

兽医信息学



Veterinary Medical Informatics

肖建华 主编

中国农业出版社

兽医信息学

肖建华 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

兽医信息学/肖建华主编. —北京: 中国农业出版社,
2009. 4

ISBN 978-7-109-13423-2

I. 兽… II. 肖… III. 兽医学: 信息学 IV. S85-05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 023529 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 黄向阳 张玲玲

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2009 年 4 月第 1 版 2009 年 4 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 21

字数: 400 千字 印数: 1~4 000 册

定价: 48.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

主 编：肖建华（东北农业大学）

副主编：王靖飞（中国农业科学院哈尔滨兽医研究所）

许丹宁（仲恺农业工程学院）

李 林（沈阳农业大学）

参 编：龚都强（东北农业大学）

张健涛（东北农业大学）

石 焦（东北农业大学）

王守志（东北农业大学）

董 婧（沈阳农业大学）

范宏刚（东北农业大学）

黄 金（东北农业大学）

彭胜民（东北农业大学）

马海鹏（东北农业大学）

高 利（东北农业大学）

主 审：王洪斌（东北农业大学）

序

在人类社会步入 21 世纪之时，由于科学技术，特别是生物技术和信息技术的飞速发展，给各个领域带来了革命性的变化，重要表现之一就是领域相关的信息呈现指数性的增长，并且随着时间的推移，这种增长速度越来越快，由此，就面临着一个巨大的挑战——如何有效管理和利用这些信息，使其成为促进领域持续发展的原动力。

兽医也和其他领域一样，每天有海量的新数据产生，涉及动物疫病、临床诊断治疗技术和方法、疫苗和药物、病原特性、防控技术等许多方面，并以文本、电子表格、图片、影像、序列以及蛋白质 3D 结构等多种格式生成，被广泛应用于诊断、治疗、预防、科学研究、教学等实践活动中。针对兽医领域的这种变化，就需要有一门新的学科，来专门研究兽医领域的的数据特点，并在此基础上探讨这些数据生成、管理和应用的方式和方法，以满足这种变化给兽医实践带来的挑战，从而带动整个学科的发展。

兽医信息学就是应兽医领域在信息采集、传输、存储、管理、统计、分析等方面的需要而产生的一门新的学科，它主要应用信息科学、工程学和计算机技术来支持兽医学教学、研究和实践。

兽医信息学在我国还没有作为一门专门的学科在大学或研究机构里进行教授。但是，随着本学科的发展，以及临床实践和科学研究对信息学技术需求的越来越多，可以预期，兽医信息学一定会在不远的将来成为兽医教学的内容之一。在这种形势下，一方面为普及兽医信息学基本知识和实践技术，另一方面为可能开设“兽医信息学”课程的高校提供参考素材，结合我们近年来在兽医信息学方面所做的研究和实践工作，撰写了《兽医信息学》。

本书根据兽医实践的需求和特点，从微观与宏观两个层面阐述了信息技术在兽医领域应用的一般原理与方法。全书共分十二章，其中第一章为绪论，主要介绍了兽医信息、兽医信息学的基本概念及其研究进展。第二至第四章为信息技术的基础知识，由于本书的读者多为兽医工作者，因此在这几章主要介绍了数据库技术、网络技术及信息系统的开发方法。第五章为兽医信息标准化，由于目前尚未形成专门的兽医信息标准，国际上只是将兽医信息标准作为医学信息标准的一部分，因此本章主要介绍了数据

分类与编码的一般原理与方法，并介绍了可参考及使用的医学信息标准。第六章介绍了电子病历的组成、分类及其实现技术，由于真正意义的电子病历在兽医临床上的应用还有一定的困难，而且除了目前流行的宠物门诊之外，养殖场没有必要应用完全意义上的电子病历，而养殖场更关注病历的统计、分析，更关注动物的整体健康情况，因此特别对健康养殖的主要环节、影响健康的主要因素及动物健康管理系统的结构进行了深入的分析。第七章至第九章是本书的核心内容，第七章介绍了一般的决策方法、兽医实践决策支持系统的开发。第八章分析了兽医临床诊断特点，并介绍了动物疾病诊疗知识获取、动物疾病诊疗知识的表示方法、动物疾病模糊诊断模型、动物疾病诊断专家系统的推理机制及动物疾病诊断专家系统的构建方法。第九章以实例的形式介绍了常用的动物疫病预测原理、模型及方法，并详细分析了动物疫病预防控制信息系统的结构、架构、组成及开发技术。第十至十二章分别介绍了医学成像系统、兽医信息检索资源及远程医学，这三章的内容对于兽医临床、科研等有一定的意义，但由于当前我国兽医实践对这些技术的利用不是很充分，在本书中未进行详细介绍。

