

文章编号 1004-924X(2000)01-0035-03

一种序列图像的拼接方法

孙华燕, 周道炳, 李生良
(装备指挥技术学院, 北京怀柔 101416)

摘要: 从立体图像匹配的观点, 找出定视点不同观察方向所获取的序列图像的重叠区, 在对这些图像进行几何校正后用图像融合的方法进行图像拼接。此方法可用于全维场景的获得及大型物体的观察、测量。

关键词: 图像拼接; 序列图像; 融合
中图分类号: TP751.1 文献标识码: A

全维场景(Panorama)是一种利用实景图像组成全景空间的技术。全维场景的素材是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序列图像, 这些图像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获得的场景。本文用立体视觉的观点, 提出一种对定视点多观察方向的图像进行融合拼接的实用方法, 其步骤是:

- (1) 确定相邻图像重叠区域;
- (2) 图像的几何校正, 把相邻图像依次转换成同一观察方向的投影图;
- (3) 确定拼接处图像像素点灰度级;

1 重叠区域的确定

相邻图像在重叠区的像素具有相似性。重叠区范围的确定, 用立体图像匹配的观点, 先求出相邻图像重叠区的特征点, 再作对应性求解, 由对应点再确定重叠区的范围。

1.1 特征点的提取

按照像机不同的观察方向, 预估相邻图像的重叠范围。在小于预估的范围内, 用Moravac算子提取特征点, 它是基于一个理想的特征点在其四周所有方向上灰度具有很大的方差, 即:

在 5×5 像元的窗口中, 设 g_{ij} 为窗口内某像元的灰度值, 则求

$$M = \min \left\{ \begin{array}{l} (g_{i,j} - g_{i,j+1})^2 \\ (g_{i,j} - g_{i+1,j})^2 \\ (g_{i,j} - g_{i+1,j+1})^2 \\ (g_{i,j} - g_{i+1,j-1})^2 \end{array} \right\}$$

式中 $i = n - 2, \dots, n + 2;$

$j = m - 2, \dots, m + 2;$

m, n 为窗口中心像元的行、列序号, 取 M 大于经

验阈值的点为备选特征点, 采用抑制局部非最大 M 值的方法, 保证特征点的 M 值为 11×11 pixels 窗口中的最大值。

1.2 对应性求解

对应性求解是从相邻两幅图像中找出对应同一三维物点的对应点。用基于灰度匹配的相似性度量作匹配度量, 设相邻两图像的灰度函数为 $f_1(i, j), f_2(i, j)$, 匹配窗口大小为以特征点为中心的 $m \times n$ 大小。

相似性度量为:

$$\text{均方差 } \sigma_{12} = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n f_1(i, j) f_2(i, j) - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m f_1(i, j) \cdot \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n f_2(i, j)$$

$$\overline{f_1(i, j)} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m f_1(i, j)$$

$$\overline{f_2(i, j)} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n f_2(i, j)$$

灰度差的绝对值之和为:

$$K = \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n |f_1(i, j) - f_2(i, j)| \right)$$

匹配运算必须同时满足 $\sigma_{12} = \max \sigma_{12}, K = \min K$ 时, 才能确定两匹配窗口为对应窗口, σ_{12} 为协方差的阈值。

在匹配运算时, 为了减少计算量和误匹配现象, 采用一定的匹配约束, (1) 唯一性约束; (2) 摄像机旋转的最大角度限制。

2 相邻图像的几何校正

根据相邻图像之间的对应点对, 相邻图像之间可建立起函数关系式, 将一幅图像(变换图)的坐标变换到另一幅图像(基准图)的坐标系中合成校正图, 此时序列图像中的相邻两幅图像就转换成同一观察方向的投影图。

