ILabMed-Workstation - Eine Entwicklungsumgebung für radiologische Anwendungen

A. Schenk, J. Breitenborn, D. Selle, T. Schindewolf, D. Böhm, W. Spindler, H. Jürgens, H.-O. Peitgen

MeVis - Centrum für Medizinische Diagnosesysteme und Visualisierung
Universitätsallee 29, 28359 Bremen
Email: andrea.schenk@mevis.de

Zusammenfassung. Die *ILabMed-Workstation* ist eine Entwicklungsumgebung für die medizinische Bildverarbeitung. Basierend auf einer großen Anzahl an Bildverarbeitungsalgorithmen können verschiedenste radiologische Probleme gelöst werden. Das System kann in einfacher Weise um neue Algorithmen erweitert und die individuellen Problemlösungen können mit einer Bedienoberfläche versehen werden. Dies wird in der neu entwickelten Programmiersprache *APrIL* durchgeführt, die durch eine interpretierte Ausführung kurze Entwicklungszyklen ermöglicht.
Die ILabMed-Workstation wird am Centrum für Medizinische Diagnosesysteme und Visualisierung zur Entwicklung von radiologischen Anwendungsprojekten u.a. im Bereich der präoperativen Planung der Leberchirurgie eingesetzt.

Schlüsselwörter: Entwicklungsumgebung, Computer Assisted Surgery, Software Engineering, Gefäßerkennung, Visualisierung

1 Einleitung

In den letzten Jahren hat der Einsatz der computerunterstützten Bildverarbeitung in der Medizin eine immer größere Bedeutung erlangt. Gleichzeitig nehmen die Komplexität der Algorithmen und der Bedienungsaufwand zur Lösung der vielfältigen medizinischen Fragestellungen zu.

Ein modulares Bildverarbeitungssystem, das Teilaufgaben in einzelnen Komponenten realisiert, die sich entsprechend der speziellen Problematik kombinieren und erweitern lassen, stellt ein geeignetes flexibles Konzept zur Entwicklung medizinischer Anwendungsprogramme dar. Dieses System bietet idealerweise auch eine Möglichkeit zum Bau graphischer Benutzungsschnittstellen an, um den Bedienkomfort zu erhöhen und um Akzeptanzprobleme bei der Verwendung im klinischen Alltag zu verringern.

Die *ILabMed-Workstation* ist ein Bildverarbeitungssystem, das dieses Konzept realisiert und den Entwicklungsprozeß, angefangen von der Programmierung neuer Bildverarbeitungsalgorithmen über deren Verknüpfung mit weiteren sogenannten *Operatoren* in Bildverarbeitungsnetzwerken bis hin zur Erstellung von leicht bedienbaren Benutzungsoberflächen, unterstützt.

2 Die ILabMed-Workstation

Die Basisplattform der ILabMed-Workstation wird seit 1993 am Centrum für Medizinische Diagnosesysteme und Visualisierung auf Silicon Graphics Workstations entwickelt, und eine erste Version wurde 1995 auf dem 3. Freiburger Workshop vorgestellt [1]. Seitdem ist das System kontinuierlich weitergeführt und verbessert worden. Im folgenden werden die bisherigen Komponenten zusammengefaßt und die neuesten Entwicklungen präsentiert.

2.1 Die Systemkomponenten

Die ILabMed-Workstation stellt mehr als 200 Bildverarbeitungsalgorithmen, Datei-Operationen und Visualisierungswerkzeuge zur Verfügung. Diese lassen sich innerhalb einer graphischen Oberfläche interaktiv zu Bildverarbeitungsnetzwerken verknüpfen.

