

Introduction
to the

COMPUTER SCIENCE SUBJECT TEST

计算机

黄蔚 编著

专项考试指南

从清华到Stanford 本书拥有世界的读者

上海三联书店

计算机 专项考试指南

黄蔚 编著

从

anford

TP3
21843

本书拥有世界的读者



上海三联书店

图书在版编目(CIP)数据

计算机专项考试指南/黄蔚编著. —上海:上海三联书店,2003.

ISBN 7-5426-1876-8

I. 计... II. 黄... III. 电子计算机—水平考试—
自学参考资料 IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 115163 号

计算机专项考试指南

编 著/ 黄 蔚

责任编辑/ 姚望星

封面设计/ 薛颖骏

监 制/ 沈 鹰

责任校对/ 张大伟

出版发行/ 上海三联书店

(200235) 中国上海市钦州南路 81 号

<http://www.sanlianc.com>

E-mail:sanlianc @ online.sh.cn

印 刷/ 华东师范大学印刷厂

版 次/ 2004 年 5 月第 1 版

印 次/ 2004 年 5 月第 1 次印刷

开 本/ 787 × 1092 1/16

字 数/ 380 千字

印 张/ 22.75

印 数/ 1—4100

ISBN7-5426-1876-8

G·642 定价 32.00 元

前 言

可能很多读者对 GRE 专项考试(GRE Subject Test)还比较陌生,可是对于广大申请留学的理科生,尤其是计算机和相关专业的莘莘学子,GRE 计算机专项考试(GRE Computer Science Subject Test)是一道必须克服的难关。

计算机和相关专业是留学申请的各个专业中人数最多的,竞争异常激烈,而成功者寥寥。这不仅因为留学申请者要参加 GRE General Test 和 TOEFL 考试,而且美国和加拿大 80% 的大学还要求或强烈推荐考生提供 GRE 计算机专项考试的成绩,新加坡国立大学也有这样的要求。所以,对于申请计算机和相关专业的学生,GRE 计算机专项考试是能否留学成功的关键因素,其重要性等同于 GRE General Test 和 TOEFL 考试。

该项考试衡量的是考试者本科程度的计算机专业水平。由于各地的教学内容和考试难度有很大差异,不同学校学生的本科成绩很难有可比性,所以美国和加拿大的大学用统一的 GRE 计算机专项考试来比较申请者的计算机专业知识。GRE 计算机专项考试包括的内容比较全面,系统地覆盖了计算机学科的基础知识,包括的科目有:离散数学,数值分析,数据结构,操作系统,编译原理,计算机体系结构和数字电路逻辑等。题目的知识面跨度大,注重知识的运用和各科目知识点的横向联系。

这门考试的难度不大,涉及的内容与我国本科教学基本衔接,但是考生由于缺乏了解,往往对这门考试望而生畏。该考试每年只有一次,差不多必须一次过关,这更给考生增加了困难。实际上,如果采用合理的复习方法,取得理想的成绩(90%以上),需要的时间和精力是大大少于 GRE General 考试的。对于我国计算机专业四年制本科大三以上的学生,在扎实掌握操作系统、编译原理、数据结构、离散数学、数字电路等专业课的基础上,全身心投入,集中复习一个月,是可以达到满意的成绩(90%以上)的。对于大二学生或者其他专业考生,则需要再增加两个月或更长的时间以补充相关知识。

虽然 GRE General 考试的相关书籍随处可见,但是 GRE 计算机专项考试的相关出版物基本是空白,于是,考生又将面对诸多问题。

首先是解题思路。复习专项考试,重在解题方法。考生没有可信的解题指导,面对复习资料时,往往一点思路都没有;有时虽然能猜出答案是怎么得到的,却没有把握。

其次是英文原版的学科教材。考生往往不知道需要读哪些书。有的人把读过的书都列出来,总数达到十多种。但是,这些书够吗?都应该买吗?都应该读吗?应该把书从头到尾认真学一遍吗?时间有限时应该看哪些部分?对于刚刚着手准备的考生来说,这些问题心里也都没有底。

另外是复习时间的掌握。有人很勤奋,准备半年,甚至一年。投入了大量精力学习原版教材,例如做题前先用一个月学计算理论 Theory of Computation,但是读得“云里雾里”,很多地方仍看不懂,更不知道需要掌握到什么程度才可以满足考试的要求。

