Informatik

Frank Friedrich

Eine Benutzerschnittstelle zur vagen Regelgenerierung für medizinische Diagnosen

Diplomarbeit

GRIN

BEI GRIN MACHT SICH IHR WISSEN BEZAHLT

- Wir veröffentlichen Ihre Hausarbeit, Bachelor- und Masterarbeit

- Ihr eigenes eBook und Buch - weltweit in allen wichtigen Shops

- Verdienen Sie an jedem Verkauf

Jetzt bei www.GRIN.com hochladen und kostenlos publizieren

GRIN

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de/ abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlages. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Impressum:

Copyright © 1998 GRIN Verlag
ISBN: 9783638100939

Dieses Buch bei GRIN:

https://www.grin.com/document/134

Frank Friedrich

Eine Benutzerschnittstelle zur vagen Regelgenerierung für medizinische Diagnosen

GRIN Verlag

GRIN - Your knowledge has value

Der GRIN Verlag publiziert seit 1998 wissenschaftliche Arbeiten von Studenten, Hochschullehrern und anderen Akademikern als eBook und gedrucktes Buch. Die Verlagswebsite www.grin.com ist die ideale Plattform zur Veröffentlichung von Hausarbeiten, Abschlussarbeiten, wissenschaftlichen Aufsätzen, Dissertationen und Fachbüchern.

Besuchen Sie uns im Internet:

http://www.grin.com/

http://www.facebook.com/grincom

http://www.twitter.com/grin_com

Diplomarbeit

Eine Benutzerschnittstelle zur vagen Regelgenerierung für medizinische Diagnosen

von
Frank Friedrich

Johann Wolfgang Goethe - Universität Frankfurt am Main
Fachbereich Informatik
Neuroinformatik und Parallele Systeme
Betreuer: PD Dr. Rüdiger Brause

Erklärung:

Ich versichere, daß die vorliegende Arbeit von mir selbstständig und ohne fremde Hilfe angefertigt wurde. Alle verwendeten Quellen sind im Literaturverzeichnis aufgeführt.

Frankfurt am Main, dem 15. April 1998

(Frank Friedrich)

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 1
1.1 Motivation und Zielsetzung 1
1.2 Übersicht der Gliederung 2

2 Grundlagen 4
2.1 Benutzerschnittstellen 4
2.1.1 Einführung 4
2.1.2 Benutzeranalyse 6
2.1.3 Mentales Modell 7
2.1.4 Gestaltungsrichtlinien 8
2.1.5 Maskendesign 12
2.2 Medizinische Begriffe 14
2.2.1 Begriffe der klinischen Chemie 15
2.2.2 Das Referenzwert-Konzept 16
2.3 Vage Mengen 18
2.3.1 Einführung 18
2.3.2 Grundbegriffe der Fuzzy-Mengen 20
2.3.3 Linguistische Regeln 22
2.3.4 Zugehörigkeitsfunktionen 27
2.3.5 Praktische Erfahrungen mit Fuzzy-Regeln 30
2.4 Neuronale Netze 31
2.4.1 Grundlagen neuronaler Netze 31
2.4.2 RBF-Netze 33
2.4.3 Neuronale Netze und Fuzzy-Logik 35

3 Ein Konzept zur Benutzerschnittstelle 37
3.1 Zielsetzung und Übersicht 37
3.1.1 Anforderungen 39
3.1.2 Ein einführendes Beispiel 40
3.1.3 Struktur der Beispieldatensätze 45
3.1.4 Form der Fuzzy-Regel für Diagnosen 46
3.1.5 Der Zusammenhang zwischen Beispieldaten und Fuzzy-Regeln 48
3.2 Elemente der Benutzeroberfläche 48
3.2.1 Benutzeranforderungen 48
3.2.2 Die Beispieldaten 49
3.2.3 Eingangsvariablen, Terme und Zugehörigkeitsfunktionen 50
3.2.4 Ausgangsvariablen 54
3.2.5 Funktionalität zum Bearbeiten der Eingangs- und Ausgangsvariablen . . . 55
3.2.6 Eingabe einer Regel 55
3.2.7 Interne Regelpräsentation 60
3.2.8 Anordnung der Regeln 61
3.2.9 Ausgabe einer Regel mit vagen Intervallen 62
3.2.10 Ausgabe einer Regel mit linguistischen Termen 63
3.2.11 Ein neues Verfahren zur linguistischen Approximation 71
3.2.12 Darstellung und Reduzierung der Regelbedingungen 79
3.2.13 Optimierung und Reduzierung der Regeln 80
3.2.14 Generieren der Regeln 81

