

TURING

图灵程序
设计丛书

SE
SHOEISHA

图解 性能优化

[日] 小田圭二 樽松谷仁 / 著
平山毅 冈田宪昌
苏祎 / 译

全方位、多角度的**性能分析、调优与测试**。

算法/Linux命令/Windows工具
服务器/CPU/内存/存储/网络
虚拟化/云计算

从基础知识到最新技术
195张图解讲透性能！



中国工信出版集团



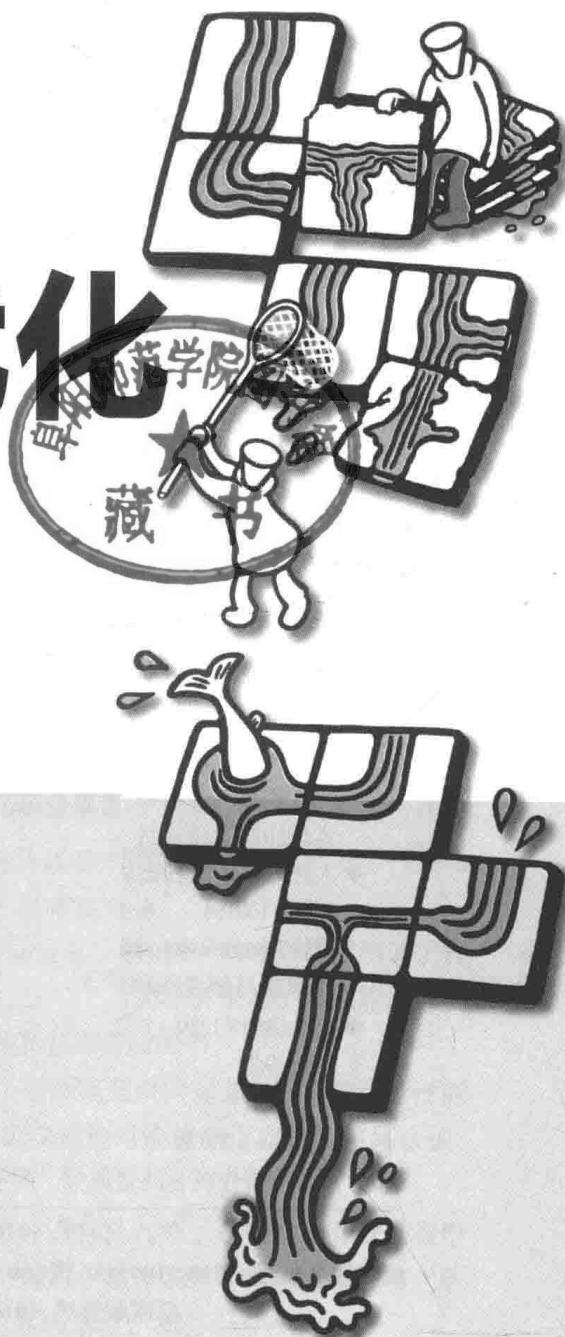
人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TURING

图灵程序
设计丛书

图解 性能优化

[日] 小田圭二 樽松谷仁 / 著
平山毅 冈田宪昌
苏祎 / 译



人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

图解性能优化 / (日) 小田圭二等著; 苏祎译. --

北京: 人民邮电出版社, 2017.1

(图灵程序设计丛书)

ISBN 978-7-115-44242-0

I. ①图… II. ①小… ②苏… III. ①关系数据库系
统一图解 IV. ①TP311.138-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第292033号

内 容 提 要

本书由有着丰富的系统开发和运维经验的Oracle高级顾问执笔,详细解说了系统性能的相关知识。从性能的概念讲起,由浅入深,全面介绍了性能分析的基础知识、实际系统的性能分析、性能调优、性能测试、虚拟化环境下的性能分析、云计算环境下的性能分析等内容。书中列举了丰富的实例,并结合直观的插图,向读者传授了有用的实战技巧。另外,因为系统性能和系统架构密切相关,所以读者在学习系统性能的过程中还能有效地学到系统架构的相关知识。

