

图 5 PCF8563 初始化流程图

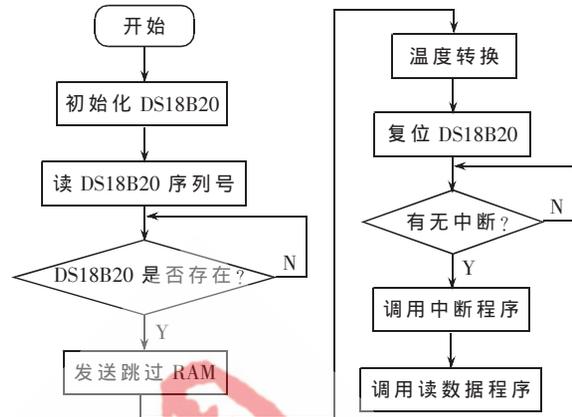


图 7 PCF8563 初始化流程图

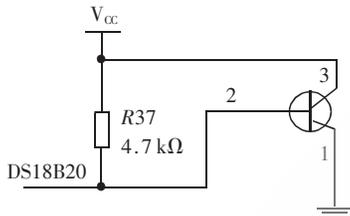


图 6 DS18B20 与 C8051F040 之间的硬件连接图

特有优势实现对 LED 的有效控制,可以直接驱动 LED,不需要在控制板上再加一级总线驱动器,节约系统资源。本文还给出了具体部分软件流程图和源程序代码,可根据硬件连接图连接后正常显示运行。本文在 LED

显示屏的应用中具有一定的参考和应用价值。

参考文献

- [1] 靳桅, 邹芝权, 李琪, 等. 基于 51 系列单片机的 LED 显示屏开发技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2009.
- [2] 潘琢金. C8051F040 混合信号 ISP FLASH 微控制器数据手册[Z]. 新华龙电子有限公司, 2004.
- [3] 谭浩强. C 程序设计 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.

(收稿日期: 2012-04-16)

作者简介:

李瑞金, 男, 1983 年生, 硕士研究生, 主要研究方向: 电气传动与控制。

自适应遗传算法在固态流体流速检测中的应用

李浩, 李力争

(中南大学 电子科学与技术系, 湖南 长沙 410083)

摘要: 在自适应遗传算法的基础上, 提出了一种基于模板匹配的测量固态流体速度的方法。基于基本遗传算法的模板匹配快速、简单且鲁棒性好^[6], 但准确度不够, 因此采用改进的自适应遗传算法。实验证明, 基于自适应遗传算法的模板匹配高效准确, 能够满足所采取的嵌入式实验平台关于实时性、准确性的基本要求。

关键词: 自适应遗传算法; 模板匹配; 嵌入式

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)10-0042-03

Application of adaptive genetic algorithm in speed detection of solid-state fluid flow

Li Hao, Li Lizheng

(Department of Electronics Science and Technology, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: This paper propose a method of measuring speed of solid velocity which is based on template matching of adaptive genetic algorithm. The basic genetic algorithm is fast, simple and robust, but not accurate enough, so this paper adopts the improved adaptive genetic algorithm. Experiments show that template matching based on adaptive genetic algorithm is efficient and accurate, which can be taken to meet the basic requirements of embedded platform.

Key words: adaptive genetic algorithm; template matching; embedded

遗传算法是模仿自然界生物进化机制发展起来的随机全局搜索和优化方法, 它借鉴了达尔文的进化论和孟德斯鸠的遗传学说, 具有简单、快速及鲁棒性好等特点, 在函数优化、组合优化、生产调度、自动控制、机器人学、图像处理和遗传编程等领域得到广泛应用^[1]。本文利用它在图像匹配方面的应用, 来实现已知时间差之间固态流体图像中的图像模板匹配, 从而实现对固态流体的测速。针对简单遗传算法容易产生“早熟”现象、局部寻优能力较差和收敛速度慢等缺点, 本文将自适应遗传算法引入模板匹配其中, 从而实现快速准确的模板匹配, 满足了固态流体流速检测关于实时性准确性的要求。

