

清华大学计算机基础教育课程系列教材

多媒体技术与虚拟现实

张 涛 编著



清华大学出版社

TP37/118

2008

清华大学计算机基础教育课程系列教材

多媒体技术与虚拟现实

张 涛 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书全面介绍了多媒体技术和虚拟现实技术的基本概念、主要技术及其应用,同时介绍了这两种技术的最新成果以及它们的相互关系和未来的发展方向。另外,本书还给出了大量的实例,帮助读者对这一领域有更加实际和深入的了解。

通过学习本书,读者可以掌握这一领域的必要知识,学会使用相应的软件工具开发多媒体及虚拟现实系统,能够独立运用多媒体和虚拟现实的技术来解决实际问题。因此,本书具有很强的实用性、先进性和可操作性。

本书可作为普通高等院校非计算机专业本科生和研究生“多媒体技术”“虚拟现实技术”课程教材,也可供其他大专院校及从事多媒体技术和虚拟现实技术研制、开发及应用技术人员学习参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

多媒体技术与虚拟现实/张涛编著. —北京:清华大学出版社,2008.2

(清华大学计算机基础教育课程系列教材)

ISBN 978-7-302-16900-0

I. 多… II. 张… III. ①多媒体技术—高等学校—教材 ②虚拟技术—高等学校—教材 IV. TP37 TP391.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 009078 号

著 者 表 示

责任编辑:袁勤勇 李 晔

责任校对:徐俊伟

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机:010-62770175

投稿咨询:010-62772015

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮购热线:010-62786544

客户服务:010-62776969

印 装 者:北京市昌平环球印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:15

版 次:2008 年 2 月第 1 版

印 数:1~3000

定 价:23.00 元

字 数:341 千字

印 次:2008 年 2 月第 1 次印刷

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:025372-01

前言

多媒体技术、虚拟现实技术与网络技术并称为当前信息技术中的最重要的3大技术。它们都属于跨学科的、综合的、正处于不断发展和更新中的高科技技术。多媒体技术是随着计算机技术的发展产生的。同时,多媒体技术的发展又推动了计算机技术的变革,使传统的计算机系统变成了多媒体系统,将计算机系统的应用推广到更广的范围,使多媒体技术发展成为独立的、与许多领域交叉的技术。因此,在多媒体技术中,不断涌现出新的概念、技术、软硬件工具等。

随着多媒体技术的发展又诞生了虚拟现实技术。它集成多媒体技术的众多概念和方法,同时独立提出了虚拟现实的技术内容。目前,虚拟现实作为我国重点发展的一项技术,已经得到很大的发展,并且在许多领域中得到越来越多的应用。因此,从最初的虚拟现实概念出发,已经引出了许多新的应用领域,例如虚拟教室、虚拟制造、虚拟训练等。随着虚拟现实技术与实际越来越紧密的结合,这项技术将会得到进一步的发展。

目前,许多高等院校都在计算机专业和非计算机专业开设了多媒体技术和虚拟现实技术的有关课程。但它们几乎都将两门课程分别作为独立课程进行讲授,因此,使学生对两种技术的理解建立在不同的领域中,忽视了它们之间的内在联系。作者在清华大学将多媒体技术和虚拟现实技术作为一门课程进行讲解,并且从多媒体技术的讲解引入到虚拟现实技术中,使学生在一学期就可以对两种技术有了较为全面和细致的了解,达到了很好的效果。由于针对这种讲授方式没有合适的教材,因此,作者将课堂上讲授的内容进行总结,书写了这部兼容多媒体技术和虚拟现实技术的教材,希望为读者提供一本更有帮助的书籍。

本书具有以下主要特点:

(1) 基础性。本书注重介绍多媒体与虚拟现实的基本概念、基本结构及基本方法,使读者对多媒体与虚拟现实技术及其相互关系和未来发展方向有清晰的了解。

(2) 全面性。本书涉及多媒体与虚拟现实技术的基本概念、软硬件设备与系统、多媒体素材及虚拟现实场景的制作、多媒体与虚拟现实的各种应用,从全方位对这两种技术进行介绍。

