Writeup zum PBL „Einführung in medizintechnische Systeme“, Gruppe 02

Vorgeschlagene Gliederung von Sarah: Problem - Material und Methoden - Ergebnisse - Diskussion -Ausblick. Diese Ausarbeitung orientiert sich außerdem an dem Beispiel einer Gruppe aus dem letzten Jahr (siehe PDF).

# Problem

Herausforderung war es über mehrere Zwischenschritte aus den Rohdaten einer IVOCT-Messung den Durchmesser der gemessenen Arterie zu bestimmen. Im Rahmen eines PBL Projekts mit tatkräftiger Unterstützung der Tutoren hat Gruppe 02 (bestehend aus Alex, Alex, Malte & Felix) dabei über Matlab eine Lösung erarbeitet. Diese Lösung wird im Folgenden nach Ende des PBL unter verschiedenen Aspekten betrachtet, dabei legen die Autoren ein besonderes Augenmerk auf die **Parameter-Variierung**. Außerdem schneidet dieses Writeup auch die Grundlagen des IVOCT an um einen kleinen Überblick zu geben.

*Kommentar: Erklärung des IVOCT hier ausgelassen.*

# Material und Methoden

## Organisatorisches

Bei diesem Programmier-Projekt mit 4 Teilnehmern und insgesamt ca. 1400 Zeilen Code haben wir uns für Git und für eine Aufteilung des Codes in Module entschieden. Außerdem haben wir diese Module dann bestimmten Personen zugeordnet. Dieser Ansatz hat uns individuell viele Freiheiten gelassen, während trotzdem immer klar war wer was macht und eine gewisse „Code-Sicherheit“ gegeben war. Später haben wir uns noch dazu entschieden die Parameter zu jedem Modul am Anfang des jeweiligen Moduls zu deklarieren, was uns nun auch beim Writeup entgegenkommt.

Angelehnt an die technische Problemstellung beinhaltet unser Projekt 6 Module:

* Main :: Ruft Module nacheinander auf
* Rohdaten-Verarbeitung :: Konvertiert die Rohdaten zu einem M-Scan
* M-Scan to B-Scan :: Segmentiert die einzelnen B-Scans im M-Scan
* Filter Artefacts :: Vorverarbeitung für reibungslose Berechnung des Durchmessers
* Determine Diameter :: Berechnung des Durchmessers
* GUI :: Graphische Bedienmöglichkeit der Main

# Vorverarbeitung

Zuerst wird eine Rohdatenverarbeitung vorgenommen. Dazu wird der Rohdatensatz als 2D-Matrix, der vom Hersteller gegebene Dunkelstrom und die Position der nichtlinearen Stützstellen in den Workspace geladen.

Daraufhin wird von jeder Spalte der Rohdatenmatrix, welche nach der Fourier-Transformation einen A-Scan darstellt, der Dunkelstrom subtrahiert. Der DC-Term wird bestimmt, indem der Mittelwert jeder Zeile der Matrix errechnet wird. Dieser wird dann wiederrum von der Matrix subtrahiert. Ein häufiges Problem bei der Fourier-Transformation ist der Leakage-Effekt. Um die resultierenden Seitenbänder zu reduzieren wird jedes Spektrum mit dem Hann-Filter multipliziert, die sogenannte Apodisation. Des Weiteren werden die nichtlinearen Stützstellen linear in den k-Raum interpoliert. Die Fourier Transformation überführt die Spektren in A-Scans. Da das erhaltene Signal komplex ist, wird der Betrag des Signals genommen und für eine bessere Darstellung dieser logarithmisch komprimiert und in Grauwerte umgewandelt.

Der nun entstandene M-Scan (Aneinanderreihung der A-Scans) wird für die Bildverarbeitung erst einmal in B-Scans aufgeteilt. Ein B-Scan stellt einen Querschnitt der untersuchten Arterie dar. Da der Katheter meist nicht genau mittig in der Arterie liegt entsteht ein Bild welches Maxima und Minima für die Katheter-Artefaktlinien und Arterienwände aufweist. Der Bereich von einem Maximum zum nächsten gibt an, dass der Katheter eine Drehung von 360Grad gemacht hat und dementsprechend ergibt dieser Bereich einen B-Scan. Um die Maxima ausfindig zu machen wird zunächst das Rauschen durch einen Median-Filter verringert. Die Artefaktlinie des Prismas wird entfernt. Der Prewitt-Kantenfilter, angewendet auf den Bereich des Katheter-Artefaktes, ergibt eine binäre Matrix bestehend aus Nullen und Einsen. Die Einsen repräsentieren hierbei die Artefaktlinien. Da die Katheter-Artefaktlinie direkt unterhalb der Prisma-Artefaktlinie liegt, wird die Zeile unterhalb des entfernten Prisma-Artefakts abgescannt und der Abstand der Einsen in einen Vektor gespeichert. Daraufhin werden kleine Abstände vernachlässigt, der Vektor enthält nun die Positionen der Maxima. Der M-Scan wird genau an diesen Stellen in B-Scans aufgeteilt.