针对上述情况笔者组织了本书。在内容上,本书按照考试覆盖的各个知识点,提供了题目的精练的解题思路和知识点复习指导,而对于我国教学较少涉及的知识点和难点也给予了集中说明。

本书只推荐了少量的原版教材,作为系统补充某科目知识所用。对于独立的知识点,本书为读者提供了说明,以减少读者查阅资料的工作量。对于本书没有说明的简单知识点,请读者查阅计算机专业中文教材和推荐的原版教材。虽然大量阅读原版教材可以提高专业英语能力,扩大知识面,但却需要考生投入大量时间。通常我国的计算机专业课程已经为学生建立了系统的专业基础,也覆盖了 GRE 计算机专项考试大部分的考试内容,考试涉及的原版教材中的新内容很少。如果考生对某方向有兴趣,完全可以在研究生阶段集中钻研,没有必要把这个过程和紧张的留学考试复习混杂在一起。此外,在掌握考试相关知识后,取得的成绩更取决于考生的仔细程度、考场发挥、考试技巧(例如时间分配)等因素,与是否原版教材的阅读量大关系很小。

在复习方法上,本书推荐读者采用“复习题—教材—复习题”的方法。首先是通过复习题找到需要补充的知识(例如 two's complement 的涵义),对没有学过的内容快速入门,尤其是计算复杂度理论 Computational Complexity。然后是教材。在了解考试在某个学科上的覆盖范围后,集中学习教材,学习深度略超过考试要求,目的在于完全掌握考试相关知识和解题方法。这时往往看一本教材的几十页就已经足够。对于没有学过的内容,例如计算复杂度理论 Computational Complexity,可以先通过中文教材掌握概念和其间的相互关系,再读原版教材,并且适当抛开证明过程的细节和不同的符号系统,然后回到复习题,温习过去内容,查看是否有遗漏的知识点。最后是掌握考试技巧,冲刺备考。与传统的先读原版教材再解题的方法相比,这是非常快速而有效的复习方法。

本书不仅提供了解题指导,同时也是一本全面的 GRE 计算机专项考试指南。专项考试从注册、复习到寄送成绩单,所有事宜由考生自己联系和处理。由于经验不足容易走弯路,因此笔者在本书中认真归纳了与 GRE 计算机专项考试相关的留学问题。从专

项考试的注册开始,到考场上会面对的问题,以及最后如何把考试成绩应用到留学申请过程中,本书都给予了说明,尤其是对众多的意外情况本书也给出了建议。同时,作者独家汇总了所有考生都关心,但却需要投入大量时间收集的信息(例如各个学校对专项考试的要求),为考生节省了大量精力。因此,本书也是一本独具特色的计算机专业留学指导。

最后,感谢太傻和出版社的大力协助,对 lateboy, bear 007, shootgun, iscp 和 medusa 等几位网友也一并表示感谢。同时,本书特别献给 eking。

由于编者水平有限,书中难免错误和不当之处,恳请读者批评指正。

黄蔚

2004 年 4 月

目 录

第一章 关于 GRE 计算机专项考试	1
第一节 GRE 计算机专项考试简介	3
第二节 GRE 计算机专项考试的内容	4
第三节 复习方法指南	7
1.3.1. 本书推荐的复习方法	8
1.3.2. 本书对复习题的归类	10
第二章 SOFTWARE SYSTEMS AND METHODOLOGY 软件 方法学	11
第一节 Data organization 数据组织	13
2.1.1. Data types 数据类型	13
2.1.2. Data structures and implementation techniques 数据结构和编程 实现	14
2.1.3. File organization (e. g. , sequential, indexed, multilevel) 文件 组织	47
第二节 Program control 程序控制	48
2.2.1. Iteration and recursion 叠代和递归	49
2.2.2. Functions, procedures, and exception handlers 函数,过程和异常 处理函数	52
2.2.3. Communication and synchronization 通信和同步	54
第三节 Programming languages and notation 程序语言和符号	54
2.3.1. Constructs for data organization and program control 构建数据组织 和程序控制的方法	54