(3) 新颖性。本书力求介绍多媒体与虚拟现实技术中最先进的概念、方法及主流应用软件,使读者更加了解这两种技术的最新发展,便于利用这两种技术。

(4) 实用性。本书着重介绍了多媒体与虚拟现实的软硬件设备和系统,详细介绍了多种多媒体素材与虚拟现实场景制作的软件系统,并给出了大量的实例,使读者通过此书,能够对这些软件系统有初步的了解,并学会使用这些软件系统。

(5) 教学性。本书的介绍条理清楚,各章节内容既有相关性,又各自成为一个独立单元,便于教师根据教学计划安排教学内容,也便于学生有选择地进行自学。

全书分成两部分,共8章。第一部分介绍多媒体技术。这部分包括4章,每一章分别介绍多媒体技术基础、多媒体的硬件和软件环境、多媒体素材的编辑与制作、多媒体应用系统及多媒体技术的发展方向。第二部分介绍虚拟现实技术。这部分也包括4章,每一章分别介绍虚拟现实基础、虚拟现实的硬件设备、虚拟现实的建模及开发软件、虚拟现实应用系统。

本书的编写过程中得到了清华大学自动化系张增科教授的大力支持和帮助,同时参考了大量的技术资料,汲取了许多同仁的宝贵经验,在此表示衷心的感谢。

本书配套的还有授课使用的电子教案,可供读者学习或教师教学使用。

由于多媒体与虚拟现实技术发展很快,尽管作者尽力在本书中包含了许多新的内容,但仍然会遗漏许多新的思想、方法和不断涌现的系统。由于作者水平有限,书中不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

作者

2007年于北京清华园

目 录

第一部分 多媒体技术

第 1 章 多媒体技术基础	3
1.1 多媒体的基本概念	3
1.1.1 多媒体的定义	3
1.1.2 多媒体技术及其特点	6
1.1.3 多媒体中的媒体元素及其特征	6
1.2 多媒体技术的应用与发展	8
1.2.1 多媒体技术的应用	8
1.2.2 多媒体技术的发展方向	8
1.3 多媒体的关键技术	9
1.3.1 视频音频数据压缩/解压缩技术	9
1.3.2 多媒体专用芯片技术	11
1.3.3 大容量信息存储技术	11
1.3.4 多媒体输入与输出技术	13
1.3.5 多媒体软件技术	13
1.3.6 多媒体通信技术	14
1.3.7 虚拟现实技术	14
1.4 多媒体信息的计算机表示	14
1.4.1 声音文件的基本格式	14
1.4.2 图像及图像文件格式	15
1.4.3 视频和动画的文件格式	16
1.5 多媒体数据压缩技术	16
1.5.1 多媒体数据的冗余类型	16
1.5.2 数据压缩方法	17
1.5.3 视频编码的国际标准	18
1.6 多媒体与因特网	18
1.6.1 因特网上的多媒体信息	18
1.6.2 多媒体信息的传输	19
1.6.3 多媒体通信的应用	19
本章总结	20

第 2 章 多媒体的硬件和软件环境	22
2.1 多媒体计算机系统的组成结构	22
2.1.1 多媒体硬件系统	22
2.1.2 多媒体驱动软件	24
2.1.3 多媒体操作系统	24
2.1.4 多媒体数据处理软件	24
2.1.5 多媒体创作软件	24
2.1.6 多媒体应用系统	24
2.2 Windows 的多媒体环境	25
2.2.1 Windows 的多媒体扩展	25
2.2.2 Windows XP 的多媒体应用程序	26
2.3 多媒体音频	28
2.3.1 波形音频	28
2.3.2 MIDI 音频	31
2.3.3 CD-DA 唱盘	33
2.3.4 声卡	34
2.3.5 声音还原设备	35
2.3.6 语音识别技术	36
2.4 多媒体视频	37
2.4.1 视频的彩色空间的表示及转换	37
2.4.2 模拟视频标准	39
2.4.3 数字视频	39
2.4.4 视频采集卡	40
2.5 多媒体光存储器	40
2.5.1 光存储技术概述	41
2.5.2 CD-ROM 光盘系统	42
2.6 多媒体输入输出设备	44
2.6.1 扫描仪	44
2.6.2 数码相机	47
2.6.3 数码摄像机	48
2.6.4 彩色打印机	48
2.6.5 CD-R 和 CD-R 刻录机	48
本章总结	51
第 3 章 多媒体素材的编辑与制作	52
3.1 文字的制作	52
3.1.1 文本文字与图形文字	52
3.1.2 文字的输入方式	52
3.1.3 文字编辑排版	52

