

涵盖
西门子和三菱
触摸屏

知识讲解系统

流程图解完整

应用技巧实用

第2版

图解触摸屏 工程应用技巧

周志敏 纪爱华 等编著



图解触摸屏工程应用技巧

第2版

周志敏 纪爱华 等编著



机械工业出版社

本书结合国内外触摸屏技术发展动态及最新工程应用技术,以触摸屏工程实用技术为本书的核心内容,全面系统地阐述了触摸屏的基础知识和最新应用技术。全书共5章,深入浅出地阐述了触摸屏基础知识、触摸屏分类、触摸式人机界面工程应用、西门子触摸式人机界面工程应用、三菱触摸式人机界面工程应用等内容。

本书题材新颖、内容丰富实用、深入浅出、文字通俗、具有很高的实用价值,是从事触摸式人机界面技术开发、工程设计与应用的工程技术人员 的必备读物,也可供高等院校、职业技术学院相关专业师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

图解触摸屏工程应用技巧/周志敏等编著. —2版. —北京:机械工业出版社, 2015. 11

ISBN 978-7-111-51492-3

I. ①图… II. ①周… III. ①触摸屏—应用—图解 IV. ①TP334-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第215110号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑: 闫洪庆 责任编辑: 闫洪庆 版式设计: 霍永明

责任校对: 樊钟英 封面设计: 路恩中 责任印制: 李洋

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2015年11月第2版第1次印刷

184mm×260mm·13.5印张·334千字

0 001—3 000册

标准书号: ISBN 978-7-111-51492-3

定价: 49.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: 010-88361066 机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-68326294 机工官博: weibo.com/cmp1952

010-88379203 金书网: www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网: www.cmpedu.com

前 言

触控屏 (Touch Panel) 又称为触摸屏, 是可接收触摸等输入信号的感应式显示装置, 当触摸了屏幕上的图形按钮时, 屏幕上的触觉反馈系统可根据预先编制的应用程序完成各种操作功能, 触摸屏可以取代机械式的按钮面板。触摸屏是一种输入设备, 它可以使使用者只用手指轻轻地触摸计算机显示屏上的图符或文字, 就能实现对主机的操作, 这样就摆脱了键盘和鼠标操作, 使人与计算机交互更为直截了当。

触摸屏是目前最简单、方便、自然的一种人与计算机交互方式。它赋予了信息交互崭新的面貌, 是极富吸引力的全新信息交互设备。触摸屏具有坚固耐用、反应速度快、节省空间、易于交流等许多优点。触摸屏对应用于各种领域计算机系统已经是必不可少的设备。触摸屏技术的发展引起了国内外信息传媒界的普遍关注, 现已成为具有发展前景和影响力的一项高新技术产业。触摸屏产品的开发、研制、生产、应用已成为发展前景十分诱人的朝阳产业。目前, 随着触摸屏技术的广泛应用及潜在的市场, 触摸屏显示出了强大的发展潜力, 并已形成完整的触摸屏开发、研制、生产、应用产业链。

人机界面是在人与机器之间, 透过某种界面, 人能够对机器下达指令, 机器则能够通过此界面将执行状况与系统状况反馈给使用者, 换言之, 正确地在人机之间传达信息以及指令, 人机界面或称为人机互动 (Human Machine Interface, HMI), 是一个涵盖多重科技的领域, 从严格意义上来说, 人机界面与人们常说的“触摸屏”是有本质上的区别的。因为“触摸屏”仅是人机界面产品中可能用到的硬件部分, 是一种替代鼠标及键盘部分功能, 安装在显示屏前端的输入设备; 而人机界面产品则是一种包含硬件和软件的人机交互设备。

为适应国内触摸式人机界面技术的发展与工程应用, 本书以从事触摸式人机界面技术开发、工程设计与应用的工程技术人员为读者对象, 系统地阐述了触摸式人机界面技术的基础知识和最新工程应用技术, 本书在写作上尽量做到有针对性和实用性, 力求做到通俗易懂和结合实际, 使得从事触摸式人机界面技术开发、设计、应用的工程技术人员从中受益, 以使读者系统全面地了解 and 掌握触摸式人机界面的最新工程应用技术。

本书第 1 版于 2012 年出版以来, 因其内容通俗、具体实用而深受广大读者欢迎。但是, 由于触摸式人机界面应用技术的高速发展, 第 1 版在一些章节上已不能很好地满足读者的需求。鉴于此, 本书第 2 版结合目前国内外触摸式人机界面应用技术的发展动向, 在第 1 版的基础上, 对第 1、2 章内容做了一定的删减, 对第 4 章内容做了整章替

换，对第5章内容做了一定的删减和补充，删除了第6章，以使本书第2版具有技术前沿、实用等特点，更加贴近从事触摸式人机界面技术开发、设计、应用的技术人员的需求。

参加本书编写工作的有周志敏、纪爱华、周纪海、纪达奇、刘建秀、顾发娥、纪达安、纪和平、刘淑芬、陈爱华等，本书在写作过程中无论从资料的收集还是技术信息交流上都得到了国内外专业学者和触摸式人机界面制造商的大力支持，在此向他们表示衷心的感谢。

