



FACHHOCHSCHUL - BACHELORSTUDIENGANG

Industrielle Informatik

Auswahl und Anbindung eines Laser Range Finders in Labview

als Bachelorarbeit eingereicht

zur Erlangung des akademischen Grades

Bachelor of Science in Engineering

VON

Kneidinger Harald

März 2009

Betreuung der Bachelorarbeit durch

DI ROKITANSKY Walter



Campus **Wels**

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt, die den benutzten Quellen entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe und dass die Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

.....
Harald, Kneidinger

Hörsching, 15.03.2009

Kurzfassung

Dieses Projekt ist Teil des „Rescue Robot“- Projekts der Fh-Wels. Ziel dieses Projekts ist die Erstellung eines Roboters für die Teilnahme an der „RoboCup Rescue“- League. Bei diesem Wettbewerb ist die Lokalisierung von simulierten Personen zu bewältigen. Dabei werden unter anderem Eigenschaften wie, abstrahlende Körperwärme simuliert. Aufgrund dieser Informationen sind die Personen auf dem Parcours zu lokalisieren. Zusätzlich ist es nötig eine Raumkarte des Parcours zu erstellen und die lokalisierten Personen auf dieser Karte einzuzeichnen. Ziel dieses Teilprojekts ist nun die Auswahl und Anbindung eines Laser Range Finders in LabVIEW. Mit diesem Laser Range Finder ist es möglich Distanzinformationen aus der Umgebung des Roboters zu generieren, und daraus die genannte Karte zu erstellen. Für die Auswahl eines geeigneten Laser Range Finders werden zwei etablierte Messsysteme verglichen die auf autonomen Robotern bereits Verwendung fanden und für den „Rescue Robot“ geeignet sind. Die Anbindung des gewählten Laser Range Finders beinhaltet unter anderem eine geeignete Kommunikation, diese umfasst wiederum die Implementierung des verwendeten Kommunikationsprotokolls und die Datenübertragung vom Laser Range Finder zum Hostrechner. Diese Verbindung nach außen wird mittels Funknetzwerk realisiert. Weiters ist es nötig die übertragenen Daten geeignet auszuwerten, um daraus eine maßstabsgetreue Karte der Umgebung zu erstellen. Dieses Teilprojekt beschränkt sich dabei auf die statische Auswertung der Umgebung, dies bedeutet, dass der Roboter und somit auch der Laser Range Finder keine Positionsänderung erfährt. Diese statischen Messungen werden geeignet erfasst, aufbereitet und ausgewertet und liefern die Basis für ein zukünftiges dynamisch erstelltes 2D-Mapping der Umgebung.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	I
1 Laser Range Finder	1
1.1 Allgemein	1
1.2 Vergleich zweier Laser Range Finder	1
1.2.1 Vergleich der Kenndaten	2
1.2.2 Anforderungen und Auswahl	3
2 Laser Range Finder „Hokuyo UBG-04LX-F01“	4
2.1 Messprinzip	4
2.2 Messbereich	5
2.2.1 Winkelberechnung	6
3 Anbindung des Laser Range Finders	6
3.1 Kommunikation	6
3.2 Kommunikationsprotokoll	7
4 Integration in LabVIEW	11
4.1 Allgemein	11
4.2 .Net Klasse	11
4.3 LabVIEW Programm	12
4.3.1 Initialisierung	12
4.3.2 Messung	12
4.3.3 Auswertung	13
4.3.4 Kartengenerierung	13
4.3.5 Medianfilter	14
5 Inbetriebnahme und Messung	15
5.1 Inbetriebnahmevorgang	15
5.1.1 Messvorgang	15
5.2 Messergebnisse	16
5.2.1 Beurteilung der Messung	17
6 Zusammenfassung	17
Literatur	18

Abbildungsverzeichnis

1.1	SICK LMS200 [Quelle: www.sick.at]	1
1.2	HOKUYO UBG-04LX-F01 [Quelle: www.hokuyo-aut.jp]	2
2.1	Distanzmessung [Quelle: www.roboken.esys.tsukuba.ac.jp]	4
2.2	Messbereich [Quelle: www.hokuyo-aut.jp]	5
2.3	[Quelle: www.hokuyo-aut.jp]	5
3.1	Anbindung	6
3.2	„USB to Ethernet“- Adapter [Quelle: www.lantronix.com]	7
3.3	Kommunikationsformat SCIP2.0 [Quelle: http://www.hokuyo-aut.jp]	7
4.1	Initialisierung	12
4.2	Messung	12
4.3	Auswertung und Aufbereitung	13
4.4	XY-Plot	13
4.5	Referenzmessung ohne Filter	14
4.6	Referenzmessung mit Median- Filter	14
5.1	Karte der Umgebung	16
5.2	Foto der Umgebung	17

1 Laser Range Finder

1.1 Allgemein

Ein Laser Range Finder ist eine 2-dimensionale, berührungslos arbeitende Entfernungsmesseinheit. Es wird ein Laserstrahl ausgesendet und von einem angestrahlten Objekt reflektiert, hierbei gibt es Ansätze die Distanz zu dem Objekt zu berechnen. Um nun einen Bereich abzutasten wird der Laserstrahl in verschiedene Richtungen abgelenkt. Für die Abstandsmessung gibt es einige Konzepte, eine Möglichkeit ist die Laufzeit eines Laserimpulses zu messen und daraus den Abstand zum Objekt zu berechnen. Dieses Verfahren ist auch unter dem Namen „time of flight“-Prinzip bekannt. Ein weiteres Prinzip ist die Berechnung der Phasendifferenz eines bekannten modulierten, kontinuierlich ausgesendeten Lasersignals zu dem, vom Objekt reflektierten, einfallenden Signals. Weiters gibt es noch Abstandsmesssysteme die mit dem Prinzip der Lasertriangulation arbeiten. Bei der Auswahl des geeigneten Laser Range Finders liegt das Hauptaugenmerk bei der Scangeschwindigkeit, Anbindungsmöglichkeiten, Genauigkeit der Messung und die maximal messbare Distanz.

