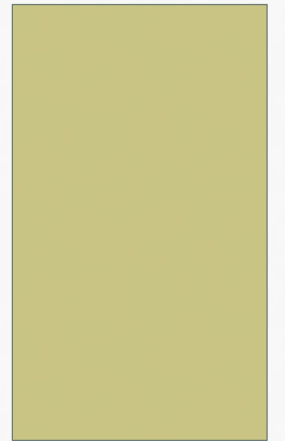


BUILDINGS FROM IMAGES

THIEN PHAM
BETREUER: PROF. DR. PHILIPP JENKE



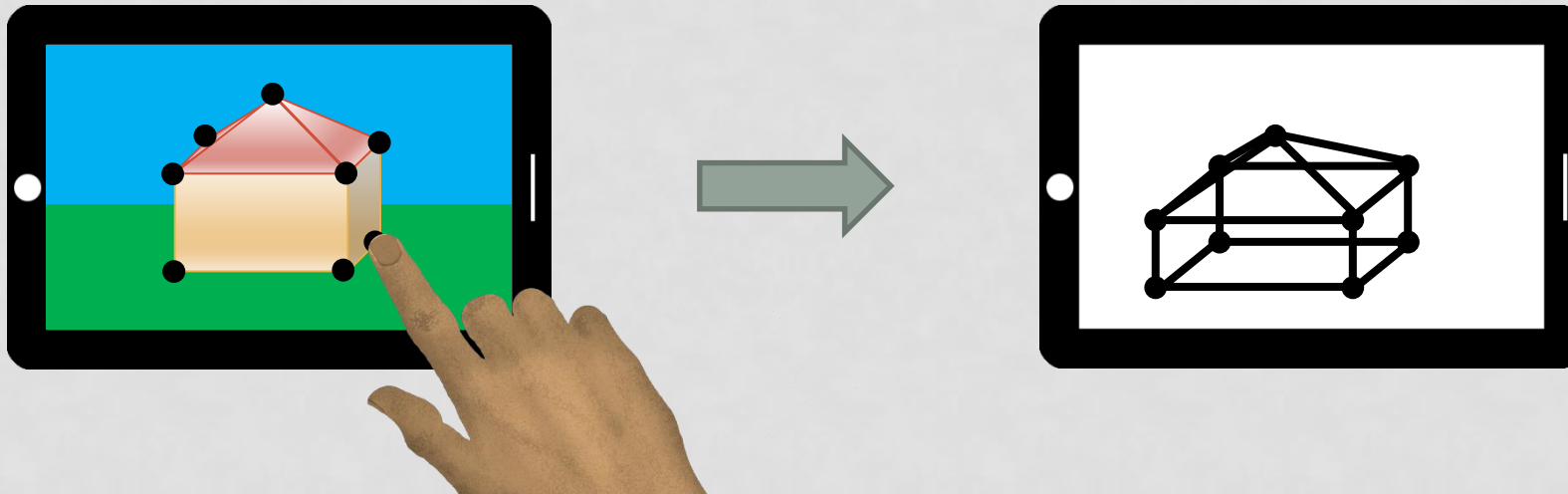
AGENDA

- Einführung
- Ziele des Grundprojekts
- Vorgehen
- Aktueller Stand
- Hauptprojekt
- Ausblick
- Aktuelle Forschung

