

文章编号: 1000-6893(2000)05-0468-03

## 基于 GAS 的图像跟踪系统及其实现方案

侯格贤<sup>1</sup>, 吴成柯<sup>2</sup>

(1. 西安空军工程学院 四系, 陕西 西安 710038)

(2. 西安电子科技大学 102 室, 陕西 西安 710071)

TRACKING SYSTEM BASED ON GENETIC ALGORITHMS AND ITS HARDWARE SCHEME

HOU Ge-xian<sup>1</sup>, WU Cheng-ke<sup>2</sup>

(1. Department of Aeronautic Electronics Engineering, The Air Force College of Engineering, Xi an 710038, China)

(2. Department of Information Engineering, Xidian University, Xi an 710071, China)

**摘 要:** 利用遗传优化算法实现了一个目标跟踪系统, 将传统的目标搜索、目标分割、目标定位及跟踪状态评估等过程都由遗传算法来实现, 使系统结构简单, 易于实现。并分析了利用 TMS320C6x 实时实现遗传优化跟踪过程的可能性, 最后给出了该系统的实现方案。

**关键词:** 遗传算法(GAs); 跟踪系统; 目标检测定位

中图分类号: V243 文献标识码: A

**Abstract:** A tracking system using genetic algorithms (GAs) is presented. Traditional target hunt, segmentation, localization and evaluation of tracking state are implemented by GAs, which makes the tracking system have a simple structure. The possibility of real-time implementing the system by using a DSP TMS320C6x is analyzed. Finally, a scheme to implement the tracking system is proposed.

**Key words:** genetic algorithms; tracking system; target detection and localization

图像跟踪系统由于具有精度高、抗电子干扰、低空探测性能好及结构紧凑、重量轻、成本低等突出优点, 已经成为雷达跟踪系统的重要辅助跟踪设备, 被广泛地应用于地空武器系统、大中型舰艇的武器系统等军事领域。传统的图像跟踪系统借助于模式识别理论, 建立在不同目标、背景在特征空间中处于不同区域的假设之上。这种方法缺乏智能和推理功能, 故不能适应环境的变化, 在干扰和低信噪比的情况下不能有效跟踪目标, 跟踪失败后难以再捕获目标。因此, 需要发展智能跟踪系统, 研制自适应能力强、可靠性好、灵活的控制策略及复杂高效的定位算法是跟踪系统的研究方向。

### 1 基于 GAS 的图像跟踪系统

(1) 基本思想 GAS 是一种自适应、启发式的全局收敛搜索算法, 由于它的整体搜索策略和优化计算不依赖于梯度信息, 所以其应用范围非常广泛。将跟踪系统中的目标分割、目标检测等过程归结为优化过程, 利用 GAS 去求解, 取得了较好的效果。相关匹配法通过计算实时图和参考图

之间的相关测度, 根据最大相关值所在的位置, 确定目标在实时图中的位置, 具有很强的噪声抑制能力, 可以在很小的信噪比条件下工作, 但其运算量很大, 尤其是对较大景物区域的探测、分类和定位, 这在一定程度上影响了匹配算法的实时应用。将遗传算法引入相关匹配算法以解决相关匹配算法运算量大的问题<sup>[1]</sup>, 还利用多参量 GAS 实现了对序列图像的目标检测定位<sup>[2,3]</sup>。

(2) 系统组成 一个跟踪系统通常可分为目标搜索和目标跟踪两部分。首先由搜索系统在较大的视场范围内搜索目标, 确认捕获到目标后转入跟踪状态。在跟踪目标的过程中, 跟踪系统应当能在允许的跟踪速度范围内对目标进行正常跟踪。但是, 在状态误差及测量误差作用下, 系统可能偏离正常跟踪状态而失去跟踪的目标。从监控角度考虑应对跟踪状态进行估计, 从控制角度考虑则应及时设法使系统返回正常跟踪状态。利用文献<sup>[1-3]</sup>所提出的遗传匹配算法和运动目标检测方法, 可以构成一个快速的自适应目标跟踪过程, 如图 1 所示。

(3) 跟踪状态的评估及控制 在跟踪过程中, 对跟踪状态的正确评估及控制是保证跟踪系统正常运行的关键。将遗传算法应用到跟踪系统中, 可直接用适应度函数作为对跟踪状态的评价。

具体做法是: 确定一个适应度函数的最优值  $f_M$ , 对跟踪状态这样划分:

