**Höchstens 110 Wörter in einer Minute**

**Insgesammt also 2200 Wärter**

**Bei 20 Folien nicht mehr als 110 Wörter pro Folie**

**Folie 1: (70)**

Mein Thema der Abeit war die Szenenrekonstruktion und Kamerakalibrierung aus heterogenen stereoskopischen Bildquellen

Die Szenenrekonstruktion und die Kamerakalibrierung sind Themenbereiche der sogenannten Computer Vision

Die Computer Vision ist ein Fachbereich der Computer Science mit dem Fokus auf die Entwicklung von künstlicher Intelligenz, die ein visuelles Verständnis ihrer Umgebung besitzen. Folglich wird in der Computer Vision der Weg von visuellen Eindrücken oder Bildern aus der Realität in den Rechner beschrieben .

**Folie 2: (74)**

Der Mensch ist mit der Fähigkeit ausgestattet, gesehene Bilder zu verarbeiten und kann die ihn umgebene Welt verstehen.

Maschinen, die eine ähnliche Fähigkeit besitzen, wären somit ebenfalls in der Lage Entscheidungen auf Grund von visuellen Eindrücken zu fällen.

Bereits auf dem Weg:

Das entwickeln solcher Maschinen und den damit verbundenen Grundprinzipien und Programmen sind die Forschungsmittelpunkte von aktuellen Anwendungsbereichen wie dem Autonomen Fahren, Motion- Capturing, Bewegungserkennungen oder Service Robotern oder dem Auswerten von Drohnenbildern

**Folie 3: (197)**

* Wieso nehmen wir stereoskoische Bildquellen?
  + Bildtiefe aus einem Bild nicht möglich
* Man braucht mindestens zwei Bilder
* Die Rekonstruktion in dieser Arbeit wurde anahnd von stereoskopischen Bilddaten entwickelt
* Die beiden Kameras müssen nicht zwangsläfuig die selben Auflösungen haben 🡪 Beispielsweise Drohenen 🡪 haben zwei verschiedene Kameras.
  + Besitzen öfters eine hochauflösende RGB Kamera und infrarotkamera für Tiefenmessungen mit meist deutlich niedrigeren Auflösung
  + Stereokalibrierung dieser beiden Kameras würde das Mapping deutlich vereinfachen.
  + Das weitläfuigte Ziel welches mit dem in dieser Masterarbeit erarbeiteten Ansatz verfolgt werden soll, ist es aus 2D Informationen von Kameras unterschiedlicher Auflösung und Art (Infrarot und RGB) eine 3D Szene bzw 3D-Szenenpunkte rekonstruieren zu können
* Wieso der Fokus auf unterschiedliche Kameraauflösungen?
* Viele kommerziell verwendete Programme setzten vorraus dass die eingehenden Bilddaten aus Kameras gleicher Auflösung kommen
  + Die Funktion dieser Programme wurde im Verlauf der Thesis analysiert und es wurde zunächst ein eigener Ansatz zur Rekonstruktion einer Szene entwickelt und danach der vorhandene Ansatz aus den kommerziellen Programmen dahingehend analysiert, wie sie mit verschiedenene Auflösungen funktionieren könnte.
* Vorraussetzungen für den entstehenden Algorithmus:
  + Möglichkeit von unterschiedlichen Kameraauflösungen in betracht ziehen
  + Extrinsische Kameraparameter sollen bestimmt werden
  + Intrinsische Kameraparameter werden als bekannt vorrausgesetzt
    - (Was diese genau sind darauf wird später eingegangen!!)

**Folie 4: (125)**

Die einzelnen Themen der Masterthesis umfassen vier wichtige Grundbausteine, welche im folgenden erläutert werden

Grundlagen:

* Zunächst wird das verwendete Kameramodell vorgestellt, an welchem sich der Algorthmus orientiert
* Wichtig ist auch ein Grundlegendes Verständist der Fundamental und der essentiellen Matrix, welche für die Kamerakalibrierung sowie fpr die Szenenrekonstruktion eine wichtige Rolle spielen

Synthetische Rekonstruktion:

* Arbeitsprozess des Algorithmus wird anhand eines synthetisch aufgebauten 3D- Szene mit virtuellen Kameras erklärt

Reale Rekonstruktion:

* Anwendug des Algorithmus auf ein reales Stereobildpaar
* Genauere erläuterung was bei realen Stereobildpaaren beachtet werden muss (in Bezug auf die Bildfehler)

