



计算机及软件技术丛书

# X 窗口环境的 应用程序开发技术

汤建平 潘金贵 李 维 等 编写

陈世福 顾铁成 审校

南京大学出版社

计算机及软件技术丛书

# X 窗口环境的 应用程序开发技术

汤建平 潘金贵 李 维等 编写

陈世福 顾铁成 审校



南京大学出版社

1993·南京

(苏)新登字第 011 号

## 内 容 简 介

X 窗口系统是一种基于网络、与设备无关的图形用户接口,被称为 90 年代的软件开发环境。

本书区别于一般的介绍 X 窗口系统的技术手册,旨在引导读者快速掌握 X 窗口系统的同时学会在 X 窗口系统环境下开发应用程序,建立多窗口应用系统的方法。全书由四个部分共十五章组成,内容循序渐进,深入浅出,示例丰富,便于学习和练习(书中给出的所有例子均已拷贝在一张 5.25 英寸的软盘上)。

本书适合已具有 C 语言基础、希望了解和学习使用 X 窗口系统的所有人员,包括大中专计算机专业学生、教师和科技人员等阅读和参考。

需要本书中的例子程序的源代码盘片的读者或单位可与编者联系。

计算机及软件技术丛书

### X 窗口环境下的应用程序开发技术

汤建平 潘金贵 李 维等 编写

陈世福 顾铁成 审校

\*

南京大学出版社出版

(南京大学校内,邮编 210008)

江苏省新华书店发行 江苏扬中印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 1/16 印张: 29.75 字数: 718 千字

1993 年 10 月第 1 版 1993 年 10 月第 1 次印刷

印数 1—5000

ISBN 7-305-02245-4/TP·73

定价 20.00 元

责任编辑 顾其兵

## 《计算机及软件技术丛书》编委会

学术顾问      孙钟秀    张福炎    郑国梁

主      编      谢    立

副 主 编      时惠荣    潘金贵    丁    益    赵沁平

编      委      (按姓氏笔画为序)

|        |        |     |     |
|--------|--------|-----|-----|
| 丁    益 | 丁嘉种    | 王永成 | 孙志挥 |
| 时惠荣    | 陈    禹 | 陈道蓄 | 赵沁平 |
| 杨静宇    | 钱士钧    | 钱培德 | 徐宝文 |
| 顾其兵    | 谢    立 | 潘金贵 |     |

## 出版者的话

我国社会主义经济建设的蓬勃发展,极大地推动着社会信息化的进程,也促进了信息产业的发展。现在,计算机的应用已渗透到社会和生活的各个领域。作为社会信息化基础的计算机及软件技术,正为越来越多的人掌握和应用,计算机及软件技术也因此而不断更新、发展。

掌握计算机技术,是现代人特别是跨世纪的中青年人在当今激烈的社会竞争中制胜的基础,也是未来信息化社会对每个人的要求。然而,在我国,计算机基础教育尚欠普及,计算机特别是微型计算机及软件技术的应用和开发也还处在一个较低的层次。许多非专业人员希望能使用计算机,但面对纷繁的专业知识,众多的技术资料,视学习计算机的使用为畏途,专业人员面对软件技术的快速更新,目不暇接。为了让更多的人熟悉计算机技术,利用计算机服务于自己的管理、科研、教学工作,使我国的计算机及软件技术的应用和开发紧随国际潮流,普及和提高我国计算机应用和开发的水平,我们为此组织编写并陆续出版《计算机及软件技术丛书》。

本《丛书》将以应用为基础,兼顾普及与提高。组织科研、教学和应用开发第一线的专家、学者,结合国外计算机及软件技术的最新发展和趋向与国内的应用现状和方向,为初学者提供系统的入门读物,为专业人员介绍适合国情的最新实用技术,既有理论性、学术性强的专著、专论,也有普及性、实用性的教材、手册,以满足多层次读者的需要。

本《丛书》的编写将立足于现实,着眼于未来,力争反映国内外计算机及软件技术的最新动态和发展趋向,引导和帮助读者学习、吸收、掌握计算机的新理论、新技术和新成果。

我们将根据读者需要,不断充实、完善本《丛书》内容,同时诚恳欢迎读者对本《丛书》提出建议、批评,也热忱欢迎向本《丛书》赐稿。

南京大学出版社  
《计算机及软件技术丛书》编委会  
1993. 4.