2.3.2. Scope, binding, and parameter passing 变量的作用范围,实参和形参的绑定,参数传递方式	56
2.3.3. Expression evaluation 表达式求值	67
第四节 Systems 软件系统	71
2.4.1. Compilers and interpreters 编译器和解释器	71
2.4.2. Operating systems, including resource management and protection/security 操作系统,包括对资源的管理和保护	85
2.4.3. Networking and distributed systems 网络和分布式系统	96
2.4.4. System development tools 系统开发工具	96
2.4.5. System performance 系统性能	96

第三章 COMPUTER ORGANIZATION AND ARCHITECTURE

计算机体系结构组织	99
-----------------	----

第一节 Logic design 数字电路逻辑设计	101
---------------------------------	-----

3.1.1. Implementation of combinational and sequential circuits 组合和时序数字电路的实现	101
3.1.2. Functional properties of digital integrated circuits 数字集成电路的功能特性	114

第二节 Processors and control units 处理器和控制单元	121
---	-----

3.2.1. Instruction sets 指令集	121
3.2.2. Register and ALU organization 寄存器和运算器的组织	124
3.2.3. Number representation 数字表示法	125
3.2.4. Control sequencing 时序控制	126
3.2.5. Data paths 数据传递路径	128

第三节 Memories and their hierarchies 内存和存储层次	129
--	-----

3.3.1. Speed, capacity, cost, allocation 内存的速度、容量、成本和分配	129
3.3.2. Cache, main, secondary storage 缓存,主存和二级存储	133
3.3.3. Virtual memory, paging, segmentation 虚拟内存,分页和分段内存管理	136

第四节 Communication 通信	140
----------------------------	-----

3.4.1. Bus, switch, and network structures and protocols 总线,交换器,网络结构和协议	140
3.4.2. I/O 输入/输出	145

3.4.3. Synchronization 同步	149
第五节 High-performance architectures 高性能计算机体系结构	150
3.5.1. Pipelining super-scalar and out-of-order execution processors 超标 量流水线和异步执行处理器	150
3.5.2. Parallel computing 并行计算	155
3.5.3. Distributed computing 分布式计算	159
第四章 THEORY 计算机理论	161
第一节 Automata and language theory 自动机和形式语言理论	163
4.1.1. Models of computation (finite automata, pushdown automata, Turing machines) 计算模型(确定有限自动机,下推自动机, 图灵机)	163
4.1.2. Formal languages (regular languages, context-free languages) 形式语言(正规语言,上下文无关语言)	176
4.1.3. Decidability 可判定性问题	178
第二节 Design and analysis of algorithms and computational complexity 算法的设计和复杂度分析	182
4.2.1. Exact or asymptotic analysis of the best, worst, or average case for the time and space complexity of specific algorithms 对算法 的最好情况、最坏情况和平均情况的时间和空间复杂度的准确或 近似的分析	182
4.2.2. Algorithmic design techniques (divide and conquer, dynamic programming, greedy) 算法设计技巧(分治法、动态规划法、 贪心法)	194
4.2.3. Upper and lower bounds on the complexity of specific problems 特定问题复杂度的上界和下界分析	195
4.2.4. NP-completeness NP 完全问题	196
第三节 Correctness of programs 程序正确性的判定	200
4.3.1. Formal specifications and assertions 程序断言和假设	200
4.3.2. Verification techniques 正确性判定技术	206
第五章 MATHEMATICAL BACKGROUND 基础数学	207
第一节 Discrete structures 离散数学基础	209

5.1.1.	Mathematical logic 数字逻辑	209
5.1.2.	Elementary combinatorics, including graph theory and counting arguments 初等组合数学, 含图论和计数理论	215
5.1.3.	Elementary discrete mathematics, including number theory, discrete probability, recurrence relations 初等离散数学, 含数论, 概率论和递推关系	228
第二节	Numerical mathematics 数值分析	237
5.2.1.	Computer arithmetic, including number representations, roundoff errors, overflow and underflow 计算数学, 包括计算机数字表示法, 近似误差, 向上和向下溢出	237
5.2.2.	Classical numerical algorithms 常用的数值分析算法	248
5.2.3.	Linear algebra 线性代数	256
第六章	OTHER TOPICS 其他科目	259
第一节	Object Oriented Programming 面向对象编程	261
第二节	Cryptography 加密学	263
第三节	Database 数据库	264
第四节	Other topics 其他知识	267
第七章	考前冲刺模拟题	271
附 录		287
附录1	常见问题解答 FAQ	289
1.	什么是 GRE 专项考试?	289
2.	什么情况下应该参加 GRE 计算机专项考试?	290
3.	考试日期是哪天, 在哪些城市?	291
4.	如何填写和邮寄报名表?	292
5.	如何办理汇票(International Money Order)?	296
6.	如何进行 Internet 在线报名?	297
7.	如何申请牡丹国际借记卡?	297
8.	报名时如何选择免费寄送成绩单的学校?	297
9.	如何处理报名过程中的意外情况?	298
10.	应该怎样复习, 需要多长时间?	299

