

Inhaltsverzeichnis

1	ROS – Robot Operating System	1
1.1	Installation	4
1.1.1	Ubuntu-Repositorien anpassen	7
1.1.2	Freiburg Mirror als Quelle angeben	7
1.1.3	Schlüssel importieren	8
1.1.4	Installation	8
1.1.5	Initialisierung mit rosdep	8
1.1.6	Umgebungsvariablen setzen	9
1.1.7	rosinstall, Werkzeug für die Arbeitsbereichverwaltung	9
1.1.8	ROS-Arbeitsbereich erstellen	9
1.1.9	Roboter Modell A installieren	11
1.2	ROS-Grundlagen	12
1.2.1	ROS-Dateisystem	12
1.2.2	ROS-Paket	14
1.2.3	ROS-Meta-Paket	16
1.2.4	ROS-Master	17
1.2.5	ROS-Nodes	19
1.2.6	ROS-Topics	20
1.2.7	ROS-Messages	22
1.2.8	ROS-Services	24
1.2.9	ROS-Actions	26
1.2.10	ROS-Parameter	27
1.2.11	ROS-Launch	30
1.2.12	CMakeLists.txt	34
1.2.13	package.xml	34

1.3	ROS-Hilfswerkzeuge	34
1.3.1	rqt_graph	35
1.3.2	rqt_plot	36
1.3.3	rqt_robot_steering	38
1.3.4	ROS-Ereignisse und Logdateien	39
1.3.5	roswtf	43
1.3.6	rosbag	44
2	Roboter konstruieren und simulieren	47
2.1	Gazebo	49
2.1.1	Virtuelle Welten mit dem Simulation Description Format – SDF	50
2.1.2	Gazebo-Benutzeroberfläche	51
2.1.3	Physikalische Eigenschaften	53
2.1.4	Laserscanner	53
2.1.5	Kamera	55
2.1.6	Simulationen	55
2.2	RViz	57
2.2.1	RViz-Maussteuerung	59
2.2.2	RViz, Koordinaten- und Bezugssysteme	59
2.2.3	RViz-Konfigurationsdatei	63
2.3	FreeCAD	64
2.4	Blender	68
2.4.1	Blender-Einstellungen	70
2.4.2	Objekte transformieren	72
2.4.3	Objekte färben	74
2.4.4	Objekte modellieren	78
2.4.5	Objekte texturieren	84
2.4.6	Objekte von anderen Objekten abziehen	89
2.4.7	Objektschwerpunkt festlegen	92
2.4.8	3D-Modelle exportieren	93
2.5	URDF – Unified Robot Description Format	95
2.5.1	URDF-Dateien	96
2.5.2	URDF-Werkzeuge	97
2.5.3	Maßeinheiten	99
2.5.4	Wichtige Elemente in URDF-Dateien	100
2.5.5	URDF-Datei testen	117
2.5.6	Aufbau und Struktur komplexer URDF-Dateien	118

3	Roboterprojekt A	141
3.1	Ziel	143
3.2	Plan	145
3.2.1	Recherche	145
3.2.2	Einkauf	160
3.3	Bau	161
3.3.1	Chassis	162
3.3.2	Antriebssystem	164
3.3.3	Mini-PC	166
3.3.4	Batterie	167
3.3.5	Batterieladegerät	169
3.3.6	Stromversorgung	170
3.3.7	Möbelroller	171
3.3.8	Laserscanner	172
3.3.9	Teensy 3.2	175
4	Roboterprojekt B	183
4.1	Ziel	184
4.2	Plan	185
4.2.1	Recherche	185
4.2.2	Einkauf	190
4.3	Bau	190
4.3.1	Servo-Controller und FTDI-Schnittstelle	191
4.3.2	Servomotor	196
5	Roboter programmieren	203
5.1	Sicherheit	205
5.1.1	Datenschutz	205
5.1.2	Sichere Programmierung	206
5.1.3	Roboter-Ethik	206
5.2	Entwicklungsumgebung	207
5.2.1	Netzwerk	208
5.2.2	Zeit	211
5.2.3	ROS auf mehreren Maschinen	212

5.3	Hallo Welt	216
5.3.1	Python Publisher und Subscriber	219
5.3.2	C++ Service Server und Client	225
5.3.3	C++ Action Server und Python Action Client	234
5.4	Navigation	249
5.4.1	TeleOperation und Kartografierung mit SLAM – Synchronous Localisation And Mapping	250
5.4.2	Navigation in einer bestehenden Karte mit AMCL – Adaptive Monte Carlo Localisation	261
5.5	Gesichtserkennung	270
5.6	Objekterkennung	290