

引用格式:何立风,刘艳玲,钟岩,等. 一种高效的视频背景提取方法 [J]. 微电子学与计算机,2019,36(2):57-61. [HE L F, LIU Y L, ZHONG Y, et al. An efficient video background extraction method [J]. Microeletronics & Computer, 2019, 36(2): 57-61.]

一种高效的视频背景提取方法

何立风^{1,2},刘艳玲¹,钟 岩¹,姚 斌¹

(1 陕西科技大学 电气与信息工程学院,陕西 西安 710021;

2 日本爱知县立大学 信息科学学院,日本爱知县长久手市 480-1198)

摘 要: 针对现有背景提取算法中存在鬼影等使得背景提取不清晰等问题,提出了一种高效的背景提取算法,根据每相邻两视频帧之间的同一像素点位置的灰度值变化情况,判断出每一像素点在不同视频帧中属于前景或背景,最后剔除掉每一位置像素点属于前景的序列,得到完全属于背景的部分帧,最后得到完整的背景图像.实验结果表明,该算法原理简单,提取的背景清晰,效果优于其他现有的背景提取算法.

关键词: 视频检测,灰度值变化,初始背景提取

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2019)02-0057-05

An Efficient Video Background Extraction Method

HE Li-feng^{1,2}, LIU Yan-ling¹, ZHONG Yan¹, YAO Bin¹

(1 College of Electrical and Information Engineering, Shaanxi University. of Science and Technology,

Xi'an 710021, China; 2 Faculty of Information Science and Technology,

Aichi Prefectural Univ, Aichi 480-1198, Japan)

Abstract: Aiming at the problem on unclear background extraction due to existing ghosts in the existing background extraction algorithm, an efficient background extraction algorithm is proposed. According to the change of the gray value of the same position between each adjacent two video frames, judging that each pixel belongs to the foreground or the background in different video frames. Finally, the sequence of pixels belonging to the foreground in each position is eliminated, and partial frames that completely belong to the background are obtained, and finally a complete background image is obtained. . The experimental results show that the algorithm is simple in principle and the extracted background is clear. The effect is better than other existing background extraction algorithms.

Key words: Video detection; gray value change; background extraction

1 引言

视频监控^[1]是我国安防产业重要的信息获取手段,因此监控视频信息的自动处理与预测在信息计算与科学、计算机视觉^[2]、模式识别等多个领域受到极大关注.如何有效提取监控视频中前景目标是关键问题,而提取背景图像又是提取前景目标的前提.背景提取是各类监控视频中目标检测必不可缺的一

项工作,有了较高效的背景提取算法,就可以更好更快速的检测到前景目标,为提取前景目标提供便捷,因此高效的背景提取算法被广泛应用于计算机视觉和图像处理领域^[3],如前景目标检测^[4],道路交通实时检测等.

传统的方法中有基于统计的直方图法^[5]、中值法,以及多帧平均法^[6],这些方法无法解决视频最初就出现前景目标的情况,而且这些方法都不

能提取到清晰完整的背景图像. 本文提出了一种高效的背景提取算法, 该算法通过每一帧图像像素值得变化情况来判断图像中每一像素点在所有视频帧中的前景序列^[7]、背景区域, 从而有效地将背景序列从原图像中分离出来. 实验结果表明, 该算法可以高效的提取视频背景图像, 同时性能也要优于其他算法.

2 传统的背景提取方法

对于背景图像的提取, 目前有一些传统的方法, 比如: 基于统计直方图法, 基于统计中值法, 多帧图像平均法等. 但是这几种方法都是基于统计学基础^[8]的, 因此普遍存在计算数据庞大, 过程繁琐; 而且背景值都是大致估计, 会有误判, 提取结果不准确导致背景出现鬼影等现象.