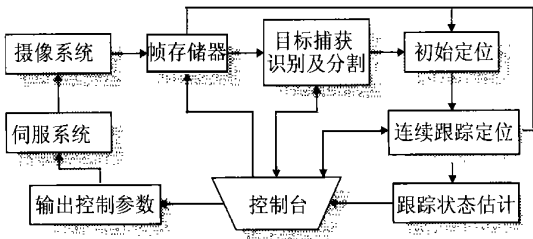


图 1 利用遗传算法的跟踪系统框图

若  $f \geq 0.8 f_M$ , 好,  
 $0.55 f_M < f < 0.8 f_M$ , 中,  
 $f < 0.55 f_M$ , 差。

在跟踪过程中, 将每次定位结果的适应度值与  $f_M$  进行比较, 若跟踪状态处于好的情况, 系统就继续跟踪; 若跟踪状态处于中的情况, 可以控制系统转换到初始定位, 重新进行比较精确的定位过程以提高后续定位的精确度; 若跟踪状态处于差的情况, 则说明跟踪系统已经偏离正常跟踪状态, 这时就必须重新搜索目标, 以确保跟踪系统能正确地跟踪目标。

另外, 跟踪系统在跟踪目标的过程中, 目标的大小、姿态、位置等参数按照其自身的运动规律不断变化, 使得跟踪系统中的相关运算与其它场合的应用不同, 即参考目标图像不能保持不变, 而应随目标的大小和姿态变化不断更新。因此, 选择前面检测到的目标作为后续帧的目标模板。目标模板的更新原则可以根据系统的应用环境去设定。

在目标搜索及遗传相关匹配算法中都采用了可变交叉和变异概率以提高跟踪精度和计算速度。交叉和变异概率  $P_c$ ,  $P_m$  及适应度函数形式为

$$f = 2(1 - e(i, j)) + 4a_{ratio} + e_{ratio} \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} P_c &= 0.48 + g / (2G) \\ P_m &= 0.05 / (g + 1) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

式中:  $e(i, j)$  为文献 [2] 中定义的相似性测度——绝对误差;  $a_{ratio}$  为对跟踪窗口内目标面积比;  $e_{ratio}$  为对跟踪窗口边缘的限制条件;  $G$  为设定的总遗传代数;  $g$  为进化过程中遗传代数变量。式 (1) 中的 3 个系数和式 (2) 中的常量及整体遗传代数和群体规模是通过正交试验法指导确定的。

(4) 实验结果 图 2 为利用遗传匹配算法及普通相关匹配算法对一图像序列进行目标定位的结果。定量计算得到的轨迹误差绝对值小于一个像素。模拟实验结果表明: 利用遗传算法可以完成对运动目标的跟踪。其特点是算法简单, 整个跟踪过程都可以通过遗传算法的基本算子来完成。

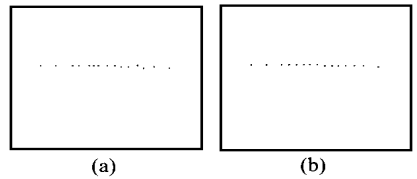


图 2 目标跟踪轨迹图

(a) 遗传相关匹配算法; (b) 相关匹配算法

### 2 遗传优化跟踪算法的实现方案设计

以两片 TMS320C30 分别做主处理器和控制器, 已经实现了一个稳定、灵活的实时电视跟踪系统<sup>[4]</sup>。TMS320C6x<sup>[5]</sup> 性能比 'C30 提高了不少, 运算速度达到了 1600MIPS, 用它来完成上述的遗传跟踪过程, 可以满足实时处理的要求。利用 TMS320C6x 实现遗传优化跟踪的系统硬件结构设计如图 3 所示。

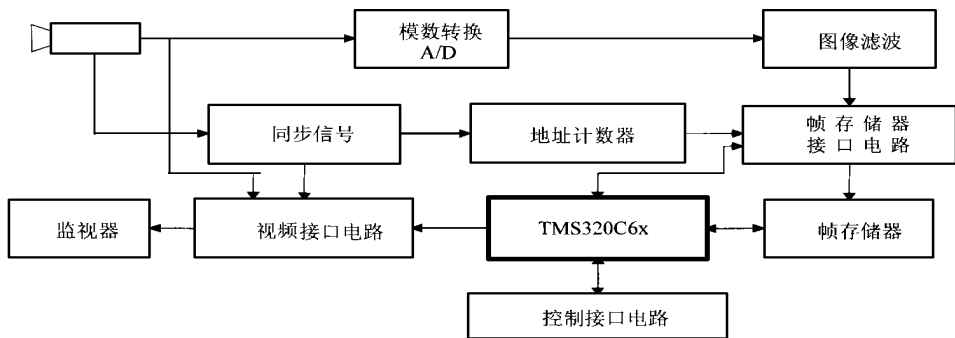


图 3 遗传优化跟踪系统硬件框图

### 3 结 论

国际上对跟踪系统的研究热点目前是在智能跟踪算法的研究上, 而智能算法的难点一是理论

不完善, 二是算法复杂程度太高。将遗传算法引入跟踪系统, 就是一个新的尝试。该过程的特点是: 跟踪过程中的目标搜索、目标定位及跟踪状态控制都可以通过遗传算法来实现, 算法简单, 易于实