1.2 Vergleich zweier Laser Range Finder¹

Es werden zwei Messsysteme verglichen, die in dem Bereich der Robotik bereits verwendet werden und die zuvor genannten Grundvoraussetzungen für den Anbau an dem Rescue Robot erfüllen. Es wird der Laser Range Finder der Firma „Hokuyo“ (Abb.: 1.2) mit der Typenbezeichnung „UBG-04LX-F01 (Rapid-URG)“ mit dem Laser Range Finder der Firma „SICK“ (Abb.: 1.1) mit der Typenbezeichnung „LMS200“ verglichen. Die Laser Range Finder werden einfachheitshalber in den folgenden Abschnitten mit LRF abgekürzt. Der Vergleich beschränkt sich hier, auf die vom Hersteller angegebenen Kenndaten. Für einen detaillierten Vergleich wird hier an die herangezogenen Arbeiten von [3] bzw. [2] verwiesen.



Abbildung 1.1: SICK LMS200 [Quelle: www.sick.at]

¹[Vgl.: Kyeong-Hwan Lee, Reza Ehsani, University of Florida]



Abbildung 1.2: HOKUYO UBG-04LX-F01 [Quelle: www.hokuyo-aut.jp]

1.2.1 Vergleich der Kenndaten

	LMS200	UBG-04LX-F01
Maximale Messdistanz [m]	10 (mm mode), 80 (cm mode)	5.6
Scanbereich [°]	180	240
Winkelauflösung [°]	0.25, 0.5, und 1 (einstellbar)	0.36
Scandauer [ms/scan]	53, 26, 13 bei 0.25°, 0.5°, 1° Winkelauflösung	28
Genauigkeit [mm]	10 ±10%	Abstand. 0,06 ~ 1m: ±10mm 1 ~ 4m: ±1%
Schnittstelle	RS232, RS422	RS232, USB2.0(Full Speed)
Versorgungsspannung [V]	24 ±10%	12 ±10%
Stromverbrauch [mA]	830	375
Gewicht [g]	4500	260
Abmessungen (L x B x H) [mm]	156 x 155 x 210	50 x 50 x 70

Für die detaillierten Spezifikationen wird hier auf die Herstellerseiten verwiesen.

1.2.2 Anforderungen und Auswahl

Im Bezug auf den Einsatz des LRF auf einem mobilen autonomen Roboter ergeben sich verschiedenste Anforderungen, die sich je nach Einsatzgebiet des Roboters unterscheiden können. Bezugnehmend auf den Einsatz in einem fiktiven Gefahrengebiet zur Lokalisierung von Verletzten müssen unter anderem folgende Punkte beachtet werden:

- Beschränkte Bewegungsfreiheit im Gebiet
- Größe des Gebiets
- Temperatureinflüsse
- Genauigkeit der Lokalisierung
- Maximale Betriebszeit des Roboters
- Agilität und Größe des Roboters
- Kommunikation mit Außenwelt
- sonstige Störeinflüsse (Lichtverhältnisse,...)
- ...

Für den Einsatz an dem Rescue Robot wird der LRF der Firma “Hokuyo” ausgewählt. Der Laser Range Finder UBG-04LX-F01 hat geringe Abmessungen und eignet sich daher für den Aufbau eines kompakten, möglichst agilen Roboters. Das geringe Gewicht wirkt sich zusätzlich positiv auf die Agilität des Roboters aus und der geringe Stromverbrauch ermöglicht lange Betriebszeiten des Roboters im Einsatzgebiet.

2 Laser Range Finder „Hokuyo UBG-04LX-F01“

2.1 Messprinzip

“Das Messprinzip des LRF “Hokuyo UBG-04LX-F01” beruht auf dem Prinzip der Messung der Phasendifferenz (Bild 2.1). Die Amplitude des Laserstrahls wird moduliert und die Phasendifferenz von ausgesendetem Laserstrahl zum, vom Objekt reflektierten, empfangenen Laserstrahl erfasst und daraus der Abstand zum Objekt berechnet.”² (Siehe Glg. 2.1)

$$l = \frac{1}{2} * (\phi / (\frac{f}{v} * 2\pi)) \quad (2.1)$$

l ...Abstand zu Objekt [m]

ϕ ...Phasendifferenz [rad]

f ...Frequenz [Hz]

v ...Lichtgeschwindigkeit [m/s]

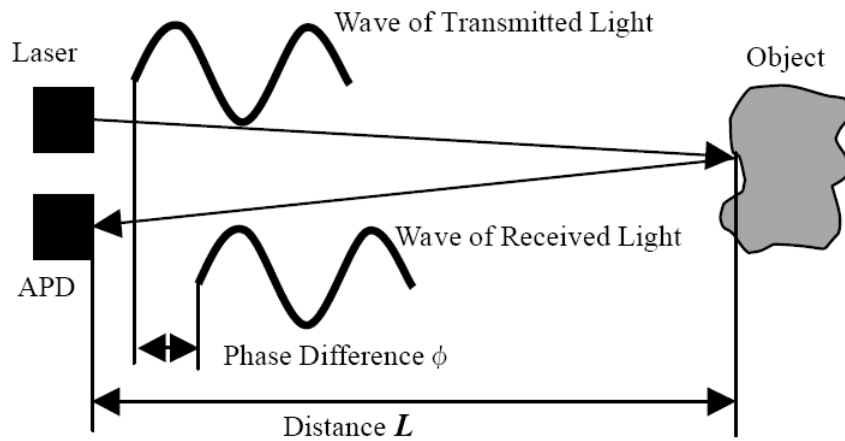


Abbildung 2.1: Distanzmessung [Quelle: www.roboken.esys.tsukuba.ac.jp]

