

Daniel Maleike
Dr. sc. hum.

Interaktive Segmentierung und PACS-Integration für das Medical Imaging Interaction Toolkit

Geboren am 28/02/1980 in Siegburg
Diplom der Fachrichtung Medizinische Informatik am 19/07/2005 an der Universität Heidelberg

Promotionsfach: Medizinische Informatik
Doktorvater: Prof. Dr. sc. hum. H.-P. Meinzer

Eine der zentralen Herausforderungen für die medizinische Bildverarbeitung ist es, neue Methoden in der klinischen Routine zu etablieren

. Dazu ist es unabdingbar, dass Forschungsprototypen in einer realistischen klinischen Umgebung durch medizinische Anwender evaluiert werden.

Die Entwicklung von klinisch einsetzbaren Anwendungen zur Bildverarbeitung stellt aber eine enorme Herausforderung dar, da es sich um komplexe Systeme handelt, die zahlreiche Probleme gleichzeitig lösen müssen: Datenhaltung, Algorithmik, Benutzerschnittstelle, Visualisierung, Reporting, etc.

Für einen Einzelentwickler ist es kaum möglich, eine gut benutzbare Anwendung zu erstellen, wenn er nicht auf Basisbausteine zurückgreift, die ihm grundlegende Funktionen wie Bildverarbeitungsfilter oder Visualisierung zur Verfügung stellen und Applikationsstrukturen anbieten.

Das *Medical Imaging Interaction Toolkit* (MITK), welches am DKFZ als freie Software entwickelt wird, ist einer dieser Bausteine und vereinfacht die Entwicklung von Anwendungen zur Bildverarbeitung durch Unterstützung der Anwendungsebene.

In dieser Arbeit wurden neue Konzepte für zwei zentrale Teilbereiche des Toolkits entwickelt, durch die es ermöglicht wird, dass darauf basierte Anwendungen schneller und einfacher klinisch evaluiert werden können.

Der erste Teil der Arbeit beschäftigt sich mit der Toolkit-Unterstützung für interaktive Segmentierungsanwendungen, d.h. Verfahren, die direkte Benutzerinteraktion im angezeigten Bild benötigen.

Interaktive Segmentierung ist immer dann wichtig, wenn keine automatischen Verfahren vorhanden sind, zur Korrektur automatischer Verfahren, sowie bei modernen Algorithmen, die auf Benutzerinteraktion angewiesen sind (z.B. Graph-Cut-Segmentierung).

Um solche Verfahren effektiv zu unterstützen, wurden in dieser Arbeit Strukturen geschaffen, die es Entwicklern ermöglichen, aus vorgegebenen Bausteinen schnell eine benutzbare graphische Oberfläche und logische Applikationsstrukturen zu konfigurieren und sich somit verstärkt auf die Entwicklung des algorithmischen Teils zu konzentrieren.

Gerade im wissenschaftlichen Umfeld, in dem es meist um Erstellung von Machbarkeitsprototypen geht, sorgt der Einsatz des geschaffenen Frameworks dafür, dass Einzelentwickler in kürzerer Zeit zu Anwendungen kommen, die sie an einen medizinischen Partner herausgeben können, ohne die Bedienung lange zu trainieren. Die dabei entstehenden Segmentierungswerkzeuge werden durch Benutzung des gemeinsamen Frameworks potentiell besser strukturiert und leichter

kombinierbar, was den Wartungsaufwand reduziert.

Auf Basis dieses Frameworks wurde die Anwendung *InteractiveSegmentation* entwickelt, welche interaktive, vorwiegend schicht-basierte Segmentierung im Vergleich zu anderen Anwendungen sehr gut unterstützt. Vor allem bietet die Anwendung aber ein Plugin-Konzept, durch das die Anwendung um neue Segmentierungswerkzeuge ergänzt werden kann. So können Entwickler diese fertige Applikation als Ausgangsbasis für die Entwicklung komplexerer Segmentierungswerkzeuge benutzen.