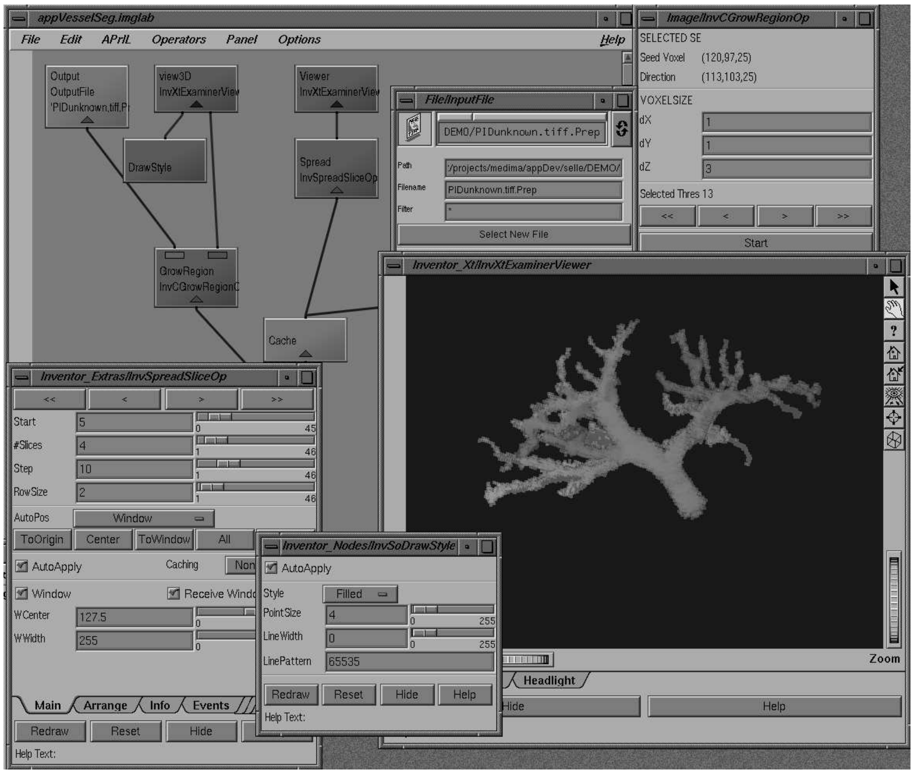

Abb. 1. Ein Bildverarbeitungsnetzwerk mit Operatoren und deren Schnittstellen

Weitere problemspezifische Algorithmen lassen sich innerhalb der Entwicklungsumgebung mit der neu entwickelten Programmiersprache APrIL oder auch in C++ implementieren und integrieren.

Bei komplexen Problemen enthalten die Bildverarbeitungsnetzwerke eine große Anzahl an Operatoren, deren eigene vielfältige Parameter auf separaten Benutzungsschnittstellen kontrolliert werden. Dies kann die Bedienung aufwendig machen und erfordert neben der Kenntnis des Datenflusses auch die Übersicht über die Lage der Bedienfelder (Abb. 1).

Innerhalb der ILabMed-Workstation kann diese Komplexität reduziert werden, indem in der Programmiersprache APrIL ein einziges Benutzungsinterface implementiert wird. Dazu können sowohl die schon vorhandenen Bedienelemente der benutzten Operatoren kopiert als auch neue Oberflächenelemente hinzugefügt werden. Auf diese Weise können zahlreiche Parameter vorbelegt werden und erscheinen ebenso wie andere nicht benötigte Bedienfelder nicht mehr auf der dann übersichtlichen und benutzerfreundlichen Oberfläche (Abb. 2).

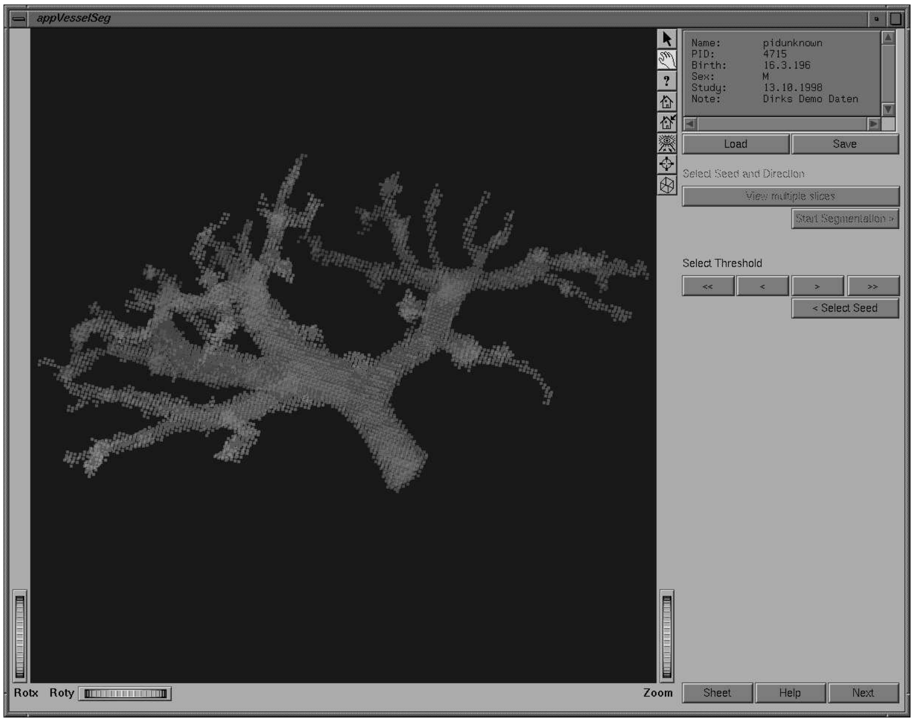

Abb. 2. Benutzerfreundliche Bedienoberfläche zum Netzwerk von Abb. 1

Eine zusätzliche Hilfestellung und Führung durch die Applikation erlaubt ein HTML-Browser. In diesem Fenster können sowohl Hilfetexte angezeigt als auch einzelne oder komplexe Bedienschritte über HTML-Links ausgelöst werden. Damit ergibt sich die Möglichkeit, die Applikation um ein interaktives Demonstrations- bzw. Lernprogramm zu erweitern.