本书由肖建华、王靖飞提出整体框架，并为每一章节设计了具体的提纲。第一章由王靖飞完成；第二、三、四章由黄金、马海鹏、高利、彭胜民联合完成；第五、六章由肖建华、董婧联合完成；第七章由肖建华、王守志联合完成；第八章由肖建华完成；第九章由许丹宁、范宏刚、肖建华、李林联合完成；第十、十一、十二章由范宏刚、龚都强、张健涛、石焦联合完成。最后由肖建华对各章进行了系统的整理，王洪斌对书稿进行了全面细致的审阅。

兽医信息学在我国才刚刚起步，许多方面还需要在实践中积淀基础和升华理论。本书的内容是在实践和应用都不是很充分的情况下完成的，同时本书编者对兽医信息学的认识还不充分，因此，在写作中一定有描述不完善和不准确的地方存在，希望同行能在阅读中发现并及时指正，以便我们能在再版中改正，从而促使我国兽医信息学研究和实践水平的提高。

编者

二〇〇八年十二月于哈尔滨

目 录

序

第一章 绪论	1
一、信息与兽医学信息	1
二、信息技术基础	4
三、兽医信息学的概念	6
四、兽医信息学的主要研究领域	7
第二章 数据库基础	12
第一节 数据库系统概述	12
一、数据库概念介绍	12
二、数据库技术的产生和发展	15
三、数据库系统的特点	17
第二节 数据模型	19
一、数据模型的概念	19
二、数据模型基本概念	20
三、数据模型的表示方法	22
四、数据模型的组成要素	23
五、常用逻辑数据模型	24
第三节 数据库系统结构	28
一、数据库系统模式的概念	28
二、数据库系统的三级模式结构	29
三、数据库的二级映像功能与数据独立性	31
第四节 常见的数据库系统及其开发工具	32
第三章 网络基础	34
第一节 计算机网络概述	34
一、计算机网络的发展	34
二、计算机网络的系统组成与功能	35
三、计算机网络的分类	36

四、计算机网络的拓扑结构	39
五、计算机网络的协议	43
六、计算机网络的体系结构	45
第二节 计算机网络的软件与硬件组成	46
一、计算机网络的软件系统	46
二、计算机网络的硬件系统	47
三、网络地址	55
第四章 信息系统分析与设计	62
第一节 信息系统和管理	62
一、系统和信息系统	62
二、信息系统的发展	63
第二节 信息系统规划	64
一、信息系统发展的阶段论	64
二、开发管理信息系统的策略	66
三、信息系统战略规划的内容	66
第三节 系统分析与设计	67
一、系统分析	67
二、系统设计	70
第四节 常用系统开发方法	73
一、生命周期法	73
二、原型法	75
三、面向对象的方法	79
四、常见信息系统开发工具	84
第五章 兽医信息标准化	86
第一节 数据分类与编码	86
一、信息标准化	86
二、数据分类与编码	88
第二节 现可参考及使用的兽医学信息标准	97
一、SNOMED	97
二、ICD	98
三、ATC	99
四、MeSH	100
五、DRG	100

第六章 电子病历与动物健康管理系统	101
第一节 电子病历	101
一、概述	101
二、电子病历的组成元素、形式与分类	102
三、系统模型与数据信息的结构化与标准化	104
四、电子病历的实现及采用的主要技术	107
第二节 动物健康管理系统	111
一、健康养殖的主要环节	112
二、动物健康管理信息系统的结构	113
第七章 兽医临床决策方法与临床决策系统	119
第一节 兽医临床决策方法	119
一、兽医临床决策的概念	119
二、兽医实践决策分类	121
三、兽医临床决策方法	121
第二节 兽医实践决策支持系统的开发技术	134
一、兽医实践决策支持系统的概念模式	136
二、兽医实践决策支持系统的一般结构	137
三、决策支持系统的开发技术	143
第八章 专家系统技术与动物疾病辅助诊治系统	145
第一节 专家系统概况	145
一、专家系统的类型	145
二、专家系统的基本结构	147
三、专家系统的基本功能	148
第二节 专家系统的主要技术	149
一、专家系统知识获取技术	149
二、知识表示方法	151
三、知识组织	155
四、专家系统推理机制	159
第三节 动物疾病诊疗专家系统的开发	167
一、动物疾病诊断的任务分析	167
二、兽医临床诊断特点	170
三、计算机辅助诊断的定位及发展方向	178
四、动物疾病诊疗专家系统开发的技术路线	179

