

Cox-de-Ron: bei 8 Punkten durch $\{Q_i(t) = B_{i-3}u P_{i-3} + B_{i-2}u P_{i-2} + B_{i-1}u P_{i-1} + B_i u P_i\}$ für $Q_i(t)$ ist $t_1 \leq t \leq t_2$

Punkt 5: $B_{k,1}(t) = \begin{cases} 1 & \text{für } t \in [t_k, t_{k+1}] \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$ kubisch linear: $Q_1(t) = B_{0,2}(t) \cdot P_0 + B_{1,2}(t) \cdot P_1$

$t \in [t_3, 10, 12, 3, 7, 4, 5]$: $B_{k,2}(t) = \begin{cases} t + t_k - t_{k+1} & \text{für } t \in [t_k, t_{k+1}] \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$ $3 \leq i \leq M$

-dieser \rightarrow durch Punkt 1 $B_{k,2}(t) = \frac{t+t_k - t_{k+1}}{t_{k+1} - t_k} B_{k,1}(t) + \frac{t_{k+2} - t}{t_{k+2} - t_{k+1}} B_{k+1,1}(t)$

-Vierfach \rightarrow unterbrechung $B_{k,3}(t) = \frac{t-t_k}{t_{k+2}-t_k} B_{k,2}(t) + \frac{t_{k+3}-t}{t_{k+3}-t_{k+1}} B_{k+1,2}(t)$

Linear: $Q_1(t) = B_{1,2}(t) \cdot P_0 + B_{2,2}(t) \cdot P_1$

6 Vierfach \rightarrow durch Punkt 1 $B_{k,n}(t) = \frac{t-t_k}{t_{k+n}-t_k} B_{k,1}(t) + \frac{t_{k+n}-t}{t_{k+n}-t_{k+1}} B_{k+1,1}(t)$

0 Dmkt: $(-2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5)$

Homogene Koordinaten

hinzufügen der Dimension damit nur Multiplikationen

\rightarrow aus $(x) \rightarrow (\begin{matrix} x \\ 1})$, aus $(y) \rightarrow (\begin{matrix} y \\ 1})$...

Rotation: $R = \begin{bmatrix} R & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ Skalierung: $S = \begin{bmatrix} s_x & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

Translation: $T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & x \\ 0 & 1 & y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ Projektion: $P = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

Homogene: (x, y, z, w) Ursprung, 2. Achse liegt auf optischer Achse

Bsp.: $\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ w \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$

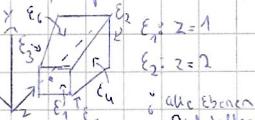
$w = \cos \omega, x = \sin \omega, y = -\sin \omega, z = \cos \omega$

$P = M_{AS} M_{BC} P = \begin{pmatrix} \cos \omega & -\sin \omega & 0 & 0 \\ \sin \omega & \cos \omega & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ w \end{pmatrix}$

Stationär am Ende, T.R.S

Trivial Accept

Test, ob primär im Sichtvolumen liegt



$E_3: x - x_0 y - y_0 z - z_0 \geq 0$

$E_3: \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$

$\min P_0(x_0, y_0, z_0); V_1(1, 1, 1)$

$\max x = 0 \quad \text{Exkavatoren}$

Frequenzcharakterisierung

$$\Theta = 2 \cdot \tan(\frac{\pi}{2})$$

$$f_{\text{ORT}} = \frac{f}{\Theta} \approx \frac{\pi}{130} \cdot \frac{1}{2} \cdot f_{\text{CPO}}$$

$$\frac{N_x}{2} = \frac{h}{s} = \frac{\tan \frac{\pi}{2}}{2} \quad (\text{Zeilenanzahl})$$

$$s = \frac{h}{N_x}$$

$$\tan \frac{\pi}{2} = \frac{s}{2} \quad (\text{Winkel unter dem PSC})$$

$$0,0033 \text{ Winkelminut} = 0,0033 \cdot 60 \text{ cpo}$$

Vorsicht!
Faktor $b=0,6$
explosiv
max.
cm/MHz

breit band
auch $b=5$ kann

Analog:

Komponenten Videosignal

$$Y = 0,293 R + 0,587 G + 0,114 B$$

$$(R-Y) = U - 0,693 (B-Y)$$

$$(B-Y) = V - 0,187 (R-Y)$$

↳ Pegelreduktion sorgt für 0,7V

Pegelbereich

3 Leitungen notwendig

Y: Luminanzsignal (Helligkeit)

(R, G, B: Chromanzsignale / Farbbasisignale)

Y-Kontinuität: auf Senderseite, weil:

1. früher sieht Empfänger (Y) als Sender (Kontinuität)

