

跟踪系统中图像目标的快速提取

The Fast Extraction of an Image Target in a Tracking System

刘立欣 刘亦菲

(长春理工大学 长春130022) (长春大学 长春130022)

Abstract In this paper the fast extraction technology of the image target in a TV-tracking system is researched, the characters of the tracked target in the system are described. Based on the target tracking processing method, we can fast determine if the tracked target exist. The algorithm proposed above is theoretically and experimentally analysed. Using this algorithm, fast recognizing and automatic tracking target is performed. The experimental results of computer simulation are given out and show that this method is effective. According to this method, a prototype is developed and good tracking results are achieved.

Keywords Image processing, Target recognition, TV tracking, Correlation detection, SSDA

1. 概述^[1]

电视跟踪系统的研制始于60年代,由于电视图像信息量大,而且具有直观、实时、精度高、抗电子干扰能力强等特点,因而在军事应用中占有重要地位。在对诸如导弹、飞机、舰艇、坦克等目标进行实时跟踪的系统中得到广泛的应用。在研究目标识别过程中发现,相关探测可产生良好的识别效果,但相关探测算法计算耗时巨大,一般算法难于达到实时,因而工程中能应用的实时算法不多。在实际应用中,感兴趣的有静止的,也有快速运动的,而运载工具本身往往也是快速运动的。基于这些复杂的情况,这就要求必须有一种快速相关算法,才能满足电视跟踪系统中系统对实时性的要求。

2. 相关探测原理^[2,3,5~7]

在实际电视跟踪系统中,由于目标在 x, y 维平面运动(可包括 z 方向平动),它的基本轮廓应保持相似。所以就可以用模板匹配的方法在被搜索图中查询有无待寻的目标,且模板也可以有一定的尺寸和方向,它的基本原则就是通过相关函数的计算来查找目标以及目标在被搜索图中的坐标位置。

设模板 T 叠放在搜索图 S 上平移,模板覆盖下的那块搜索图叫做子图 $S^{i,j}$, (i, j) 为这块子图的左上角在 S 图中的坐标。现在可以比较 T 和 $S^{i,j}$ 的内容,若两者一致,则 T 和 $S^{i,j}$ 之差为零,我们可以用下列相关函数作为相似性测试:

$$R(i, j) = \frac{\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N S^{i,j}(m, n) \times T(m, n)}{\sqrt{(\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N [T(m, n)]^2) (\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N [S^{i,j}(m, n)]^2)}} \quad (1)$$

根据施瓦兹不等式可知上式中 $0 < R(i, j) \leq 1$,

并且仅在比值 $S^{i,j}(m, n)/T(m, n)$ 为常数时 $R(i, j)$ 取最大值(等于1)。用相关法求匹配的计算量很大,因为模板要在 $(N * M - 1)$ 个参考位置上做相关计算,其中除一点以外都是在非匹配点上做无用功。因此需要一种快速计算方法。下面我们介绍一类叫序惯性相似检测的算法,简称 SSDA,它可以减少计算量,其要点是:

(1) 定义绝对误差:

$$\epsilon(i, j, m_k, n_k) = |S^{i,j}(m_k, n_k) - \overline{S(i, j)} - T(m_k, n_k)| + \overline{T} \quad (2)$$

其中,

$$\overline{S(i, j)} = \frac{1}{M^2} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^M S^{i,j}(m, n)$$

$$\overline{T} = \frac{1}{M^2} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^M T(m, n)$$

(2) 取一不变阈值 T_k 。

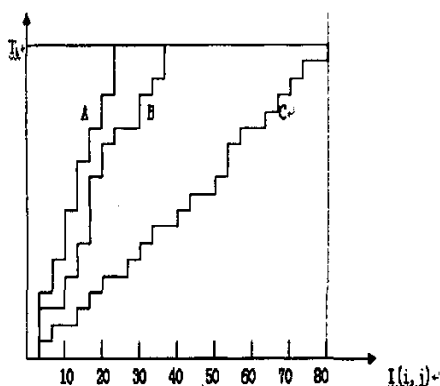


图1 T_k 为常数时的累计误差增长曲线

(3) 在子图 $S^{i,j}(m, m)$ 中随机选取像点。计算它同 T 中对应点的误差值 ϵ , 然后把这差值同其它点的差值累加起来, 当累加 r 次误差超过 T_k , 则停止