2.1 基于统计直方图法

基于统计直方图法是以研究某一特定位置像素点的可能出现的所有灰度值情况, 通过记录在某一时段内该像素位置每一帧像素值所出现的次数, 统计直方图如图 1 所示, 这里的像素值为灰度值为 0~255, 即一共 256 种可能出现的情况, 然后根据统计的结果, 如公式(1)所示最终取该像素位置的直方图的峰值所对应的像素值作为该位置 $bg_ima(x, y)$ 的背景像素值, (其中, $i=1, 2, \dots, s$).

$$bg_img(x, y) = max(count(v_i(x, y))) \tag{1}$$

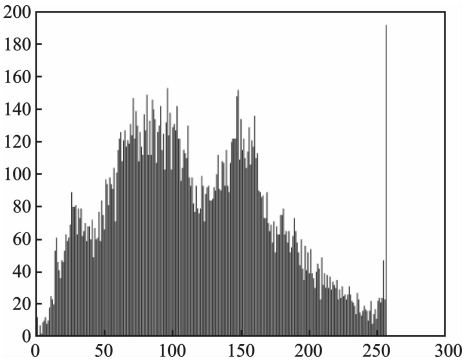


图 1 基于统计直方图法

这种方法的缺陷有两点: 第一, 由于要统计每帧图像的每一个像素位置可能出现的 256 种灰度值情况, 计算量非常大; 第二, 由于可能会出现属于某个前景目标会覆盖某一个位置较长一段时间, 或者背景中会有周期性运动的干扰物, 如水波摆动等, 在这些情况下, 统计直方图法都会对某些位置的背景灰度值出现误判的现象.

2.2 基于统计的中值法

基于统计的中值法和基于统计直方图类似, 每帧图像如图 2 所示, 它是统计特定位置像素点所有帧图像中这个像素点的灰度值, 然后将这些所有出现的灰度值按照从小到大排序, 将该序列的中间值近似作为该像素位置 $bg_ima(x, y)$ 的灰度值, 如公式(2)所示, (其中, $i=1, 2, \dots, s$).

$$bg_img(x, y) = median(v_i(x_{ij})) \tag{2}$$

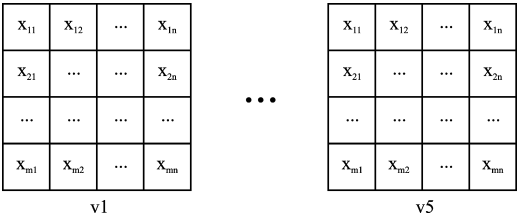


图 2 基于统计的中值法

由于基于统计中值法也是要遍历每一帧图像的像素点, 因此也有实时计算量大, 占用资源较多, 处理速度较慢, 除此之外, 这种方法只是近似地将像素值的中间值作为某一位置的灰度值, 无法精确检测出对于临近帧图像的变化的灰度值, 因此会有误判现象导致提取结果中存在鬼影现象.

2.3 多帧平均法

多帧平均法是相对而言比较简单的模型, 它是将检测视频所有帧图像的每个像素点的灰度值按照不同帧的相对对应位置累加求和, 再按照帧数求取每一帧中特定位置像素值的平均值, 按照公式(3)所示, 再将该平均值作为该位置 $bg_ima(x, y)$ 的像素点的灰度值, (其中, $i=1, 2, \dots, s$).

$$bg_img(x, y) = mean(\sum_{i=1}^s v_i(x, y)) \tag{3}$$

由于在实时的情况下, 当视频中有前景出现的时候, 随着实时场景的变化, 可能某一点的像素值会时大时小, 这样简单的求取平均帧的灰度值会导致真实的背景像素不均匀, 因此也就不适应多变得背景的场合; 而且当视频帧数较大时, 这种方法会大大增加运算量, 降低执行效率. 它无法切实地将运动前景与背景图像进行明显地区分, 对于每一帧图像而言, 其前一帧的图像的运动都会影响其背景的提取, 因此多帧平均法在实际应用较少.