本书适合基础设施工程师、应用程序开发工程师、系统运维管理人员等人士阅读。

◆ 著 [日] 小田圭二 樽松谷仁 平山毅 冈田宪昌

译 苏 祎

责任编辑 傅志红

执行编辑 杜晓静

责任印制 彭志环

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

◆ 开本: 880×1230 1/32

印张: 9.75

字数: 291千字

2017年1月第1版

印数: 1-4000册

2017年1月北京第1次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2015-3967号

定价: 59.00元

读者服务热线: (010)51095186转600 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京东工商广字第8052号



站在巨人的肩上

Standing on Shoulders of Giants



iTuring.cn

译者序

不知读者是否还能回忆起自己第一次碰到性能问题时的场景，可能当时会嘀咕：“明明是我细心打磨的程序，怎么会有性能问题呢？”而当找出问题的症结时，自己也会一拍大腿——这个地方怎么当时就没考虑到呢？的确，性能问题就是这样在程序的各个地方考验着开发者。

随着大数据、高并发越来越多地出现在开发人员的用户场景下，开发人员也越来越关注程序的效率问题。小到一个字符串的拼接，大到各个系统的协调，在实现功能之余，性能的优劣也必须纳入评估范围。

性能调优具有以一敌百的功效。性能好的程序与性能差的程序在执行效率、资源消耗方面有几倍甚至几百倍的差距。这对于公司而言是不小的成本差距。

然而，当开发人员想要学习一下性能调优的方法时，很多时候找到的却是对枯燥的命令行或工具的说明书般的介绍。日本的技术书一直有着生动活泼、通俗易懂的口碑，本书亦是如此。作者从实践经验出发，不仅对各种数据结构、算法进行了说明，还介绍了系统命令等。甚至从软件工程的角度，阐述了性能调优在工程中的作用及重要性。针对火热的虚拟化技术和云平台，作者也进行了特别的说明。便于技术人员在钻研技术的同时，从软件工程的整体来看待性能调优。这就是本书与其他同类图书的不同之处。

本书并不是简单的 Linux 性能调优手册，也不是针对性能测试工程师的教材，而是一本让对性能还一知半解的初学者快速了解性能调优在程序、系统、工程中所扮演的角色及基础方法的书。

如果想从普通工程师向高级工程师甚至架构师方向发展的话，性能调优是一个必须跨过的坎。而要想快速地对性能调优有一个整体认识，本书应该是不错的参考。

本书并不是一本严肃的技术书，书中还列举了各种实际开发过程中会出现的场景，例如在性能出现问题时，操作系统、数据库管理员之间互相踢皮球等。相信当读者读到这些段落时，都会会心一笑。

感谢图灵公司的编辑，仔细校对书中的每一处细节，让本书的准确性和流畅性有了很大的提升。由于水平有限，译文中难免有不足和疏漏之处，读者如有发现，还请不吝批评指正。

前言

不再做性能的“客户”！这里的“客户”是说，即使能够开发业务应用程序，能够搭建基础设施，也还是有欠缺的地方，就是与性能相关的知识和技能。

如今 IT 正在飞快地发展，变得更容易使用，甚至不知道内部细节也没关系。但是，为了进行性能调优，需要理解系统内部的架构。这看似与时代逆行，但却是非常重要的。在 IT 的世界里，懂得性能调优的人还很少，更多的人只是在紧要关头向那些懂性能的工程师寻求帮助。这就是开头“客户”一词的由来。

正如大家所知，IT 的世界正在朝着黑盒化的方向发展。其中，对工程师来说，性能为其提供了一块能永远发挥作用的天地。原因在于，即使 IT 在朝着黑盒化的方向发展，工程师也要在理解结构的基础上对性能进行调优。黑盒化也可以称为“不（用）可视化”。这也意味着工程师的工作会逐渐减少。但是，只有性能是必须深入到内部进行调优的。本书中也会提到，不管是虚拟化还是云计算，关于性能要考虑的地方都增加了。对，不是减少，而是增加。希望本书能在各位工程师未来的工作中派上用场。

