



全国高技术重点图书·信息获取与处理技术领域

康晓东 编著

计算机在医疗 方面的最新应用



324



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>

R17.22

2

83.1.18

全国高技术重点图书·信息获取与处理技术领域

计算机在医疗方面的最新应用

康晓东 编著

电子工业出版社·

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

作者以“专家诊断、医院管理和远程医疗系统的原理与设计”作为《计算机在医疗方面的最新应用》一书的主要内容并对此作了深入、全面的介绍。同时还用中医医院专家诊断系统;远程诊断、治疗系统;医院信息管理系统的大量实例具体叙述了系统设计时应注意的问题。

本书可作为医院管理部门及有关工作人员的参考书。还可作为高等院校相关专业课程的辅助教材,同时也可作为医务类成人教育、干部的培训书籍。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

计算机在医疗方面的最新应用/康晓东编著. - 北京:电子工业出版社,1999.9

ISBN 7-5053-5454-X

I. 计… II. 康… III. ①计算机应用-医院-管理 ②计算机辅助诊断 IV. R197.324

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 17135 号

书 名: 计算机在医疗方面的最新应用

编 著 者: 康晓东

责任编辑: 魏永昌

特约编辑: 周 力

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京天竺颖华印刷厂

装 订 者: 三河市金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 13 字数: 330 千字

版 次: 1999 年 9 月第 1 版 1999 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-5454-X
TP·2750

印 数: 3000 册 定价: 26.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换。

若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

序 言

当代世界经济及科学技术飞速发展,带动了一大批高新技术及产品的不断涌现。

目前,高新技术发展的集中代表和主要的技术领域就是信息技术领域。信息技术领域包括着信息获取技术、信息处理技术、信息传输技术和信息应用技术。而信息技术在医疗卫生方面的最新应用应该说是以专家诊断、医院信息管理、远程医疗和诊断系统为代表。

《计算机在医疗方面的最新应用》一书的作者康晓东能够紧紧把握时代的潮流,兼融入其在工作时期完成的科研成果之心得,在其著述中对相关系统的设计问题作了明确的阐述。

《计算机在医疗方面的最新应用》一书对计算机技术和通讯技术等相关领域理论内容的取舍得当,提出的对相关应用系统的设计方案和实施步骤可操作性强,且适合国情。这样的书籍应当是最有价值的。作者为能够向读者呈献一本有特点的研究论著,在其谋篇、内容结构和资料取舍方面自然也确实花费了相当的心血。

我想在国家“信息化工程”日新月异变化的今天,这样一本书对信息社会的演进,国民健康水平的提高,无疑是有很大的意义的。

为此,我向大家推荐此书。

郝希山

一九九九年春笔

前 言

随着计算机和人工智能技术的发展,医学诊断和治疗技术得到了前所未有的进步。在此背景下,作者结合个人科研实践编写了本书。有针对性地讲述有关专家诊断系统、医院管理系统和远程医疗系统等在计算机方面的最新应用。

本书撰写过程中参考和引用了许多国内外有关资料(见参考文献),还参考了诸如《电脑报》、《软件报》、《电脑教育报》、《计算机世界》和《世界医疗器械杂志》等一大批国内较有影响的报刊、杂志的相关文章。在此向这些材料的作者致意。正是这些前辈们所作出的开拓性工作,才使得作者能够站在他们的肩上来重新审视计算机在医疗方面的最新应用。

作者还要特别感谢各位师长,各位治学至谨的先生们。

国内生物医学工程领域的著名专家、天津医科大学博士生导师顾汉卿教授审阅了本书的部分书稿。天津医科大学总医院放射科主任、博士生导师贺能树教授审阅了书中有关医学信息的传输与应用内容。作者的导师、天津大学计算机系主任何丕廉教授审阅了本书有关计算机科学的内容。作者的师长和同事、著名医学专家郝希山教授在百忙中为本书赐序。学长和前辈们的关怀是对作者的最大鼓励和鞭策。

另外,在本书的编写和出版过程中,王耀刚先生、徐卉女士、许金铭先生、何振雄先生、张雪君女士、施轶先生、柳春敏女士、付斌先生、周哲先生等都参与作了很多工作,在此谨致谢意。

最后,由于本书谋篇时间较长,而作者的案头工作又缺乏条理,因而编写过程中参考过的一些资料也许未能在参考文献中逐一列出,在此向相关文献资料的作者表示深深的歉意。

鉴于专家诊断、医院管理和远程医疗系统在国内外都尚属较新的知识领域,加之本书涉及面广,作者才疏学浅,书中肯定有值得商榷之处。作者诚恳地希望各位读者,各位研究和从事相关工作的学者、专家提出宝贵意见。