## 序

X 窗口系统是美国麻省理工学院 (MIT) 与 DEC 和 IBM 公司合作开发的一种基于网络、与设备无关的图形接口系统。它的问世引起世界计算机界的普遍重视和强烈反响, 被视为计算机领域的一个重要事件。包括 IBM、SUN、APPOLLO、AT&T、DEC、HP、APPLE、XEROX、SONY 等在内的大公司都加入了该行列, 成立了 X 窗口系统的国际财团。几乎所有的台式计算机和 workstation 厂商都承认该标准。X 窗口系统已正式提交 ANSI 作为一种工业标准。一些开放式软件环境组织也已接受 X 窗口系统作为一种透明的、多窗口系统的标准, 包括 OSF (开放式软件基金会)、X/OPEN、NIST 和 IEEE/0030 工作组, 它们都在其开放系统环境的技术说明中包括了 X 窗口系统。

当前计算机技术正朝着分布处理、并行处理、网络化和多媒体化的方向发展, 而 X 窗口系统做为一个可移植的和网络透明的软件开发环境, 显然同计算机领域的总体发展方向相一致。这是 X 窗口系统在这两年内席卷整个计算机界的一个重要原因。X 窗口系统做为一个工业标准, 不仅是软件工作者的工作平台, 而且也是一个功能强大的软件开发环境和工具。它一方面不断地得到扩充, 由此给用户提供了越来越多和功能更强的软件开发工具, 另一方面又提高了软件开发工程化水平。可以预计, X 窗口系统将会刺激和加快各种应用软件的开发, 成为 90 年代的一个良好的软件开发环境。

X 窗口系统是一个大型复杂的系统。它的复杂性主要在于 X 窗口系统试图处理每个虚拟类型的计算机图形显示屏幕。X 窗口系统还试图提供完整的图形系统, 它可以创建窗口界面和处理精密图形页设计或计算机辅助设计。

X 窗口系统提供的这些优良特性, 使得许多人想使用它, 但又不知从何入手。在 X 窗口系统上进行开发的过程中, 编程人员非常需要有关 X 窗口系统的资料。然而, 目前国内能够获得的有关 X 窗口系统的中文书籍, 以提供 X 程序库或称为 Xlib 的参考资料为多, 这些书籍对高级 X 窗口系统编程很有价值, 但缺少对 X 窗口系统进行恰当的介绍, 没有给出 X 窗口系统编程的实际环境。

由潘金贵、汤建平、李维、萧柔等同志根据国内外所介绍 X 窗口系统的最新资料, 并结合他们的工作实践编写的这套书, 可引导读者在掌握 X 窗口系统的同时, 学会在 X 窗口系统环境下进行编程, 建立一个多窗口的应用系统。

本书的特点是讲述编写 X 窗口系统应用程序的主要特性, 在有关章节所介绍的主要特性都在每章的最后给出了总结, 可读性好。

本书适合初次接触 X 窗口系统、同时又希望在相关领域建立自己的应用系统的所有人员阅读。

谢 立

1992 年 4 月

于南京大学

# 绪 言

为了有助于读者理解 X 窗口系统,我们将在前言中介绍 X 窗口系统的历史,以及 X 窗口系统的基本概念和结构。以使读者熟悉 X 窗口系统的术语和环境。前言中所提出的内容在随后的章节中将给出详细说明。

## 一、 X 窗口系统的历史及开发背景

了解一下 X 窗口系统的历史和 X 窗口系统的初始目的有助于对 X 窗口系统的理解。1984 年,麻省理工学院(MIT)的有关人员面临着商业和科学领域所共同遇到的问题:他们有许多不兼容的工作站。他们的初始目的是建立可用于辅助教学的图形工作站网络。面对所拥有的各种操作系统,MIT 有关人士决定组织 Athena 工程,成立同 DEC 和 IBM 相关的 MIT 开发组。

Athena 工程的方案是设计一个网络,在可以调用远程资源时,还可以运行局域的应用程序。这个网络基于斯坦福大学的 W 软件环境。通过图形网络环境把 IBM、DEC 及其他工作站联在一起,设计者创建了第一个与硬件和生产厂家无关的操作环境,亦即 X 窗口系统。

在设计时,开发人员的目标是:

- 不增加与实现实际应用无关的新功能。
- 不求系统无所不能,但求可扩充,以便以后需要时可附加其中。
- 力求通过典型例子以窥一般性。
- 在对问题完全理解后,再提出方案。
- 尽量使用更简单的方案,使工作效果最佳。
- 尽可能地分解问题的复杂性。
- 提供机制而不是风格,尤其是窗口应用客户(Client)方面的用户接口风格。