Auswirkung unterschiedlicher Auflösungen:

* Aufzeigen der Auswirkung von unterschiedlichen Kameraauflösungen bei dem entwickelten Algorithmus

Rekonstruktion mit Rektifizierung:

* Analyse der Szenenrekonstruktion mit rektifizierten Bildern
* Was genau sind rektifizierte Bilder
* Wie funktioniert die Rekonstruktion
* Sind unterschiedliche Auflösungen möglich

**Folie 5 (254) KÜRZEN!!**

Bevor auf die extrinsischen und intrinsischen Kameraparameter und den Aufbau des Algorithmus eingegangen wird, wird das verwendete Kameramodell vorgestellen

* Mit Hilfe des Lochkamerasystems wird die Abbildung eines Objektes auf eine Bildebene beschrieben.
* Das Modell beruht ausschließlich auf der geometrischen Optik und vernachlässigt physikalische Effekte wie Beugung oder die Auswirkung der Linse.
* Wir betrachten zunächst eine der Kameras C oder C‘ genauer und definieren anhand dieser das Lochkameramodelll (nächstes Bild einblenden)
* Die Bildebene ist die Ebene auf welcher das projizierte Bild ensteht
* C beschreibt das Kamerazentrum und ist gleichzeitig der Urspurng des Kamerakoordiantensystems
* Zeta beschreibt die Brennweite in mm
* Z ist die Hauptachse
* HP ist der Hauptpunkt, er entsteht dort, wo die Hauptachse die Bildebene schneidet
* O ist das Weltkoordinatensystem
* Insgesamt werden vier Koordiantensysteme für die Transformation eines 3D-Objektpunktes zu einem 2D-Bildpunkt durchlaufen
* Das Weltkoordinatensystem O in mm
* Das Kamerakoordinatensystem C in mm
* Das Bildebenenkoordinatensystem I in mm
* Das Sensorkoordinatensytem S in px, ist an die Sensorelemente des Sensors angepasst
* Eigenschaften des Sensorkoordiantensystems:
  + Passt sich an die Pixel des Sensors an
  + Bei Auflösungsänderung werden kombinieren sich dei Sensorelemente zu einem neuen Pixel 🡪 Sensorkoordinatensystem passt sich an. Der rest bleibt gleich
* M ist ein 3D-Objektpunkt in Raum und zunächst in Weltkoordinaten
* Dieser wird bei der Projektion auf den Sensor einer Kamera zunächst in das Kamerakoordiantensystem transformiert, danach auf die 2D-Bildebene projiziert und zuletzt in das Sensorkoordinatensystem transformiert
* m ist dann der von M auf d en Sensor projizierte 2D Bildpunkt
* Die Abbildung auf den Sensor der Kamera wird durch die sogenannten Projektionsmatrix P beschrieben

**Folie 6: (147)**

* P setzt sich zusamme aus den extrinsischen Kameraparametern welche durch eine Rotationsmatrix R und eine Translation in diesem Falle C entsteht. (Anhand des bildes erklären, danach nächstes Bild)
* Des Weiteren beinhaltet P noch die intrinsischen Kameraparameter, welche in der Matrix K zusammengefasst werden.
* Diese lässt sich aus der Projektion der 3D-Kamerakoordianten in die 2-D Bildkoordinaten durch K\_0 und der anschließenden Transformation in das Sensorkoordinatensystem mit T zusammensetzten.
  + K\_x und k\_y sind die längen der Pixelkanten und zeta\_x und zeta\_b ist die Brennweite der Kamera in mm ausgedürckt. Handelt es sich bei dem Sensor nicht um quadratische Pixel so unterscheiden sich die k werte voeneinander und die Brennweite bekommt in Pixel ausgedrückt in x und y richtung andere Werte (dient der skalierung)
* ÜBERLEITUNG:
* Mit hilfe dieser Grundlagen, soll nun eine Abbildungsvorschrift eines 3D Punkte in zwei verschiedene Kameras hergeleitet werden. Hierzu bedienen wir uns der sogenannten epipolargeometrie.(nächste Folie)