²[Quelle: Hirohiko Kawata, Akihisa Ohya, Shin'ichi Yuta, 2005]

2.2 Messbereich

Der Messbereich des LRF umfasst einen Winkel von 240° , dazu wird das Lasersignal mittels rotierendem Spiegel umgelenkt. Die empfohlene, maximal messbare Distanz beträgt 4000mm . Siehe dazu Abbildung: 2.2

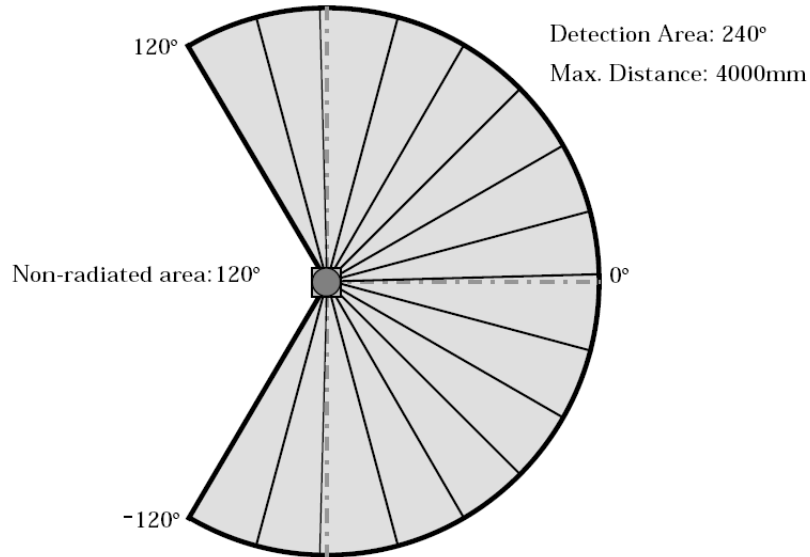


Abbildung 2.2: Messbereich [Quelle: www.hokuyo-aut.jp]

Zusätzlich sind die Parameter des Messbereichs hinsichtlich der Kommunikation mit dem LRF zu betrachten. Bezüglich eines bestimmten Messpunktes wird hier von $\text{Step}[n]$ gesprochen, wobei die Zahl n den n -ten Messpunkt angibt. Eine Messung umfasst die Aufnahme eines Distanzwertes zu dem bestrahlten Objekt. Als Nutzdaten werden nur Absolutlängen übermittelt, die dazugehörigen Winkel müssen berechnet werden. (siehe Abschnitt: 2.2.1)

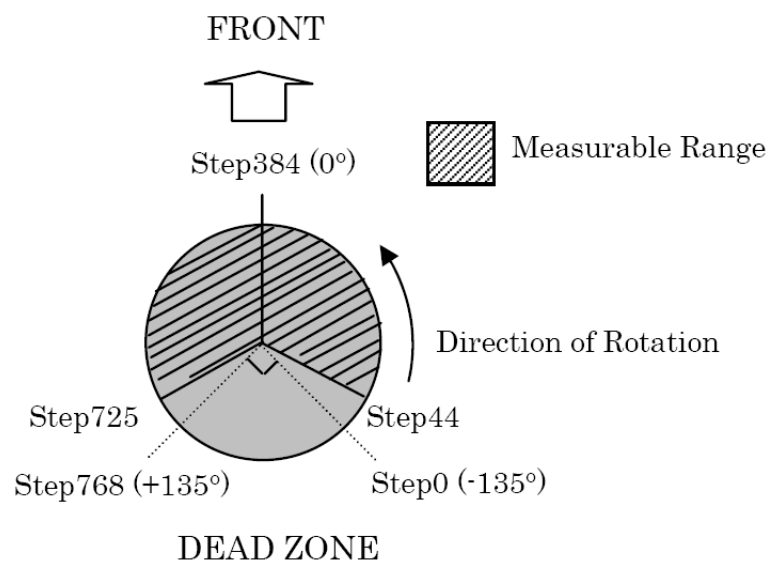


Abbildung 2.3: [Quelle: www.hokuyo-aut.jp]

2.2.1 Winkelberechnung

Die Berechnung des zugehörigen Winkels ergibt sich aus der Kenntnis der Anzahl an Steps, diese beträgt laut Hersteller 1024, bzw. der Differenz von Endstep (Step725) zu Startstep (Step44). Unter Berücksichtigung der in Abbildung 2.3 ersichtlichen Ausrichtung des Scanfeldes und der Winkelauflösung von $\frac{360^\circ}{1024} \approx 0,36^\circ$, entspricht somit der Startstep (44) einem Winkel von ca. -120° und der Endstep (725) einem Winkel von ca. 120° .

3 Anbindung des Laser Range Finders

3.1 Kommunikation

Die direkte Kommunikation mit dem LRF erfolgt über USB 2.0, um auf eine möglichst hohe Datenübertragungsrate zurückgreifen zu können, dies wären bei USB 2.0 (Full Speed), laut Hersteller 9 Mbit/s. Um die Kommunikation über W-LAN zu ermöglichen, wird der LRF an den USB-Port des „D-Link“ Netzwerkroutrers angeschlossen. Um USB- Geräte an diesem USB- Port betreiben zu können und dieser Port standardmäßig nur zur Routerkonfiguration dient, ist ein Firmware- Update nötig. Für den Zugriff auf den USB- Port muss die Software „D-Link Share-Port“ installiert werden und die aktuelle Router Firmware mit der Bezeichnung „FW223EUb05“ auf den Router übertragen werden.

