Informatik-Fachberichte

Herausgegeben von W. Brauer
im Auftrag der Gesellschaft für Informatik (GI)

51

Guido Pfeiffer

Erzeugung interaktiver Bildverarbeitungssysteme im Dialog

Konzepte, Entwurf und Implementierung eines Dialogsystems für die Bildverarbeitung in der Medizin

Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York 1982

Autor

Guido Pfeiffer
Deutsches Elektronen-Synchroton
Notkestraße 85, 2000 Hamburg 52

AMS Subject Classifications (1979): 68B99
CR Subject Classifications (1981): 4.12, 4.22

ISBN-13:978-3-540-11181-8 e-ISBN-13:978-3-642-68352-7
DOI: 10.1007/978-3-642-68352-7

This work is subject to copyright. All rights are reserved, whether the whole or part of the material is concerned, specifically those of translation, reprinting, re-use of illustrations, broadcasting, reproduction by photocopying machine or similar means, and storage in data banks. Further, storage or utilization of the described programms on date processing installations is forbidden without the written permission of the author. Under § 54 of the German Copyright Law where copies are made for other than private use, a fee is payable to "Verwertungsgesellschaft Wort", Munich.

© by Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1982

2145/3140 – 5 4 3 2 1 0

VORWORT

Die Informatik ist eine noch vergleichsweise junge Wissenschaft, die aber bereits vielfältige Anwendung in den unterschiedlichsten Bereichen findet. In der Medizin hat sie eines ihrer vielseitigsten, aber auch schwierigsten Anwendungsgebiete. In den letzten Jahren ist ein starkes Eindringen von Informatikmethoden in fast alle Zweige der Medizin zu beobachten. Es gibt kaum eine medizinische Disziplin, für die nicht in irgendeiner Form eine Informatikanwendung beschrieben wurde.

Der Aufbau leistungsfähiger, in der Routine einsetzbarer informationsverarbeitender Systeme stösst in der Praxis jedoch häufig auf Schwierigkeiten, die in den Eigenarten des Gebietes Medizin begründet sind. Nichttriviale medizinische Probleme sind meistens durch hohe Komplexität und schwere Formalisierbarkeit gekennzeichnet. Generelle Lösungen in dem Sinne, dass ein informationsverarbeitendes System aus einer formalen Beschreibung einer nichttrivialen medizinischen Fragestellung automatisch eine korrekte Lösung erzeugt, sind in absehbarer Zeit nicht zu erwarten.

Erfolgversprechender erscheint der Ansatz, die Anwendung der Informatik in der Medizin auf einwandfrei formalisierbare Problemstrukturen zu beschränken, hierfür Lösungsmethoden zu erarbeiten und diese den anderen, in der Medizin bereits vorhandenen, nicht auf der Informatik beruhenden Methoden hinzuzufügen. Die eigentliche Durchdringung des medizinischen Problems verbleibt beim Arzt, seinem Fachwissen und seiner richtigen Anwendung der Gesamtheit der bereitstehenden Methoden.

Bei Letzterem kann die Informatik keine Hilfestellung geben. Sie kann jedoch - soweit Methoden der Informatik angewandt werden - diese in einer für den Arzt geeigneten Form zur Verfügung stellen. Die Methodik der Problemlösung in der Medizin ist weitgehend durch die Form des Dialogs gekennzeichnet. Deshalb ist es naheliegend, die Entwicklung informationsverarbeitender Methoden auf der Basis der in der Informatik bekannten Dialogsysteme zu versuchen.

An dieser Stelle setzt die vorliegende Arbeit ein. In unserer Forschungsgruppe wird derzeit in einem grösseren Projekt ein allgemeines medizinisches Bildverarbeitungssystem aufgebaut. Auf diesem Gebiet erweist sich die Übertragung informationsverarbeitender Methoden auf medizinische Fragestellungen als besonders erfolgreich. Als ein Teil des Gesamtprojektes war unter anderem eine geeignete Grundlage für ein Softwaresystem zu entwickeln, und daraus entstand das Dialogsystem XDS, dessen wesentlichen Konzepte in dieser Arbeit vorgestellt und diskutiert werden.

