

# 基于 C + + Builder 的布绒玩具排料系统的设计与实现

## Design and Implement of Drapery Toy's Material Deployment System on C + + Builder

董广跃 孟 桥 (东南大学 信息科学与工程学院 江苏 南京 210096)

**摘 要:** 本文论述了以 C + + Builder 为开发工具,设计开发应用于布绒玩具排料的排版仿真系统的方法。该系统基于四组同排、碰撞检测等内在机制可以迅速优化出布料利用率高的排版方案,并实时完成布片耗量计算,相对人工排版具有高速度、高效率、实时性强等优势,目前已经在相关公司投入使用,运行效果良好。

**关键词:** C + + Builder 排版仿真 碰撞检测 四组同排

### 1 引言

布绒玩具是指由各种不同颜色、质地、花纹的布料制作而成的玩具。这些玩具的各个组成部分由颜色与形状各异的布片组成,由于这些布片大都是不规则图形,如何对这些布片进行快速排版并实现布料的高效利用就成为制造商们迫切需要解决的问题。

排版仿真软件可以帮助用户快速优化出布料利用率高的排料方案,相对手工排版而言,具有高速度、高效率且能实时计算布料耗量等优势。

C + + builder 是 Borland 公司开发的基于 C + + 的可视化应用开发工具,它把可视化开发环境,开发工具和可视组件库加入到 C + + 语言中,是一种优秀的 Windows 应用程序开发工具。

### 2 软件设计

#### 2.1 软件的设计思路与功能简介

在计算机中模拟布片的排版,首先需要将布片的轮廓数据通过摄像头采集进来并储存到数据文件。然后在软件界面中设定一个区域用以模拟实际中的布料,将储存的布片数据取出转化为图形放到界面中,这样就可以在虚拟的布料(软件界面)上实现虚拟布片(图形)的排版了。

软件的主要功能是完成版片的优化排版并实时计算版片耗量,建立与用户的交互接口(排版图输出与数据报表等),具体实现过程将在下文进行详细介绍。

#### 2.2 软件界面设计

软件界面分为两个窗口,右侧为整套版片显示窗口,左侧为排版仿真窗口。当导入一套版片数据时,其中包含的多种形状的版片全部显示于右侧样片窗口中,可以选择一种版片在左侧窗口进行排版仿真。相关版片耗量数据动态地显示于下面的状态栏中,如图 1 所示。

### 3 软件实现的关键技术

#### 3.1 图形的拖动与旋转

设置画笔的模式( Mode )为异或( pmXor ),在相同位置重画图形就实现了擦除效果;每一次鼠标移动事件( MouseMove )发生的时候,先擦除原先图形,然后在新位置重画,即可实现版片图形拖动与旋转。

```
PaintBox1 -> Canvas -> Pen -> Mode = pmXor ;  
// 设置画笔模式为异或  
PlotPiece( PaintBox1 -> Canvas , gp , pp , x0 , y0 ,  
angle0 ) ;  
// 擦除原图形
```

PlotPiece( PaintBox1 ->Canvas ,gp ,pp ,x1 ,y1 ,angle1 ); //在新位置以新角度重画图形 ,x ,y 变动为拖动 ,angle 变化为旋转。

### 3.2 碰撞检测

两个或多个版片图形排列比较紧密地时候 ,边缘可能会出现人眼不易识别轻微交叠情况 ,影响计算结果的准确性。“碰撞检测”就是用于检测这种交叠 ,在交叠发生的时候产生碰撞报警( 相关图形变为红色 )。

设置画笔的模式为异或( pmXor )同样为碰撞检测提供了便利。例如两种相同颜色的图形发生碰撞时 ,碰撞点的颜色为这两种相同颜色的异或( 黑色 ) ,通过遍历图形的边界查找某图形边界中是否有黑色点即可判断此图形是否与其它图形发生了碰撞( 在 C + + builder 中颜色提取采用 TCanvas 类中的 Pixels 函数完成 )。如果判断出发生了碰撞 ,则将此图形的边界改变为红色。