Alternativ zu dieser genannten Konfiguration kann der „USB to Ethernet“- Adapter der Fa. Lantronix verwendet werden. (Siehe Abb. 3.2). Dieser emuliert einen USB- Port und kann an einen RJ45 Ethernet Anschluss des Routers angeschlossen werden. Der Zugriff auf den LRF erfolgt mit der bereitgestellten Software.

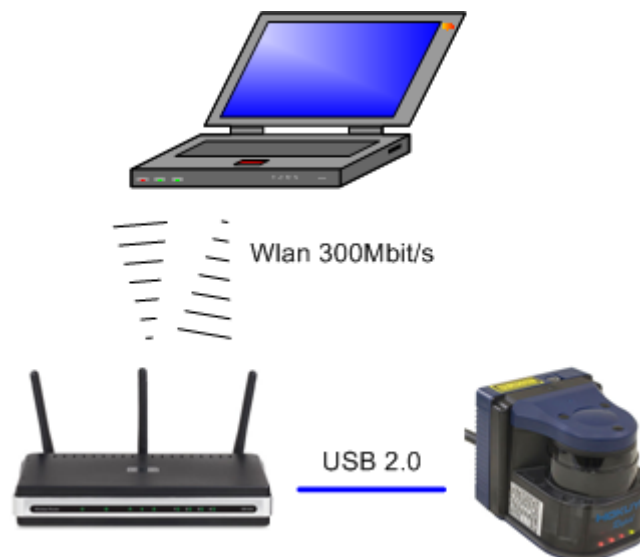


Abbildung 3.1: Anbindung

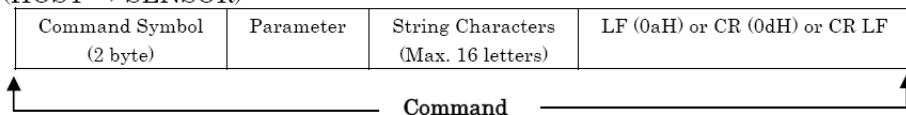


Abbildung 3.2: „USB to Ethernet“- Adapter [Quelle: www.lantronix.com]

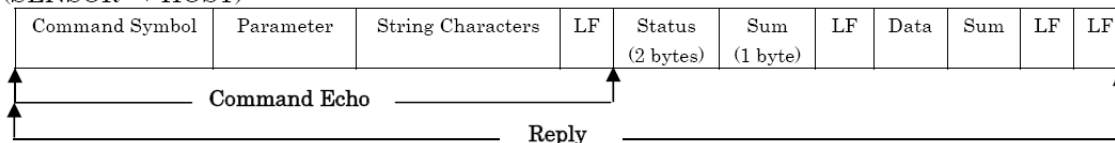
3.2 Kommunikationsprotokoll

Als Kommunikationsprotokoll wird der SCIP2.0 Standard verwendet, welcher von der „interface research group“³ entwickelt wurde. Der Sensor und der Hostrechner tauschen vordefinierte Kommandos aus, die in einem festgelegten Kommunikationsformat übermittelt werden. Das grundlegende Kommunikationsformat ist in Abbildung:3.3 dargestellt. Als Antwort auf eine Anfrage des Hostrechners wird ein Echo mit angehängten Nutzdaten retourniert.

(HOST → SENSOR)



(SENSOR → HOST)

Abbildung 3.3: Kommunikationsformat SCIP2.0 [Quelle: <http://www.hokuyo-aut.jp>]

Unter Anwendung dieses Kommunikationsformats können die Funktionen des LRF verwendet werden, hierzu muss ein, in Abb.:3.3 ersichtliches, 2 Byte großes Command- Symbol mit zusätzlichen Zeichenfolgen übermittelt werden. In den folgenden Tabellen sind die grundsätzlichen Funktionen des LRF als Kommandos beschrieben, dies ist jedoch nur ein Auszug der Funktionen. Für die vollständige Auflistung aller verfügbaren Funktionen wird an dieser Stelle auf das Datenblatt verwiesen.

³Intelligent Robot Laboratory, University of Tsukuba (www.roboken.esys.tsukuba.ac.jp)

Einschalten des Sensors

Dieser Befehl muss als erstes übermittelt werden, damit der LRF mit der Distanzmessung beginnt. Der Status des LRF ist auch über die LEDs an der Frontseite ersichtlich. Wurde dieser Befehl korrekt übermittelt, wechselt die Anzeige von grün blinkend zu einem orangen Laufflicht.

HOST →SENSOR

B	M	String Characters	LF
---	---	-------------------	----

SENSOR →HOST

B	M	String Characters	LF	Status	Sum	LF	LF
---	---	-------------------	----	--------	-----	----	----

Abschalten des Sensors

Um den LRF in einen definierten Ruhezustand zu bringen, wird dieser Befehl übertragen.

HOST →SENSOR

Q	T	String Characters	LF
---	---	-------------------	----

SENSOR →HOST

Q	T	String Characters	LF	0	0	P	LF	LF
---	---	-------------------	----	---	---	---	----	----

Messwerte anfordern

Dies ist die eigentliche Messung bzw. das Anfordern von Messwerten. Dazu übermittelt man den „Starting Step“ und „End Step“, welche Anfangswinkel und Endwinkel der Messung entsprechen. Aus Abb.: 2.2 ist ersichtlich, dass für den maximalen Messbereich der Wert 44 für den „Starting Step“ und der Wert 725 für den „End Step“ übermittelt werden müssen. Der „Cluster Count“ bewirkt das Suchen des Minimums aus einer Anzahl von Messpunkten. Wird z.B. ein „Cluster Count“ von 3 übermittelt, wird aus drei aufeinander folgenden Messwerten nur die geringste Distanz übermittelt.

