
前言

本書的主角 Java 虛擬機器 (Java Virtual Machine) 是一個與平台無關的引擎，可用來執行 Java applet 以及獨立的應用程式。本書讀者群設定在熟悉 Java 語言並略懂 C/C++ 的程式員。本書的內容介紹性與教學性兼而有之，某些部份還可以當成參考資料來查閱。本書是一本以「徹底瞭解」為導向的書，書中有許多實用的資訊以及 Java 虛擬機器 (本書常將 Java 虛擬機器簡稱為 JVM) 程式範例。我們期望本書能和 Sun 公司正式發表的 JVM 規格書內容互補。

讀者應該看看稍後的「如何使用本書」一節，藉以認識本書的架構，並瞭解如何從本書中獲得最多的知識。

Java 書籍與資源

O'Reilly & Associates 出版一系列的 Java 書籍，包括一本簡介的書，一本快速查閱手冊、數本教學手冊、數本參考手冊、以及你手上的這本「Java 虛擬機器」，這一系列的書完整地將 Java API 參考手冊包含進來。除此之外，Java 系列也將再推出額外數本書，來包含 Java 程式設計的進階主題（比方說：JavaBeans 與分散式運算）。請從網址 <http://java.ora.com> 取得 O'Reilly & Associates 公司 Java 系列現有的與即將推出的書籍相關資訊。

Sun Microsystems 公司提供了 Java API 與 Java 虛擬機器的線上參考文件，在你閱讀本書時可能會需要查閱這樣的資訊。你可以到 <http://www.javasoft.com/> 下載這些文件。

本書作者所擁有 Java 虛擬機器相關的文件可在 <http://cat.nyu.edu/meyer/jasmin/> 找到。

也請注意，`comp.lang.java` 新聞群（newsgroup）是個相當重要的 Java 討論區。這個新聞群被切成數個較小的子群，每個子新聞群各有專擅之處，請先閱讀 FAQ 來找出符合你所需的子新聞群。

關於本書

我們相信 Java 虛擬機器是 Java 技術中最令人興奮、最重要、也最難以捉摸的一部份。寫 JVM 等級的程式原本就是一件痛苦又複雜的事，更何況手邊可用的相關資訊又少得可憐。

Sun 已經出版一本 Java 虛擬機器的書，書名是「Java Virtual Machine Specification (JVM 規格書)」，由 Tim Lindholm 與 Frank Yellin 聯合執筆，Addison Wesley 出版發行，此書的書號為 ISBN 0-201-63452-X。這份規格書是一份出色的參考書，大大地改進了原本 JVM 公開資訊的不足，但它對於整體概要著墨不多，只簡潔地敘述各 JVM 指令（instruction），而觀摩試驗用的具體範例卻付之闕如。畢竟這只是規格書，規格書就是用來條列機器語意的細節說明之用，它恰如其份。

本書是寫來和 JVM 規格書作為互補之用的。JVM 規格書告訴我們細部的規則和語意，而本書提供了更多說明與深入淺出的描述，並伴隨著許多範例讓你親自嘗試。比方說：本書教你寫出一個類別載入者（class loader）透過假碼（pseudo-code）的說明來揭露 instanceof 的運作細節、用 JVM 指令來寫出一個 applet... 等等。

因為包含這些議題，我們也必須捨棄一些內容。本書對於下面的細節較為忽略：IEEE 格式、類別驗證者（class verifier）的動作方式、執行緒（thread）所需要的語意。

別因此以為本書欠缺有用的資訊，本書用了數十個範例讓你瞭解 JVM 工作原理。本書第一部份包含了機器的實際概觀，我們也會把對 JVM 的許多經驗和心得提出來和讀者分享。

我們相信本書有你所需要知道的一切，讓你能瞭解 JVM 並撰寫 JVM 程式，也有一些實作註記與說明。可能有些讀者（特別是系統開發者與語言專家）想知道更多細節，這類讀者可以到 Sun 的 JVM 規格書中找尋資料。

讀者定位

本書（以及在網頁上供下載的軟體）適合程式員、學生、業餘愛好者、專業人員、或任何對 Java 感興趣，想深入 Java 虛擬機器內部的人。下面列出可能的讀者屬性：

教師

如果你正在教編譯器（compiler）課程，你可能想用 Java 虛擬機器當學生習作的平台，好處是可以讓學生在各種不同的機器上完成這份習作（或者應該說，如果此機器具有可執行 Java 的 Netscape 即可）。你也可以藉機把 Java 虛擬機器的某些特色（跨平台、驗證者、物件模型、型別系統）整合研究到課程中。