11. 出题有什么变化趋势吗?	299
12. 是否还有其他的复习材料, REA 的复习题需要吗?	300
13. 应该准备哪些英文原版教材和中文教材?	300
14. 应该怎样准备英文专业词汇?	300
15. 临近考试前需要哪些准备工作?	301
16. 考试的形式是什么?	302
17. 在考场上答题时需要注意什么问题?	303
18. 考题的难度是如何分配的?	304
19. 在考场上应该怎样分配时间?	305
20. 考试结束后还有哪些重要的注意事项?	305
附录 2 北美大学对 GRE 计算机专项考试要求的汇总	307
附录 3 录取委员会对申请者的评价样例	318
附录 4 网上资源	321
附录 5 概念补充说明	323
1. Tail Recursion	323
2. Pass-By-Name Parameter Passing	325
3. LISP - Name Structures	328
4. Complexity of <i>NP</i> Problems	331
5. Number Systems	333
6. Newton's Method for solving equations	338
7. Longest Simple Path is in <i>NP</i> -complete	339
8. The Pumping Lemma	340
附录 6 专业词汇表	344
附录 7 推荐课本和参考书目	353

第一章
关于 GRE
计算机专项考试

第一节 GRE 计算机专项考试简介

GRE 计算机专项考试 GRE Computer Science Subject Test 可能让一些读者觉得比较陌生,但是,对于希望在计算机和相关专业上出国深造的广大学子,这门考试的重要性等同于 GRE General Test(通常我们提到的 GRE 考试)和 TOEFL 考试。

GRE(Graduate Record Examinations)是美国和加拿大各大学研究生院的入学考试,由美国教育考试服务处(Educational Testing Service,简称 ETS)主办,是学校决定是否提供奖学金的重要依据。考试分为综合考试 GRE General Test 和专项考试 GRE Subject Test。有的学校把专项考试也称为 The GRE Advanced Test。综合考试侧重衡量基础能力,专项考试用来考查试者本科程度的专业水平。

专项考试分为 8 种不同专业的试题,分别是:

Biochemistry, Cell and Molecular Biology Literature in English

Biology Mathematics

Chemistry Physics

Computer Science Psychology

每年参加计算机专项考试的人数是 8 个专业中最多的,通常超过 1/3。

在申请留学的学生中,计算机和相关专业的人数向来最多,竞争异常激烈。由于 80% 以上的美加大学计算机系和相关专业要求或强烈推荐申请者提供 GRE 计算机专项考试的成绩,包括新加坡国立大学也如此。对于不要求该考试的学校,如果申请者提供了一个很好的成绩,也会给自己增加一个相当分量的砝码。所以,对于申请计算机和相关专业的学生,是否取得该考试的理想成绩已经是能否跨入美国和加拿大一流大学,获得奖学金的关键因素。

各个学校对计算机专项考试的具体要求参见附录 2 中的汇总。

第二节 GRE 计算机专项考试的内容

在考试内容上, GRE 计算机专项考试涵盖了整个计算机专业的基础内容, 跨度大, 与我国本科教学基本衔接。以下是 ETS 提供的考试内容说明(第二章到第六章对此进行了详细讨论, 这里只做概括说明):

I. SOFTWARE SYSTEMS AND METHODOLOGY (35%)

软件方法学, 对应数据结构、编译原理和操作系统中的进程管理的大部分内容。

A. Data organization 数据组织

1. Data types 数据类型
2. Data structures and implementation techniques 数据结构和编程实现
3. File organization (e. g. , sequential, indexed, multilevel) 文件组织