由于时间短，水平有限，书中难免有不当之处，敬请读者批评指正。

编著者

目 录

前言	
第 1 章 触摸屏基础知识	1
1.1 触摸屏技术及发展历程	1
1.1.1 触摸屏技术	1
1.1.2 触摸屏发展历程	6
1.2 触摸屏原理及特性	8
1.2.1 触摸屏原理	8
1.2.2 触摸屏特性	10
第 2 章 触摸屏分类	13
2.1 电阻式触摸屏	13
2.1.1 电阻式触摸屏工作原理	13
2.1.2 电阻式触摸屏的优缺点	16
2.2 电容式触摸屏	16
2.2.1 电容式触摸屏技术	16
2.2.2 电容式触摸屏的优缺点	18
2.3 红外式触摸屏工作原理及特性	20
2.3.1 红外式触摸屏工作原理	20
2.3.2 红外式触摸屏的优缺点	26
2.4 表面声波式触摸屏工作原理及特性	27
2.4.1 表面声波式触摸屏工作原理	27
2.4.2 表面声波式触摸屏的优缺点	30
第 3 章 触摸式人机界面工程应用	33
3.1 触摸式人机界面	33
3.1.1 人机界面	33
3.1.2 工业触摸式人机界面	38
3.2 触摸式人机界面系统工程设计	41
3.2.1 触摸式人机界面应用定义及选择	41
3.2.2 触摸屏系统设计	46
3.2.3 触摸式人机界面与 PLC 的通信	49
第 4 章 西门子触摸式人机界面工程应用	64
4.1 Smart700/1000IE 人机界面工程应用	64
4.1.1 Smart700/1000IE 人机界面安装与连接	64
4.1.2 Smart700/1000IE 人机界面的用户操作界面	68
4.1.3 Smart700/1000IE 人机界面组态操作系统	69
4.1.4 Smart700/1000IE 人机界面操作模式及测试项目	74
4.1.5 Smart700/1000IE 人机界面工程应用技巧	76
4.2 OP73micro/TP177micro 人机界面工程应用	81
4.2.1 OP73micro/TP177micro 人机界面安装与连接	81
4.2.2 OP73micro/TP177micro 人机界面组态操作系统	85
4.2.3 OP73micro/TP177micro 人机界面工程应用技巧	90
4.3 WinCC flexible 系统组态结构	95
4.3.1 WinCC flexible 特色及系统组态	95
4.3.2 OS 更新设置及恢复出厂设置	98
4.3.3 HMI 监控系统的设计	103
4.4 西门子人机界面应用问题分析及故障处理实例	117
4.4.1 西门子人机界面应用问题分析及处理方法	117
4.4.2 西门子人机界面检查及故障处理实例	124
第 5 章 三菱触摸式人机界面工程应用	129
5.1 GT Designer3 编程软件	129
5.1.1 GT Designer3 编程软件结构	129
5.1.2 启动 GT Designer3 编程软件	132
5.2 三菱 GOT 与计算机间数据传送	133
5.2.1 数据传送的步骤及注意事项	133
5.2.2 计算机与三菱 GOT 连接	137
5.2.3 设置三菱 GOT 接口	139
5.2.4 计算机与三菱 GOT 间的通信设置	145
5.2.5 向三菱 GOT 写入数据	149
5.2.6 从三菱 GOT 读取数据	161

5.2.7 与三菱 GOT 的数据对照	165	5.5.1 三菱 GOT 用于电动机起动/停止 控制和故障显示	189
5.3 三菱 GOT 画面设计技巧	166	5.5.2 PLC、变频器及三菱 GOT 构成的 调速系统	196
5.3.1 三菱 GOT 窗口画面的创建及 切换	166	5.5.3 三菱 GOT 基于 RS485 与变频器 通信设置	199
5.3.2 三菱 GT1150 触摸屏开关、指示灯 的设置	174	5.6 三菱 GOT 出错代码和出错信息及 处理方法	203
5.3.3 定时器、计数器的设置	180	5.6.1 出错代码和出错信息弹出式显示 和列表显示	203
5.3.4 数据输入与仪表显示设置	182	5.6.2 出错代码和出错信息及处理 方法	203
5.3.5 GOT 画面切换设置	183	参考文献	210
5.4 三菱 GOT 连接及操作环境参数 设置	184		
5.4.1 三菱 GOT 连接	184		
5.4.2 三菱 GOT 操作环境参数设置	186		
5.5 三菱 GOT 工程应用技巧	189		

第1章 触摸屏基础知识

1.1 触摸屏技术及发展历程

1.1.1 触摸屏技术

1. 触摸屏

所谓触摸屏,从市场概念来讲,就是一种人人都会使用的计算机输入设备,或者说是人人都会使用的与计算机沟通的设备。概括地说,触摸屏是用手指或其他触摸感应介质直接接触显示器操作计算机的一种输入设备。它是目前最友好的计算机用户接口界面。简单易学,人人都会使用,是触摸屏最大的特点,这一点无论是键盘还是鼠标,都无法与其相比。人人都会使用,也就标志着计算机应用普及时代的真正到来。

触摸屏是可接收触摸等输入信号的感应式显示装置,当触摸了触摸屏屏幕上的图形按钮时,触摸屏屏幕上的触觉反馈系统可根据预先编制的程序实现对计算机的操作。触摸屏可取代机械式的按钮面板,并通过显示器画面显示出生动的影音效果。

触摸屏在国民生产、生活中广泛的普及应用,直接刺激着触摸屏技术研发和产品的量产,如今触摸屏已经渗透到了几乎每一个可以想象得到的应用领域。触摸屏是最方便、简单、自然的计算机输入手段,完全不懂计算机的人也可以操作计算机。用户看着显示内容,想选什么就简单地用手触摸一下,通过触摸屏人们可以操作控制系统和查询感兴趣的信息。

随着多媒体信息查询的与日俱增,人们越来越多地应用到触摸屏,触摸屏不仅能满足我国多媒体信息查询的需求,而且具有坚固耐用、反应速度快、节省空间、易于交流等许多优点。利用这种技术,用户只要用手指轻轻地触摸计算机显示屏上的图符或文字就能实现对计算机进行操作,从而使人机交互更为直截了当,这种技术大大方便了那些不懂计算机操作的用户。