Soll speziell eine größere, aus mehreren sequentiellen Arbeitsschritten bestehende Applikation aufgebaut werden, läßt sich auch der Workflow mit Hilfe von APrIL steuern. Dies ermöglicht eine genaue Kontrolle des Datenflusses und einen besseren Anwendungskomfort.

2.2 Die Programmiersprache APrIL

Eines der Hauptwerkzeuge der ILabMed-Workstation ist die neu entwickelte, objektorientierte Programmiersprache APrIL (Application Programming Interface Language). Sie stellt mit ihrer C++ ähnlichen Syntax und zahlreichen an den Applikationsbau angepaßten Methoden ein schnell erlernbares und mächtiges Hilfsmittel zur Implementierung von Bildverarbeitungsalgorithmen und zur Erstellung von graphischen Benutzungsschnittstellen dar. Durch die Ausführung des APrIL-Codes in einem interpretierten Modus reduziert sich die benötigte Zeit der Entwicklungszyklen. Innerhalb der ILabMed-Workstation wird dieser Modus durch die automatische Generierung von C++ Sourcen, Header- und Makefiles ergänzt und ermöglicht so die abschließende Kompilierung. Alternativ kann die Implementierung auch direkt in C++ erfolgen.

3 Das Anwendungsbeispiel HepaVision

HepaVision ist ein komplexes Anwendungssystem zur präoperativen Planung in der Leberchirurgie. Es beruht auf Algorithmen, die im Centrum für Medizinische Diagnosesysteme und Visualisierung entwickelt wurden [2, 3] und beinhaltet alle Schritte, die zur Segmenteinteilung der Leber und zur Volumetrie von Leber und Tumoren nötig sind.
Im einzelnen sind dies die Komponenten

Datei-Import	Laden von Daten über eine DICOM-Schnittstelle und Einlesen von ACR-Nema, Tiff und anderen Dateiformaten
Region of Interest	Ansicht der Daten in drei Raumrichtungen und Auswahl einer ROI
Segmentierung	Halbautomatische Segmentation von Objekten im zwei- oder dreidimensionalen Datensatz
Volumetrie	Berechnung der Volumina von Leber und Tumoren mit Hilfe der Wasserscheidentransformation [4]

Gefäßanalyse	Auf Skelettierung beruhende Auswertung des Gefäßsystems der Leber
Segmenteinteilung	Modellbasierte Bestimmung der Lebersegmente und deren farbliche Markierung
Visualisierung	Objektbasierende Graphik mit 3D-Rendering und Surface-Shaded-Displays.

Realisiert wurde die Applikation innerhalb der ILabMed-Workstation durch mehrere Bildverarbeitungsnetzwerke und eine in APrIL programmierte Benutzungsschnittstelle. Ebenfalls in APrIL wurde der die einzelnen Teilschritte verbindende Workflow umgesetzt, der u.a. die automatische Weitergabe von Informationen des aktuellen Datensatzes möglich macht.

4 Zusammenfassung

Die ILabMed-Workstation ermöglicht nur mit Kenntnis der C++ ähnlichen Programmiersprache APrIL eine schnelle Entwicklung von neuen Bildverarbeitungsalgorithmen und Benutzungsschnittstellen für Applikationsprototypen. Mit diesen neuen Tools und der Bildverarbeitungsbasis, die die ILabMed-Workstation bietet, lassen sich auch sehr spezielle radiologische Fragestellungen bearbeiten und erfüllen somit den Wunsch nach einem umfassenden Werkzeug für die medizinische Bildverarbeitung.

Literatur

1. T. Netsch, S. Dachwitz, H. Jürgens: ILab - Eine interaktive Programmierumgebung für die medizinische Bildverarbeitung. Digitale Bildverarbeitung in der Medizin, Tagungsband zum 3. Freiburger Workshop, 1995, S. 1-7.
2. C.J.G. Evertsz, H. Jürgens, H.-O. Peitgen, D. Selle, W. Spindler, C. Zahlten, K.-J. Klose, R. Leppek: Segmenteinteilung der Leber: Operationsplanung, Therapieüberwachung und Anatomie. Mathematik - Schlüsseltechnologie für die Zukunft, Verbundprojekte zwischen Universität und Industrie. K.-H. Hoffmann, W. Jäger, T. Lohmann, H.Schunck (Hrsg.). Springer Verlag, Berlin 1997, S.421-434.
3. D. Selle, T. Schindewolf, C.J.G. Evertsz, H.-O. Peitgen: Quantitative Analysis of CT Liver Images. Proc. First International Workshop on Computer-Aided Diagnosis. Chicago, Illinois, September 20-23, 1998 (in press).
4. S. Wegner, D. Stalling, H.C. Hege, H. Oswald, E. Fleck: Die 3D-Wasserscheidentransformation auf Graphebene - eine Anwendung für die Hyperthermieplanung. Digitale Bildverarbeitung in der Medizin. Tagungsband zum 5. Freiburger Workshop, 1997, S. 31-36.