**Folie 7:**

* Für Bilder von komplexeren, dreidimensionalen Objekten, bei denen die Punkte auf verschiedenen Ebenen im Raum liegen kann auf geometrische Bedingugnen zurückgegriffen werden um die Abbildungsvorschriften zwischen den Bildern auszunutzen und die Kameraparameter beider Kameras zu bestimmen.
* Es werden hier einige geometrische Definitionen eingeführt, um die danach folgende mathematische Herleitung genauer zu verstehen.
* M ist ein 3D-Objektpunkt im Raum
* m\_tau und m‘\_tau‘ sind die jeweiligen Projektionen von M auf den Bildebenen.
* C und C‘ sind die jeweiligen Projektionszentren, sie werden durch die sogenannten Basislinie verbunden
* i und i‘ sind die Bildebenen der beiden Kameras, der Punkt an welcher die Basislinie die Bildebenen schneidet werden als Epipole e und e‘ bezeichnet.
* Durch die Epipole verlaufen alle Epipolarlinien l und l‘
* Die Epipolarlinien enstehen indem eine Gerade durch denen Bildpunkt m und den Epipol e und entsprechend für e‘ und m‘ gezogen wird
* Die Vekoren MC, CC‘ und MC‘ bilden ein Dreieck, welches die sogenannte Epipolarebene ist
* Diese geometrischen Eigenschaften definieren die Epipolargeometrie und beschreiben die Die Abbildungsvorschrift eines Punktes in zwei Kameras
* Um eine algemeine Abbildungsvorschrift für mehrere Punkte im Raum mit unterschiedlichen Tiefen zu bekommen schauen wir uns das nächste Bild an.
* NÄCHSTES BILD
* Ein Bildpunkt mi auf der Bildebene I wird zuerst auf die Gerade, die durch mi und C geht abgebildet. Die Gerade stellt alle möglichen Ursprungspunkte zu mi dar. Dies ist durch die drei möglichen Punkte M1,M2, M3 dargestellt. Jeder dieser Punkte wird nun wiederum auf I projiziert. Die so entstandenen Punkte liegen alle auf der Epipolarlinie l‘. Somit kann allgemeint beh
* Die Abbildungsvorschrift welche die Projktion eines Punktes auf eine Linie beschreibt kann in der Fundamentalmatrix und der essentiellen Matrix zusammengefasst werden

**Folie 8:**

* Fundamentalmatrix wird über die bekannten Eckpunkte beider Quaderabbildungen mit dem 8 Punkte algorithmus bestimmt
  + Durch die mathematische Berechnung beider Abbildungen, sind die korrespondierenden Punktebereits bekannt
  + Durch die matehmatische Berechnung beider Abbildungen sind die intrinsischen Kameraparameter bekannt, da diese selbst definiert wurden.
* Die Fundamentalmatrx ist bekannt
  + Für das Verfahren zur Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter wir die essentielle Matrix benötigt
  + Mit Hilfe Singulärwertszerlegung der essentiellen Matrix ist es möglich die extrinsischen Kameraparameter bis auf eine Skaleninvarainz genau zu bestimmen
  + Wichtig ist, dass bei der Bestimmung davon ausgegangen wird, dass eine Kamera deckungslgelich mit dem Weltkoordinatensystem ist und somit weder eine Rotation noch eine Translation aufweist
    - Die extrinsischen Kameraparameter werden bezüglich einer Kamera bestimmt
  + Der Grund warum das Verfahren der Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter über die essentielle Matrix gewählt wurde, wird nachher noch im Abschnitt der unterschiedlichen Auflösungen beschrieben.
* Sind die extrinsischen Kameraparameter bekannt, so fehlt nun noch ein Verfahren, mit welchem die 3D-Szenenpunkte aus den Bildpunkten rekonstruiert werden können. Diese Verfahren nennen sich Triangulation. Im synthetischen Beispiel wurde eine einfache gemetrische Trinangulation durchgeführt.
* Nächste Folie

**Folie 9:**

* Anhand der erarbeiteten mathematischen Grundlagen ist ein Algorithmus fur die Rekonstruktion einer Szene aus einer Stereobildaufnahme entstanden
* Der entwickelte Algorithmus ist in der Lage aus einem Stereobildpaar extrinsische Kameraparameter zu bestimmen und anhand dessen die 3D-Szene zu rekonstruieren, jedoch unter der Voraussetzung, dass die intrinsischen Kameraparameter beider Kameras bekannt sind.
* Das synthetische Beispiel ist wie in Abbildung rechts aufgebaut
  + Es wurde ein Quader definiert, jedes andere Objekt ist hier genauso denkbar
  + Der Quader wurde mathematisch auf die Bildebenen zweier beliebig platzierter Kameras projiziert
* Im folgenden soll der Arbeitsprozess des synthetischen Algorithmus vorgestellt werden