Der Anlass für die Entwicklung des Systems XDS basiert zwar auf speziellen Bedürfnissen der medizinischen Anwendung, seine Anwendungsmöglichkeit ist jedoch keineswegs auf den Bereich der Medizin und nicht einmal ausschliesslich auf den Bereich der Bildverarbei-

tung beschränkt. In XDS treten keine typisch medizinischen Sprachkonstruktionen auf. Ebensowenig wie etwa die Röntgentechnik eine eigene Erfindung der Medizin war, leistet die Medizin einen eigenständigen Beitrag zur Entwicklung von Programmier- oder Dialogsprachenkonzepten in der Informatik. Das medizinische Umfeld definiert lediglich charakteristische Randbedingungen, denen das System genügen muss bzw. steckt den Rahmen ab, in dem die Systementwicklung zu erfolgen hat. Diese sollte sich dann jedoch ausschliesslich an den Prinzipien und Erkenntnissen der Informatik orientieren. Da in vielen anderen Bereichen vergleichbare Randbedingungen vorliegen, können deshalb die in dieser Arbeit vorgestellten Konzepte und Überlegungen durchaus auch im nicht medizinischen Bereich interessant sein.

ZUSAMMENFASSUNG

Im vorliegenden Bericht wird ein allgemeines Dialogsystem für den Aufbau dedizierter, interaktiver Bildverarbeitungssysteme beschrieben. Die Motivation für die Entwicklung des Systems ergab sich aus der Aufgabe, Methoden der Informatik, insbesondere der Bildverarbeitung auf medizinische Problemkreise anzuwenden. Für dieses Anwendungsgebiet der Informatik werden exemplarisch Konzepte, sowie der Entwurf und die Implementierung des Dialogsystem XDS dargestellt und diskutiert.

Ausgehend von typischen, durch das medizinische Umfeld vorgegebenen Randbedingungen und der Kritik an existierenden Systemlösungen wird die Notwendigkeit eines flexiblen, allgemeinen Dialogsystems begründet. Grundlage sind die bekannten Dialogsprachen, die in ihrer gegenwärtigen Form jedoch nicht allen Anforderungen der Bildverarbeitung genügen. Drei Kriterien sind - neben anderen - bei der Entwicklung eines Bildverarbeitungssystems in besonderem Masse zu beachten: Anpassung an Effizienzforderungen, an heterogene Hardware und Anwendungen und Anpassung an verschiedenartige Benutzergruppen.

Da die geforderte Effizienz mit der in Dialogsprachen üblichen interpretativen Ausführung allein nicht zu erzielen ist, wird eine Aufteilung in unterschiedliche Sprachebenen eingeführt: Interpretation im Dialog, Compilation von Dialogprogrammen und effiziente maschinennahe Programmmierung. Letzte Ebene ist durch die neu entwickelte Implementierungssprache SIMPL11 realisiert, die auch zur Implementierung des Systems selbst dient.

Um eine Anpassung an unterschiedliche Hardware und Anwendungen zu gewährleisten, sind Systemerweiterungsmöglichkeiten notwendig. Ein unvollständiger aber allgemeiner Systemkern wird durch eine spezielle Hülle zu dem jeweiligen Anwendungssystem ergänzt. Ein zentrales Problem ist dabei die Kopplung von Kern und Hülle, die - um eine einfache Anpassung zu erreichen - ohne Eingriffe in das Kernsystem erfolgen soll. Deswegen werden alle in der jeweiligen Anwendungshülle enthaltenen Objekte als "externe Datenobjekte" bzw. "externe ausführbare Objekte" definiert. Hierdurch lassen sich Systemerweiterungen bzw. -änderungen relativ einfach über die Anwendungshülle - ohne Eingriff in das Kernsystem - durchführen.

Zur Beschreibung von Steuerungsfunktionen aller Art, vornehmlich von Hardwarekomponenten und Betriebsystemdienstleistungen wird ein allgemeines Kommandokonzept entwickelt. Es gestattet einen sehr flexiblen Aufbau benutzerfreundlicher und problemorientierter Kommandostrukturen.