B. Program control 程序控制

1. Iteration and recursion 叠代和递归
2. Functions, procedures, and exception handlers 函数, 过程和异常处理函数
3. Communication and synchronization 通信和同步

C. Programming languages and notation 程序语言和符号

1. Constructs for data organization and program control 构建数据组织和程序控制的方法
2. Scope, binding, and parameter passing 变量的作用范围, 实参和形参的绑定, 参数传递方式
3. Expression evaluation 表达式求值

D. Systems 软件系统

1. Compilers and interpreters 编译器和解释器
2. Operating systems, including resource management and protection/security 操作系统, 包括对资源的管理和保护

3. Networking and distributed systems 网络和分布式系统
4. System development tools 系统开发工具
5. System performance 系统性能

II. COMPUTER ORGANIZATION AND ARCHITECTURE(20%)

计算机体系结构组织,包括了数字电路逻辑、计算机体系结构、操作系统的内存和外设管理等内容。

A. Logic design 数字电路逻辑设计

1. Implementation of combinational and sequential circuits 组合和时序数字电路的实现
2. Functional properties of digital integrated circuits 数字集成电路的功能特性

B. Processors and control units 处理器和控制单元

1. Instruction sets 指令集
2. Register and ALU organization 寄存器和运算器的组织
3. Number representation 数字表示法
4. Control sequencing 时序控制
5. Data paths 数据传递路径

C. Memories and their hierarchies 内存和存储层次

1. Speed, capacity, cost, allocation 内存的速度、容量、成本和分配
2. Cache, main, secondary storage 缓存,主存和二级存储
3. Virtual memory, paging, segmentation 虚拟内存,分页和分段内存管理

D. Communication 通信

1. Bus, switch, and network structures and protocols 总线,交换器,网络结构和协议
2. I/O 输入/输出
3. Synchronization 同步

E. High-performance architectures 高性能计算机体系结构

1. Pipelining super-scalar and out-of-order execution processors 超标量流水线和异步执行处理器
2. Parallel computing 并行计算
3. Distributed computing 分布式计算

III. THEORY(25%)

计算机理论,包括编译原理中的形式语言与自动机,数据结构中的算法复杂度分析和计算复杂度 Computational Complexity 等计算理论。其中,涉及 Computational Complexity 中的可判定性问题 Decidability 和 NP-complete 等内容,比例虽然很小,但是我国很多院校

的本科课程可能较少涉及,所以需要补充这方面的知识。

A. Automata and language theory 自动机和形式语言理论

1. Models of computation (finite automata, pushdown automata, Turing machines) 计算模型(确定有限自动机,下推自动机,图灵机)
2. Formal languages (regular languages, context-free languages) 形式语言(正规语言,上下文无关语言)
3. Decidability 可判定性问题

B. Design and analysis of algorithms and computational complexity 算法的设计和复杂度分析

1. Exact or asymptotic analysis of the best, worst, or average case for the time and space complexity of specific algorithms 对算法的最好情况、最坏情况和平均情况的时间和空间复杂度的准确或近似的分析
2. Algorithmic design techniques (divide and conquer, dynamic programming, greedy) 算法设计技巧(分治法、动态规划、贪心法)
3. Upper and lower bounds on the complexity of specific problems 特定问题复杂度的上界和下界分析
4. NP-completeness NP 完全问题

C. Correctness of programs 程序正确性的判定

1. Formal specifications and assertions 程序断言和假设
2. Verification techniques 正确性判定技术

IV. MATHEMATICAL BACKGROUND (15%)

基础数学,包括了离散数学、概率和统计、线性代数、数值分析、数字电路逻辑中的数字表示方式等内容。

A. Discrete structures 离散数学基础

1. Mathematical logic 数理逻辑
2. Elementary combinatorics, including graph theory and counting arguments 初等组合数学,含图论和计数理论
3. Elementary discrete mathematics, including number theory, discrete probability, recurrence relations 初等离散数学,含数论,概率论和递推关系

B. Numerical mathematics 数值分析

1. Computer arithmetic, including number representations, roundoff errors, overflow and underflow 计算数学,包括计算机数字表示法,近似误差,向上和向下溢出
2. Classical numerical algorithms 常用的数值分析算法