

**8. Workshop
Automatisierungstechnische
Verfahren für die Medizin vom
20.-21. März 2009 in Berlin**



**„PlugIn basierter Strategie-Manager für
Segmentierungsalgorithmen als Komponente einer
modularen präoperativen Planungssoftware“**

Marc Schlimbach, JürgenWahrburg
Zentrum für Sensorsysteme, Universität Siegen, Siegen, Deutschland
E-Mail: schlimbach@zess.uni-siegen.de

Mostafa El Asmar
Klinikum für Neurochirurgie, Universitätsklinikum Tübingen, Tübingen, Deutschland

Copyright: VDI Verlag GmbH
Band: Fortschritt-Bericht VDI Reihe 17 Nr. 274 „Automatisierungstechnische
Verfahren für die Medizin, 8. Workshop, Tagungsband“
Editors: Thomas Schauer, Henning Schmidt, Marc Kraft
ISBN: 978-3-18-327417-8
Pages: 35-36

PlugIn basierter Strategie-Manager für Segmentierungsalgorithmen als Komponente einer modularen präoperativen Planungssoftware

Marc Schlimbach¹, Mostafa El Asmar², Jürgen Wahrburg¹

¹Zentrum für Sensorsysteme, Universität Siegen, Siegen, Deutschland

²Klinikum für Neurochirurgie, Universitätsklinikum Tübingen, Tübingen, Deutschland

Kontakt: schlimbach@zess.uni-siegen.de

Einleitung

Während der Planung von medizinischen Eingriffen mit rechnerbasierten Planungstools stellt die Segmentierung von Bildbereichen innerhalb dreidimensionaler Bilddaten eine wichtige Aufgabe dar.

Innerhalb des modiCAS-Projekts, das die komplette Kette eines chirurgischen Eingriffs von der Planung bis zum mechatronisch assistierten Eingriff unterstützt, wird die Planungssoftware modiCAS-Planning entwickelt. Der Schwerpunkt in diesem Projekt liegt nicht darin, neue Segmentierungsalgorithmen zu entwickeln, sondern ein Framework bereitzustellen, das sowohl den Anforderungen an eine modulare Planungssoftware gerecht wird, als auch die Umsetzung der Planung mit einem mechatronischen Assistenzsystem unterstützt [1]. In der Literatur ist eine Vielzahl von Algorithmen beschrieben, die mehr oder weniger spezielle Segmentierungsaufgaben unterstützen.

In dieser Arbeit wird eine Schnittstelle zur Verwaltung von Segmentierungsalgorithmen beschrieben, die ein einheitliches Design der Segmentierungsalgorithmen sowie einen modularen Aufbau gewährleistet. Außerdem besteht die Möglichkeit, zur Laufzeit neue Segmentierungsfunktionen über PlugIns nachzuladen, um das aufwändige erneute Übersetzen der kompletten Software zu verhindern.

Die Schnittstelle wurde mit zwei Segmentierungsverfahren getestet. Dabei kam zum einen eine manuelle schichtweise Segmentierung zum Einsatz. Zum anderen wird ein Verfahren vorgestellt, mit dem runde Marker innerhalb eines CT-Datensatzes semiautomatisch segmentiert werden, um anschließend eine Registrierung des CTs mit dem realen Patienten im OP durchzuführen zu können.

Methoden und Materialien

Das hier beschriebene Design setzt sich aus mehreren bekannten Entwurfsmustern aus der Softwaretechnik zusammen [2], dessen Kern das Strategie-Entwurfsmuster bildet (Abbildung 1). Dieses dient dazu, eine Familie von Algorithmen, die die gleiche Aufgabe erfüllen, zu kapseln und sie so austauschbar zu machen.

Bezogen auf die Segmentierungsalgorithmen bedeutet dies eine einheitliche Schnittstelle zu den zu segmentierenden Bilddaten und eine einheitliche Repräsentation der Ergebnisse. Die Bilddaten, auf denen die verschiedenen Algorithmen arbeiten, stellen im Entwurfsmuster den Kontext dar und jeder Segmentierungsalgorithmus eine konkrete Strategie. Die Ergebnisse der Segmentierung werden in

modiCAS-Planning durch ein oder mehrere Oberflächen-Planungsobjekte dargestellt.