Als Beispiel für die Möglichkeiten von XDS wird der Aufbau anwendungsorientierter Systemumgebungen demonstriert. Im Vordergrund steht dabei die Integration spezieller technologischer Komponenten, wie Sichtgeräten, Bildschirm-Interaktionsgeräten und die Erzeugung einer Menu-Technik. Zum Abschluss werden die Grundzüge der bei der Implementierung des Systemkerns verwendeten Konzepte diskutiert.

DANKSAGUNG

Diese Arbeit entstand im Rahmen der Zusammenarbeit des Deutschen Elektronen-Synchrotrons DESY mit dem Universitätskrankenhaus Hamburg-Eppendorf (UKE). Dem Betreuer dieser Zusammenarbeit Herrn Prof. Dr. K.H. Höhne danke ich für die Anregung zu dieser Arbeit und deren fortlaufende Unterstützung. Gleichermassen gilt mein Dank Herrn Prof. Dr. H. Schopper, stellvertretend für das Direktorium des Deutschen Elektronen-Synchrotrons für die tatkräftige Förderung des DESY/UKE-Projektes.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. W. Brauer, der die Arbeit von der Informatikseite betreut hat, für die vielen Anregungen, steten Ermunterungen und fruchtbaren Diskussionen.

Herrn Prof. Dr. I. Kupka danke ich für wertvolle Hinweise und Hilfestellungen während der Entstehungsphase der Arbeit.

Herrn Dr. D. P. Pretschner von der Medizinischen Hochschule Hannover (Abt. Nuklearmedizin) danke ich für die interessante und fruchtbare Zusammenarbeit beim Aufbau eines interaktiven Systems für die nuklearmedizinische Anwendung.

Den Mitgliedern unserer Forschungsgruppe danke ich für viele Diskussionen und Anregungen, insbesondere Herrn M. Böhm, Herrn K.Dahlmann und Herrn Dr. W.-R. Dix danke ich für die kritische Durchsicht des Manuskripts.

I N H A L T

EINLEITUNG 1

ÜBERSICHT 5

1. Allgemeine Aspekte der Bildverabeitung in der Medizin 7

1.1 Informatik in der Medizin 7
1.2 Probleme von Informatikanwendungen in der Medizin 9
1.3 Die Bedeutung des Dialogs in der medizinischen Diagnostik 11
1.4 Bildverarbeitung in der Medizin 12

1.4.1 Bildinformation in der Medizin 12
1.4.2 Struktur existierender Bildverarbeitungs-systeme 16

1.5 Anforderungen an ein interaktives System für die Bildverarbeitung in der Medizin 19

1.5.1 Randbedingungen aus der Sicht der medizinischen Anwendung 19
1.5.2 Ziele für den Aufbau eines Bildverarbeitungs-sytems in der Medizin 22

2. Konzepte von Dialogsystemen 24

2.1 Der Begriff "Dialogsystem" 24
2.2 Einteilung von Dialogsystemen 25
2.3 Eigenschaften von Dialogsprachen 29

2.3.1 Schichtenmodell 29
2.3.2 Programmierung im Dialog 31

2.3.2.1 Vergleich mit der Stapelverarbeitung 31
2.3.2.2 Interaktive Programmausführung 32
2.3.2.3 Interaktive Programmentwicklung 33

2.3.3 Ausführungstechniken 35

2.3.3.1 Interpretation / Compilation 35
2.3.3.2 Ausführungstechniken in Dialogsprachen 36

2.4 Existierende Dialogsysteme in der Medizin 38

2.4.1 MUMPS 38
2.4.2 Dialogsysteme in der medizinischen Bildverarbeitung 39

2.5 Wertung interaktiver Programmiersysteme 40

2.5.1 Grenzen von Dialogsprachen 40
2.5.2 Die Aufgabe von Dialogsprachen in der Bildverarbeitung 42

3. Entwurfskriterien für das zu entwickelnde Dialogsystem 44

3.1 Systemerweiterungen 44

3.1.1 Offenheit des Dialogsystems 45
3.1.2 Integration von Steuerungsfunktionen 46
3.1.3 Integration dedizierter Hardware 46
3.1.4 Abgrenzung zu erweiterbaren Sprachen 47

