

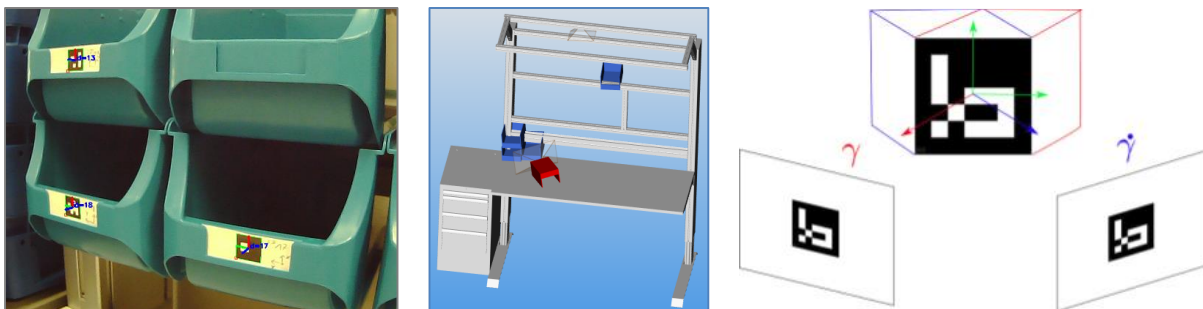
Verortung statischer Elemente in einer Montageszene mittels kamerabasierter Augmented-Reality-Technologien [HiWi/Hauptseminar/Bachelor]

Zur Analyse manueller Montagevorgänge liefern bilddatenextrahierte Merkmale zur Beschreibung der Arbeitsperson eine wichtige Rolle, sind idealerweise jedoch im Kontext der Elemente einer Montageszene zu betrachten. Einen Hinweis darüber, welches Bauteil zuletzt montiert wurde, liefert beispielsweise die Bauteilkiste, aus der zuletzt ein Bauteil entnommen wurde.

Hierbei gelten die folgenden Annahmen:

- Eine Stereo-Kamera (z.B. Intel RealSense 435) ist statisch am Arbeitsplatz mit Top-Down-View auf die Arbeitsfläche befestigt.
- Die Anordnung der Bauteilkisten ändert sich während eines Montagevorgangs nicht, kann sich aber zwischen verschiedenen Montagevorgängen ändern.

Um beispielsweise Bauteilkisten im Arbeitsraum verorten zu können, wurde am ZBS e.V. ein Ansatz basierend auf einem Handheld-Scanner mit integrierter Kamera umgesetzt: Auf dem Arbeitsplatz, der Handheld-Kamera sowie auf den Bauteilkisten sind sogenannte AR (Augmented Reality) -Tags befestigt. Die Aufnahme eines AR-Tags mit einer Kamera erlaubt die Abschätzung seiner Lage (Position und Orientierung) im Kamera-KS (Koordinatensystem). Die Handheld-Kamera kommt zum Einsatz, da nicht sichergestellt werden kann, dass sich die AR-Tags der Bauteilkisten immer im Sichtfeld der statischen Kamera befinden.



Links: Aufnahme von mit AR-Tags etikettierten Sichtlagerkästen durch Handheld-Kamera und Detektion von den AR-Tags. *Mitte:* Virtueller Versuchsarbeitsplatz mit Darstellung der aktuell ermittelten Kamera-Lage (rot) und den verorteten Sichtlagerkästen (blau). *Rechts:* Für zwei unterschiedliche Lagen der Kamera zum AR-Tag (roter bzw. blauer Vektor verlaufen entlang der jeweiligen optischen Achse) resultiert hier dieselbe Projektion des Markers auf die Bildebene¹ (Bildquelle: [1]).

Die derzeitige Umsetzung entspricht einer „naiven“ Herangehensweise unter Verwendung der *ArUco*-Bibliothek [2] [3] [4] und monokularen Kameraansichten. Hierbei ergibt jedoch das Problem, dass die Lage der AR-Tags im Kamera-KS unter diesen Bedingungen nicht immer eindeutig erkannt werden kann (vgl. *Abbildung oben rechts*). Die Nutzung von Stereo-Bildpaaren könnte hier Abhilfe schaffen: Es können dann die 3D-Koordinaten der Eckpunkte und damit prinzipiell eindeutig die Lage der AR-Tags im Kamera-KS bestimmt werden. Auch weitere Verbesserungen sind im Gesamtsystem anzustreben, wodurch sich verschiedene Möglichkeiten für interessante studentische Arbeiten ergeben.

Je nach Art der Arbeit, Interessenslage und aktuellem Bedarf kann eine individuelle Anpassung der Aufgabenstellung an den Studierenden erfolgen.

¹ Bedingung, dass dieses Problem auftritt: Parallelprojektion oder geringe Ausdehnung des AR-Tags im Verhältnis zum Beobachtungsabstand.

Aus aktueller Sicht mögliche zu vergebene Aufgaben sind:

- Entwurf und Umsetzung eines Stereokamera-basierten Ansatzes zur Ermittlung der AR-Tag-Raumkoordinaten.
- Allgemeine Optimierung der Robustheit und Genauigkeit, z.B. durch Anpassung von Art und Anordnung der AR-Tags, durch Anpassung der Detektor-Parameter, etc.
- Entwurf und Umsetzung alternativer/ergänzender Tracking-Ansätze, z.B.:
 - Verwendung aktiver Tracking-Marker (z.B. NIR-LEDs) zum Tracking der Handheld-Kamera.
 - Ego-Motion-basierte Nachführung der Handheld-Kamera unter Verwendung einer statischen Stereo-Kamera.
- Konstruktive Gestaltung der Handheld-Kamera unter funktionellen und ergonomischen Gesichtspunkten.

Ansprechpartner am ZBS e. V.: David Reese (david.reese@zbs-ilmenau.de)

Literaturverzeichnis

- [1] R. Muñoz Salinas, ArUco: An efficient library for detection of planar markers and camera pose estimation, 2018.
- [2] S. Garrido-Jurado, R. Muñoz-Salinas, F. J. Madrid-Cuevas und M. J. Marín-Jiménez, Automatic generation and detection of highly reliable fiducial markers under occlusion, Elsevier, Pattern Recognition, 2014.
- [3] S. Garrido-Jurado, R. Muñoz-Salinas, F. J. Madrid-Cuevas und R. Medina-Carnicer, Generation of fiducial marker dictionaries using mixed integer linear programming, Elsevier, Pattern Recognition, 2016.
- [4] F. J. Romero-Ramirez, R. Muñoz-Salinas und R. Medina-Carnicer, Speeded Up Detection of Squared Fiducial Markers, Elsevier, Image and Vision Computing, 2018.