所有这些目标中的最后一个是与本书所列的需要直接相关,我们将在以后讨论这个问题。X 窗口系统是成功的,到 1986 年人们纷纷索取 X 窗口系统。因此 X10.4 系统发行了。在 X11 版本明显与 X10 不兼容时,对 X10 的研究就不再进行了。1988 年 3 月,MIT 正式对 X11 第二次发布(X11 第一次发布是在 1987 年 9 月)。当前 X 窗口系统的开发是由 X 财团(于 1988 年 1 月成立)监督。

由于 X 财团成员已经推出 X 窗口系统上开发的几个产品,所以 X 窗口系统在计算机系统软件中已显露头角。另外,开放式软件基金会(OSF)接受 DEC、HP 和 Microsoft 的建议,把 X 窗口系统做为它的图形用户接口的主要成员,这个图形接口是为使 UNIX 更容易使用而设计的。

## 二、 X 窗口系统是什么

X 窗口系统是一种基于网络、与设备无关的图形用户接口系统。它提供了一个十分友善的操作环境。这里仅对 X 窗口系统的核心概念加以说明。

### 客户(Client)/ 服务器(Server)

X 窗口系统基于简单的客户/ 服务器关系。客户是执行任务的应用程序，而显示服务器是控制和在显示器上显示所有输出、跟踪客户输入和刷新窗口的程序。由于 X 是一个网络环境，客户和服务端没必要出现在同一系统中(虽然在一些情况下，它们可以这样，而且也能这样)。X 窗口系统允许分布式处理。例如，Apollo 工作站上可以运行服务器程序并可调用网络内 Cray 超级计算机的处理功能，而在 Apollo 监视器上显示 Cray 巨型机处理结果。

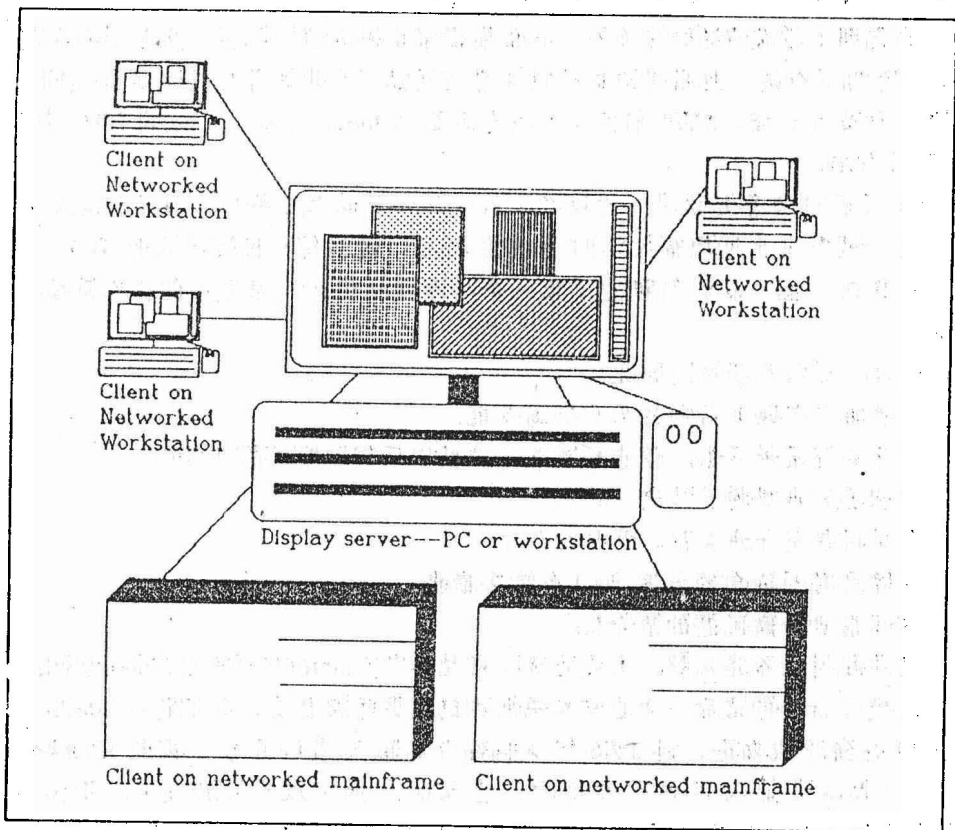


图1 网络环境中的显示服务器

X 术语与现有计算机学术语有些不同。在微机 and 小型机网络中，服务器是一个硬件设备，它可以在网络中心内运行分布数据和处理网络内的工作站和终端。而 X 中却全然不是这样。基于设计者的目的，X 的服务器是控制显示设备的局部软件程序。由于网络中其他系统可以使用某个用户的显示设备，X 服务器与局域网的文件服务器不同。

