

重叠图象拼接算法

钟力 胡晓峰

(国防科技大学七系,长沙 410073)

摘要 全景视频是一种利用360度全景图象建立虚拟环境的新方法。全景图象是通过将普通照相机拍照到的边界部分重叠的图象进行拼接而创建的。本文利用图象重叠部分对应像素的相似性,提出了一种行之有效的拼接算法,使得到的图象无缝平滑。

关键词 图象拼接,全景视频,算法,重叠图象

1 引言

全景视频(Panoramic Video)是一种利用实景图象组成全景空间的技术,它将多幅图象拼接成360度柱面全景,并利用多幅全景图象之间的超链接建立起可供用户观察的虚拟环境,通过在不同全景图象之间的切换来实现在虚拟环境中的漫游,使用户能主动地从不同的观察点和方向了解环境^[1]。360度全景图象的素材,是通过利用普通照相机采集的照片,经过数字化得到的边界部分重叠的图象。因为全景图象表示的是人在某一视点观察空间,视点不动而观察方向改变。所以在拍照时将照相机固定在支架上,尽量避免转动时镜头的偏斜和俯仰,并以镜头为轴转动一周连续拍照。拍照时使相邻图象具有一定程度的内容重叠,以便于拼接而得到全景图象。图1是组成全景的边界部分重叠的图象,可以看到,这里的主要工作首先是确定相邻图象在宽度、高度上的重叠程度(拍照不可避免地造成了垂直方向上的错位),去掉重叠,然后再进行平滑连接得到全景图象。

图象重叠范围的确定主要是基于2图象重叠部分对应像素的相似性,即在RGB或YUV空间上具有基本相同的值。过去的一种作法是基于面积的算法,即取前一幅图象中的一块作为模板,在第2幅图

象中搜索具有相同(或相似)值的对应块,从而确定2幅图象的重叠范围^[2]。但这种算法计算量太大,而且受光照条件的影响,所以往往不实用。我们在从事全景视频空间研究的项目中,提出了一种新的图象拼接算法,并在实验中予以证实,发现它不仅计算量大大减少而且行之有效,而且还可用于立体图象对的配准。

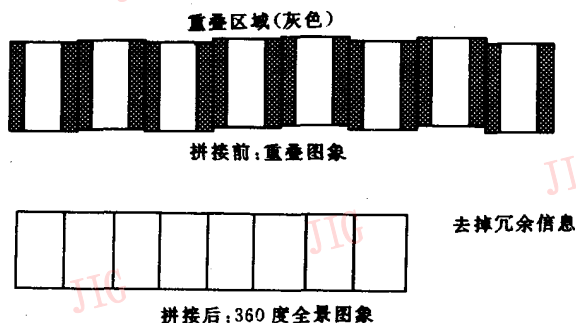


图1 拼接处理

2 匹配拼接

2.1 重叠区域的确定

由于基于面积的方法计算量太大,只利用一列像素又经常造成误匹配,所以算法的思路是利用图象间隔一定距离的2列上的部分像素。即在前一幅图象的重叠区域中分别在2列上取出部分像素,用

它们的比值作为模板,然后在第2幅图象中搜索最佳的匹配。即对于第2幅图象,由左至右依次从间距相同的2列上取出部分像素,并逐一计算其对应像素值比值;然后将这些比值依次与模板进行比较,其最小差值对应的列就是最佳匹配。这样在比较中只利用了一组数据,其实可以说是利用了2列像素及其所包含的区域的信息。

因为一般情况下相邻图象重叠的范围大约是30%~50%,所以具体作法是在第1幅图象的右边,在相隔20个像素距离的2列上,取对应的2组数,各有200个像素。计算其比值得到了一个浮点数组 $base[200]$,将它作为比较的模板。然后从第2幅图象在相隔同样距离的列上各取出300个像素的数据,取的点相对于模板上下多出50个像素,这是因为2幅图象可能有垂直方向上的交错,同时又假定错开距离不超过50个像素。计算它们的比值,就得到了浮点数组 $image[300]$ 。在开始时取第1、21列,接着是第2、22列,依次下去,视重叠宽度具有不同数量的这样的数组,一般数组数取为图象宽度的一半(与重叠量有关),即取到第 $Image_width/2, Image_width/2+20$ 列。