五、动物疾病诊疗知识获取	182
六、动物疾病诊疗知识的表示方法	188
七、动物疾病模糊诊断模型	195
八、动物疾病诊断知识库的建立	201
九、动物疾病诊断专家系统的推理机制	204
十、动物疾病诊断专家系统的构建	206
第九章 动物疫病预测方法及动物疫病防控信息系统	210
第一节 动物疫病预测方法	210
一、预测的基本原理	210
二、动物疫病的预测模型	213
三、定性分析方法	215
四、因果关系法	218
五、时间序列分析法	228
六、传染病动力学法	241
第二节 动物疫病预防控制信息系统	244
一、系统的总体结构	246
二、系统的总体架构	248
三、动物疫病的监测报告系统	250
四、动物疫病预警系统	257
五、动物疫病应急指挥系统	267
六、动物疫病防控信息系统开发技术	272
第十章 医学成像系统	281
第一节 医学成像简介	281
一、X线成像	281
二、计算机体层摄影 (CT)	281
三、磁共振成像 (MRI)	281
四、数字减影血管造影 (DSA)	282
第二节 数字医学图像通信标准 (DICOM)	282
一、DICOM 标准简介	282
二、DICOM 标准的基本概念和定义	283
三、DICOM 信息类型和信息定义	284
第三节 图像传输和存储系统 (PACS)	285
一、PACS 可形成高精度的诊断影像信息	285
二、医学图像信息系统的构成	285

三、医学诊断图像的传输	286
四、信息存储策略	286
五、医学图像的显示	288
第十一章 兽医信息检索资源	291
一、NCBI 数据资源	291
二、国家科技图书文献中心 (NSTL) 网络服务系统	293
三、中国高等教育文献保障系统	294
四、OVID	295
五、OCLC First Search 检索系统	296
六、万方数据资源系统	297
七、PQDD	298
八、ScienceDirect 数据库	299
九、SPRINGER-LINK 全文电子期刊数据库	299
十、Wiley InterScience 全文期刊库	300
十一、HighWire Press 电子期刊	300
十二、中国期刊全文数据库	301
十三、维普中文科技期刊数据库	302
十四、主要搜索引擎介绍	302
十五、一些与兽医有关的网站	303
第十二章 远程医学	305
一、远程医学概述	305
二、远程医学体系的基本结构	308
三、远程医学技术在兽医学领域应用的展望	309
四、远程医学发展过程中存在的问题	311
主要参考文献	313

第一章 绪 论

一、信息与兽医学信息

(一) 信息的含义

“信息”在生活中随处可见，但“信息究竟是什么”这样一个既简单又复杂的问题，至今还未有一个完整统一的定义。信息论的创始人申农 1948 年在其著作《通信的数学理论》以及 1949 年发表的《噪音中的通信》论文中对信息做了科学、高度抽象化的解释：信息是不确定性的减少或消除。美国数学家、控制论的主要奠基人维纳在 1950 年出版的《控制论与社会》一书中对信息认为：“信息就是我们在适应外部世界，并把这种适应反作用于外部世界的过程中，同外部世界进行交换的内容的名称”。1975 年意大利学者朗高在《信息论：新的趋势与未决问题》中提出：信息是反映事物的形成、关系和差别的东西，它包含在事物的差异之中，而不是事物的本身。虽然已经有了众多的关于信息的定义，然而每种定义都有一些缺陷。由于信息概念的复杂性，在定义信息的时候必须十分注意定义的条件。根据不同的条件区分不同的层次来给出信息的定义。最高的层次是最普遍的层次，也是无条件约束的层次，即本体论层次，本体论层次的信息定义是“某事物的本体论层次信息，就是该事物运动的状态和（状态改变的）方式”。本体论层次更具体的信息定义：本体论层次的信息，就是事物运动的状态和方式，也就是事物内部结构和外部联系的状态和方式。如果引入一个约束条件，则最高层次的定义就变为次高层次的定义，而次高层次的信息定义的适用范围就比最高层次定义的范围要窄。所引入的约束条件越多，定义的层次就越低，它所定义的信息的适用范围也就越窄。