现。最后设计了利用 TMS320C6x 实现遗传优化跟踪系统的硬件实现方案。

## 参 考 文 献

- [1] 侯格贤, 吴成柯. 一种基于 GA 的快速匹配算法[J]. 西安电子科技大学学报, 1998, 25(4): 450~453.
- [2] 侯格贤, 吴成柯. 基于遗传算法方法的目标检测定位方法[J]. 航空学报, 1997, 18(6): 681~686.
- [3] 侯格贤, 吴成柯, 刘靖. 基于多参量遗传算法的运动目标分割方法[J]. 电子学报, 1998, 26(1): 11~14.
- [4] 王军宁. 多模式实时电视跟踪系统的设计与实现[D]. 西安: 西安电子科技大学, 1997.
- [5] Introduction to the TMS320C6x[Z]. Texas Instruments,

1997.

作者简介:



侯格贤 1984年毕业于西北电信工程学院通信工程系, 1990年在西安空军工程学院获通信与电子系统学科硕士学位, 1999年6月获西安电子科技大学通信与电子系统学科博士学位。现为西安空军工程学院副教授, 主要从事信号处理、图象处理和模式识别方面的研究工作。

吴成柯 1962年毕业于原西北电信工程学院(现名西安电子科技大学)无线电通信工程系。现为西安电子科技大学教授, 博士生导师。目前主要从事计算机视觉、计算机图形学、图象处理和图象通信的教学和科研工作。

## 《航空学报》(中英文版)参加光盘、网络出版的声明

《航空学报》(中文双月刊)和《中国航空学报(英文版)》(英文季刊)是中国航空学会主办的综合性学术期刊。近年两刊积极参加了有关光盘和网络出版项目, 以促进科技成果的传播和转化, 扩大办刊的社会效益, 具体情况如下:

### 1 参加《中国学术期刊(光盘版)》的光盘出版

《中国学术期刊(光盘版)》(CAJ-CD)是由清华大学主办, 由中国学术期刊(光盘版)电子杂志社编辑出版的大型期刊全文数据库光盘期刊, 1996年创刊, 分理工A、理工B、理工C、农业、医药卫生、文史哲、经济政治与法律、教育与社会科学、电子技术与信息科学9个专辑, 按月与印刷版期刊基本同步发行。在2000年, CAJ-CD全文收录的期刊已增至近5000种。《航空学报》从1996年开始参加《中国学术期刊(光盘版)》的光盘出版, 是首批入编期刊, 文章收入该电子期刊的理工C辑航空航天栏目。

### 2 参加“万方数字化期刊”的网络出版

“万方数字化期刊”是由国家科委创办, 国家科委信息司组织实施, 中国科技信息研究所万方网络数据中心编辑制作的的中国信息(ChinaInfo)信息资源系统的一个栏目, 以全文方式在因特网上出版学术期刊论文, 目前刊物共千余种。采用html格式和pdf格式制作期刊全文上网, 在该系统中, 《航空学报》的网址为< <http://www.chinainfo.gov.cn/periodical/hkxb/>>, 《中国航空学报(英文版)》的网址为< <http://www.chinainfo.gov.cn/periodical/hkxb-E/>>, 该系统目前可以免费访问, 以后将转为收费。

### 3 参加“中国期刊网”的网络出版

《中国学术期刊(光盘版)》电子杂志社在编辑出版光盘期刊的基础上, 又开通了“中国期刊网”网站(< [www.chinajournal.net.cn](http://www.chinajournal.net.cn)>; < [www.cnki.net](http://www.cnki.net)>), 开展入编期刊的论文上网。期刊加入“中国期刊网”协议是原来参加光盘版协议的延伸, 《航空学报》目前加入“中国期刊网”。“中国期刊网”主要设立了“题录数据库”, “摘要数据库”和“全文数据库”3个数据库, 目前“题录数据库”免费, 后两个数据库已开始收费。

《航空学报》和《中国航空学报(英文版)》在每期排印完毕后, 向上述协作单位提供样刊和电子排版数据, 由对方制作光盘及上网。

凡有不同意见自己的文章参加上述光盘及网络出版项目的, 请将稿件改投他刊。文章参加光盘及网络出版的稿酬已包括在文章刊出后编辑部寄发给作者的稿酬中, 不再另付。

特此声明。

《航空学报》杂志社

2000年7月27日