Dabei können Anwendung und Plugins unabhängig voneinander entwickelt und übersetzt werden, wodurch auch Kooperationen von Partnern ermöglicht werden, die sich gegenseitig nicht ihre Quelltexte offenlegen.

InteractiveSegmentation ist als Teil von MITK als freie Software auf mitk.org veröffentlicht und wurde von MITK-Benutzern im DKFZ und außerhalb gut angenommen und kommt in zahlreichen Projekten zum Einsatz.

Bemerkenswert ist, dass DKFZ-externe Anwender ohne Hilfestellung ein neues Segmentierungswerkzeug zur freien Anwendung beigetragen haben.

Neben *InteractiveSegmentation* wurden verschiedene weitere Applikationen auf der Basis des neuen

Frameworks erstellt, um die Praxistauglichkeit zu demonstrieren. Eine klinisch besonders relevante Anwendung ist ein Prototyp zur Lymphknotenvolumetrie. Der darin verwendete Algorithmus zur Lymphknotensegmentierung wurde auf Basis eines deformierbaren Modells mit integrierter Forminformation entwickelt und brachte in der Evaluation ähnliche Volumetrieergebnisse wie manuelle Verfahren.

Langfristig haben volumetrische Beurteilungen von Lymphknotenmetastasen das Potential die Beurteilung eines nicht-chirurgischen Therapieverlaufs zu verbessern.

Im zweiten Teil der Arbeit wurde die Fähigkeit von MITK zur Integration in *Picture Archiving and Communication Systems* (PACS) wesentlich verbessert.

Diese Systeme sind der klinisch etablierte Standard zur Speicherung von Bilddaten. Evaluation neuer Methoden *ohne* direkte PACS-Integration erfordert die zusätzlichen, fehleranfälligen und zeitaufwendigen Arbeitsschritte des Datenexports und -transports sowie der Datenarchivierung, die medizinischen Anwendern eine Evaluation

unnötig erschweren.

Durch die vorgestellten Erweiterungen des MITK-Toolkits können darauf basierte Anwendungen einfach in die CHILI-PACS-Workstation integriert werden, ohne den Anwendungsquellcode zu verändern. Dabei wird es MITK-Anwendungen ermöglicht, Daten aus dem PACS zu lesen und zurückzuspeichern.

Es können nicht nur Bilder gespeichert werden, sondern auch beliebige andere Datentypen, wie sie als Ergebnis der Bildverarbeitung anfallen.

Innerhalb des Toolkits MITK ist dabei die Schnittstelle zum PACS von CHILI abstrahiert und an den herstellerunabhängigen DICOM-Standard angelehnt, so dass weitere PACS-Implementierungen leicht zu ergänzen sind, ohne dass die Anwendungsschicht

verändert werden muss.

Um den Nutzen dieser PACS-Integration zu demonstrieren, wurden die neuen Lade- und Speicher-Möglichkeiten in verschiedenen Modulen der freien MITK-Applikation integriert, u.a. zum Laden und Speichern von Segmentierungen in *InteractiveSegmentation*. Durch diese Integration auf Anwendungsebene werden

Arbeitsabläufe deutlich verbessert. Als Beispiele innerhalb des DKFZ wurden die Leber-OP-Planung und die Kleintierbildgebung vorgestellt. In beiden Fällen wurden schon zuvor die Bilddaten aus einem PACS bezogen. Die Ergebnisse der Bildverarbeitung wurden aber nur lokal gespeichert, wobei die Zuordnung zu den Daten im PACS durch verschiedene logische Hierarchien in PACS und auf der Festplatte erschwert wurde. Zudem gingen die Vorteile eines PACS-Systems in Hinblick auf Datensicherung, -archivierung und -austausch verloren.

Durch die neuen Speichermöglichkeiten können nun sämtliche Vorteile eines PACS auch für die Ergebnisse der Bildverarbeitung genutzt werden.