3.2	音频数据的制作	53
3.2.1	准备音频数据	53
3.2.2	音频编辑软件 Adobe Audition 简介	53
3.3	图像数据的制作	58
3.3.1	图像的采集与存储	58
3.3.2	Photoshop 图像制作与处理软件简介	59
3.4	视频数据的制作	75
3.4.1	数字视频基础	75
3.4.2	视频的获取与编辑	76
3.4.3	常用视频文件的格式	76
3.4.4	视频数据制作软件 Adobe Premiere Pro 概述	77
3.5	动画的编辑与制作	82
3.5.1	动画的应用	82
3.5.2	3DS MAX 8	83
3.5.3	Flash 8	86
	本章总结	90
第 4 章	多媒体应用系统及多媒体技术的发展方向	92
4.1	多媒体数据库及其检索系统	92
4.1.1	多媒体数据库	92
4.1.2	多媒体数据库的检索方法	96
4.2	多媒体远程教育系统	100
4.2.1	多媒体远程教育的概念	100
4.2.2	多媒体远程教育系统的构成	101
4.2.3	多媒体远程教育系统的主要功能	102
4.3	多媒体通信系统	103
4.3.1	多媒体通信系统概要	103
4.3.2	多媒体会议	104
4.3.3	IP 电话	106
4.4	多媒体技术的发展方向	108
4.4.1	数据压缩技术	108
4.4.2	智能交互设备	109
4.4.3	各种多媒体技术的集成	109
	本章总结	110
第二部分 虚拟现实技术		
第 5 章	虚拟现实基础	113
5.1	虚拟现实的基本概念	113

5.1.1	虚拟现实的定义	113
5.1.2	虚拟现实的特征	113
5.1.3	虚拟现实的类型	114
5.2	虚拟现实的历史发展	116
5.3	虚拟现实的关键技术	117
5.3.1	视觉技术	118
5.3.2	听觉技术	118
5.3.3	触觉技术	118
5.4	虚拟现实的制作与应用	119
5.4.1	虚拟现实的制作方法	119
5.4.2	虚拟现实的制作工具	120
5.5	虚拟现实的主要设备和产品	120
5.5.1	虚拟现实的主要设备	121
5.5.2	主要的市场产品	124
5.6	虚拟现实的主要应用	125
	本章总结	127
第 6 章	虚拟现实的硬件设备	128
6.1	传感器硬件设备	128
6.1.1	传感手套	128
6.1.2	数据衣	132
6.2	立体显示设备	132
6.2.1	立体眼镜	133
6.2.2	头盔显示器	134
6.2.3	立体投影	138
6.2.4	三维显示器	142
6.3	声学设备	143
6.3.1	三维虚拟声音的合成技术	143
6.3.2	声音硬件设备	145
6.4	交互设备	146
6.4.1	三维定位跟踪器	146
6.4.2	三维鼠标	152
6.4.3	触觉和力反馈的装置	152
	本章总结	160
第 7 章	虚拟现实的建模及开发软件	161
7.1	虚拟现实的几何建模	161
7.1.1	几何建模方法	161

7.1.2	形状确定	162
7.1.3	外观处理	163
7.2	虚拟现实的运动建模	164
7.2.1	对象位置	164
7.2.2	对象层次	165
7.2.3	观察方式	166
7.3	虚拟现实的物理建模	166
7.3.1	物理建模方法	166
7.3.2	碰撞检测	167
7.3.3	表面变形	168
7.3.4	受力计算	168
7.3.5	力的平滑与映射	169
7.3.6	触觉纹理映射	170
7.4	虚拟现实的行为建模	171
7.4.1	行为代理的定义	171
7.4.2	行为建模的方法	171
7.4.3	行为代理的建模	172
7.5	虚拟现实建模语言	172
7.5.1	VRML 概述	173
7.5.2	VRML 的编辑器与场景浏览器	174
7.5.3	VRML 文件体系	177
7.5.4	VRML 建模方法	179
7.6	虚拟现实开发工具	205
7.6.1	WTK 概述	205
7.6.2	WTK 的结构和管理	206
	本章总结	211
第 8 章	虚拟现实应用系统	213
8.1	军事应用	213
8.1.1	军事应用的目的	213
8.1.2	军事应用的领域	213
8.1.3	军事应用的实例	215
8.2	航空航天应用	215
8.2.1	航空航天应用的目的	216
8.2.2	航空航天应用的实例	216
8.3	计算机辅助设计	217
8.3.1	虚拟原型设计	218
8.3.2	虚拟建筑设计城市规划	219