HOST →SENSOR

G	D	Starting Step	End Step	Cluster Count	String Characters	LF
---	---	---------------	----------	---------------	-------------------	----

SENSOR →HOST

G	D	Starting Step	End Step	Cluster Count	String Characters	LF
0	0	P	LF	Time Stamp	Sum	LF
Data Block ₁ (64 bytes)				Sum	LF	
.....				Sum	LF	
Data Block _{n-1} (64 bytes)				Sum	LF	
Data Block _n (64 bytes)				Sum	LF	LF

Sensorinformationen anfordern

Dieser Befehl wird verwendet um allgemeine Informationen des LRF abzufragen.

HOST →SENSOR

V	V	String Characters	LF
---	---	-------------------	----

SENSOR →HOST

V	V	String Characters	LF	0	0	P	LF	LF
Vendor Information			;	Sum	LF			
Product Information			;	Sum	LF			
Firmware Information			;	Sum	LF			
Protocol Version			;	Sum	LF			
Sensor Serial Number			;	Sum	LF	LF		

Sensordaten anfordern

Die Sensordaten können angefordert werden, um die Einstellungen der Applikation mit den richtigen Daten des LRF zu synchronisieren. Dies wird bei jedem Start des LRF durchgeführt. Hierbei werden die Initialwerte der DLL überschrieben und es werden z.B. für das GD-Kommando die richtigen Werte für „Starting Step“, „End Step“ usw. für die folgenden Messungen festgelegt.

HOST →SENSOR

P	P	String Characters	LF
---	---	-------------------	----

SENSOR →HOST

P	P	String Characters	LF	0	0	P	LF	LF
Sensor Model		;	Sum	LF				
Minimum Measurement [mm]		;	Sum	LF				
Maximum Measurement [mm]		;	Sum	LF				
Total Number of Steps		;	Sum	LF				
Starting Step		;	Sum	LF				
End Step		;	Sum	LF				
Front Step		;	Sum	LF				
Motor speed [$\frac{U}{min}$]		;	Sum	LF	LF			

4 Integration in LabVIEW

4.1 Allgemein

Hinsichtlich der Kommunikation mit den vielfältigen Komponenten des Rescue- Robots, wurde als allgemeine Richtlinie die Entwicklung aller Softwarekomponenten in LabVIEW 8.6 festgelegt. Dadurch ist es notwendig die von dem Hersteller „Hokuyo“ bereitgestellte .Net Klasse in LabVIEW einzubinden, dies ist seit LabVIEW Version 7 möglich und erfolgt mit den im „Base Package“ bereitgestellten Konstruktor, Eigenschafts -und Methodenknoten.

4.2 .Net Klasse

Die bereitgestellte C# Klasse⁴ der Firma „Hokuyo“ wurde soweit modifiziert, damit ein möglichst einfacher Zugriff aus der LabVIEW Umgebung ermöglicht wird. Die Klasse implementiert hierbei die in Abschnitt: 3.2 aufgelisteten Funktionen.

- **bool Connect(string device, int baudrate)**

Diese Methode entspricht dem BM-Kommando benötigt den jeweiligen COM-Port (z.b. COM1) als Zeichenkette und die Baudrate. Die Methode liefert den Status des Verbindungsaufbaus zurück. Kommt es zu einem Fehler liefert die Methode „false“ zurück.

- **void Disconnect()**

Entspricht dem QT-Kommando und schließt die serielle Übertragung über den COM-Port.

- **int Capture(int[] data)**

Um die Daten für den gesamten Bereich anzufordern wird diese Methode aufgerufen, sie entspricht dem GD-Kommando. In das übergebene Array werden die Werte geschrieben.

- **string [] GetVersionInformation()**

Entspricht VV-Kommando und liefert ein Array mit String-Elementen mit den jeweiligen Informationen.

- **string [] receiveSpecifications()**

Um die Spezifikationen des LRF abzufragen, kann diese Methode verwendet werden. Diese implementiert das PP-Kommando.

⁴Autor Satofumi Kamimura: Hokuyo

4.3 LabVIEW Programm

4.3.1 Initialisierung

Bei der Initialisierung wird die Verbindung mit der in Abschnitt: 4.2 beschriebenen DLL hergestellt, dazu wird ein Konstruktorknoten (siehe Abb.:4.1) verwendet, daraufhin sind die implementierten Methoden der Klasse im LabVIEW Programm verfügbar. Der Verbindungsaufbau wird nun mit der in Abschnitt: 4.2 beschriebenen „Connect“ Methode durchgeführt.

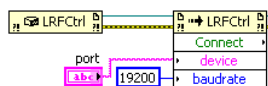


Abbildung 4.1: Initialisierung

4.3.2 Messung

Die eigentliche Messung wird mit der Methode „Capture“- durchgeführt, diese liefert ein Array mit 682 Elementen, wobei jedes Element die Distanz (in mm) zu einem Objekt beschreibt. Der Index des Arrays liefert nun die Kenntnis des zugehörigen Winkels je Messwert. Wenn z.B. das hundertste Element abgefragt wird ist der zugehörige Winkel laut

$$\alpha = -(384 - 44 - 100) * \frac{360}{1024} = -84,38^\circ$$

mit den zugehörigen Werten aus Abb.: 2.3 und der Winkelauflösung von $\frac{360}{1024}$.

Für die weitere Verwendung der Messwerte und Winkel werden die Werte zu Clusterelementen zusammengefasst und als Array aus Clusterelementen übergeben. Zusätzlich werden die einzelnen Werte in kartesische Koordinaten umgewandelt, um das Zeichnen eines XY-Plots zu ermöglichen. Weiters werden nur Distanzen $60\text{mm} < l < 4000\text{mm}$ zugelassen, damit der vom Hersteller empfohlene Messbereich eingehalten wird.

