the full experiences, results and description during the project phases from September 2017 to January 2018. The body of this document is defined in different phases and reflects the Timeline of the Project.

In a first part are the

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Blindtext	1
1.2	Projektauftrag	1
1.3	Aufgabenstellung	1
1.4	Ziele	2
2	Informationsbeschaffung	3
2.1	bestehende Komponenten	3
2.1.1	Hokuyo URG-04LX	3
2.1.2	Velodyne VLP-16 Puck	4
2.2	nutzbare Komponenten	4
2.3	ROS Robot Operating System	4
2.3.1	ROS Kinetic Kame vs. Indigo	4
2.3.2	BLAM	4
2.4	weitere verwendete Software	5
2.4.1	Wireshark	5
2.4.2	Onshape	5
2.5	Zwischenfazit	5
3	Konzeption	6
3.1	Blindtext	6
3.2	Variante 1: Plattform	8
3.3	Variante 2: Turm	8
3.4	ausgewählte Komponenten	8
3.5	Zwischenfazit	8
4	Realisierung	9
4.1	Produkt	9
4.2	Hardware	11
4.3	Software	11

4.4	Zwischenfazit	11
5	Tests	12
5.1	Testprotokolle	12
5.2	Testergebnisse	14
5.3	Fazit	14
6	Beispiele	15
6.1	Quelltext	15
6.2	Bild	15
6.3	Text Formatierungen und sonstiges	16
6.3.1	Listen	16
6.3.2	Text Hervorhebungen	17
6.4	Tabelle	18
6.5	Long-Table	18
6.6	Literaturverweis	19
6.7	Onlineverweise	19
6.8	Glossar	19
6.9	Abkürzungsverzeichnis	19
	Abbildungsverzeichnis	A
	Tabellenverzeichnis	B
	Quelltextverzeichnis	C
	Stichwortverzeichnis	D
	Literaturverzeichnis	G
	Onlinequellen	H
	Bildquellen	I
	Anhang A	J
A.1	Diagramm	J
A.2	Tabelle	J

A.3 Screenshot	J
A.4 Graph	J

Kapitel 1

Einleitung

1.1 Blindtext

- First itemtext
- Second itemtext
- Last itemtext
- First itemtext
- Second itemtext

1.2 Projektauftrag

.

1.3 Aufgabenstellung

Als Grundlage galt zum Zeitpunkt der Eingabe der Aufgabenstellung, dass ein 3D-Laser-Modul mit einem bestehenden 2D-Laser realisiert wird. Beim Projektbeginn im September 2017 wurde dies von Dr. Björn Jensen abgeändert, da nun ein 3D-Laserscanner zur Verfügung steht. Das zu erarbeitende Projekt soll ein funktionsfähiger Prototyp

Es soll ein 3D-Laser-Modul entwickelt werden, welches einen bestehenden 2D-Laser um eine Achse rotiert und so die Vermessung der Umgebung in 3D erlaubt. Die gemessenen

Distanzen sollen von einem PC aufgenommen und dem mobilen Roboter einmal pro Umdrehung zur Verfügung gestellt werden. Üblicherweise bewegt sich der Roboter während diesen Messungen. Im Idealfall wird die Bewegung des Roboters gemessen und die Messdaten entsprechend kompensiert. Das entwickelte Laser-Modul soll im Rahmen der Arbeit auf dem Packbot-Roboter getestet werden.

1.4 Ziele

Ziel des Projektes ist es die Realisierung eines 3D-Laser Moduls. In erster Priorität soll damit 3D Mapping in Echtzeit betrieben werden können. Das Modul wird mit dem bestehenden 3D Laserscanner von Velodyne des Typs VLP-16 realisiert. Dabei soll eine möglichst detaillierte Punktwolke erstellt werden, welche visualisiert werden kann. Zweite Priorität ist die Hinderniserkennung in Frontrichtung. Dazu muss in Frontrichtung eine detaillierte Punktwolke ermittelt werden können. Das Modul soll einerseits auf dem Packbot nutzbar, sowie auch eigenständig einsetzbar sein.

Kapitel 2

Informationsbeschaffung

Im Rahmen der Projektplanung, welche in Anhang ersichtlich ist, wurde in einer ersten Phase ein Zeitraum zur Informationsbeschaffung festgelegt. Dieser Abschnitt ist einerseits für die Themeneinarbeitung und andererseits um die Absteckung der Aufgabe und der Ziele erforderlich.

insert
reference

Nachfolgend werden die wichtigsten Erkenntnisse der Informationsbeschaffung erläutert, die maßgebend für die Konzeption in Kapitel 3 und die Realisierung in Kapitel 4 sind. Dabei werden zu einzelnen Komponenten und Verfahren Stellung genommen und eruiert, ob diese sich für das Projekt eignen. Des Weiteren sollen relevante Software erläutert werden, welche für die Realisierung nötig sind.