如果引入一个最有实际意义的约束条件，即必须存在人类主体，而且必须站在人类主体的立场上来定义信息。在这个条件的约束下，本体论层次信息定义就转化为认识论层次信息定义。认识论层次信息定义是：某主体关于某事物的认识论层次信息，是指该主体所感知的或该主体所表述的相应事物的运动状态及其变化方式，包括状态及其变化方式的形式、含义和效用。对于正常的人类主体来说，事物的运动状态及其变化方式的外在形式、内在含义和效用价值这三者之间是相互依存、不可分割的。在认识论的角度，将事物运动及其变化方式的外在形式、内在含义和效用价值信息称为“全信息”。其中的形式因素

的信息部分称为“语法信息”，语法信息只涉及“事物运动的状态和状态改变的方式”本身，不涉及这些状态的含义和效用，因此是最抽象、最基本的层次。把其中的含义因素的信息部分称为“语义信息”，是事物运动的状态和方式的含义。效用因素的信息部分称为“语用信息”，是状态及状态改变方式的效用。

(二) 信息的类型

信息的类型有多种划分方法，可以按照信息的性质、观察的过程、地位、作用、逻辑意义、传递方向、生成领域、应用部门、信息源的性质、信息的载体性质、携带信息的信号的形式来等多种方式进行分类。

(1) 按照信息的发生领域 可划分为物理信息、社会信息、生物信息等。

(2) 按照信息所属的学科门类 可划分为哲学信息、生物学信息、医学信息、兽医学信息、物理学信息、经济学信息等。

(3) 按照信息源的性质 可划分为语声信息、图像信息、文字信息、数据信息、计算信息等。

(4) 按照信息的载体性质 可分为电子信息、光学信息、生物信息等。

(5) 按照携带信息的信号的形式 可分为连续信息、离散信息、半连续信息等。

(6) 按照主体的认识层次 可划分为语法信息、语义信息和语用信息。

(三) 信息的特征、性质与分类

信息有许多特征，信息来源于物质，但又不是物质本身；它从物质的运动中产生出来，又可以脱离原物质而相对独立地存在。信息也来源于精神世界，但是又不同于精神的领域。信息与能量息息相关，但是又与能量有本质的区别。信息具有知识的本性，但它又比知识的内涵更广泛。信息是具体的，并且可以被（生物、机器等）所感知、提取、识别，可以被传递、存储、变换、处理、显示、检索和利用；信息可以被众多用户所共享。语法信息在传送和处理过程中永不增值；在封闭系统中，语法信息的最大可能值不变。

信息也具有很多性质，信息是普遍存在的；在整个宇宙时空中，信息是有限的；即使是在有限的空间（时间有限或无限）中，信息也是无限的。对于同一个事物，不同的观察者所能获得的信息量可能不同。信息可以在时间上或在空间上从一点转移到另一点。信息可以是变换的，它可以用不同的载体和不同的方法来载荷。信息可以用来消除系统的不定性，增加系统的有序性。信息具有动态性质，一切活的信息都随时间而变化。因此，信息也是有时效、有“寿命”的；从潜在的意义上讲，信息是可以转化的。它在一定的条件下，可以转化为物质、能量、时间及其他。

(四) 信息与数据、知识、智慧的关系

数据是反映客观事物运动状态的信号通过感觉器官或观测仪器感知，形成了文本、数字、事实或图像等形式的数据。它是最原始的记录，未被加工解释，没有回答特定的问题；它反映了客观事物的某种运动状态，除此以外没有其他意义；它与其他数据之间没有建立相互联系，是分散和孤立的。数据是客观事物被大脑感知的最初的印象，是客观事物与大脑最浅层次相互作用的结果。

信息是大脑对数据进行加工处理，使数据之间建立相互联系，形成回答了某个特定问题的文本，以及被解释具有某些意义的数字、事实、图像等形式的信息。它包含了某种类型可能的因果关系的理解，回答“why（何人）”、“what（何事）”、“where（何地）”、“when（何时）”等问题。

知识是在某一特殊背景下，人们在头脑中将数据与信息、信息与信息在行动中的应用之间所建立的有意义的联系，体现了信息的本质、原则和经验。它是人所拥有的真理和信念、视角和概念、判断和预期、方法论和技能等；回答“how（如何）”、“why（为什么）”的问题；能够积极地指导任务的执行和管理，进行决策和解决问题；它是这样一种模式，当它再次被描述或被发现时，通常要为其提供一种可预测的更高的层次。也就是说，当人们将知识与其他知识、信息、数据在行动中的应用之间建立起有意义的联系，就创造出新的更高层次的知识。