匹配时,首先进行垂直方向的比较,对第2幅图象的每一个数组,计算对应元素值差值的平方和。因为上下可能交错50个像素,所以需计算101个垂直方向的差值平方和。设垂直方向交错距离为 dis ,则对每一 $dis(0\sim 100)$,就得到一个 $\epsilon[dis]$,其中 $\epsilon[dis] = \sum_{i=0}^{199} (image[i+dis]-base[i])^2$ 。计算差值平方和的目的是寻求与模板的最佳匹配,从而确定重叠交错距离。对应最小值的就认为是组内最佳匹配,并记录垂直方向距离 dis 。接着循环计算所有的数组与模板的对应值差值平方和,就得到了每个数组的组内最佳匹配和垂直方向距离。最后将每个数组的组内最佳匹配进行比较,即进行水平方向的比较,得到的最小值就认为是全局最佳匹配,由它的对应数组的垂直方向距离 dis 就可决定垂直方向上的交错距离,由它的对应数组的位置和模板位置就可决定水平方向重叠距离。设模板两列像素的距离为 D ,具体算法如下:

Procedure *image matching*

begin

input $base[200]$ //输入模板值

for($k=0; k < image2_width/2; k++$)

input part of column $k+1, k+1+D$

```

of image2 → image[300]
//输入第2幅图象
for( $dis=0; dis \le 100; dis++$ )
 $\epsilon[dis] = \sum_{i=0}^{199} (image[i+dis]-base[i])^2$ 
//计算差值平方和
 $y\_small = 100$ 
//设组内最小值初值(垂直方向)
for( $dis=0; dis \le 100; dis++$ )
if( $\epsilon[dis] < y\_small$ )
 $y\_small = \epsilon[dis]$ 
//组内最小值(垂直方向)
 $m\_dis[k] = dis$ 
//组内最佳匹配距离(垂直方向)
 $bestmch[k] = y\_small$ 
 $x\_small = 100$ 
//设全局最小值初值(水平方向)
for( $k=0; k < image2\_width/2; k++$ )
if( $bestmch[k] < x\_small$ )
 $x\_dis = k; y\_dis = m\_dis[k]$ 
//得到决定重叠交错距离的横向、
垂直方向距离
end

```

得到的 x_dis, y_dis 可决定重叠交错距离,例如如果模板前一列距图象右边为100个像素, k 等于120,则重叠220个像素;如果模板列从第60个像素取数, $image[i]$ 从第10个像素取数,又 $y_dis = 40$,则交错10个像素,说明第2幅图象相对第一幅图象偏上10个像素。

2.2 平滑连接

找到重叠范围,如果仅仅是简单的叠加,会造成图象的模糊和明显的边界,这是不能容忍的。平滑连接就是要使拼接区域平滑,提高图象质量。因此我们采纳了淡入淡出思想,利用渐入渐出的方法,即在重叠部分由前一幅图象慢慢过渡到第2幅图象并删去垂直方向错开的图象部分。设渐变因子为 $0 < d < 1$,对应的前后2幅图象重叠部分像素值为 $image1, image2$,结果为 $image3$,则 $image3 = d * image1 + (1 - d) * image2$ 其中 d 由1慢慢变化到0,它与图象之间的水平方向重叠距离有关。

3 实验结果及分析

在对全景视频的研究中,我们利用此算法来制作360度全景图象,将组成全景的若干张图象拼接

起来。试验中算法利用了图象像素的 RGB 值。在处理效果上,当图象本身质量较好时,算法能做到准确无误地匹配拼接,边界融合相当完美。图 2 是将 14 张图象进行拼接得到的 360 度全景图象,可以看到处理效果相当好。有时由于拍照的原因造成图象质量下降(图象偏暗或偏亮),但只要在一定程度之内,算法也能进行准确地拼接。如图 3,尽管第 2 幅图象

较第 1 幅图象偏暗,但仍然准确拼接,这说明算法具有一定的抗干扰性。为了建立一个好的、逼真的虚拟环境,拍照时我们就尽量避免了图象质量问题,保证拍照在基本相同的光照条件下进行,从而避免了让算法去拼接两幅亮度相差较大的图象。当然,算法也有其局限性,当一幅图象内容相差不大(例如一片树林)时,算法会受到干扰而导致拼接失败。

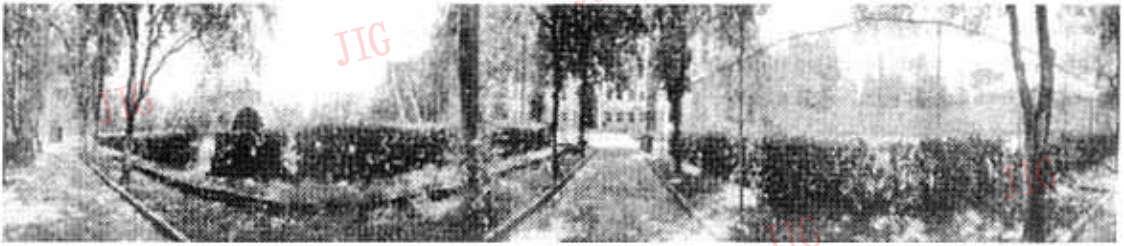


图 2 360 度全景图象



图 3 2 幅图象的拼接

在时间花费上,可以看到处理时间与模板维数(像素个数)以及事先选定的水平方向最大重叠距离和垂直方向最大交错距离密切相关。在这里,选定的这 3 者分别是 200 个像素、第 2 幅图象宽度的一半以及 50 个像素,结果处理时间也比基于面积的方法大大减少。如果根据具体情况调节这些参数的大小,例如分别为 150 个像素、图象宽度的三分之一和 20