1 自适应遗传算法的原理和流程

1.1 基本遗传算法

基本遗传算法的原理和步骤如下。先将解空间中的解数据通过编码(encode)操作, 完成表现型到基因型的映射。然后以随机的方式产生一个初始化群体(population), 对其中的个体进行适应度的评价检测, 再经过选择(selection)、交叉(crossover)和变异(mutation)操作产生

下一代的群体。对新一代群体重复上述适应度评价、选择、交叉和变异操作, 直到达到预先设定的进化代数^[2]。在最后一代中选出最大适应度的个体, 对其进行解码(decode)之后得到最优解。

基本遗传算法存在以下不足: 在基本遗传算法(SGA)参数中, 交叉率(P_c)和变异率(P_m)直接影响算法的收敛速度。交叉率的大小决定新个体产生速度的快慢, 交叉率越大, 旧个体的模式越容易被破坏, 新个体产生的速度就越快。过高的交叉率可能使较优良的个体的模式遭到破坏, 过小的交叉率又会延缓新个体的产生, 导致算法早熟, 停滞不前。变异率是决定算法跳出局部最优解的一个关键因素, 变异率过小, 不易生成新的模式结构; 而变异率过大, 会使SGA成为纯粹的随机搜索算法。基本遗传算法采用固定的交叉率和变异率, 不能使适应度高的个体有较小的 P_c 和 P_m 以保留其优良基因, 也不能使低劣个体(适应度低的个体)有较小的 P_c 和 P_m 以加快其进化速度。SGA的这一缺陷导致在处理优化问题时收敛速度慢, 也容易产生“早熟”现象, 陷入局部最优解^[2]。

图形、图像与多媒体

1.2 自适应遗传算法

自适应遗传算法在基本遗传算法的基础上采用自适应的 P_c 和 P_m 值,其基本思想在式(1)、式(2)中得到体现。

$$P_c = \begin{cases} k_1 \frac{(f_{\max} - f_x)}{(f_{\max} - f_{\text{avg}})}, & f_x > f_{\text{avg}} \\ k_2, & f_x \leq f_{\text{avg}} \end{cases} \quad (1)$$

$$P_m = \begin{cases} k_3 \frac{(f_{\max} - f)}{(f_{\max} - f_{\text{avg}})}, & f > f_{\text{avg}} \\ k_4, & f \leq f_{\text{avg}} \end{cases} \quad (2)$$

其中, f_{\max} 为群体的最大适应度, f_{avg} 为群体的平均适应度, f_x 为交叉互换双方中适应度较大的个体的适应度, f 为个体适应度, k_1, k_2, k_3, k_4 均为区间为(0,1)的常数。由式(1)、式(2)可以看出, P_c 和 P_m 的值会随着个体适应度的改变而改变,高于平均适应度,适应度较高的个体相应 P_c 和 P_m 会降低;反之, P_c 和 P_m 会下降^[3]。这就保证了优良个体的保存和低劣个体的繁殖发散。自适应遗传算法流程图如图1所示。