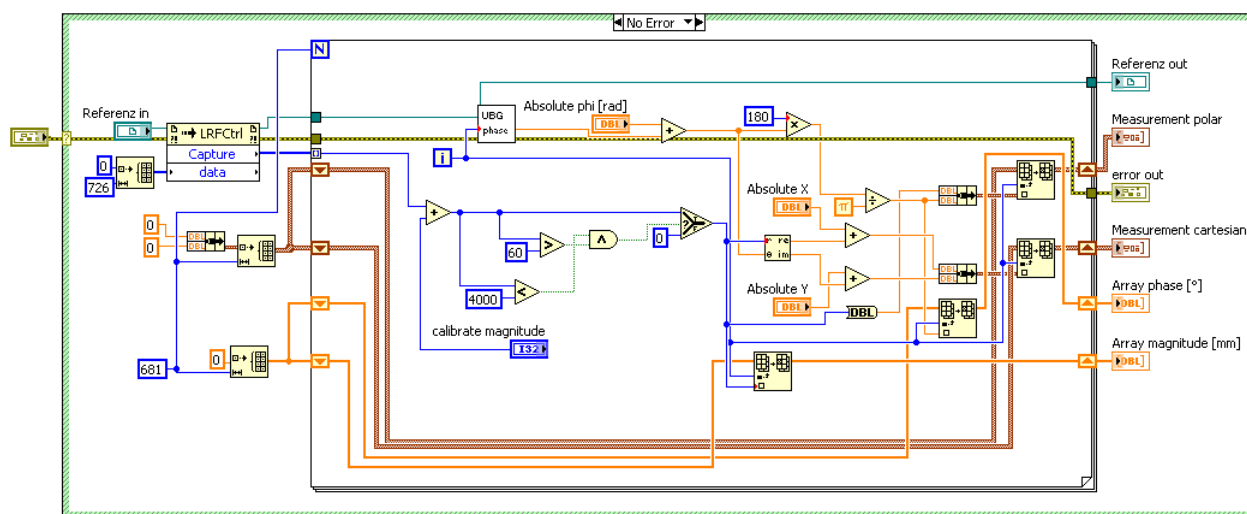


Abbildung 4.2: Messung

4.3.3 Auswertung

Die Auswertung der Daten erfolgt einerseits direkt bei der Messung mittels Polarplot und zusätzlich werden die Daten gesammelt und können wahlweise mit einem Median Filter (siehe Abschnitt: 4.3.5) aufbereitet werden, oder ungefiltert am Ausgang der Schleife an den XY-Plot weitergegeben werden. Das Sub-VI⁵ „UBG DATA“ kapselt dabei die in Abschnitt: 4.3.2 behandelte Funktion.

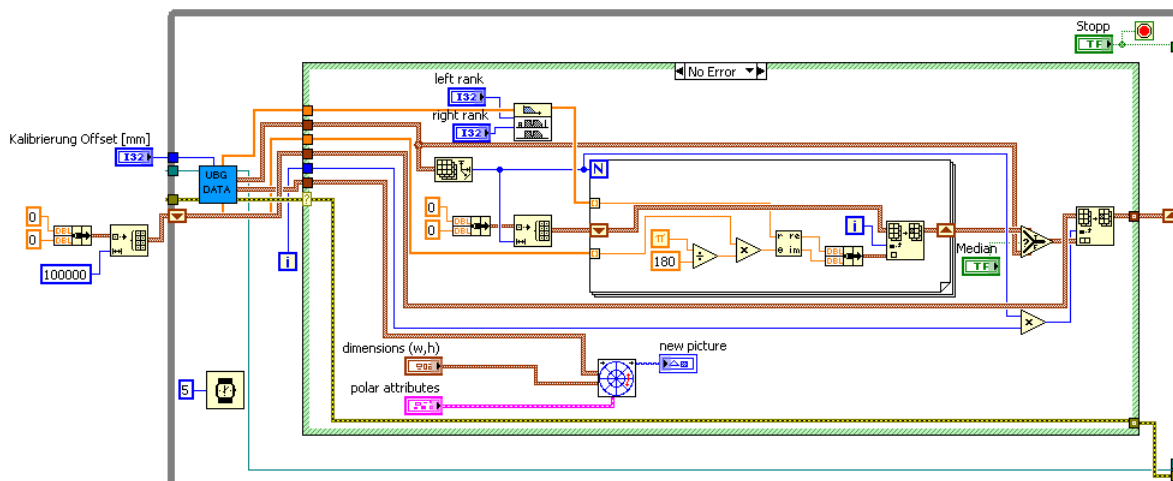


Abbildung 4.3: Auswertung und Aufbereitung

4.3.4 Kartengenerierung

Die zuvor ausgewerteten Daten werden an das XY-Plot VI übergeben, hier besteht die Möglichkeit die Skalierung der Karte festzulegen, bzw. eine automatische Skalierung durchzuführen. Bei der automatischen Skalierung wird aus den Daten, Minimum und Maximum gesucht und die Skalierung der jeweiligen Achse automatisch festgelegt. Bei Deaktivierung der automatischen Skalierung kann die Karte manuell skaliert werden. Der XY-Plot erzeugt zusätzlich eine Grafik die zur weiteren Betrachtung als Bilddatei abgespeichert werden kann.

