

BVA2ILV: Fortgeschrittene Bildverarbeitung und -analyse

BB-Bros-extended

July 5, 2025

Contents

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | Lineare Abbildungssysteme | 3 |
| 1.1 | Wie funktioniert die Lochkamera (Kamera-Obscura) im Detail? | 3 |
| 1.2 | Welche Auswirkungen hat die Lochblende bei der Kamera-Obscura? | 3 |
| 1.3 | Was passiert, wenn man das Loch bei der Kamera-Obscura vergrößert / verkleinert? | 4 |
| 1.4 | Wovon hängt die schärfe des Bildes bei der Kamera-Obscura ab? | 4 |
| 1.5 | Wovon hängt die Helligkeit des Bildes bei der Kamera-Obscura ab? | 4 |
| 1.6 | In welchem Zusammenhang stehen Helligkeit und Schärfe bei der Kamera-Obscura im Bezug auf die Fokusslänge? | 4 |
| 1.7 | Was sind intrinsische und extrinsische Ebenen, Parameter? | 5 |
| 1.8 | Welche intrinsischen, extrinsischen Parameter gibt es? | 5 |
| 1.9 | Welche Arten der Verzerrung gibt es bei der Kamera-Kalibrierung? | 6 |
| 1.10 | Wie werden Fehler bei der Kamera-Kalibrierung minimiert? | 6 |
| 1.11 | Was passiert auf dem Bild auf Folie 37 (Kamera Kalibrierung, x und w auf Linie bringen)? | 6 |
| 1.12 | Wie funktioniert Kamera Kalibrierung? (Allgemein und Übung) | 6 |
| 1.13 | Nennen sie die Matrizen für die intrinsischen und extrinsischen Parameter? | 6 |
| 1.14 | Was sind Vorteile der intrinsischen im Vergleich zu den extrinsischen Parametern? (Kommutativität) | 6 |
| 1.15 | Wie können die Kamera Parameter angewendet/umgerechnet werden? | 6 |
| 1.16 | Wie funktionieren 2D Koordinatensysteme? | 6 |
| 1.17 | Was ist der Einheitsvektor in einem 2D-Koordinatensystem? | 6 |
| 1.18 | Was ist mit "Projektion" gemeint? (2D-Koordinatensystem) | 6 |
| 1.19 | Welche Matrix-Operationen können im 2D-Koordinatensystem angewendet werden? (Beispiele) | 6 |
| 2 | Segmentierung & Klassifikation | 7 |
| 2.1 | Was ist K-Means Clustering und wie funktioniert es? | 7 |
| 2.2 | Vergleich Region-Growing vs. K-Means | 7 |
| 3 | Bildrestauration | 8 |
| 3.1 | Wie kann man sich um den Blur zu reduzieren (Deconvolution)? | 8 |
| 3.2 | Was ist die Anisotrope Diffusion und wie funktioniert diese? | 8 |
| 3.3 | Was sind die Werte c und K bei der Anisotropen Diffusion? | 8 |
| 3.4 | Was ist die Idee hinter Non-Linear Filters? (Diffusion Filter, Physik) | 8 |
| 4 | Lokalisierung | 9 |
| 4.1 | Wie wird eine Linie im Hough-Raum abgebildet, Konzept schon eher im Detail, zum Beispiel wie werden die Parameter im Koordinatensystem im Hough-Raum abgebildet? | 9 |
| 4.2 | Was ist das Problem mit Linien im Hough-Raum, wie kann man sich dagegen abhilfe schaffen? | 9 |
| 4.3 | Was ist der VSLAM? | 9 |
| 4.4 | Welches Problem löst die Haar-Cascade? | 9 |
| 4.5 | Wie funktioniert die Haar-Cascade? | 9 |
| 4.6 | Was bedeutet "Cascade" im Namen von Haar-Cascade? | 9 |
| 4.7 | Verleich Haar-Cascade vs. CNN | 9 |
| 4.8 | Warum sind moderne Ansätze(CNN) schneller als Haar-Cascade? | 9 |
| 4.9 | Wie funktioniert die "Scale-invariant" Eigenschaft der Haar-Cascade? (Erkennung Features unterschiedlicher Größe) | 9 |
| 4.10 | Was ist Histogram of Oriented Gradients (HOG)? | 9 |
| 4.11 | Wie funktioniert HOG? | 9 |
| 4.12 | Wie sehen Referenzbilder von HOG aus? | 9 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4.13 | Wie viele Richtungen werden bei HOG berücksichtigt? | 9 |
| 4.14 | Was ist der SHIFT-Algorithmus und wie funktioniert er? | 9 |
| 4.15 | Wie wird die Orientierung der Features beim SIFT verdeutlicht? | 9 |
| 4.16 | Was bedeutet die Größe eines Kreises (visuelle Darstellung) des SIFT Ergebnisses? | 9 |
| 4.17 | Was passiert, wenn zwei Bins im Histogramm gleich gut sind? (SIFT) | 9 |
| 5 | 3D Rekonstruktion | 10 |
| 5.1 | Was ist 3D Tiefenerkennung? | 10 |
| 5.2 | Welche Möglichkeiten zur 3D Tiefenerkennung kennen Sie? | 10 |
| 5.3 | Was ist Silhouette Reconstruction? (Kamera Positionen bekannt) | 10 |
| 5.4 | Was ist der Unterschied zwischen Visuelle und Convexe Hülle? (Probleme bei Konkaven Einbuchtungen) | 10 |
| 6 | Computer Vision und ML | 11 |
| 6.1 | Wie funktionieren Image-Datenbanken, warum ist die Qualität von Image-Datenbanken manchmal schlecht? | 11 |
| 6.2 | Warum könnte ein auf einer Image-Datenbank basiertes Modell nicht in der Realität funktionieren? | 11 |
| 6.3 | Wie können Bilddaten für Image-Daten augmentiert werden? | 11 |
| 6.4 | Was ist U-Net und wie funktioniert dieses Verfahren? | 11 |
| 6.5 | Was ist GAN und wie funktioniert dieses Verfahren? | 11 |
| 6.6 | Was ist ein CNN(Convolutional Neural Network)? | 11 |
| 6.7 | Was ist YOLO, wozu wird es verwendet und wie funktioniert dieses Verfahren? | 11 |