此外，性能的相关内容是需要在学校（大学）和开发现场一起学习的，光在一个地方学习还不够。这也是性能问题很难掌握的一个原因。因此，本书将从两个方面来说明：大学等课堂中介绍的重要概念和只能在开发现场学到的性能调优技巧。第 1 章介绍在大学等地方学到的理想情况下的性能的相关知识（算法）与算法复杂度等内容。这些内容是基础。第 2 章与第 3 章介绍如何测量性能。第 4 章介绍现实世界中性能调优的相关知识，包括调优方法以及估算等实际业务中用到的内容。第 5 章介绍在项目性能最受关注的阶段——性能测试。第 6 章和第 7 章介绍近年来性能问题中不能忽视的虚拟化与云计算的情况。

希望这本由工程师导师、故障排查者、性能测试工具顾问、某大型虚拟化软件供应商的顾问、云计算顾问等平时很难齐聚一堂的人从理论到实践进行解说的书，能帮助大家理解性能的整体情况。

作者代表 小田圭二

-
- ※ 本书中的 URL 等可能会在未予通知的情况下发生变更。
 - ※ 本书在出版时尽量确保了内容的准确性，但作译者、出版社对本书内容不做任何保证，对于由本书内容和示例程序造成的一切结果，概不负责。
 - ※ 本书中的示例程序、脚本和执行结果页面等，是在特定环境中重现的一个例子。
 - ※ 本书中使用的公司名、产品名是各公司的商标和注册商标。