EINFÜHRUNG

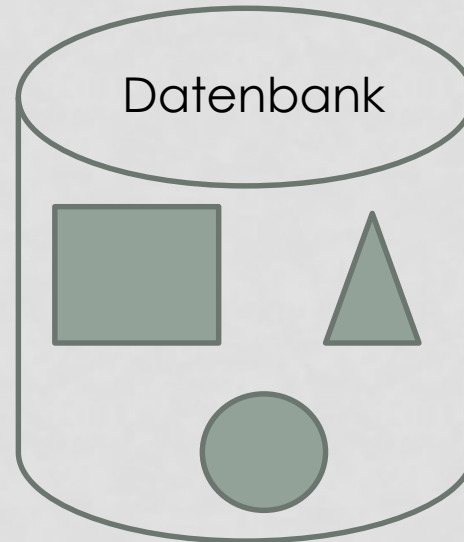
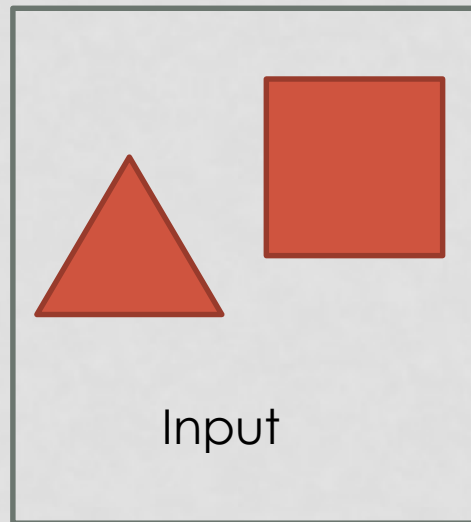
Ziel der Projekte und Masterarbeit:

Aus einem 2D Bild eines Gebäudes soll ein 3D Objekt rekonstruiert werden



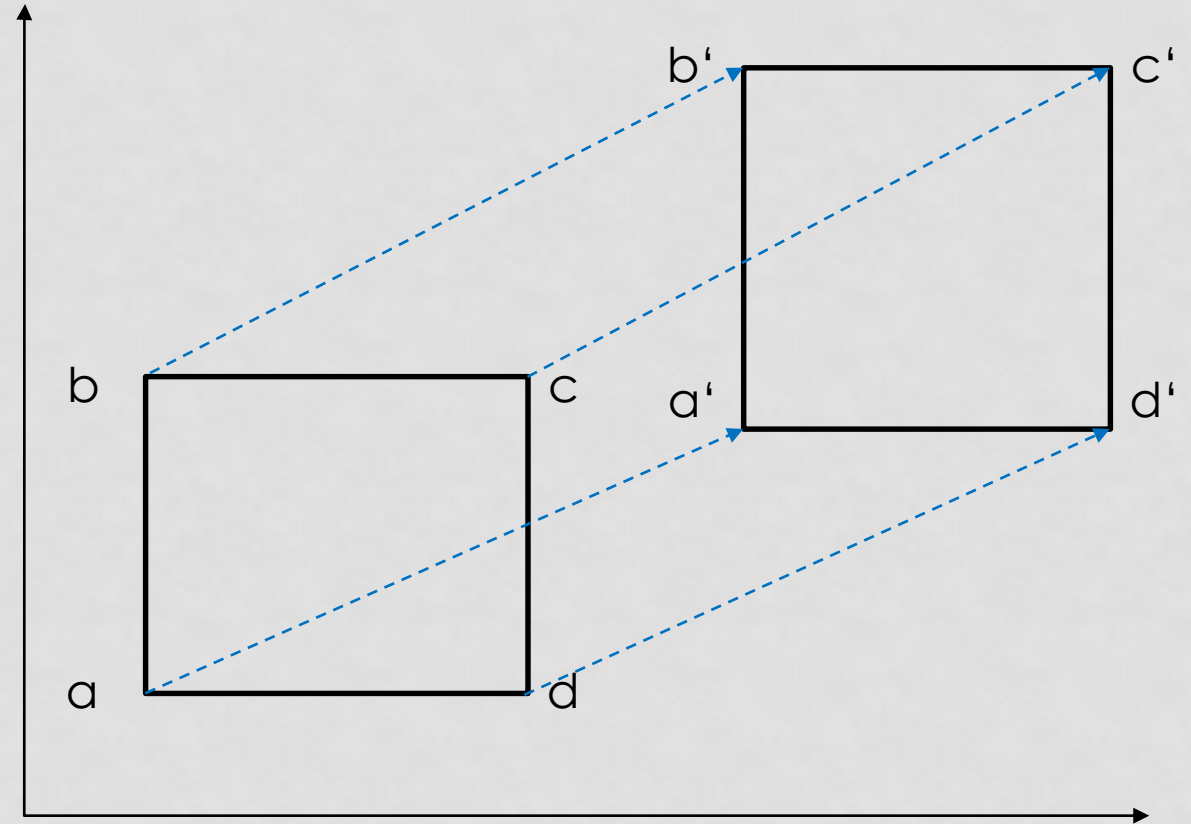
GRUNDPROJEKT

- Ziele des Grundprojekts
 - Von 2D zu 2D: einfache Shapes, die bei Häusern oft vorkommen, sollen rekonstruiert werden (Drei- und Vierecke, Kreise)
 - Für Hauswand, Dach, Fenster etc.
- Nicht alle Gebäudearten werden später berücksichtigt