编 者

1998年12月于天津医科大学

目 录

第一章 计算机在医疗方面的应用	(1)
第一节 电子计算机与医学信息	(1)
第二节 电子计算机在医学上的应用	(4)
一、计算机在处理生理信号方面的应用	(4)
二、计算机在专家诊断方面的应用	(5)
三、计算机在处理医学图像方面的应用	(7)
四、计算机在肿瘤放疗方面的应用	(9)
五、计算机在生化仪器方面的应用	(10)
六、计算机在人工脏器方面的应用	(10)
第三节 计算机网络在医学上的应用	(10)
一、医务工作者的 PC 机入网	(11)
二、计算机与局域网下的医院信息管理系统	(12)
三、计算机与互联网下的远程医学	(12)
第二章 医用计算机系统的组成与性能	(15)
第一节 医用计算机系统	(16)
一、医用计算机系统组成	(16)
二、医用计算机的技术指标	(21)
三、医用计算机软件系统	(21)
第二节 多媒体医用计算机系统与计算机网络技术	(27)
一、多媒体及其特征	(27)
二、多媒体数据压缩与解压	(35)
三、关于医用计算机系统中的网络技术	(39)
第三章 专家系统及其应用	(46)
第一节 对宏观功能模拟的专家系统	(46)
一、宏观功能模拟电子计算机专家系统模块与过程	(46)
二、Bayes 模型专家系统	(47)
三、模糊算法专家系统	(52)
第二节 兼具管理功能的专家系统	(55)
一、系统模块组成	(56)
二、系统各模块功能介绍	(56)
第三节 对生理结构模拟的专家系统	(58)
一、对人脑神经网络的结构及过程分析	(58)
二、人类神经网络的信息处理机制	(61)
三、人工神经网络系统的实施	(62)
四、一种对生理结构模拟的中医专家诊断系统的设计	(66)
第四节 量子计算的人工神经网络技术概述	(70)
第四章 医院信息管理系统的设计与应用	(72)

第一节 PACS ROS RIS 和 HIS	(72)
第二节 医院信息管理系统的原理与应用	(73)
一、医院信息管理系统的的目标与总体规划	(73)
二、医学影像 PACS 系统	(74)
三、临床实验室信息系统 LIS	(79)
四、医院管理信息与多媒体网络	(84)
第三节 医院信息管理系统的的设计与建立	(86)
一、医院信息管理系统的硬件平台与配置	(86)
二、医院信息管理系统中影像资料的采集模块设计	(94)
三、医院局域网的设计与建立	(97)
第四节 医院信息管理系统设计实务及应注意的问题	(111)
一、医院信息管理系统建网实务	(111)
二、医院信息管理系统中的数据安全	(116)
三、局域网的互联与混建	(118)
四、医疗单位计算机网络的正确维护	(121)
第五章 远程医学诊断和治疗系统	(123)
第一节 远程医学诊断和治疗系统医疗系统及其服务模式	(123)
一、远程医学诊断和治疗系统	(123)
二、发达国家远程医学诊断和治疗系统的服务模式	(126)
三、中国远程医疗开展情况	(127)
第二节 远程医疗系统传输模式的选择与实施及其选用问题	(128)
一、远程医疗系统方案选择宜遵循的原则	(128)
二、远程医疗系统传输模式的选择	(128)
三、外交交互式卫星通信系统	(130)
四、有线传输方式的选择	(132)
第三节 远程医疗系统中的特殊构件	(133)
一、远程医疗系统中的调制解调器	(133)
二、与远程医疗系统相关的传输标准	(134)
三、视频会议系统	(135)
第四节 一种远程诊断治疗系统	(137)
第五节 面向医院及医保的信息管理系统	(138)
第六节 有关计算机在医疗方面最新应用的其他问题	(139)
一、防火墙设计问题	(139)
二、关于现阶段使用 Internet 的问题	(141)
三、有关视频图像的传输	(143)
第六章 医务工作者个人电脑选用与功能开发	(146)
第一节 医务工作者个人电脑的选用原则与使用要点	(146)
一、医务工作者个人电脑的选用原则	(146)
二、医务工作者个人电脑配件的使用要点	(148)
第二节 医务工作者个人电脑拨号上网方式的正确使用	(152)
一、医务工作者个人电脑拨号上网步骤	(152)
二、医务工作者联网方式处理医学信息的技巧	(157)

第三节 有关医务工作者使用的非主流软件	(164)
一、关于医学分析软件 STATISTICA	(164)
二、观察生物分子三维结构的好软件 RasMol	(165)
三、绘制化学结构式的共享软件 ChemSketch	(165)
四、关于有限元分析软件 ANSYS	(165)
五、“象牙塔”自动排版系统	(166)
附录一 国内部分医类院校网址	(168)
附录二 网上医学资源及查找办法	(169)
附录三 医学(世界)各专业常用网址	(171)
附录四 网上常用的中文搜索引擎	(181)
附录五 医用计算机及其相关硬件简介	(182)
附录六 Internet 网上的其他学术资源	(195)

第一章 计算机在医疗方面的应用

自从 1946 年世界上第一台电子管计算机(ENIAC)问世以来,伴随着计算机技术的发展,其应用领域也日益广阔。

最初的计算机应用只限于少数军事计算、工程计算、数值统计、工业控制、信号处理等等。20 世纪 50 年代计算机在数据处理技术上的突破,把计算机的应用从单纯的数值运算扩大到数据处理的广泛领域,为计算机在其他管理领域的应用奠定了基础。随后出现的小型商用计算机系统,使得计算机的应用跳出了军事和神秘的圈子,逐步向社会生活的各个方面^① 渗透。