# Verarbeitung

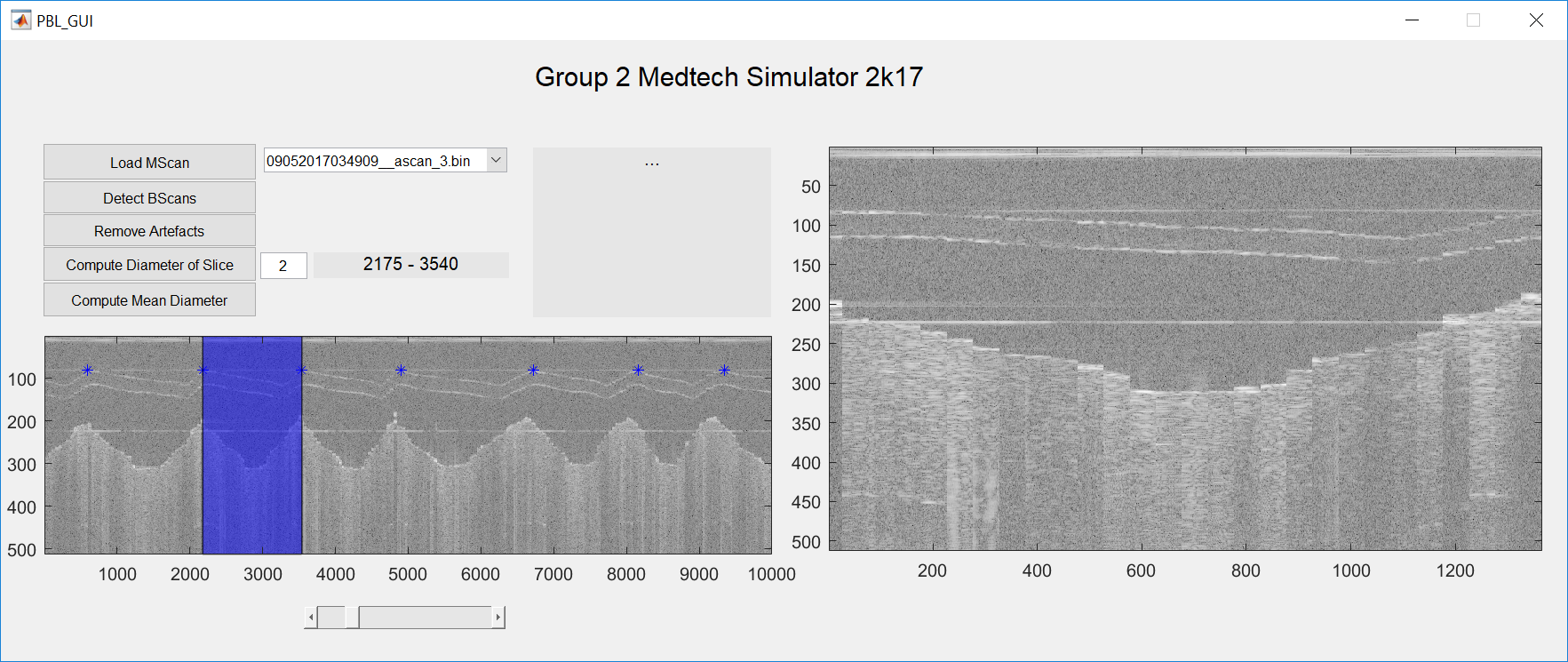
Die Bildverarbeitung erzeugt aus jedem B-Scan ein kartesisches Bild. Zusätzlich wird die innere Wand der Arterie segmentiert und der Durchmesser bestimmt.   
Dazu werden als erstes die Artefakte aus den Scans entfernt indem der Bildbereich oberhalb der zu segmentierenden Arterienwand einem Grauwert gleichgesetzt wird. Mit Hilfe einer Kontrastverstärkung, eines mehrfach angewendeten Median-Filters, einer Transformation in ein schwarz-weiß Bild und einer for-Schleife wird das Artefakt, welches teilweise die Arterie durchzieht ermittelt und entfernt. Dabei überprüft die for-Schleife, anhand bestimmter Punkte unterhalb und neben den untersuchten Bildpunkten, ob diese zum Artefakt oder zur Arterie gehört.

Eine ähnliche Schleife setzt alle Werte unterhalb der Arterienwand auf schwarz. Die Kante zwischen schwarz und weiß kann nun detektiert und gefiltert werden. Das Bild wird interpoliert und in das kartesische Koordinatensystem transformiert. Der Flächenmittelpunkt der Arterie wird ermittelt und so verschoben, dass dieser mit dem Mittelpunkt des Bildes übereinstimmt. Es erfolgt die Transformation des originalen B-Scans in kartesische Koordinaten, die segmentierte Kante wird hinzu projiziert und zeigt im Bild die Arterienwand an.

