



# Computer Vision

Martin Kleinstaubert, Julian Wörmann

15. Juni 2016

## Modul 3

Im dritten Modul soll die Essentielle Matrix über den Achtpunktalgorithmus aus robusten Korrespondenzpunktpaaren geschätzt werden. Alle vorgegebenen Aufgaben müssen in MATLAB implementiert werden. Hierzu dürfen mathematische Operationen und Routinen, jedoch keine Routinen der Computer Vision System Toolbox oder fertige Bildanalysefunktionen verwendet werden. Die Aufgaben können in Gruppen mit bis zu fünf Mitgliedern bearbeitet werden. Bitte verwenden Sie für jede Funktion die vorgegebenen Dateien und kommentieren Sie Ihre Schritte ausführlich.

Erweitern Sie das vorgegebene MATLAB Skript `CVHA3.m` so, dass alle nötigen Schritte vom Laden der mitgelieferten Bilder über den Aufruf Ihrer Funktionen bis hin zum Anzeigen des Resultats mit einem Aufruf dieses Skriptes ausgeführt werden. Geben Sie nur *funktionierenden Code* ab und verwenden Sie nur *relative Pfade*.

Fügen Sie am Anfang des Skriptes `CVHA3.m` als Kommentar die Namen aller Gruppenmitglieder und Ihre Gruppennummer hinzu. Stellen Sie sicher, dass nur die beteiligten Personen in Ihrer Moodle-Gruppe eingetragen sind. Komprimieren Sie Ihre Abgabe in einem Archiv (z.B. zip, rar, tar.gz) und geben Sie diese Datei auf Moodle für Ihre Gruppe ab.

Abgabeschluss ist Mo, 27.06.2016, 23:55 Uhr.

### Achtpunktalgorithmus

Schreiben Sie die Funktion

```
[EF] = achtpunktalgorithmus(Korrespondenzen,K),
```

welche aus einer Sammlung von Korrespondenzpunktpaaren über den Achtpunktalgorithmus die Essentielle Matrix bzw. die Fundamentalmatrix schätzt. Welche Matrix tatsächlich geschätzt wird soll hierbei davon abhängen, ob im Funktionsaufruf eine Kalibrierungsmatrix  $K$  mitgeliefert wird oder nicht. Beachten Sie bei der Implementierung die unterschiedlichen Eigenschaften von  $E$  und  $F$  und führen Sie wo nötig eine Fallunterscheidung durch.

### RanSaC

Implementieren Sie die Funktion

```
[Korrespondenzen_robust] = F_ransac(Korrespondenzen,varargin),
```

welche aus den mitgelieferten Korrespondenzpunktpaaren (in Pixelkoordinaten) einen Satz robuster Korrespondenzpunktpaare auswählt. Die Auswahl der geeigneten Untermenge von KP-Paaren soll durch den *RanSaC*-Algorithmus realisiert werden, welcher die folgenden optional veränderbaren Parameter verwendet:

- Die geschätzte Wahrscheinlichkeit **epsilon**, dass ein zufällig gewähltes Korrespondenzpunkt-paar ein Ausreißer ist
- Die gewünschte Wahrscheinlichkeit **p**, dass der Algorithmus einen Satz KP-Paare liefert, in dem sich kein Ausreißer befindet
- Das Toleranzmaß **tolerance**, innerhalb dessen ein Korrespondenzpaar als zum Modell passend (Teil des Consensus-Sets) bewertet wird

Mit Hilfe der Parameter **p** und **epsilon** lässt sich zunächst die Iterationszahl  $s = \frac{\log(1-p)}{\log(1-(1-\epsilon)^k)}$  für den *RanSaC*-Algorithmus bestimmen.

Schätzen Sie nun in jeder Iteration aus  $k = 8$  zufällig gewählten KP-Paaren die Fundamental-matrix mit Hilfe der zuvor implementierten Achtpunktalgorithmus-Funktion. Verwenden Sie zur Bewertung eines Merkmalspunkt-paares  $(\mathbf{x}_1^{(j)}, \mathbf{x}_2^{(j)})$  die Sampson-Distanz

$$d_{\text{Sampson}}^{(j)}(\mathbf{x}_1^{(j)}, \mathbf{x}_2^{(j)}) = \frac{(\mathbf{x}_2'^{(j) \top} F \mathbf{x}_1'^{(j)})^2}{\|\hat{\mathbf{e}}_3 F \mathbf{x}_1'^{(j)}\|^2 + \|\mathbf{x}_2'^{(j) \top} F \hat{\mathbf{e}}_3\|^2}, \quad \text{mit } \mathbf{e}_3 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

als Qualitätsmaß für die Ermittlung des Consensus-Sets. Das Korrespondenzpunkt-paar ist Teil des Consensus-Sets wenn  $d_{\text{Sampson}}^{(j)}(\mathbf{x}_1^{(j)}, \mathbf{x}_2^{(j)}) < \text{tolerance}$  gilt.

Sollten sich mehrere Consensus-Sets mit der gleichen Anzahl an Korrespondenzpunkt-paaren finden, soll die Summe der Sampson-Distanzen für alle Punkte innerhalb des Consensus-Sets den Ausschlag geben. Das heisst, bei gleicher Anzahl wird das Consensus-Set gewählt, für das die Summe der Sampson-Distanzen der Punkt-paare am geringsten ist.

### Schätzung der Essentiellen Matrix aus robusten Korrespondenzen

1. Extrahieren Sie zunächst Korrespondenzpunkte aus dem vorgegebenen Bildpaar mit Hilfe der vorherigen Module 1 und 2.
2. Finden Sie robuste Korrespondenzpunkt-paare mit Hilfe der in diesem Modul implementierten Funktionen. Achten Sie darauf, dass die Punkte tatsächlich allgemein genug im Raum liegen und passen Sie gegebenenfalls die Parameter der Merkmalsextraktion und der Korrespondenzschätzung an!
3. Laden Sie jetzt die gegebene Kameramatrix  $K$  und berechnen Sie die Essentielle Matrix aus den zuvor bestimmten robusten Korrespondenzen. Geben Sie die Essentielle Matrix auf der MATLAB-Konsole aus.