由于计算机在很多方面有模拟人脑的功能(所以称之为电脑)。同时又由于其本身技术进步的速度极快^②、技术更新快,必然导致价格的不断下降。因而,作为电子计算机产品技术(更确切地说是计算机相关产品技术)的消费特点之一,就是其本身既在公共领域又在生活领域都得到了广泛的应用。

同样,计算机在医学诊断和治疗方面的应用也可分为在公共领域(如医疗单位)和生活领域(如医务工作者以家用电脑联通因特网查询有关资料等)两大部分。

第一节 电子计算机与医学信息

医学信息是医疗处理的基础。一个医疗方案的制定和某种病况的推断都要依赖于医学信息处理。会诊是一种信息交换的手段。而在医疗处理中,信息的交换在很大程度上依赖于信息处理的媒体和交换的手段。

用逻辑的观点来看,在医学工程和医疗科学中的信息流动可以用下图来描述(图 1-1)。

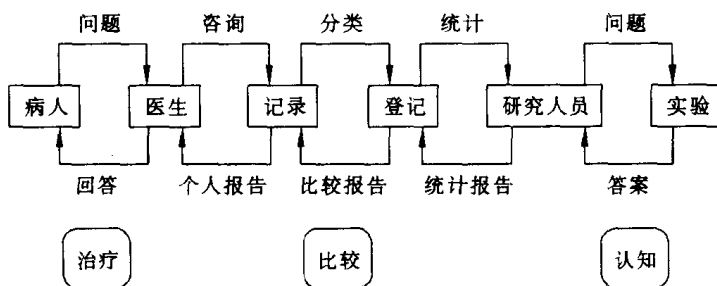


图 1-1 传统医学处理中的医学信息模型

传统的医学处理常常包含了治疗、比较和认知这三个阶段。在治疗阶段,常常需要病人和医生面对面地交互,以记录病人的一些病史和病历档案,并将其保留较长的时间,用作今后在

① 产生了各式各样的数据统计系统、数据更新系统、数据查询检索系统、数据分析系统和状态报告系统等。

② 1965 年,美国仙童(Fairchild)半导体公司的一名叫戈登·摩尔(Gold Moore)的工程师发现,芯片上晶体管的数目每 18 至 24 个月翻一番,这就是所谓的摩尔定律,后转述为微处理器的工作速度,即在一定成本下,也是每 18 至 24 个月翻一番。

摩尔定律已统治了 30 年。从 1969 年摩尔创办 Intel 公司,推出首枚用于计算器的 4 位 10KHz 处理器,到今天 Intel 的 32 位超过 500MHz PentiumIII 处理器,摩尔定律都证实了其正确性。

治疗和诊断时参考。在比较阶段,需要医生对病人的病史及其他档案资料做详细的分类和整理。这个阶段信息的处理,一方面是通过各个病人的资料做横向比较,有助于对某个病人的治疗;另一方面也是教育和培训的要求,有助于对实习医生的培养。对于认知阶段,则需要医生和科研人员的配合。在经过反复统计和试验后,人类对疾病的认识常会到达一个新高度。人们所掌握的医疗知识和医务人员对某种疾病的治疗意见就来自于这样千百次的试验和研究。

在上述的整个医学信息处理领域中,指标、数据、记录、文件、数据库等概念既是系统处理的最基本单位,又是整个医学信息系统管理乃至其生存和发展的基础。为此,将用计算机处理医学信息时常用到的概念分述如下:

1. 医学指标

指标(target/index)是从统计学的角度出发,反映客观事物不同侧面的数据或信息,而这些不同侧面通常是根据实用要求而设定的。

最常用的医学指标有如血压、呼吸频率、体温、身高、体重等。

根据需要而提取的医学指标是今后建立数据以及数据处理系统的前提和基础。医学指标体现在数据库(或文件)中就是字段。

2. 医学指标体系

指标体系(target/index system)是众多指标之间的结构和关系,这种关系是由使用指标的不同角度和不同层次所决定的。事物是多方面的,单一的指标很难反映事物的真实面貌。于是人们经常会根据使用的需要,从各个不同的角度,提取若干指标来反映事物的性态。这些指标的集合就是反映这类指标性态的指标体系。

例如,在对患者进行诊断和治疗时,从大的方面看要掌握患者的姓名、性别、年龄等情况;除此以外,还要掌握根据患者的主述及医务人员对其所患病症进行进一步的检查(血液化验、影像检查等)。而患者的基本指标和进一步检查出的结果就共同构成了待诊患者的医学指标体系。

根据使用的需要而建立起的医学指标体系是建立医用数据库结构的前提和基础。

3. 医学数据

数据(date)是信息系统的基本概念和计算机系统要处理的基本对象之一。一般来说,任何一种符号、数字、文字、图形都可以用来反映客观事物的性质、属性以及相关关系等,这就是所谓的数据。例如形式符号 6、110(二进制)、六、six、陆等,都可用来表示数据 6。数据本身不代表任何一类具体的东西,它仅仅是一种抽象的量的概念。用不同的符号来物理地表示它,丝毫也不会改变其抽象的含义。