2.1 bestehende Komponenten

In diesem Unterkapitel werden die bestehenden Entfernungsmesser Velodyne VLP-16 und der Hokuyo URG-LX01 detailliert betrachtet und die wichtigsten Spezifikationen hervorgehoben. Es werden zusätzlich noch alternative Produkte gegenüber gestellt.

2.1.1 Hokuyo URG-04LX

Der Hokuyo URG-04LX ist ein 2D Laserscanner,

Der bedeutendste Nachteil des URG-04LX ist das messbare Distanzspektrum. Die maximale Messdistanz von 4 Meter, wobei zusätzlich eine minimale Messdistanz von 40 Zentimeter eingehalten werden muss, genügt nur für sehr nahe räumliche Messungen. Der Einsatzbereich beschränkt sich hier lediglich für Gebäude interne Messungen.

2.1.2 Velodyne VLP-16 Puck

Beim Velodyne VLP-16 Puck handelt es sich um einen Echtzeit 3D-Laser-Scanner, der auf dem LIDAR-Verfahren basiert. Dabei werden Der 3D Laserscanner

2.2 nutzbare Komponenten

2.3 ROS Robot Operating System

Die gesamte Kommunikation mit Sensoren und Aktoren findet auf dem Packbot mit einem spezifisch implementierten Robot Operating System, kurz. ROS, statt. Daher ist es naheliegend, um die Integrität des zu erarbeitenden 3D-Laser-Moduls zu gewährleisten, dieses Software-Framework zu nutzen.

2.3.1 ROS Kinetic Kame vs. Indigo

Grundsätzlich wird ROS auf einem Ubuntu Betriebssystem aufgesetzt und ist ein grösstenteils Kommando-basiertes Software-Framework. Diese in 2007 entwickelte Open Source Software erhielt in den letzten Jahren ständig neue und überarbeitete Versionen.

Die Auswahl wurde größtenteils durch die bestehende Software definiert. Da bereits mit Ubuntu LTS 16.04 und ROS Kinetic Kame gearbeitet wurde war dies die naheliegendste Möglichkeit.

2.3.2 BLAM

- First itemtext
- Second itemtext
- Last itemtext
- First itemtext

- Second itemtext

2.4 weitere verwendete Software

2.4.1 Wireshark

2.4.2 Onshape

2.5 Zwischenfazit

Kapitel 3

Konzeption

3.1 Blindtext

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut

metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

3.2 Variante 1: Plattform

3.3 Variante 2: Turm

3.4 ausgewählte Komponenten

3.5 Zwischenfazit

Kapitel 4

Realisierung

4.1 Produkt

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut

metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

- First itemtext

- Second itemtext
- Last itemtext
- First itemtext
- Second itemtext

4.2 Hardware

4.3 Software

4.4 Zwischenfazit

Kapitel 5

Tests

5.1 Testprotokolle

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut

metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

- First itemtext

- Second itemtext
- Last itemtext
- First itemtext
- Second itemtext

5.2 Testergebnisse

5.3 Fazit

Kapitel 6

Beispiele

Im Kapitel Beispiele (siehe Kapitel 6) werden die möglichen Funktionen und Möglichkeiten dieses LaTeX-Dokuments demonstriert.

6.1 Quelltext

Nachfolgend der Codeauszug 6.1.

```
1  /**
2  * The HelloWorldApp class implements an application that
3  * simply prints "Hello World!" to standard output.
4  */
5  class HelloWorldApp {
6      public static void main(String[] args) {
7          System.out.println("Hello World!"); // Display the string.
8      }
9  }
```

Codeauszug 6.1: Hello World

6.2 Bild

Die rechts zu sehende Grafik demonstriert die Möglichkeiten des Paketes „wrapfig“. Grafiken innerhalb einer „wrapfigure“ können entweder links oder rechts von Text umlaufen werden.

Die nachfolgende Abbildung 6.2 demonstriert die Darstellung eines „*.jpg“ Bildes innerhalb des Textes (beim Einfügen kann auf die Endung verzichtet werden, solange der Name einzigartig ist). Zusätzlich enthält dieses einen Untertitel der über das bereits verwendete Label verlinkt werden kann. Der Untertitel erscheint im Abbildungsverzeichnis (Abb.vz.).