**Folie 10:**

* Fundamentalmatrix wird über die bekannten Eckpunkte beider Quaderabbildungen mit dem 8 Punkte algorithmus bestimmt
  + Durch die mathematische Berechnung beider Abbildungen, sind die korrespondierenden Punktebereits bekannt
  + Durch die matehmatische Berechnung beider Abbildungen sind die intrinsischen Kameraparameter bekannt, da diese selbst definiert wurden.
* Die Fundamentalmatrx ist bekannt
  + Für das Verfahren zur Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter wir die essentielle Matrix benötigt
  + Mit Hilfe Singulärwertszerlegung der essentiellen Matrix ist es möglich die extrinsischen Kameraparameter bis auf eine Skaleninvarainz genau zu bestimmen
  + Wichtig ist, dass bei der Bestimmung davon ausgegangen wird, dass eine Kamera deckungslgelich mit dem Weltkoordinatensystem ist und somit weder eine Rotation noch eine Translation aufweist
    - Die extrinsischen Kameraparameter werden bezüglich einer Kamera bestimmt
  + Der Grund warum das Verfahren der Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter über die essentielle Matrix gewählt wurde, wird nachher noch im Abschnitt der unterschiedlichen Auflösungen beschrieben.
* Sind die extrinsischen Kameraparameter bekannt, so fehlt nun noch ein Verfahren, mit welchem die 3D-Szenenpunkte aus den Bildpunkten rekonstruiert werden können. Diese Verfahren nennen sich Triangulation. Im synthetischen Beispiel wurde eine einfache gemetrische Trinangulation durchgeführt.
* Nächste Folie

**Folie 11:**

* Fundamentalmatrix wird über die bekannten Eckpunkte beider Quaderabbildungen mit dem 8 Punkte algorithmus bestimmt
  + Durch die mathematische Berechnung beider Abbildungen, sind die korrespondierenden Punktebereits bekannt
  + Durch die matehmatische Berechnung beider Abbildungen sind die intrinsischen Kameraparameter bekannt, da diese selbst definiert wurden.
* Die Fundamentalmatrx ist bekannt
  + Für das Verfahren zur Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter wir die essentielle Matrix benötigt
  + Mit Hilfe Singulärwertszerlegung der essentiellen Matrix ist es möglich die extrinsischen Kameraparameter bis auf eine Skaleninvarainz genau zu bestimmen
  + Wichtig ist, dass bei der Bestimmung davon ausgegangen wird, dass eine Kamera deckungslgelich mit dem Weltkoordinatensystem ist und somit weder eine Rotation noch eine Translation aufweist
    - Die extrinsischen Kameraparameter werden bezüglich einer Kamera bestimmt
  + Der Grund warum das Verfahren der Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter über die essentielle Matrix gewählt wurde, wird nachher noch im Abschnitt der unterschiedlichen Auflösungen beschrieben.
* Sind die extrinsischen Kameraparameter bekannt, so fehlt nun noch ein Verfahren, mit welchem die 3D-Szenenpunkte aus den Bildpunkten rekonstruiert werden können. Diese Verfahren nennen sich Triangulation. Im synthetischen Beispiel wurde eine einfache gemetrische Trinangulation durchgeführt.
* Nächste Folie

**Folie 11:**

Zuerst etwas genaueres zu der Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter:

* Durch Singulärwertszerlegung der essentiellen Matrix lassen sich die extrinischen Parameter der Szene schätzen.
* Hierbei entstehen insgesammt 4 verschiedene mögliche Lösungen für die Matrix –RC
* Diese Vier Lösungen sind bis auf eine Skaleninvarianz genau bestimmt
  + Die Skaleninvarianz bewirkt, dass es bei der Rekonstruktion die Groe der Objekte von ihrer Originalgroe abweichen, da es sich bei v nur um den normierten Richtungsvektor der ursprunglichen Streckehandelt.
  + (Vllt hier kurz das Geogebramodell aufzeigen)
* Die vier Lösungen werden jetzt vorgestellt.
* In den ersten beiden Lösungen wird C‘ um 180° gedreht
* In den anderen beiden Lösungen kommt es zu einer Umkehrung der Basislinie
* Die Richtige Lösung ist abhängig davon wie die Kameras Positioniert und die Bildebene innerhalb der Kamera platziert ist
  + Die Abbildungen der ersten beiden Lösungen sind die selben nur ist es einmal auf dem Kopf da es hinter dem Projekitonszentum abgebildet wird
  + Beide Lösungen von Abbildung 2 sind aber prinzipiell richtig.
* Triangulierung:
* Da im synthetischen Beispiel mit reinen Bilddaten gearbeitet wird, kommt es zu keinen Abweichungen in den Punktekorrespondenzen und die Szene kann über eine einfach geometrische Triangulierung rekonstruiert werden.
* Wichtig! Umrechung der koordinaten in ein und das selbe Koordinatensystem