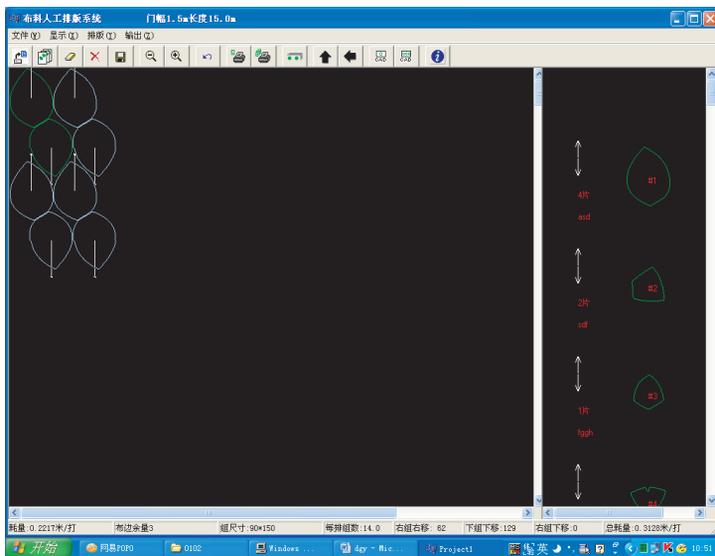


图 1 软件界面

### 3.3 四组同排

版片图形通常为不规则图形 ,所以对其所占面积的计算采用多片组合求面积平均值的方法。版片排版的最终目的即最小化这个平均值 ,但对其过分追求又会增加时间上的复杂性。通过时间与空间上的综合考虑 ,提出一种“四组同排”的折衷方案 (1)将两个( 或稍多于两个 )相同的图形构成一组 ,组内的图形可以随意自由排列。( 2 )以上面排好的那组图形作为参考组 ,其它 3 组都是其拷贝。( 3 )参考组的邻组( copy1、

2 )可以整体移动 ,调整组之间的相对位置关系。

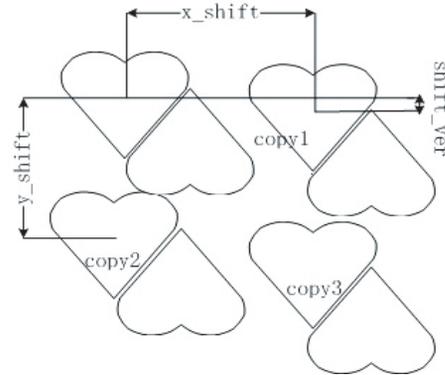


图 2 四组同排

“四组同排”方案的优势在于 (1)对一种图形的排版只需要仔细完成参考组内部少数图形的排版然后调一下组间相对位置即可。参考组内部的排版方式以及参考组与邻组的位置关系唯一决定了整个排版区域中图形的布局( 相对位置关系可以递推 ,效果见图 6 )。图 2 所示的排版图相当于给出了一个参照的示例 ;授之以渔”。相对于手工完成整个区域的布局 ,时间复杂性大大降低。( 2 )通过参考组内图形的优化排列 ,压缩了版片图形的平均面积 ,调整组之间的相对位置关系 ,缩小组之间的空隙 ,进一步改善了排版结果。实践证明 ;“四组同排”的方法也取得了较高的空间利用率 ,大多情况下能接近理想的效果( 如图 6 )。( 3 )由于排版的规律性较强 ,版片耗量的计算公式也比较容易推导。耗量计算结果都由时钟( Timer )控制进行动态显示。

### 3.4 版片的混合插排与增删

#### 3.4.1 版片的混合插排

以上所述对版片排版的主要思想是在每张排版图上只排版一种版片 ;“翻页式”的逐一完成各种布料的各个形状的布片的排版。这种方法的优点是条理简单 ,计算方便 ,但在排版面积较大版片时无法实现相对最优排版 ,在区域边缘或版片间会存在较大空隙。此时采用“混合插排”的改进方案 ,即在上述情况下把同套布片中面积较小的版片取出插入到空隙之中 ,实现剩余面积的充分利用。计算面积时 ,由于插片情况的出现 ,耗量( 版

片面积)汇总时应考虑某版片插入到其它排版图中的比例,去除后再以剩余比例参与总面积计算。

插片的耗量消耗比例 ( ratio ) =

$$\sum \left( \frac{\text{玩具需要主片数}}{\text{参与排版的主片数}} * \text{插片数} \right) / \text{玩具需要的插片数}$$

(说明:主片是指当前排版图中排列的版片,求和范围是插片存在的所有非自身排版图)

### 3.4.2 版片的增删

在排版图中加入或删除版片时,会影响到内存中的数据存贮。频繁调用内存指针在内存中拷贝与移动数据块,操作比较繁琐且非常容易出错。因此,采用“整存整取”的策略,对版片数据进行整体读出与写入操作。这样,在进行版片的增删操作时,只需要记录排版图中版片总数( pianshu )与各个版片的版片号( index )即可。如图 3 所示,假设正方形、圆形、三角形版片在一套版片中的编号为 1、2、3,则图 a 中版片数为 5,版片号序列为 12113;b 版片数 4,序列 1213;c 版片数 5,序列 12131。版片数为内存中数据块数,版片序列号可以索引到原始版片数据,两者共同决定了一个数据文件所包含的相关版片的类别与数量,通过操作这两个参数及可完成版片的增删操作。