Abbildung 6.1: Beispielbild [PEX]

6.3 Text Formatierungen und sonstiges

Dieser Text enthält eine Fußnote¹.

6.3.1 Listen

Listen können sowohl mit Bullet points als auch mit Zahlen erstellt werden

- Eine Liste mit Bullet points
 - Ein weiteres Element
1. Eine Liste mit Zahlen
 2. Ein weiteres Element

¹Fußnoten sind Anmerkungen, die im Druck-Layout aus dem Fließtext ausgelagert werden, um den Text flüssig lesbar zu gestalten.

6.3.2 Text Hervorhebungen

The problem with internet quotes is that you can't always depend on their accuracy

— Abraham Lincoln, 1864

„Inspirierende Zitate können mit epigraph eingefügt werden

The problem with internet quotes is
that you can't always depend on their
accuracy

Abraham Lincoln, 1864

Seitenumbrüche können nur direkt nach Text geschrieben werden, sonst lässt sich das Latex nicht mehr compilieren.



Abbildung 6.2: Beispielbild [PEX]

6.4 Tabelle

Nachfolgend Tabelle 6.1.

Inhaber: Alice
Peer (Ersteller): Bob
Öffentlicher Schlüssel des Inhabers: F2 D2 0E ED FA 4E 9E 0A F2 DD 23 8A 32 44 F3 E9
Gültigkeit: 2015-07-01 – 2016-06-30

Tabelle 6.1: Digitales Zertifikat

6.5 Long-Table

Die „Long-Table“ kann über definierte Header und Footer über Seitenumbrüche hinweg angezeigt werden.

Version	Codename	API	Verteilung
2.2	Froyo	8	0.1%
2.3.3 - 2.3.7	Gingerbread	10	2.7%
4.0.3 - 4.0.4	Ice Cream Sandwich	15	2.5%
4.1.x	Jelly Bean	16	8.8%
4.2.x		17	11.7%
4.3		18	3.4%
4.4	KitKat	19	35.5%

Fortsetzung auf nachfolgender Seite

Fortsetzung - Verteilung der Androidversionen (Stand 01.02.2016)

Version	Codename	API	Verteilung
5.0	Lollipop	21	17.0%
5.1		22	17.1%
6.0	Marshmallow	23	1.2%

Tabelle 6.2: Verteilung der Androidversionen (Stand: 01.02.2016)

6.6 Literaturverweis

Weil für die alte und die neue Rechtschreibung verschiedene Trennregeln gelten, sind Deutsch mit alter Rechtschreibung und Deutsch mit neuer Rechtschreibung zwei verschiedene Sprachen ([Kna09], S. 192).

6.7 Onlineverweise

Siehe Google.de [Goo].

6.8 Glossar

6.9 Abkürzungsverzeichnis

Das Abkürzungsverzeichnis listet alle verwendeten Abkürzungen auf. Einige Beispiele sind Serial Attached SCSI (SAS), Compact Disk (CD), Local Area Network (LAN) und Internationale Organisation für Normung (ISO). Die erneute Verwendung zeigt nur noch die Abkürzung: SAS, CD, LAN und ISO.

Abbildungsverzeichnis

6.1	Beispielbild [PEX]	16
6.2	Beispielbild [PEX]	17

Tabellenverzeichnis

6.1	Digitales Zertifikat	18
6.2	Verteilung der Androidversionen (Stand: 01.02.2016)	19

Quelltextverzeichnis

6.1	Hello World	15
-----	-----------------------	----

Stichwortverzeichnis

A

alte 19

D

Darstellung 16

T

Trennregeln 19

U

und 15, 19

Untertitel 16

Literaturverzeichnis

- [Kna09] Joerg Knappen. *Schnell ans Ziel mit LATEX 2e* -. ueberarbeitete und erweiterte Auflage. Muenchen: Oldenbourg Verlag, 2009. ISBN: 978-3-486-59015-9.

Onlinequellen

[Goo] Google. *Google*. URL: <http://www.google.de> (besucht am 06.10.2015).

Bildquellen

[PEX] PEXELS. *Black and white branches tree*. URL: <https://www.pexels.com/photo/black-and-white-branches-tree-high-279/>.

Anhang A

A.1 Diagramm

A.2 Tabelle

A.3 Screenshot

A.4 Graph