

一种图像插补的新方法

程 鸿, 张 伟, 章权兵, 韦 穗

(安徽大学 计算智能与信号处理教育部重点实验室, 安徽 合肥 230039)

摘 要:提出了一种图像插补的方法。首先将两幅图像进行矫正,使得它们的对极线处在同一扫描线上,从而将二维图像的匹配简化成一维图像的匹配,使得下一步的匹配快速、准确;然后检测第一幅图像扫描线上的边缘点,利用这些边缘点分割两幅矫正图像对应的扫描线,进行密集匹配;最后确定插补图像的像素位置和灰度。实验证明该算法简单,容易实现。

关键词:图像矫正;图像插补;密集匹配;扫描线

中图分类号:TN911.73

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2006)06-0130-02

A New Method of Image Interpolation

CHENG Hong, ZHANG Wei, ZHANG Quan-bing, WEI Sui

(Ministry of Education Key Lab. of Intelligent Computing & Signal Processing, Anhui Univ., Hefei 230039, China)

Abstract: A method named image interpolation is given in this paper. First the two images are rectified to make their epipolar lines parallel to the scan-lines. In this way, the matching of 2D images is simplified to 1D, so image matching is made quickly and nicely. Next, matching points are searched in the new images. With these corresponding edge points, the scan-lines of the two rectified images are segmented and dense matching is run. Position and gray value of pixels in the image are determined in the end. This algorithm is simple and easy to realize which has been proved by the experiments.

Key words: image rectify; image interpolation; dense matching; scan-lines

0 引言

目前,视图插补算法主要分为两类:一类是传统的基于图形的方法;另一类是随着IBR技术的发展而形成的基于图像的方法。传统的基于图形的方法,生成复杂的几何模型需要付出巨大的工作量并且需要使用很多技巧,此外,在复杂景物的情况下,这类方法很难得到高质量的图像。而基于图像的方法直接通过对已知的2D图像(照片)进行插补,是目前虚拟现实技术研究中最为活跃的研究方向之一。

如图1所示,设 I_1, I_2 分别为某场景在两个不同视点(I/O)和($R|T$)下的图像,其中 I 为单位矩阵, R 为表示旋转的正交矩阵, T 为表示平移的三维矢量(不妨假设第一个摄像机所在的坐标系为参考坐标系,而 R 和 T 分别为第二个摄像机相对于第一个摄像机的旋转和平移)。由原图像 I_1, I_2 ,求摄像机在新视点 $c_2(R_s, T_s)$ 下的图像 $I_s(\lambda, \beta)$ 的过程就称为图像插补。在文中算法中把图像插补分为3部分,分别是图像矫正、图像匹配和插补。

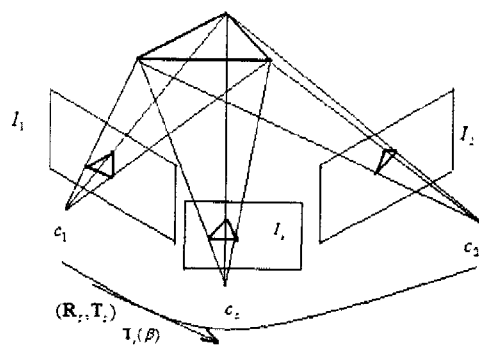


图1 图像插补

1 图像矫正

由于图像是二维的,从一幅图像中寻找另一幅图像中某点的对应点,需要二维搜索,可是二维搜索计算量很大,直接进行匹配误差就会很大。特别是对于某些特殊的图像,如人脸图像,二维搜索基本不可行。因此必须先矫正原图像。图像矫正的方法很多,如通过旋转摄像机坐标轴来构造旋转投影变换的方法^[1~3]。文中采用构造匹配变换对的矫正方法,对图像进行重采样,产生一对“匹配对极线的投影”,这些投影对极线平行于 x 轴并且在视图之间相匹配^[4]。

首先求将第二幅图像的对极点映射到无穷远点的射影变换 H_2 。事实上,如果对极线变成平行于轴的直线,则

收稿日期:2005-09-17

作者简介:程 鸿(1981-),女,安徽合肥人,硕士研究生,研究方向为信号与信息处理;韦 穗,副校长,教授,博士生导师,从事计算机视觉学等领域的研究。

对极点就被映射到特定的无穷远点 $(1,0,0)^T$,为了保证变换 H_2 对图像给定的选择点 x_0 的领域的作用尽可能地是一个刚性变换,首先取点 x_0 为图像的中心,此时 x_0 的领域只被旋转和平移,原图像和重采样的图像看起来是相同的。

对于任意位置上的感兴趣点 x_0 和对极点 e ,所需要的映射 H_2 是乘积 $H_2 = ABC$,其中 C 把图像坐标原点移到图像的中心, B 将对极点旋转到 x 轴上的点 $(f,0,1)^T$, A 是把 $(f,0,1)^T$ 变到无穷远点的映射。这个复合映射是 x_0 邻域内的一个刚性变换的一阶近似。具体可以写成下面的形式:

$$H_2 = ABC = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1/f & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & -\alpha \\ 0 & 1 & -\beta \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

