1. Aufgabenstellung:

In dieser Arbeit geht es um die erweiterung des Mobilen Robots auf Radbasis, welcher mit verschiednen Sensoren und Cameras ausgestattet ist(((Name und Papper))). Dieser Roboter dient dazu metalplatten der Dimension (((Größe in meter))) zu reparieren. Diese Metallplatten können nach der fertigung fehler in der Oberfläche haben. Zum jetzigen Stand werden diese Fehler von hand repariert. Da dieser Vorgang aber sehr Arbeitsintentsiv ist und auch körperlich sehr anstrend ist soll diese arbeit von einem Autonomen Roboter übernommen werden. Um gesundheitliche langzeit schäden bei den arbeitern zu vermeiden. Bei den Flächen welche repariert werden soll, handelt es sich um einen kleinen Teil der gesamten Platte. Diese Teilflächen werden mit einem Hochintensitätsmarkierer makiert. Der roboter erkennt diese markierten flächen automatisch und soll diese anschließend auch Selbstständig reparieren. Nach dem Reparieren dieser Fläche soll nun das ergebniss an hand einer Hochpresisionslaser camera die Qulaität der Reperatur überprüft werden.

In dieser Arbeit geht es darum den Roboter mit einer hoch prezisions laser kamera zu erweitern um diese Teilflächen überprüfen zu können. Um dies zu erreichen muss eine befestigung für diese Kamera designt und construiert werden. Dies beinhaltet den Mechanischenteil der Masterthesis.

Um diese Bewegeungen durch zuführen wird eine electronic gebraucht . Dazu sollen passende Actoren mit passender elektronic entwickelt bzw. Ausgewählt werden.

Um die bearbeiteten flächen genau zu scannen muss ein schlauer Coverage path planning Algorithmus entwickelt und implementiert werden. Dafür müssen bestimmte restrictionen eingehaten werden. Dies wird in Abssschnitt 1.2 genauer erklärt. Diese Software soll mit Ros implementiert werden und anschließend in die Hauptsoftware eingearbeitet werden.

Abschließend sollen die umgesetzten Punkte evaluiert werden und verbesserungs vorschlage gebracht werden. Zu dem soll eine Ausführliche dokumentation in form der Masterthesis dazu erstellt werden.

1.1 Camera

Für die Camera wird eine LaserKamera (((NAME und Quelle) verwendet. Diese hat eine Auflösung von XXX. Funktioniert in einem Abschstandsbereich um die 200mm. Diese Kamera hat den Vorteil das sie bis auf XXX mm genau die oberfläche der Metall Platte berachten kann. Um diese Camera mit unserem Robot verbinden zu können ergebeben sich nun folgende weitere Aufgaben.

1.1.1 Mechanic

Um die Kamera mit dem gestell zu verbindne muss eine Konstuktion Designt werden. Zu dem soll sich die Kamera in der höhe verstellen lassen, als auch sich um eine Achse drehen können. Die höhenverstellung ist dazu da in eine Sichere Position zu verfahren während die Reperaturarbeiten durchgeführt werden. Die Achsiale Bewegung wird benötigt um die Kamera parallel zum Boden auszurichten. Es gibt keine Vorgaben über das material als auch keine einschränkungen beim design. Um den heutigen Industriestandarts gerecht zu werden muss aber eine fertigung aus Metal in Beracht gezogen werden. Für erste Prototypen wäre eine Fertigung aus einem 3D Drucker auch denkbar.

1.1.2 Electronic

Um die mechanische lineare als auch rotatorische bewegungn umzusetzen müssen passende Acotren gefunden werden. Dazu müssen die Belastungen der Motoren berechnet werden um diese dann entsprechend auszuwählen. Für die ausgesuchten Actoren müssen dann auch die Treiber und die entsprechende Elektronic ausgewählt werden. Zu dem soll die elektronik so ausgelget werden, das sie von einem Raspberry angesteuert werden kann.