2.1 位置校正

设 $[f(u, v)]$ 是基准图, $[f(x, y)]$ 是变换图, 用仿射变换, 可得 $f(u, v)$ 与 $f(x, y)$ 的函数关系表示为

$f(u, v) = f[Ax \quad By + C], [Dx + Ey + F]$ 在重叠区寻找不少于三对对应点对, $(u_i, v_j), (x_i, y_i), i = 1, 2, 3, \dots, n; (n \geq 3)$, 则 $A-F$ 的最小二乘方估计 $\hat{A}-\hat{F}$ 为

$$\begin{bmatrix} \hat{A} \\ \hat{B} \\ \hat{C} \end{bmatrix} = (H^T H)^{-1} H^T \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ \vdots \\ u_n \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \hat{D} \\ \hat{E} \\ \hat{F} \end{bmatrix} = (H^T H)^{-1} H^T \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ \vdots \\ v_n \end{bmatrix}$$

$$\text{其中 } H = \begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_n & y_n & 1 \end{bmatrix}$$

有了 $\hat{A}-\hat{F}$ 后, 用下式

$$\begin{aligned} u &= [\hat{A}x + \hat{B}y + \hat{C}] \\ v &= [\hat{D}x + \hat{E}y + \hat{F}] \end{aligned}$$

($[\]$ 表示最接近 u, v 的整数)

可将变换图映射到基准图上。

2.2 像点灰度的确定

变换图经几何位置校正后, 在校正空间中各像点的灰度值应等于被校正图像对应点的灰度值, 但校正后的图像往往会出现某些像点挤压在

一起, 另一些则分散开了, 使校正后的像点不落在坐标点上, 用双线性内插法来求得这些像点的灰度值。

数学表达式为:

$$\begin{aligned} u &= x - [x] \quad v = y - [y] \\ f(u, v) &= (1 - u)(1 - v)f([x], [y]) + \\ & (1 - u)vf([x], [y] + 1) + \\ & u(1 - v)f([x] + 1, [y]) + \\ & uvf([x] + 1, [y] + 1) \end{aligned}$$

3 拼 接

按照图像融合的概念将两幅图像拼接, 方法为:

(1) 找出基准图对应点中最小的行数 col_{min} 和最大的行数 col_{max} ;

(2) 拼接图像按下述的融合规则得到, 设 i 为拼接图像的行数, $f(i, j)$ 为拼接图像的灰度, $f_1(i, j)$ 为基准图的灰度, $f_2(i, j)$ 为校正图的灰度:

$$\begin{aligned} i &= col_{min} & f(i, j) &= f_1(i, j) \\ col_{min} & < i < col_{max} & f(i, j) &= df_1(i, j) + (1 - d)f_2(i, j) \\ i &= col_{max} & f(i, j) &= f_2(i, j) \end{aligned}$$

d 由 1 慢慢变化到 0, 为一渐变系数。

4 实验结果

图像序列是由二幅图像组成, 每一幅图像为 $640 \times 480 \times 256$ 色灰度图像。见图 1 所示。



(a) (b) Sequence image



(b)

Fig 1 Image coalescence

由图可看出,用本文方法所拼接的图像无缝平滑。这里只给出了二幅图像合成同一坐标系下的一幅图像,可再把这幅图像与另一幅图像合成

一幅图像,最后把同一场景的序列图像合成为同一坐标系下的全维场景。

参考文献:

- [1] 徐建华 图像处理与分析[M] 北京: 科学出版社, 1992
- [2] 王大平等 数学摄影测量学[M] 北京: 解放军出版社, 1991

Method for sequence image coalescence

SUN Hua-yan, ZHOU Dao-bing, LI Sheng-liang

(Institute of Comm and Technology, Beijing Huairou 101416, China)

Abstract: From stereo image matching, this paper presents a new fusion method for sequence image coalescence that can be obtained on the same position but different line of vision. This method can be used for Panorama

Key words: image coalescence; sequence image; fusion

作者简介: 孙华燕(1963-),女,山东荣城人,副教授,从事图像处理与光电测量的研究与开发,曾获多项部委级科技进步奖。