**Folie 12:**

* Der entwickelte Szenenrekonstruktionsalgorithmus wurde dann auf ein reales Beispiel angewandt
* Anders als beim synthetischen Beispiel muss beim arbeiten mit realen Stereobildpaaren mit einer Fehleranfälligkeit der Bilddaten gerechnet werden
* Die korrespondierenden Punkte (hier in gelb markiert), werden über einen Detektionsalgorithmus bestimmt
* Bei der realen Rekonstruktion muss von Bildfehlern wie Bildrauschen ausgegangen werden und damiteinhergehend auch mit Fehlern bei der Korrespondenzanalyse
* Liegt beispielsweise bei der Bestimmung von korrespondierenden Punkten eine Ecke zwischen zwei Pixel, so kann optisches Rauschen, welches in realen Aufnahmen präsent ist, dazu führen dass diese Ecke in gleichen Bildern an verschiedenen Pixel erkannt wird.
  + Wie im Bild zu sehen ist, bedeutet das, dass die detektierten korrespondierenden Punkte nicht auf den jeweiligen epipolarlinien des anderen Bildes liegen.
  + 🡪 Führt dazu, dass die epipolaren Bedinungen nicht mehr erfüllt werden (FORMEL ERSCHEINEN LASSEN)
* Diese Führen zu ungenauigkeiten und Fehler in der Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter, sowie der darauf folgendenen rekonstrukiton der Szenenpunkte und müssen dementsprechen über Minimierungen und Näherungen angeglichen werden
* Im foglenden wird zunächst der Arbeitsprozess des Algorithmus angepasst auf das reale stereobildpaar erläutert (Nächste Folie)

**Folie 13:**

* Anders als beim synthetischen Beispiel werden die intrinsischen Kameraparameter durch zuvorige einzel-Kamerakalibrierung gewonnen.
* Die Detektion wird von einem bereits existierenden Algorithmus Übernommen, welcher nach dem Surf Prinzip funktioniert (vllt kurz SURF erklären aber eig unnötig)
* Danach startet erst das Prorgram
* Unterschied zum synthetischen Beispiel, die eingehenden Bilddaten aus der Korrespondenzanalyse werden normiert.
* Der Grund dahinter ist, dass sich die Koordinaten, welche in homogenen koordinaten angebgen sind, in ihren Zahlenwerten stark unterscheiden (Hier Bild einblenden)
  + Die Punkte liegen meist 100 bis 1000 von Pixel außeinander.
  + Das führt zu einer starken unausgeglichenheit innerhalb der Fundamentalmatrix, welche eine große Fehleranfälligkeit bei schon kleinsten Abweichungen mit sich bringt
    - Unausgefglichen bedeutet, dass die Einträge innerhalb der Fundamentalmatrix in stark unterschiedlichen Zehnerbereichen sich befinden.
    - Die unsaunsgeglichenheit führt dazu, dass die epipolare Bedingung, schneller Fehler aufweist als mit einer ausgeglichenen Fundamentalmatrix
  + Die eingehenden Bilddaten werden deswegen so normiert, dass sich ihr durschnittlicher Abstand zum Ursprung bei sqrt(2) befindet. (Am Bild zeigen)
  + Der Zahlenbereich in welchem sich die Koordinaten dann befinden ist dann ausgeglichener (sagen was das heißt oder anschreiben an der Tafel)
  + Die normierung ist des Weiteren wichtig für die Singulärwerte(anders einbauen)
  + Bild wieder ausblenden !!!
* Danach wird die Fundamentalmatrix über den jetzt normierten Acht Punkte Algorithmus bestimmt
* Die Fundamentalmatrix wird darauf überprüft ob sie ihre Bedinungen erfllt (Rang 2 und singulär) ist dies nicht der Fall so müssen die Bedinugngne erzwungen werden (mehr dazu später)
* Aus der Fundamentalmatrix wird die essentielle Matrix abgeleitet (auch hier müssen die bedingungen überprüft werden), danach können wie im synthetischen Beispiel die extrinssichen Kameraparameter bestimmt werden.
* Zuletzt folgt eine Triangulierung der Szenenpunkte auf welches ich gleich noch zu sprechen komme.

