

文章编号: 2095-0411 (2012) 01-0073-05

基于肤色识别的人机交互方法 在游戏中的应用研究*

闫玉宝, 夏 露, 侯宪锋

(常州大学 信息科学与工程学院, 江苏 常州 213164)

摘要: 利用计算机视觉技术实现游戏人机交互来提高游戏的娱乐性, 是当前国内外应用研究的热点。文中提出了采用肤色检测技术应用于游戏交互的方法。通过摄像头对肤色进行采样, 再利用统计方法对皮肤颜色进行分析建立肤色模型; 采用背景差分阈值分割法和 Camshift 算法进行手势跟踪监测, 获取手的位置; 将手的位置作为信号传递给游戏角色, 从而控制游戏。在 VC++6.0 下, 使用 OpenCV 和 OpenGL 开源库, 构建了普通摄像头视觉游戏实验平台, 通过手势的运动轨迹控制粒子系统喷射方向。实验结果表明, 通过肤色进行手势跟踪监测, 进而控制游戏角色运动, 具有很好的实时性和交互性。

关键词: 基于统计的肤色检测; 背景差分阈值分割法; Camshift 算法; 粒子系统

中图分类号: TP 391.9

文献标识码: A

Research on Human-Computer Interaction Methods in Game Application Based on Skin Color Recognition

YAN Yu-bao, XIA Lu, HOU Xian-feng

(School of Information Science & Engineering, Changzhou University, Changzhou 213164, China)

Abstract: The game human-computer interaction is fulfilled by making use of computer vision technology to improve the game entertainment. It is a current research hotspot at home and abroad. This paper puts forward the method that the skin detection technology is applied to game interaction. Skin detection technology is applied in human-computer interaction in this paper. Skin color is sampled through the camera, and skin color model is established by making use of statistical methods for analysis of skin color. In order to reduce the influence of the background color recognition, the RGB model translates into HSV model. It takes advantage of the background difference threshold segmentation method and Camshaft algorithm for hand tracking monitoring to get the position of the hand. So as to control the game, the position of handle as a signal is transmitted to characters. And in VC++6.0, it uses open source library OpenCV and gestures OpenGL to build a common experimental platform game camera vision, with gestures trajectory controlling particle system injection. The experimental result shows that making use of the skin color tracking and monitoring gesture to control game character movement has very good real-time and interactivity.

key words: skin color detection based on statistics; background difference threshold segmentation method; Camshift algorithm ; particle system

* 收稿日期: 2011-10-11

作者简介: 闫玉宝 (1965—), 男, 河南南阳人, 副教授, 主要从事计算机图形图像研究。

随着高速处理芯片, 多媒体技术和 Internet Web 技术的迅速发展和普及, 人机交互的研究重点放在智能化交互, 多模态 (多通道) - 多媒体交互, 虚拟交互及人机协同交互等方面, 也就是朝着以人为中心的人机交互技术方面发展。一种全新的可移动交互系统正在兴起, 此系统通过视觉存储设备将视觉信号转换为命令, 有望能全面代替键盘和显示器, 这种设备是一个小型的、能够放在胸前的电脑, 其摄像头能捕捉到手部运动, 从而转换成对应的命令执行。随着计算机游戏发展突飞猛进^[1], 游戏给人们带来乐趣的同时也带来一些社会问题, 如长时间游戏对身体造成伤害。人机交互技术的发展给游戏模式提供多种方式, 可实现娱乐与锻炼的双重效果。

随着机器视觉技术发展, 机器视觉技术广泛应用^[2]于机器人手眼系统, 医学辅助诊断等方面。肢体识别、运动目标跟踪等技术使得将视觉技术引入游戏中成为可能^[3]。计算机视觉技术作为机器视觉的一个分支, 也得到广泛应用^[4], 基于计算机视觉的游戏设计已进入高速研发阶段。近年来肤色识别技术迅速发展, 大多用于人脸检测^[5,6]。文中把肤色识别对象, 提取其肤色信息, 建立肤色模型; 通过对人手运动位置跟踪, 来控制粒子的运动方向, 结果表明能较好地满足游戏实时性要求。

