

OPTISCHER FLUSS

Übungsblatt 5, Computer Vision

1. Gradientenverfahren

Entwickeln Sie eine Funktion *optical_flow(pic1, pic2, theta)* zur Berechnung des optischen Flusses zwischen zwei aufeinanderfolgenden Bildern *pic1* und *pic2*. Realisieren Sie die Berechnung nach dem in der Vorlesung dargestellten Gradientenverfahren. Berechnen Sie den symmetrischen Gradienten in x- und y-Richtung mit den Masken $M_1 = [-0.5, 0, 0.5]$, $M_2 = M_1^\top$. Verwenden Sie außerdem den Glättungsoperator aus Aufgabe 3d, vorzugsweise einen Gaußfilter mit einer Standardabweichung von $\sigma = 1.5$. Die zeitliche Ableitung soll als Rückwärtsgradient berechnet werden. Der Parameter *theta* sei der Schwellwert der Eigenvektoren der Matrix *A*. Der optische Fluss an der Stelle (x, y) soll nur berechnet werden, falls $\lambda_1, \lambda_2 > \theta$. Die Funktion *optical_flow* soll die Geschwindigkeit zweidimensional mit Hilfe der Matlab-Funktion *quiver* darstellen. Testen Sie die Funktion mit den Bildpaaren in *flow.mat* mit einem Wert von $\theta = 0.01$.

2. Normalenfluss

Erweitern Sie Ihre Funktion *optical_flow* um den in der Vorlesung diskutierten Fall, dass ein Aperturproblem vorliegt, d.h. es gilt $\lambda_1 > \theta > \lambda_2$. Als Folge kann hier nur der Normalenfluss u_\perp berechnet werden, also die Flusskomponente senkrecht zur vorherrschenden Kantenrichtung. Die Kontinuitätsgleichung lautet für diesen Fall (s. Vorlesungsfolien):

$$\frac{\partial g}{\partial t} + u_\perp \|\nabla g\| = 0 \quad \text{mit} \quad \|\nabla g\| = \sqrt{\left(\frac{\partial g}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial g}{\partial y}\right)^2}.$$

Im Prinzip könnte aus dieser Formel der Normalenfluss durch Auflösen nach u_\perp berechnet werden, aber dieses Verfahren ist wegen der starken Rauschanfälligkeit der Ableitungsoperatoren nicht sehr robust. Wir gehen daher analog zur Vorlesung vor: Wir definieren eine Umgebung um die Flussmessung, in der wir annehmen, dass sich der Normalenfluss nicht ändert. Für jeden Pixel wird eine eigene Kontinuitätsgleichung für den Normalenfluss aufgestellt:

$$\frac{\partial g(x_i, y_i)}{\partial t} + u_\perp \|\nabla g(x_i, y_i)\| = 0 \quad \text{bzw.} \quad m_i u_\perp + b_i = 0.$$

Das resultierende lineare Gleichungssystem wird dann mit der Methode der kleinsten Quadrate gelöst. Jeder Pixel i der Umgebung bzw. jede einzelne Kontinuitätsgleichung erhält dabei ein eigenes Gewicht w_i . Berechnen Sie zuerst die Normalengleichung, und lösen Sie dann diese nach u_\perp auf.

3. Anwendung auf Testbilder

c. Berechnen Sie jeweils den optischen Fluss zwischen den Bildpaaren in *flowtest1.mat*, *flowtest2.mat* und *flowtest3.mat* und interpretieren Sie das Ergebnis.