3 本文提出的背景提取方法

根据以上分析可以得出, 传统的几种基于统计学的初始背景提取算法都有它们的局限性, 获取到的初始背景不完整, 误判导致提取初始背景不清晰

等现象,并且基于统计学的方法最大的特点就是计算过于繁琐.针对以上算法的不足之处,本文根据所有视频帧,短时间内基于灰度值的实时变化情况,针对每个位置找出视频序列中出现前景的地方,并将其剔除掉,以此提出一种新的算法来提取视频的初始的背景,其算法思想如下:

从图像的每一个特定位置像素点在不同的视频帧中灰度值的变化入手,其值的变化就潜在意味着该像素的位置信息的变化,若某一个像素点刚开始属于前景,那么当前景运动物体经过该像素点时会产生一个较大的变化;若某一个像素点刚开始属于前景,那么当前景运动物体离开该像素点时像素值也会有一个较大的变化,由此我们可以确定某一像素点在不同视频帧中属于前景以及背景的序列段,据此我们可以分离出背景区域.此外该算法的一个假设前提是像素点的灰度值由前景转换为背景,或者由背景转换为前景的时候,灰度值的变化较为明显,而如果像素点在某一小段时间内均处于背景状态或者前景状态,其灰度值的变化范围及其微小.

根据以上前提条件,我们可以根据某特定像素点随着视频帧变化所得到的灰度值序列,再计算出每相邻两帧之间的灰度值变化率.相同的思想,计算出每一帧图像的每一个像素点随着每一帧图像变化的灰度值变化率,然后选出该像素点变化率最大的前 p 个值,并且记录下每个 p 值对应的前后两帧的帧数,认为每个后一帧属于灰度值突变的时刻,那么可以这 p 个记录找到对应前景出现的序列帧段,并将其剔除掉,剩下的序列帧段将是属于背景部分.

算法流程如图3所示:

算法步骤:

(1) 将目标视频 V 分解成单独的彩色视频帧,再将每帧彩色图转换成灰度图 $v_1, v_2 \dots v_s$ (即一共有 s 帧图像,每帧图像 v_i 大小为 $m \times n$,即 m 行 n 列,矩阵形式如公式(4)所示,其中 x_{ij} 为图像中第 i 行第 j 列像素点灰度值).

$$v_i = \begin{bmatrix} x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n} \\ x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2n} \\ \vdots \\ x_{m1}, x_{m2}, \dots, x_{mn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

(2) 将每帧灰度图像 v_i 的矩阵转换为只有一列的列向量形式,这样以来 s 帧图像就是一个具有二维数组形式的大矩阵 $A = nm \times s$,其矩形式如公式(5)所示,其中 $v_k(x_{ij})$ 为第 k 帧图像第 i 行第 j 列