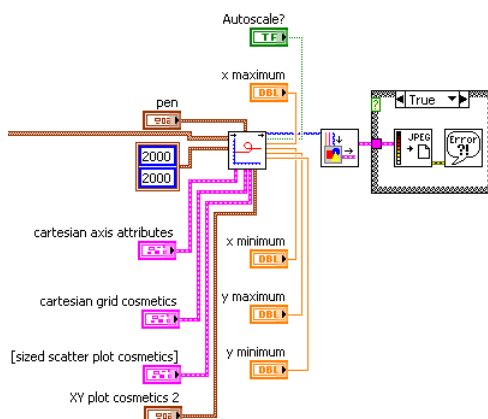


Abbildung 4.4: XY-Plot

⁵LabVIEW Unterprogramm, VI- "Virtual Instrument"

4.3.5 Medianfilter

Der Medianfilter[6] ist ein nichtlinearer Filter der sich zur Reduzierung von Rauschen in den Messdaten eignet. Der Filter legt mit dem einstellbaren linken und rechten Rang ein Rangfenster fest. Die Werte werden im Rangfenster aufsteigend gereiht und daraus der in der Mitte stehende Wert als gefilterter Wert übernommen. Folgendes Beispiel veranschaulicht die Funktion des Filters.

$$x = [2, 80, 6, 3]$$

$$y[1] = \text{Median}[2, 2, 80] = 2$$

$$y[2] = \text{Median}[2, 80, 6] = \text{Median}[2, 6, 80] = 6$$

$$y[3] = \text{Median}[80, 6, 3] = \text{Median}[3, 6, 80] = 6$$

$$y[4] = \text{Median}[6, 3, 3] = \text{Median}[3, 3, 6] = 3$$

$$y_M = [2, 6, 6, 3]$$

Wobei x die Eingangsfolge und y_M die gefilterte Ausgangsfolge ist. Folgende Abbildungen zeigen die Auswirkungen des Medianfilters mit einem Rangfenster von 10 Werten.

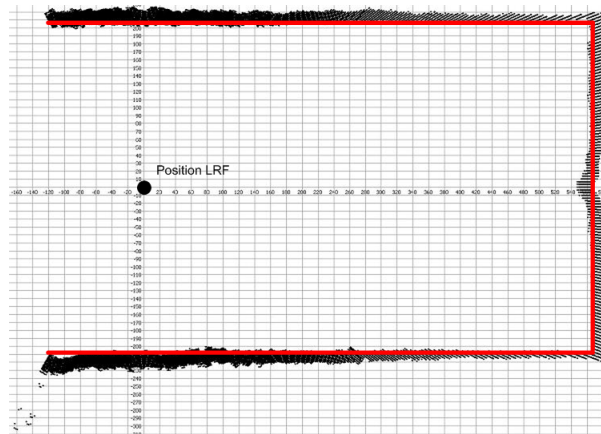


Abbildung 4.5: Referenzmessung ohne Filter

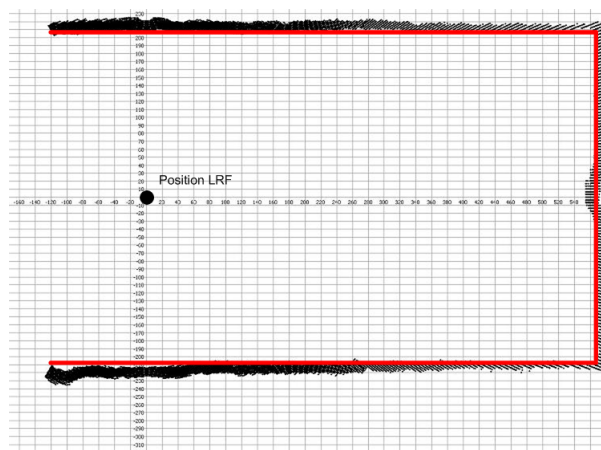


Abbildung 4.6: Referenzmessung mit Median- Filter

Die Abbildung: 4.5 zeigt eine Vergleichsmessung zwischen realen Maßen, die rot dargestellt sind und den vom LRF ermittelten Messwerten. Diese Messungen wurden nach einer Aufwärmzeit von 40min durchgeführt, da der LRF eine gewisse Zeit benötigt bis sich stabile Messwerte einstellen (Vgl.[2]). Aus den Abbildungen ist ersichtlich, dass die Messwerte des LRF je Step um ca. 2cm variieren, dies wurde bereits in anderen Arbeiten protokolliert (Vgl.[2]). Weiters ist im Nahbereich eine deutlich höhere Dichte an Messpunkten ersichtlich als vergleichsweise bei größeren Distanzen. Dies ist begründet durch die begrenzte Winkelauflösung. In Nahbereich liegen die einzelnen Punkte bei einer Winkelauflösung von 0.36° dichter beieinander als bei größeren Distanzen. Eine explizite Erklärung für das stärkere Rauschen im Nahbereich kann hier nicht abgegeben werden, jedoch durch geeignete Filterung kann dies verbessert werden. Dazu wird ein Medianfilter verwendet, mit dem es möglich ist die größeren Ansammlungen von Messpunkten zu bündeln bzw. zu glätten und die vereinzelt Pixelinseln zu reduzieren. In Abbildung: 4.6 ist dies ersichtlich. Vergrößert man das Rangfenster, kann man das Rauschen der Messwerte noch besser reduzieren, jedoch hat dies ein deutliches Abrunden der Ecken zur Folge. Ein Fenster von 10 Werten hat sich daher als angemessen erwiesen.

5 Inbetriebnahme und Messung

5.1 Inbetriebnahmevergung

Für die Inbetriebnahme des LRF ist keine Installation eines Treibers nötig, da die Standard CDC-Treiber des Windows 2000/XP/Vista verwendet werden. Es wird lediglich über die mitgelieferte „inf“- File ein RS232- Port emuliert und über diesen Port wird mit dem LRF über USB2.0 kommuniziert. Dies bedeutet wiederum, dass die Standardfunktionen der jeweiligen Programmiersprache für serielle Kommunikation verwendet werden können. Ist der LRF angeschlossen und das Gerät wurde als „URG Series USB Device Driver“ erkannt, kann der LRF über den entsprechenden COM-Port gesteuert werden.