3.2 Effizienz 48
3.3 Dialogsprachenkern und Programmiertechnik 51

3.3.1 Berücksichtigung der Unterschiede zwischen interaktiver Arbeitsweise und Programmierung 51
3.3.2 Kriterien für den Dialogsprachenkern 52

4. Allgemeine Struktur des Dialogsystems XDS 54

4.1 Sprachebenen 54

4.1.1 Niedere Programmiersprache (SIMPL11) 57
4.1.2 Einbettung der niederen Programmiersprache SIMPL11 in die Dialogumgebung 58

4.1.2.1 Externe Programmobjekte 59
4.1.2.2 Externe Datenobjekte 60

4.2 Konsequenzen aus der Aufteilung in Sprachebenen 61

4.2.1 Benutzergruppen und Sprachebenen 61
4.2.2 Aufteilung des Anwendungssystems in Kern und Hülle 63

5. Elemente des Dialogsprachenkerns 64

5.1 Programmiersprachenelemente 65

5.1.1 Datenobjekte 65

5.1.1.1 Elementare Datenobjekte 65
5.1.1.2 Zusammengesetzte Datenobjekte 67
5.1.1.3 Bildverarbeitungsorientierte Datenobjekte 69

5.1.1.4 Deklaration von Objekten 70
5.1.1.5 Aktuelle Datenobjekte 71
5.1.1.6 Externe Datenobjekte 72

5.1.2 Kontrollstrukturen 72

5.1.2.1 Schleifen 73
5.1.2.2 Bedingungen 76
5.1.2.3 Sprünge 77

5.1.3 Ausdrücke 77

5.1.3.1 Auswertung von Ausdrücken 77
5.1.3.2 Zuweisung 78
5.1.3.3 Arbeitsoperand 78

5.1.4 Konversion von Datentypen 80

5.2 Ausführbare Objekte 82

5.2.1 Ausführungsoperator 82
5.2.2 Strings als ausführbare Objekte 82
5.2.3 Prozeduren 83

5.2.3.1 Prozedur-Deklaration 83
5.2.3.2 Prozeduraufruf 85

5.2.4 Kommandos 87

5.2.4.1 Der Kommandobegriff 87
5.2.4.2 Kommando-Deklaration 90
5.2.4.3 Bedeutung der Kommandos in XDL 93

5.2.5 Externe Prozeduren und Kommandos 93
5.2.6 Diskussion der Ausführungsebenen 93

5.3 Reflexivität 95

5.3.1 Reflexive Prozeduren 95
5.3.2 Reflexive Kommandos 96

5.4 Interaktivitäten 98

5.4.1 Direkte / Indirekte Ausführung 98
5.4.2 Ausführungsunterbrechung 98
5.4.3 Programmerzeugung (Editierung) 99
5.4.4 Aktuelle Eingaben 100
5.4.5 Dialog-Protokollierung 102

6. Erzeugung anwendungsorientierter Systemumgebungen 104

6.1 Aufbau einer interaktiven Systemumgebung
für die angiographische Bildverarbeitung 104

6.1.1 Sichtgeräte 105

6.1.1.1 Graphische Kommandos 106
6.1.1.2 Sichtgeräte-Dateien 108
6.1.1.3 Integration graphischer Funktionen 108

6.1.2 Menu-Technik 109

6.1.2.1 Menus in interaktiven Systemen 109
6.1.2.2 Erzeugung von Menus 111
6.1.2.3 Berührungsfelder 113
6.1.2.4 Funktionstasten 115

6.1.3 Interaktion mit dem Bildschirm 115

6.1.3.1 Arten von Interaktionen 115
6.1.3.2 Integration von Rollkugel und Lichtgriffel 116

6.2 Erzeugung kommandoverarbeitender Systeme 118
6.3 Aufbau eines einfachen Betriebssystems 121

7. Implementierung 124

7.1 Implementierung von XDS 126

7.1.1 XDL-Interpreter 127
7.1.2 Objekt-Repräsentation 128
7.1.3 Speicherverwaltung 128

7.2 Implementierung der Anwendungshülle 130

7.2.1 Menu-Technik 130

7.3 Technische Daten 133

8. Schlussfolgerungen 134

A N H A N G
==========

Syntax von XDL 137

Literaturverzeichnis 147
==========