1.2 Informatic – Robotik

Der informatik/ Robotik teil beinhaltet den größten teil. Hier für müssen die Teilflchen mit einem inteligenten Coverage path planning algorithmus angefahren bzw. Gescannt werden. Für diesen vorgang gibt es Folgende 3 restrictionen:

1. der Roboter kann nicht aus allen richtungen die Teilflächen komplett abscanen.

2. damit die Camera vernünfitige ergebnisse liefert muss in einer konstante geschwindigkeit gefahren werden.

3. der robot darf die grundplatte nie verlassen

Zu dem soll der Informatikteil mit Ros umgesetzt werden, da alle bishherigen Fnktionen damit umgesetzt wurden. Als Programmiersprache kann C++ oder Python verwendet werden. Das Betriebssystem ist Linux. Es werden werden verschiedene Versionen von linux und Ross verwedet, dass auf eine Funktionierende downwärtscompartibilität geachtet werden muss.

2 Sate of the Art

In diesem Kapitel wird der Momentane Stand des Robots und der anderen Teilaufgaben wie mechanismus, Electronic und Coverage path planning beschrieben. Es wird beschreiben was der heutige Technische Stand ist und wenn es gibt welche vorarbeiten zu diesem Projekt schon durchgeführt wurden.

2.1 Project

Das projekt wurde im jahre 2019 auch als eine Master Arbeit begonnen. Es ist eine zusammenarbeit der UNI Oviedo mit der Firma Daorje S.L.U. Diese stellt große metal platten her. Doch bei der Fertiung kommt es zu unreihnheiten der oberfläche welche von arbeitern mühsählig von hand reapiert werden. Deswegen wurde in diesem Projekt ein roboter entwickelt welcher Autonom und selbständig diese Unreinheiten reparieren soll. Dazu kann der Robot sich im Raum zurecht finden, erkennt. Die zu reparierende Flächen werden mit eim hoch intensitätsmarker makiert, die flächen werden automatisch vom Roboter erkanung und repariert.

Als Basis wurde der Robot SUMMIT XL STEEL von Robotnik auswählt. Dieser kann nicht nur sich wie ein normales Fahrzeug bewegen sondern kann durch seine besondern reifen sich auch seitwärts bewegen. Somit können ergebit sich eine höhere Flexibilität in den Bewegungen. Somit kann der Roboter auf einer kleinen Fläche wenden und die Orientierung verändern. Nachfolgend wurde der Roboter mit dem Reperatur tool erweitert. Dies beinhaltet das Reparier tool (Grinder selbst) als auch die dazu gehörige elektronic. Desweitern wurden verschiedene Kamera Module hinzugefügt. Er verfügt über 4 intel RealSens mit tiefen information. Mit hilfe dieser RGBD Cameras wird die Grundplatte erkannt auf welcher er sich bewegen kann. Zu dem wurden 8 einzelne Kameras angebracht in einem Kranz um einen 360 grad blick zu haben. Über diese Cameras wird die positionierung im Raum berechnet. Für das Coverage path planning zur reperatur gibt es auch eine Masterarbeit. Auf diese wird im Abschnitt 2.4 - computer science part – Robotik tiefer eingegangen.

2.2 Camera - Mechanical part

Um die genannte Camera an dem Roboter zu befestigen und gleichzeitig die bewegungen zu realisieren gibt es verschiedene möglichkeiten. Dazu wurde dieses Kapitel in zwei Teile unterteilt. Im ersten Teil wird zuerst auf die höhenverstellbarkeit eingegangen. Im zweiten Teil wird dann auf die Achsiale beweglichkeit eingegangen.

2.2.1 Vertikale bewegung

Für die bewegung in vertikaler richung kommen verschiedene Systeme zur auswahl. Ein Hubzylinder wäre die einfachste und weit verbreiteste Variante. Diese gibt es als Pneumatische und hydrauschlische varianten. Dennoch haben diese den Nachteil es müsste eine Pneumatische oder Hydraulische System aufgebaut werden nur um eine Bewegung umzu setzten. Zu dem haben sie auch den Nachteil das sie meist nur mit hilfe von endlagentaster ihre postion bestimmen können.