業餘愛好者

本書提供你一套工具，讓你能在虛擬機器層級將 Java 操控於指掌間。如果你想真正瞭解 Java 的工作原理與虛擬機器的架構，這本書是你的不二選擇。

系統開發者

如果你正在開發一個 Java 執行時期系統 (runtime system)，或將 Java 移植到新的平台，這本書能讓你瞭解執行時期系統內如何分工合作。

高級程式員

透過本書網頁上提供下載的 Jasmin (茉莉) 軟體，你可以反組譯 (disassemble) 類別、觀察類別的內部、甚至可以用組譯器 (assembler) 來實作重要的類別和行為 (method)。或者，你也可以藉由本書來瞭解 Java 的執行效率議題並直接使用 JVM 建立應用軟體。

語言實作者

如果你希望讓 Java 虛擬機器也能執行某個你喜愛的程式語言，你打算實作此語言的 JVM 版本，本書正是你所需要的。

電腦安全高手

Sun 公司要求 Java 可以保護你免於受到來者不善的程式之搗亂。本書幫助你能自行控制這項權力。

範例程式

本書將出現許多範例，用來幫助你瞭解 Java 虛擬機器。

我們希望以易讀的文字格式來呈現這些範例，讓你能快速地鍵入範例以試其反應。然而，Java 規格書並未定義 Java 類別檔的文字格式 (只有定義 Java 類別檔的位元組格式)。

為了撰寫本書所需，我們開發了一套自己的 Java 虛擬機器組譯器，叫作 Jasmin (茉莉)。Jasmin 需要用文字來描述 Java 類別檔，以簡單易讀的語法撰寫，Jasmin 將其轉成合適的類別檔。使用 Jasmin，可以輕易地摸索出虛擬機器的原理。本書所有 JVM 程式的範例都是由 Jasmin 語法撰寫。本書參考資料的部份對 Jasmin 語法和底層的 bytecode 格式有更詳細的描述。

我們免費提供 Jasmin，如果你尚未取得本書網頁上供下載的 Jasmin，請到 <http://www.oreilly.com.tw/chinese/java/virtual.htm> 或想對 Jasmin 做更進一步的瞭解可到 <http://www.cat.nyu.edu/meyer/jasmin/> 看看，並取得最新版的 Jasmin；目前版本為 1.06。

我們需要你的建議

本書早在 1996 年就開始規畫，那個時候 Sun 還沒公開 JVM 的官方文件，所以許多早期的工作都是在半猜想、半測試中進行。為了撰寫本書，我們花了許多時間剖析 JVM 內部、讀線上資料（在 <http://java.sun.com>）以及透過 Jasmin 寫測試程式。因為有這些研究，我們才有能力提供你這些得來不易的知識，來讓你洞悉虛擬機器的工作原理。

在 1997 年 Sun 公開的 JVM 規格書中，包含了許多舊版軟體（JDK 1.0.2 前期版）所沒有的改良和調整，我們也因此改寫了本書的許多部份來反應這些改變。

在這段時期，我們努力讓此技術的敘述能精確完整，如果說我們有遺漏些什麼，也不無可能，走在新技術的最尖端就是有這個缺點。

我們希望你能幫我們找出此書的問題來共同改進此書，如果你有任何想法可以讓本書提供更重要的參考資料給相關人士，或者你發現文中有任何錯誤之處，請透過電子郵件告知我們，來信請寄 bookquestion@ora.com.tw。

如果我們發現本書有公佈勘誤表的必要，或需要更新內容時，你可以在 <http://www.oreilly.com.tw/chinese/java/virtual.htm> 中找到相關的資訊。

Java 版本

本書以 Java 1.02 版為對象。當本書送交付梓之際，Sun 正公佈 JDK 1.1 beta 版，我們大略地瀏覽此版本，發現 JVM 指令集（instruction set）或 bytecode 的格式並未有大的變動。

但是，1.1 版多出了許多位於 java * 包裹 (package) 中的新類別，新版的類別檔中也加入一些新的屬性 (attribute) 以支援 RMI 以及內部類別 (inner class) 等新特色。最特別的是，「InnerClasses」屬性被加到頂層的類別檔屬性中，類別成員的「Synthetic」屬性也一樣。

我們將密切注意這些改變，將內容更新於網頁 <http://www.oreilly.com.tw/chinese/java/virtual.htm> 與 <http://www.cat.nyu.edu/meyer/jasmin/>。

