

Hermann Prüm
Dr. sc. hum.

Registrierung porciner CT- und EIT-Thoraxaufnahmen und Verifikation elastischer Registrierungsverfahren zur Atemlagenkorrektur in pulmonalen CT-Aufnahmen mittels intrinsischer Landmarken

Promotionsfach: DKFZ

Doktorvater: Prof. Dr. rer. nat. W. Schlegel

Bildregistrierungsverfahren sind für die medizinische Diagnostik und Therapie unerlässlich geworden. Sie bieten dem behandelnden Mediziner einen deutlichen Erkenntnisgewinn über den Zustand des Patienten und unterstützen die Behandlung. Dies trifft insbesondere im Hinblick auf die Thoraxbildgebung zu, wo derzeit aufgrund der Komplexität der Registrierungsprobleme allerdings noch ein Defizit verglichen mit anderen Organen erkennbar ist. Diese Arbeit beschäftigt sich daher mit Problemstellungen aus dem Bereich der Thoraxbildgebung.

Einmal wird ein Problem der Registrierung von CT-Aufnahmen und EIT-Messungen des Thorax betrachtet. So können intensivmedizinisch betreute Patienten, die maschinell beatmet werden, von der EIT-Bildgebung profitieren, da diese den behandelnden Medizinern Informationen über den funktionalen Zustand der Lunge liefert. Eine Korrelation dieser funktionalen Daten mit einer existierenden CT-Aufnahme des Patienten stellt den Ärzten zusätzliche Informationen über die Lokalisierung möglicher funktionaler Defekte im Hinblick auf die individuelle Patientengeometrie zur Verfügung. Zunächst wird daher ein Verfahren entwickelt, das die Bilddaten von CT und EIT in eine initiale räumliche Korrespondenz bringt, und danach werden zwei Registrierungsverfahren - ein bildbasiertes und ein punktbasiertes - für diese Problemstellung vorgestellt und evaluiert. Während sich das bildbasierte Verfahren als vielversprechender Ansatz darstellt, der noch Weiterentwicklung benötigt, sind die Ergebnisse des punktbasierten Verfahrens bereits gut genug, um von Klinikern akzeptiert zu werden.

Außerdem wird das Problem der Verifikation von elastischen Registrierungsverfahren, insbesondere der Atemlagenregistrierung bei der CT-Bildgebung, betrachtet. Grundsätzlich existiert bis heute keine akzeptierte Standard-Vorgehensweise, um die Registrierungsqualität entsprechender Verfahren zweifelsfrei zu verifizieren. Durchgesetzt hat sich als Quasi-Standard für die Verifikation die Betrachtung einer gewissen Menge an Bilddaten und einer kleinen Menge an manuell gesetzten Landmarken; hierbei mangelt es an einer einheitlichen Datenbank an Bilddaten mit den dazu gehörigen Landmarken in ausreichender Zahl und Qualität.

Daher stellt diese Arbeit eine solche Datenbank vor. Es wurden ein Konzept und ein Softwareassistent zur manuellen Erfassung großer Mengen intrinsischer Landmarken entwickelt. In einer Studie wurde nachgewiesen, dass die Fehlerrate bei der Landmarkenerfassung gegenüber konventionellen Mitteln der Datenerfassung deutlich gesenkt werden konnte. Für das konkrete Problem der Atemlagen-Registrierung wurden CT-Aufnahmen von sieben Schweinen in Inspiration und Expiration unter Laborbedingungen erstellt, und es wurden 36.385 einzelne Landmarken manuell identifiziert. Mit der

Schwellwert-Relevanzmaß-Methode wurde ein Verfahren entwickelt, das aus diesen einzelnen Landmarken für jedes der sieben Bildpaare durchschnittlich 1.086 Landmarkenpaare generiert hat, die qualitativ als gesichert anzusehen sind.

Basierend auf dieser Goldstandard-Datenbank wurden zwei BSpline-Registrierungsverfahren gegenübergestellt, eine Neuentwicklung und ein bestehendes Verfahren. Das Analyseergebnis bestätigt Ergebnisse zur Registrierungsqualität des bestehenden Verfahrens. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Landmarken erforderlich ist, um zu einer belastbaren Aussage über die Qualität des Registrierungsergebnisses zu gelangen.