

Informationsfusion

WS 17/18

Übungsaufgaben

Prof. Dr. Ing. Michael Heizmann

Institut für Industrielle Informationstechnik IIIT

Aufgabe 3.1

Ordnen Sie den Beispielen die entsprechenden Abstraktionsebenen für die Eingangsgrößen, die Fusionsebene und die Ausgangsgröße zu.

Hinweis: Nicht immer ist die Zuordnung eindeutig. Nennen Sie daher ggf. den Kontext, in dem die gewählte Zuordnung gilt.

	Eingangsgröße			Ebene, auf der fusioniert wird			Ausgangsgrößen		
	Daten	Merkmale	Symbole	Daten	Merkmale	Symbole	Daten	Merkmale	Symbole
Rauschunterdrückung durch Mittelung von Bildern	X			X			X		
Erstellung von Tiefenkarten aus Fokusserien	X				X			X	
Erstellung von Tiefenkarten aus Stereoserien	X				X			X	
Fusion von Tiefenkarten		X			X			X	
Fusion von Tiefenkarte und Grauwertbild zu texturiertem 3D-Modell	X	X			X			X	
Kombination von Farbausügen zu einem Farbbild	X				X			X	
Bestimmung der Farbsättigung aus Farbausügen	X				X			X	
Kriminalistische Ermittlung	X	X	X	X	X				X
Menschliche Wahrnehmung	X	X		X	X				X
Fahrerassistenz: Sensorielle Unterstützung der menschlichen Wahrnehmung	X	X				X			X
Fahrerassistenz: Maschinelle multisensorielle Hinderniserkennung	X	X			X	X			X
Ortung von Schienenfahrzeugen	X	X			X			X	
Karte-Bild-Referenzierung	X		X		X				X
Karte-Karte-Referenzierung			X			X			X
Multispektrale Teleskopaufnahmen	X	X			X			X	
Objektdetektion mittels Fusion von Radar und FLIR			X			X	X		X

Aufgabe 3.2

Photometrisches Stereo wird genutzt, um die 2½D-Gestalt und die Reflektanz der Oberfläche aus einer Beleuchtungsserie zu bestimmen. Die Informationsbeiträge werden durch die Bilder einer Beleuchtungsserie gebildet, bei der bei ortsfester Kamera und statischer Szene die Richtung einer homogenen, gerichteten Beleuchtung variiert wird, siehe Bild 3.2.

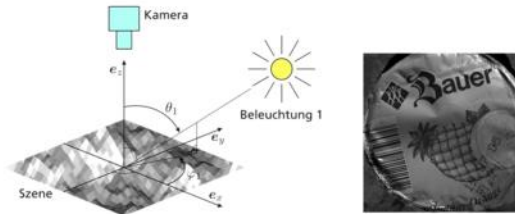


Bild 3.2: Prinzip des photometrischen Stereo

Es wird angenommen, dass die Reflexion an den Oberflächen der Szene ideal diffus ist (Lambert'sche Reflexion), so dass die beobachtete Helligkeit $g(x)$ (proportional zur emittierten Strahlendichte) sich gemäß $g(x) = \rho(x) \cdot \mathbf{b}_e^T \mathbf{n}_e(x)$ mit

- $\mathbf{x} \in \mathbb{R}^2$: Koordinate des Bildpunkts,
 $g(x) \in \mathbb{R}$: aufgenommenes Bild,
 $\rho(x)$: (diffuse) Reflektanz, $0 \leq \rho(x) \leq 1$,
 $\mathbf{b}_e \in \mathbb{R}^3$: Einheitsvektor der Beleuchtungsrichtung,
 $\mathbf{b}_e = (\cos \varphi \sin \theta, \sin \varphi \sin \theta, \cos \theta)^T$,
 $\mathbf{n}_e(x) \in \mathbb{R}^3$: Einheitsvektor der Oberflächennormalen

berechnen lässt.

- Stellen Sie die (vektorielle) Gleichung für die Aufnahme einer Beleuchtungsserie $\mathbf{g}(x) \in \mathbb{R}^n$ auf, wobei n die Anzahl der Bilder der Beleuchtungsserie bezeichnet.
- Bestimmen Sie aus der Beleuchtungsserie $\mathbf{g}(x)$ die Reflektanz $\rho(x)$ und Einheitsvektor der Oberflächennormalen $\mathbf{n}_e(x)$ für den Fall, dass die Beleuchtungsserie drei Bilder umfasst (d. h. $n = 3$). Welche Voraussetzung muss dafür erfüllt sein?
- Bestimmen Sie aus der Beleuchtungsserie $\mathbf{g}(x)$ die Reflektanz $\rho(x)$ und Einheitsvektor der Oberflächennormalen $\mathbf{n}_e(x)$ für den Fall, dass die Beleuchtungsserie mehr als drei Bilder umfasst (d. h. $n > 3$). Welche Voraussetzung muss dafür erfüllt sein?