严格地说,数据可定义为数据是对客观事物记录下来的、可以鉴别的符号,数据是客观事物属性、数量、位置及相互关系等等的抽象表示。

表示数据属性的通常有两个方面:一是数据的类型,如数字型、字符型、日期型、逻辑型、等;二是数据的长度,总共有几位,有无小数,小数点后几位等。

4. 医学信息

信息(information)是信息系统的最基本概念,也是信息系统要处理的主要对象之一。一般来说,信息是通过数据形式来表示的,是加载在数据之上的,对数据具体含义的解释。或者说不同的数据可以反映不同的信息。在上例中的“6”在某个具体的场合可以解释为“6名医生”,而在另一种特定场合又可以解释成“6种治疗思想”,或“上升6个百分点”等。

信息的定义是与数据联系在一起的。数据和信息都是客观事物的反映,都反映人们对事物

的了解、认识 and 知识。数据是信息的载体。信息则是数据加工的结果,是对数据的解释。

通常,信息可用一组描述词及其值来描述(描述词:值,描述词:值……,描述词:值)。它描述一件事、一个物或一种现象(统称为对像)的有关属性、状态、时间、地点、程度、方式等(统称为属性)。

信息的表示不是唯一的,它与人们对客观事物所了解的程度、认识问题的角度、所处的环境等等有关。

5. 知识

知识(knowledge)处理是当今计算机应用发展的成果,是计算应用从单一地处理量化问题朝着智能化地处理定性问题过渡的标志,也是知识工程、专家系统的基础。信息系统中所涉及到的知识区别于哲学概念中的知识。它的定义通常都是与数据和信息的概念相关联^①。

知识是以各种方式把一个或多个信息关联在一起的信息结构,是客观世界规律的总结。一般用数据来表示文字字符,用单词含义来表示确定的信息。人们通过长期工作和学习而积累形成的知识,即事实型的知识(如对某种疾病处理时常用的药物)。

如果这些事实型的知识不单只是表达出某种存在的事实,而且这些事实之间还有一定的因果关系,这就形成了信息系统中更具广泛意义的知识,即规则型知识。

如果我们再将这些事实或规则型的知识用一些逻辑符号(例如“与”、“或”、“非”、“大于”、“小于”、“等于”、“蕴涵”等)关联起来,就可以利用数据和信息方式表达出更加丰富的知识。

同信息一样,知识的表示也不是唯一的。它与人们对事物的了解程度,谈论问题的角度,人的价值观念,所处环境等等有关。

知识不同于信息和数据,知识还具有不完全性,它与人们认识事物的程度有关。例如,如果“天阴闷热且有雷电”则“天八成要下雨”,说明此规则不是绝对的,其可能性为 80%;又如“吸烟人的肺癌发病率较不吸烟人的高 60%”,说明吸烟可以导致肺癌的可能性大约有 60%左右。

也就是说,如果在上述数据、事实、规则和表达式的知识结构中,加入不确定性因子,则所表现的知识就成了不确定型的知识。

不确定性因子也称为置信因子,用 CF(certainty factor)表示。

6. 记录

记录(record)是客观事物在确定的指标和指标体系下的数据反映。记录是信息系统处理的基本单位。人们所确定的人事管理指标及指标体系为编号、姓名、年龄、职称、专业等。则 67840、许君、42、副主任医师、临床外科,就是某客观实体(人)在该指标体系下的数据反映形式,即一条记录。

记录的概念是建立在上述指标、数据、信息等基础之上的。记录中每一个字段都是根据指标确定的。每一个字段都反映了客观事物在某一方面的信息,而每一个字段又都是通过数据的形式最终表现出来的。

7. 文件/数据库

数据文件(file/table)是同类记录集合在计算机内部的一种存储和管理形式。如果我们把所有医生在同一类指标体系下的记录都放在一起,就形成了一个数据文件。

在大部分微机关系数据库中,数据文件和数据库是等同的。大型数据库中,数据库是由有机联系着的若干个数据文件所组成。数据文件是构成数据库的主体。数据文件的形式是由记

^① 知识的关联具有方向性。

录和指标决定的。数据文件之间的相互关系(即数据库结构)又是由指标体系所决定的。

8. 报文

报文(message),亦称电文,是指在信息系统和网络中,用于传送信息的形式。从反映和记录客观事物发生过程这一角度来看,报文的作用类似于记录。但是它们之间在形式上有较大的区别。文件和记录是以一种类似于表格方式来记载信息的,文件的结构牢牢地固定了记录的格式,记录只是表格中反映某事物的一行信息。报文则不同,它是用一种类似“八股文”(古代一种非常死板、非常教条的文章书写格式)方式来记载信息的。例如在 UN/EDIFACT(一种电子数据交换协议标准,详见后叙)中规定:所有报文必须以首标开始,尾标结束;报文主体由段(segment)构成,段又由若干数据元(dataelement)构成,而这些数据之间表达了诊断治疗过程的详细信息,如化验单据、诊断细节、发病地点、医药费金额、药品名称等等。