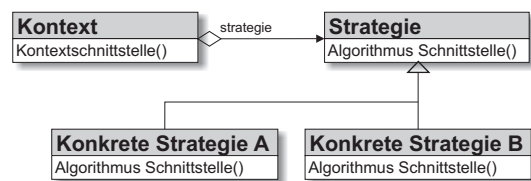


Abb. 1: Allgemeine Darstellung des Strategie-Entwurfsmusters

Durch die Verwendung dieses Entwurfsmusters und der daraus resultierenden einheitlichen Schnittstelle können Segmentierungsalgorithmen in einem Planungsworkflow leicht ausgetauscht werden.

PlugIn basierter Strategie-Manager

In Verbindung mit dem Entwurfsmuster der Objektfabrik und einem PlugIn-Konzept wird die Verwaltung der verschiedenen Strategien vereinfacht und es besteht die Möglichkeit, neue Strategien zur Laufzeit ohne neuen Compilerlauf in die Software zu integrieren.



Abb. 2: StrategieManager für Segmentierungsalgorithmen

Für die Kombination dieser drei Konzepte wird eine Managerklasse wie in Abbildung 2 eingeführt. Diese Klasse führt zur Verwaltung der Strategien eine Liste mit den Klassennamen aller geladenen Strategien und bietet eine Schnittstelle, um neue Strategien zu laden bzw. geladene zu entladen. Weiter erzeugt der Manager mit Hilfe einer Objektfabrik auf Anfrage eine neue Instanz einer gewünschten Segmentierungsklasse und stellt die Verbindung zu den

zu segmentierenden Volumendaten her. Die GUI der verwendeten Segmentierungsstrategien wird ebenfalls von der Managerklasse verwaltet, um eine nahtlose Integration in die GUI der Planungssoftware zu erreichen.

Realisierte Segmentierungsfunktionen

Um das hier vorgeschlagene Design zu prüfen, wurde es innerhalb der Planungssoftware zusammen mit zwei konkreten Segmentierungsstrategien implementiert. Die erste Strategie ist ein allgemein einsetzbares Verfahren und realisiert eine manuelle schichtweise Segmentierung eines Volumendatensatzes. Dazu wird eine GUI angezeigt, auf der schichtweise Konturpunkte gesetzt werden können, aus denen anschließend ein Oberflächenmodell berechnet wird.

Die zweite Strategie hat einen spezielleren Ansatz und dient zur Segmentierung von kugelförmigen Markern in CT-Aufnahmen. Nach der Segmentierung der Marker kann anschließend der benötigte Mittelpunkt berechnet werden. Bei diesem Verfahren handelt es sich um ein semiautomatisches Verfahren, bei dem die Segmentierung teilweise automatisiert abläuft.

