

SCME 高级 3G/4G 通信工程师

数据结构与算法设计

美斯坦福(中国)IT教育 编著

美斯坦福(中国)IT 教育授权合作院校指定教材

SCME 高级 3G/4G 通信工程师

数据结构与算法设计

美斯坦福(中国)IT 教育 编著



中国地质大学出版社有限责任公司
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE YOUXIAN ZEREN GONGSI

图书在版编目(CIP)数据

SCME 高级 3G/4G 通信工程师(共 8 分册) / 美斯坦福(中国)IT 教育编著. ——武汉:中国地质大学出版社有限责任公司,2012.8

ISBN 978-7-5625-2921-7

I. S…

II. 美…

III. 码分多址-移动通信-通信技术

IV. TN929.533

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 166004 号

SCME 高级 3G/4G 通信工程师

美斯坦福(中国)IT 教育 编著

责任编辑:王凤林 王荣

责任校对:宗宝琴

出版发行:中国地质大学出版社有限责任公司
(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)

邮编:430074

E-mail:cbb@cug.edu.cn

电话:(027) 87395799 67883511 传真:67883580

<http://www.cugp.cug.edu.cn>

开本:880 毫米 × 1 230 毫米 1/16

字数:3 173 千字 印张:100.5

版次:2012 年 8 月第 1 版

印次:2012 年 8 月第 1 次印刷

印刷:武汉市福成启铭彩色印刷包装有限公司

印数:1-6 000 册

ISBN 978-7-5625-2921-7

全套定价:1 600.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换



汲取新知，加速未来，欢迎学习美斯坦福 SCME 3G/4G 通信工程专业课程！SCME 系列课程将带您进入精彩的移动互联网世界并畅游其中！

最近几年，移动通信和互联网逐渐成为市场上发展速度最快、潜力最大、前景最诱人的两大业务。调查数据显示，移动互联网及其增值业务市场将在未来十年迎来新一轮的快速发展期，其增长速度是任何预测家未曾预料到的。移动互联网，即将移动通信与互联网相结合，二者成为一体。简而言之，移动互联网 = 带宽 + 设备 + 应用。自 2008 年开始，中国三大运营商跑马圈地疾速发展 3G/4G，设备投资或超预期。经由持续的投入，运营商的网络覆盖和带宽均已具备商用能力，传输速度较 2G 时代的 153KB/s 大幅提升，均能达到 3.6MB/s 以上。如今，具备一定计算能力、搭载智能操作系统、配备大尺寸触摸屏的智能终端在市场上大量涌现。调查数据还显示，手机市场格局将在 5 年之内彻底颠覆，智能手机将在 2013 年占据达 51% 的市场份额，在销量上超越非智能手机，后者将逐步退出市场。在应用方面，“G3，引领 3G 生活”、“联通，精彩在沃”、“3G 翼起来”宣扬着 3G 时代的到来。高速上网、手机影音、社交聊天、联机游戏、网上购物和在线阅读等 3G 技术支持下的各种应用将构建全新的沟通平台，开启精彩、高效、实用及个性的数字化生活，将人们带入自由自在的移动互联网新时代。

作为中国最大的高等院校计算机学科创新与发展服务提供商之一，美斯坦福（中国）IT 教育审时度势、抓住机遇推出了领先行业前沿的 SCME 系列课程，旨在开发一套专业级的 3G/4G 专业课程，培养符合企业核心需求的移动通信开发工程师。课程的设计研发思路严格遵循以下 4 个方面：