8.4	外科手术和人体器官的模拟	220
8.4.1	虚拟手术系统	220
8.4.2	虚拟的人体器官	221
8.5	科学研究和计算的可视化	221
8.5.1	信息可视化的概念	221
8.5.2	虚拟分子结构模型	222
8.5.3	地震石油勘探数据处理	222
8.5.4	体数据的可视化	222
8.6	教育、游戏和其他	223
8.6.1	虚拟校园	223
8.6.2	虚拟教学与实验	223
8.6.3	虚拟博物馆	223
8.6.4	虚拟现实游戏	223
	本章总结	224
	参考文献	225

第一部分

多媒体技术

本部分将主要介绍多媒体技术的基本知识、多媒体的硬件和软件环境、多媒体素材的编辑与制作以及多媒体应用系统和多媒体技术的发展方向。这部分知识将使读者对多媒体技术有较为全面的了解,并掌握一些制作多媒体素材的基本方法。

第一卷

木村耕三

本卷收錄木村耕三先生的著作，包括其生前發表的論文、演講稿、以及其遺稿。本卷共分三冊，第一冊收錄其生前發表的論文，第二冊收錄其演講稿，第三冊收錄其遺稿。本卷的編纂工作，是由其夫人木村夫人負責的。本卷的出版，是木村先生逝世後，其夫人為了紀念先生而出版的。本卷的出版，對於研究木村先生的學術思想，具有重要的參考價值。

第 1 章

多媒体技术基础

本章首先介绍多媒体的基本概念以及多媒体技术的应用与发展,然后简要地讲述多媒体的关键技术、多媒体信息的计算机表示、多媒体数据压缩技术和因特网上的多媒体。通过本章的介绍,使读者对多媒体技术有一个初步的了解。

1.1 多媒体的基本概念

多媒体的基本概念包括多媒体的定义、多媒体技术及其特点和多媒体中的媒体元素及其特性。

1.1.1 多媒体的定义

1. 什么是多媒体

何谓多媒体?“多媒体”一词译自英文 Multimedia,即 Multiple 和 Media 的合成。其核心词是媒体。

什么是媒体?媒体是人们在生活中能够接触到的,帮助人们获得各种信息的工具。如图 1-1 所示,它包括书籍、报刊、杂志、电视、电话、计算机等。

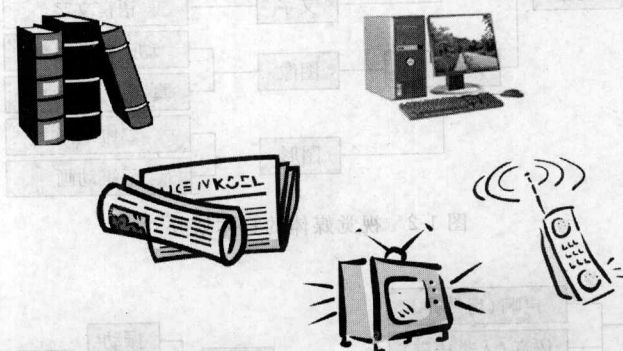


图 1-1 人们在生活中接触到的几种媒体

媒体(medium)在计算机领域有两种含义:媒质和媒介。媒质是指存储信息的实体,如磁盘、光盘、磁带、半导体存储器等。媒介是指传递信息的载体,如数字、文字、声音、图形和图像等。