报文是医院信息管理系统和远程诊断系统中所要处理的主要对象。

第二节 电子计算机在医学上的应用

科学技术的发展,特别是电子计算机技术的兴起,极大地促进了医疗事业的进步。电子计算机在处理生理信号、医学图像、肿瘤放疗辅助计划方面、在生化仪器中、在人工脏器方面及通过互联网的远程医学诊断和治疗方面都有着成功而广泛的应用。

一、计算机在处理生理信号方面的应用

利用计算机处理生理信号的典型设备是心电、呼吸监护及中医系统的脉搏分析仪器^①。

监护系统是对人体重要的生理(包括生化)指标(参数)有选择的经常或连续监测的设备。除完成人体信息的获取、处理、判断外,还要完成信息的存储、显示、分析和控制。它按不同的应用场合,分为手术室用、高压氧舱用、恢复室及新生儿和早产儿用等;按需要监护的项目又分为呼吸、循环、代谢等大类。临床上最常用、标准最高的是危重(ICU)和冠心(CCU)自动监护系统。临床上常用的监护内容和监护项目可参见表 1-1。

表 1-1

监护内容	监 护 项 目
呼吸	O ₂ 、CO ₂ 、麻醉、气体温度、呼吸率、顺应电导、肺动脉压、湿度等
循环	PH、PO ₂ 、缓冲碱、动静脉压、心电图、血容量、血色素、血球容积、微循环血流等
代谢	电解质、氨基酸、无机磷、酶系统、放射性测定、组织及血浆蛋白周转、基础代谢率等
其它	脑电图、肌电图、体温、体重等等

早期的床旁监护仪仅是采集有关的生理数据,而由中央监护站的小型机将采集的数据进行模数转换。随着计算机技术的发展,现在的床旁监护仪即可完成数据的模数转换,使得处理时间缩短信息量增大。最典型的现代心电监护设备是由美国 Holter 实验室首先开发而得以命名的长时期记录和分析动态心电图的仪器——Holter 监护仪。Holter 用磁带记录器将患者正常活动时的心电信息持续记录并通过微处理器分析,以检测患者的异常心律、诊断早期的心血

^① 脉搏分析仪器与疾病辅助诊断的专家系统是不同的,前者是硬软件系统,后者是纯软件系统。

管疾病并研究评价药物作用、心律失常与生理间的相互关系。

在 Holter 监护仪中,对动态心电图所分析的内容一般是异常心律和心率 S-T 段水平变化趋势。对异常心律的分析常采用模拟量判别和数字计算机图形识别的方法。

模拟量判别法是首先确定一些测量数据(如 QRS 波的幅值、宽度、R-R 间隙等),然后连续测量一些数据(30 个左右)并取其平均值作为准标准,最后以测定的信号与准标准值比较检测出异常值;数字计算机图形识别法对计算机硬件的要求较高,它是以正常的 ECG 形态为依据检测异常心律,S-T 段水平变化分析是先确定 P 波和 QRS 波间等电位区和 S-T 段水平点,计算机开始每 12ms 采样一次,计算出平均采样值,200ms 后重新采样计算并将变化趋势以图形的方式输出。

数字图形识别法的检出率和伪差率较模拟法高。

与心电监护不同,呼吸监护的辅助作用是暂时的。当患者的呼吸功能改善后,一方面要摆脱对呼吸机的依赖,另一方面是要在患者需要时能自动强制呼吸。EMMV^①(IMV)和 IA 是呼吸设备的基本功能。IMV 用于精确监测每次呼吸量,一旦呼吸量低于预设值时,微机以强制吸入方式予以补充;高于预设值时,微机逐渐减少辅助呼吸量。吸气辅助 IA(Inspiration Assist)是在患者吸气时对其所吸气体施以辅助压力,以保障其正常的吸入量。

二、计算机在专家诊断方面的应用

祖国医学(中医)在现代医学上占有重要的地位,但遗憾的是中医诊脉因人而异。现在计算机已使得中医诊脉技术上上了一个台阶,计算机可通过将传感器收集的脉搏信号数据采用波型迭加的办法,处理、分析并判断出脉象与波型信号间的对应关系,以根据波型对疾病予以诊断治疗,这在一定程度推广了中医的诊脉治疗技术。对脉象与波型信号间的对应关系的数学分析模型是多元回归,传感器所采集的脉搏内容既可以是脉搏参数,也可以是脉搏波型。

计算机专家诊断系统的应用和开发是建立在人工智能技术基础之上的。

人工智能即利用机器模仿人类的智能。目前,神经网络模型人工智能的研究是世界智能技术研究的热点。

对人工智能的研究有生理结构的模拟和宏观功能模拟(见图 1-2)两种方法。生理结构模拟法是从人脑的生理结构出发,从生理结构模拟即用仿生学的观点,探索人脑的生理结构,也就是人工神经网络的研究方法。宏观功能模拟法是从人的思维活动和智能行为的心理特征出发,利用计算机系统来对人脑智能进行宏观功能模拟,即建立在心理学基础上的研究方法,也就是符号处理的方法。