List of Figures

| | | |
|---|----------------------------|---|
| 1 | Konzept der Kamera Obscura | 3 |
| 2 | Geometrie Camera-Obscura | 3 |
| 3 | Fokuslänge | 5 |

1 Lineare Abbildungssysteme

1.1 Wie funktioniert die Lochkamera (Kamera-Obscura) im Detail?

Das grundlegende Funktionsprinzip der Kamera-Obscura basiert darauf, dass durch ein kleines Loch auf der einen Seite eines lichtdichten Raums die vom Motiv reflektierten Strahlen auf die gegenüberliegende Seite fallen und dort das Objekt seitenverkehrt und kopfstehend abbilden.

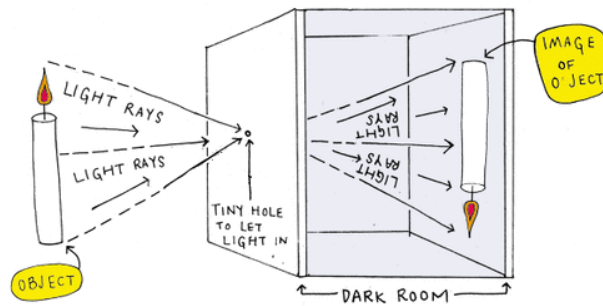


Abbildung 1: Konzept der Kamera Obscura

Die Größe der Lochblende ist ein Kompromiss zwischen Schärfe und Helligkeit.
Je größer das Loch \Rightarrow desto heller und ebenso weniger scharf das Bild