触摸屏是最适合信息查询的输入设备,各发达国家都在积极地进行着触摸屏的研发,触摸屏也从低档向高档发展,从红外线式、电阻式发展到电容感应式,现在发展到了表面声波式触摸屏和五线电阻式触摸屏,性能越来越优越,技术越来越先进。例如表面声波式触摸屏,安装的是一块没有任何贴膜覆层的纯玻璃,不论是从清晰度还是从耐用程度上都昭示着触摸屏产品成熟时代的到来。

从触摸屏精度、灵敏度和密闭性上考虑,应选用电容式或电阻式触摸屏。两者均采用电压加在屏幕四角,玻璃屏幕则直接固定在显示器上。电阻式触摸屏的电阻网络密封在屏中来传感触摸的位置,它可以感受到任何物体的触动,电阻式触摸屏相对其他类型的触摸屏,具有可靠性高,适用于各种工业环境。

为了操作上的方便,人们用触摸屏来代替鼠标或键盘。工作时,必须首先用手指或其他

物体触摸安装在显示器前端的触摸屏，然后系统根据手指触摸的图标或菜单位置来定位选择信息输入。

触摸屏作为一种最新的计算机输入设备，它是目前最简单、方便、自然的而且又适用于多媒体信息查询的输入设备，这种人机交互方式赋予了多媒体崭新的面貌，是极富吸引力的全新多媒体交互设备。触摸屏在我国的应用领域非常广泛，主要应用于公共信息的查询，如电信、税务、银行、电力等部门的业务查询；城市街头的信息查询；此外还可广泛应用于办公、工业控制、军事指挥、电子游戏、点歌点菜、多媒体教学、房地产预售等。将来，触摸屏还要走入家庭。

在一个触摸屏系统内，触摸想要看到的東西，计算机便可实时做出反应。触摸屏将人类行为与计算机反应简单、直接且自然地结合在一起。在工业控制领域使用触摸屏，工人可以控制复杂的工艺；一个从未接触过计算机的人也能够简便地使用触摸屏进行交互操作。

随着使用计算机作为信息的来源与日俱增，触摸屏以其易于使用、坚固耐用、反应速度快、节省空间等优点，使得人们感到使用触摸屏具有相当大的优越性。从发达国家触摸屏的普及历程和我国多媒体信息业正处在的阶段来看，触摸屏是一个使多媒体信息或控制改头换面的设备，它赋予多媒体系统以崭新的面貌，是极富吸引力的全新多媒体交互设备。随着城市向信息化方向发展和计算机网络在国民生活中的渗透，信息查询都已用触摸屏实现，显示内容可以触摸的形式出现。

随着科技的日益发展，多媒体设备的不断推陈出新，提高了人们的工作效率和生活质量，也满足了人们越来越多的需求，然而往往因为设备的控制按钮太多、设备分散、功能繁琐而使人们无所适从。于是智能集中控制系统出现，标志着智能现代化的又一大飞越。它通过专用软件预先编程，集中实现了对这些设备的控制功能，只需连接一台有线或无线触摸屏，各种设备的控制便尽在掌控之中。轻点触摸屏上的按钮就可以改变外部环境，诸如关闭窗帘，打开灯光并调节到合适的亮度，打开视听设备的电源，也可以选择某路节目在电视或投影仪的输出，对节目的播放控制，或者对环境音量等进行微调控制等，或对所有被控设备功能实行集中智能控制及管理。

2. 触摸屏系统构成

触摸屏早在多年前已经广泛被用于如工控计算机、POS 端点计算机、手持式 PDA、嵌入式系统等计算机设备，这些应用领域的特点是，多半是应用环境不方便使用键盘、鼠标进行输入，或是仅需简单的按键输入操作，利用触摸屏就能解决多数的操作需求，待需要进阶操控、微调设定时，再利用键盘、鼠标操作。

触摸屏吸引人的优点在于其外表看似简单的设计，在取代笨重的按钮、轨迹球或传统屏幕后，触摸屏带来一种全新的操作模式。相对于传统机械按钮、滑块、转轮和开关，触摸控制提供了灵活、可靠且高性价比的替代方案。

最新的触摸技术为设计发挥其创造性创造了条件，在设计开发接口时可隐藏或露出按钮或采用其他形态触摸模式。图 1-1 所示为不同触摸传感器的形状和应用。

触摸屏主要结构是由触摸检测部件和触摸屏控制器组成。触摸检测部件安装在显示器面板前面，用于检测用户触摸位置，接收后传送至触摸屏控制器；触摸屏控制器的主要作用是从触摸检测部件上接收触摸信息，并将它转换成触摸坐标，再送给 CPU，它同时能接收

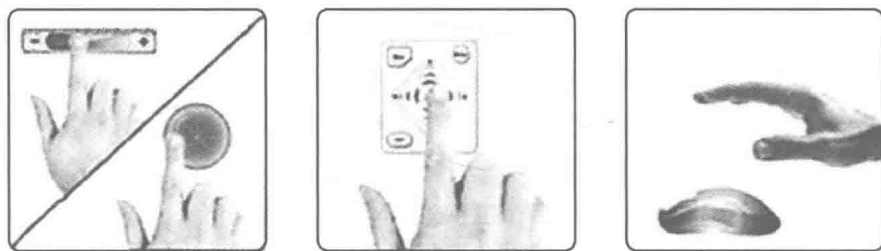


图 1-1 滑块、滚轮、触摸按钮和临近传感应用

CPU 发来的命令并加以执行。触摸屏无论是在计算机、笔记本电脑，还是在手机等设备中的应用，其系统构成都是一样的，触摸屏通常由以下几部分构成。

(1) 前面板或外框

前面板或外框是终端产品的最表层，在某些产品中，该外框将透明的盖板围起来，以免受到外部的恶劣气候或潮湿的影响，也防止下面的传感产品受到刻划以及破坏。也有些时候，最外面的框只是简单地覆盖在触摸传感器的上面，这种情况下仅仅是一个装饰。