在 X 中, 显示设备是键盘、鼠标和一个或多个显示屏幕, 它通常与工作站有关。如图 1 所示, 显示服务器跟踪多个输入, 允许用户运行几个不同的客户(如数据库管理程序, 字处理程序和图形应用程序)。一个显示设备可运行用键盘和鼠标联结的多个显示屏。但单一用户则限制到单一的工作站, 多个显示屏授权到一个单一显示设备。

服务器好比是在远程系统和局域系统上运行的程序之间(或称客户之间)的交通警察。服务器的工作是:

- 允许其他客户使用显示设备。
- 传送网络信息。
- 截取从其他客户传送的网络信息。
- 进行二维绘图, 把客户程序从处理图形的工作中解脱出来。
- 跟踪客户间共享的资源(如: 窗口、光标、字体和图形环境)。
- 允许分布式处理。
- 当 X 在多任务操作系统下时, 允许多任务处理(如在 UNIX 中, X 允许调用 UNIX 的多任务处理功能)。

最重要的是服务器能跟踪显示设备的输入并通知客户。在 X 中, 这样的输入称为事件(event)。当按下一个键时, 这就是一个事件; 而当键松开时, 这又是另一个事件。类似地, 当用鼠标管理光标时, 这是另外一种事件。这些事件可以通过事件管理队列把事件传输到应用程序。我们将在第五和第六章中讨论事件。

正如早先提到的, 客户是可以同时运行的应用程序。术语“应用程序(application)”和“客户(client)”是可以互换的。一个客户可同时使用几个服务器, 这依赖于网络的结构。这里仅介绍了两种类型的客户, 另外的几种客户可参见附录 D。

与其他许多系统如 Macintosh OS 的不同, 它的窗口管理程序是控制显示屏上窗口大小与位置的客户。所有 X 窗口系统安装都要有 UWM, 即通用窗口管理程序。UWM 允许改变窗口大小, 重新安排窗口顺序, 创建窗口和其他功能。窗口管理程序更详细的讨论参见第八章。

由于 X 窗口系统产生位映像图形, 因此在不添加工作站或 PC 机的情况下, 可以用终端仿真器安装多用户系统。

例如, xterm 仿真 DEC VT102 或 Tektronix 4014 终端, 使用“哑”终端可以运行多个应用程序。这是用巨大的软件数组提供与 ASCII 终端的兼容性。

### 三、X 窗口系统的组成

在许多方法上, X 是其各部分的综合。首先把 X 分成几部分, 随后可看到这些部分是怎样在一起工作。

MIT 发表的通用 X 窗口系统是由 Xlib 图形子程序库、X 网络协议、X 工具箱和几个窗口管理程序构成的。应用程序开发人员通过 Xlib 图形窗口函数联接客户程序。

#### Xlib

Xlib 含有 300 多个匹配 X 协议请求或提供使用的函数。Xlib 实际上所做的是把 C 语

言函数调用转换成实现指定函数的 X 协议请求，例如 XDrawLine 是画一条线。这些函数包括窗口的创建、删除、移动和控制大小；画线和多边形；设置背景模式；跟踪鼠标等。Xlib 还允许以不同的方式存取窗口，这包括覆盖窗口和同时向多个窗口输出。它支持多种字体、图形模式、画线以及彩色和单色应用程序。

### **X 工具箱 (X Toolkit)**

X 工具箱是为方便编程而提供的例行程序库。各公司所提供的这些工具箱稍有不同，而且版本固定，但各个工具箱之间有许多相似之处。多数工具箱包括滚动窗口、按键、弹出式菜单、窗口边界和对话框等。在第三部分中将对此作些说明。

### **X 网络协议**

X 网络协议定义了是客户和服务端之间传送请求所使用的数据结构。从技术上讲，X 网络是异步的基于流处理通信而不是基于过程调用或核心调用接口。应用程序在这里并不做此工作，协议是 Xlib 的函数。这种结构加快了信息交换。

MIT X 财团同样给出了协议说明，它定义在 X 窗口协议 11 版中。如果是在 UNIX 中，则在 doc/ protocol/ spec 目录下。现在，X 网络协议只在 DECnet 和 TCP/ IP 中实现。

在第四部分我们将讨论和介绍 X11 的网络协议。

## **四、 X 窗口系统的优越性**

过去，小型机以下的硬件水平无法在可接受的价格内提供一个强有力的图形网络系统。由于工作站和微机的出现，X 窗口系统就成了最可行的产物。另外，需要 X 这样的工具，还由于 X 窗口系统具有以下明显的优越性。

