

一种用于创作艺术画面的梯度着色方法^{*}

胡衡江 万良君 李彦

(电教中心)

摘要 本文介绍一种创作生动画面的新型着色方法。它不同于以往的单一色彩(或模式)的填充,而是以一种颜色渐变的方式进行填充。利用该算法产生的计算机艺术图片,生动而且逼真,已经应用于电脑动画的创作。文中给出了C语言实现的程序:

关键词 计算机图形学,动画,梯度着色

分类号 TP391.7

随着计算机图形学的广泛应用,光栅技术的迅速发展,计算机图形由单纯的线条图扩展到面积图,可以运用面积着色的方法(包括 shading 等手段),产生出明暗自然、丰富多彩、形象逼真的图形画面。我们研制的 GKDCAS 电脑动画制作系统是基于广泛使用的微机系统和视频环境开发出来的(见文[1])。该系统提供了一系列丰富的动画设计师专业创作软件手段,其中各种着色技术尤为特色。本文针对卡通式的二维图形进行讨论,着色(或填充)仅指2D图形的着色(或填充)。

1 梯度着色与传统着色方法的差别

传统的面积着色通常被定义为区域填充。这里区域是指一组具有连通性的象素集合。区域的建立,可以通过将一特定属性值赋给包含在此区域内的全部象素来实现,也可以将一特定属性值赋给与此区域相毗连的那些象素来实现。前者由内部数值定义的区域称为内定义区域。处理这样一些区域时,将该区域中全部象素的属性值都设置为某个新的属性值的算法,就是传统的内点填充算法。后者由一个边界来定义的区域为边界定义区域,处理这些区域,将该区域中全部象素的属性值都设置为新的属性值的算法,就是传统的边界填充算法。这些传统的填充算法,很好地完成了区域着色,但是它们都只是完成对某一区域进行单一色彩或模式的着色。美术或动画图片要求图片生动、逼真,用某一单一的颜色来填充一个封闭区域,是难以满足艺术要求。针对这种情况,本文介绍以渐变的颜色对指定区域填充方法,称之为梯度填充。在 GKDCAS 动画制作系统中,不仅提供了传统的区域填充方法实现面积着色,同时也提供了这种新颖的填充方法完成梯度着色。动画设计师可根据需要给定起始色和终止颜色,再给定一个颜色渐变方向,就可对指定的区域以指定的填充方向进行梯度着色,由此而产生的画面具有色彩丰富、艺术效果强的特点。

2 梯度着色的算法设计

经典的填充算法思想有两种:一是扫描转换;一是种子扩散。本文的算法对这两种思想都有所借鉴。

* 1992年5月15日收稿

区域就是指表示成点阵形式的相邻象素集合，对区域的描述分为内点表示法和边界表示法两种形式。内点表示法是将指定区域内的所有象素表示成点阵形式，此区域内的所有象素具有某种特定属性值。此区域边界上的任意一个象素都不具有该属性值。边界表示法是指由闭合边界包围面积定义的区域，在边界上的象素都具有特定边界属性值，而在此区域内的象素则都不具有该属性值。种子点是由内点表示法表示的区域内的某个象素点。我们用梯度矢量表示颜色渐变方向及渐变区域总长；梯度表系数，即渐变颜色总长与渐变区域总长之比确定了区域内象素点的填充色。扫描线为 $y=k_{g_r} \cdot x+b$ 直线束，其中 $k_{g_r}=-1/g_r$ 。梯度填充矢量 \vec{g}_r 是用来定义颜色渐变方向的一个矢量。梯度填充起始点 $P_{g_{min}}$ （或终止点 $P_{g_{max}}$ ）是区域内点中在 \vec{g} 上一维投影的最小（或最大点）

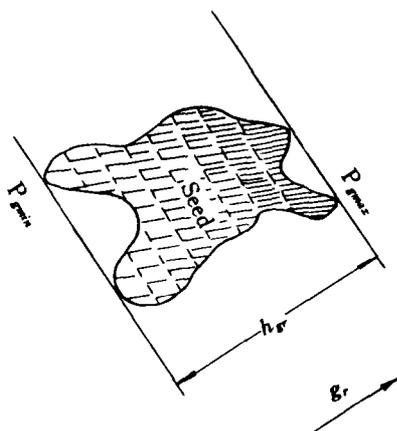


图 1

之一。梯度填充起始色 C_{min} （或终止色 C_{max} ）是指调色板上一段连续色号的开始色号（或末尾色号）。渐变区域长度 h_{g_r} 为 $P_{g_{min}}$ 和 $P_{g_{max}}$ 在 \vec{g} 上一维投影间的长度。梯度表 $GT\{ \langle h_{g_1}, C_{g_1} \rangle, \langle h_{g_2}, C_{g_2} \rangle, \dots, \langle h_{g_n}, C_{g_n} \rangle \}$ 定义了渐变颜色 C_{g_i} 与区域内渐变区间段 h_{g_i} 之间的对应关系（见图 1）。梯度着色的就是要根据 \vec{g}_r 、 C_{min} 和 C_{max} 的定义，确定出 GT，然后根据 GT 就可以实现渐变填充。