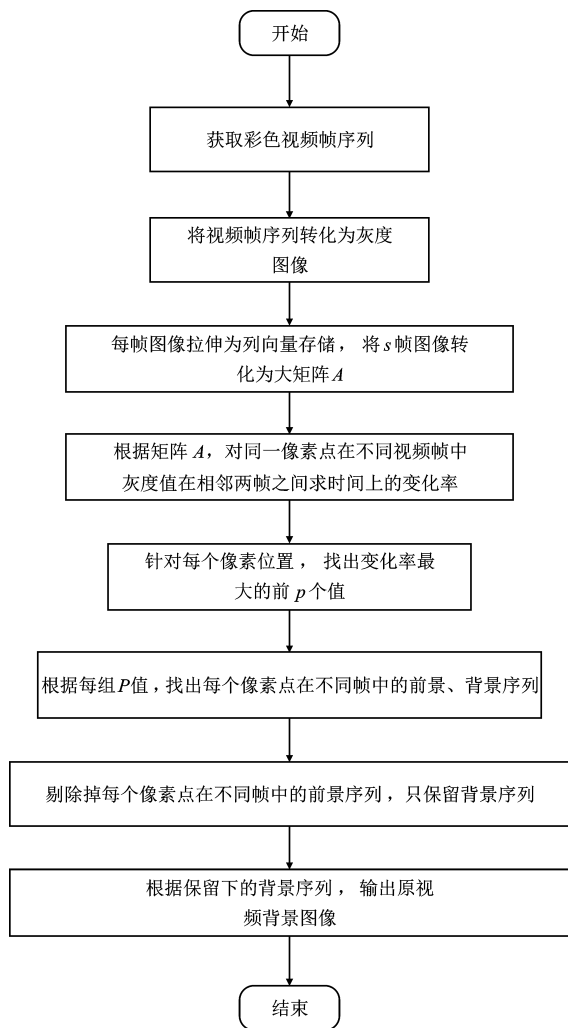


图3 算法流程图

位置像素点的灰度值,那么第一帧图像 v_1 的二维数组就变成具有 $m \times n$ 个像素点的列向量,因此矩阵 A 的每一列代表一帧图像,而每一行就代表着同一个像素坐标点在不同视频帧中对应位置的灰度值.

$$A = \begin{bmatrix} v_1(x_{11}), v_2(x_{11}), \dots, v_s(x_{11}) \\ v_1(x_{21}), v_2(x_{21}), \dots, v_s(x_{21}) \\ \vdots \\ v_1(x_{mn}), v_2(x_{mn}), \dots, v_s(x_{mn}) \end{bmatrix} \quad (5)$$

(3) 在第(2)步矩阵中的每一行元素 $v_k(x_{ij})$ ($k = 1, 2, \dots, s$) 就是同一像素点在不同帧图像中的灰度值取值,因此对大矩阵 A 中属于同一像素坐标点在不同帧图像的像素点灰度值根据公式(6)求取两两之间的灰度值变化率 $rate$, (其中: t 是相邻两帧图像之间在时间维上的差值).

$$rate = \frac{v_{k+1}(x_{ij}) - v_k(x_{ij})}{t} \quad (6)$$

以上处理得到变化率矩阵 $r(nm \times (s-1))$ 即

矩阵大小 $m \times n$ 行 $s-1$ 列, 具体矩阵如公式(7) 所示.

$$\mathbf{r} = \begin{bmatrix} v_2(r_{11}), v_3(r_{11}) \cdots v_s(r_{11}) \\ v_2(r_{21}), v_3(r_{21}) \cdots v_s(r_{21}) \\ \vdots \\ v_2(r_{nm}), v_3(r_{nm}) \cdots v_s(r_{nm}) \end{bmatrix} \quad (7)$$

(4) 找出变化率矩阵 $\mathbf{r}$ 中每行最大的前 $p(p_1, p_2 \cdots p_p)$ 个数值, 得到最大变化率矩阵 $\max \mathbf{r}$, 其矩阵如公式(8) 所示, $p = z \times s$, z 是比例因子, 经过多次试验 $z = 0.8$ 效果最佳, s 是所有的视频帧数, (其中, $p_t(r_{ij})$ 表示图像中第 i 行第 j 列位置像素点变化率最大的第 t 个值, $t = 1, 2 \cdots p$).

$$\max \mathbf{r} = \begin{bmatrix} p_1(r_{11}), p_2(r_{11}) \cdots p_p(r_{11}) \\ p_1(r_{21}), p_2(r_{21}) \cdots p_p(r_{21}) \\ \vdots \\ p_1(r_{nm}), p_2(r_{nm}) \cdots p_p(r_{nm}) \end{bmatrix} \quad (8)$$

(5) 此外还要记录每一行中这 p 个数的来源, 即得到每个变化率较大的数的前后两帧, 而每个属于 p 值得后一帧是我们所要记录的数值, 原因是后一帧认为是像素点灰度值发生突变的时刻, 因此记录下每行得到所有 p_i 值所对应的后一帧的帧数 q_i , 并将每行的 q_i 值按照从小到大顺序排列, 得到图像中每个像素位置的灰度值发生突变的帧数, 如公式(9) 中矩阵 f 所示, 其中. 此时我们认为后一帧 q_i 帧就是从背景像素向前景像素, 或者由前景像素向背景像素转换的时刻, 即是像素点的像素值发生突变的时刻, (其中 $q_t(r_{ij})$ 表示图像中第 i 行第 j 列像素点位置发生突变的帧数).