Die Bestimmung des Durchmessers erfolgt in Polarkoordinaten anhand der detektierten Kante. Es wird unter Annahme, dass die Rotation des Katheters konstant erfolgt ist, der Abstand von einem Punkt der Kante und dem Punkt nach einer halben Drehung (halber B-Scan) zur X-Achse gemessen und aufaddiert.

# Ergebnisse

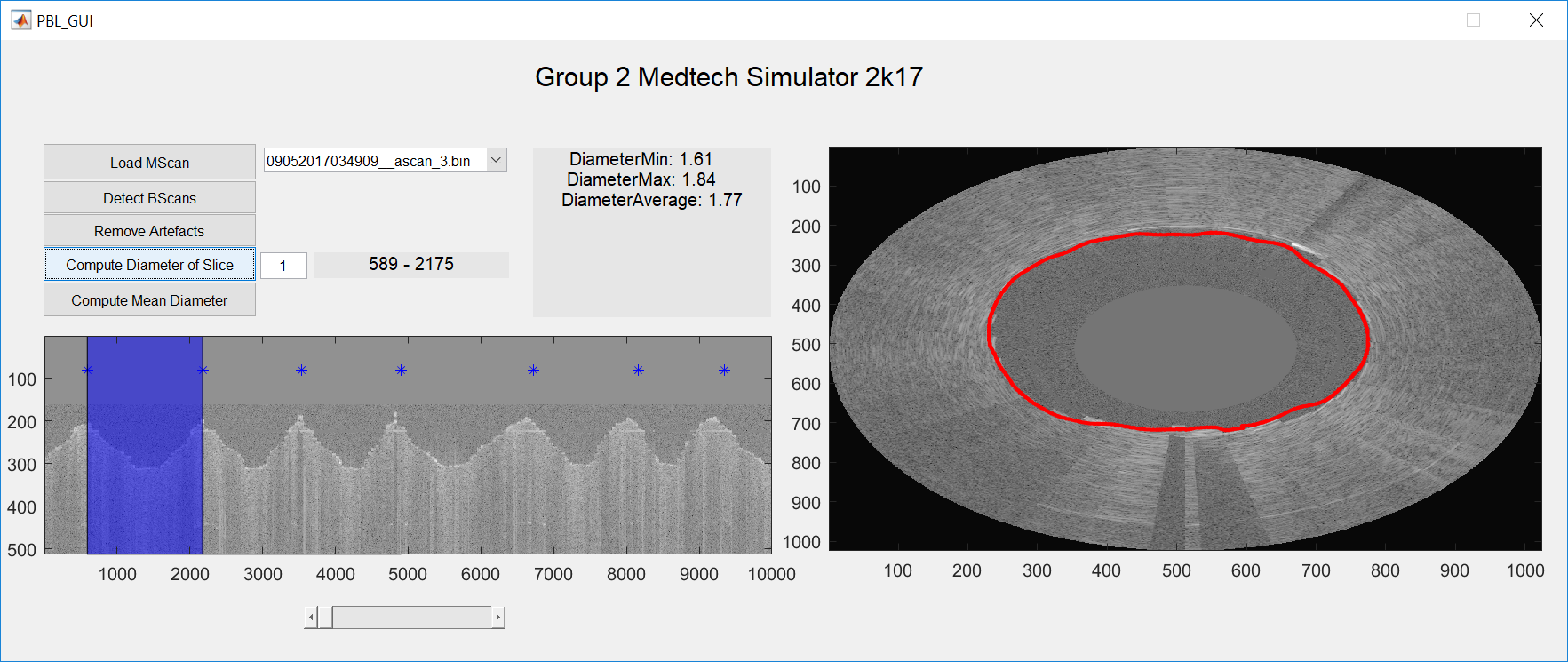
## GUI



Die GUI bietet eine komfortable Ansteuerung der einzelnen Module um diese nacheinander ausführen zu können. Den komplexen Anforderungen einer echten medizinischen Anwendung genügt sie bei Weitem nicht, allerdings ist es ein erster Versuch der Autoren in diese Richtung.

Über den Block an Buttons oben Links hat der Anwender die Möglichkeit aus den Messungen eine Auszuwählen und zu Laden. Danach können über dem Button darunter „Detect BScans“ die B-Scans segmentiert werden. Aus diesen wird dann direkt einer ausgewählt. In der Übersicht unten Links werden alle erkannten B-Scans mit blauen Stern-Markierungen gekennzeichnet, welche über die darunterliegende Scrollbar durchgeschaltet werden können. Der aktuell ausgewählte B-Scan kann sofort in der großen Ansicht in der rechten Hälfte genauer betrachtet werden.

Nur nach einem anschließenden Entfernen über den dazugehörigen Button kann anschließend für den ausgewählten B-Scan der der Durchmesser berechnet werden. Der durchschnittliche Durchmesser des B-Scans wurde in diesem Beispiel auf einen Wert von 1.77 umgerechnet.



# Ausblick