(2) 触摸控制器

通常，触摸控制器是一个小型的微控制器芯片，它位于触摸传感器和 PC 或嵌入式系统控制器之间。该芯片可以装配到系统内部的控制器板上，也可以粘贴到玻璃触摸传感器上的柔性印制电路 (FPC) 上。触摸控制器将接收来自触摸传感器的信息，并将其转换成 PC 或嵌入式系统控制器能够理解的信息。

(3) 触摸传感器

触摸传感器是一个带有触摸响应表面的透明玻璃板，该传感器被安放到显示器上面，使得面板的触摸区域能覆盖显示屏的可视区域。如今市场上有许多种不同的触摸传感技术，各自都采用不同的方法来检测触摸输入。基本上，这些技术都是在触摸时，使电流流过面板，从而产生一个电压信号的变化。这个电压变化将被触摸控制器接收，从而确定屏幕上的触摸位置。

(4) 显示器

用于触摸产品的显示器选择方法与传统系统中基本相同，包括分辨率、清晰度、刷新速度、成本等。但在触摸屏中的另一个主要的考虑是辐射电平，由于触摸传感器检测面板被触摸所产生的微小电信号变化，易受显示器辐射的电气噪声干扰，所示显示器和触摸屏的抗干扰设计是系统设计的关键点。

(5) 系统软件

触摸屏系统软件可以来自原厂商（如手机中的嵌入式操作系统），也可以是后来加装的软件（像在传统 PC 上加一个触摸屏）。该软件应能使触摸屏和系统控制器一起工作。它将告诉产品的操作系统如何解析来自触摸控制器的触摸事件信息。在 PC 应用系统中，绝大多数触摸屏的操作像一个鼠标。这就使得在触摸屏的屏幕上的某一位置触摸与连续按鼠标非常相似。在嵌入式系统中，嵌入式控制器必须将出现在屏幕上的信息与接收到触摸的位置进行比对。

就电子产品而言，用户界面设计一方面要考虑到用户视觉、听觉、味觉、嗅觉和触觉等 5 种感官的需求，另一方面还要考虑到用户需求对器件或系统的影响。目前市场上推出的大

部分产品都是将用户的视觉和触觉分开来处理。

从计算机键盘、手机键盘、MP3 播放器、家用电器甚至电视遥控器等简单按钮或按键，到音量调节滑条、滚轮和跟踪板等更高级的单击和滚动特性，输出位置（也就是用户的输入或操控动作的结果）与用户的输入位置是截然不同的。要是能让输入和输出，即视觉和触觉完全达到一致，而这种视觉和触觉的一致性正是触摸屏的优势所在。

虽然大多数人利用视觉与听觉与计算机交互，但某些情况下，最适合使用的还是触觉。今天，计算机技术正越来越多地认识到这一点，并开始采用触觉技术。触觉在希腊语中的意思是“抓或摸”，这里是指设备产生可被感觉到（而不是被看到或听到）的输出能力。触觉输出通常是力或振动，触觉也可用于提高数据的可视化程度，使用户能浏览海量数据，并提供一个额外的通信渠道。

触觉的两类重要应用是虚拟现实和远程操作，尽管触觉在计算机游戏中的使用率很高，但它也同样可以应用于工业控制领域中。例如，触觉让使用者能触摸和感觉到计算机辅助设计（CAD）、计算机辅助制造（CAM）及类似系统中的对象。探针可向设计软件发送数字反馈信号，而所有电子操控与制动系统则能为操作者提供实际的反馈，从而避免了直接连接或动力辅助机械连接环节的重量与复杂性。

触觉最简单的示例或许就是一个旋钮，类似于调谐收音机的旋钮。通过在电动机或制动单元上配备这种旋钮，就可能拥有各种制动装置、硬性制动甚至弹性制动，并且所有这些功能都可根据需要更改。

触觉鼠标提供力、振动或同时提供两者，作为软件对用户输入的响应。从游戏到理疗，它们的应用非常广，且目前正在研究供盲人使用的作为计算机输入设备的触觉鼠标。以这种方式使用鼠标的的一个问题是，必须具备跟踪绝对位置的某些措施；设计使用杆或绳连接到底座。

在三维领域中，触觉相当于“逆向机器人技术”。机器人允许虚拟世界（软件）操纵真实的对象；而触觉设备则允许人们操纵虚拟的对象，并感觉其仿佛是真实存在的。例如，用户握住连接到武器系统的手柄等（某些系统使用手套或“套环”装置）。

触觉设备可为三自由度（3DOF），分别传感 X 轴、 Y 轴和 Z 轴；或六自由度，还可传感转动、倾斜和摇摆（自由度表示一个变量或空间中可用的选项数）。系统检测手柄位置，并通过内置电动机和制动器向用户提供力和振动。当光标遇到虚拟对象时，操作者会感觉到阻力，可能是硬的（对于坚硬的物体）、软的或是有弹性的。适当时手柄还会发生振动，例如，模拟用户将探针在粗糙表面上滑动的感觉等。