目 录

第 1 章 性能的基础知识 1

1.1 学习性能所必需的知识……2

1.2 算法的优缺点与学习方法……4

1.2.1 什么是算法……4

1.2.2 算法的基础……5

1.2.3 学习算法的窍门……7

1.3 算法的应用实例及性能的差异……8

1.3.1 日常生活中算法的例子……8

1.3.2 对性能的影响程度……9

1.3.3 评价算法的指标……11

COLUMN 学习信息科学的重要性……13

1.4 响应与吞吐的区别……14

COLUMN 系统工程师学习编程的重要性……16

1.5 算法的具体例子……16

1.5.1 数组与循环处理……16

1.5.2 链表与循环处理……19

1.5.3 树与查找……21

1.5.4 散列算法……25

1.5.5 队列……28

1.5.6 栈……32

1.5.7 排序（快速排序）……34

1.5.8 缓存①（回写）……36

1.5.9 缓存②（直写）……38

COLUMN DMBS 是数据结构与算法的宝库……38

1.5.10 锁与性能……40

COLUMN 【高级篇】锁的机制是如何实现的……42

COLUMN 【高级篇】性能优劣不能只看正常情况……44

第2章 性能分析的基础 45

2.1 性能分析从测量开始……46

2.2 什么是必要的性能信息……46

2.2.1 “分段查找”原则……46

2.2.2 性能信息的3种类型……48

2.2.3 系统的模型与性能故障时的运作情况……50

2.2.4 数据的种类及分析的窍门……53

2.3 性能分析中的重要理论……54

2.3.1 等待队列理论的术语……55

2.3.2 计算等待队列的平均等待时间……56

2.3.3 使用率和等待队列的例子……57

2.3.4 实际上可以获取哪些信息……59

COLUMN 需要定期确认性能吗? ……61

2.4 OS的命令……61

2.4.1 sar……62

2.4.2 vmstat……64

COLUMN 时间同步非常重要……66

2.4.3 ps……66

2.4.4 netstat……68

2.4.5 iostat……70

2.4.6 top……73

2.4.7 数据包转储 (wireshark、tcpdump等) ……74

2.4.8 pstack……76

2.4.9 系统调用 (strace等) ……78

2.4.10 Profiler……80

2.4.11 Windows 环境……81

第3章 实际系统的性能分析 85

3.1 Web/AP服务器与Java/C应用程序……86

3.1.1 Web 服务器的访问日志……86

3.1.2 应用程序、AP 服务器的日志……87

3.2 DB服务器的性能测量……90

3.2.1 DBMS 的性能测量的原理……90

3.2.2 性能分析告一段落……92

COLUMN 批处理的性能测量……93

3.3 存储性能分析的思路……94

3.3.1 存储的相关术语……94

3.3.2 存储性能分析的思路：重视 IOPS……96

3.4 网络性能分析的思路……100

COLUMN 性能故障数据应该保存多久？……102

3.5 调查原因……102

3.5.1 初学者容易掉入的陷阱……103

3.5.2 应有的态度……106

COLUMN 获取各种性能信息的时间要吻合吗？……108

3.5.3 实际的调查流程……108

COLUMN 性能分析的理想工具……111

第4章 性能调优 113

4.1 性能与调优……114

4.1.1 现实中的性能……114

4.1.2 在现场要保持“大局观”……117

4.2 性能调优的准则……118

4.2.1 设定既不能太粗也不能太细，要刚刚好……119

4.2.2	调优要循序渐进.....	120
4.2.3	通过重复使用来提速.....	121
4.2.4	汇总处理 (集中、Piggyback)	121
4.2.5	提高速度与实现并行.....	123
4.2.6	纵向扩展与横向扩展.....	124
4.2.7	局部性.....	124
COLUMN 编译器会与 RDBMS 走上同一条道路吗?		125
4.3	现场可以使用的技巧.....	126
4.3.1	省略循环, 减少投接球.....	126
4.3.2	访问频率高的数据存放入键值存储或散列表中.....	127
4.3.3	访问频率高的数据放在使用位置附近.....	127
4.3.4	把同步变成异步.....	128
4.3.5	带宽控制.....	130
4.3.6	LRU 算法.....	131
4.3.7	分割处理或者细化锁的粒度.....	131
4.3.8	使用不丢失的回写缓存.....	132
4.3.9	使用多层缓存.....	132
4.3.10	使用巨帧和高速网络.....	132
4.3.11	负载均衡、轮询.....	133
4.3.12	关联性、绑定、粘滞会话.....	134
4.3.13	写时复制.....	135
4.3.14	日志.....	136
4.3.15	压缩.....	137
4.3.16	乐观锁.....	137
4.3.17	列式数据库.....	138
4.3.18	服务器的性能设置中, 初始值 = 最大值?	139
4.4	实际业务中碰到的性能问题.....	139
4.4.1	性能比较的参考数据.....	139
4.4.2	缓存命中率并不一定要高.....	140
4.4.3	存储的调优方针.....	141
4.4.4	虽然容量足够, 但还是添加磁盘.....	141

- 4.4.5 从性能角度看文件分割.....142
- 4.4.6 90 百分位.....143
- 4.4.7 读取与写入的比例.....143
- 4.5 调优的例子.....144
 - 4.5.1 例 1: 2 层循环中 select 语句的执行.....144
 - 4.5.2 例 2: 偶尔出现性能下降.....147
- COLUMN** 等待队列的前面发生了什么?149

第 5 章 性能测试 151

- 5.1 性能测试的概要.....152
 - 5.1.1 项目工程中的性能测试.....152
 - 5.1.2 不同职责的性能测试相关人员.....153
- 5.2 常见的失败情况: 9 种反面模式.....156
 - 5.2.1 不能在期限内完成.....156
 - 5.2.2 性能很差! 解决不了性能问题.....157
 - 5.2.3 由于没有考虑到环境差异而导致发生问题.....158
 - 5.2.4 压力场景设计不完备导致发生问题.....159
 - 5.2.5 没有考虑到缓冲、缓存的使用而导致发生问题.....159
 - 5.2.6 没有考虑到思考时间而导致发生问题.....160
 - 5.2.7 报告内容难以理解导致客户不能认同.....162
 - 5.2.8 客户因为存在不信任感而不能认同.....163
 - 5.2.9 测试很花时间.....164
- 5.3 性能测试的种类.....167
 - 5.3.1 实施的周期.....168
 - 5.3.2 狭义的性能测试.....169
 - 5.3.3 临界测试(临界性能、回退性能、故障测试).....169
 - 5.3.4 基础设施性能测试.....174
 - 5.3.5 应用程序单元性能测试.....178
 - 5.3.6 耐久测试.....179
 - 5.3.7 关联领域.....180

5.4	项目工程中考虑的性能测试·····181
5.4.1	需求定义·····181
5.4.2	项目规划·····186
5.4.3	【基本设计】选择系统·····187
5.4.4	【基本设计】性能测试环境·····188
5.4.5	【基本设计】其他与性能设计相关的事项·····191
5.4.6	【性能测试设计】测试计划的细节·····192
5.4.7	【性能测试设计】人员配备与联络体制·····194
5.4.8	【基础设施集成测试】基础设施性能测试·····195
5.4.9	【集成测试】多并发运行测试·····197
5.4.10	【系统测试】压力测试、临界测试、耐久测试·····197
5.4.11	【运维测试】性能监控测试、故障测试·····198
5.4.12	【交付】性能测试结果的验收报告·····198
5.4.13	【运维】初期运行确认·····199
5.5	性能测试的课题与必要的技巧·····200
5.5.1	性能预估能力·····200
5.5.2	高效的反复实施能力·····202
5.5.3	Oracle Application Testing Suite 的使用效果·····203