2. additive Störungen zw. Sender und

Empfänger äussern sich dadurch am Empfänger

in hellen Bildbereichen als grösse Fehler und in

dunklen Bildbereichen als kleinere Fehler. Das

entspricht der menschlichen Wahrnehmung von

Helligkeitsänderungen ($\frac{\Delta Y}{Y} \text{ const.}$)

Er:

$$I_s = \frac{U_s}{U_{\text{max}}} \cdot X_n$$

$$I_s = \frac{(1-\gamma) \cdot X_n}{U_{\text{max}}} + \frac{\gamma \cdot U_s}{U_{\text{max}}} = \frac{(1-\gamma) \cdot X_n}{U_{\text{max}}} + \frac{U_s}{U_{\text{max}}} \cdot \frac{1}{n}$$

$$U_s: \text{Signalsform}$$

$$U_{\text{max}}: \text{spez. Lichtausstrahlung}$$

$$\gamma: \text{Zeitanteil}$$

$$X_n: \text{Zeitperiode}$$

$$U_s: \text{Helligkeit}$$

$$U_{\text{max}}: \text{Helligkeit}$$

$$I_s = \frac{U_s}{U_{\text{max}}} \cdot X_n$$

$$U_s: \text{Helligkeit}$$

$$U_{\text{max}}: \text{Helligkeit}$$

$$U_s: \text{Helligkeit}$$

Plana Schattierung:

1. Interpolation aller Vektoren

$$(P_1, V_1, R_1) \text{ (falls nicht)} \\ \rightarrow [V_1 \quad V_2 \quad V_3]^T \begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \end{pmatrix}$$

$$V_0(\vec{\lambda}) = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\parallel \quad \parallel \quad \parallel$$

von B-Spline zu B-Face: (quadratisch)

1. Auflösung und Endpunkte der B-Spline konvergenz einstellen

2. B-Spline Konvergenzrate ablesen & Anfangs- & Endpunkt einstellen

3. Schnittpunkte entlang von Anfangs- und Endpunkt tangente finden für jedes Konvergenzsegment

4. Kontrollpunkte bestehen aus Anfangs- & Endpunkt + Tangenten- schnittpunkt

Frische mit dem Orientierung

Geschätzter Winkelwinkel:

Orientierung eines Mittelpunktes über die Projektionen der Bildpunkte in den detektierten Mittelpunkten geschatzt werden

- die dominante Gradientenrichtung wird festgestellt und als Orientierung abgespeichert

Vorlagen Mediensuche (Text)

1. Dokumente verarbeiteten (Teile, Normalisieren)

(nur Wortgrammatik, Wörterbuch, Synonyme...)

2. Merkmale extrahieren (Text in Steppwitz)

3. Merkmale beschreiben (inverted index / Invertiertes Wörterbuch) (ID, dt. + tf)

4. Vergleich der Merkmalsdeskriptoren

(kruisik Operator, score, W und v Wörter)

Bild:

1. Bilder unterscheiden (hierarchisch → Detektion, Feature, Feature Raumrahmen)

2. Merkmale extrahieren (global: findet regional des ganzen Bildes, Untersuchungskraft steht im Bild)

(global: findet wichtige Elemente des Bildes, z.B. HU)

3. Merkmale beschreiben (soll invariant sein: Perspektive, Distanz, Fokus, Belichtung, Bildauflösung, Orientierung etc. sein)

4. Vergleich der Merkmalsdeskriptoren (Ahnlichkeit)

Prinzip: Wörter / Positionen / Mittelpunkte im Bild werden nicht erfasst, diejenigen sind durchaus relevant

Belichtungsrechnung bei Farbbildern:

Belichtungsrechnungen getrennt für R, G, B Merkmale aufgestellt und ausgewertet

Globale Merkmale: Belichtungsrechnung stark umfassend

lokale: besser

Bedachtervektoren:

Weg von Punkt zu Kamera

Vorzeichen auch so wählen? (Rückensicht: Punkt → Kamera)

Normieren?

Geometrische Koordinaten von $P = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ für $A P_1 P_2 P_3$

$\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} = \lambda_0 P_1 + \lambda_1 P_2 + \lambda_2 P_3$

$\lambda = \begin{pmatrix} \lambda_0 \\ \lambda_1 \\ \lambda_2 \end{pmatrix}$

Wieso bei inhaltsbasierte Suche

Descriptor Quantisieren?

Vokabulars?

1. Initialisierung (Initialisierung) von k Punkten (Clusterzentren) im Raum des Ortsraums

2. Zuweisen jedes Descriptors zum jeweils nächstgelegenen Clusterzentrum

3. Recomputation des Mittelpunkts aller Descriptors in jeweils jedem Cluster

4. Wiederholung von Schritt 2 bis ein Konvergenzkriterium erreicht ist

5. Die finalen Clusterzentren repräsentieren das usuelle Vokabular

Renderring Pipeline (Courcier)

1. Erstellung eines Szeneriographen

2. Transformation

3. Trivial accept/reject

4. Ideale Belichtungsrechnung

5. Zuschneidung (Clipping)

6. Projektion in die Bildebene (Schrittarten: $s = n=2$ ausreichend bei mittlerer Komplexität für 2-dimensionale Menge)

7. Raster

gute Schwellwerte?