让视觉和触觉完全达到一致说起来简单，但做起来则是意义深远的技术突破，其将彻底改变用户与电子产品互动的方式，因此有人将此称为用户界面的革命。

最近触觉被结合到触摸屏中，传统触摸屏可以将控制输入放在屏幕表面上的任何位置，而触觉则使用户真正感觉到它们。按下一个按钮，用户将感觉到按钮的动作（并通常可听到“咔嚓”声）。虚拟按钮可以是任何尺寸和形状，并可位于屏幕上的任何位置，其对触摸的响应方式也多种多样。

触感的产生方式有几种，也许最直接的一种就是在显示屏上建立一个活动的凸块阵列，这样表面将具有实际所需的形状。尽管这种方法很有效，但它既复杂又昂贵。更简单的方法是在屏幕的每个角上都放置一个电磁执行机构，在触摸屏覆盖层上产生受控的侧向移动。研

究表明,关键参数不是移动距离而是加速度,因此实际仅需要移动 0.1 ~ 0.2mm,从而有可能让显示器密封符合 NEMA4 标准。

因为用户再也不用去找电子设备周边的这个或那个按钮,如计算机鼠标或键盘甚至手机上的拨号按键,而是直接与固化在设备“大脑”(即其操作系统)中的应用进行互动。这是一场革命性的变化,这种操控方式可让用户直接掌控强大的操作系统和应用程序,一切尽在用户的指尖上。

在计算机屏幕上使用鼠标和跟踪板访问应用程序,这种操控不是直接触摸显示屏,不能让用户与屏幕及内嵌的应用融为一体。实际上,通过所能想象出来的各种动作或手势来使用触摸屏,让显示屏变得鲜活生动,只要眼睛看到的,都能简单地通过触摸进行互动。目前触摸屏主要分为 3 大类:单点触摸、多点触摸识别手指方向、多点触摸识别手指位置。

关于多点触摸,投射电容式与光学式均支持这种功能。另外,在一直难以实现多点触摸的电阻式及表面声波式方面,也出现了支持这种功能的技术。在电阻式方面,法国 Stantum 公司采用数字及矩阵技术开发出了支持 10 点以上输入的电阻式触摸屏。在表面声波式方面,Touch panel Systems 公司已将支持 2 点触摸的表面声波式触摸屏产品化。

根据各种触摸屏的特点,可分别将其用于不同的产品,比如手写输入的便携式游戏机及电子记事本采用电阻式,支持多点触摸的便携终端采用电容式,使用 20in[⊙]左右屏幕的售票机及个人计算机采用光学式,要求耐久性、支持大屏幕及高分辨率的公共信息终端采用表面声波式等。

不过,上述各方式的进步速度惊人,并逐步实现了数年前不可能实现的特性。不拘泥于以往的“常识”,及时掌握最新的技术进展情况及开发动向将是灵活运用触摸屏的关键。从技术原理角度来讲,触摸屏是一套透明的绝对定位系统,它有以下特点:

1) 必须保证是透明的。触摸检测装置是在显示屏的上面,首先它必须保证是透明的,因此必须解决材料的透明问题,所以其透光率以及其抗眩抗反射的特性也相对重要。目前最好的透光材料是玻璃,但当光线穿过时,玻璃的两个表面将分别反射 3% 的光,即单层玻璃的最大透光率为 94%,这就使得到达人眼的光线受到了损耗。

电容式触摸屏要做到高透光及抗眩光并不容易,一般只有 85% 的透光率,而且抗眩的效果也不佳。但新一代电容式触摸屏的透光率为 91.5%,在其表面有抗眩抗反射处理。与电阻式触摸屏比起来,电容式触摸屏让整个视觉亮了起来,整个视觉质感也提升不少,触摸屏的制造商也不必去改造显示器把亮度提高,节省了许多成本。

2) 绝对坐标,手指摸哪里就是哪里,不需要第 2 个动作。不像鼠标,是相对定位系统,触摸屏不需要光标,有光标反倒影响用户的注意力,因为光标是给相对定位设备用的,相对定位设备要移动到一个地方首先要知道现在在何处,往哪个方向去,每时每刻还需要不停地给用户反馈当前的位置才不至于出现偏差。这些对采取绝对坐标定位的触摸屏来说都不需要。其次就是能检测手指的触摸动作并且判断手指位置,各类触摸屏技术就是围绕检测手指触摸而研发的。

作为人机交互界面,触摸屏没有真实的操作手感,不能像真实存在的键盘那样对按下动

⊙ 1in = 0.254m。

作具有力反馈反应。这是现在困扰着设备厂商最大的问题，如何解决触摸屏没有真实操作手感的问题。各设备厂商都在做着相应的探索，摩托罗拉公司在 V8 翻盖手机的触摸操作中加入了作为反馈用户操作成功的振动功能，苹果公司在苹果电脑上面通过改进屏幕物理结构实现力反馈，估计技术成熟后也会在手机或者 MP3 等设备上应用。

触摸提供了真实的互动方式，界面中元素的移动、滑行和旋转等动态效果也符合物体运动规律。但是现在新技术的应用并非完美，也存在以下一些问题：

1) 难以微操作。手指无法点击较小的控件，鼠标指针可以精确到 1 像素，而手指的指尖或者指肚决定了触摸的精确度。

2) 难以输入。有限的触摸空间、难以改变光标位置和虚拟键盘的调用等问题使得大段的文本输入较为困难。

3) 难以点击屏幕的边缘区域。当单手握住触摸屏手机时，以大拇指为圆心，大拇指指长为半径在手机屏幕上的约 1/4 圆环区域最容易点击，离此区域越远，越难以点击。

相信触摸屏技术的高速发展会让人们更多地体会到它的优点，得到更多方便。至于缺点，也会在发展过程中慢慢优化。

1.1.2 触摸屏发展历程

触摸屏是一种与计算机交互最简单、最直接的方法，诞生于 1970 年，是一项由 EloTouch Systems 公司首先推广到市场的新技术，但它却是人们最基本的交互方式。早期多被用于工控计算机、POS 终端等工业或商用设备中。

