

基于链表的兔子序列生成

成亚萍^{1,2} 马瑞^{1,2}

摘要

针对兔子序列的生成提出了一种基于链表的实现方法,并采用 C 语言编程实现.选取不同的起点,该方法可生成大量 0—1 序列,能较好地应用于数字水印中决策等需求.同时,该方法能更形象地表达兔子序列的生成过程,进一步体现链表的动态存储特性,可作为“数据结构”与“程序设计”等课程的实践案例.

关键词

兔子序列;链表;Fibonacci 数列;C 语言

中图分类号 G642

文献标志码 A

0 引言

意大利数学家列 Leonardo Fibonacci 于 1202 年撰写《Liber Abaci》一书,以兔子繁殖为例子而引入了著名的 Fibonacci 数列^[1],引起许多学者的关注,并得到广泛的应用^[2-8].但多数应用是基于兔子总数所形成的数列,本文所提兔子序列是从兔子的繁殖规律角度所形成的 0—1 序列,又称黄金字符串,该序列可用于数字水印^[1]等需求.

链表是一种常见的重要的数据结构,它是动态地进行存储分配的一种结构^[9].本文采用链表实现兔子序列的生成,能更形象地表达兔子序列的生成过程,进一步体现链表的动态存储特性,可作为“数据结构”与“程序设计”等课程的实践案例.

1 兔子序列

兔子序列是基于这样一个有趣的问题:1 对小兔子,第 2 个月成熟,并生下 1 对小兔子,以后每对兔子都经过同样的规律,1 个月成熟并生 1 对小兔子,若所有兔子永不死去,每个月成对的兔子数即为 Fibonacci 数列,而兔子的繁殖过程,设用 1 表示 1 对大兔子,0 代表示 1 对小兔子,则形成一个由 0、1 组成的兔子序列.图 1 为兔子繁殖过程示意图(○表示 1 对小兔子,●表示 1 对大兔子,不带箭头的线表示原来的 1 对兔子继续活着,带箭头的线表示生出 1 对小兔子).

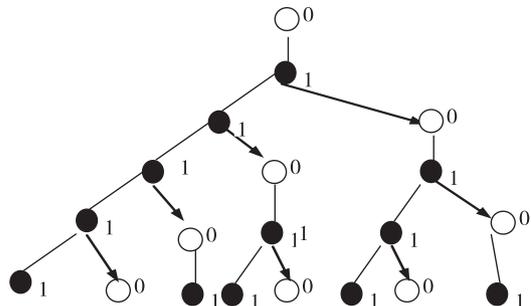


图 1 兔子繁殖过程示意

Fig. 1 Sketch map of rabbit breeding process

收稿日期 2011-12-08

资助项目 江苏高校优势学科建设工程资助项目

作者简介

成亚萍,女,硕士,副教授,研究方向为信息安全. ypcheng@nuist.edu.cn

1 南京信息工程大学 江苏省网络监控中心, 南京, 210044
 2 南京信息工程大学 计算机与软件学院, 南京, 210044

图 1 中的树形结构从上往下每层代表 1 个月的兔子情况,依次是第 1 个月、第 2 个月……,每层的兔子总数依次为 1、1、2、3、5、8……,构成 Fibonacci 数列.同时,每层从左向右形成一个 0—1 序列,且从第

2层起,后一层只是在前一层的基础上延长序列,而不改变前一层所形成的0—1序列规律.

2 链表实现兔子序列的生成

根据兔子繁殖过程的表示法和从左向右序列延长的特点,本文提出一种用链表生成兔子序列的方法,利用链表可以实现动态插入节点的优点,能充分体现兔子的繁殖过程,对兔子序列形成的规律更容易理解.

2.1 基于链表的兔子序列生成方法

设键盘输入兔子序列长度为 num,则产生含 num 个数的兔子序列流程如下.

S1:根据 Fibonacci 数列的特征,确定 num 个数在如图 1 的二叉树中需几层(所需层数不含图中第一层);

S2:建立含一个节点的链表,并设该节点数据域的值为 1,指针域为 NULL;

S3:判断当前层数是否达到所需层数,若是,则转 S6;否则,执行 S4;

S4:从链表的第一个节点开始,若节点值为 1,则在其后插入一个值为 0 的节点;若节点值为 0,则将其值改为 1,如此操作直到链表的最后一个节点;

S5:层数增加 1;转 S3;

S6:从链表的第一个节点开始,输出节点数据值,直到输出 num 个节点的数据值.

图 2 为 8 个节点的产生过程,其中边框为实线的节点表示其在上层是值为 1 的节点,边框为点虚线的节点表示其在上层是值为 0 的节点,边框为虚线的节点表示其为本层中插入的节点.

2.2 C 语言描述的基于链表的兔子序列生成程序

```
#include <stdio. h >
#include <stdlib. h >
#include <malloc. h >
void main()
struct node
{ int data;
struct node * next;
};
{ struct node * head = NULL, * p, * q;
int num, f1, f2, t, layer = 0;
printf(" 请输入所需序列长度:");
scanf("% d", &num);
if(num < = 0)
{ printf(" 输入数据有误! \n");
```