**Folie 14:**

* Nach der Normierung der Bilddaten und der darauf folgenden Bestimmung der Fundamentalmatrix mit dem jetzt normierten Acht-Punkte-Algorithmus, wird zunächst noch überprüft, ob es sich bei F um eine singuläre 3x3 Matrix von Rang 2 handelt, ist dies nicht der Fall muss noch eine Modifizierung von F vorgenommen werden welche gleich noch genauer aufgeführt wird.
* F ist nur dann eine gültige F wenn sie eine Singuläre Matrix von Rang 2 ist und ihre Singulärwerte die Form (a,b,0) haben.
* Durch die Ungenauen Korrespondierenen Punkten steigt F in ihrem Rang und ist somit keine Singuläre Matrix von Rang 2 mehr
  + Die Kern Berechnung liefert kein eindeutiges ergebnis für die Epipole mehr was dazu führt, dass die Epipolarlinien eines Bilder nicht mehr durch einen Punkt gehen (auf Bild verweisen und erklären was zu sehen ist)
  + Um dies zu korrigieren, wird die zu F laut Frobenius Norm nächste Fundamentale Matrix gesucht, welche einen Rang 2 besitzt
  + Hierzu werden die Singulärwerte der Fundamentalmatrix modifiziert (muss ich sagen wie sie modifiziert werden?)

Durch erzwingen der Singulärität, können eindeutige Epipole geschätz werden und die Epipolarlinien gehen wieder durch einen Punkt

Da besonders nachher bei der Triangulation eindeutige Epipole benötigt werden muss diese Bedingung erzwungen werden

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Danach kann wieder aus F die essentielle Matrix E ermittelt werden. Ist F von Rang 2 so ist auch E von Rang 2. Bevor jedoch die Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter wie inm synthetischen Beispiel, werden die singulärwerte der essentiellen noch überprüft (sagen, was genau erreicht werden soll mit diag(1,1,0))

Eine essentielle Matrix ist nur dann eine gültige essentielle Matrix wenn sie einen Rang von zwei besitzt und ihre Singulärwerte die Form (a,a,0) besitzen

* Durch erzwingen eines Rang 2 bei der Fundamentalmatrix ist die daraus berechnete essentielle Matrix auch von Rang 2
* Jedoch können die Singulärwerte der essentiellen Matrix noch die falsche Form haben (Absteigend), diese muss für die Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter auch erzwungen werden.
* E ist nur dann eine gültige essentielle Matrix, wenn ihre Sigulärwerte = (a,a,0) sind
* Somit wird garantiert dass die Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter wieder wie gehabt verfahren werden kann

(Muss ich hier auf die Singulärwerte noch genauer eingehen??? Wird schwer Zeittechnisch)

**Folie 15:**

* Nach der Normierung der Bilddaten und der darauf folgenden Bestimmung der Fundamentalmatrix mit dem jetzt normierten Acht-Punkte-Algorithmus, wird zunächst noch überprüft, ob es sich bei F um eine singuläre 3x3 Matrix von Rang 2 handelt, ist dies nicht der Fall muss noch eine Modifizierung von F vorgenommen werden welche gleich noch genauer aufgeführt wird.
* F ist nur dann eine gültige F wenn sie eine Singuläre Matrix von Rang 2 ist und ihre Singulärwerte die Form (a,b,0) haben.
* Durch die Ungenauen Korrespondierenen Punkten steigt F in ihrem Rang und ist somit keine Singuläre Matrix von Rang 2 mehr
  + Die Kern Berechnung liefert kein eindeutiges ergebnis für die Epipole mehr was dazu führt, dass die Epipolarlinien eines Bilder nicht mehr durch einen Punkt gehen (auf Bild verweisen und erklären was zu sehen ist)
  + Um dies zu korrigieren, wird die zu F laut Frobenius Norm nächste Fundamentale Matrix gesucht, welche einen Rang 2 besitzt
  + Hierzu werden die Singulärwerte der Fundamentalmatrix modifiziert (muss ich sagen wie sie modifiziert werden?)