### **适应性强、可移植性好的窗口系统**

当用户越来越习惯窗口式界面时，X 窗口系统提供了灵巧和适应环境的用户界面。由于 Apple Macintosh 和 Microsoft Windows 在微机上的成功，以及 Sun Microsystems 的 News 和 DEC 的 DECWindows 的成功都证明窗口界面大受欢迎。过去几年的研究表明窗口界面易于学习和使用。但 X 不仅仅是一个窗口系统，它还有比前面提到的系统有更大的潜力。在很大程度上，这些系统仅是一个单一的硬件环境和单一的产品。

把各种类型的计算机联在一起是次要的，更主要的是为软件设计与开发人员考虑诸如不同厂家计算机对他们的妨碍。而 X 窗口在这方面很成功。X 窗口系统是与操作系统无关的和网络透明的系统。通过把窗口管理系统和窗口服务器分开，这样就可以在不需仿真卡和外来的网络系统情况下，把完全不同的硬件构造联在一起。由于用户接口仅用来产生 X 调用，所以也就与操作系统无关了。

另外还由于系统设计者的信条是提供机制而不是方针，软件设计者以及在某种程度上用户都可以对界面具体风格拥有最后的发言权。通过编程，应用系统本身定义窗口界面和其最终的效果。还可以建立自己所想要的界面类型。既有 Macintosh 的图标(icon)和窗口，

也有与 NEWS 类似的功能。至于 X 本身的界面风格并不是很重要的，在 X 的机制上可以建立各种风格的用户界面。

这在讨论 X 窗口系统和 UNIX 操作系统时显得特别重要。过去，UNIX 不友好的但又十分重要的用户界面受到批评。把 X 窗口系统作为用户界面，使得 UNIX 的应用变得容易了。实际上，同一参数可以应用到其他操作系统也被认为是不友好的，例如 MS-DOS 和 VMS。

由于 X 与操作系统无关，从而有利于软件移植。标准 X 的 C 语言库，例如 Xlib 在每个运行 X 的机器上都是一样的。这意味由于 X 调用的相同性从而可以把界面代码直接从一个机器移植到另一个机器上。用户界面一般占代码的 30%到 60%，因此系统的可移植性大大增加。

### 资源共享

X 窗口系统允许同时运行的多个程序共享鼠标、键盘和图形显示器。实际上，X 所考虑的是一个由键盘、鼠标和其他几个监视器构成的显示设备。用键盘和鼠标连接的各个屏幕能同时一起工作。

### 一致性

正如所说的，X 窗口系统适用于 UNIX，MS-DOS，A/UX 和 VMS 等各种操作系统。X 窗口系统是一个标准的应用程序执行环境。X 财团包括 Applo、Apple、IBM、NCR、Sony、AT&T、Bull、DEC、富士通、HP、SUN、王安和 Xerox，其联系会员有 Adobe Systems、卡内基-梅隆大学和软件产业集团。另外，主要硬件厂商已把 X 列为可选窗口系统。

## 五、 X 的运行环境

与机器无关是它的最大优点。X 窗口系统的出现为解决看起来难以对付的问题提供了希望。例如，为在具有不同显示屏的多种操作系统下运行的各种计算机提供一个共同的接口。X 提供的图形接口可以在从 IBM PC 到大型主机或巨型机上运行。Cray 巨型机可以在 DEC 和 Applo 工作站显示它的输出。几乎所有主要的大计算机厂家从 Applo 到 Xerox，从 HP 到 Sun 的机器都可运行 X 窗口系统。

也有在 MS-DOS 下运行的 X 窗口系统版本。在微机中，只要是 AT 型机并有图形卡就可运行 X。另外，Pine Systems 已出版了 Macintosh 操作系统下实现的 X。微机上的 X 产品也不断涌现。

## 六、 关于本书的编排说明

本书分为四个部分，共十五章，系统地介绍了 X 窗口系统编程的主要概念。各部分的内容安排如下：

## 第一部分 怎样用 X 编程

这部分从解释 X 窗口系统开始, 介绍建立用户自己的 X 窗口应用程序所需的基础, 共八章。其中:

第一章 如何编写 X 程序。介绍如何同服务器建立联系, 并给出介绍 X 窗口系统理论和过程的例子。

第二章 使用 X 绘图。X 窗口系统是一个图形接口, 本章介绍了如何用 X 窗口系统画几类重要的图形应用程序。

第三章 在 X 应用中使用颜色。介绍如何在 X 应用中使用颜色以及 X 颜色数据库的说明。

第四章 书写文字。介绍如何在 X 应用中写出文字以及怎样通过 X 使用不同字体。

第五章 处理事件。理解 X 事件是编写 X 应用程序的关键之一。本章介绍当显示设备或键盘发生某事件时, 应用程序如何知道和发现事件。

第六章 键盘事件。讨论如何以能够在现有键盘上工作的通用方法来处理键盘事件。

第七章 橡皮条线。橡皮条线是基于鼠标绘图应用程序的基础。本章作了详细的介绍。

第八章 X 标准及其与 X 窗口管理程序的交互。

自己动手编写程序和模仿已有的程序是学习编写程序的好方法。因此, 本部分的每一章都说明了实现该章概念内容的独立程序。

## 第二部分 X 窗口系统应用程序设计

这部分介绍了一个简单的应用程序 Draw, 它主要处理:

- 应用程序中的多窗口, 包括子窗口;
- 弹出式窗口;
- 浮动选择的调色板;
- 消除操作 Undo;
- 像素操作;
- 关键的错误处理。

这部分的每一章都是建立一个大型应用程序的一部分。它详细地对所构造的绘图应用程序进行了说明, 以指导开发人员学会怎样在 X 窗口子系统中开发自己的应用程序。

在这一部分中介绍的绘图应用系统概括了 X 应用开发者在开发程序包时所关心的问题。其中:

第九章 应用程序 Draw 概述。介绍的 Draw 绘图程序是做为用户的指南, 它给出该绘图程序的工作说明。

第十章 设计多窗口应用程序。给出全部由一个程序控制的具有多个窗口的应用程序的基本思路。由于 X 中的窗口提供了良好特性, 如裁剪和命中检测, 所以大部分 X 应用程序都具有多窗口。这一章介绍了如何创建一类“浮动”调色板, 这在微机软件中非常流行。它还介绍了有关光标和 X 中窗口和像素映像之间的相似性的内容, 以及如何利用这些相似性。

第十一章 Draw 应用程序中的事件处理。描述了 Draw 中的事件处理, 即所接收的

不同事件和便捷键输入。

第十二章 设计弹出式窗口和对话框。本章说明了在实现一个弹出式窗口时所需的一些变化。并详细描述了用于请求用户输入要装载文件时所用到的对话框的创建过程。对话框也可以是多窗口。

第十三章 Draw 应用程序的改进。给出如何进一步开发 Draw 应用系统的一些方法,通过使用工具箱使它具有实用价值。

### 第三部分 X 窗口系统的工具箱

X 工具箱(X Toolkit)是建立在 Xlib 之上的更高级的编程环境,学会使用 X 工具箱,程序人员就能比在其他编程环境中用更短的时间编写出 X 窗口系统的应用程序。这些工具箱是与特定版本有关的,因此,这部分只设一章,在第十四章中仅介绍基本的工具箱概念。

### 第四部分 X 窗口系统协议(第 11 版)

X 网络协议定义了在与客户和服务端之间传送请求所使用的数据结构。在这一部分即第十五章中我们给出详细的说明。

另外在附录中给出了颜色、事件类型、图形系统、X 客户例子与应用程序的源代码,使读者对 X 窗口系统有更深入的了解。为方便读者学习,Draw 应用程序的全部代码已录入到一张软盘上,需要的读者可与编者联系。

由于 X 窗口系统太庞大和复杂,要想在一本书中完全介绍是不可能的。本书的意图旨在帮助读者掌握编写 X 窗口系统应用程序的主要特性。

参与本书编写的人员还有肖林、赵宇、顾铁成、夏方、欧晓颖、张勇和王晓宁等 12 位同志。

本书承蒙南京大学副校长、计算机科学与技术系教授、《计算机及软件技术丛书》主编谢立作序,陈世福教授主审,顾铁成同志协助进行了校阅,值此一并表示衷心的感谢。

在本书正式出版前,曾由科海培训中心作为内部资料印刷发行,受到众多 X 窗口系统的用户和爱好者的关注。此次出版时,我们又作了大量的修改和增删,在质量上、编排上、内容上都上了一个台阶。但由于时间仓促,使用和理解 X 窗口系统水平有限,书中仍难免会有这样或那样的缺点和错误,恳请读者批评指正。