其中设图像中心坐标为 x_0 ,其齐次坐标表示为 $(\alpha, \beta, 1)^T$ 。

上面给出了将第二幅图像中的对极线变换为水平线的方法。接下来需要考虑的问题是:如何把一个映射施加到第一幅图像上,使得两幅图像的对极线相互匹配。

设原图像为 I_1, I_2 ,需要对两幅图像进行重采样,分别施加两个射影变换 H_1, H_2 作用于 I_1, I_2 。重采样的目的是使 I_1 中的对极线与 I_2 中的对极线匹配。也就是说,如果 I_1, I_2 是两幅原图像中任何一对对应的对极线,则 $H_1^T I_1 = H_2^T I_2$ (其中, $H_1^T I_1$ 和 $H_2^T I_2$ 分别为 I_1 和 I_2 变换后所对应的直线),满足这个条件的任何变换对称为一个变换匹配对。可以证明 I_1 的一个射影变换 H_1 与 H_2 匹配的充要条件是对某个矢量 λ, H_1 具有形式:

$$H_1 = (1 + H_2 e_2 \lambda^T) H_2 M$$

如果这里的 H_2 恰好是把第二幅图像上的对极点 e_2 变换到无穷远点 $(1,0,0)^T$ 的射影变换,则 H_1 的形式可变为 $H_1 = H_A H_0$,其中 $H_0 = H_2 M, H_A = \begin{bmatrix} a & b & c \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ 。这里

要求的 H_1 必须使得视差最小也就是使距离平方和 $\sum_i d(H_1 x_{1i}, H_2 x_{2i})^2$ 最小,其中 $x_{1i} \leftrightarrow x_{2i}$ 为两幅图像的对应点。此时记 $\tilde{x}_{1i} = H_1 x_{1i}, \tilde{x}_{2i} = H_2 x_{2i}$,则求最小化 $\sum_i d(H_1 x_{1i}, H_2 x_{2i})^2$ 的变换 H_2 就转化为求最小化 $\sum_i d(H_A \tilde{x}_{1i}, \tilde{x}_{2i})^2$ 的变换 H_A 。

利用上述方法可以求得变换 H_1 ,分别用 H_1, H_2 矫正 I_1, I_2 ,使得重采样后的图像对应的对极线平行于 x 轴,而对应点的 y 坐标相等。

2 图像匹配

通过前面的矫正,两幅新的图像就满足了视点平移关系。下面考虑如何对这两幅图像进行密集匹配即每个点基本都匹配上。

首先对第一幅图像扫描线(由两个像平面上对极线所

构成的一组水平平行线通常称作水平扫描线)上的点进行一阶差分滤波,检测出角点(灰度不连续点),这里采用如下—阶高斯差分滤波器对图像进行离散卷积运算:

$$h^{(1)}(n) = -2cne^{-\frac{n^2}{2\sigma^2}}$$

其中 c 是归一化常数,它可由公式 $\sum_{-\infty}^{+\infty} -2cne^{-\frac{n^2}{2\sigma^2}} = 1$ 求得, σ 通常取常数1。在实际使用中, $h(n)$ 可用一个长度为 $2N+1$ 的窗口内的值表示。然后由第一幅图像上某一扫描线上检测到的角点,利用相关匹配算法在第二幅图像的同一扫描线上寻找对应的角点。最后采用仿射变换来建立较为准确的点与点的对应关系^[5]。

3 图像插补

基于图像的图像插补一般都是基于图像的像素位置和颜色的内插,根据图像间的对应关系确定插补图像像素的位置和灰度。这里构造形如下式的 Warp 函数^[6~8]:

$$T_3 = sT_1 + (1-s)T_2$$

其中进行位置插补时, T_1 表示第一幅图像上的点, T_2 表示第二幅图像上的点, T_3 表示插补图像上的点;进行灰度插补时, T_1 表示第一幅图像上点的灰度值, T_2 表示第二幅图像上点的灰度值, T_3 表示插补图像上点的灰度值; s 称为插补系数,通过其在 $(0,1)$ 之间变换可以得到不同视点下的图像。但由于是在矫正的基础上进行插补的,这样的图像并不是新视点下的真实图像,因此需要对该图像进行进一步处理。

4 实验结果

根据上面的算法步骤,笔者做了真实图像实验,如图2~4所示。图2是在实验室用普通摄像机拍摄的两幅原图像;图3是矫正过的图像,其中红线是对极线,显然对极线已经处在水平平行位置;图4是插补出的某一视点下的图像。通过改变参数还可以得到其它视点下的图像。实验证明,该算法简单、易实现,复杂度与场景无关,在实时显示时不需要专业的图形加速设备。

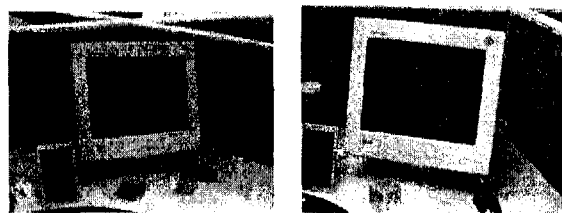


图2 两幅原图像



图3 矫正图像 (下转第135页)

