



# Computer Vision II (WS 2010/2011)

Institut für Neuroinformatik, Universität Ulm

Prof. Dr. Heiko Neumann, Jan Bouecke und Fabian Groh

## Blatt 4

Ausgabe: 26.11.2010; Abgabetermin: Do, 9.12.2010, bis 12:00 Uhr (Raum 437).

**Abgabe:** Quellcode per Email an Fabian Groh sowie den Quellcode und die Grafikausgabe gedruckt und geheftet an Jan Bouecke (Raum 437). Bearbeitung der Blätter möglichst in **Zweier**-Gruppen.

### 1. Bayesche Kombination von Bewegungs-Schätzungen (a posteriori Schätzung) (4 Pkt.)

Gegeben seien an zwei Punkten desselben Objektes folgende Messungen:

Ableitungen am Ort 1:  $g_x = -0.5$ ,  $g_y = -0.5$ ,  $g_t = +0.5$

Ableitungen am Ort 2:  $g_x = -0.5$ ,  $g_y = +0.5$ ,  $g_t = +0.5$ .

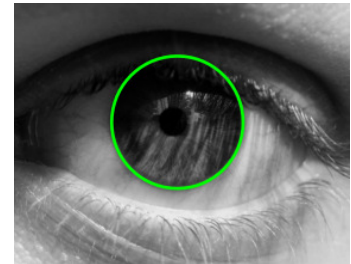
Die a priori Schätzungen seien gleichverteilt. Damit ergibt sich für die Wahrscheinlichkeit für eine Bewegung

$$P(u, v | g) \propto \exp \left( - \sum \frac{(g_x u + g_y v + g_t)^2}{2\sigma} \right)$$

Ermitteln Sie aufgrund der Daten die wahrscheinlichste Bewegungsinterpretation  $(u, v)$ . Dazu soll  $P(u, v | g)$  maximiert werden (handschriftlich, mathematica, wxmaxima, ...).

### 2. Kreisfit mittels RANSAC (6 Pkt.)

Das Auffinden und Einpassen eines Kreises in einem Bild soll in dieser Aufgabe unter Verwendung des RANSAC-Algorithmus robust umgesetzt werden.



- Schreiben Sie eine Matlabfunktion `detect_edges.m`, welche das Bild zunächst glättet und im Anschluss potentielle Kantenpunkte der Kreises im Bild findet. Für die Kontrastdetektion können die Gradientenbeträge (mit Sobeloperator) und eine globale Schwelle verwendet werden. Wenden Sie die Kontrastdetektion auf die Bilder `auge1.png`, `auge2.png` und `auge3.png` an.
- Schreiben Sie eine Funktion, die aus drei gegebenen Punkten die Parameter eines dazu passenden Kreises berechnet (Zentrum und Radius) indem es ein lineares Gleichungssystem löst.

Hinweis: Verwenden Sie folgende Gleichung, um ein lineares Gleichungssystem (linear in den gesuchten Größen  $a$ ,  $b$  und  $c$ ) aus drei Punkten  $(x_i; y_i)$  mit  $i=\{1,2,3\}$  aufzustellen:

$$x_i^2 + y_i^2 = 2x_i \cdot a + 2y_i \cdot b + 1 \cdot c$$

Dabei ist  $(a, b)$  das Zentrum des Kreises und  $r = \sqrt{c + a^2 + b^2}$  dessen Radius.

- Realisieren Sie eine weitere Funktion, welche die Qualität eines Kreismodells bezüglich aller Kantenpunkte bestimmt, indem die Anzahl der zum Modell passenden Kantenpunkte gezählt werden. Hierfür müssen Sie ein sinnvolles Abstandskriterium verwenden.
- Implementieren Sie den RANSAC-Algorithmus gemäß der Vorlesungsfolien.
- Wählen Sie sinnvolle Parameter für die Anzahl der Wiederholversuche gemäß der un-

tenstehenden Tabelle für die drei Bilder `auge1.png`, `auge2.png` und `auge3.png`. Diese gibt die Anzahl der erforderlichen Wiederholungen zum Ziehen jeweils einer initialen Menge bestehend aus  $M$  Datenpunkten für die Modellinitialisierung an, wobei „schlechten“ Datenpunkt mit einer Wahrscheinlichkeit von  $a_{\text{out}}$  gezogen werden. Die abzulesende Anzahl an Versuchen ist nötig, um mit einer Wahrscheinlichkeit von 99,9% mindestens einen Datensatz zu ziehen, der keine „schlechten“ Datenpunkte enthält.

	M					
	1	2	3	4	5	6
<b>0,1</b>	4	6	8	9	11	13
<b>0,2</b>	6	10	13	18	24	31
<b>0,3</b>	8	14	22	34	51	74
<b>0,4</b>	11	21	38	67	114	193
<b>a<sub>out</sub> 0,5</b>	14	33	69	143	291	585
<b>0,6</b>	19	53	140	356	895	2245
<b>0,7</b>	26	98	337	1133	3786	12630
<b>0,8</b>	42	226	1147	5752	28778	1E+05
<b>0,9</b>	88	917	9206	92099	9E+05	9E+06

Begründen Sie mithilfe der Tabelle die Auswahl Ihrer Parameter!

- f) Wenden Sie Ihre Implementierung des RANSAC-Algorithmus aus d) unter Verwendung der Parameter von e) auf die Bilder `auge1.png`, `auge2.png` und `auge3.png` an.

Hinweis: In Teilaufgabe c) kann es **zusätzlich** sinnvoll sein, die Gradientenrichtung der Kantenpunkte dazu zu verwenden, passende von zufällig auf dem geschätzten Kreis liegende Punkte zu unterscheiden.

Viel Spaß!