

# Pfadplanung für robotergeführte Ultraschallprüfung auf Basis lokaler geometrischer Eigenschaften

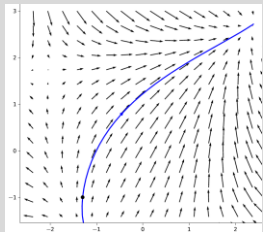
Sebastian Zambal, Kastor Felsner, Klaus Schlachter, Christian Eitzinger  
PROFACTOR GmbH, Im Stadtgut D1, 4407-Steyr, Österreich

## Überblick

Wir schlagen einen Algorithmus zur Erzeugung von Roboterbewegungen für die Inspektion von komplex geformten Bauteilen vor. Unsere Methode basiert auf der Berechnung von Strömungslinien entlang der Bauteiloberfläche.

## Roboter Pfadplanung

Pfadplanung für robotergeführte Inspektion ist mit einigen Herausforderungen verbunden. Das Ziel ist es, einen Pfad als Folge von Inspektionspositionen zu generieren, sodaß ein Sensor am Roboter möglichst den kompletten Bauteil erfasst.

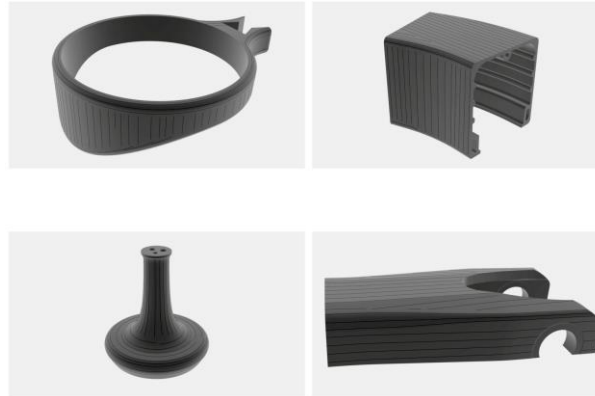


$$\frac{d\vec{s}_t}{dt} \times \vec{v}(\vec{s}_t) = 0$$

Definition von  
Strömungslinien und  
Beispiel in 2D

## Strömungslinien

Wir schlagen den Einsatz von Strömungslinien  $s$  für die Berechnung von Teilpfaden für die Inspektion vor. Die minimale lokale Krümmungsrichtung auf der Bauteiloberfläche definiert das zu Grunde liegende Vektorfeld  $v$ .



Strömungslinien basierend auf Krümmungen für unterschiedliche Bauteilgeometrien

## Algorithmus

Die einzelnen Schritte des Algorithmus sind:

### Schritt 1: Prüfbereich definieren

Der Benutzer selektiert in der 3D-Darstellung einen Punkt auf der Oberfläche. Ausgehend davon werden Oberflächenelemente in die Auswahl aufgenommen, solange die Neigung der einzelnen Elemente zueinander einen vorgegebenen Schwellwert nicht überschreitet.

### Schritt 2: Diskrete Repräsentation der Abdeckung

Eine Punktwolke speichert die jeweils aktuelle Abdeckung. Initial wird diese Punktwolke aus dem Schnitt eines 3-dimensionalen Gitters mit der Bauteilgeometrie berechnet.

### Schritt 3: Startpunkt für erste Strömungslinie

Der Startpunkt für die erste Strömungslinie wird als Punkt auf der Oberfläche mit der maximalen lokalen Krümmung bestimmt.

### Schritt 4: Expansion der Strömungslinien

Ausgehend vom Startpunkt wird eine Strömungslinie in beide Richtungen (in positive und negative Richtung des Vektorfelds am Startpunkt) durch numerische Integration berechnet.

### Schritt 5: Neue Startpunkte

Neue potentielle Startpunkte für neue Strömungslinien werden in der Nähe vorhandener Strömungslinien erzeugt.

### Schritt 6: Kinematik und Kollisionsvermeidung

Zuletzt werden die Strömungslinien unter Berücksichtigung von Kinematik und Kollisionsvermeidung in einen Gesamtpfad übergeführt.



Simulation der Ausführung eines Roboterpfades entlang der vorab berechneten Strömungslinien