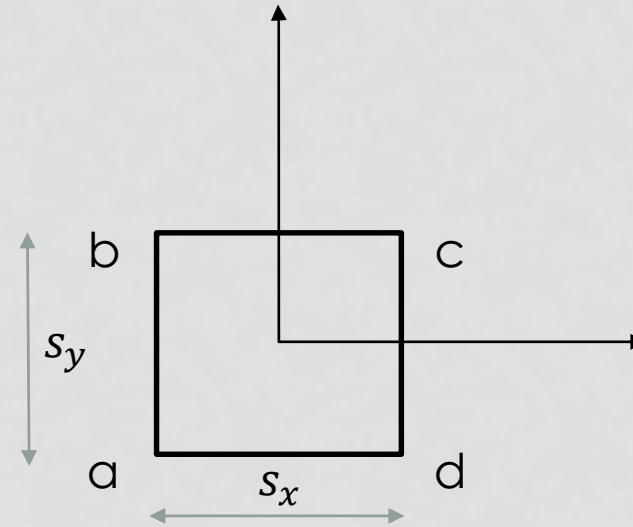
VORGEHEN GRUNDPROJEKT

- Korrespondierende Eckpunkte
- Reihenfolge bei der Eingabe beachten
- Fokus auf präzise Rekonstruktion der Objekte
- Keine automatische Erkennung der Eckpunkte
- Entnahme des Objekts aus DB nach Anzahl der gegebenen Punkte



VORGEHEN GRUNDPROJEKT

- Modellpunkte (DB)
- $a = (-0,5s_x, -0,5s_y)$
- $b = (-0,5s_x, 0,5s_y)$
- $c = (0,5s_x, 0,5s_y)$
- $d = (0,5s_x, -0,5s_y)$



VORGEHEN GRUNDPROJEKT

- $a' = B * P_p * P_v * a$

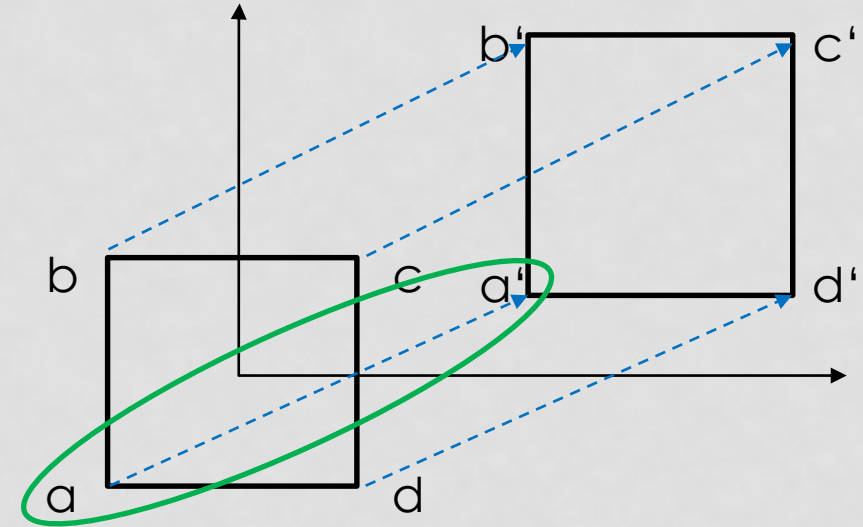
- $a = \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \\ 1 \end{pmatrix}$ (Homogene Koordinaten)

- B: Bildmatrix, um den Nullpunkt in die Bildmitte zu verschieben

$$B = \begin{pmatrix} 1 & 0 & w/2 \\ 0 & -1 & h/2 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- P_p : Projektionsmatrix (Blickwinkel) – In 2D $P_p = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

- P_v : Translationsmatrix. $P_v = \begin{pmatrix} 1 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$