5.1.1 Messvorgang

Um die Messung starten zu können, muss vorher der entsprechende COM- Port am Frontpanel der LabVIEW Applikation ausgewählt werden. Ist der Port ausgewählt kann die Messung mit der Starttaste gestartet werden. Die kontinuierliche Messung wird als Darstellung in Polarkoordinaten während der Betriebszeit visualisiert, die Daten werden zusätzlich, für die abschließende Darstellung als Karte, gesammelt und beim Beenden der Messung als ein Array von Messpunkten an ein XY-Plot VI übergeben und kann anschließend als Bilddatei gespeichert werden.

5.2 Messergebnisse

Die folgende Abbildung 5.1 zeigt eine Messung auf dem realen Parcours. Es handelt sich hierbei um dieselben Gegebenheiten wie auf dem Bewerbungsparcours. Es wurde eine statische Messung durchgeführt, dies bedeutet, dass der LRF auf einem fixen Platz positioniert wurde und für eine kurze Zeitdauer die Umgebung abscannt. Zum Vergleich wurde ein Foto, ersichtlich in Abbildung: 5.2 gemacht, um die Interpretation der gescannten Karte zu vereinfachen. Die einzelnen Elemente des Parcours sind zur besseren Orientierung nummeriert. Jede Nummer in der Karte entspricht dem jeweiligen Objekt am Foto.

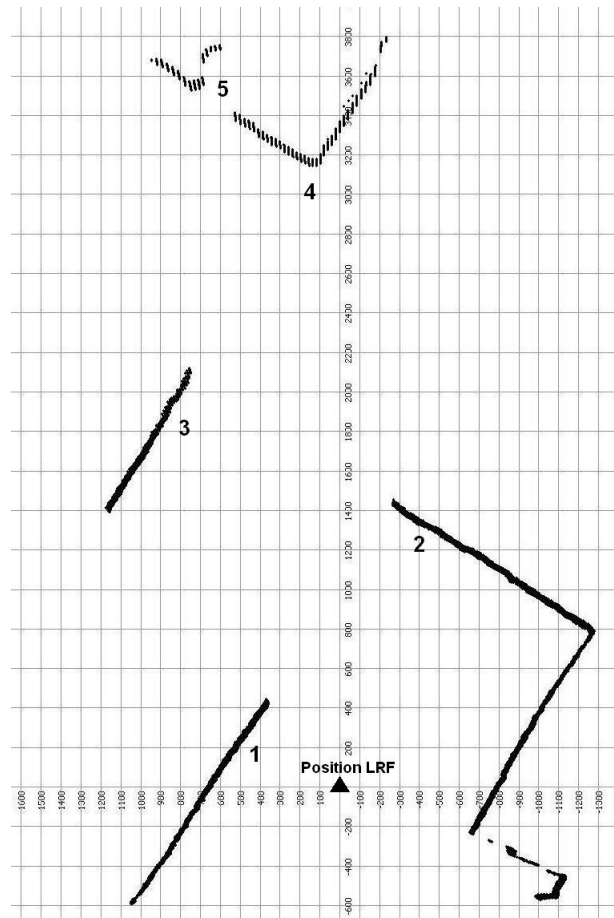


Abbildung 5.1: Karte der Umgebung



Abbildung 5.2: Foto der Umgebung

5.2.1 Beurteilung der Messung

Die Abbildung: 5.1 spiegelt die tatsächlichen Gegebenheiten sehr gut wieder. Der kreisförmige Ausschnitt (Nr. 5) in dem sich die zu lokalisierenden Objekte befinden können, ist deutlich erkennbar. Dies erschließt zusätzliche Möglichkeiten zur Lokalisierung der Objekte. Eine Möglichkeit ist die vorab Detektion eines Ausschnitts und anschließender Überprüfung des Ausschnitts auf etwaige interessante, hinterlegte Objekte. Berücksichtigt man die von nötige Aufwärmzeit, liefert der LRF über den angegebenen Messbereich sehr gute Werte und ist somit für die Kartenerstellung hinreichend genau.

6 Zusammenfassung

Die Anbindung eines Laser Range Finder in LabVIEW wurde durchgeführt und stellte sich als sehr effizient heraus. Die Auswertungsmöglichkeiten in LabVIEW sind sehr umfangreich und erleichtern das Erstellen der 2D-Karte. Bezüglich der Qualität der Daten war jedoch nur eine Bewertung der erfassten Daten in einer Umgebung ohne jegliche Störeinflüsse möglich. Unter diesen Verhältnissen eignet sich ein Laser Range Finder hervorragend für ein zukünftiges 2D-Mapping. Sind diese idealen Verhältnisse nicht vorhanden, z.B. durch Luftschmutzung, sind die Messdaten ungeeignet (siehe[2]). Diesbezüglich ist die Anbringung von alternativen Messsystemen, je nach Anwendungsfall, zu überdenken. Für die, bei der „RoboCup Rescue“- League vorherrschenden Gegebenheiten ist der LRF, jedoch sehr gut geeignet.

Literatur

- [1] Hirohiko Kawata, Akihisa Ohya, Shin'ichi Yuta Wagle Santosh, Toshihiro Mori: Development of ultra-small lightweight optical range sensor system, University of Tsukuba, 2005
- [2] José Pascoal, Lino Marques, Anibal T. de Almeida, Assessment of laser range finders un risky environments, Nice,2008
- [3] Kyeong-Hwan Lee, Reza Ehsani: Comparison of two 2D laser scanners for sensing object distances, shapes, and surface patterns, 25. April 2007
- [4] Christian Laugier, Raja Chatila: Autonomous Navigation in Dynamic Environments, Saint-Ismier, Toulouse, 2007
- [5] Michael Montemerlo, Sebastian Thrun: FastSLAM, A Scalable Method for the Simultaneous Localization and Mapping Problem in Robotics, Stanford, 2007
- [6] Ruye Wang: Median Filter, http://fourier.eng.hmc.edu/e161/lectures/smooth_sharpen/node3.html, Version 13.09.2004, Stand vom 10.03.2009