

The Study of Synthetic Instance in Teaching of Data Structure

LIU Cheng-xia, CAI Ying, NIU Xin-yuan

Department of Computer Science and Technology, Beijing Information r Science & Technology University of Computer School
cecilia7812@163.com

Abstract: In modern education, to enhance the practice part of teaching is the key approach to improve the teaching quality. The importance of experiment instance used in the teaching process of data structure is expounded. How to analyze and design the instance are described in detail. At the end of the paper the teaching process using an example experiment instance is described.

Keywords: Data Structure; Experiment Instance; Practice Teaching;

数据结构中综合案例教学的研究

刘城霞 蔡英 牛欣源

北京信息科技大学计算机学院计算机科学与技术系
cecilia7812@163.com

[摘要]在现代教育的新形势下,加强实践性环节是提高教学质量的重要途径。本文阐明了数据结构教学过程中应用案例的重要性,并对一个综合案例进行了详细的分析、设计。最后将案例研究应用于实际教学中,结合实验教学展示了通过数据结构案例进行教学的实例。

[关键词]数据结构; 教学案例; 实验教学

1 引言

近年来的教学实践表明,除了在课堂上讲解基本理论外,如何应用数据结构中学到的理论进行实践正是学生迫切需要掌握的。为此,很多相关的学者老师也进行了深入的探讨和研究^[1,2,3]。给学生更多的自主学习时间,培养学生进行数据结构的算法设计及分析问题、解决问题的能力是教学的最终的目标。而目前部分学生的自主学习能力尚达不到相应的水平,尤其是扩大招生后,这一问题尤为突出。因此对教学进行改革,将实例纳入教学范畴,研究如何围绕基本数据结构概念增加一些新的、应用型的但又是必要的实例知

识,并且附以部分算法设计内容,这样不仅能够弥补数据结构课程教学中缺乏实践所带来的问题,同时还可以拓宽学生的知识面,增强学生学以致用用的实践能力。

2 案例分析

针对数据结构课程教学中综合知识的应用,进行综合案例的分析与研究,使学生能够综合在一个应用中使用多种数据结构,学会综合分析和设计的能力。图书信息管理是一个比较复杂的问题,我们可以以此作为综合案例之一进行数据结构及算法的分析和设计。

2.1 存储结构分析

图书信息数据有多项内容,其中包括关键词,书名,图书简介等等,一本图书自身的结构是一个结构体。多本图书组合在一起不能是随意的排列,应该有一定的顺序,方便读者去查找、借阅,

基金资助:北京信息科技大学 2009 年度教学改革立项资助(2009JG22),北京市人才强教计划一骨干教师资助(PHR201008428)。

Sponsor: The Teaching Reform Item of Beijing Information & Technology University of 2009(2009JG22). Funding Project for Academic Human Resources Development in Institutions of Higher Learning Under the Jurisdiction of Beijing Municipality (PHR201008428)

因此可以采用树结构（图书信息管理也可以使用数据库，但这里采用数据结构的方法来进行管理）。图书即可以按照索引进行查找，又可以进行顺序查找，如此可以采用 B+树^[4]的结构来实现。

另外图书信息管理也可以采用仿数据库文件的结构来实现^[5]，当图书即可以按照关键词进行查询，又可以按照书名进行查询时可以采用多关键词文件来实现，这里为了巩固数据结构中的综合知识，讨论采用 B+树结构实现的图书信息管理系统。

2.2 图书操作分析

图书的查询操作：图书按照关键词排列在 B+树上，在叶子上是顺序的链表，非叶节点是多级的索引结构，如此进行查询时既可以按照索引查询，又可以顺序查找，方便快捷。

图书的借阅操作：可以认为借阅后的图书就不在书库中，则需要在书库（B+）树中删除相应的叶节点，如索引有变化，也要做相应的处理。

图书的归还操作：可以认为图书归还后图书信息重新出现在书库中，所以在书库中插入一本图书的信息即可。

3 案例设计

3.1 存储结构设计

经过第 2 小节中的分析知图书信息本身是一个结构类型，因此可以定义图书节点结构如下：

```
struct Book{
int number;          //编号, 关键词
char name[10];      //书名
char introduction[50]; //简介
};
```

所有的图书信息结点组成一棵 B+树，B+树索引是一个多级索引[1]；B+树索引采用平衡树结构，即每个叶结点到根的路径长度都相同；每个非叶结点有 $[n/2]$ 到 n 个孩子；B+树的所有叶结点结构都相同，它最多包含 n 个关键词值 K_1 、 K_2 、...、 K_{n-1} 、 K_n ，以及 $n+1$ 个指针 P_1 、 P_2 、...、 P_{n+1} ，每个结点中的关键词值按次序存放，即