1. 以“培养 ITX 复合型人才”为目标的设计思路

综合分析大量企业的核心需求之后，将整个课程体系分为专业技术、项目经验和职业素质 3 条主线。在专业技术方面，课程囊括目前主流的 J2EE、iPhone 以及在未来极具发展潜力的 Android 平台，将 J2EE 技术与 Android 等技术平滑过渡，通过项目有效地整合。以确保学生在掌握客户端应用开发技术的同时，又能开发服务器端程序，就业后可以在技术方面独当一面或者领导团队开发项目。在项目经验方面，课程设计了 3G/4G 前端开发（XHTML 和 JavaScript）、J2EE SSHA 服务器端开发、iPhone 客户端开发和 Android 客户端开发 4 个方面，共计 32 个实训项目，超过 64000 行代码编写量。在职业素质方面，课程以职业规划为主线，强化训练 6 种职业心态、6 种职业能力、6 项职业准则和 10 类应用背景。整体课程学习完毕后，学生将成长为优秀的复合型人才，能够适应未来职场的快速变化。

2. 以“逆向工程式”为导向的教材研发思路

在设计课程之前,我们对大量企业和院校进行了调研。在企业方面,深入分析了前程无忧、智联招聘和中华英才三大热门招聘网站中 1748 家企业共计 2826 条招聘信息,汇总整理了 438 家企业提交的调查问卷,同北京、上海、广州和深圳 29 家企业技术主管及人力资源主管进行了深度访谈。在院校方面,收集了 23 所院校提交的 76 份教师问卷、1322 份学生问卷。最终,根据企业调研结果确定培养方案,并进行关键技能方向细分;根据院校调研结果确定阶段目标和定位,将关键技能点和阶段目标及定位组合起来形成章节课程,最后编排章节课程形成课程体系。

3. 以“项目案例+知识模块”为主线的双核内容组织思路

传统教材中,内容组织多以“知识模块”为主线,即按照理论知识体系由简至繁、由易到难的进行讲解。“知识模块”组织思路主要以应试为目的,覆盖全面、循序渐进,对于理论性较强的科目优势显而易见,如数据结构和 C 语言程序开发。但应用于实践性较强的科目时却使课程显得枯燥乏味,只见皮毛、不见本质,如 Android。对于具有较强实践性的科目,其基础内容已在其他科目中得到了详细的讲解,重点在于框架、结构层面的掌握和应用。在 SCME 课程内容的组织过程中,除了 G1 阶段部分理论性较强的基础课程采用了“知识模块”组织思路之外,G2 和 G3 阶段大多数课程均采用“项目案例”组织思路,整本书就是一个项目,每一章分属项目的一个功能模块,学生在学习的过程中同时开发项目。所有章节学习结束后,就完成了完整项目的开发,使学生在有效地加深理论知识理解的同时积累项目经验。

4. 以“创造、引导需求”为切入点的案例引入思路

美国管理大师德鲁克曾说:“好的公司满足需求,伟大的公司创造需求。”他的观点在诺基亚和苹果两家公司得到了淋漓尽致的体现。同样,对于移动互联网的从业人员而言,如果只是一味地满足、迎合客户和市场的需求,鉴于大众效应,大部分的人会采取同样的生存方式,那么你可能会成功,但永远只是追随者中的一位。随着 3G、4G 时代的到来,客户的个性化需求将获得彻底地挖掘。因此,在选择授课案例时,我们的宗旨是授予学生一种创造、引导需求的潜意识。小到授课案例、大到毕业实践,都必须具有创新精神,能够满足部分特定用户的特殊需求,即使这些功能仅仅是“微创新”。在 3G、4G 时代,会创造、引导需求的工程师才是优秀的工程师。

相对于高校传统通信工程专业及国内其他 3G/4G 专业,SCME 课程的特色优势表现在以下 4 个方面:

1. 以高质量就业为目标

职业教育就是就业教育。美斯坦福历来奉行“发展为本,择业为先”的就业理念及高质量就业的目标。“发展为本,择业为先”的就业理念引导学生在择业时关注两个核心点:① 就职的企业、岗位具有发展潜力,具有潜质的企业能够提供拥有发展空间的岗位,个人在工作中才会不断提升;② 就业前应该具有明确的职业目标,确定自己擅长在何种企业从事何种岗位,具有针对性地选择企业和岗位。高质量就业的目标包含 3 个维度:① 学以致用,专业对口;② 在开发项目或产品的过程中能够不断获取新知