编 者

1992 年 4 月

# 目 录

## 绪言

## 第一部分 怎样用 X 编程

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 第一章 如何编写 X 程序 .....              | 3  |
| 1.1 建立与 X 服务器的连接 .....           | 3  |
| 1.2 一个简单的 X 程序 .....             | 4  |
| 1.2.1 示例 1 程序的简单说明 .....         | 6  |
| 1.2.2 示例 1 的源代码 .....            | 6  |
| 1.3 打开一个简单的窗口 .....              | 10 |
| 1.3.1 窗口创建 .....                 | 11 |
| 1.3.2 向窗口管理程序发送“提示” .....        | 14 |
| 1.3.3 刷新显示器 .....                | 15 |
| 1.3.4 窗口的释放 .....                | 16 |
| 1.3.5 示例 2 的源代码 .....            | 16 |
| 1.4 在 openWindow 函数中增加新的功能 ..... | 21 |
| 1.4.1 图标 .....                   | 21 |
| 1.4.2 示例 3 的源代码 .....            | 23 |
| 1.4.3 图标位图 .....                 | 26 |
| 1.5 小结 .....                     | 27 |
| 第二章 使用 X 绘图 .....                | 28 |
| 2.1 画直线和矩形 .....                 | 28 |
| 2.2 图形上下文 .....                  | 29 |
| 2.3 画直线和矩形的程序 .....              | 30 |
| 2.4 利用圆弧画椭圆形 .....               | 40 |
| 2.5 椭圆形和矩形的填充 .....              | 41 |
| 2.5.1 画出椭圆形和矩形并填充程序的简单说明 .....   | 42 |
| 2.5.2 画椭圆形和矩形并填充程序的源代码 .....     | 42 |
| 2.6 画多条直线、多个矩形和圆弧 .....          | 46 |
| 2.7 小结 .....                     | 49 |
| 第三章 在 X 应用中使用颜色 .....            | 50 |
| 3.1 彩色应用程序的可移植性和用途 .....         | 50 |
| 3.2 彩色映像 .....                   | 51 |

|            |                         |           |
|------------|-------------------------|-----------|
| 3.3        | 用红色画一直线 .....           | 51        |
| 3.3.1      | 画有色线条程序的简单说明 .....      | 53        |
| 3.3.2      | 画有色线条程序的源代码 .....       | 53        |
| 3.4        | 使用多种颜色 .....            | 58        |
| 3.4.1      | 使用多种颜色的例子程序的简单说明 .....  | 58        |
| 3.4.2      | 使用多种颜色的例子程序的源代码 .....   | 59        |
| 3.5        | 小结 .....                | 65        |
| <b>第四章</b> | <b>书写文字 .....</b>       | <b>66</b> |
| 4.1        | 字型 .....                | 66        |
| 4.1.1      | 装载字型 .....              | 66        |
| 4.1.2      | 设置图形上下文 .....           | 67        |
| 4.1.3      | 书写正文 .....              | 68        |
| 4.1.4      | 正文的起始位置 .....           | 69        |
| 4.1.5      | 确定字型大小 .....            | 69        |
| 4.1.6      | 释放字型 .....              | 70        |
| 4.1.7      | 使用字型的技巧 .....           | 71        |
| 4.1.8      | 查找可用的字型 .....           | 71        |
| 4.1.9      | 有限的 X 服务器资源 .....       | 74        |
| 4.2        | 创建窗口、显示图形和文字的示例程序 ..... | 75        |
| 4.2.1      | 示例程序的简单说明 .....         | 75        |
| 4.2.2      | 示例程序的源代码 .....          | 75        |
| 4.3        | 小结 .....                | 79        |
| <b>第五章</b> | <b>处理事件 .....</b>       | <b>80</b> |
| 5.1        | 事件驱动的编程 .....           | 80        |
| 5.2        | X 事件模型 .....            | 80        |
| 5.3        | 事件请求 .....              | 81        |
| 5.4        | 事件屏蔽 .....              | 81        |
| 5.5        | 从 X 服务器接收事件 .....       | 82        |
| 5.6        | 事件查询 .....              | 83        |
| 5.7        | 事件类型 .....              | 84        |
| 5.8        | 鼠标按钮事件 .....            | 85        |
| 5.9        | 键盘事件 .....              | 88        |
| 5.10       | 进入/ 离开事件 .....          | 89        |
| 5.11       | 暴露事件 .....              | 90        |
| 5.12       | 检查事件的程序 .....           | 92        |
| 5.12.1     | 检查事件程序的简单说明 .....       | 92        |
| 5.12.2     | 检查事件程序的源代码 .....        | 93        |
| 5.13       | 使用鼠标绘图的程序 .....         | 99        |
| 5.13.1     | 示例程序的简单说明 .....         | 99        |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 5.13.2 示例程序的源代码 .....             | 99  |
| 5.14 对 X 事件模型的进一步了解 .....         | 105 |
| 5.15 小结 .....                     | 105 |
| <b>第六章 键盘事件</b> .....             | 106 |
| 6.1 KeySym 的概念 .....              | 106 |
| 6.2 元按键 .....                     | 109 |
| 6.3 鼠标按钮 .....                    | 110 |
| 6.4 示例程序 .....                    | 111 |
| 6.4.1 示例程序的简单说明 .....             | 111 |
| 6.4.2 示例程序的源代码 .....              | 111 |
| 6.5 键盘匹配的改变 .....                 | 117 |
| 6.6 小结 .....                      | 118 |
| <b>第七章 橡皮条线</b> .....             | 119 |
| 7.1 光栅操作函数 .....                  | 119 |
| 7.2 GC 图形函数综述 .....               | 123 |
| 7.3 橡皮条线的示例 .....                 | 123 |
| 7.3.1 示例程序的简单说明 .....             | 124 |
| 7.3.2 示例程序的源代码 .....              | 125 |
| 7.4 利用橡皮条技术画椭圆 .....              | 132 |
| 7.4.1 示例程序的简单说明 .....             | 132 |
| 7.4.2 示例程序的源代码 .....              | 132 |
| 7.5 光栅操作函数的演示 .....               | 136 |
| 7.5.1 示例程序的简单说明 .....             | 137 |
| 7.5.2 示例程序的源代码 .....              | 141 |
| 7.6 小结 .....                      | 147 |
| <b>第八章 X 标准以及与窗口管理程序的交互</b> ..... | 148 |
| 8.1 X 命令行参数 .....                 | 148 |
| 8.2 显示 .....                      | 149 |
| 8.3 X 几何 .....                    | 149 |
| 8.4 创建光标 .....                    | 150 |
| 8.4.1 作为正文的光标 .....               | 151 |
| 8.4.2 创建编程人员自己的光标 .....           | 154 |
| 8.4.3 光标资源的释放 .....               | 155 |
| 8.5 接收命令行参数并设置光标的例子 .....         | 155 |
| 8.5.1 示例程序的说明 .....               | 155 |
| 8.5.1 示例程序的源代码 .....              | 158 |
| 8.6 向窗口管理程序提供信息的例子 .....          | 171 |
| 8.6.1 类特性 .....                   | 172 |
| 8.6.2 窗口的大小 .....                 | 173 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 8.6.3 图标名 .....      | 174 |
| 8.6.3 示例程序的源代码 ..... | 174 |
| 8.7 小结 .....         | 179 |