20 世纪 70 年代，美国军方首次将触摸屏（Touch Panel）技术应用于军事用途，此后，该项技术逐渐向民用转移，并且随着网络技术和互联网应用的普及，新一代触摸屏技术和产品相继出现，其坚固耐用、反应速度快、节省空间、易于交流等许多优点得到大众的认同。目前，这种最为轻松的人机交互技术已经被推向众多领域，除了应用于个人便携式信息产品（如使用手写输入技术的 PC、PDA、AV 等）之外，应用领域遍及信息家电、公共信息（如电子政务、银行、医院、电力等部门的业务查询等）、电子游戏、通信设备、办公自动化设备、信息收集设备及工业设备等。

1971 年，美国 Sam Hurst 博士发明了世界上第一个触摸传感器。虽然用这个传感器制作的触摸屏并不很清晰，但这却是人类研究触摸屏技术的开端。1973 年，这项技术被美国《工业研究》评选为当年 100 项最重要的新技术产品之一。在随后的近 40 年间，触摸屏已经派生出了红外线式触摸屏、电阻式触摸屏、表面声波式触摸屏和电容式触摸屏等几种。

触摸屏从诞生起就受到人们的关注。在 1982 年美国田纳西州的 Knoxville 公司在世界交易会上的美国馆中，第一次展出了 33 台使用新式透明触摸敏感控制板的电视机，对很多人来说，这是第一次观看和使用触摸屏。

1991 年，触摸屏进入我国，当时只是代理国外的红外式和电容式触摸屏产品。1993 年我国红外式触摸屏技术基本成熟，在这期间，逐渐产生了触摸自助一体机 Kiosk 的雏形。触摸屏技术在我国的应用虽然只有 20 多年的时间，但是它已经成了继键盘、鼠标、手写板、语音输入后成为被普通人最易接受的计算机输入方式。因为利用这种技术，用户只要用手指轻轻地触碰计算机显示屏上的图符或文字就能实现对主机操作，从而使人机交互更为直截了

当,这种技术极大方便了用户,非常适合多媒体信息查询。同时,这种人机交互方式赋予了多媒体崭新的面貌,是极富吸引力的全新多媒体交互设备。1996年,诞生了我国第一台自主开发的触摸自助一体机。

2007年iPhone手机的推出,成为触摸屏行业发展的一个里程碑。苹果公司把一部至少需要20个按键的移动电话,设计得仅需三四个按键,剩余操作则全部交由触摸屏完成。除赋予了使用者更加直接、便捷的操作体验之外,还使手机的外形变得更加时尚轻薄,增加了人机直接互动的亲切感,引发消费者的热烈追捧,同时也开启了触摸屏向主流操控界面迈进的征程。

随着计算机技术和网络技术的发展,触摸屏现在已广泛应用在销售点POS自助服务机、信息查询设备、娱乐设备、以计算机为基础的训练和仿真、医疗设备、移动和手持式系统、工业控制设备、办公自动化设备、信息家电等各个领域,它已渗透到人们生活的各个方面。

目前,触摸屏应用范围已变得越来越广泛,从工业用途的设备控制、操作系统、公共信息查询的电子查询设施、商业用途的提款机,到消费电子的移动电话、PDA、数码相机等都可见到触摸屏的身影。当然,这其中应用最为广泛的仍是手机。根据调研机构ABIResearch的报告指出,2008年采用触摸屏的手机出货量超过1亿部,而在2012年采用触摸屏的手机出货量已超过5亿部。

有迹象表明,触摸屏在消费电子产品中的应用范围正从手机屏幕等小尺寸领域向具有更大屏幕尺寸的笔记本电脑拓展。目前,戴尔、惠普、富士通、华硕等一线笔记本电脑品牌厂商都计划推出配有触摸屏的笔记本电脑或UMPC。当然,目前关于配备触摸屏的笔记本电脑是否能从10in以下的低价笔记本电脑或UMPC,扩大到14in以上的主流笔记本电脑市场,业界仍存争论。因为对于主流笔记本电脑或台式机来说,消费者多已习惯了使用键盘及鼠标进行输入,不像小尺寸笔记本电脑,因其可容纳的键盘数量有限,需触摸屏加以辅助,达到更直观的人机沟通目的。

微软公司推出的Windows 7操作系统带起PC市场多点触摸需求,并联合多家PC业者推出新款触摸计算机产品,纷纷推出多点触摸桌上计算机及笔记本电脑,多家业者认为触摸屏市场未来的发展前景也十分诱人。同步展示Windows 7触摸计算机的业者包括宏碁、华硕、惠普、微星等,利用Windows 7操作系统支持多点触摸,设计出触摸桌上计算机、笔记本电脑产品,将手机市场盛行的触摸应用带入PC市场。

目前的触摸计算机以All in one桌上型计算机为主,业者也推出少数几款多点触摸笔记本电脑测试市场反应。由于Windows 7操作系统直接支持多点触摸应用,相较一般触摸计算机仅支持单指在屏幕操作,多点触摸计算机可以两指翻转照片、涂鸦、写字、调整视窗操作等。

目前来看,多点触摸计算机以Windows 7操作系统搭配多点触摸屏,配备较高的硬件规格,至于少数业者推出的多点触摸笔记本电脑,则锁定12in以下机种,采用平板计算机设计,借助多点触摸让平板计算机的操作更直觉化。