识、积累经验，有益于未来长远发展；③付出与回报成正比，获得满意的薪资待遇和福利保障。

2. 以满足企业核心需求为导向

SCME 课程从设计思路、研发思路、内容组织思路到案例引入思路，都有别于市面上其他“入门级”3G/4G 课程，强调系统性与完整性。调研发现，企业在招聘基础 3G 开发人才时，通常只要求掌握 Android 或 iPhone 基础知识即可。但招聘高级工程师时要求就大幅度提高，Android 工程师不仅需要具有扎实的 Android 基础，还必须拥有 J2EE 服务器端编程经验；iPhone 工程师不仅需要掌握 Objective-C 开发技术，还必须具有扎实的英文阅读能力及熟练的前端应用设计能力。在课程设计过程中，我们整体上将学生未来就业方向划分为 Android 工程师和 iPhone 工程师，并创造性地辅以 J2EE 和客户端开发等能力，有效地保证技能体系的系统性和完整性。

3. 以项目经验为保障

在项目经验方面，课程中设计了阶段项目、综合项目、结业项目和毕业项目 4 种项目实训课，目的都直接指向——增加学生的项目经验。3 个阶段的课程涵盖 3G/4G 前端开发（XHTML 和 JavaScript）、J2EE SSHA 服务器端开发、iPhone 客户端开发和 Android 客户端开发 4 个方面，共计 32 个实训项目，超过 64000 行代码编写量，强调项目的创新性、真实性和完整性。要求学生以开发项目文档为起点，完全手写代码，从头至尾完整地每个项目。要求项目必须移植到真机上运行，经由项目指导老师评审后，邀请试用客户作出评价，真正培养学生的项目创新能力、积累开发经验。

4. 以职业素质为突破

在职业素质方面，课程在沿袭以职业规划为主线，强化训练 6 种职业心态、6 种职业能力、6 项职业准则和 10 类应用背景的基础上，更加强调授课方式及效果跟踪环节，设计了案例分享、情景模拟、拓展训练、互动游戏和公开竞赛等授课形式，并同时与课外实践、家长会等活动无缝结合，加强学生课外管理及家校互动机制。

展望未来，作为 3G 最主要的升级技术，TD-LTE（准 4G）的峰值速率能够达到下行 100Mbps、上行 50Mbps，具有高数据速率、分组传送、延迟降低、广域覆盖和向下兼容的特点，能够满足目前 3G 技术所欠缺的高质量移动宽带业务需求。在 SCME 版本的 G3 课程中，我们加入了大量的视频、音频和游戏等 4G 典型应用，初步实现了由 3G 向 4G 的平滑过渡。后续，美斯坦福（中国）IT 教育将持续关注 4G 行业的发展动态，不断推陈出新，紧跟行业趋势，不断完善 SCME 系列课程。

最后，祝每一位未来的 3G/4G 通信工程师，学业有成、梦想成真！

美斯坦福（中国）IT 教育

2012 年 6 月

关于引用作品的版权声明

为了提高教学质量、促进知识传播、借鉴优秀范例，本套教材中引用了一些知名网站、商业作品、知名公司 LOGO 等部分内容，在此特地声明：本教材中涉及的版权、著作权、知识产权、商标权等均属于原作品版权人、著作权人、商标权人所有。

为了维护原作品的版权、著作权、知识产权和商标权等利益，特指明本教材引用的主要作品和出处。

书 名	出版社	作 者	出版时间	出版社地址
数据结构（C 语言版）	清华大学出版社	严蔚敏 吴伟民	1997 年 4 月第一版	北京清华大学学研大厦

以上列表没有列出引用的全部作品。美斯坦福研发团队在此诚心感谢所有原作品的版权人、著作权人、商标权人以及所属公司对 IT 教育事业的大力支持！

2012 年 6 月



一、为什么要学习数据结构

“数据结构”是计算机程序设计的重要理论基础，通过分析研究计算机加工数据结构的特性，为应用涉及的数据选择适当的逻辑结构、储存结构和算法。数据结构是一门独立的课程，但其可以应用于所有的课程和所有的商业应用中，为以后快速、完善的设计奠定基础。