如果 $i < j$ ，那么 $K_i < K_j$ 。B+树非叶节点结构定义如下：

```
struct BTNode    {
    int keynum; //结点中关键词的个数
    BTNode *parent; //双亲指针
    char key[n+1]; //关键词向量
    BTNode *childs[n+1]; //指针向量
};
```

B+树叶结点结构定义：

```
struct BTNode    {
    int keynum; //结点中关键字的个数
    BTNode *parent; //双亲指针
    char key[n+1]; //关键字向量
    BTNode *childs[n+1]; //指针向量
    LHList<Book *> *books[n+1]; //图书
}; //B+树叶结点
```

其中图书链表是存储图书具体信息的，含有的是 book 结构类型的数据。

3.2 操作设计

主要操作是首先由图书的关键词建立 B+树的结构，通过输入数据或者从文件中读取数据的方式建立起 B+树。其次实现查找图书信息的操作，通过树索引查找或者通过顺序叶子链表查找两种方式。然后实现插入或者删除图书信息的操作，在插入或者删除后 B+树需要进行平衡调整。最后在叶子上建立图书链表，指向具体的图书信息，当需要修改某书的内容时先查找到相应叶子结点，根据图书链表指针找到对应图书，修改内容，此时 B+树结构不变。

图 1 表示了建立 B+树，进行插入、删除等操作的算法流程。

图中查找图书用 C 符号表示，借阅图书（删除）用 D 符号表示，归还图书（插入）用 I 符号表示，修改图书的内容信息用 M 符号表示，操作完成后用 Q 符号退出系统。

