



Computer Vision

Martin Kleinstauber, Clemens Hage, Julian Wörmann

14. April 2015

Modul 1: Merkmalsextraktion

Das erste Modul besteht aus der Implementierung eines Harris-Merkmalsextraktors und den dazu benötigten Unterfunktionen. Alle vorgegebenen Aufgaben müssen in MATLAB implementiert werden. Hierzu dürfen mathematische Operationen und Routinen (z.B. `svd`, `conv2`), jedoch keine fertigen Bildanalysefunktionen (z.B. `rgb2gray`, `imfilter`) 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 `CVHA1.m` so, dass alle nötigen Schritte vom Laden des mitgelieferten Bildes 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 `CVHA1.m` als Kommentar die Namen aller Gruppenmitglieder hinzu. Tragen Sie sich als Gruppe über das Modul *Gruppenwahl* in Moodle ein und stellen Sie sicher, dass nur die beteiligten Personen in dieser 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 Montag, 04.05.2015, 23:55 Uhr.

Bildvorverarbeitung

1. Schreiben Sie eine MATLAB-Funktion

```
[Gray_image] = rgb_to_gray(Image),
```

die ein übergebenes Bild nach der Formel:

$$Gray_image = 0.299 \cdot R + 0.587 \cdot G + 0.114 \cdot B$$

in ein Grauwertbild konvertiert. Falls der Funktion ein Grauwertbild (nur 1 Kanal) übergeben wird, soll dieses sofort als Resultat zurück gegeben werden.

2. Schreiben Sie eine MATLAB-Funktion

```
[Fx,Fy] = sobel_xy(Image)
```

welche die erste Ableitung von `Image` sowohl in x- als auch in y-Richtung mittels Sobel-Filter approximiert. Bedenken Sie bei Ihrer Implementierung, dass das Sobel-Filter separabel ist - das können Sie bei der entsprechenden Faltung nutzen, um Rechenzeit zu sparen!

Harris-Ecken-Detektor

1. Unter Verwendung der zuvor implementierten Funktionen, schreiben Sie eine MATLAB-Funktion

```
[Merkmale] = harris_detektor(Image,varargin),
```

die aus dem Grauwertbild `Image` Harris-Merkmale über das Kriterium $H = \det(G) - k \cdot \text{tr}^2(G)$ extrahiert, deren x/y-Pixelkoordinaten in der Matrix `Merkmale` spaltenweise speichert und abhängig von einem optionalen Parameter `do_plot` das Bild anzeigt und darin die detektierten Merkmale markiert. Als Merkmale sollen ausschließlich Ecken detektiert werden. Da diese Funktion nur Grauwertbilder verarbeiten kann, muss geprüft werden, ob das Bild im richtigen Format vorliegt. Verwenden Sie in der Funktion folgende optionale Eingabevariablen:

- Die Variable `segment_length` steuert die Größe des Bildsegments
- Die Variable `k` gewichtet zwischen Ecken und Kantenpriorität (In der Literatur wird oftmals $k \approx 0.05$ gewählt)
- Die Variable `tau` legt den Schwellenwert zur Detektion einer Ecke fest

Beachten Sie, dass durch geschickte Filterung das gesamte Bild auf einmal verarbeitet werden kann (Zeitfaktor!) und finden Sie eine sinnvolle Behandlung der Randpixel. Testen Sie Ihren implementierten Harris-Ecken-Detektor mit unterschiedlichen Parametereinstellungen und definieren Sie sinnvolle Standardwerte für die optionalen Eingabevariablen.

2. Der bisher erstellte Detektor ist nur eine suboptimale Lösung, da die Auswahl der Merkmale lediglich über einen *globalen* Schwellenwert τ getroffen wird, die Ausprägung der Merkmale über das Bild allerdings stark variieren kann.

Eine weitaus bessere Lösung ist es, zunächst sehr schwache Merkmale, die beispielsweise durch Rauschen entstanden sind, über einen kleinen globalen Schwellenwert zu eliminieren. Danach unterteilt man das Bild in kleinere Kacheln und innerhalb eine Kachel werden maximal nur die N stärksten Merkmale gespeichert. Um zu verhindern, dass mehrere Merkmale ein und desselben realen Objektpunktes extrahiert werden, wird noch ein minimaler Abstand (in Pixeln) eingeführt, der zwischen zwei Merkmalen bestehen muss. Durch die Einführung des Abstands und des globalen Schwellenwertes kann es passieren, dass innerhalb einer Kachel nur $M < N$ Merkmale extrahiert werden.

Erweitern Sie den Harris-Ecken Detektor um diese Funktionalitäten und um drei weitere optionale Eingabeparameter:

- Die Variable `tile_size` definiert die Kachelgröße (je nach Eingabe entweder die Seitenlänge für eine quadratische Kachel oder ein Vektor mit zwei Einträgen für Breite und Höhe)
- Die Variable `N` ist die maximale Anzahl an Merkmalen innerhalb einer Kachel
- Die Variable `min_dist` ist der minimale Pixelabstand zweier Merkmale

Messen Sie die Zeit, die Ihr implementierter Harris-Detektor benötigt und geben Sie diese sowie die Anzahl der gefundenen Merkmale aus. Testen Sie den verbesserten Harris-Detektor und definieren eine sinnvolle Standardbelegung der optionalen Eingabevariablen.