

Win32 多线程程序设计

Multithreading Applications in Win32



*The
Complete
Guide to
Threads*

线程
完全手册

Jim Beveridge & Robert Wiener 著
侯捷 译



CD-ROM
内含书中所有
范例程序的源
代码和可执行
文件，包括可
以在Internet
WinSock 上
执行的范例。



华中科技大学出版社
<http://press.hust.edu.cn>



Pearson Education (培生教育出版集团)

Win32 多线程程序设计

线程完全手册

Multithreading Applications in Win32

The Complete Guide to Threads

Jim Beveridge & Robert Wiener 著

侯 捷 译

Win32 多线程程序设计

Multithreading Applications in Win32

Jim Beveridge & Robert Wiener

Copyright © 1997 by Addison Wesley Longman, Inc.

Simplified Chinese Copyright 2002 by Huazhong Science and Technology University Press and Pearson Education North Asia Limited.

All rights Reserved.

Published by arrangement with Pearson Education North Asia Limited, a Pearson Education Company.

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有华中科技大学出版社(原华中理工大学出版社)激光防伪标签,封底贴有“Pearson Education”激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

Win32 多线程程序设计/(美)Jim Beveridge & Robert Wiener 著;侯捷译
武汉:华中科技大学出版社,2002年1月
ISBN 7-5609-2638-X

I. W...

Ⅱ. ①J... ②R... ③侯...

Ⅲ. 程序设计, Win32

Ⅳ. TP311.1

责任编辑:周筠(<http://www.yeka.com.cn>)

技术编辑:王伟军 王飞

出版发行:华中科技大学出版社 (武昌喻家山 邮编:430074)

录排:华中科技大学惠友科技文印中心

印刷:湖北新华印务有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:30 字数:450 000

版次:2002年1月第1版 印次:2002年1月第1次印刷

印数:1—6 000 定价:59.80元

ISBN 7-5609-2638-X/TP·456

函数索引

_beginthread	249	LeaveCriticalSection	97
_beginthreadex	224	MapViewOfFile	348
AfxBeginThread	279,288	MsgWaitForMultipleObjects	86
CloseHandle	38	MsgWaitForMultipleObjectsEx	164
CoInitializeEx	435	OpenFileMapping	351
CreateEvent	121	PostThreadMessage	315
CreateFile	152	ReadFile	153
CreateFileMapping	346	ReadFileEx	163
CreteIoCompletionPort	176	ReleaseMutex	111
CreateMutex	108	ReleaseSemaphore	119
CreateSemaphore	117	ReplyMessage	309
CreateThread	26	ResumeThread	145
DeleteCriticalSection	96	SetThreadPriority	140
DisableThreadLibraryCalls	374	SleepEx	163
DllMain	369	SuspendThread	146
_endthread	250	TerminateThread	132
_endthreadex	227	TlsAlloc	386
EnterCriticalSection	97	TlsFree	388
ExitThread	45	TlsGetValue	387
FileIoCompletionRoutine	164	TlsSetValue	386
GetExitCodeThread	41	UnmapViewOfFile	353
GetQueuedCompletionStatus	179	GetOverlappedResult	155
GetStdHandle	238	WaitForMultipleObjects	81
GetThreadPriority	141	WaitForMultipleObjectsEx	164
InitializeCriticalSection	96	WaitForSingleObject	72
InterlockedDecrement	126	WaitForSingleObjectEx	163
InterlockedExchange	127	WriteFile	153
InterlockedIncrement	126	WriteFileEx	163

译 序

侯 捷

thread 就是“线”。台湾计算机术语采用“绪”这个译词，“绪”就是“线”的雅称，multithread 就是“多绪”。大陆计算机术语采用“线程”一词，multithread 就是“多线程”。

Threads（线程）是比 processes（进程）更小的执行单元，CPU 的调度与时间分配皆以 threads 为对象。

计算机领域中早就存在 threads 的观念和技术，但是早期个人电脑操作系统（主要是 DOS），别说 multithread，连 multitask, multiuser 亦不可得。因此，从当时，乃至延伸至今，threads 的概念和功能对许多非计算机专业科班出身者而言，属于一种“崇高而难以亲近”的位阶，对许多计算机专业科班出身者而言，却又只是“操作系统”这门课里高高在上的一个名词。