3.2.15 Generelle Funktionalität der Benutzeroberfläche 81
3.3 Kommunikationsprotokoll 82
3.4 Regelgenerierungsmethoden 84
3.4.1 RBF-Netzen zur Regelgenerierung 85
3.4.2 DDA-RBF-Verfahren 86
3.4.3 DDA-RecBF-Verfahren 88
3.4.4 Regelintegration 88
3.4.5 Regelextraktion 88

4 Implementierungskonzept und Gestaltungsideen 89
4.1 Allgemeines 89
4.2 Benutzeroberfläche 90
4.2.1 Maximale Größe einer Bildschirmmaske 90
4.2.2 Das Dokumenten-Konzept 90
4.2.3 Zuordnen der Bezeichner zu den Beispieldaten 91
4.2.4 Eingeben einer Meßgröße und der Meßbereichkategorien 93
4.2.5 Eingabe einer Diagnose 94
4.2.6 Eingabe einer Regel 94
4.3 Regelgenerierungsmethoden 98
4.4 Kommunikationsprotokoll 98

5 Eine Beispielanwendung: Die Diagnose von Lebererkrankungen 99
5.1 Einführung 99
5.2 Beispieldaten 99
5.3 Regelgenerierungsverfahren 100
5.4 Die gelernten Regeln 101
5.5 Laufzeitverhalten 101

6 Zusammenfassung und Ausblick 102

7 Literaturverzeichnis 105

8 Anhänge 108
Anhang A: Header File der Schnittstelle 108
Anhang B: Erläuterungen zu den Meßgrößen der Beispielanwendung 109
Anhang C: Ergebnis der Beispielanwendung (linguistische Regeln) 111
Anhang D: Ergebnis der Beispielanwendung (“exakte” Regeln) 112
Anhang E: Weitere Bildschirmmasken 113

1 Einleitung

1.1 Motivation und Zielsetzung

Medizin ist ohne eine umfassende und sorgfältig geplante Erhebung und Verarbeitung von Informationen nicht möglich. Beispielsweise ist in Krankenhäusern eine adäquate Informationslogistik wesentlich für die Qualität der Patientenversorgung, oder eine adäquate Präsentation und systematische Aufbereitung von Bild- und Biosignalbefunden relevant für die diagnostische und therapeutische Entscheidungen. Von entsprechender Wichtigkeit ist eine systematische Repräsentation von ärztlichem Wissen über die Diagnostik und Therapie von Erkrankungen und der Aufbau von Wissensbanken zur Entscheidungsunterstützung des Arztes [Trampi+92].

Oft fehlen zur diagnostischen Entscheidung bei ähnlichen Krankheitsbildern von unterschiedlichen Krankheiten Regeln, oder das Krankheitsbild kommt bei der Krankheit selten vor und gerät somit beim Arzt bzgl. der Zuordnung dieses Krankheitsbild zur Krankheit in Vergessenheit. Das Vorhandensein von Regeln zur Diagnose aus medizinischen Daten[1] würde eine Differentialdiagnose[2] enorm unterstützen. Regeln für medizinische Diagnosen bieten objektive Kriterien zur Diagnose, so daß ausgefallene individuelle Interpretationsergebnisse, z.B. durch das Vergessen von seltenen Krankheitsbildern bei Krankheiten, vermieden werden können. Die Regeln können ebenfalls verwendet werden, um Wissensbanken von Expertensystemen zu füllen. Regeln für medizinische Diagnosen gewährleisten somit eine verbesserte oder zumindest eine konstante Qualität bei der medizinischen Versorgung.