在对人脑解剖及功能研究的基础上,将人脑的神经网络系统抽象为一个复杂的非线性动力学系统,并将其动力学过程分为快慢两过程。快过程对应人脑的计算过程,认为是神经网络活跃状态的模式变换过程,以计算机的运算来模拟;慢过程对应人脑的学习过程,认为是神经网络模式变换的能力,以计算机的储存来模拟。

当将快慢过程处理为同时进行的整体时,即把神经元的连接强度也看做动力学系统的变量,则通过变量的调节就可实现自动系统调整,以能够根据外界环境的变化,由系统自发的调整系统动力学状态,从而模拟人类的智能,可以积累经验和知识的特征。用神经网络的研究方法最大的特点是模仿了人类可以“干中学,学中干”的特点。

① EMMV 是英文 Exfended Mandatory Minute Volume 的缩写,中文也称作智能化的 IMV。

如果给定系统不同的动力学方程状态,则智能系统就可以较好地模拟人类思维的不同功能。

类似传统的基于逻辑心理的专家系统模式,新型的基于神经网络的知识处理系统由神经网络、S/D 变换器^①、D/S 变换器^② 和解释机构等组成(如图 1-3)。

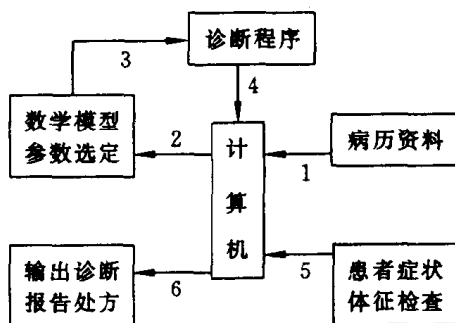


图 1-2 基于宏观功能模拟的专家诊断系统

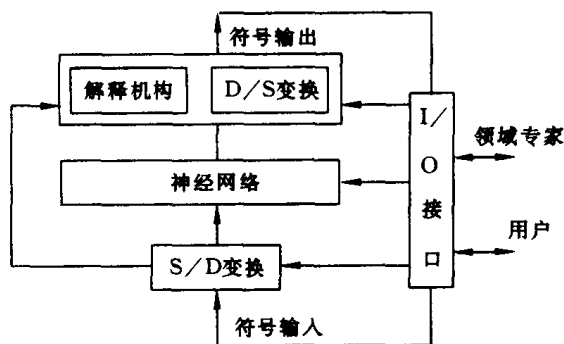


图 1-3 基于神经网络模型的专家诊断系统

建造知识库时,首先根据应用来选择和确定神经网络结构,再选择学习算法,对与求解问题有关的样本进行学习,以调整系统的连接权值,完成知识自动获取和分布式地存储,构建系统的知识库。

系统的推理机制为一数学计算过程,它按照一定的算法,通过对知识库中所含知识之间的关系的搜索得出满意的解,因其用并行数学计算过程取代了传统 AI 符号处理中的匹配搜索过程,因而具有更高的推理效率。

当求解的输入模式与库中的某个实例的输入模式相同时,系统经过推理得到结果;当问题求解的输入模式与库中的所有实例的输入模式都不完全一致时,得到与其最相近的实例的输入模式所对应的输出模式;当求解的输入模式与实例库所有输入模式相差较远时,以把这一实例作为新的训练样本,经过学习调整系统的权值,使系统获取新的知识,并存储在系统中,以增强系统的知识处理能力。

与传统 AI 处理系统所处的外界环境为物理符号空间,所提供的经验知识是事实和规则并通过符号来表达知识不同。基于神经网络系统的操作是数值的计算与传播,因而在外界环境

① S/D 变换:根据论域的特点与神经网络结构,确定输入变换规则,将外界环境中的符号输入模式变换成神经网络的数值输入模式。

② D/S 变换:随论域的不同,输出模式所表示的含义也不同。D/S 变换就是根据神经网络结构和论域特点,确定相应的输出变换规则,将神经网络的输出模式变换成能表达论域空间正确含义的符号输出模式。

与系统神经网络之间存在一道符号和数值之间的沟壑。为使神经网络系统来完成知识的自动获取、知识的表示以及推理,要在知识处理系统输入端设置有符号到数值的变换机制(简称为 S/D 变换器),在输出端设置有数值到符号的变换机制(简称 D/S 变换器)。

像基于逻辑的心理模型系统一样,在系统的输出端也设有解释机构。符号处理的系统中的推理是按照一定的策略对有关规则进行的,解释过程相对容易些。在神经网络模型中,因为神经网络是神经元的集团运算而完成了推理,知识又是分布表示的,且计算过程是一个非常复杂的非线性动力学过程,要解释其计算过程是比较难的。只能对推理过程作出一定的解释。