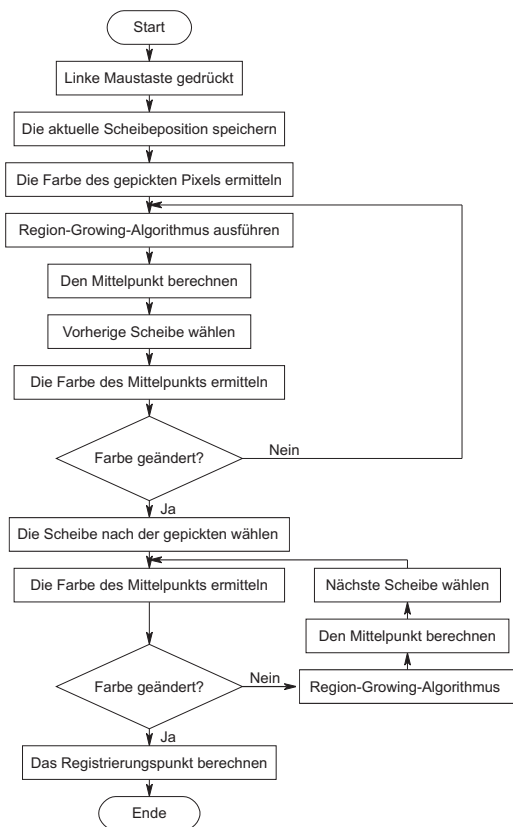


Abb. 3: Ablaufdiagramm des semiautomatischen Segmentierungsverfahrens

Kugelförmige Marker werden bei der Aufnahme von CT-Bilddaten mit einem Sockel am Schädel befestigt. Während des Eingriffs werden diese Kugeln durch Registrierungshilfen, die eine Vertiefung haben, ersetzt. Diese Vertiefung liegt genau an der Stelle des Kugelmittelpunkts. Durch

ein Markieren der Kugelmittelpunkte in den Bilddaten und eine intraoperative Positionsbestimmung der Vertiefungen kann eine Registrierung erfolgen. In einem mechatronisch assistierten System kann diese Registrierung zur Bestimmung eines Zielpunkts oder zur Darstellung der aktuellen Position des chirurgischen Werkzeugs in der präoperativen Planung verwendet werden.

Das Segmentierungsverfahren arbeitet scheibenweise wie im Ablaufdiagramm in Abbildung 3 dargestellt. Zunächst muss vom Benutzer in einer Bildscheibe, in der die Kugel zu sehen ist, ein Pixel der Kugel markiert werden. Anschließend berechnet das Verfahren mit dem Region-Growing-Algorithmus den Mittelpunkt des sichtbaren Kreises der Kugel in der aktuellen Bildscheibe. Dieser Mittelpunkt wird in die nachfolgenden und vorhergehenden Schichten als Startpunkt übertragen. Hat der Startpunkt dort noch den gleichen Grauwert, wie in der Ausgangsscheibe, wird in diesen Scheiben ebenfalls mit dem Region-Growing-Algorithmus der Mittelpunkt bestimmt. Aus den resultierenden Mittelpunkten der einzelnen Bildscheiben, lässt sich anschließend der Mittelpunkt der Kugel berechnen.

Ergebnisse und Diskussion

Durch das hier beschriebene Design, welches auf dem Strategie- und Fabrik- Entwurfsmuster basiert und das die dynamische Erweiterbarkeit durch ein PlugIn-Konzept beinhaltet, werden die geforderten Eigenschaften für die Integration und die Verwaltung von verschiedenen Segmentierungsalgorithmen innerhalb einer Planungssoftware erreicht. Auf diese Weise können je nach Anforderung aufgabenspezifische Segmentierungsalgorithmen in die Software integriert werden. Außerdem werden die Entwicklung und der Test von neuen Algorithmen erleichtert, da hierzu nicht die komplette Planungssoftware überarbeitet werden muss und die Integration automatisch erfolgt. Um das Design zu testen wurde es mit zwei Segmentierungsalgorithmen implementiert.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Da das vorgeschlagene Design mit einem Strategie-Manager eine flexible Verwaltung der Segmentierungsalgorithmen bietet, soll dieses Verfahren auch auf andere Problemfelder innerhalb der Planungssoftware übertragen werden, für die es viele verschiedene Lösungsstrategien gibt. Mögliche Bereiche sind Skalierungsverfahren für Röntgenbilder oder Matching-Algorithmen.

Literatur

- [1] SCHLIMBACH, Marc: Kernmodule und semiautomatische Erweiterungen für eine chirurgische Planungssoftware für die Endoprothetik. In: *Automatisierungstechnische Verfahren für die Medizin*, VDI, 2007, S. 43–44
- [2] ERICH GAMMA, Ralph Johnson John V. Richard Helm H. Richard Helm: *Entwurfsmuster: Elemente wiederverwendbarer objektorientierter Software*. München : Addison-Wesley, 1996