2. 媒体的分类

通常的“媒体”，可分为 5 种类型：感觉媒体、表示媒体、显示媒体、传输媒体和存储媒体。

(1) 感觉媒体：能直接作用于人们的感觉器官，从而能使人们产生直接感觉的媒体。如语音、音乐、各种图像、动画、文本等。

(2) 表示媒体：为了传送感觉媒体而人为研究出来的媒体。借助于此种媒体，能够更加有效地存储或传送感觉媒体。如语言编码、电报码等。

(3) 显示媒体：用于通信中使电信号和感觉媒体之间产生转换用的媒体。如输入、输出设施，键盘鼠标器、显示器、打印机等。

(4) 传输媒体：用于传输某些媒体的媒体，如电话线、电缆光纤等。

(5) 存储媒体：用于存放某种媒体的媒体，如纸张、磁带、磁盘、光盘等。

媒体也可以根据与时间的关系进行分类，包括静态媒体和连续媒体。静态媒体是指信息的再现与时间无关，如文本、图形、图像等。连续媒体是指具有隐含的时间关系，其播放速度将影响所含信息的再现。如声音、动画、视频等。连续媒体的引入对传统的计算机系统、通信系统和分布式应用系统提出了更高的要求。

另外，根据人们对媒体的感觉，又可以将感觉媒体具体分成视觉媒体、听觉媒体、触觉媒体和其他感觉媒体(包括嗅觉、味觉等)。对每种类型的媒体又可以给予具体划分。图 1-2 是视觉媒体的具体划分。图 1-3 是听觉媒体的具体划分。图 1-4 是触听觉媒体的具体划分。

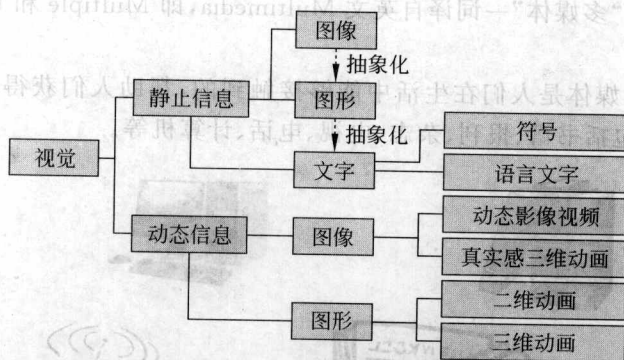


图 1-2 视觉媒体的具体划分

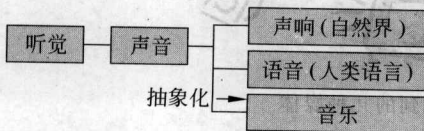


图 1-3 听觉媒体的具体划分

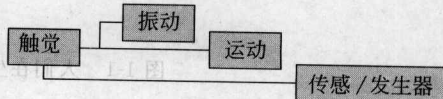


图 1-4 触觉媒体的具体划分

3. 多媒体的起源和发展

多媒体的起源可以追溯到 1839 年，在这一年法国的盖达尔发明了照相机。它经历了

以下发展过程。

- 1839 年,法国的达盖尔发明了照相机。
- 1843 年,苏格兰的贝思发明了传真(FAX)。
- 1876 年,贝尔发明了电话。
- 1893 年,爱迪生发明了电影。
- 1925 年,英国发明了 Baird 机械式电视接收。
- 1936 年,英国 BBC 公司开始了电视广播。
- 1953 年,发明了彩电(NTSC 制式)。
- 1956 年,发明了录像机。
- 1964 年,贝尔实验室发明了可视电话。
- 1967 年,德国发明了彩电(PAL 制式),法国和前苏联发明了彩电(SECAM 制式)。
- 1972 年,出现了数字电视;PHILIPS 推出了激光视盘。
- 1983 年,RCA 公司提出了 DVI 技术。1988 年 RCA 公司被 Intel 公司收购。1989 年 RCA 公司又推出 i750 芯片。
- 1984 年,发明了 CD-ROM 驱动器;APPLE 公司推出 Macintosh,引入了位图、视窗、图标等界面,并集成了良好的内部音频。
- 1985 年,Commodore 公司推出 Amiga 专用多媒体系统。
- 1989 年,拉斯韦加斯 Comdex Fall 公司展出了大量专用多媒体系统。
- 1990 年,继 MPC 规范 1.0 提出之后,又推出了 MPC2.0 和 MPC3.0 标准。
- 1993 年,美国政府正式宣布全美信息高速公路计划(NII)。
- 1995 年,将 NII 扩展为 GII(全球信息基础设施)。1995 年因而被称为“Internet 年”。
- 1997 年 Intel 公司在 Pentium(奔腾)芯片中加入 MMX(Multimedia Extension)技术,将多媒体功能集成到中央处理芯片(CPU)中。并由此至今,不断推出了 Pentium II、Pentium III、Pentium 4、迅驰、酷睿、双核处理器、四核处理器等。