累加,并记下次数 r ,定义 SSDA 的检测曲面为 $I(i, j) = \{r | \min[\sum_{k=1}^r \varepsilon(i, j, m_k, n_k) \geq T_k]\}$ 其中 $1 \leq r \leq m^2$ 。

(4)把 $I(i, j)$ 值大的 (i, j) 作为匹配点,因为这点上需要很多次类加才能使误差 $\Sigma \varepsilon$ 超过 T_k ,如图1所示。图中给出了在 A、B、C 三个参考点上得到的误差累计增长曲线。A、B 反映模板 T 不在匹配点上,此时 $\Sigma \varepsilon$ 增长很快超出阈值。曲线 C 中 $\Sigma \varepsilon$ 增长很慢,很可能是匹配点。

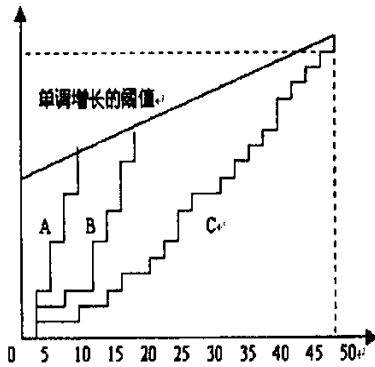


图2 用单调增加的阈值替代阈值为常数时的累计误差增长曲线

3. 电视跟踪系统中算法的选择^[5]

在实际应用中,我们采用基于窗口的模板相关匹配方法,模板匹配法就是研究在一幅图像中是否存在某种已知的模板图像。具体方法是在图像序列开始帧,代表目标的模板区由人工选定,以模板中心作为搜索区窗口中心,通过 SSDA 相关处理,寻找到与模板相似性最大点的位置,也就是跟踪点坐标,并以跟踪中心定义新的搜索区窗口(作为下一帧的跟踪窗口),根据目标的情况修正模板区内容(作为下一帧的模板)。并将跟踪点相对于光轴的俯仰和方位误差信号送给控制台,控制台根据这些数据控制伺服平台的运动来实现对目标的自动跟踪。

在实际应用中,我们用以下方法进一步改进计算效率,办法是:

a)对于参考点的选用不是逐点推进,即模板不一定对每一个点都移到。可以先隔 m 点搜索一下,然后在有极大匹配点周围的局部范围对各点再进行匹配。这一方法能否丢失真正的匹配点,将取决于图像的平滑性和单峰性。

b)不选用固定阈值,而采用单调增长的阈值,这可以使得非匹配点在更少的计算过程中就达到阈

值而被丢弃,真正的匹配点则需要更多次累加才达到阈值。用单调增加的阈值替代阈值为常数时的累计误差增长曲线如图2所示。

c)根据模板中突出特征选区匹配的点,这样也可以减少一些无用计算量,加快非匹配点的淘汰。

4. 实验结果^[4]

在进行相关实验过程中,我们对高炮射击跟随系统中采集的图像进行分析,用 SSDA 算法进行相关匹配,实验结果如图3。

用飞机、舰船及一些地面目标在计算机上进行了仿真,试验结果证明了 SSDA 算法具有准确、快速的特点。表1数据是通过采用 P4 1.6G、内存为 256M DDR 的计算机,采用 VC 编程获得的,在这里我们把目标图像设为 $512 * 512$ 像素,模板设为 $32 * 32$ 像素。

表1 算法耗时统计表(单位:毫秒)

图像尺寸	快速傅立叶变换	模板匹配	SSDA 算法
512 * 512	1895	5895	38
256 * 256	442	1531	20

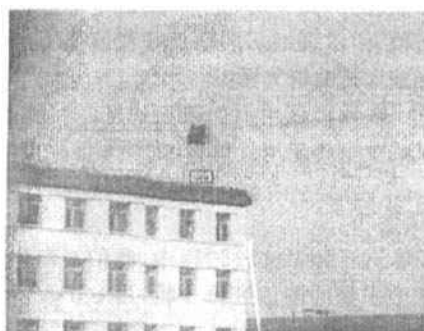
从表1中可以看出 SSDA 相关算法在图像尺寸较大时要比 FFT 的相关算法要快50倍,比普通模板匹配快得就更多了,可以满足电视跟踪系统对实时的要求。