本书第一章第一句话值得玩味：“计算机工业界每有新的技术问世，人们总是不遗余力地去担忧它是不是够重要。公司行号虎视眈眈地注意其竞争对手，直到对方采用并宣扬这技术有多么重要，才开始急急赶上。不论这技术是不是真的很重要，每一个人都想尽办法让终端用户感觉真的很重要。终端用户终于真的觉得需要它了——即使他们完全不了解那是什么东西。”

threads 大约就是这么一种东西吧。OS/2、Windows NT、Windows 95 这类“新一代 PC 操作系统”初上市时，便一再强调其抢先式多任务（preemptive multitasking）的多线程（multithreaded）环境。拜强势行销之赐，霎时间线头到处飞舞，高深的

计算机术语在街巷里弄之间传播了开来，颇有点 “Neural Fuzzy” 洗衣机的味道。

这倒也算是好事！

搞不清楚 threads 是什么，对终端用户而言或许没有关系，对技术人员可就不妙。Threads 绝对可以缩短程序的执行时间吗？应该尽量多产生 threads 来帮助程序工作吗？任何种类的程序都可以获得 multithreads 的好处吗？错！错！错！似是而非的观念可能会把你的程序带往更坏（而非更好）的境界。

Threads 不是新东西，但它借着 Windows 的庞大装机量初次广泛进入个人电脑世界，带给个人电脑巨大的冲击。产生 threads 毫无困难，要让他们分工容易，而要让他们合作，那可就得花相当多的心思。Threads 不一定带来好处，运用不当的话，它会在执行效率上惩罚你。

Threads 是 Win32 操作系统和 Win32 程序设计不可或缺的重要环节，每一本重量级 Win32 程序设计书籍都不会忽略这个题目（请参考附录 B）。但是这些书多半仅以一章（甚至只是一节）来介绍这个题目。不够，真的不够，我们缺乏一本兼具理论并重实际的 threads 专著。《Multithreading Applications in Win32》的内容兼具理论和实际，轻薄短小的身形则在大部头书当道的今天让我们心情轻松。这是一本导入性书籍，在 threads 专著里算是比较容易入门的。但是你必须知道，threads 不可能让你轻松学习！同步控制、多线程通讯、数据一致性……样样耗费你的心神，考验你专心致志的程度。读这本书，还请你武装一下自己的精神。

对于中译本，我有以下两点说明：

1. 译本内的程序实例直接取自书附光盘。如果与英文版书面代码稍有出入，恐怕是因为作者直接在实际程序上做了点小变动而未能及时反应到书面。如果出现这种差异，我会在程序代码列表之后以译注的方式告诉你。
2. 译本保留了相当多的原文技术术语，主要是考虑本书的潜在读者层。如果不采用原文术语，可能各位反而要倒译回去半看半猜，那么译本的价值就

适得其反了。许多地方我不厌其烦地在中文术语后面加上原文术语，为的也是同样的原因。

Multithreading 非常重要。当支持多处理器（multiprocessor）的操作系统逐渐普及时，具备多处理器的个人计算机也逐渐普及。我相信，多线程程序设计是每一位技术人员都必须面对的技术。即便现在，多线程能够提高多人、多任务程序的使用者接口（UI）反应度，同样也是高阶技术人员应该追求的目标。

侯捷 新竹 1997.05.31

jjhou@jjhou.com

<http://www.jjhou.com>（繁体中文）

<http://jjhou.csdn.net>（简体中文）

作者序

1992 年，我参加了第二届 Microsoft Professional Developers Conference，当时，Win32 首次对大量观众展示。这是一个重大的事件，其中有许多蛊魅的新技术第一次亮相。观众不断地对展示的东西喝彩。当我看到这些新技术时，我身上 Unix 的那一部分说“时候到了”，而 Windows 3.1 的那一部分则是高呼“哈利路亚”。