In dieser Arbeit wird ein Konzept für eine **Benutzerschnittstelle zur vagen Regelgenerierung für medizinische Diagnosen** entwickelt. Das Konzept wird anschließend in ein Anwendungsprogramm ("**Analyst**") umgesetzt. Ziel des Konzepts ist, daß für medizinisches Personal Regeln für Diagnosen aus medizinischen Daten automatisch generiert werden. Auch bereits bekannte Regeln für Diagnosen können vom Benutzer eingegeben und vom System bei der Regelgenerierung mitberücksichtigt werden.

Regeln können durch Angabe von Intervallen (*WENN Blutzucker in [200 - 400] mg/dl DANN Diabetes Mellitus*) oder linguistisch (*WENN Blutzucker hoch DANN Diabetes Mellitus*) eingegeben bzw. dargestellt werden.

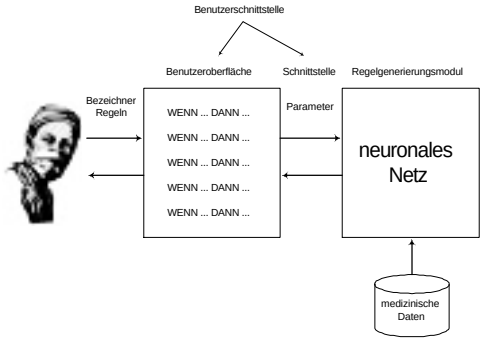

Abb. 1: Benutzerschnittstelle zur vagen Regelgenerierung

---

[1] In dieser Arbeit fallen unter den Begriff *medizinische Daten* Labordaten, Biosignaldaten (wie EEG, EKG, EMG, usw.) und Anamnesedaten.

[2] *Differentialdiagnose*: Unterscheidung und Abgrenzung einander ähnlicher Krankheitsbilder.

Die Arbeit mit einem Software-System kann zu erheblichen Arbeitsbelastungen führen. Ist beispielsweise die Dateneingabe zu umständlich oder beurteilt der Anwender das Software-System als “unbrauchbar”, so wird die Anwendung erst gar nicht eingesetzt. Eine gute Arbeitsmotivation und eine gute Benutzerakzeptanz der Software hängt zu einem bedeutenden Teil von der Qualität der Benutzeroberfläche ab. Bei der Konzeption und Implementierung einer Benutzerschnittstelle müssen daher arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse der Software-Ergonomie einfließen. Ein nach softwareergonomischen Grundsätzen ausgerichtetes Dialogsystem trägt dazu bei sowohl die Arbeitsproduktivität als auch die Arbeitszufriedenheit der Anwender zu verbessern. Aus diesen Gründen wurde in dieser Arbeit besonders Wert auf die Gestaltung einer medizinergerechten Benutzeroberfläche gelegt.

Ein weiteres Problemfeld bildet die automatische Diagnose. In dieser Arbeit wurde für die Analyse der Daten das Paradigma der künstlichen neuronalen Netze eingesetzt. *Neuronale Netze*, oft auch als *künstliche neuronale Netze* (*artificial neural networks*) bezeichnet, sind informationsverarbeitende Systeme, die aus einer großen Anzahl von einfachen Einheiten (*Units*, *Zellen*, *Neuronen*) bestehen. Diese Einheiten sind untereinander verbunden, so daß ein gerichteter Informationsfluß existiert. Dieses Modell der Informationsverarbeitung ist dem Gehirn nachgebildet worden. Ein wesentlicher Vorteil von künstlichen neuronalen Netzen ist ihre Lernfähigkeit, die Fähigkeit, eine Aufgabe selbständig aus Trainingsdaten zu lernen, ohne daß das neuronale Netz dazu explizit programmiert werden muß. Die Lernfähigkeit der neuronalen Netze wird zur Generierung der Regeln eingesetzt. Das Lernen der gewünschten Fähigkeit ist ein “langwieriger” Prozeß, bei dem eine umfangreiche Trainingsdatenmenge benötigt wird. Durch geschicktes Initialisieren des neuronalen Netzes kann die Lerndauer und somit auch die benötigte Trainingsdatenmenge stark reduziert werden. Das Initialisieren des neuronalen Netzes erfolgt durch die Interpretation der vom Anwender eingegebenen Regeln.