Pseudo Inverse LSQ

$$\mathbf{B}^T \mathbf{B}^{-1} = (\mathbf{B} \mathbf{B}^T)^{-1} \mathbf{B}$$

$$\bar{\mathbf{g}}(x) = \rho(x) \mathbf{B}_e^T \vec{\mathbf{n}}_e(x)$$

$$\mathbf{B}^T \mathbf{B}^{-1} \bar{\mathbf{g}}(x) = \rho(x) \vec{\mathbf{n}}_e(x)$$

~~$\rho(x) = \mathbf{g}(x) \cdot \mathbf{B}^T \mathbf{B}^{-1} \vec{\mathbf{n}}_e(x)$~~

Fehler in Musterlösung

Aufgabe 3.3

Ordnen Sie den Beispielen die entsprechenden Eigenschaften zu.

	homogen	aktiv	kommensurabel	virtuell	kolliziert
Kameras eines Stereokamera-paars	✓	✗	✓	✗	✗
Kameras eines Stereokamera-paars kombiniert mit Beleuchtung zur Ausleuchtung der Szene	✓	✓	✓	✗	✗
Farbkamera mit R-, G-, B-Kanal	✗	✗	✓	✗	✓
Laserscanner (Erzeugung zahlreicher Messpunkte durch Abtastung der Umgebung mit einem rotierenden Laserstrahl)	✓	✓	✓	✓	✗
Sensorsysteme bestehend aus Radarsensorik (flächige Messung) und IR-Kamera	✗	✓	✓	✗	✓
Sensorsysteme für die Zugortung	✗	✗	✗	✗	✗
Motordiagnostik (z. B. Körperschall, Lambda-Sonde, Luftmassenmessung, Temperatur etc.)	✗	✓ <i>z.B. w. Luft</i>	✗	✗	✗
Side-Scan-Sonar (fächerförmige Erfassung des Meeresbodens und von Objekten bei bewegtem Sensorträger)	✓	✓	✓	✓	✗
Luftbilder: Kamera im Flugzeug erzeugt Bilder für Bildteppich	✓	✗	✓	✓	✗
Luftbilder: Synthetic Aperture Radar (SAR) im Flugzeug erzeugt Bilder für Bildteppich	✓	✓	✓	✓	✗
Erfassung einer Beleuchtungsserie (z. B. für Photometrisches Stereo) mit <u>günstigster Kamera</u>	✓	✓	✓	✓	✓
Tsunami-Warnsystem	✗	möglich	✗	✗	✗
Menschliche Wahrnehmung	✗	✗	✗	✗	✗

4.1

$$1 = P_r(\Omega) = P_r(A \cup \bar{A}) = P_r(A) + P_r(\bar{A})$$

$$\rightarrow 1 - P_r(A) = P_r(\bar{A})$$

4.2

$$P_r(A) = P_r((A \cap B) \cup (A \cap \bar{B}))$$

$$= P_r(A \cap B) + P_r(A \cap \bar{B})$$

$$\Rightarrow P_r(A \cap \bar{B}) = P_r(A) - P_r(A \cap B)$$

$$= P_r(A) - P_r(A) \cdot P_r(B)$$

$$= P_r(A) - P_r(A) \cdot P_r(1 - \bar{B})$$

$$= \underline{P_r(A) - P_r(A) + P_r(A) \cdot P_r(\bar{B})}$$

q.e.d.

4.6

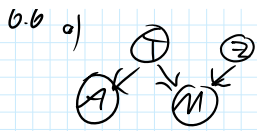
$$\text{Var}\{X\} = E\{(X - E\{X\})^2\}$$

$$= E\{X^2 - 2XE\{X\} + E\{X\}^2\}$$

$$= E\{X^2\} - 2E\{XE\{X\}\} + E\{E\{X\}^2\}$$

$$= E\{X^2\} - 2E\{X\} \cdot E\{X\} + \underline{E\{E\{X\}^2\}}$$

$$= E\{X^2\} - E\{X\}^2 = \sigma_2 - \sigma_1^2$$



b)

$$P(A, T, M, Z) = P(T) \cdot P(A|T) \cdot P(M|T, Z) \cdot P(Z)$$

c)

$$\begin{aligned}
 P(T, Z) &= \sum_A \sum_M P(A, T, M, Z) \\
 &= P(T) \cdot P(Z) \cdot \underbrace{\sum_A P(A|T)}_1 \cdot \underbrace{\sum_M P(M|T, Z)}_1 \\
 &= P(T) \cdot P(Z)
 \end{aligned}$$

d)

$M = ja$

$Z = j \quad Z = n$

$A = v \quad (0,968; 0)$
 $A = h \quad (0,559; 0)$
 $A = l \quad (0,003; 0)$

e)

$$P_r(Z=nein | M=nein) = \frac{P_r(Z=nein, M=nein)}{P_r(M=nein)}$$

$$\begin{aligned}
 P_r(Z=nein, M=nein) &= \sum_A \sum_T P_r(T) \cdot P_r(A|T) \cdot P_r(\overset{nein}{Z}) \cdot P_r(\overset{nein}{M} | \overset{nein}{T}, \overset{nein}{Z}) \\
 &= 1 \cdot P_r(Z=nein) \cdot \sum_T P_r(M=nein | T, Z=nein) \cdot P_r(T) \\
 &= 0,04 \cdot (0,98 \cdot 0,99 + 0,02) \\
 &=
 \end{aligned}$$

$$P_r(M=nein) =$$