1 基于统计的肤色识别

基于统计的肤色识别通过建立肤色统计模型进行肤色建模, 主要包括步骤为: 颜色空间变换和肤色建模。

1.1 颜色空间

本文通过颜色模型转换, 降低周围光照环境对识别的影响。计算机图像的色彩空间有 RGB, YUV, HSV 等, 常用的 RGB 表示方法不适合皮肤模型, RGB 不仅代表颜色, 还代表了亮度。由于周围光照环境的影响, 亮度可使肤色检测变得更加复杂。肤色对 HSV (色调、色调饱和度、亮度) 色彩空间中 H 分量非常敏感。所以采用 H 分量的直方图建立肤色概率模型。首先将 RGB 演化成 HSV 模型。从 RGB 转化到 HSV 如 (1) - (3) 式:

$$H = \arccos \left\{ \frac{[(R-G) + (R-G) / 2]}{[(R-G)^2 + (R-B)(G-B)]^{1/2}} \right\} \quad (1)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} [\min(R, G, B)] \quad (2)$$

$$V = \frac{1}{3} (R+G+B) \quad (3)$$

对其中的 H 分量做直方图, 只要查找到 H 分量的大小即 H 的概率或者像素个数, 就得到颜色概率查找表。将图像中的每个像素的值用其颜色出现的概率对替换, 可以得到颜色概率分图。

1.2 肤色模型

目前常用的肤色建模基本方法有 3 种: 肤色范围、高斯密度函数估计与直方图统计, 分别对应阈值化、参数化与非参数化^[7]。

本文采取直方图模型。直方图肤色模型是一种非参数模型。其肤色样本的直方图统计可构造肤色概率图即 SPM, 也就是为离散化的颜色空间中的每个格子赋予一个概率值。利用肤色概率图检测像素则采用贝叶斯分类器方法:

为了对肤色检测合适的度量要得到后验概率 $P(s|x)$, 则利用 (4) 式

$$P(s|x) = \frac{P(x|s)P(s)}{P(x|s)P(s) + P(x|s')P(s')} \quad (4)$$

其中 $P(x|s)$ 和 $P(x|s')$ 可由肤色和非肤色样本的直方图估计。先验概率 $P(s)$ 和 $P(s')$ 是肤色和非肤色像素比例, 在实验时候, 经常令两者相等。当 $P(s|x) > \theta$, θ 是阈值, 则具有颜色向量值 x 的像素被判定位肤色像素。

2 基于肤色识别运动目标的提取和跟踪

利用摄像头获取到每一帧的图像后进行预处理, 采用中值滤波除噪, 利用 HSV 空间直方图对肤色建模。然后利用背景差分对运动目标进行提取。算法流程图如图 1 所示:

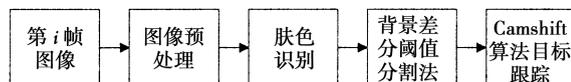


图 1 方法流程图

Fig. 1 Methods flow chart

2.1 背景差分阈值分割法提取运动目标

在进行肤色识别后, 已经将人体部分与复杂背景分离开。但由于周围环境中类肤色的影响, 会对产生干扰。背景差分可以将运动目标从视频图像中

提取出来然后应用图像阈值分割法将感兴趣运动目标分割出。

背景差分阈值分割法可以用 (5) 式表示:

$$g(x, y) = \begin{cases} F_i(x, y) \\ d \end{cases} \quad (5)$$

$|F_i(x, y) - f(x, y)| < T$ & $T_1 < F_i(x, y) < T_2$, 其中 $F_i(x, y)$ 表示第 i 帧图像中点 (x, y) 的像素值, $f(x, y)$ 表示背景图像中 (x, y) 处的像素值, T, T_1, T_2 分别表示背景差分的阈值及图像分割处的阈值, d 表示被消除的像素的替代值, 使用这种做法的好处就是减少了计算量, 能更好的保证游戏的实时性。



图 2 原始图像

Fig. 2 Original image



图 3 背景差分后图像

Fig. 3 Image after background subtraction

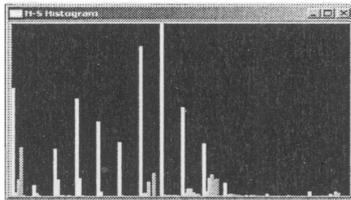


图 4 阈值分割及颜色空间转换后的 HSV 直方图

Fig. 4 HSV histogram after threshold segmentation and Color space transformation

获取视频图像, 用背景差分算法将运动目标图像提取出如图 3, 这一步的好处可以将背景图像中和运动目标颜色相近的区域剔除, 减小了跟踪失误率。接着对其进行阈值分割将感兴趣的运动目标分割出, 然后颜色空间转换为 HSV 空间颜色的直方图如图 4。

2.2 Camshift 算法对运动目标跟踪

Camshift 算法是一种通过跟踪物体的颜色信息 (颜色概率图) 来进行运动目标跟踪的连续的自适应算法, 它可以处理运动目标变化的情况。当视频图像序列变化时, 算法可以自动调节搜索窗口的大小和位置的功能来定位被跟踪物体的位置, 然后

利用当前定位结果预测后续帧目标物的位置。是一种基于 Meanshift 的改进算法^[8]。

Meanshift 算法是将每帧图像转换成概率分布图像之后, 针对图像中待搜索区域使用均值漂移算法, 找到该区域的质心。计算待搜索区域中的每个像素点, 步骤如下:

(1) 计算零阶矩:

$$M_{00} = \sum_x \sum_y I(x, y) \quad (6)$$

(2) 计算 x 轴和 y 轴方向的一阶矩

$$M_{10} = \sum_x \sum_y xI(x, y)$$

$$M_{01} = \sum_x \sum_y yI(x, y) \quad (7)$$

搜索窗质心的坐标为:

$$x_c = \frac{M_{10}}{M_{00}} \quad y_c = \frac{M_{01}}{M_{00}} \quad (8)$$

上面公式中 $I(x, y)$ 是坐标点 (x, y) 处像素 H 的分量值, x 值和 y 值的变化范围是搜索窗口的大小。

(3) 重新调整搜索窗口大小 w :

$$w = 2 \times \sqrt{\frac{M_{00}}{256}} \quad (9)$$

(4) 移动搜索窗口的中心到质心, 如果移动距离大于设定的阈值, 重复 (2), (3), 移动搜索过程中, 搜索窗口的尺寸不断的变化, 直到搜索窗口的中心与质心之间的距离小于设定的阈值, 或者循环次数达到一定值之后, 停止运算, 搜索失败。

Camshift 算法的过程如下:

(1) 初始化搜索窗口;

(2) 计算搜索窗的颜色概率分布;

(3) 使用 meanshift 算法, 获得搜索窗口的大小和位置;

(4) 视频图像序列中下一帧使用 (3) 中的值初始化搜索窗口的大小和位置, 跳到步骤 (2) 继续执行。

Camshift 算法能有效解决目标变形和遮挡的问题, 对系统资源要求不高, 时间复杂度低, 在简单背景下能够取得良好的跟踪效果。手势跟踪定位如图 5 所示。



图 5 手位置的跟踪

Fig. 5 hand position tracking

3 系统平台的搭建与仿真

3.1 系统平台的搭建与流程

实验环境:

1) 硬件平台: 普通的 pc 机, 1GB 内存; 单目摄像头: cmos 传感器, 600 万像素, 30 帧/s.

2) 软件平台: 在 VC++6.0 的环境中使用 OpenGL 和 OpenCV 两个开源函数库, 其中 Opencv 函数库是对视频图像进行处理夺取图像信息传递给游戏模型, OpenGL 函数库主要是建立游戏平台。

系统主要有两个模块组成:

一是视频图像处理模块: 通过将视频图片分割成 9 个部分用 $A [M] [N]$ 表示, 全部初始化为 0。 $A [M] [N]$ 每一个元素代表一条指令, 不同的指令得到不同的执行, 不同的指令结合将会得到较为复杂的指令。本实验中设 M 和 N 都为 3, 手势位于如图 6 右下角的方格内 $A [2] [2] = 1$, 传递消息时就将 $A [2] [2] = 1$ 传递过去。



图 6 视频区域划分

Fig. 6 Video division

二是粒子系统模块: 通过跟踪手势的轨迹控制粒子系统的粒子喷射方向。

粒子系统运用非常广泛, 如利用粒子系统可以实现对云、雾、雨、雪、喷泉、烟、火焰礼花、身体器官等的模拟。建立粒子模块主要有两部分的内容: 一是粒子材质, 二是状态设定。粒子的属性包括坐标、颜色、速度、运动方向、生命值和生命衰减等^[9], 可以用如下结构来表示:

```

Struct PARTICLE {
float x; // x 坐标
float y; // y 坐标
float z; // z 坐标
byte color; // 颜色
float angle; // 运动的方向
float speed; // 运动的速度
float life; // 生命值
float decay; // 生命衰减
};
    
```

3.2 系统效果图

系统平台搭建完成后在实验室里进行实验, 通过跟踪手势估计控制粒子系统的喷射方向。由于设备以及光照的关系, 有时会出现跟踪失误的现象, 总体效果不错, 满足预期效果。实验效果如图 7。