Eine weiter Varaibante sind Elektronische Systeme diese brauchen keine größeren Versorgungsaufbauten. Diese Systeme werden auch Linear Systeme genannt. Nicht zu verwechseln mit einem Linearmotor dieser würde zwar die Funktion erfüllen sind werden aber meist für horizontale bewegungen eingesetzt.

Desweitern gibt es noch elektronische Hubzylinder welche aber keine Inforamtionen über ihre genaue lage haben. Sie werden wie auch wie normale Hubzylinder mit endlagen sensoren gesteuert.

Ein Linear System besteht immer aus einem Mechanischen Führungssystem und einem Mechanischen Schlitten. Mit der Kombination von Schrittmotor und Spindel können hohe genauigkeiten erreicht werden. Durch das Verwenden des schrittmotors müssen keine weitern Sensoren zur positionierung verwendet werden und das System weis zu jedem zeitpunkt die genaue Absoulute postion. Auf schrittmotoren wird im Abschnitt 2.3.1 noch mal genauer eingegangen.

Die Spindel und Schlitten verbindung wird in der Regel mit einer KugelSpindelübertragung umgesetzt. Hier durch erhalten wird statt gleitreibung eine Rollreibung welches eine verbessung der Genauigkeit als auch Laufruhe bei der bewegung erbringt. Diese Systeme werden schon seit Jahren in Fräsmaschinen verwendet und sind ausgereift und preiswert. Diese Systeme sind sehr komplex und bestehen aus vielen einzelnen Baugruppen. Dadurch ist eine entwicklung und fertigung auch sehr Komplex und kostspielig. Somit ist man darauf angewiesen diese von einem Dritt anbieter zuzukaufen. E gibt viele verschiedene hersteller wie Festo oder Bosch welche sich auf Linearsysteme Spezialisiert haben und ein breites Angebot für verschiedene Anwendungsfälle.

Auch in der vohherigen Arbeit [[[Verlinken des Vohherigen Projektes]]] wurde ein solches Linear System verwendet. Dieses [[[Name des LinearSystems]]] wurde von der Firma [[[Firmenname und Link]]] zugekauft und erbringt seit dem gute ergebnisse.

[[[Bosch Rexroth handbook linear systems]]]

2.2.2 Horizontale bewegung/ Achsiale bewegung

Um die achsiale rotierende bewegung für Cameras um zusetzen gibt dem End Consumer bereich den Gimbal. Dieser ist dafür da die Camera zu Stabilisieren oder wenn gewollt eine bewegung umzusetzten. Diese gibt es als rein mechanische Variante oder im profi Camera systems auch mit eingebauten Motoren. [[[Beispiel Suchen mit Bild und Quelle]]] Solche Gimbal systeme werden auch in der industrie eingesetzt meist werden sie in überwachungsbereich eingesetzt. Heißt bewegen von überwachungscameras oder von hoch Komplexen Überwachungskameras in Drohnen und Helikoptern.

Einfache Modelle solcher Gimbal gibt es fertig zum herrunter laden und können direkt 3D- gedurckt werden. [[[Bild suchen und Quelle]]] . In diesem Beispiel wird auch die elektronic bereit gestellt, bzw. Die Pläne um die elektronic zu zukaufen.

Dennoch muss man bei den Teilen welche 3D gedruckt werden darauf geachtet werden, dass die genauigkeit des Drucks wesentlich schlechter ist als die Genauigkeit von traditioneller fertigung. Somit können bei 3D-Gedruckten teilen immer ungenauigkeiten aufkommen welche nachher auch die Positionierungsgenautigkeit beeinträchtigen. Es muss allgemein beachtet werden das je mehr Bauteile verwendet werden es auch eine fehlerfortpflanzung der Productions ungenauigkeit gibt.

2.3 Camera - Electronical part

Die elektonik besteht zum einen aus Motor für Linerar Systeme, dem dazu gehörigen Motor Driver, eine Spannungsversorung und einer Steuerung.