Was SIFT robust in Ausdrucksflexibilität?

Durch Berechnung des Winkels wird mittlerer Gleichheit im Kreisdiagramm eliminiert

Histogramme als globale Bildmerkmale

Histogramme: aus Plattenwinkel des Bildes berechnet werden und über einen Histogramm (Haus der Fehler) interaktiver verglichen werden.

Mehrheitlich sehr unterschiedliche Bilder können ähnliche Histogramme besitzen → Untersuchungsschafft begrenzt.

Welche Möglichkeit Form des Raumes und dessen Stetigkeit beibehalten und dennoch ffod durch Punkt?

Translation oder Rotation des Kontrollpunkte

Welche Biggung an Harris-Kut, damit an Pixel (lokales Bildmerkmal festgestellt wird)

Harris-Kut muss lokales Maximum aufweisen.

Dies entspricht einem Eckpunkt in Bild

Eigene Weite & Häufigkeit: λ_1, λ_2 klein;

Klein: einer klein, einer groß; Folge beide groß

Render Pipeline: Belichtungsrechnung

In letzten Schritt verzoben, da jedes Pixel der

Merkmalsvektor: Perspektiv weisen muss, bevor

Belichtungsrechnung durchgeführt werden kann

Geometrische Koordinaten von $P = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ für $A P_1 P_2 P_3$

$\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} = \lambda_0 P_1 + \lambda_1 P_2 + \lambda_2 P_3$

$\lambda = \begin{pmatrix} \lambda_0 \\ \lambda_1 \\ \lambda_2 \end{pmatrix}$

Wieso bei inhaltsbasierte Suche

Descriptor Quantisieren?

Vokabulars?

1. 2d ist Nutzbarkeit eines invertierten Index

2. Es gibt, wie auch im Fall von Textdok., diskrete Beschreibungselemente in Bildern

3. Visuelle Wörter repräsentieren diskrete Vergleich idf mit Stopwörtern

visuelle Beschreibungselemente, die für einen gegebenen Bild-Datenrahmen optimiert sind

4. Lévy unterschiedliche Descriptors werden auf ein gleiches usuelles Wort quantisiert

5. Schieffläche: Gradient des Bildes entsprechend

7. Rasterung mit Schiefflächen

$\text{tf} = \frac{1}{\sqrt{1 + (\lambda_0 - \lambda_1)^2}}$

$S_x = \frac{10}{20-2} = \frac{1}{18}$

Was bedeutet bei Projektion in Bildebene?

Wörter? Wörter in Polygonecke?

für ein korrektes ergibt das nur man die ganze Formation präsentiert. eine Projektion des stat. iststellen reicht nicht aus! Lieferung einzelnes Ergebnisses

Berechnung auf Dreiecken werden durch spezielle Hardware in der Graphikkarte beschleunigt.

Was bedeutet bei Projektion in Bildebene?

Wort: Effekt von hierarchischen Clustering?

1. Unterteilung von hierarchischen Clustering?

2. Effekt von Subphrasen (Clusterung-Lagern):

3. Vergleich von Flächen in mors (Auswerten)

Effekt von tf auf Bewertungsniveau von $w = 1 + \log_{10}(tf)$

Wort: Beispiele häufig vor, steigt Bewertungswert an, kommt Beispiele

Überdeckungshäufigkeit ist vorweg gezeigt der Logarithmus den weiteren Einfluss zum Tuning des Bewertungswertes.

Wort: tf ist und zudem inesc. Beispiele, mit einzugeben, welche

die Unterscheidungskraft einzelner Wörter berücksichtigt

Effekt von Global Mapping auf Szeneriestellung:

Erzeugung von Strukturfehlern auf der Oberfläche,

ohne die Grenze zu verändern

Einfluss der Normalisierung: wird nicht normalisiert,

etwa lange Dokument tendenziell höhere Scores

selbst wenn leichter neue relevante Beispiele (oder nicht) zeitige

Häufigkeit vorhanden. Normalisierung berücksichtigt, dass

Dokumentenvektor ausschließlich statische Häufigkeiten

der Beispiele im Dokument beschreibt.