Das durch die medizinischen Daten trainierte neuronale Netz wird anschließend dem Anwender mit Hilfe von linguistischen Regeln bzw. Regeln mit unscharfen Intervallen dargestellt. Weil je nach Problemschwerpunkt, ein anderes neuronales Netz ein besseres Ergebnis liefern kann, wurde die Benutzeroberfläche so gestaltet, daß ein beliebiges neuronales Netz zur Regelgenerierung angebunden werden kann, ohne daß hierzu eine Bearbeitung des Programmcodes der Benutzeroberfläche notwendig ist. Aus diesem Grund wurde eine Schnittstelle zur Kommunikation zwischen der Benutzeroberfläche und dem eigenständigen Modul zur Regelgenerierung entworfen. Das System, die **Benutzerschnittstelle zur vagen Regelgenerierung für medizinische Diagnosen** (“**Analyst**”), stellt eine Schnittstelle zwischen dem Anwender und einem neuronalen Netz dar. Das Entwickeln eines geeigneten neuronalen Netzes zur Regelgenerierung ist nicht Bestandteil dieser Arbeit, aber zur Demonstration der Benutzeroberfläche und der Schnittstelle zum Regelgenerierungsmodul wurden verschiedene neuronale Netze implementiert, die in dieser Arbeit auch erläutert werden.

1.2 Übersicht der Gliederung

Innerhalb des Kapitel 2 *Grundlagen* werden die Grundlagen, die zum Verständnis der Arbeit notwendig sind, vermittelt. Zu den Grundlagen gehören die Grundlagen von Benutzeroberflächen, die Erläuterung medizinischer Begriffe, sowie eine Einführung in die Verarbeitung von vagen Mengen (Fuzzy-Mengen) und vagen Regeln (Fuzzy-Regeln). Neuronale Netzen, die zur Regelgenerierung herangezogen werden können, werden erläutert. Fuzzy-Regeln und neuronale Netze lassen sich zu sog. Neuro-Fuzzy-Systemen kombinieren. Hierbei spielen sog. RBF-Netze

eine besondere Rolle, weil diese Netzarchitektur einen direkten Wissenstransfer von neuronalen Netzen zu Fuzzy-Regeln und umgekehrt unterstützen.

Das Kapitel 3 *Ein Konzept zur Benutzerschnittstelle* stellt die unterschiedlichen Probleme dar, die bei einem **Entwurf** (Konzeption) *einer Benutzerschnittstelle zur vagen Regelgenerierung für medizinische Diagnosen* entstehen. Für die einzelnen Problempunkte werden verschiedene Lösungsansätze ausgearbeitet und diskutiert. Der Schwerpunkt des Kapitel 3 liegt in der Erarbeitung eines **Konzepts**. Probleme, die bei der Realisierung entstehen können, werden in den Kapitel nicht untersucht. Die Ausarbeitung des Konzepts für die Benutzerschnittstelle erfolgt somit programmiersprachen- und basismaschinen[3]-unabhängig. Im Kapitel werden die notwendigen Eingabedaten und die Verarbeitung sowie Präsentation der Augabedaten und dazu alternative Ansätze besprochen.

Im Kapitel 4 *Implementierungskonzept und Gestaltungsideen* wird auf die Probleme bei einer Realisierung des im Kapitel 3 vorgestellten Konzepts eingegangen und verschiedene Lösungsansätze diskutiert. In den Kapitel werden auch auf Gestaltungsideen für den Dialogaufbau und die Bildschirmmasken eingegangen.

Innerhalb des Kapitel 5 *Eine Beispielanwendung: Die Diagnose von Lebererkrankungen* wird die Anwendung des Systems und damit auch des Konzepts anhand einer Beispieldatensammlung von medizinischen Daten zur Diagnose von Lebererkrankungen veranschaulicht.