插入、删除图书信息后 B+树需要重新进行调整平衡的操作，图 2 表示了插入一本新的图书后分裂结点和调整平衡操作流程。

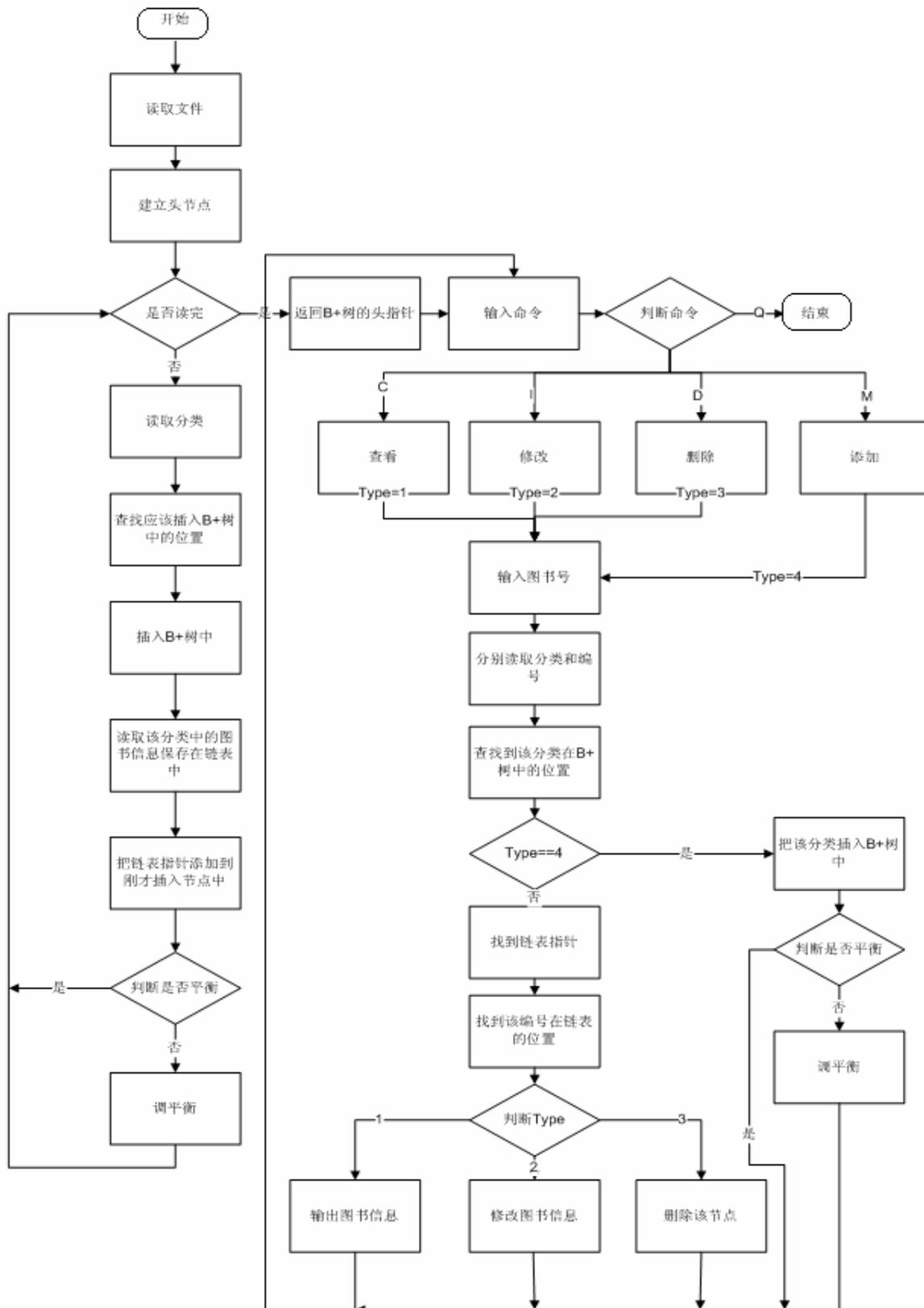


figure1 B + tree structure and find the total process

图1 构造 B+树及查找总过程

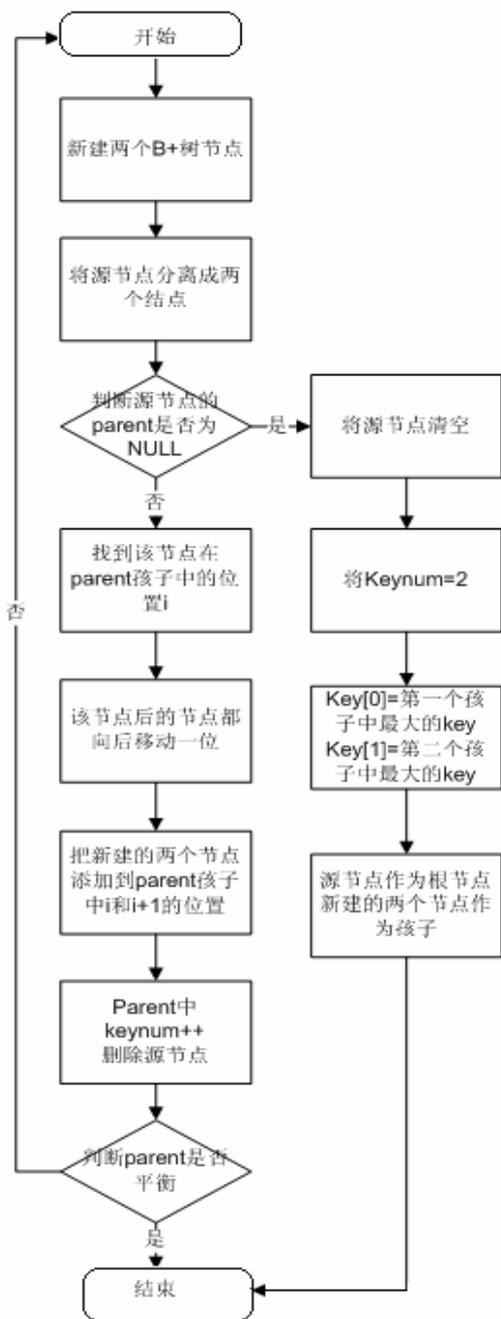


figure2 B+ tree into a balanced state after the adjustment

图2 B+树插入后调整达到平衡状态

有关删除图书的操作流程在这里不再赘述，在实践教学过程中会将其讲解清楚，并帮助学生主动去练习操作，以达到应用的目标。

4 案例教学过程

将综合案例的设计、实现过程进行演示，通过对图书信息查询、插入、删除的演示，学生对运算过程有了直观的了解，结合在课堂上学习的理论知识，学生就能够对图书管理用到的数据结构以及算法程序有一个总的认识，进一步由教师带领学生分小组进行案例的实现，促进学生动手能力的提高和合作能力的增强。

下面是一个演示插入图书的界面，开始插入书“Ear”，它的关键字是E，将依次比较第1、第2、第5个结点，并直接插入第5号叶结点中。如下图所示，插入“Ear”后的情况：