Kamera-Koordinaten vs. Bild-Koordinaten

| Kamera-Koordinaten | Bild-Koordinaten |
|--|---|
| 3D (x, y, z) | 2D (x_b, y_b) |
| Beschreibt die Position in der Realität relativ zur Kameraposition | Ist die Projektion der 3D Wirklichkeit auf die 2D-Bildebene |

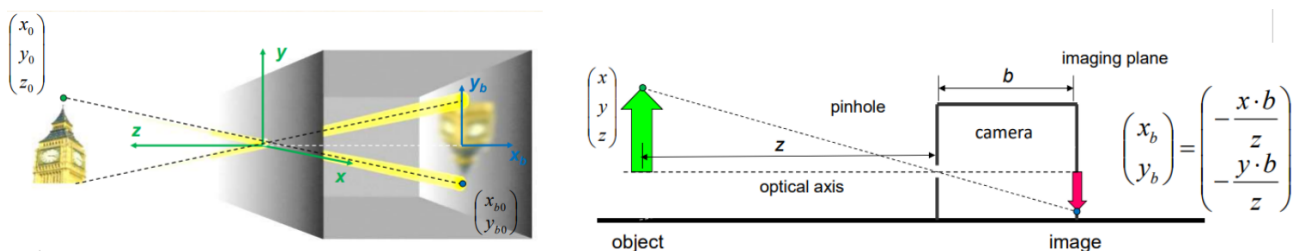


Abbildung 2: Geometrie Camera-Obscura

Wenn $z < b$ (z ist der Abstand von der Lochblende zum Objekt und b ist der Abstand von der Lochblende zur Bildfläche(Rückwand)), dann wird das Objekt auf der Bildfläche **vergrößert** dargestellt. Ist jedoch $z > b$ wird das Objekt **verkleinert** dargestellt.

1.2 Welche Auswirkungen hat die Lochblende bei der Kamera-Obscura?

Die Lochblende bei der Kamera-Obscura ist die einzige Öffnung im geschlossenen Raum, durch die Licht in den Raum kommt. Dabei ist die Größe der Öffnung maßgeblich für die Helligkeit und auch für die Schärfe des 2D Bildes auf der Rückseite des Raums.

Je Größer die Öffnung, desto heller, aber gleichzeitig weniger scharf das 2D Bild.

Zudem ist das Verhältnis der Abstände zwischen Objekt und Lochblende zu Bildfläche und Lochblende entscheidend für den "Zoom".

Ist der Abstand zwischen Objekt und Lochblende **kleiner** als der Abstand zwischen Lochblende und Bildfläche, so wird das Objekt auf der Bildfläche **vergrößert**, andernfalls **verkleinert**

1.3 Was passiert, wenn man das Loch bei der Kamera-Obscura vergrößert / verkleinert?

Wird das Loch vergrößert, so wird das Bild auf der Bildfläche heller, aber auch unschärfer. Andernfalls wird das Bild dunkler (es kommt weniger Licht in den Raum), aber das Bild erscheint schärfer.

1.4 Wovon hängt die schärfe des Bildes bei der Kamera-Obscura ab?

Von der Menge an "parallel" verlaufender Lichtstrahlen. Je mehr es sind, umso unschärfer wird das Bild. Darum soll das Loch in der Lochblende möglichst klein ausfallen.

Theoretisch würde ein unendlichkleines Loch (wo nur ein Lichtstrahl je Einfallswinkel durchkommt) das perfekt scharfe Bild auf der Bildfläche erzeugen. (Auf Kosten der Helligkeit)

1.5 Wovon hängt die Helligkeit des Bildes bei der Kamera-Obscura ab?

Von der Menge an "parallel" verlaufender Lichtstrahlen. Je mehr es sind, umso heller wird das Bild. Jedoch geht das auf Kosten der Schärfe. Instrument zur Manipulation ist also das Loch in der Lochblende, mithilfe welcher das einfallende Licht gesteuert werden kann.