智慧是人类所表现出来的一种独有的能力，主要表现为收集、加工、应用、传播信息和知识的能力，以及对事物发展的前瞻性看法。它是一种推测的、非确定性的和非随机的过程；是对更多的基本原理的理解，这种原理包含在知识中，而这种知识本质上是理解知识是什么的基础；要回答人们难以得到甚至无法得到答案的问题；它以知识为基础，随着所具有的知识层次的提高，人们的智慧向更高的层次发展。

数据、信息、知识和智慧是人类在认识客观事物过程中不同阶段的产物。从数据到信息到知识再到智慧，是一个从低级到高级的认识过程，层次越高，外延、深度、含义、概念化和价值不断增加。在数据、信息、知识和智慧中，低层次是高层次的基础和前提，没有低层次就不可能有高层次，数据是信息的源泉，信息是知识的“子集或基石”，知识是智慧的基础和条件。信息是数据与知识的桥梁；知识反映了信息的本质；智慧是知识的应用和生产性使用。

(五) 医学信息与兽医学信息

医学信息是以医学、医疗卫生和公众健康或药学、药物为信息内容和应用领域的各种信息。兽医学是研究动物体的结构与机能，研究疾病的病因、病

原、发生、发展、分布、转归及各种疾病间相互关系的规律和原理，以诊断、治疗、预防等提高动物个体和群体身体健康程度的科学。兽医学与医学之间存在着很大的相似性，因此，兽医学信息在语义要素上要包括兽医学、动物卫生、药学及动物药物等方面信息；在语用上要以兽医学、动物卫生、药物为应用领域。

二、信息技术基础

信息技术就是人类开发和利用信息资源的所有手段的总和。信息技术既包括有关信息的产生、收集、表示、检测、处理和存储等方面的技术，也包括有关信息的传递、变换、显示、识别、提取、控制和利用等方面的技术。现代信息技术的三大基础是信息的采集、传输、处理。相应的核心技术是传感器技术、通讯技术和计算机技术，它们分别构成了信息技术系统的“感官”、“神经”和“大脑”。

(一) 信息的获取

人类靠自身的感觉器官直接获取的信息是有限的，为了克服人体器官的局限和自然条件的限制，各种传感技术和遥感、遥测技术得到迅速发展，大大扩展了人们获得信息的能力。

1. 传感器技术 传感器是将各种非电量（物理量、化学量、生物量等）按一定规律转换为便于处理和传输的另一种物理量（一般为电学量）的器件。根据传感器感知外界信息的不同原理，可分为：物理传感器、化学传感器和生物传感器。传感器一般由敏感元件、转换元件、转换电路三部分组成。敏感元件是直接感受被测量，并输出与被测量成确定关系的某一物理量的元件；转换元件可将敏感元件的输出转换成一定的电路参数。有时敏感元件和转换元件的功能是由一个元件（敏感元件）实现的。调理电路可将敏感元件或转换元件输出的电路参数转换、调理成一定形式的电量输出。

2. 遥感技术 是借助对电磁波敏感的仪器，在不与探测目标接触的情况下，记录目标物对电磁波的辐射、反射、散射等信息。并通过分析，揭示目标物的特征、性质及其变化的综合探测技术。现代遥感技术主要包括信息的获取、传输、存储和处理等环节。完成上述功能的全套系统称为遥感系统，由传感器、传输设备、信息处理设备等三部分组成。

(1) 遥感器 用来接收辐射或反射来的电磁波，照相机、电视摄像机、多光谱扫描仪、成像光谱仪、微波辐射计、合成孔径雷达等都属于遥感器。

(2) 传输设备 把遥感仪送到与被测物体保持一定距离和角度的地点，主要是将遥感信息从远距离平台（如卫星）传回地面站。

(3) 信息处理设备 包括彩色合成仪、图像判读仪和数字图像处理机等,用于判读、处理由遥感仪接收到的目标物的信息特征。

(二) 信息的传输

1. 卫星通信 卫星通信模式是一个一对多的网络结构模式。卫星通信系统由卫星和地球站两部分组成。卫星在空中起中继站的作用,即把地球站发上来的电磁波放大后再返送回另一地球站。地球站则是卫星系统与地面公众网的接口,地面用户通过地球站出入卫星系统形成链路。

2. 光纤通信 是以激光为光源,以光导纤维为传输介质进行的通信。光纤通信利用光纤中传播的光波作载波传递信息。光纤通信系统一般由计算机、光端机和光中继器等组成。光纤通信的特点是通讯容量大,比电通信容量大千万倍,在两根光纤上可以传递万路电话,或上千路电视;保密性能好,抗干扰性很强。