如何使用本書

本書的結構分為三部份：第一部份是機器概觀，第二部份是指令指南，第三部份是參考資料。

如果你對 Java 虛擬機器不熟悉，你可能想把這本書拿到一個安靜的地方，花些時間仔細地讀完前三章。稍後，你可以回來讀完第一部份的其它章節。

如果你需要熟悉 JVM 的指令集，第二部份包含了所有 JVM 指令的快速瀏覽，並佐以適當的範例。

或者，如果你需要查詢某 Java 虛擬機器指令的操作細節，你可以到第三部份去看看。

為了讓你能迅速瞭解你需要的內容在那裡，下面列出本書每一章的綱要。

第一部份：機器概觀

第一章：概觀

介紹 Java 虛擬機器、解釋它的由來、說明為什麼我們對它感興趣、指出它具有哪些特徵。讀完本章之後，你也就等於做好讀第二章的準備。

第二章：快速學習

深入 Java 虛擬機器中，讓你瞭解其動作。本章以四個範例程式來解釋虛擬機器如何執行這些程式。本章也介紹了 Jasmin 這套低階的組譯器，教你用 Jasmin 寫出 Java 虛擬機器可以執行的程式。讀完本章後，你將對運算元堆疊 (operand stack)、區域變數 (local variable)、類別檔、以及行為引用 (method invocation) 有了實際的認識。

第三章：機器的組成部份

本章後退一步，描述 Java 虛擬機器的每個部份，讓你瞭解它們之間如何無間地合作，以及它們的用途。你將會學到許多概念，比方說：常數區 (constant pool)、區域變數、暫存器 (register)、資料型態、簽名 (signature)、與垃圾收集 (garbage collection)。

第四章：類別

本章包括 Java 管理類別的概念，並介紹了 Java 類別檔格式。因為許多 Java VM 的簡介會參照到類別檔內的資料項目，所以瞭解 Java 類別檔也很重要。

第五章：安全性

Java 被設計為具保全性 (security) 的語言。透過本章，你將可以學到 Java 的許多保全方式和原理。

第六章：實作時的注意事項

如果你要實作自己的 Java 虛擬機器，你會需要考慮到本章所說明的一些注意事項。

第二部份：指令指南

第七章：資料操作

本章告訴你如何使用 Java 虛擬機器來建立並處理物件。你將學到許多指令，並可透過這些指令來建立新陣列和物件、存取欄位、在陣列中存取值。

第八章：數學運算

本章提供了一組用來處理數字的指令。你會學到這些數學運算的相關指令、組織方法、以及一些有用的事實。

第九章：流程控制

描述所有和指令、跳躍、行為引用、進行布林 (boolean) 測試相關的指令。你將學會如何使用子常式 (subroutine) 發派行為、以及實作 switch 敘述。

第十章：例外處理

包含了 Java 的例外 (exception) 機制，你將學習如何丟出 (throw)、抓取 (catch) 以及宣告例外。你將看到 Java 直譯器進行例外處理的方式。

第十一章：執行緒

描述本書第二部份尚未涵蓋到的指令，包括執行緒的管緒 (monitor) 指令、以及除錯 (debug) 時用的指令。

第三部份：參考資料

第十二章：類別檔參考資料

詳細描述 Java 類別檔格式。

第十三章：指令參考資料

將近 200 個 Java 虛擬機器指令以英文字母順序排列，並詳細說明。

附錄 A：指令：依功能分群

列出所有的指令，依功能分群。

附錄 B：指令：依操作碼分群

列出所有的指令，依操作碼分群。

附錄 C：Jasmin 使用者指南

Jasmin 使用者指南，說明 Jasmin 組譯器的語法。

附錄 D：JAS 程式庫

JAS 快速瀏覽。（JAS 是用來建立類別檔的 Java API。）

印刷體裁

本書用不同的字型來表示各種特殊意義的詞彙：

粗體字 (Bold)

命令，或需要使用者自己輸入的字。

`定寬字 (Courier)`

畫面文字、程式碼、檔案名稱。

斜體字 (Italic)

變數；你應該把出現變數的地方代換成實際的值。

粗明體 (Bold Ming)

專有名詞、特殊字義。

感謝

特別感謝本書的編輯 Andrew Schulman。寫一本主題迥異以往的書不是件容易的事，Andrew 總是在我們身邊，給我們有幫助的建議、評論，告訴我們他在 Web 上察覺到哪些有趣的觀點。

Troy Mott 不斷地用電子郵件轟炸我們，激起我們的鬥志，他是我們將這一切組織成書的幕後功臣。

若非紐約大學媒體研究實驗室（New York University Media Research Laboratory，網址在 <http://www.mrl.nyu.edu>）提供我們機動支援與彈性的工作時間，本書不可能完成。同時謝謝紐約大學先進技術中心（New York University Center for Advanced Technology，網址在 <http://www.cat.nyu.edu>）的支援。

也謝謝 O'Reilly & Associates 公司的伙伴們：Nicole Gipson Arigo 是本書的產品編輯、計畫經理、兼審稿者；Frank Willison、Nancy Wolfe Kotary 以及 Sheryl Avruch 負責本書的品管；Madeleine Newell 提供產品協助；Seth Maislin 編寫索引；Erik Ray、Ellen Siever、與 Lenny Muellner 編排本書；Chris Reilley 精心繪製插圖；Nancy Priest 設計內文版面；Edie Freedman 設計封面。