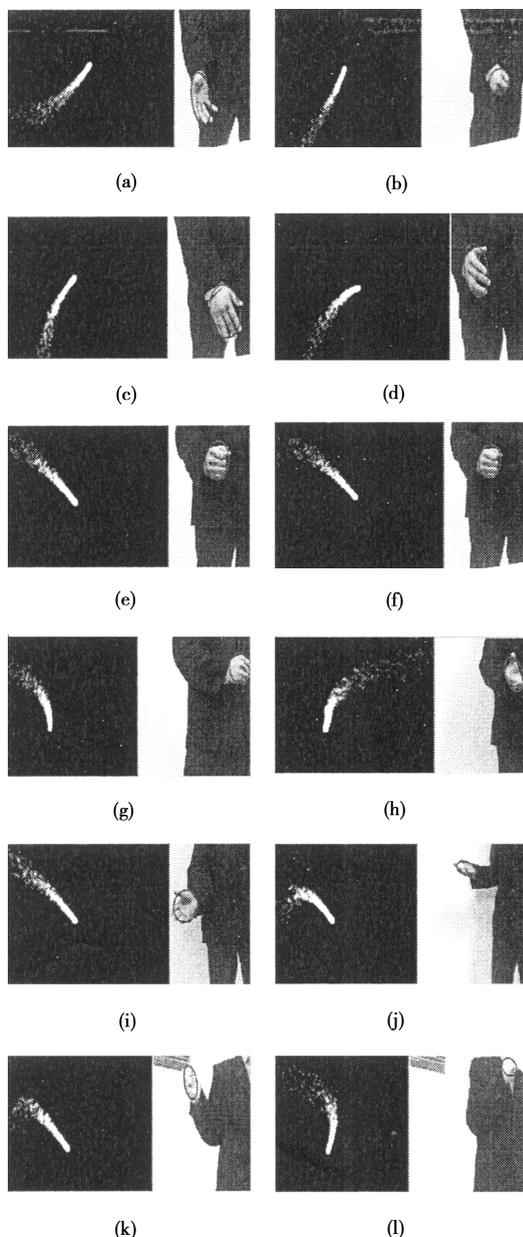


图 7 手控制粒子运动

Fig. 7 Hand control particle movement

在视频处理模块中, 将视频图分为 9 个部分, 当手运动到不同的区域时, 经过识别手的位置, 系统将位置消息传递给游戏模块使得游戏产生响应, 进而完成对应的动作。图 7 为粒子随手运动而运动, 这里以粒子系统为例, 喷射方向是以图像的中心为喷射点的任意方向。

手运动位移时差与粒子跟随运动时差统计比较如表 1 所示。

表 1 时差统计
Table1 Time difference statistics s

手运动时差	粒子方向变动平均时差
0.5	2.412 350
1.0	2.707 281
2.0	3.549 250
3.0	4.378 264
4.0	5.056 823

其中手运动位移时差指从一个区域运动到另一个区域所用的时间，反映了手运动的快慢；粒子方向变动平均时差指粒子从一种状态到另一种状态所花费的平均时间，这里是 5 次平均的结果，反映了粒子跟随手运动的快慢。二者的差可以反映粒子跟随手运动的延迟。实验表明：手运动越慢，延迟越小；能够满足游戏实时性要求。

实验中由于背景的影响，如面部的影响，会出现跟踪失误的现象。因此要尽可能满足背景色与肤色之间的差别。

4 结 语

人机交互已经从传统的键盘鼠标等向视觉方向发展，计算机视觉游戏是今后游戏发展方向的一个趋势。计算机视觉游戏既可以通过游戏进行身体锻炼，又可以进行虚拟环境训练等，它有着非常广泛前景。

本文提出了一种基于肤色识别的计算机视觉游戏交互方法，通过肤色进行手势跟踪监测，基本能控制游戏角色运动。换言之，主要研究了怎样将

跟踪到物体图像信息传递到游戏模块中去驱动游戏角色的运行。但是也有很多不理想的地方，比如设备在周围环境光照的影响下，游戏控制的精确性，以及连贯性动作间关系等，这些都有待进一步研究。

参考文献：

[1] 叶韡明, 古俊伟, 尹博, 等. 从“偷菜”看游戏的发展—社交网络网页游戏的定性研究 [J]. 编辑学刊, 2010 (3): 37-39.

[2] 吴健康, 肖锦玉. 计算机视觉基本理论和方法 [M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1993: 10-40.

[3] Takahashi T, Shino F K. Hand gesture coding based on experiments using a hand gesture interface device [J]. SIGCHI Bulletin, 1991, 23 (2): 67-73.

[4] Melvyn L Smith, Lyndon N smith. Computer vision application - Special issue [J]. Image and Vision Computing, 2007, 25 (7): 1 035-1 036.

[5] Zheng Wenlong, Suchendra M Bhandarkar. Face detection and tracking using a Boosted Adaptive Particle Filter [J]. Journal of Visual Communication & Image Representation, 2009, 20 (1): 9-27.

[6] Taiana M, Santos J, Gaspar J. Tracking objects with generic calibrated sensors: An algorithm based on color and 3D shape features [J]. Robotics and Autonomous Systems, 2010, 58 (6): 1 121-1 130.

[7] 陈锻生, 刘政凯. 肤色检测技术综述 [J]. 计算机学报, 2006, 29 (2): 194-207.

[8] 吴海江, 李一民, 潘晓露. 改进的 Camshift 跟踪算法研究 [J]. 微计算机, 2010, 32 (2): 36-37.

[9] 姚莉, 肖健. 基于粒子系统的礼花模拟方法 [J]. 东南大学学报, 2010, 40 (6): 1 186-1 187.