五年过去了，好几版 Windows NT 问世了。我愈是深入此书，愈是了解 1992 年的那场盛宴之中我的了解是多么贫乏。我听过许多“睿智”的话，比如“为 MDI 程序的每一个窗口准备一个线程”之类，事实上根本是错误的。有些技术（诸如 overlapped I/O）很明显地被曲解了。

当我钻研此书时，我发现许多其他书籍和文章从头到尾描述了各式各样的 Win32 函数，却很少着墨在如何使用它们，或如何搭配其他函数使用。某些函数，例如 `MsgWaitForMultipleObjects()`，是 Win32 程序的运转中心，却几乎没有任何范例程序正确使用过它。在我所发现的文件给了我太多的挫败之后，我决定尽可能以实务导向的方式完成此书，如此一来，你就能看到那些 Win32 函数一起合作的情景。

这本书的读者群很广，Win16 和 Unix 上的程序开发者欲转移到 Win32，或是有经验的 Win32 程序开发者，都是我的对象。你会发现一些不曾看过的问答，例如“为什么 `_beginthreadex()` 真的很重要”等等。程序范例从基本层面到同步机制，到多线程 COM 和 ISAPI 应用程序，都有。

这是一本可以让你上手实验“Win32 线程”的书。我描述了基础观念，如果你需要更理论性的知识，你还得多看点其他资料。线程的大部分问题都已经被 Dijkstra 和 Courtois 那样的人在 25 年前就解决掉了，他们的论文直到今天还适用。

如果你对那些只挑软柿子吃而故意忽略困难部分的书籍感到绝望，我希望本书能够让你绝地逢生。某些章节是经过了长时间的实验、多篇相关文章（来自杂志、期刊、Microsoft Knowledge Base）的阅读、众多源代码的剖析之后，萃炼而得。像“线程与 C runtime 函数库以及 MFC 的关系”这种主题，我保证你会从中获得许多闪亮的宝石。

许多程序员对于线程是既期待又怕受伤害。Unix 的人嘲笑它，因为进程（process）看起来就已经不错了。Win16 的人也嘲笑它，因为 PeekMessage() 也运作得很好嘛！我写这本书时首先认识的一个关键问题就是：如果有任何一个人在乎所谓的线程，他为了的是什么？

如果你开发的是服务器（server）产品，你就应该对线程深深在乎，因为 I/O completion ports 使用它。I/O completion ports 是唯一能够搭配 Win32 sockets 或 named pipes 完成高效率 I/O 的方法。请你“跑”到第 6 章看个明白（用“走”字显得太慢了）。

如果你开发的是 Web 产品，那么 IIS（Internet Information Server）的扩充软件也是靠多线程 DLLs 完成的。这种技术的背景观念散布于整本书，而第 16 章则告诉你如何施行那些观念。

本书第一篇的程序是以 C 完成的，C++ 的分量很少。从第二篇开始我们就往 C++ 移动了。一如我在第 9 章所说，C++ 是大势所趋，不论你是否使用 MFC。如果你的 C++ 根基不稳，我希望你特别注意一下第 9 章。

谁应该读这本书

凡是 C/C++ 程序开发人员，并有 Windows 程序设计经验（不论是 Win16 或 Win32），企图对线程、核心对象、overlapped I/O in Win32 获得更坚实之认识者，本书就是针对你们而写的。本书谈的是 API 函数的使用、你会遭遇的问题，以及 Windows 架构对其用途的影响。

读过本书之后，你将有能力分析哪里是线程可以发挥效用的地方，哪里是你应该躲闪它们的地方。几乎整本书的重点都放在产生真正可用的程序上。神秘手法以及不安全的设计已经被我排除了。

Unix 程序员将会发现，Win32 和 Unix 之间有着基础观念上的差异。

本书架构

本书的第一篇——“上路吧，线程”，为你建立必要的基础，包括线程的启动和结束、核心对象、激发和未激发状态的意义、同步机制及其用途。有经验的 Win32 程序员或许可以跳过这一部分。不过第 6 章所讨论的主题（诸如 I/O completion ports），是非常重要的题目，而且总的来说，其文件非常贫乏。