二、课程内容模块介绍

第1章：介绍什么是数据结构，什么是算法，以及如何定义和操作线性表。

第2章：介绍线性表的储存结构，包括线性链表（单链表）、双向链表和循环链表的储存方式。

第3章：介绍栈的定义和表示，包括顺序栈和链栈的使用。

第4章：介绍队列的定义和表示，包括顺序队列和链队列的储存。

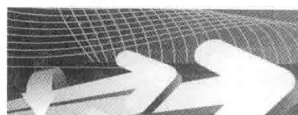
第5章：介绍树的概念和基本运算，如何定义二叉树、二叉树储存结构的种类，以及如何遍历二叉树。

第6章：介绍查找的基本概念，分别通过静态查找和动态查找进行说明。

第7章：介绍排序的基本概念，主要以插入排序、交换排序、选择排序和归并排序这4种内部排序进行讲解。

三、课程内容学习目标

本课程学习完毕后，要求能够对较复杂的数据结构进行算法分析和设计，为后面课程的学习作好铺垫。



第一部分 理论

第 1 章 线性表——顺序存储.....	3
1.1 数据结构简介.....	5
1.2 数据结构基本概念.....	5
1.2.1 数据 (Data)	5
1.2.2 数据元素 (Data Element)	6
1.2.3 数据对象 (Data Object)	6
1.2.4 数据结构 (Data Structure)	6
1.2.5 数据类型 (Data Type)	10
1.3 算法和算法分析.....	10
1.3.1 算法.....	10
1.3.2 算法设计的要求.....	11
1.4 线性表的定义和基本操作.....	11
1.4.1 线性表的定义.....	11
1.4.2 线性表的基本操作.....	13
1.5 线性表的顺序存储结构和实现.....	13
1.5.1 线性表的顺序存储结构.....	13
1.5.2 线性表顺序存储结构的实现.....	15
1.5.3 顺序表的优缺点.....	22
第 2 章 线性表——链式存储.....	27
2.1 线性表的链式存储结构.....	29
2.2 线性链表 (单链表)	29
2.3 双向链表.....	37
2.4 循环链表.....	40
2.5 链表间的比较.....	40

第 3 章 栈	43
3.1 栈的定义和表示	45
3.2 顺序栈	46
3.3 链栈	52
第 4 章 队列	63
4.1 队列的定义和表示	65
4.2 队列的顺序存储	66
4.3 链队列	70
第 5 章 树	77
5.1 树的概念和基本运算	79
5.1.1 树的定义	79
5.1.2 树的基本术语	79
5.2 二叉树	80
5.2.1 二叉树的定义	80
5.2.2 二叉树的性质	82
5.3 二叉树的存储结构	83
5.3.1 二叉树的顺序存储结构	83
5.3.2 二叉树的链式存储结构	84
5.4 遍历二叉树	86
5.4.1 递归遍历二叉树	86
5.4.2 非递归遍历二叉树	89
第 6 章 查找	97
6.1 查找的基本概念和术语	99
6.2 静态查找	99
6.2.1 顺序查找	100
6.2.2 二分查找	103
6.3 动态查找	106
6.3.1 二叉排序树	107
6.3.2 二叉排序树的查找	107
6.3.3 二叉排序树的插入	108

6.3.4 二叉排序树的应用.....	109
第 7 章 排序.....	115
7.1 排序的基本概念.....	117
7.2 内部排序.....	117
7.2.1 插入排序.....	118
7.2.2 交换排序.....	122
7.2.3 选择排序.....	126
7.2.4 归并排序.....	128
第二部分 上机	
上机 1 线性表——顺序存储.....	137
阶段 1 顺序表的逆置.....	138
阶段 2 线性表的合并.....	143
上机作业.....	150
上机 2 线性表——链式存储.....	151
阶段 1 链表的逆置.....	152
阶段 2 约瑟夫问题.....	155
上机作业.....	157
上机 3 栈.....	159
阶段 1 迷宫的求解.....	160
阶段 2 使用链栈洗牌和发牌.....	167
上机作业.....	174
上机 4 队列.....	175
阶段 1 杨辉三角形.....	176
阶段 2 通过栈创建队列.....	179
上机作业.....	183