## 第二部分 X 窗口系统应用程序设计

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| <b>第九章 应用程序 Draw 概述 .....</b>     | <b>183</b> |
| 9.1 浮动选择调色板 .....                 | 183        |
| 9.1.1 点 .....                     | 184        |
| 9.1.2 正文 .....                    | 184        |
| 9.1.3 装入新文件 .....                 | 184        |
| 9.1.4 取消绘图操作 .....                | 185        |
| 9.2 命令行参数 .....                   | 185        |
| 9.3 使用元按键输入 .....                 | 186        |
| 9.4 关键错误处理 .....                  | 186        |
| 9.5 致命的 I/ O 错误的处理 .....          | 188        |
| 9.6 小结 .....                      | 190        |
| <b>第十章 设计多窗口应用程序 .....</b>        | <b>191</b> |
| 10.1 浮动调色板 .....                  | 191        |
| 10.1.1 建立浮动调色板 .....              | 191        |
| 10.1.2 增强调色板选择项的亮度 .....          | 199        |
| 10.1.3 刷新调色板窗口 .....              | 200        |
| 10.1.4 调色板光标的设置与释放 .....          | 204        |
| 10.2 绘图窗口 .....                   | 209        |
| 10.3 清除 X 窗口和 GC 资源 .....         | 210        |
| 10.4 Draw 应用程序的文件格式 .....         | 211        |
| 10.5 像素映像和窗口 .....                | 213        |
| 10.5.1 XCopyPlane .....           | 213        |
| 10.5.2 用像素映像进行取消操作 .....          | 214        |
| 10.6 小结 .....                     | 216        |
| <b>第十一章 Draw 应用程序中的事件处理 .....</b> | <b>217</b> |
| 11.1 修改 eventLoop 函数 .....        | 217        |
| 11.2 事件屏蔽和事件选择 .....              | 218        |
| 11.3 绘图事件 .....                   | 219        |
| 11.4 调色板选择事件 .....                | 227        |
| 11.5 正文入口事件 .....                 | 231        |
| 11.6 键盘便捷键事件 .....                | 234        |
| 11.7 X 服务器产生的事件 .....             | 237        |
| 11.8 小结 .....                     | 240        |