本书的第二篇，“多线程程序设计的工具与策略”，介绍 C runtime 函数库和 MFC 对线程的支持、如何在 USER 和 GDI 的限制之下施行多线程、如何产生一个 DLL、如何对多线程程序调试。这一部分的许多信息来自于我们的研究和实际经验。

本书的第三篇，“真实世界中的多线程应用程序”，谈论如何组织一个程序，使它有效支持多线程。本篇示范两个真实世界中的应用软件，第一个是个 freethreaded OLE automation server，第二个是 ISAPI 程序，是个 IIS（Internet Information Server）扩充软件，示范如何和 JET 数据库交谈。

关于范例程序

整本书中我用了许多文本模式程序来示范观念。有些人不喜欢这种选择，但我相信一个 50~100 行的程序绝对比一个有着消息循环、资源文件、窗口函数……并且超过 750 行的 Windows 程序更能够集中读者的目光。读这本书你不会看到太多与用户界面相关的东西。我相信本书的范例程序以其目前的形态对你会比较有帮助。

面对这些范例程序，我使用了多方的错误检验。虽然这些检验导致程序代码看起来有些杂乱，但是错误检验对于生产一个真正的应用软件很重要，对于一本书也很重要。

相关阅读

有两样东西是任意时候你尝试写任意 Win32 程序时应该要准备的。第一样东西是 Microsoft Developer Network。其光盘内含不可置信的巨量技术资料，包括 Microsoft Knowledge Base、编译器和 Win32 的完整手册，以及 Microsoft Systems Journal。第二样东西是 Jeffrey Richter 的一本卓越书籍：Advanced Windows NT: The Developers Guide to the Win32 API for Windows NT 3.5 and Windows 95 (Microsoft Press, 1995)。虽然其中遗漏了某些 NT 3.51 的新东西，但其他方面非常有价值。

译注：Jeffrey 的书已出至第 3 版，名为 Advanced Windows Third Edition。它的小标题写着：for Windows 95 & Windows NT 4.0。

目 录

函数索引 (Function Index)	封面里
常见问答集 (Frequently Asked Questions)	vii

第一篇 上路吧，线程

第 1 章 为什么要“千头万绪”	3
一条曲折的路	4
与线程共枕	7
为什么最终用户也需要多线程多任务	8
Win32 基础	10
Context Switching	14
Race Conditions (竞争条件)	16
Atomic Operations (原子操作)	19
线程之间如何通讯	22
好消息与坏消息	22
第 2 章 线程的第一次接触	25
产生一个线程	26
使用多个线程的结果	31
核心对象 (Kernel Objects)	36
线程结束代码 (Exit Code)	40
结束一个线程	45
错误处理	48
后台打印 (Background Printing)	50
成功的秘诀	59

第 3 章	快跑与等待.....	61
	看似闲暇却忙碌 (Busy Waiting)	62
	性能监视器 (Performance Monitor)	66
	等待一个线程的结束.....	72
	叮咚: 被激发的对象 (Signaled Objects)	74
	等待多个对象.....	77
	在一个 GUI 程序中等待.....	85
	提要.....	91
第 4 章	同步控制 (Synchronization)	93
	Critical Sections (关键区域、临界区域)	95
	死锁 (Deadlock)	102
	哲学家进餐问题 (The Dining Philosophers)	103
	互斥器 (Mutexes)	107
	信号量 (Semaphores)	115
	事件 (Event Objects)	120
	从 Worker 线程中显示输出.....	124
	Interlocked Variables	125
	同步机制摘要.....	128
第 5 章	不要让线程成为脱缰野马.....	131
	干净地终止一个线程.....	132
	线程优先权 (Thread Priority)	138
	初始化一个线程.....	144
	提要.....	146
第 6 章	Overlapped I/O, 在你身后变戏法.....	149
	Win32 文件操作函数.....	151
	被激发的 File Handles	155
	被激发的 Event 对象.....	159
	异步过程调用(Asynchronous Procedure Calls, APCs)	163
	对文件进行 Overlapped I/O 的缺点	171
	I/O Completion Ports	172