Durch erzwingen der Singulärität, können eindeutige Epipole geschätz werden und die Epipolarlinien gehen wieder durch einen Punkt

Da besonders nachher bei der Triangulation eindeutige Epipole benötigt werden muss diese Bedingung erzwungen werden

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Danach kann wieder aus F die essentielle Matrix E ermittelt werden. Ist F von Rang 2 so ist auch E von Rang 2. Bevor jedoch die Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter wie inm synthetischen Beispiel, werden die singulärwerte der essentiellen noch überprüft (sagen, was genau erreicht werden soll mit diag(1,1,0))

Eine essentielle Matrix ist nur dann eine gültige essentielle Matrix wenn sie einen Rang von zwei besitzt und ihre Singulärwerte die Form (a,a,0) besitzen

* Durch erzwingen eines Rang 2 bei der Fundamentalmatrix ist die daraus berechnete essentielle Matrix auch von Rang 2
* Jedoch können die Singulärwerte der essentiellen Matrix noch die falsche Form haben (Absteigend), diese muss für die Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter auch erzwungen werden.
* E ist nur dann eine gültige essentielle Matrix, wenn ihre Sigulärwerte = (a,a,0) sind
* Somit wird garantiert dass die Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter wieder wie gehabt verfahren werden kann

(Muss ich hier auf die Singulärwerte noch genauer eingehen??? Wird schwer Zeittechnisch)

**Folie 16:**

* Nach der Normierung der Bilddaten und der darauf folgenden Bestimmung der Fundamentalmatrix mit dem jetzt normierten Acht-Punkte-Algorithmus, wird zunächst noch überprüft, ob es sich bei F um eine singuläre 3x3 Matrix von Rang 2 handelt, ist dies nicht der Fall muss noch eine Modifizierung von F vorgenommen werden welche gleich noch genauer aufgeführt wird.
* F ist nur dann eine gültige F wenn sie eine Singuläre Matrix von Rang 2 ist und ihre Singulärwerte die Form (a,b,0) haben.
* Durch die Ungenauen Korrespondierenen Punkten steigt F in ihrem Rang und ist somit keine Singuläre Matrix von Rang 2 mehr
  + Die Kern Berechnung liefert kein eindeutiges ergebnis für die Epipole mehr was dazu führt, dass die Epipolarlinien eines Bilder nicht mehr durch einen Punkt gehen (auf Bild verweisen und erklären was zu sehen ist)
  + Um dies zu korrigieren, wird die zu F laut Frobenius Norm nächste Fundamentale Matrix gesucht, welche einen Rang 2 besitzt
  + Hierzu werden die Singulärwerte der Fundamentalmatrix modifiziert (muss ich sagen wie sie modifiziert werden?)

Durch erzwingen der Singulärität, können eindeutige Epipole geschätz werden und die Epipolarlinien gehen wieder durch einen Punkt

Da besonders nachher bei der Triangulation eindeutige Epipole benötigt werden muss diese Bedingung erzwungen werden

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Danach kann wieder aus F die essentielle Matrix E ermittelt werden. Ist F von Rang 2 so ist auch E von Rang 2. Bevor jedoch die Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter wie inm synthetischen Beispiel, werden die singulärwerte der essentiellen noch überprüft (sagen, was genau erreicht werden soll mit diag(1,1,0))

Eine essentielle Matrix ist nur dann eine gültige essentielle Matrix wenn sie einen Rang von zwei besitzt und ihre Singulärwerte die Form (a,a,0) besitzen

* Durch erzwingen eines Rang 2 bei der Fundamentalmatrix ist die daraus berechnete essentielle Matrix auch von Rang 2
* Jedoch können die Singulärwerte der essentiellen Matrix noch die falsche Form haben (Absteigend), diese muss für die Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter auch erzwungen werden.
* E ist nur dann eine gültige essentielle Matrix, wenn ihre Sigulärwerte = (a,a,0) sind
* Somit wird garantiert dass die Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter wieder wie gehabt verfahren werden kann

(Muss ich hier auf die Singulärwerte noch genauer eingehen??? Wird schwer Zeittechnisch)