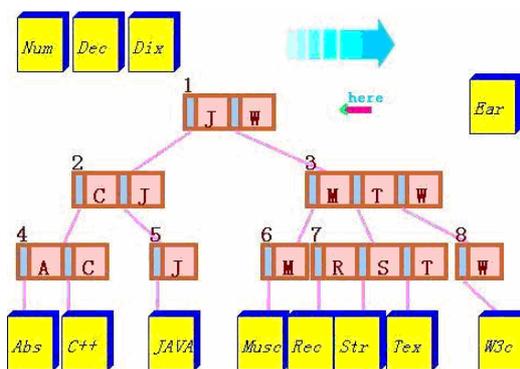


figure3 Insert the book interface-- Finding insert location

图3 插入图书界面——查找插入位置

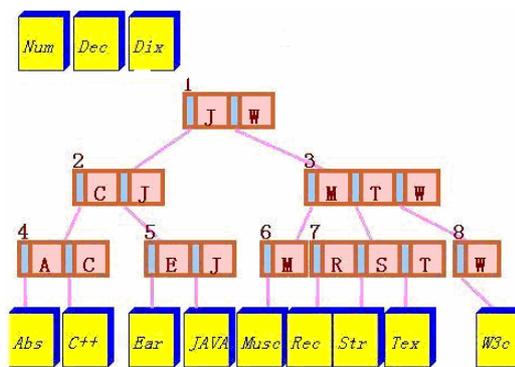


figure4 Insert the book interface--succeeding in inserting

图4 插入图书界面——插入成功

除了将操作过程用图形演示出来外，演示程序还会将相应执行的代码、B+树结构的变化、用

到的临时变量的信息都在界面上进行直观的展示，更方便学生学习和理解。

```
新书入库 | 新书入库 | 旧书出库 | 旧书出库 | 查找图书  
void BPTree::insert(Record *entry, KEY k, KEY @retval,  
[ KEY myretv; //记录当前结点要插入的关键词  
void * myretp; //记录当前结点要插入的记录指针或子结点  
if(root->isLeaf()) //若此结点是叶结点  
{ if(结点中无该记录)  
  { if(!root->isFull()) //若结点未满  
    { position=find(k); //找到适当插入位置  
      root->data[position]-entry;  
      root->count++; } //且插入当前结点  
    else  
    { s=m/2; split(root, s, k, ap); //分裂为两个结点,  
      else  
      cout<<"记录重复": //返回  
    }  
  }
```

figure5 Program display interface

图 5 程序展示界面

图中黄色语句部分为对应动作界面中执行的语句，这样加深学生对每条语句的作用的认识，真正做到程序和功能结合，增强学生学习的兴趣和学习的效果。

教学演示中还有许多其它的界面，这里不一一列举了。教学过程中除了演示部分外还会着重介绍算法的设计思路、实现原理以及实现过程，真正让学生学懂、学会，并能够自己自觉的去应用学习。

5 总结与展望

数据结构的使用和算法思想的理解是这门课程的一个重点，将抽象的算法执行过程以浅显易懂的方式讲解并在课堂上展现出来，并配合以学生的亲身实践，将起到事半功倍的学习效果。以教学案例作为一种辅助教学使用，用形象生动的

动画效果和类似于程序单步执行的过程，操作简单、形象生动，改善了学生对数据结构课程的学习理解和掌握，更加直观、生动、形象，有助于深刻理解相应的算法，有利于培养知识结构，激发学习兴趣，从很大程度上提高学习的质量和效率。今后的教学研究中，除了进行案例的教学外更应该考虑和企业实际应用问题挂钩，将实际项目问题引入到课堂教学中，增加知识的实用性。

致谢

衷心感谢我的同事们，他们在论文写作期间提出了宝贵意见和建议。感谢在此期间同学们的认真配合和积极协助，使得论文能够顺利完成。

References (参考文献)

- [1] MA Yan. The Research and Practice in Reform of Teaching Method of "Data Structure". *Education and Career*, 2007,534(2), P134-135(Ch)
马燕. 关于《数据结构》教学模式改革的探索与实践[J]. 教育与职业, 2007(02):134-135
- [2] WANG Jiangtao. The Study and Experience in Teaching of "Data Structure". *Information of Science & Technology*, 2006,3, P134(Ch)
王江涛. 《数据结构》教学研究和体会[J]. 科技信息(学术版), 2006(3):134
- [3] ZHANG Jingzhi. The Educational Reform and Research of the Course of Data Structure. *Journal of Changchun Normal University*, 2005,24(3),P147-148(Ch)
张敬芝. 数据结构课程教学改革研究[J]. 长春师范学院学报, 2005(7):147-148
- [4] YAN Weimin, WU Weimin. Data Structure[M]. Beijing:QingHua University Press, 2004.238-246
严蔚敏, 吴伟民. 数据结构(C语言版)[M]. 清华大学出版社. 2004:27-38
- [5] SU Shihua etc. Course Design of Data Structure[M]. Beijing:China Machine Press, 2004. 141-167
苏仕华等. 数据结构课程设计[M]. 机械工业出版社. 2004:141-167