数据项集 L , 把大数据项集映射为一组相邻的整数, 每个大数据项对应一个整数;

(3) 转换阶段 (transformation phase): 将数据库中主体序列的每一次事务用该事务包含的大数据项集 (映射的整数) 代替;

(4) 序列阶段 (sequence phase): 利用大数据项集挖掘序列模式 (large sequences);

(5) 序列最高化阶段 (maximal phase): 找出所有序列模式 (large sequences) 的最高序列集。

在入侵检测领域中, 由于攻击者的许多入侵行为都是有先后关系, 具有一定的时序性, 例如黑客在实施攻击时, 一般要先对系统的端口进行扫描, 找出具体的漏洞后再实施进一步的入侵, 因此, 利用序列模式分析可以挖掘入侵行为之间的联系。

2.3 数据分类分析

数据分类的目的是提取数据库中数据项的特征属性, 生成分类模型, 该模型可以把数据库中的每个数据项都映射到给定类别中的一个。

数据分类的步骤通常为:

(1) 获得训练数据集 (training set), 该数据集的数据记录具有和目标数据库中数据记录相同的数据项;

(2) 训练数据集中每一条数据记录都有已知的类型标识与之相关联;

(3) 分析训练数据集, 提取数据记录的特征属性, 为每一种类型生成精确的描述模型;

(4) 使用得到的类型描述模型对目标数据库中的数据记录进行分类或生成优化的分类模型 (分类规则)。

通过综合运用关联规则分析、序列模式分析和数据分类算法, 可以自动地从海量的安全审计数据和网络流量中提取出可用于入侵检测的知识和模式, 识别用户访问的正

常行为和入侵行为。

3 小结

基于入侵检测研究领域未来的趋势是融合其他学科和技术领域的知识来提供新的入侵检测解决方法^[7]。文中讨论和研究了基于统计、基于专家系统、基于数据挖掘等智能化入侵检测方法, 详细阐述了基于数据挖掘这一目前和未来比较先进的检测方法。随着数据挖掘技术的不断发展, 该检测方法将会有更广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] Lee Wenke, Stolfo S J, Mok K W. A Data Mining Framework for Building Intrusion Detection Models[Z]. US: Columbia University, 1999.
- [2] Anderson D, Frivold T, Valdes A. Next - generation intrusion detection expert system (NIDES): A summary[R]. Technical Report SRI - CSL - 95 - 07, Computer Science Laboratory, SRI International, 1995.
- [3] Geib C W, Goldman R P. Plan Recognition in Intrusion Detection Systems[A]. In DARPA Information Survivability Conference and Exposition (DISCEX)[C]. [s. l.]: [s. n.], 2001.
- [4] 徐 菁, 刘宝旭, 许榕生. 基于数据挖掘技术的入侵检测系统设计与实现[J]. 计算机工程, 2002, 28(6): 9 - 10.
- [5] 李 昀, 李伟华. 分布式入侵检测系统的研究与实现[J]. 计算机工程与应用, 2003, 39(4): 1 - 3.
- [6] 张 颖, 王 辉. 一种与入侵检测互动的 Internet 安全防范系统[J]. 计算机工程与应用, 2003, 39(7): 168 - 169.
- [7] 江 波, 郭 巧. 基于网络的 IDS 的几点改进措施[J]. 计算机工程与设计, 2003, 24(3): 43 - 45.

(上接第 131 页)

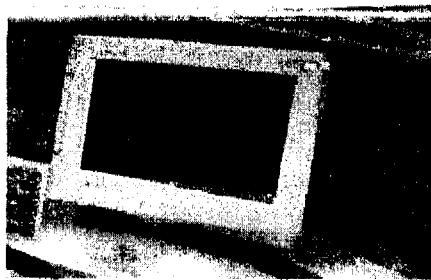


图4 插补图像

USA: ACM Press, 1993. 279 - 288.

- [3] Rothwell C, Faugeras O, Csorika G. A comparison of projective reconstruction methods for pairs of views[J]. Computer Vision and Image Understanding, 1997, 68(1): 37 - 58.
- [4] Hartley R I, Zisserman A. Multiple View Geometry in Computer Vision[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.
- [5] Gui Guofu, Zhang Quanbin. Human Face Warping Based On Images[A]. Second International Conference on Images and Graphics[C]. USA: SPIE, 2002.
- [6] Wolberg G. Digital Image Warping[M]. Los Alamitos, California: IEEE Computer Society Press, 1990.
- [7] Seitz S M, Dyer R. View Morphing[A]. In: Proc SIGGRAPH'96[C]. USA: [s. n.], 1996. 21 - 30.
- [8] McMillan L, Bishop G. Plenoptic Modeling: An image - based rendering system[A]. in Proc. SIGGRAPH'95[C]. Los Angeles, California: [s. n.], 1995. 39 - 46.

参考文献:

- [1] Greene N. Environment mapping and other applications of world projections[J]. IEEE Computer Graphics and Applications, 1986, 6(11): 21 - 29.
- [2] Chen S E, Williams L. View interpolation for image synthesis [A]. in Proc. of ACM SIGGRAPH'93[C]. New York, NY,