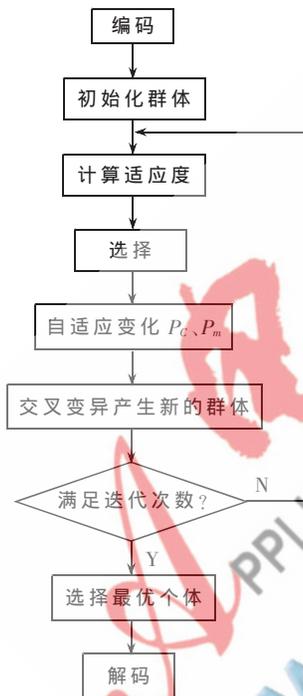


图1 自适应遗传算法流程图

2 自适应遗传算法在模板匹配中的实现

2.1 编码

如果是一幅 $N \times M$ 的图像,模板的大小为 $K \times K$,那么可以将模板中心像素点在匹配图中的坐标位置 (i, j) 作为编码的原始数据,可以采取 22 bit 二进制编码,把解空间的数据表示成一个个的二进制串。由于像素点在内存中的存储位置是从左到右从下到上,本文把 $N \times M$ 图像的最左下角点编码为二进制 22 bit 全 0,最右上角点编码为二进制 22 bit 全 1。

2.2 初始化群体

随机产生 N 个初始化串结构数据,每个串结构数据

称为一个个体,组成最原始的群体,以便后面迭代使用。本文采取 30 个初始个体,进化代数为 100 代。

2.3 适应度函数选择

适应度函数的选择是遗传算法在图像匹配应用中比较关键的一环。设模板大小为 $M \times N$,假如模板图像的灰度值集合 T 与匹配图像的灰度值集合 S^j 一致,则 $T - S^j = 0$,说明两幅图像一致。可以用下列相关函数来衡量 T 和 S^j 的相似程度^[4]:

$$D(i, j) = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N [S^j(m, n) - T(m, n)]^2 \quad (3)$$

化简得

$$D(i, j) = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N [S^j(m, n)]^2 - 2 \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N [S^j(m, n) \times T(m, n)] + \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N [T(m, n)]^2 \quad (4)$$

其中,第1项为子图的能量,第3项为模板的能量,都与模板匹配无关。第2项的模板和子图是互相关的,随 (i, j) 而改变,当模板与子图匹配时,该项有极大值。将其归一化,得模板匹配的相关系数为:

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

把适应度函数设置为 $R(i, j)$ 。

2.4 选择

采用经典的轮盘赌的选择方法,每个个体进入下一代的概率等于它的适应度值和整个群体中每个个体适应度值之和的比例。也就是说适应度越高,被选中的可能性越大,进入下一代的可能性就越大^[1]。

2.5 P_c 和 P_m 的调整

如式(1)和式(2)所示,分别设置 k_1, k_2, k_3, k_4 为 0.3、0.25、0.02、0.01。

2.6 交叉

交叉是指对群体中随机两两配对的个体进行部分基因交换的过程,本文采用单点交叉的方式,对交叉个体交叉点后面的二进制位进行互换。例如:两个个体的基因二进制码分别为 0000101011100000100011 和 0000001111000001001100,交叉点位置为 5,交叉之后就会变成 000010111110000001100 和 0000001011100001100 011^[5]。

2.7 变异

变异是以较小的概率对个体编码串中的某些位进行变换,具体到二进制编码中就是将“1”变成“0”或是将“0”变成“1”。变异的概率由 P_m 决定,不宜取太高。

2.8 解码

当满足迭代次数之后,在最后一代的群体中选取适应度最高的解即为最优解,将其二进制码进行解码之后

图形、图像与多媒体

Image Processing and Multimedia Technology

就得到模板的位置了。

3 固态流体测速的实现

本文的最终目标是为了测量图 2 中矿料的流速。



图 2 模板匹配图

由图 2 可以看出,矿料是沿矿料槽直线移动的。可以首先截取一幅匹配图像并选取模板,单位时间之后再截取另外一幅图像,通过模板匹配,得到模板新的位置。通过两个模板不同的坐标位置,得出模板即矿料在单位时间内运动的距离,从而得到其运动的速度。

如图 2 所示,左边模板的位置为 $P_1(x_1, y_1)$,右边匹配模板的位置为 $P_2(x_2, y_2)$,那么单位时间 s 内运行的距离为

$$\sqrt{(y_2 - y_1)^2 + (x_2 - x_1)^2}, \text{速度为 } \sqrt{(y_2 - y_1)^2 + (x_2 - x_1)^2} / s。$$