目前,各家触摸屏厂商推出供Windows 7操作系统搭配的多点触摸解决方案,主要包括投射式电容、改良电阻式以及光学感应技术等。

由于Windows 7操作系统主打的功能特色在于多点触摸,因此目前推出搭配的触摸屏技

术均以具备多点触摸为主，过去虽然投射式电容技术在多点触摸方面的表现最受瞩目，不过在其发展过程中大尺寸仍有相当高的门槛，因此现阶段实际可量产的供应商有限，且价格也偏高。

1.2 触摸屏原理及特性

1.2.1 触摸屏原理

触摸屏的本质是传感器，触摸屏的基本原理是用手指或其他物体触摸安装在显示器前端的触摸屏时，所触摸的位置（以坐标形式）由触摸屏控制器检测，并通过接口（如 RS232 串行口）将检测信号传送到 CPU，从而确定输入的信息。

触摸屏的触摸检测装置一般安装在显示器的前端，主要作用是检测用户的触摸位置。当手指或其他介质接触到屏幕时，依据不同感应方式，检测电压、电流、表面声波或红外线等，以此测出触点坐标位置，并将坐标位置信息传送给 CPU。它同时能接收 CPU 发来的命令并加以执行。

典型电阻式触摸屏的工作部分一般由 3 部分组成，如图 1-2 所示，两层透明的阻性导体层、两层导体之间的隔离层、电极。阻性导体层选用阻性材料，如采用铟锡氧化物（ITO）涂在衬底上构成，上层衬底用塑料，下层衬底用玻璃。隔离层为黏性绝缘液体材料，如聚酯薄膜。电极选用导电性能极好的材料（如银粉墨）构成，其导电性能大约为 ITO 的 1000 倍。

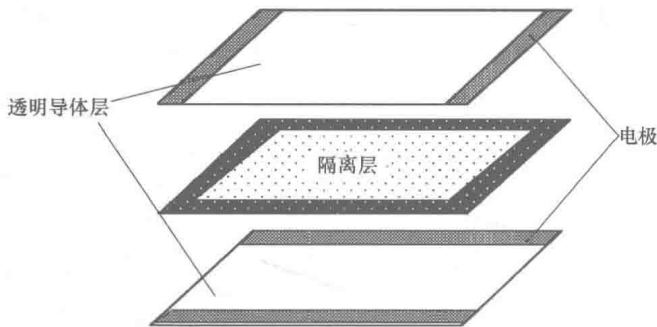


图 1-2 触摸屏结构

电阻式触摸屏工作时，上下导体层相当于电阻网络，如图 1-3 所示。当某一层电极加上电压时，会在该网络上形成电压梯度。如有外力使得上下两层在某一点接触，则在电极未加电压的另一层可以测得触摸处的电压，从而知道触摸处的坐标。比如，在顶层的电极（ $X+$ ， $X-$ ）上加上电压，则在顶层导体层上形成电压梯度，当有外力使得上下两层在某一点接触，在底层就可以测得触摸处的电压，再根据该电压与电极（ $X+$ ）之间的距离关系，知道该处的 X 坐标。然后，将电压切换到底层电极（ $Y+$ ， $Y-$ ）上，并在顶层测量触摸处的电压，从而知道 Y 坐标。

简单地讲触摸屏就是输入和输出合二为一，不再需要机械按键或滑条，显示屏就是人机接口。图 1-4 所示为感应电容触摸屏结构图，其由显示器、触摸屏、触摸屏控制器、主

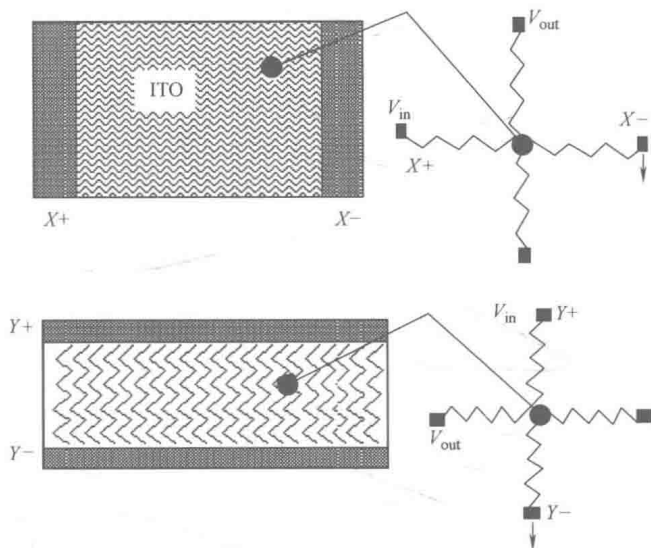


图 1-3 触摸屏下导体层的电阻网络

CPU、LCD 控制器构成，触摸屏和触摸屏控制器是整个模组的核心。

触摸屏模组示意图如图 1-5 所示，从上到下依次是①表面护罩、②覆盖层、③掩膜层与标示层、④光学胶、⑤第 1 层感应单元与衬底、⑥光学胶、⑦第 2 层感应单元与衬底、⑧空气层或光学胶、⑨LCD 显示屏。