上机 5	树.....	185
阶段 1	二叉树的特性应用.....	186
阶段 2	删除二叉树的结点.....	189
上机作业		193
上机 6	查找.....	195
阶段 1	学生成绩管理.....	196
阶段 2	学生档案管理.....	199
上机作业		204
上机 7	排序.....	205
阶段 1	斗地主游戏中的排序.....	206
阶段 2	用户地址信息管理.....	212
上机作业		215

第一部分 理论

Chapter 01

线性表——顺序存储

本章简介

本章主要介绍数据结构的定义及基本概念，了解集合、线性结构、树和图等各种常用数据结构的二元组表示，介绍数据的逻辑结构、数据的存储结构和数据的运算；然后讲解线性表的数据结构，介绍线性表的逻辑结构和物理结构，掌握线性表的顺序表示和链式表示；最后讲解线性表的顺序存储，介绍其特性、基本操作以及基于基本操作的应用。

本章学习内容

1. 数据结构
2. 线性表
3. 线性表的顺序存储

本章学习目标

1. 了解数据结构的基本概念
2. 掌握线性表的基本特征和结构
3. 理解线性表的顺序存储

课 前 预 习

一、单词掌握

Data: 数据

Data Element: 数据元素

Data Object: 数据对象

Data Structure: 数据结构

Logical Structure: 逻辑结构

Storage Structure: 储存结构

二、重点掌握

1. 数据结构分为两种, 包括 _____ 和 _____。
2. _____ 是数据的基本单位。
3. 数据结构是指数据之间的相互关系, 通常包含 3 个方面的内容, 即 _____、_____ 和 _____。



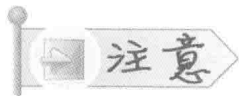
1.1 数据结构简介

计算机的发明和发展给人类的生活带来了巨大的变化。计算机系统分为软件系统和硬件系统两大部分。软件由各种程序设计语言编写而成,要实现以最少的成本、最快的速度、最佳的质量开发出符合要求的软件,关键在于建立合理的软件体系结构和程序结构、设计有效的数据结构。因此,软件设计人员必须了解各种数据在计算机中存储、传递和转换的方式,此即数据结构课程的核心。

数据结构是广泛使用于整个计算机科学与技术领域中的术语,用于反映数据的内部构成,即其构成方式、包含的成分数据以及呈现的结构。数据结构是数据存在的形式,是信息的一种组织方式,目的在于提高算法的效率,通常与一组算法的集合对应,可以通过该组算法集合对数据结构中的数据执行某种操作。数据结构分为两种:① 逻辑上的数据结构,用于反映成分数据之间的逻辑关系;② 物理上的数据结构,用于反映成分数据在计算机内的存储安排。

数据结构主要研究数据的各种逻辑结构、存储结构以及对数据的各种操作,主要包括3个方面的内容:① 数据的逻辑结构;② 数据的物理存储结构;③ 对数据的操作(或算法)。通常,算法的设计和实现分别取决于数据的逻辑结构和物理存储结构。

通常认为,数据结构由数据元素依据某种逻辑联系组织而形成。数据的逻辑结构描述了数据元素间的逻辑关系;数据必须存储在计算机内,数据的存储结构是数据结构的实现形式,是其在计算机内的表示。



注意

讨论数据结构时,必须同时讨论在此类数据上执行的运算才具有意义。



1.2 数据结构基本概念

数据结构课程中包含许多概念和术语,后续章节中将多次出现,如数据、数据元素、数据对象等。

1.2.1 数据 (Data)

数据是计算机操作对象的总称,是信息的载体,是计算机程序加工的“原料”,是计算机处理信息的某种特定的符号表示,能够被计算机识别、存储和加工处理。随着计算机应用领域的不断扩