**Folie 17:**

* Nach der Normierung der Bilddaten und der darauf folgenden Bestimmung der Fundamentalmatrix mit dem jetzt normierten Acht-Punkte-Algorithmus, wird zunächst noch überprüft, ob es sich bei F um eine singuläre 3x3 Matrix von Rang 2 handelt, ist dies nicht der Fall muss noch eine Modifizierung von F vorgenommen werden welche gleich noch genauer aufgeführt wird.
* F ist nur dann eine gültige F wenn sie eine Singuläre Matrix von Rang 2 ist und ihre Singulärwerte die Form (a,b,0) haben.
* Durch die Ungenauen Korrespondierenen Punkten steigt F in ihrem Rang und ist somit keine Singuläre Matrix von Rang 2 mehr
  + Die Kern Berechnung liefert kein eindeutiges ergebnis für die Epipole mehr was dazu führt, dass die Epipolarlinien eines Bilder nicht mehr durch einen Punkt gehen (auf Bild verweisen und erklären was zu sehen ist)
  + Um dies zu korrigieren, wird die zu F laut Frobenius Norm nächste Fundamentale Matrix gesucht, welche einen Rang 2 besitzt
  + Hierzu werden die Singulärwerte der Fundamentalmatrix modifiziert (muss ich sagen wie sie modifiziert werden?)

Durch erzwingen der Singulärität, können eindeutige Epipole geschätz werden und die Epipolarlinien gehen wieder durch einen Punkt

Da besonders nachher bei der Triangulation eindeutige Epipole benötigt werden muss diese Bedingung erzwungen werden

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Danach kann wieder aus F die essentielle Matrix E ermittelt werden. Ist F von Rang 2 so ist auch E von Rang 2. Bevor jedoch die Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter wie inm synthetischen Beispiel, werden die singulärwerte der essentiellen noch überprüft (sagen, was genau erreicht werden soll mit diag(1,1,0))

Eine essentielle Matrix ist nur dann eine gültige essentielle Matrix wenn sie einen Rang von zwei besitzt und ihre Singulärwerte die Form (a,a,0) besitzen

* Durch erzwingen eines Rang 2 bei der Fundamentalmatrix ist die daraus berechnete essentielle Matrix auch von Rang 2
* Jedoch können die Singulärwerte der essentiellen Matrix noch die falsche Form haben (Absteigend), diese muss für die Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter auch erzwungen werden.
* E ist nur dann eine gültige essentielle Matrix, wenn ihre Sigulärwerte = (a,a,0) sind
* Somit wird garantiert dass die Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter wieder wie gehabt verfahren werden kann

(Muss ich hier auf die Singulärwerte noch genauer eingehen??? Wird schwer Zeittechnisch)

**Folie 18:**

* Ergebnis der intrinsischen Kameraparameter wurde sowohl im synthetischen Beispiel als auch im realen Beispiel folgendermaßen modifiziert
* Egal welche Kameraauflösung genommen wurde, die vier ergebnisse der extrinischen Kameraparameter waren immer die selben
  + Daraus folgt dass auch die Rekonstruierte Szene immer die gleichen Ergebnisse geliefert hat.

**Folie 19:**

* Ergebnis der intrinsischen Kameraparameter wurde sowohl im synthetischen Beispiel als auch im realen Beispiel folgendermaßen modifiziert
* Egal welche Kameraauflösung genommen wurde, die vier ergebnisse der extrinischen Kameraparameter waren immer die selben
  + Daraus folgt dass auch die Rekonstruierte Szene immer die gleichen Ergebnisse geliefert hat.

**Folie 20:**

* Ergebnis der intrinsischen Kameraparameter wurde sowohl im synthetischen Beispiel als auch im realen Beispiel folgendermaßen modifiziert
* Egal welche Kameraauflösung genommen wurde, die vier ergebnisse der extrinischen Kameraparameter waren immer die selben
  + Daraus folgt dass auch die Rekonstruierte Szene immer die gleichen Ergebnisse geliefert hat.

**Folie 21:**

* Ergebnis der intrinsischen Kameraparameter wurde sowohl im synthetischen Beispiel als auch im realen Beispiel folgendermaßen modifiziert
* Egal welche Kameraauflösung genommen wurde, die vier ergebnisse der extrinischen Kameraparameter waren immer die selben
  + Daraus folgt dass auch die Rekonstruierte Szene immer die gleichen Ergebnisse geliefert hat.