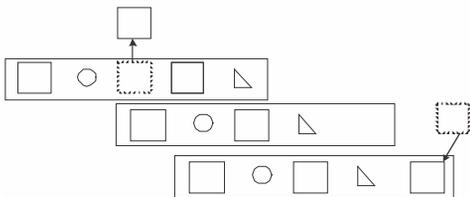


图 3 添加与删除版片示意图

## 3.5 输出接口设计

### 3.5.1 打印接口设计

版片排版完成之后,为了完整显示排版数据与排版效果图,还必须将排版结果显示出来,因此要完成排版软件与打印机的接口设计。

```
if( PrintDialog1 ->Execute( )){ // 弹出打印设置窗口
    TPrinter * printer = Printer( );
    printer -> BeginDoc( );
    PrintPic( ... );
    printer -> EndDoc( ); } // 自定义图形打印函数
```

### 3.5.2 Excel 报表

Excel 文件可以当作一种特殊的文本文件(扩展名`xls`)进行操作,相邻表格的切换用 tab( /t )键控制,换行用回车( /n )键控制。

```
fp = fopen( file, "w +t" ); // file 为 Excel 文件名
if( fp != NULL ){
    fprintf( fp, "\t 玩具布料排版结果表 \n \n" );
    fprintf( fp, "\t 玩具名 :%s ;代码 :%s \n", myToy.
name, myToy. code );}
```

### 3.5.3 AutoCAD 接口设计

AutoCAD 软件是更专业的图形处理软件,有时为了进一步处理排列后的图形,需要将图形导入 AutoCAD。图形排版软件与 AutoCAD 的接口通过图形交换(DXF)文件进行。将图形数据按 DXF 文件规定格式(见参考文献 4)写入 DXF 文件,则当在 AutoCAD 中打开时就会显示需要的版片图形。

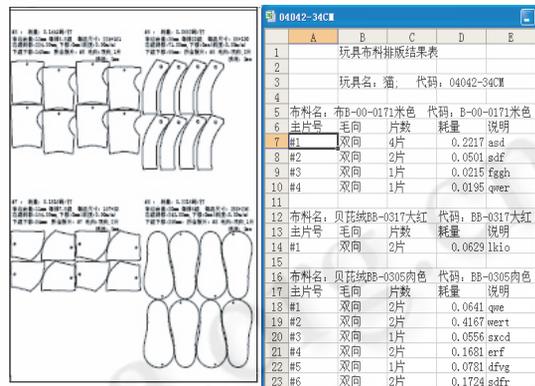


图 4 (左)排版结果打印输出

图 5 (右)Excel 报表局部

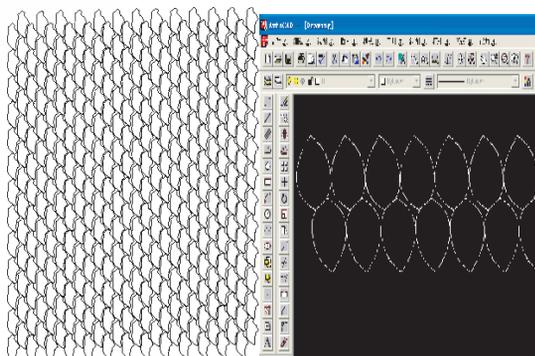


图 6 (左)排版效果图输出

图 7 (右)AutoCAD 输出效果图

(下转第 93 页)

## 4 结束语

对于布绒玩具制造商而言,快速而高效的排料是其赢得市场的关键环节。排版仿真系统利用四组同排,碰撞检测等技术,可以帮助用户快速优化出一个布料利用率高的排料方案,实时动态完成耗量计算,并提供排版结果打印,Excel 报表等用户交互手段,成功地解决了人工排料效率低下、计算过程复杂的问题。它不仅可以利用于布绒玩具的布料排版,还可以推广利用到服装布料排版,以及布料,石料等的排料中,有着

比较广阔的应用空间。

## 参考文献

- 1 王钧,李红玲. C++ Builder 经典范例 50 讲. 科学出版社. 2003.
- 2 (美)James D. Foley 等著. 计算机图形学导论. 机械工业出版社 2004.
- 3 丁益民. 基于 C++ builder 仿真试验系统的设计与实现. 计算机系统应用 2007 (1).
- 4 AutoCAD user's manual. autodesk Inc.