VORGEHEN GRUNDPROJEKT

- Fehler

$$\|x_f - x_m\|$$

Featurepunkt (Input) Modellpunkt (DB)

- Fehlerfunktion

- Summe aller Korrespondenzen $i = 1 \dots n$ (Rechteck: $n = 4$)

- $f(\delta) = \sum_{i=1}^n (x_f^i - B * P_p * P_v(\delta) * x_m^i(\delta))^2$

- $\delta = (t_x, t_y, s_x, s_y)$

VORGEHEN GRUNDPROJEKT

- Fehlerfunktion

- $f(\delta) = \sum_{i=1}^n (x_f^i - B * P_p * P_v(\delta) * x_m^i(\delta))^2$

- $P_v(\delta) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad x_m^1(\delta) = (-0,5s_x, -0,5s_y) \text{ etc.}$

- $\delta = (t_x, t_y, s_x, s_y)$

- Werte für δ müssen $f(\delta)$ minimieren \rightarrow Gradientenabstieg

- Anfang bei $\delta_0 = (0,0,0,0)$

- $\delta_{i+1} = \delta_i - \alpha * \nabla f(\delta) \quad \rightarrow$ so lange, bis $\delta_{i+1} \approx \delta_i$ (Fehlertoleranz)
 $\rightarrow \alpha$ Schrittgröße beim Gradientenabstieg

- $\nabla f(\delta) = \frac{f(\delta+h) - f(\delta)}{h}$ Differenzenquotient

AKTUELLER STAND

- Entwicklung in Java
- Modelle: Darstellung durch Eck- bzw. Mittel- und Außenpunkte
- Entnahme des passenden Shapes aus der DB
- Korrespondierende Punkte lagern in jeweils einem Array in gleicher Reihenfolge
- Implementierung der Fehlerfunktion
- Konzept für automatische Erkennung der Eckpunkte

- Was fehlt:
 - Optimierung der Fehlerfunktion hat noch Bugs
 - Test mit anderen Shapes
 - Visualisierung (OpenGL)

HAUPTPROJEKT

- Erweiterung Grundprojekt in 3D
- Darstellung 3D Modelle in DB
 - Konzept Eckpunkte bleibt erhalten
 - Korrespondenzen adaptieren
- Rotation zusätzlich zur Translation
- Integration einer Projektionsmatrix

AUSBLICK

- Masterarbeit
 - Zusammensetzung der Shapes zu einem vollständigen Objekt
 - Eckpunkte: automatische Erkennung oder Eingabe optimieren
 - Texturen aus dem Input Bild extrahieren und in das 3D Objekt integrieren

AKTUELLE FORSCHUNG

- Forschungsansätze sind anders
- 3D Rekonstruktion von kleinen Objekten mithilfe einer Kamera, die das Objekt in der Hand scannt (D. Tzionas, J. Gall, Universität Bonn)
- Verschiedene Kameraperspektiven, um Tiefen zu erkennen (P. Heise, B. Jensen, S. Klose, TU München)
- Rekonstruktion ganzer Szenarien mithilfe von Kameras (A. Mustafa, H. Kim, J. Guillemaut, Univ. of Surrey)
- Orientierung an Linien (Multimedia Laboratory, The Chinese University of Hong Kong)

QUELLEN

- A. Mustafa, H. Kim, J. Guillemaut, „General Dynamic Scene Reconstruction from Multiple View Video“, Univ. of Surrey
- A. Nischwitz, M.Fischer, P- Haberäcker, G. Socher, „Computergrafik und Bildverarbeitung“, *Band I: Computergrafik*, 3. Auflage
- D. Tzionas, J. Gall, „3D Object Reconstruction from Hand-Object Interactions“, Universität Bonn
<http://files.is.tue.mpg.de/dtzionas/In-Hand-Scanning/>
- Multimedia Laboratory, The Chinese University of Hong Kong, http://mmlab.ie.cuhk.edu.hk/project_3D_line_drawing.html
- P. Heise, B. Jensen, S. Klose, „Variational PatchMatch MultiView Reconstruction and Refinement“, TU München
- T.Pham, P. Jenke, „Konzept - Buildings From Images“, 16. August 2016