

Nina Bougatf
Dr. sc. hum.

Entwicklung eines service-orientierten und workflow-basierten Verfahrens zur automatisierten patientenübergreifenden Analyse von radioonkologischen Bild- und Bestrahlungsplanungsdaten

Fach/Einrichtung: Radiologie
Doktorvater: Prof. Dr. Dr. Jürgen Debus

Einleitung Retrospektive Auswertungen klinischer Routinedaten gewinnen zunehmend an Bedeutung in der Strahlentherapie. Daher werden in der Strahlentherapie vermehrt Forschungsdatenbanken für die Zusammenführung der häufig stark verteilten heterogenen Daten aufgebaut. Die Zusammenführung der Daten ist jedoch nur der erste Schritt in Richtung Forschung. Die eigentliche Herausforderung besteht in der Analyse dieser heterogenen Daten. Es müssen Methoden entwickelt werden, um Bilddaten in die datenbankbasierten Analysen miteinzubeziehen. Retrospektive Analysen werden in der Radioonkologie überwiegend manuell durchgeführt. Daher spielen die Automatisierung und moderne Analysetechniken eine immer wichtigere Rolle.

Fragestellung Das übergeordnete Ziel dieser Arbeit ist die Zusammenführung von heterogenen, verteilten radioonkologischen Daten mit verschiedenen radioonkologischen Analysetools zur Vereinfachung und Automatisierung von patientenübergreifenden bildbasierten retrospektiven Auswertungen in der Strahlentherapie. Zum Erreichen dieser Zielsetzung sollen im Rahmen dieser Arbeit eine zentrale radioonkologische Forschungsdatenbank und eine service-orientierte workflow-basierte Analyseplattform implementiert werden. Anschließend soll anhand verschiedener radioonkologischer Fragestellungen gezeigt werden, dass mit Hilfe dieser beiden Plattformen patientenübergreifende Analysen von Bild- und Bestrahlungsplanungsdaten automatisiert durchgeführt und dadurch vereinheitlicht und vereinfacht werden können.

Ergebnisse Das erste Ziel war der Aufbau einer zentralen radioonkologischen Forschungsplattform. Im Rahmen eines europäischen Forschungsprojekts wurde zunächst eine zentrales Studiendokumentationssystem für die Partikeltherapie eingeführt, das nach Ende des Projekts zur zentralen radioonkologischen Forschungsdatenbank der Radioonkologie Heidelberg ausgebaut wurde. In der zentralen Forschungsdatenbank werden alle relevanten Daten inklusive Bild- und Bestrahlungsplanungsdaten aus verschiedensten klinischen Informationssystemen automatisiert zusammengeführt und durch ein Dokumentationsteam vervollständigt, um sie Klinikern und Wissenschaftlern für wissenschaftliche Auswertungen zur Verfügung stellen zu können.

Das zweite Ziel war die Implementierung einer service-orientierten workflow-basierten Analyseplattform. Die Analyseplattform wurde auf Basis von existierenden Analysetools, die als Web Services zur Verfügung gestellt wurden, und unter Einsatz eines Workflow Management Systems realisiert und an die zentrale Forschungsdatenbank angebunden. Dadurch können kombinierte Analysen von radioonkologischen Bild- und Bestrahlungsplanungsdaten sowie klinischen Daten automatisiert und standardisiert durchgeführt werden.

Das dritte Ziel war der Nachweis der Machbarkeit solcher automatisierten Auswertungen im Rahmen eines Proof-of-Concept-Projekts. Hierzu wurde eine typische radioonkologische Beispielfragestellung ausgewählt und realisiert. Dabei konnte gezeigt werden, dass mit Hilfe der Forschungsdatenbank und Analyseplattform eine vollständig automatisierte Rezidivanalyse bei Partikeltherapie-Patienten mit einem Gliom durchgeführt werden kann. Das vierte Ziel waren der Einsatz und die Weiterentwicklung der Forschungsdatenbank und Analyseplattform im Rahmen von drei realen radioonkologischen Forschungsprojekten. Im

ersten Projekt konnte gezeigt werden, dass eine patientenübergreifende Dosis-Volumen-Analyse mit Hilfe der Analyseplattform auch für größere Patientenkollektive durchgeführt werden kann. Im zweiten und dritten Projekt konnte gezeigt werden, dass Planvergleichsstudien von zwei bzw. drei verschiedenen Bestrahlungstechniken patientenübergreifend automatisiert und standardisiert durchgeführt werden können.

Diskussion Durch den Einsatz einer Forschungsdatenbank als zentrale Datenquelle wird der Zugriff auf klinische Daten vereinfacht und retrospektive Auswertungen können wesentlich einfacher durchgeführt werden. Von technischer Seite konnte gezeigt werden, dass service-orientierte Technologien auch im Bereich der Bilddatenanalyse der Radioonkologie genutzt werden können. Aufgrund der modularen und standardisierten Systemarchitektur ist der in dieser Arbeit vorgestellte service-orientierte Ansatz erweiterbar und auf beliebige medizinische Bereiche wie z.B. die Radiologie oder Onkologie im Allgemeinen aber auch andere medizinische Fachbereiche übertragbar.

Es konnte aber auch gezeigt werden, dass die Hoffnung, durch sorgfältige Analysen klinischer Routinedaten neue Erkenntnisse zu gewinnen, durch die klinischen Realitäten begrenzt sind. Aus verschiedensten Gründen kann es schwierig sein, auch aus einer großen Datenbasis eine ausreichende Anzahl von Fällen zu extrahieren, um darauf aufbauend statistisch signifikante Auswertungen durchführen zu können. Diese Erkenntnis sollte in Zukunft das Bewusstsein schärfen, wie wichtig eine lückenlose Erfassung der Daten ist. Service-orientierte und workflow-basierte Ansätze werden bisher überwiegend im Bereich der Bioinformatik verwendet, um wissenschaftliche Auswertungen automatisiert durchführen zu können. Es gibt jedoch auch erste Bestrebungen, diese Ansätze auch für die Analyse von medizinischen Bilddaten zu verwenden, bisher jedoch nicht im Bereich der Strahlentherapie. Darüber hinaus ist die Anbindung einer Forschungsdatenbank als zentrale Datenquelle und zugleich Wissensbasis ebenfalls noch neu.

Schlussfolgerung Insgesamt werden retrospektive Analysen von umfangreichen heterogenen Datenbeständen in der Radioonkologie durch die im Rahmen dieser Arbeit entwickelte service-orientierte workflow-basierte Analyseplattform in Kombination mit der zentralen radioonkologischen Forschungsdatenbank wesentlich einfacher, da sowohl die Datenbeschaffung als auch die Datenanalyse automatisiert und zentralisiert und damit vereinheitlicht werden.

In dieser Arbeit wurde ein System geschaffen, mit dem es möglich ist, automatisiert und effizient radioonkologische Daten zu analysieren. Dadurch sinkt der Aufwand für solche Auswertungen drastisch. Somit ist die retrospektive Auswertung umfangreicher radioonkologischer Routinedatenbestände ein Stück näher gerückt und aufwendige Planvergleichsstudien können effizienter durchgeführt werden. Dadurch kann die klassische evidenzbasierte Radioonkologie langfristig durch die retrospektive Analyse umfangreicher radioonkologischer Datenbestände unterstützt werden.