上述测量思想具体的实现为:通过 ARM 嵌入式平台搭载的 USB 摄像系统完成视频的采集,通过网络将原始采集数据发到 PC,再通过 VC++6.0 软件完成数据的分析和结果的输出。速度检测的具体流程如图 3 所示。

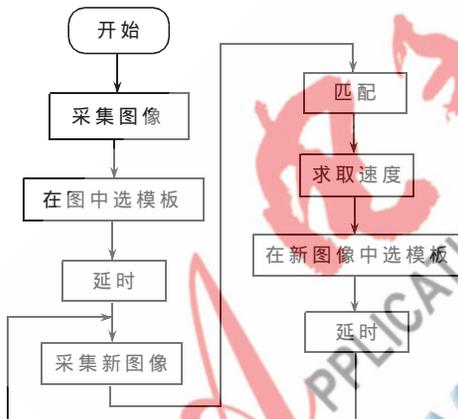


图 3 速度检测流程图

从图 3 可以看出,这是一个连续匹配的过程,其中有两个问题必须注意:一是模板位置的选择,显然必须选接近矿料槽的中间位置,这样矿料比较稳定,不易向两边垮散;二是两幅图像间截取的时间延时,延时时间大小为两幅图像获取时间的间隔减去之间算法消耗的时间,因此时间不宜过短,过短算法完不成,但也不能太长,太长匹配区域很有可能变形。经过多次实验,在算法中选择的匹配区域为(150, 90)、(180, 90)、(150, 120)和(180, 120)4个点组成的四边形,原始图像大小为 320×240,延长时间为 0.06 s。

4 试验结果

本文在 VC++6.0 软件环境下进行试验,首先对普通全局搜索模板进行匹配、简单遗传算法模板匹配以及自适应遗传算法模板匹配进行了比较,对同一匹配点使用

三种方法分别试验 50 次,结果如表 1 所示。

表 1 3 种方法效率准确率对应表

匹配方法	匹配次数	准确率/%	平均匹配时间/s
全局搜索	50	100	3.763
基本遗传算法	50	74	0.526
自适应遗传算法	50	98	0.563

从表 1 可以看出,自适应遗传算法在准确率方面比基本遗传算法高出很多,接近 100%,而且时间只有全局搜索匹配方法的 1/7,可以说是兼顾了效率和准确度,完全满足嵌入式平台下的固态流体测速对于实时性和准确性方面的要求。

完成整个系统后,就可以对固态流体进行速度测试了,结果如图 4 所示。



图 4 最终固态流体测试效果图

本文以自适应遗传算法的模板匹配为理论基础,提出了一种对固态流体的测速方法。该方法高效准确,能够满足实际需要。当然,本文提出的方法还有很多方面的不足,比如自适应遗传算法的改进,以及具体实施过程中的防抖、光线等问题,有待进一步改进。

参考文献

- [1] 王小平,曹立明.遗传算法——理论应用于软件实现[M].西安:西安交通大学出版社,2002.
- [2] 英杰,张善文. Matlab 遗传算法工具箱及应用[M].西安:西安电子科技大学出版社,2005.
- [3] 郑军,诸静.基于自适应的遗传算法的图像匹配[J].浙江大学学报,2003,37(6):689-692.
- [4] 巨永锋, 蔺广逢, 蔡占华. 基于遗传算法的图像识别技术[J].长安大学学报(自然科学版),2004,24(6):98-101.
- [5] MALLEY M E. A methodology for simulating the joint strike fighter's prognostics and health management symem[D].PhD. Department of the Air Force Air University,2001.

(收稿日期:2012-03-27)

作者简介:

李浩,男,1986年生,硕士研究生,主要研究方向:图像处理,图像识别。

李力争,男,1959年生,教授,主要研究方向:图像处理,非线性系统辨识,预测与控制。

《微型机与应用》2012年第31卷第10期