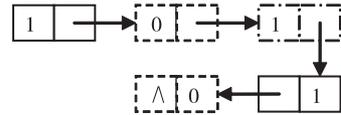
a. 只含第 1 个数的兔子序列节点表示



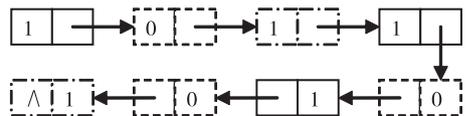
b. 含前 2 个数的兔子序列节点表示



c. 含前 3 个数的兔子序列节点表示



d. 含前 5 个数的兔子序列节点表示



e. 含前 8 个数的兔子序列节点表示

图 2 兔子序列节点表示

Fig. 2 Linked list of rabbit sequence

```
exit(0);
}
else
{ f1 = 1;
if(f1 < = num)
layer = 1;
f2 = 2;
if(f2 < = num)
layer = 2;
while(f2 < num)
{ layer + +;
t = f1;
f1 = f2;
f2 = t + f2;
}
}
if(layer > 0)
{ t = 1;
head = (struct node * ) malloc( sizeof( struct node));
head - > data = 1;
head - > next = NULL;
while(t < layer)
{ p = head;
while(p! = NULL)
{ if(p - > data = = 1)
```

```

    { q = (struct node *) malloc(sizeof(struct node));
      q -> data = 0;
      q -> next = p -> next;
      p -> next = q;
      p = q -> next;
    }
else if(p -> data == 0)
    { p -> data = 1;
      p = p -> next;
    }
}
t++;
}

t = 1;
p = head;
while(t <= num)
    { printf("%2d", p -> data);
      p = p -> next;
      t++;
    }
}
}

```

2.3 实验结果

运行 2.2 的程序,实验结果如图 3—5。



图 3 产生兔子序列的前 8 个数

Fig. 3 Generating the first 8 numbers of rabbit sequence

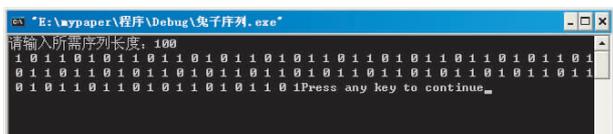


图 4 产生兔子序列的前 100 个数

Fig. 4 Generating the first 100 numbers of rabbit

3 结语

本文针对兔子序列的生成提出了一种基于链表的实现方法. 选取不同的起点,该方法可生成大量 0—1 序列,能较好地应用于数字水印中决策等需求. 同时,该方法能更形象地表达兔子序列的生成过程,进一步体现链表的动态存储特性,可作为“数据结构”与“程序设计”等课程的实践案例,生成的序



图 5 产生兔子序列的前 500 个数

Fig. 5 Generating the first 500 numbers of rabbit sequence

列可用于数字水印等需求。

参考文献

References

- [1] 邹建成,石志鑫.一种基于 Fibonacci 数系的数字水印新方法[J].电子学报,2011,39(7):1598-1602
ZOU Jiancheng, SHI Zhixin. A novel digital watermarking approach based on Fibonacci sequence [J]. Acta Electronica Sinica, 2011, 39(7): 1598-1602
- [2] 蔡秀梅,范九伦,高新波.基于斐波那契数列的指纹增强方向滤波模板[J].模式识别与人工智能,2011,24(3):360-367
CAI Xiumei, FAN Jiulun, GAO Xinbo. Directional filter masks for fingerprint enhancement based on Fibonacci sequences [J]. Pattern Recognition and Artificial Intelligence, 2011, 24(3): 360-367
- [3] 张健,郑杰,张玉书.菲波纳契准周期超结构光纤光栅[J].光子学报,2009,38(8):2050-2054
ZHANG Jian, ZHENG Jie, ZHANG Yushu. Fibonacci quasi-periodic superstructure fiber Bragg gratings [J]. Acta Photonica Sinica, 2009, 38(8): 2050-2054
- [4] 王建军,王颖.一种基于 k_Fibonacci 矩阵和 JPEG 的数据隐藏方法[J].系统工程与电子技术,2006,28(8):1252-1257
WANG Jianjun, WANG Ying. Data hiding method based upon JPEG and k-Fibonacci matrix [J]. Systems Engineering and Electronics, 2006, 28(8): 1252-1257
- [5] 蒋本铁,刘嘉辉,徐彬.一种基于混沌和 Fibonacci 伪随机数列的加密方法[J].东北大学学报:自然科学版,2005,26(9):864-866
JIANG Bentie, LIU Jiahui, XU Bin. An encryption method based on chaos and Fibonacci pseudo-random sequences [J]. Journal of Northeastern University: Natural Sciences Edition, 2005, 26(9): 864-866
- [6] 郁海蓉,陈志良.液晶显示驱动电路中 Fibonacci 型电荷泵单元[J].电子学报,2002,30(5):753-756
YU Hairong, CHEN Zhiliang. A Fibonacci-like charge pump cell for LCD drive [J]. Acta Electronica Sinica, 2002, 30(5): 753-756
- [7] Klein S T, Ben-Nissan M K. Using Fibonacci compression codes as alternatives to dense codes [C] // Proceedings of Data Compression Conference, New York: IEEE Press, 2008: 472-481

- [8] Zou J C, Ward R K, Qi D X. A new digital image scrambling method based on Fibonacci sequence [C] // Proceedings of the 2004 IEEE International Symposium on Circuits and Systems, 2004, 3: 965-968
- [9] 谭浩强. C 语言程序设计 [M]. 3 版. 北京:清华大学出版社, 2005: 294
TAN Haoqiang. Programming in ANSIC [M]. 3rd Ed Beijing: Tsinghua University Press, 2005: 294

Generation of rabbit sequence based on linked lists

CHENG Yaping^{1,2} MA Rui^{1,2}

1 Jiangsu Engineering Center of Network Monitoring, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044

2 School of Computer and Software, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044

Abstract A novel method is proposed to generate rabbit sequence and realized by C programming, which can generate lots of 0—1 sequences by selecting different starting points. The sequences can be well applied to watermarking decision. Furthermore, the method vividly display the generating process of rabbit sequence, which reflects the dynamic storage characteristics of linked lists. Thus, the method can be used as a case in course teaching of data structure or program design.

Key words rabbit sequence; linked lists; Fibonacci series; C language