为简便计，主要对内点表示的区域进行讨论。对边界表示的区域完全可以经过转换同样处理。梯度填充算法的基本步骤如下：

第一步，采用种子扩散技术寻找梯度填充起始点 $P_{g_{min}}$ 和 $P_{g_{max}}$ （见文[4]），该过程由函数 search-aera（）来实现。

第二步，按 \vec{g}_r 对 $P_{g_{min}}$ 和 $P_{g_{max}}$ 实现二维旋转变换和投影变换，计算出 h_{g_r} （见文[2]）；按 h_{g_r} 、 C_{min} 和 C_{max} 确定 GT，该过程由函数 set-grad-tab（）实现。

第三步，根据 GT，采用扫描转换技术对指定区域进行分区间段渐变填充。扫描线为 $y=k_{g_r}x+b$ 直线束，其中 $k_{g_r}=-1/g_r$ 。

3 梯度着色的 C 程序

用 C 语言设计的梯度着色程序。为节省篇幅，在下面提供的源程序中，仅考虑 $k_{g_r}=0$ 的情况，即梯度矢量与 y 轴同方向的情况 ($g_r=\infty$)。所以，扫描线为 $y=b$ 直线束。对 \vec{g}_r 为任意矢量的情形，通过适当旋转变换（把 \vec{g}_r 旋转到 y 方向）的级联可完成同样功能。

```
int new-color,old-color;
gradient-fill(seedx,seedy)
{
    /* Searching for the minium rectang */
    search-rect0;
    /* gradient filling aera */
    grad-fill0;
}
grad-fill0;
{
    n=0
    a[n]=seedx;    b[n]=seedy;
```

```

old-col=get-pixel(seedx,seedy);
do{  x=a[n];      y=b[n];
  /* Set gradient table */
  set-grad-tab0;
  do{put-pixel(new-col,x,y);
    x++;
    }while(get-pixel(x,y)=old-col);
  xright=x-;
  x=a[n];
  do{put-pixel(new-col,x,y);
    x--;
    }while(get-pixel(x,y)=old-col);
  xleft=x++;
  if(n!=0)n-;
  x=xleft;pflag=0;
  do{for(i=x;i<xright;i++){if(get-pixel(i,y-1)=old-col)
    {pflag=1;break;}
    else{x++;}
    }
  if(pflag=0){goto line3;}
  else {do{x++;
    if(get-pixel(x,y-1)!=old-col)
      {n++;a[n]=x-1;
      b[n]=y-1;pflag=0;}
    }while(pflag=1);
    }
  }while(x<xright+1);
line3: x=xleft;pflag=0;
  do{for(i=x;i<xright;i++){if(get-pixel(i,y+1)=old-col)
    {pflag=1;break;}
    else{x++;}
    }
  if(pflag=0){goto line4;}
  else {do{x++;
    if(get-pixel(x,y+1)!=old-col)
      {n++;a[n]=x-1;
      b[n]=y+1;pflag=0;}
    }
    }while(pflag==1);
  }
}while(x<xright+1);

```

line4:

```

        }while(n>0);
    }
    get-grad-tab(y)
    {
        dal-hy=gmaxy-gminy;
        dal-col=ecolcr-scolor;
        dal-ty=dal-hy/dal-col;
        new-col=scolor+(y-gminy)/dal-ty;
    }

```

4 结束语

梯度填充算法适用于各种电脑动画及美术图片的计算机辅助制作。在 GKDCAS 动画制作系统中，基于 TMS34010 图形卡（分辨率为 1024×1024 ，彩色位数为 8bits，1MBDRAM），用 TMS34010 C 语言实现了该算法。利用 GKDCAS 系统已成功地制作了一系列动画片，其中许多图片采用了梯度着色，产生了有趣、逼真的艺术效果。例如，利用 GKDCAS 动画制作系统制作的《小兔子》动画片，多次用到梯度着色制作舞台背景，效果很好。

参 考 文 献

- 1 张骏，李彦，万良君，唐振初，胡衡江. 计算机辅助动画系统 (GKDCAS). 国防科技大学学报, 1992, 14 (1)
- 2 James D. Foley. 唐译圣等译. 交互式计算机图形学基础. 清华大学出版社, 1986
- 3 TMS34010 User's Guide, Texas Instrments. 1986
- 4 Rogers David F. Procedural Elements For Computer Graphics. McGraw-Hill, Inc, 1985

A Gradient Coloring Used in Art Pictures

Hu Hengjiang Wan Liangjun Li Yan

(Video and Audio Center)

Abstract

In this paper, a new type of coloring method of creating living picture is presented. It is different from the old single color or mode method. It's coloring method by gradually changing the color. Using this method to creatl computer Art picture which is living, it has been used in the creation of computer animation. In this paper, some program in C language have been given.

Key words computer graphics, animation, gradient coloring.