第 6 章 虚拟化环境下的性能 209

6.1	虚拟化与性能·····210
6.2	虚拟化的概要·····211
6.2.1	什么是服务器虚拟化·····211
6.2.2	虚拟化的种类·····212
	COLUMN 硬件辅助虚拟化·····214
6.3	服务器虚拟化的主要技术（过载使用）·····215
6.3.1	CPU 的虚拟化技术·····215
6.3.2	内存的虚拟化技术·····218
6.4	虚拟化环境下性能的相关知识与分析方法·····225
6.4.1	性能分析的工具·····225

- 6.4.2 CPU 的性能管理……226
- 6.4.3 内存的性能管理……231
- 6.4.4 存储的性能管理……234
- COLUMN** 还没使用 DRS 吗? ……237
- 6.4.5 网络的性能管理……240
- COLUMN** 延迟灵敏度功能……243

第 7 章 云计算环境下的性能 245

- 7.1 云计算环境下性能的相关知识……246
 - 7.1.1 云计算环境下性能会变差吗……246
- 7.2 云计算与本地部署的差异……247
 - 7.2.1 云计算的定义……248
 - 7.2.2 从云计算的特点来看与本地部署环境的不同……248
 - COLUMN** 云计算实现的终极全球化……251
 - 7.2.3 云计算的实现形态……251
 - COLUMN** 混合结构的成本管理就是使用实物期权实现的投资组合管理……252
 - 7.2.4 从云计算的服务模式来看其与本地部署的差别……253
 - COLUMN** 云计算环境中可以把盈亏平衡点图形化 (独自 SaaS 提供的最优费用模型) ……254
 - 7.2.5 把握资源的变动因素与固定因素……254
- 7.3 云计算环境的内部结构与最佳应用程序架构……262
 - 7.3.1 集中式? 分布式? ……262
 - 7.3.2 紧耦合? 松耦合? ……264
 - 7.3.3 SOAP? REST? ……265
 - COLUMN** 能够把握抽象化的云计算环境的美国人——图与想象的重要性……268
 - 7.3.4 前端的分布式处理: 网络的访问方法……269
 - 7.3.5 后端的分布式处理: 数据存储的知识 (从 ACID 到 BASE) ……271
 - 7.3.6 提高 TCP 通信的速度……272

7.3.7	提高对象存储的速度.....	272
7.3.8	C 语言? Java 语言? 还是脚本语言?	273
7.3.9	云计算环境下高性能服务的架构.....	274
7.3.10	开放迁移与云计算迁移.....	277
7.3.11	推测云计算的内部结构.....	278
7.4	云计算环境下性能分析的方法.....	278
7.4.1	获得云计算环境的基准数据的价值与不断进化的性能值.....	278
COLUMN	性能领域是理科工程师的特权?	280
7.4.2	Web 系统的基本分析方法.....	281
7.4.3	批处理系统的基本分析方法.....	282
7.4.4	云计算的自动扩展功能.....	283
7.4.5	解析云计算环境中的复杂信息的统计方法.....	284
7.5	云计算环境中开发阶段的思维方式.....	285
7.5.1	估算(基本设计)	286
7.5.2	性能测试(系统测试)	287
7.5.3	项目管理.....	287
COLUMN	云计算环境下, 经营者也需要关注详细的性能数据吗?	288
7.6	云计算环境中运维阶段的思维方式.....	289
7.6.1	容量管理.....	289
COLUMN	阈值设置与系统安全系数、标准化的价值.....	290
7.6.2	故障发生时的降规模容量运维.....	292
7.6.3	生命周期与更新.....	293
COLUMN	云计算实现的 DevOps 中性能调优的高效化.....	294
参考文献.....		
作者简介.....		

性能的基础知识