1.6 In welchem Zusammenhang stehen Helligkeit und Schärfe bei der Kamera-Obscura im Bezug auf die Fokusslänge?

Bei der Camera Obscura besteht ein direkter Zusammenhang zwischen Lochgröße, Helligkeit und Schärfe. Je kleiner das Loch, desto schärfer das Bild, aber desto geringer die Lichtstärke (vergleichbar mit kurzer Belichtungszeit). Umgekehrt gilt: Je größer die Blende, desto heller das Bild, weil mehr Licht in die Kamera trifft.

Die Fokusslänge bei der Camera Obscura der physische Abstand zwischen der Lochblende und der Projektionsfläche, wobei dieser Abstand die Bildgröße und die optimale Schärfe beeinflusst.

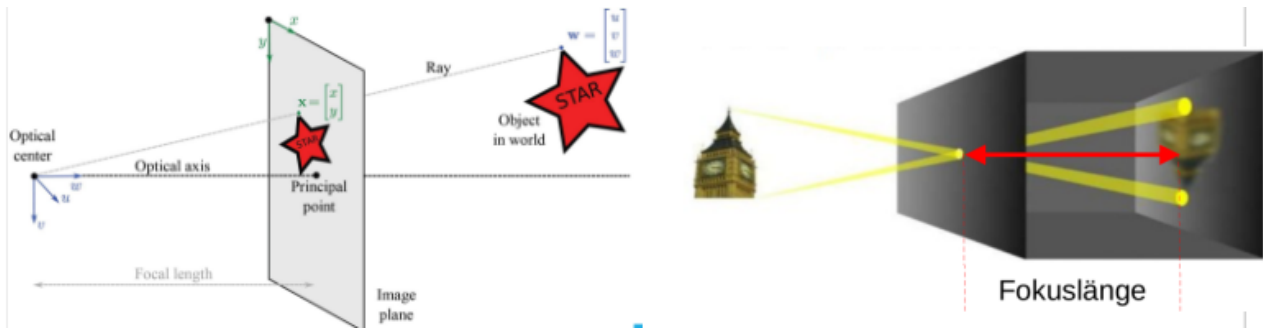


Abbildung 3: Fokusslänge

1.7 Was sind intrinsische und extrinsische Ebenen, Parameter?

Intrinsische Kameraparameter beschreiben die internen geometrischen Eigenschaften einer Kamera und ermöglichen die Abbildung zwischen Kamerakoordinaten und Pixelkoordinaten im Bildsystem. Wo hingegen extrinsische Kamera Parameter die Position der Kamera im dreidimensionalen Raum beschreiben.

1.8 Welche intrinsischen, extrinsischen Parameter gibt es?

Die Matrix ermöglicht es, 3D-Punkte auf die 2D-Bildebene zu projizieren und stellt den Zusammenhang zwischen dem Kamera- und dem Bildkoordinatensystem her. Die Bestimmung dieser Parameter erfolgt durch Kamerakalibrierung, bei der spezielle Kalibrierungsmuster (wie Schachbrettmuster) verwendet werden, um die geometrischen Eigenschaften der Kamera zu berechnen.

$$K = \begin{bmatrix} f_x & s & c_x \\ a & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- f_x, f_y : Brennweite in Pixeleinheiten (horizontal und vertikal) - dies berücksichtigt sowohl die physische Brennweite als auch die Pixelgröße
- c_x, c_y : Hauptpunkt-Koordinaten - der optische Mittelpunkt des Bildsensors
- s : Scherungsparameter (meist 0, da Pixel normalerweise rechteckig sind)