按神经网络结构模式可将知识处理神经网络系统的处理方法分为三类:紧耦合方式^①、松耦合方式^② 和结合方式^③。

基于大脑神经网络模型的专家系统的典型应用是中医专家诊断系统。传统的中医专家系统在问题求解时,当输入的环境信息不十分明确,必将导致系统性能的降低,也必然会降低诊断的准确性。

而基于神经系统结构和功能模拟基础上的神经网络,可以通过对实例的不断学习自动获取知识,并将知识分布存储于神经网络中。通过学习而不断提高神经网络中所存储知识的数量和质量,并体现在神经网络中神经元之间连接权值的调整过程中。系统将根据神经网络当前所接收到的实例间的相似性而确定输出。当环境信息不十分完全时,仍然可以通过计算而得出一个比较令人满意的解答。因而所构成的中医专家诊断系统不仅可以在一定程度上克服知识获取瓶颈的问题,而且也将提高系统的强壮性。

如将一些现象与基本中医理论相结合来判断产生疾病的基本原因,必将会大大增加中医专家诊断系统的强壮性,甚至能处理疑难病。

三、计算机在处理医学图像方面的应用

现代医学离不开医学影像(图像^④)信息的支持。而医学研究和临床诊断所需要的医学影像是多种多样的,如病理切片图像、X 射线透视图像、CT 和 MRI 扫描影像、核医学影像、超声影像、红外线热成像图像及窥镜图像等等。

功能各异的医学影像可分为结构影像技术和功能影像技术两大类,前者主要用于获取人体各器官解剖结构图像,借助此类结构透视图像,不经解剖检查,医务人员就可诊断出人体器官的器质性病变。CT 及 MRI 便属于此类结构影像的代表。

然而在人体器官发生早期病变,但器官外形结构仍表现为正常时,器官的某些生理功能,如新陈代谢等,却已开始发生异常变化。此时采用结构影像做结构解剖性检查便无法及时诊断出病变的器官,而需借助基于 SPECT 及 PET 的功能影像技术。功能影像能够检测到人体器官的生化活动状况,并将其以功能影像的方式呈现出来。

计算机对医学图像的处理分为两大类:一类是直接控制成像过程(如 CT^⑤);另一类是对用其他方法获得的图像进行处理。

① 紧耦合方式是神经网络中神经元之间存在广泛复杂的互连。学习新的知识时,神经网络中几乎所有的连接权值均要进行修改,它们之间相互协作最终完成所需要的知识处理。

② 松耦合方式是通过只修改某几个权值或增加几个神经元的方法来学习新的知识。这类模型一般只能体现局部知识表达方式。

③ 结合方式是将紧耦合方式和松耦合方式结合起来,采用局部的人布式知识表示方式。学习时间比较短。

④ 严格意义上讲,影像是虚拟的图像。不过在医学临床上都泛称为医学影像。

⑤ CT 是英文 Computed Tomography 的缩写。

CT 的本质是一种借助计算机来进行成像和数据处理的断层图像技术。虽然 X 线透视和照相可使人们了解人体的内部结构,断层摄影可粗略地表示病灶的位置,影像增强系统和静电摄影提高了透视和断层摄影的分辨率,但只有 CT 通过计算机在排除散射线和重叠影像的干扰并对 X 线人体组织吸收系数矩阵作定量分析后,才从根本上解决了分辨率问题。与普通的 X 线透视横断层图像不同的是在 CT 技术中,用测量 X 线强度的检测系统代替作为图像接受器的胶片,X 线管与检测器系统同步旋转运动;用检测器以数据矩阵形式多次采集的投影值依据反投影原理和一定的数学模型重建图像代替一次投影直接成像。

CT 的计算机重建图像的算法有直接的反矩阵法和迭代法;间接的有傅立叶法和褶积法。

计算机在 CT 系统中的作用是至关重要的。它要完成测量数据的采集、图像建立、图像重建、图像评价和图像存储等任务,它还要将透过人体的 X 线所组成的数字矩阵经处理、运算后又变为可见的图像输出。没有计算机技术,CT 设备的发展是不可想象的。

目前临床上常用的 CT 除 X-CT 外还有磁共振 CT(MR-CT)、正电子 CT 和超声 CT。MR-CT 与 X-CT 的区别在于 MR-CT 是基于人体中具有核自旋的原子在外加静磁场中受到相应的射频作用产生磁共振现象,并在射频作用消失后会发出与自旋核数和驰豫时间有关的信号,图像是自旋核子密度和驰豫时间的函数;X-CT 是基于人体不同组织对 X 线有着不同的吸收函数,是密度成像。

超声图像是当前影像诊断中四大成像方法之一,它利用超声波与生物之间的相互作用作为成像基础,具有无电离辐射、无放射性、无禁忌症、检查时间短、设备价格低等优点,特别适合于对软组织(如胎儿)和运动器官(如心脏)的检查诊断。超声成像的方式有一维的 A、M 型和二维的 B 型(B 超)。另外还有专门用于测量血流速度和胎音的,其原理是利用向人体内部发射的超声波遇到运动器官后,由于探头与运动器官的界面或血流间有相对运动,反射波频率与入射频率不同,出现多普勒现象而设计的超声多普勒仪器。计算机在超声图像类设备中的重要应用是处理位置信号、控制图像建立。