3. 数字信号 是幅值被限制在有限个数值之内,它不是连续的而是离散的。二进码,每一个码元只取两个幅值(0, A);四进码,每个码元取四个(3, 1, -1, -3)中的一个。这种幅度是离散的信号,称数字信号。

4. 移动通信 移动体之间或移动体与固定体之间的通信称为移动通信。常见的有蜂窝移动电话、无线寻呼接收机、无绳电话等。

5. 计算机网络 是一组计算机及设备用通信线路连接构成一个完整的新计算机系统。是通信技术和计算机技术结合的产物。系统中包含了各种计算机、数据通信设备、通信线路以及实现和控制计算机之间联络的软件系统。通过网络实现各计算机间的信息交换和处理、资源共享、协同计算等,使单台计算机的能力外延,拥有小型计算机的用户可以通过网络使用大型计算机。网络分为广域网和局域网。广域网是覆盖地理范围很广的网,如因特网;局域网是覆盖局部范围的网。因特网又称互联网,是一个将世界各国的网络群都连接起来的大网络,它不为任何个体所有,是人类共享的资源。

(三) 信息的处理

信息处理是对收集来的信息进行整理、分类、统计、加工、存储、利用、传播等一系列活动,目的是提取有价值信息。因为信息是用数据表示的,所以对信息的处理又具体表现为对数据的处理。计算机处理数据快、存储量大、输入输出方便、手工操作降到最低,因而使人类对信息的占有和处理能力呈几何级数上升。现代信息分析处理技术主要包括:

1. 数字图像处理 又称为计算机图像处理,它是指将图像信号转换成数字信号并利用计算机对其进行处理的过程。数字图像处理在生物医学工程方面的应用十分广泛,如CT技术、医用显微图像的处理分析,如红细胞和白细胞

分类、染色体分析、癌细胞识别等。此外，在 X 光肺部图像增晰、超声波图像处理、心电图分析、立体定向放射治疗等医学诊断方面都广泛地应用图像处理技术。

2. 人工智能 它是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。人工智能是计算机科学的一个分支，它企图了解智能的实质，并生产出一种新的能以人类智能相似的方式做出反应的智能机器，该领域的研究包括机器人、语言识别、图像识别、自然语言处理和专家系统等。

3. 计算机辅助设计 利用计算机及其图形设备帮助设计人员进行设计工作。在设计中通常要用计算机对不同方案进行大量的计算、分析和比较，以决定最优方案；各种设计信息，不论是数字的、文字的或图形的，都能存放在计算机的内存或外存里，并能快速地检索；设计人员通常用草图开始设计，将草图变为工作图的繁重工作可以交给计算机完成；由计算机自动产生的设计结果，可以快速做出图形显示出来，使设计人员及时对设计做出判断和修改；利用计算机可以进行与图形的编辑、放大、缩小、平移和旋转等有关的图形数据加工工作。系统通常由计算机主机、图形显示终端、图形输入板、绘图仪、扫描仪、打印机、磁带机，以及各类软件组成。

4. 多媒体技术 利用电脑把文字、图形、影像、动画、声音及视频等媒体信息都数位化，并将其整合在一定的交互式界面上，使电脑具有交互展示不同媒体形态的能力。它极大地改变了人们获取信息的传统方法，符合人们在信息时代的阅读方式。主要包括音频技术如音频采样、压缩、合成及处理、语音识别等；视频技术如视频数字化及处理；图像技术如图像处理、图像图形动态生成；图像压缩技术如图像压缩、动态视频压缩；通信技术如语音、视频、图像的传输；标准化如多媒体标准化等。

三、兽医信息学的概念

兽医信息学 (Veterinary Medical Informatics) 的产生源于医学信息学。1974 年信息处理国际联盟出版的《卫生保健人员信息学教育》首次使用“medical informatics”一词。1977 年东京召开的医学信息学第三次世界大会上，对医学信息学进行了首次定义，经过 30 多年的发展，医学信息学已经形成了一个系统的学科。

兽医信息学是一门应用信息科学、工程学和计算机技术来支持兽医学教学、研究和实践的学科。兽医信息学的发展尚处于起始阶段。Kimberly A. Smith-Akin 等对 PubMed 中 1995—2004 年之间与兽医信息学相关的文章进行了统计，结果发现在 10 年间共发表了相关论文 1 385 篇。从 1995 年发表