- 1.9 Welche Arten der Verzerrung gibt es bei der Kamera-Kalibrierung?
- 1.10 Wie werden Fehler bei der Kamera-Kalibrierung minimiert?
- 1.11 Was passiert auf dem Bild auf Folie 37 (Kamera Kalibrierung, x und w auf Linie bringen)?
- 1.12 Wie funktioniert Kamera Kalibrierung? (Allgemein und Übung)
- 1.13 Nennen sie die Matrizen für die intrinsischen und extrinsischen Parameter?
- 1.14 Was sind Vorteile der intrinsischen im Vergleich zu den extrinsischen Parametern? (Kommutativität)
- 1.15 Wie können die Kamera Parameter angewendet/umgerechnet werden?
- 1.16 Wie funktionieren 2D Koordinatensysteme?
- 1.17 Was ist der Einheitsvektor in einem 2D-Koordinatensystem?
- 1.18 Was ist mit "Projektion" gemeint? (2D-Koordinatensystem)
- 1.19 Welche Matrix-Operationen können im 2D-Koordinatensystem angewendet werden? (Beispiele)

2 Segmentierung & Klassifikation

2.1 Was ist K-Means Clustering und wie funktioniert es?

2.2 Vergleich Region-Growing vs. K-Means

3 Bildrestauration

- 3.1 Wie kann man sich um den Blur zu reduzieren (Deconvolution)?
- 3.2 Was ist die Anisotrope Diffusion und wie funktioniert diese?
- 3.3 Was sind die Werte c und K bei der Anisotropen Diffusion?
- 3.4 Was ist die Idee hinter Non-Linear Filters? (Diffusion Filter, Physik)

4 Lokalisierung

- 4.1 Wie wird eine Linie im Hough-Raum abgebildet, Konzept schon eher im Detail, zum Beispiel wie werden die Parameter im Koordinatensystem im Hough-Raum abgebildet?
- 4.2 Was ist das Problem mit Linien im Hough-Raum, wie kann man sich dagegen abhilfe schaffen?
- 4.3 Was ist der VSLAM?
- 4.4 Welches Problem löst die Haar-Cascade?
- 4.5 Wie funktioniert die Haar-Cascade?
- 4.6 Was bedeutet "Cascade" im Namen von Haar-Cascade?
- 4.7 Verleich Haar-Cascade vs. CNN
- 4.8 Warum sind moderne Ansätze(CNN) schneller als Haar-Cascade?
- 4.9 Wie funktioniert die "Scale-invariant" Eigenschaft der Haar-Cascade? (Erkennung Features unterschiedlicher Größe)
- 4.10 Was ist Histogram of Oriented Gradients (HOG)?
- 4.11 Wie funktioniert HOG?
- 4.12 Wie sehen Referenzbilder von HOG aus?
- 4.13 Wie viele Richtungen werden bei HOG berücksichtigt?
- 4.14 Was ist der SHIFT-Algorithmus und wie funktioniert er?
- 4.15 Wie wird die Orientierung der Features beim SIFT verdeutlicht?
- 4.16 Was bedeutet die Größe eines Kreises (visuelle Darstellung) des SIFT Ergebnisses?
- 4.17 Was passiert, wenn zwei Bins im Histogramm gleich gut sind? (SIFT)

5 3D Rekonstruktion

- 5.1 Was ist 3D Tiefenerkennung?
- 5.2 Welche Möglichkeiten zur 3D Tiefenerkennung kennen Sie?
- 5.3 Was ist Silhouette Reconstruction? (Kamera Positionen bekannt)
- 5.4 Was ist der Unterschied zwischen Visuelle und Convexe Hülle? (Probleme bei Konkaven Einbuchtungen)

6 Computer Vision und ML

- 6.1 Wie funktionieren Image-Datenbanken, warum ist die Qualität von Image-Datenbanken manchmal schlecht?
- 6.2 Warum könnte ein auf einer Image-Datenbank basiertes Modell nicht in der Realität funktionieren?
- 6.3 Wie können Bilddaten für Image-Daten augmentiert werden?
- 6.4 Was ist U-Net und wie funktioniert dieses Verfahren?
- 6.5 Was ist GAN und wie funktioniert dieses Verfahren?
- 6.6 Was ist ein CNN(Convolutional Neural Network)?
- 6.7 Was ist YOLO, wozu wird es verwendet und wie funktioniert dieses Verfahren?