Pseudoinverses für überbestimmte Gleichungssysteme

$Ax = b$

Unterdefinit: $\mathbb{F}_1 = (1, 1) \quad A = \begin{pmatrix} 1 & 1 \end{pmatrix}$

$\mathbb{F}_2 = (2, 5) \rightarrow$

$\mathbb{F}_3 = (3, 3) \quad b = \begin{pmatrix} 1 \\ 5 \\ 3 \end{pmatrix}$

$x = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \end{pmatrix}$

Lösung für $\|Ax - b\| \rightarrow \min$

Geometrische Bedeutung:

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{F}_2}{\|\mathbf{F}_1\| \|\mathbf{F}_2\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_1 - \mathbf{F}_2\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{F}_3}{\|\mathbf{F}_1\| \|\mathbf{F}_3\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_1 - \mathbf{F}_3\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_2 \cdot \mathbf{F}_3}{\|\mathbf{F}_2\| \|\mathbf{F}_3\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_2 - \mathbf{F}_3\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{F}_2}{\|\mathbf{F}_1\| \|\mathbf{F}_2\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_1 - \mathbf{F}_2\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{F}_3}{\|\mathbf{F}_1\| \|\mathbf{F}_3\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_1 - \mathbf{F}_3\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_2 \cdot \mathbf{F}_3}{\|\mathbf{F}_2\| \|\mathbf{F}_3\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_2 - \mathbf{F}_3\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{F}_2}{\|\mathbf{F}_1\| \|\mathbf{F}_2\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_1 - \mathbf{F}_2\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{F}_3}{\|\mathbf{F}_1\| \|\mathbf{F}_3\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_1 - \mathbf{F}_3\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_2 \cdot \mathbf{F}_3}{\|\mathbf{F}_2\| \|\mathbf{F}_3\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_2 - \mathbf{F}_3\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{F}_2}{\|\mathbf{F}_1\| \|\mathbf{F}_2\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_1 - \mathbf{F}_2\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{F}_3}{\|\mathbf{F}_1\| \|\mathbf{F}_3\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_1 - \mathbf{F}_3\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_2 \cdot \mathbf{F}_3}{\|\mathbf{F}_2\| \|\mathbf{F}_3\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_2 - \mathbf{F}_3\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{F}_2}{\|\mathbf{F}_1\| \|\mathbf{F}_2\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_1 - \mathbf{F}_2\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{F}_3}{\|\mathbf{F}_1\| \|\mathbf{F}_3\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_1 - \mathbf{F}_3\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_2 \cdot \mathbf{F}_3}{\|\mathbf{F}_2\| \|\mathbf{F}_3\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_2 - \mathbf{F}_3\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{F}_2}{\|\mathbf{F}_1\| \|\mathbf{F}_2\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_1 - \mathbf{F}_2\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{F}_3}{\|\mathbf{F}_1\| \|\mathbf{F}_3\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_1 - \mathbf{F}_3\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_2 \cdot \mathbf{F}_3}{\|\mathbf{F}_2\| \|\mathbf{F}_3\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_2 - \mathbf{F}_3\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{F}_2}{\|\mathbf{F}_1\| \|\mathbf{F}_2\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_1 - \mathbf{F}_2\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{F}_3}{\|\mathbf{F}_1\| \|\mathbf{F}_3\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_1 - \mathbf{F}_3\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_2 \cdot \mathbf{F}_3}{\|\mathbf{F}_2\| \|\mathbf{F}_3\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_2 - \mathbf{F}_3\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{F}_2}{\|\mathbf{F}_1\| \|\mathbf{F}_2\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_1 - \mathbf{F}_2\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{F}_3}{\|\mathbf{F}_1\| \|\mathbf{F}_3\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_1 - \mathbf{F}_3\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_2 \cdot \mathbf{F}_3}{\|\mathbf{F}_2\| \|\mathbf{F}_3\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_2 - \mathbf{F}_3\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{F}_2}{\|\mathbf{F}_1\| \|\mathbf{F}_2\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_1 - \mathbf{F}_2\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{F}_3}{\|\mathbf{F}_1\| \|\mathbf{F}_3\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_1 - \mathbf{F}_3\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_2 \cdot \mathbf{F}_3}{\|\mathbf{F}_2\| \|\mathbf{F}_3\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_2 - \mathbf{F}_3\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{F}_2}{\|\mathbf{F}_1\| \|\mathbf{F}_2\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_1 - \mathbf{F}_2\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{F}_3}{\|\mathbf{F}_1\| \|\mathbf{F}_3\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_1 - \mathbf{F}_3\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_2 \cdot \mathbf{F}_3}{\|\mathbf{F}_2\| \|\mathbf{F}_3\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_2 - \mathbf{F}_3\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{F}_2}{\|\mathbf{F}_1\| \|\mathbf{F}_2\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_1 - \mathbf{F}_2\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{F}_3}{\|\mathbf{F}_1\| \|\mathbf{F}_3\|}$

Abstand: $d = \|\mathbf{F}_1 - \mathbf{F}_3\|$

Winkelwinkel: $\theta = \arccos \frac{\mathbf{F}_2 \cdot \mathbf{F}_3}{\|\mathbf{F}_2\| \|\mathbf{F}_3\|}$