Zum Schluß wird im Kapitel 6 *Zusammenfassung und Ausblick* eine Zusammenfassung der in der Arbeit gefundenen Ergebnisse gegeben und Möglichkeiten aufgezeigt, wie die Benutzerschnittstelle, d.h. die Benutzeroberfläche, der Regelgenerierungsalgorithmus und die Schnittstelle verbessert werden kann.

---

[3] Die *Basismaschine* wird charakterisiert, durch die Minimalanforderungen an die später zu benutzende Rechenanlage, die notwendige Systemsoftware (z.B. Betriebssystem) und die zusätzlich erforderlichen Betriebsmittel [ClaSch88].

2 Grundlagen

In den folgenden Abschnitten werden die Grundlagen, die zum Verständnis der Arbeit notwendig sind, erläutert. Da das Hauptaugenmerk dieser Arbeit auf der Konzeption einer benutzerfreundlichen Software, die von medizinischen Personal benutzt werden soll, liegt, wird ein detaillierter Überblick in die Grundlagen von Benutzeroberflächen gegeben. Die im Konzept verwendeten medizinische Begriffe werden in einem Abschnitt erläutert. Bei den generierten Regeln handelt es sich um vage Regeln (Fuzzy-Regeln), so daß ein Abschnitt eine Einführung in die Fuzzy-Theorie gibt. Die Regelgenerierung kann mit einen beliebigen Verfahren erfolgen. In dieser Arbeit ist das Verfahren der Regelgenerierung kein Schwerpunkt. Zum besseren Verständnis des Gesamtkonzeptes werden unterschiedliche Verfahren vorgestellt, die alle auf neuronalen Netzes, speziell auf RBF-Netzen basieren. Im letzten Abschnit der Grundlagen wird deshalb eine Einführung in neuronale Netze gegeben. Exemplarisch wird auf RBF-Netze eingegangen.

2.1 Benutzerschnittstellen

Dieser Abschnitt soll die Bedeutung einer benutzerfreundlichen Bedieneroberfläche aufzeigen. Dabei werden die Grundlagen, die zum Entwickeln einer ergonomischen Benutzeroberfläche notwendig sind, vermittelt. Auf verschiedene Gestaltungsrichtlinien wird eingegangen, weil diese beachtet werden müssen, wenn man eine optimale Benutzeroberfläche erstellen möchte.

2.1.1 Einführung

Eine Benutzerschnittstelle dient zur Interaktion zwischen Benutzer und Computer. Geeignete Methoden der Präsentation von Informationen gestatten es dem Benutzer Eingaben zu tätigen, die dann vom Computer interpretiert werden können, bzw. ermittelte Daten vom Computer dem Benutzer anzuzeigen. Die Gestaltung der Benutzeroberfläche wird bestimmt durch die Arbeitsaufgabe und den Fähigkeiten, Kenntnissen und Fertigkeiten der Benutzer, um deren Bedürfnissen optimal im Sinne der Benutzerfreundlichkeit zu entsprechen.

Um die Bedeutung einer guten Benutzerschnittstelle zu verdeutlichen, folgen einige Zitate aus [KöhBun94]:

- Im Jahre 2000 werden fast 90 Prozent aller Berufstätigen mit Computertechnologien am Arbeitsplatz konfrontiert sein. Es werden jedoch lediglich 20 Prozent der Berufstätigen aufgrund ihrer Primärausbildung dazu qualifiziert sein.
- Die Mensch-Computer-Schnittstelle entscheidet in zunehmenden Maße über Erfolg und Mißerfolg von Computersystemen.
- Nach der Anwender-Schnittstelle beurteilt der Benutzer die Qualität des Systems. Ist das System mit einer schlecht entworfenen Schnittstelle versehen, so wird es - ungeachtet seiner Fähigkeiten - vom Benutzer abgelehnt werden.
- Eine schlecht entworfene Schnittstelle kann den Anwender dazu bringen katastrophale Fehler zu machen.

Wie aus den Zitaten zu erkennen ist, spielt die Gestaltung der Benutzerschnittstelle eine große Rolle im Entwurf einer Software-Applikation. Aber auch heute noch gibt es Applikationen bei