结束语 基于窗口的相关跟踪算法在电视跟踪系统中具有十分重要的作用,可使系统智能化并提高系统的抗干扰性,特别是可使系统达到实时处理的要求,并可望达到对多目标进行跟踪的目的。

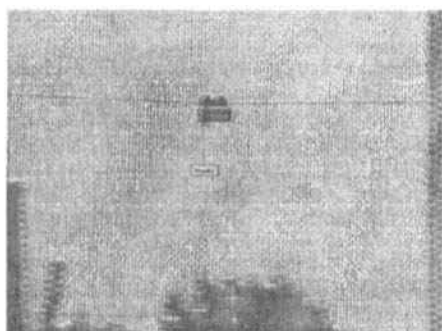
将本文上述算法应用在实际的电视跟踪系统中,仿真结果表明,算法的跟踪效果和实用性较好,能够达到预期的技术指标。

参考文献

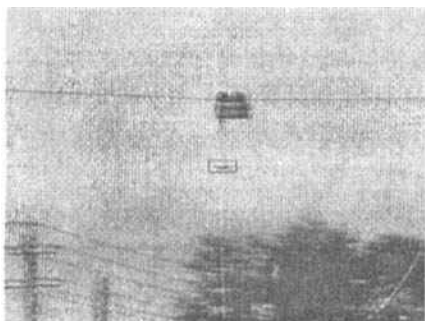
- 1 杨世周. 目标电视图像识别技术研究[J]. 电视技术, 1999. 2
- 2 何斌,等. Visual C++数字图像处理[M]. 人民邮电出版社, 2000. 1:491~508
- 3 章毓晋. 图像理解与计算机视觉[M]. 清华大学出版社, 2000. 163~176
- 4 阮秋琦,等. 数字图像处理学[M]. 电子工业出版社, 2001. 63~81
- 5 王春平,等. 电视跟踪系统中目标的预测跟踪算法研究[J]. 测控技术, 1999. 18(3)
- 6 Jones T L. Development of Automatic Target Recognition [C]. SPIE Institute series, 1990. 1
- 7 Gilbert AL. A real-time video tracking system [C]. IEEE Trans. 1980, MMI-2(1): 47~56



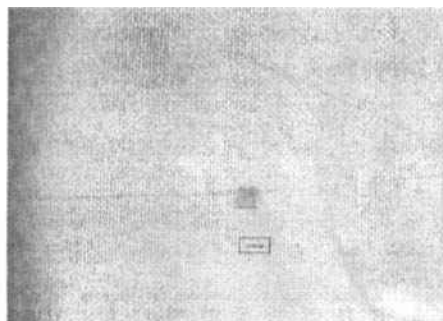
(a)



(b)



(c)



(d)

图3 匹配效果图

(上接第185页)

绘制;系统充分考虑分布式图形系统传输的数据量和安全性,采取了系列措施较好地解决图形数据传输量大的问题,并实现了不破坏 Java 安全机制的文件本地保存。尽管只是一个原型系统,但可以给家具厂、商家和房产开发商单独使用,具有一定的商业价值。当然,系统在产品模型建立、交互等方面还可以作进一步的深入研究,如利用照片进行产品建模,开发直接映射到系统的接口等;利用语音识别和合成技术,进行场景的规划和设计,甚至进行基于虚拟环境中网络虚拟交流等。系统的下一步目标是进一步拓展引入 ECA 规则(E 激发事件, C 时空条件, A 行为)的使用,在建立虚拟环境,可以多用户进行产品定制,更好地虚拟实现购物环境和购物过程,使电子商务平台的效能得到最大限度的发挥。

参考文献

- 1 Erwig M, Gueting R H, Schneider M, Vazirgiannis M. Spatio-Temporal Data Types: An Approach to Modeling and Querying Moving Objects in Databases. *GeoInformatica Journal*, Kluwer Publishers, 1999
- 2 The VRML Repository. <http://www.embl-heidelberg.de/vrml/> [2020] 20-20 Design. www.2020office.com
- 3 KCDw kitchen design web site. <http://www.KCDw.com/3d.htm>
- 4 Melster R, Diaz A, Groth B. SCORE - The virtual museum, development of a distributed, object-oriented system for 3D real-time visualisation: [Technical report 1998-15]. TU Berlin, Germany. Oct. 1998
- 5 My Virtual Model web site. <http://www.mvm.com>
- 6 Virtual Worlds, room planning and visualisation software. <http://www.luk.net/virtual>