对 Sockets 使用 Overlapped I/O.....	182
提要.....	190

第二篇 多线程程序设计的工具与手法

第 7 章 数据一致性 (Data Consistency)	195
认识 volatile 关键字	196
Referential Integrity	200
The Readers/Writers Lock	205
我需要锁定吗?	214
Lock Granularity (锁定粒度)	215
提要.....	216
第 8 章 使用 C Run-time Library	219
什么是 C Runtime Library 多线程版本	220
选择一个多线程版本的 C Runtime Library.....	221
以 C Runtime Library 启动线程.....	224
哪个好: CreateThread()抑或 _beginthreadex()?	227
避免 stdio.h.....	237
一个安全的多线程程序.....	240
结束进程 (Process)	248
为什么你应该避免 _beginthread().....	248
提要.....	251
第 9 章 使用 C++	253
处理有问题的 _beginthreadex()函数原型.....	253
以一个 C++ 对象启动一个线程.....	256
建立比较安全的 Critical Sections	265
建立比较安全的 Locks	268
建立可互换 (Interchangeable) 的 locks.....	270
异常情况 (Exceptions) 的处理	274
提要.....	274

第 10 章	MFC 中的线程.....	277
	在 MFC 中启动一个 Worker 线程	278
	安全地使用 AfxBeginThread()的传回值.....	282
	在 MFC 中启动一个 UI 线程	288
	与 MFC 对象共处	293
	MFC 的同步控制	296
	MFC 对于 MsgWaitForMultipleObjects()的支持.....	300
	提要.....	301
第 11 章	GDI 与窗口管理	303
	线程的消息队列.....	304
	消息如何周游列国.....	306
	GUI 效率问题.....	311
	以 Worker 线程完成多线程版 MDI 程序	311
	多个上层窗口 (Top Level Windows) 如何是好?	313
	线程之间的通讯.....	314
	NT 的影子线程 (shadow thread)	316
	关于 “Cancel” 对话框	316
	锁住 GDI 对象.....	319
	提要.....	319
第 12 章	调试	321
	使用 Windows NT	322
	有计划地对付错误.....	322
	Bench Testing	323
	线程对话框.....	324
	运转记录 (Logging)	325
	内存记号 (Memory Trails)	327
	硬件调试寄存器(Hardware Debug Registers).....	328
	科学方法.....	330
	提要.....	333

第 13 章	进程之间的通讯 (Interprocess Communication)	335
	以消息队列权充数据转运中心	336
	使用共享内存 (Shared Memory)	345
	使用指针指向共享内存 (Shared Memory)	354
	较高层次的进程通讯 (IPC)	362
	提要	364
第 14 章	建造 DLLs	367
	DLL 的通告消息 (Notifications)	369
	通告消息 (Notifications) 的问题	375
	DLL 进入点的依序执行 (Serialization) 特性	378
	MFC 中的 DLL 通告消息 (Notifications)	379
	喂食给 Worker 线程	380
	线程局部存储 (Thread Local Storage, TLS)	384
	_declspec(thread)	390
	数据的一致性	392
	提要	393

第三篇 真实世界中的多线程应用程序

第 15 章	规划一个应用程序	397
	多线程的理由	398
	要线程还是要进程?	403
	多线程程序的架构	404
	评估既有程序代码的适用性	406
	对 ODBC 做规划	411
	第三方的函数库 (Third-Party Libraries)	413
	提要	413
第 16 章	ISAPI	415
	Web 服务器及其工作原理	416
	ISAPI	417

IS2ODBC 范例程序	420
提要	427
第 17 章 OLE, ActiveX, COM	429
COM 的线程模型 (COM Threading Models)	431
AUTOINCR 范例程序	437
提要	443
附录 A MTVIFY 宏	445
附录 B 更多的信息	451