Fachgebiet
Geometrische Optimierung
und Maschinelles Lernen

Computer Vision

Martin Kleinsteuber, Julian Wörmann

29. Juni 2016

Modul 4

Im vierten Modul sollen zunächst alle möglichen euklidischen Bewegungen $(R, \mathbf{T})$ zwischen zwei Aufnahmen einer Szene aus der geschätzten Essentiellen Matrix E extrahiert werden. Mittels der Positive-Tiefen-Bedingung soll anschließend die richtige Bewegung bestimmt werden. Die berechnete Tiefeninformation wird des Weiteren zur Rekonstruktion der 3D-Koordinaten der Merkmalspunkte genutzt. Abschließend sollen die rekonstruierten 3D-Punkte aus einer Kamera wieder in die andere Kamera rückprojeziert und der mittlere Rückprojektionsfehler berechnet 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 `CVHA4.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 `CVHA4.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, 11.07.2016, 23:55 Uhr.

Extraktion der euklidischen Bewegung aus der Essentiellen Matrix

Schreiben Sie die Funktion

```
[T1,R1,T2,R2] = TR_aus_E(E),
```

die aus einer Essentiellen Matrix `E` die möglichen Rotationen und Translationen `T1,R1,T2,R2` berechnet und diese zurück gibt.

3D-Rekonstruktion von Merkmalspunktpaaren

Über eine Tiefenschätzung kann die korrekte euklidische Transformation und somit eine 3D-Rekonstruktion der Szene bestimmt werden. Implementieren Sie eine Funktion

```
[T,R,lambdas,P1] = rekonstruktion(T1,T2,R1,R2,Korrespondenzen,K),
```

welche die möglichen euklidischen Transformationen, die Korrespondenzpunktpaare sowie die Kalibrierungsmatrix einliest und folgende Schritte durchführt:

- Schätzen Sie für die Merkmalspunkte in Bild 1 und 2 die Tiefeninformationen $\lambda_i^{(j)}$, indem Sie pro Bild je ein Gleichungssystem $M\mathbf{d}$ für die möglichen $(R, \mathbf{T})$-Kombinationen aufstellen und mit der Singulärwertzerlegung lösen.
- Bestimmen Sie mittels der Positive-Tiefen-Bedingung über alle Merkmalspunkte in beiden Bildern die korrekte euklidische Bewegung $(R, \mathbf{T})$. Wählen Sie die Kombination der euklidischen Bewegung für die die meisten Tiefen einen positiven Wert annehmen.
- Rekonstruieren Sie aus allen Merkmalspunkten in Bild 1 die 3D-Punkte $P_1^{(j)}$ und stellen Sie diese zusammen mit den beiden Kameras in einer dreidimensionalen Ansicht dar.

Geben Sie alle berechneten Variablen, also die korrekte euklidische Bewegung, die berechneten Tiefeninformationen für beide Bilder sowie die rekonstruierten 3D-Punkte aus dem ersten Bild zurück.

Rückprojektionsfehler

Abschließend soll die Qualität der 3D-Rekonstruktion quantitativ über den Rückprojektionsfehler in Kamera 2 bestimmt werden. Implementieren Sie in der Funktion

```
[repro_error] = rueckprojektion(Korrespondenzen,P1,I2,T,R,K)
```

folgende Schritte:

- Berechnen Sie $\tilde{\mathbf{x}}_2'$, die Projektion der aus Bild 1 rekonstruierten 3D-Punkte in Kamera 2.
- Zeigen Sie Bild 2 an und zeichnen sie die gefundenen Merkmale, sowie die berechneten, rückprojezierten Punkte so ein, dass die Herkunft des Punktes sowie die paarweise Zuordnung klar erkennbar ist.
- Berechnen Sie den mittleren Rückprojektionsfehler $\frac{1}{j}\sum_j \|\mathbf{x}_2'^{(j)} - \tilde{\mathbf{x}}_2'^{(j)}\|_2$, liefern Sie diesen als Funktionswert zurück und geben Sie ihn auf der MATLAB-Konsole aus