至此,多媒体技术不再是计算机的外围技术,而是成为了标准配置。使多媒体技术逐步集成到主板上,内置到系统中。

总之,多媒体的技术起源和发展可以用图 1-5 来描述。其中,ISDN 指综合服务数字

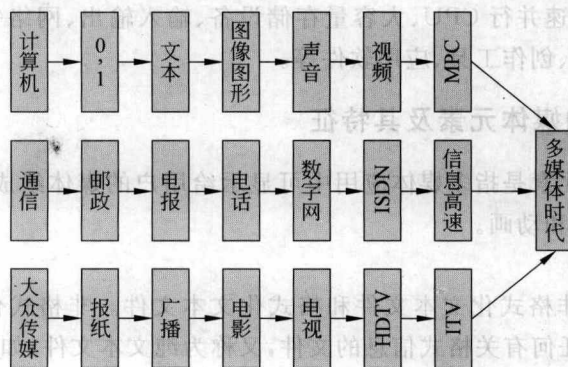


图 1-5 多媒体的技术起源和发展

网(Integrated Services Digital Network), HDTV 指高清晰电视(High Definition TV), iTV 指互动电视(Interactive TV)。

1.1.2 多媒体技术及其特点

多媒体技术是指利用计算机综合处理多种媒体信息,如文本、图形、图像、音频和视频等,使多种信息建立逻辑连接,集成为一个系统并具有交互性。它具有 3 个主要特性:信息载体的多样性、交互性和集成性。

1. 信息载体的多样性

信息载体的多样性是相对于计算机而言的,即指信息媒体的多样性。多媒体就是要把计算机处理的信息多样化或多维化,从而改变计算机信息处理的单一模式,使人们能交互地处理多种信息。

2. 交互性

多媒体的交互性是指用户可以与计算机的多种信息媒体进行交互操作,从而为用户提供更加有效的控制和使用信息的手段。交互可以增加对信息的注意力和理解力,延长信息保留的时间。当交互性引入时,“交互活动”本身作为一种媒体介入到信息的传递和转换过程。即将数据转变为信息、信息转变为知识。当人们完全地进入到一个与信息环境一体化的虚拟信息空间自由遨游时,这才是交互式应用的高级阶段,这就是虚拟现实(Virtual Reality)。图 1-6 是多媒体交互发展的过程。

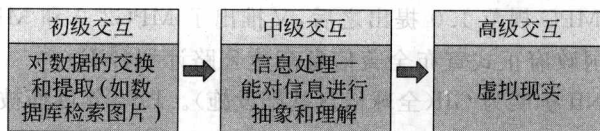


图 1-6 多媒体交互发展的过程

3. 集成性

集成性体现在以计算机为中心综合处理多种信息媒体,它包括信息媒体的集成和处理这些媒体的设备集成。信息媒体的集成包括信息的多通道统一获取、多媒体信息的统一组织和存储、多媒体信息表现合成等方面。多媒体的设备集成包括硬件和软件两个方面。其中,硬件是指高速并行 CPU、大容量存储设备、输入输出、网络等。软件包括多媒体操作系统、管理系统、创作工具、应用软件等。

1.1.3 多媒体中的媒体元素及其特征

多媒体中的媒体元素是指多媒体应用中可显示给用户的媒体组成。主要包括文本、图形、图像、音频、视频和动画。

1. 文本

文本(Text)分为非格式化文本文件和格式化文本文件。非格式化文本文件是指只有文本信息没有其他任何有关格式信息的文件,又称为纯文本文件,如. TXT 文件。格式化文本文件是指带有各种文本排版信息等格式信息的文本文件,如. DOC 文件。