计算机在处理位置信号、控制图像建立方面的应用还可见于超声 CT(U-CT)和核医学图像处理的 ECT(正电子 CT)、及因可提供动态图像而用于了解代谢过程的伽玛相机上。临床医学中还利用计算机可提高图片对比度的功能处理诸如细胞图像、电镜图像、X 线照片和红外图像以提高对微小病灶的检出率。

数字减影技术是计算机在图像诊断方面的又一成功应用。数字减影是分别将使用造影剂前后的图像同时输入计算机,通过计算机以特定的模式对图像重建,从而提高图片质量,常用的减影模式有时间法、能量法和断层法。数字减影技术发展很快,现在已经可以利用减影技术作到血管定量造影。类似的还有近几年发展较快的磁共振数字减影(DSMR)。

目前,一种新兴的建立在计算机体视化(Volume Visualization)技术基础之上的三维医学影像正在国际上兴起,并得到愈来愈广泛的应用。

计算机体视化技术是从可视化(Visualization)技术发展而来的。

“可视化”,顾名思义就是使原先不能直接反映在人们视觉中的事物或现象成为直观可见的,即把数据变换成易于被人类接受和理解的图形形式——医学图像诊断装置的出现本身也正是医学诊断走向可视化的表现。

在医疗诊断中,观察病人的一组二维断层图像是医生诊断病情的常规方式。但是,要准确地确定病变体的空间位置、大小、几何形状以及与周围生物组织之间的空间关系,仅凭医生“在他头脑中进行重建”是十分困难的。因此迫切需要一种行之有效的工具来完成对人体器官、软

组织和病变体的三维重建和三维显示。体视化技术就是辅助医生对病变体和周围组织进行分析和显示的有效工具,它极大地提高了医疗诊断的准确性和科学性。体视化不仅提高了医疗诊断水平,同时还在手术规划与模拟、解剖学教育和医学研究中发挥着重要的作用。具体表现在:

- (1) 提供器官和组织的三维结构信息,使医生对病情做出正确的判断;
- (2) 进行手术规划和手术过程模拟,提高手术的可靠性和安全性;
- (3) 根据三维重建所得到的几何描述,用计算机辅助制造系统(CAM)自动加工人体器官(如假肢);
- (4) 作为医学研究和教学的工具;
- (5) 结构分析以及关于各种器官和组织的温度、应力的有限元分析;
- (6) 人体血液或体液的动态分析。

体视化技术在显微摄影领域也有着极广的用途。现代的激光扫描共焦显微镜 LACM^① 能达到 0.2 微米的扫描分辨率,扫描深度可控制在 0.5 微米。LACM 可以获取数据,但只有体视化技术才可以帮助其实现观察三维微观世界的能力。

未来的医学影像不但可“观看”,还可实现虚拟现实,创造逼真的虚拟环境,让操作者在这个虚拟环境中参与对人体三维影像的操作和改造活动。操作者就像置身于现实世界中一样。该技术可让医生在虚拟手术室对病人的模型实施各种手术方案,模拟手术过程,使医生在手术之前就可以进行多次演练,以帮助制定最佳手术方案和提高手术的安全性。

四、计算机在肿瘤放疗方面的应用

计算机在肿瘤放疗方面的应用包括其在辅助放疗计划方面的应用和立体定向放射外科领域的应用两层意义。

通常所说的放射治疗计划,是指根据检查手段确定出肿瘤的大小和部位后,选择合适的照射源、射野面积、源皮距、入射角和射野中心参数。作为放疗计划中如何实施照射剂量这个关键性问题,无论是体外照射还是腔内照射(如后装机)都同样要用计算机计算和显示放疗治疗剂量发布。

目前,用于放疗计划的系统有遥控批处理、分时操作及微型机系统。相信会随着计算机技术的不断发展,一方面将放疗计划的准确性、可靠性提高,另一方面放疗计划软件将趋向标准化和通用化方向发展。

X 刀治疗技术和装置属立体定向放射外科领域(Stereotactic Radiosurgery, SRS)。它是一种大剂量窄束定向集中照射技术,它是以 CT、MR 和 Angiography^② 图像为诊断依据的,用计算机技术进行三维重建、立体定位、制定精确的照射方案,准确地对颅内肿瘤或病灶进行定向照射,最大限度地减少正常组织的损伤,是一种高效、精确、无血、无痛的非手术治疗方法。可大大地缩短脑部肿瘤病人的治疗和痊愈时间,提高放射治疗的成功率。

“立体定向放射治疗”是由瑞典著名的神经外科专家 Lars. Leksell 首先提出的,它把放射线从不同的方向定向准直照射病灶,在病灶中心形成大剂量聚焦效果,使病变组织坏死的同时,减少对健康组织的损伤,达到手术切除肿瘤的效果。立体定向放疗设备的要求是能具有精确的立体定位手段。另外,多路径照射形成远远超过常规放疗的焦皮比(单位体积内病变组织

① Laser-scan Confocal Microscope.

② 血管造影。