个像素,就会进一步减少运算量从而减少时间花费。

参 考 文 献

- 1 钟力等. 全景视频的信息组织和实现方法. 小型微型计算机系统, 1996. 12.
- 2 汪成为等. 灵境(虚拟现实)技术的理论、实现及应用. 广西: 广西科学技术出版社, 1996. 9.



钟 力 1992 年、1995 年在国防科技大学自动控制系分获学士、硕士学位,现在该校系统工程与数学系攻读博士学位,主要研究方向是多媒体及虚拟现实技术。



胡晓峰 40 岁,教授,博士生导师,政府特殊津贴获得者,中国计算机学会多媒体专委会委员,学术委员会副主任。主持研究的“多媒体超文本 HWS 系统”、“分布式多媒体数据库模型系统 HDB”获部委级一等奖,发表论文 70 余篇,主要研究领域是多媒体信息系统。

Stitching Algorithm for Overlapping Images

Zhong Li, Hu Xiaofeng

(Dept. 7 of National University of Defense Technology, Changsha 410073)

Abstract Panoramic Video which uses 360 degree panoramic images is a new approach for composing virtual environment. The panoramic images can be created by "stitching" together overlapping images taken with an ordinary camera. In this paper we put forward a valid stitching algorithm which utilizes the correspondent pixels' similarity of overlapping image portion to make the resulted images seamless and smooth.

Keywords Image stitching, Panoramic video, Algorithm, Overlapping image

明导推出下一代高速数字设计解决方案

——Interconnect Synthesis 及 Tau

今天的计算机、通信和消费类电子产品市场需要性能更高、功能更多、体积更小的新产品。制造商们开发和发布这些新产品的周期影响着他们的市场份额和利润。对大多数制造商来说,整个领域都有减少周期时间的新挑战,该集成电路的特点是开关时间单位延时而以亚纳秒计,平均系统时钟速度超过100MHz 门限。

明导资讯公司的 Interconnectix 业务部担负着这样一种使命,即开发出使我们的客户能在最短的时间内设计高性能、低成本系统的解决方案。作为互联综合 IS 的发明者,Interconnectix 创造了新一代基于革新技术的解决方案。IS 将时序和信号完整性分析规则与平面布置、布局、布线、分析和修改的物理实现结合在一起。IS 消除了布局、布线、分析和修改的循环周期消耗的时间。由于修改原型增加了实际成本,而推迟产品的发布也带来了额外的开销,因此传统的“用校正来设计”的方法减少了利润。

通过电气分析和物理实现的结合,IS 使设计者能在首次设计验证中满足特定的时序和信号完整性的要求,从而首次验证即获成功。IS 免去了修改这一步,加快了产品推向市场的速度,消除了重复处理原型板的成本。此外,它通过直接处理每一网络的电气约束,消除了传统方法在设计规则之外附加的过

于保守的界限。于是就可以达到更高的性能和更大的可靠性,使发布的产品更具竞争力。

早在1996年5月 Interconnectix 即推出了第一个用于板级时序校验的符号时序分析工具—Tau,在开始物理设计之前,Tau 能够利用复杂的 VLSI 和 ASICs 总线功能特性和时间相关信息自动决定电路中关键的时序路径以及适合于互联消耗的延时累积。

Interconnectix 业务部的 Jonathan Wesis 博士说:“Tau 标志着专为电路板设计市场而开发的时序校验工具的诞生。使用总线功能模型消除了所有的冲突,并可在更短的时间内得到更精确的结果。此外与其它时序分析工具不同,Tau 可以全面地深入到互联设计进程。”

Dataquest 公司电子设计自动化首席系统分析家 Gary Smith 说:“Tau 是我所见到的最完整的时序分析工具。它对模型开发问题的创新处理及其符号时序功能有力地解决了那些日益增长的时序问题。”

Tau 与 Interconnect 的 IS 工具包紧密结合在一起,提供直观的用户界面,以及与明导资讯公司的 Design Architect, Board Station 设计解决方案及其它主流 EDA 系统的即插即用。