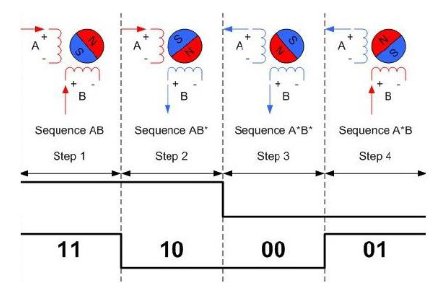
2.3.1 Motor – Linear Systeme

Im Grunde besteht ein Lineares System immer aus zwei Komponenten. Dem Mechanischen und einem Antrieb.

Je nach anwendungs fall werden werden verschiedene Motoren für Linear Systeme verwendet.

Für Linear Systeme welche in der Förderungstechnik benutzt werden ist die Beschleunigung und Geschwindigkeit wichtig ist. Weshalb dort hauptsächlich die Bruschlessmoteren eingesetzt werden. Da dises motoren eine sehrgute effizent haben, als auch eine geringe Abnutzung. Zu dem können sie gut hohe geschwidgkeiten fahren. Dennoch haben sie keine Informatio über die Position des Rotors, somit ist ihre genaue position nicht ohne zusatz elektronik möglich. Diese kann über hall sensoren oder encoder umgesetzt werden.

Dennoch ist für Linear Systeme für Positionierung wie sie bei Fässmaschinen oder 3D-Druckern zum einsatz kommt Schittmotoren standart. Durch ihren aufbau aus einem Dauermagnet im Rotor und Spulen am Stator. Je nach anzahl dieser Spulen können verschieden viele Polpaare entstehen. Und somit verschieden viele Schritte umgesetzt werden. In der Abbildung XXX können sie einen Schrittmotor mit 2 Phasen und damit 2 Polpaaren erkenne. Mit diesen können 4 schritte für eine gesamte umdrehung umgesetzt werden.



Der standart für schrittmotoren sind 200 Schritte, heißt ein Schritt sind 1,8 Grad. Das Drehmoment befindet sich in einem Bereich von 1 micoNewtonMeter bis zu 40 Nm. Die Drehzahl ist in der regel bis zu 1000 1/min können es können aber auch höhere Drehzahlen erreicht werden. Für diese Schrittmotoren ist immer noch ein geeigneter Treiber nötig dazu aber im Abschnitt 2.3.2 Driver mehr. Nachteil der Schrittmotoren ist das sie bei höheren Geschwigkeiten ein geringeres Drehmoment beseitzen. Und das sie durch immer einen hohen strom verbrauchen was zu einer höhen wärme entwicklung führt.

[[[Buch Electric Motors and Drivers /// Bosh Rexroth Handbook Linearsystems]]]

[[[ Stepping Motors Fundamentals paper ]]]

[[[wie funktioniert ein schritt motor - <https://www.achstron.de/fileadmin/Resources/Public/Documents/HowTo/Schrittmotor_closed-loop.pdf> ]]]

2.3.2 Stepper motor Driver

Der stand der Technik bei Motor Treibern für Schritt motoren ist recht unterschiedlich. Die Treiber müssen je nach Motor ausgesucht werden. Heißt wie viel spannung und Strom verbraucht der Motor. Die Neuste Generation zeichnet sich durch die möglichkeit des Micosteppings aus. Heißt ein Schritt des Motors kann kleinere Teile unterteilt werden dies bedeutet der Motor hat eine noch höhere auflösungen und es können Winkel unter 1,8 grad gefahren werden. Es gibt dazu diese micro steps im bereichen von 1/32, 1/128, 1/256. Heißt im Beispiel von 1/128 Steps, dass ein einzelner Schritt in 128 mico steps aufgeteilt werden kann. Bei 200 steps wären das dann 25600 Mico steps für eine volle Umdrehung von 360 grad. Heißt es kann ein winkel 0,014 grad pro step erreicht werden. Dieses Micostepping verbessert zu dem auch die Energieeffizenz als auch die geräusch belastung. Dennoch sollte drauf geachtet werden das eine verwendung von solch einem Microstepping auch die wärmeverluste erhöht. Weswegen der Motor entsprechend gekühlt werden sollte oder ensprechend größer dimensioniert werden.

[[[ Quelle <https://www.zikodrive.com/de/ufaqs/microstepping-can-gebraucht-verbessern-stepper-motor-performance/>]]]