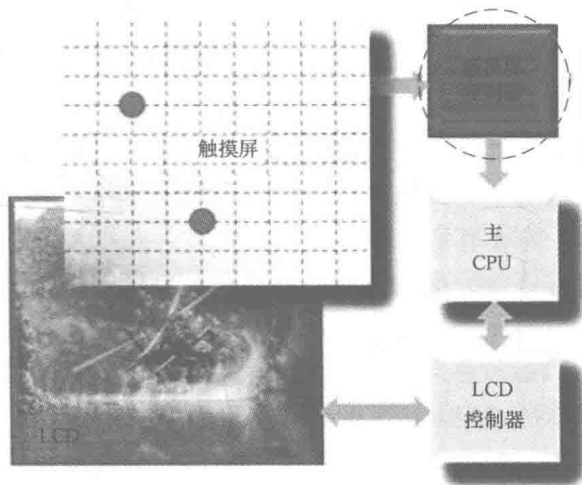


图 1-4 感应电容触摸屏结构

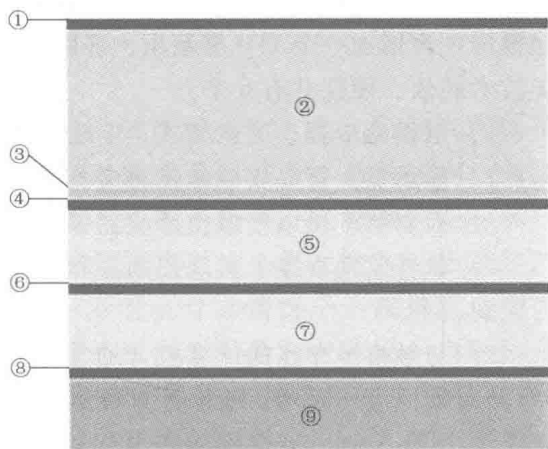


图 1-5 触摸屏模组示意图

表面护罩厚度通常小于 $100\mu\text{m}$ ，所有塑料覆盖层上面都需要硬护罩，这是因为手指触摸会划伤塑料表面，如果覆盖层是玻璃，可以不需要表面护罩，但玻璃必须经过化学加强或淬火处理，表面护罩需要与覆盖层进行光学匹配，以免光损失过多。

覆盖层厚度通常为 $0\sim 3\text{mm}$ ，并不是所有的触摸屏都需要覆盖层，覆盖层越薄，越可以获得更高的信噪比和更好的感应灵敏度。常用材料有聚碳酸酯、有机玻璃和玻璃。

第 3 层是掩膜层与标示层，它的厚度大约是 $100\mu\text{m}$ 。掩膜层位于覆盖物的下面，可以隐

藏布线和 LCD 的边缘等。在设计中允许增加标示性文字或图标,不过标示物必须相当平整地压在 ITO 的衬底上,而且标示物材料应该非导电的。

第 4 层是光学胶,厚度约为 $25 \sim 200 \mu\text{m}$ 。光学胶越薄,信噪比越好,高介电常数的光学胶可有更好的感应手指电容,从而也能获得更高的信噪比。通常采用压敏胶。

第 5 层为感应单元与衬底,ITO 涂层的厚度小于 100nm ,ITO 涂层衬底通常为 $100 \mu\text{m} \sim 1\text{mm}$ 的玻璃或是 $25 \sim 300 \mu\text{m}$ 的 PET 薄膜。越厚的 ITO,单位面积电阻越低,信噪比越好;越薄的 ITO,透光率越好。如果 ITO 做在玻璃衬底的下表面,玻璃衬底可以作为表面覆盖物。

第 6 层又是一层光学胶,与前一层光学胶比较,这一层光学胶越厚信噪比越好,这一层光学胶通常与异向导电胶结合使用。

第 7 层也是感应单元与衬底,它与第 1 层衬底的材料相同,但薄膜与玻璃不能混合使用。如果 ITO 在衬底上表面,厚的衬底可以获得更高的信噪比;如果 ITO 在衬底下表面,薄的衬底使信噪比更高。同样在边缘区域要求采用异向导电胶。现在已有单衬底工艺来简化生产和降低成本。

第 8 层是空气层或光学胶,空气的介电常数等于 1,这可以减小来自 LCD 上表面的寄生电容。假如使用光学胶,可以使安装更坚固。需要使光学参数匹配以使得光损失更小,需要选择低介电常数的光学胶,还要保证 ITO 感应单元与 LCD 上表面之间的距离最小 ($250 \mu\text{m}$)。

最后是 LCD 显示屏,对于触摸屏设计来说,它是一个噪声源,噪声来自于背光、LCD 像素的驱动控制信号,通常不采用被动点阵屏,这会在 LCD 的正面产生高压信号,尽量使用带 V_{com} 的有源点阵屏,这可构成虚地或屏蔽功能。如果确实需要采用被动点阵屏,需要在触摸屏中再增加一个 ITO 屏蔽层,屏蔽层必须接地,以去除寄生电容 C_p 的影响。涉及触摸屏技术的软、硬件共有 6 个:

- 1) 触摸感应器。有电容式、电阻式、表面声波式、红外式等。
- 2) 显示器。可以安装触摸感应器的阴极射线管 (CRT)、LCD 或等离子显示器。
- 3) 控制器。可以使触摸感应器像其他外设一样工作。
- 4) 软件驱动程序。实现控制器和计算机操作系统之间的通信,并协助控制器对输入进行识别。
- 5) 与触摸屏相连的计算机 (通常为 PC),以运行终端用户在访问时选择的选项。
- 6) 软件应用程序。能够针对特定应用开发新的或定制已有的触摸应用程序。

1.2.2 触摸屏特性

1. 透明性能

触摸屏是由多层的复合薄膜构成,透明性能的好坏直接影响到触摸屏的视觉效果。衡量触摸屏透明性能除了要从它的视觉效果来衡量,还应该从透明度、色彩失真度、反光性和清晰度四个特性来衡量。

目前,多层复合薄膜的触摸屏在各波长下的透光性还不能达到理想的一致状态,如图 1-6 所示。

- 1) 透明度。平常所说透明材料的透明度也只是平均透明度,透明材料的平均透明度越