

# Automatische Segmentierung von Lebergewebe für die präoperative Planung von Resektionen

Thomas Lange, Hans Lamecker, Martin Seebass, Sebastian Eulenstein

## **Fragestellung**

Eine präoperative Planung für die Resektion von Tumoren aus der Leber erfordert u.a. die Segmentierung des Lebergewebes. Diese Segmentierung ist z.B. Voraussetzung für die Berechnung von Durchblutungsgebieten. Wir wollen erste Ergebnisse automatisch segmentierter Lebern vorstellen, die mittels eines statistischen 3D Formmodell der Leber erzeugt wurden.

## **Material und Methoden**

Für die Erstellung des Formmodells [1] wurde aus 30 CT-Aufnahmen mit Kontrastmittel und 5 cm Schichtabstand manuell das Lebergewebe segmentiert und 3D Dreiecksflächen mit 12500 Punkten erzeugt. Der schwierigste Schritt der Modellbildung ist es, die Punkte zwischen verschiedenen Lebern in anatomische Beziehung zu bringen. Unter Zuhilfenahme einiger interaktiv gekennzeichnete anatomischer Linien bildet unser Verfahren eine Leber auf eine andere mit minimaler Verzerrung ab und erfordert lediglich die Lösung eines linearen Gleichungssystems.

Für den 30-dimensionalen Formenraum, den die Lebern aufspannen wird dann mittels Hauptachsentransformation eine Basis dieses Raumes berechnet, wobei die Basisvektoren sortiert nach Größe die statistischen Hauptformvariationen (Moden) beschreiben (Abb. 1). Eine individuelle Leberform erhält man durch die Bestimmung von Gewichtungskoeffizienten dieser Vektoren.

Mit einem iterativen Verfahren werden nun diese Formkoeffizienten und die Lage der Modelleber an die Grauwertdaten angepasst. In jedem Iterationsschritt werden aus den Grauwertprofilen in jedem Oberflächenpunkt senkrecht zur Fläche Verschiebungsvektoren zum Rand der Leber bestimmt. Die durch diese Verschiebungen erzeugte Fläche wird dann auf das Formmodell projiziert und es wird mit den so berechneten Gewichtungskoeffizienten der nächste Iterationsschritt durchgeführt. Gestartet wird mit der mittleren Leber, die zunächst nur durch starre Transformationen in den individuellen CT-Datensatz eingepasst wird. Dann wird sukzessive die Anzahl der verwendeten Formkoeffizienten erhöht, wobei auch zwischendurch starre Transformationen auf die sich verändernde Form angewendet werden.

## **Ergebnisse**

Zur quantitativen Beurteilung der Segmentierungsergebnisse haben wir den mittleren und einen „regionalen“ Flächenabstand zwischen der jeweils manuellen und automatischen Segmentierung gewählt. Unter einem „regionalen“ Flächenfehler soll der prozentuale Anteil der Flächen verstanden werden, in dem sie um mehr als  $x$  mm voneinander abweichen. Es wurden die 30 Lebern, die für das Modell verwendet wurden automatisch segmentiert, wobei die jeweils zu segmentierende Leber aus dem Modell entfernt wurde. Vier der Lebern wurden nur schlecht segmentiert. Die anderen 26 Lebern wiesen einen mittleren Abstand zwischen 1,2 mm und 3,3 mm auf. Der Mittelwert betrug 2,4 mm. Der Prozentsatz der Punkte mit über 5 mm Abstand lag zwischen 1 und 20 % bei einem Mittelwert von 11% (Abb. 2 und 3). Bei einer weiteren Untersuchung wurden alle Lebern im Modell belassen, so dass die Form der zu segmentierenden Leber im Modell enthalten war. Es wurde also getestet, wie gut durch den iterativen Anpassungsprozess diese Form wiedergefunden wird. Im Mittel betrug die mittlere

Abweichung 1,0 mm (0,6 bis 1,5mm) und der mittlere Prozentsatz der Punkte mit mehr als 5 mm Abweichung 1 % (0 bis 5 %).

### **Diskussion**

Es wurde gezeigt, dass die Anpassung des Modells an die Bilddaten sehr gut und robust funktioniert. Das Formmodell der Leber ist allerdings noch nicht vollständig, so dass eine Erhöhung der Anzahl der verwendeten Lebern mit großer Wahrscheinlichkeit zu besseren Ergebnissen führen wird. Ein großer Anteil der Datensätze konnte dennoch mit recht befriedigender Qualität segmentiert werden, die möglicherweise für die präoperative Planung genügt, wie in weiteren Untersuchungen festgestellt werden soll.

### **Referenz**

[1] H. Lamecker, T. Lange, M. Seebass, „A Statistical Shape Model for the Liver“, akzeptiert: MICCAI 2002