$$\mathbf{f} = \begin{bmatrix} q_1(r_{11}), q_2(r_{11}) \cdots q_p(r_{11}) \\ q_1(r_{21}), q_2(r_{21}) \cdots q_p(r_{21}) \\ \vdots \\ q_1(r_{nm}), q_2(r_{nm}) \cdots q_p(r_{nm}) \end{bmatrix} \quad (9)$$

(6) 根据步骤(5) 得到的矩阵 $\mathbf{f}$, 我们可以做出判断, 由于原图像(即矩阵 $\mathbf{A}$) 中的第每行元素表示某特定像素位置在不同帧图像中灰度值的取值, 由此可得原图像第一个像素点灰度值分别在第 $q_1(r_{11})$ 帧、 $q_2(r_{11})$ 帧, $\cdots$, $q_p(r_{11})$ 帧发生突变, 如果认为第 $q_1(r_{11})$ 帧是前景出现的地方, 那么在 $q_1(r_{11})$ 帧之后一直到 $q_2(r_{11})$ 帧之前的部分就属于前景, 原因是它们之间灰度值变化微小则属于同一种场合, 而遇到 $q_2(r_{11})$ 帧又说明变化较大, 说明这将是出现了背景, 再一直到 $q_3(r_{11})$ 帧说明前景再次出现, 那么 $q_2(r_{11})$ 帧到 $q_3(r_{11})$ 帧之间就是背景部分, 相同的道理, 我们可以根据矩阵 $\mathbf{f}$ 每行的值得到原图像中每个像素点随着

帧数变化的前景和背景序列, 即 $q_1(r_{11})$ 帧到 $q_2(r_{11})$ 帧, $\cdots$, $q_{p-2}(r_{11})$ 帧到 $q_{p-1}(r_{11})$ 帧都属于背景, 而 $q_3(r_{11})$ 帧到 $q_4(r_{11})$ 帧, $\cdots$, $q_{p-1}(r_{11})$ 帧到 $q_p(r_{11})$ 帧属于前景, 具体序列划分如图 4 示, 另外对于图像中其它所有像素点做以上相同的处理.

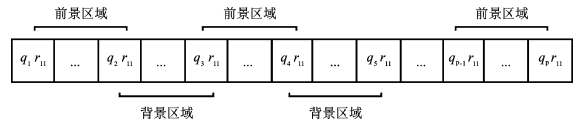


图 4 前景与背景划分图

(7) 其次要做的就是在大矩阵 $\mathbf{A}$ 的第一行开始, 剔除掉在此像素位置在所有帧图像中属于前景的序列, 即第 $q_1(r_{11})$ 帧到 $q_2(r_{11})$ 帧, 第 $q_3(r_{11})$ 帧到 $q_4(r_{11})$ 帧, $\cdots$, 第 $q_{p-1}(r_{11})$ 帧到 $q_p(r_{11})$ 帧, 每行根据自己的 $q_t(r_{ij})$ 值做同样的处理. 以上处理之后, 相当于我们找到了每个像素点在不同帧图像中的前景序列并将其剔除掉, 只保留其为背景序列.

(8) 为避免视频中刚开始就有前景的出现, 即从第一帧到出现 q_1 的那一帧就是前景, 我们对每一行作处理: 从第一帧到第一次出现前景的地方, 即第 1 帧到 $q_1(r_{ij})$ 帧所对应的像素值也要剔除掉, 如图 5 示, 那么剩下的帧数理论上来说都是

背景序列.

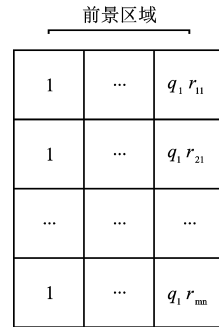


图 5 处理第 1 帧到第 q_1 帧的结果

(9) 经过以上处理, 大矩阵 $\mathbf{A}$ 的部分只是属于背景部分, 即我们剔除了每帧图像中各个像素点前景出现的序列, 那么最后我们所做的就是要从这若干帧剔除掉前景目标的图像中提取背景图, 由于传统的统计直方图法要统计的灰度值为 256 个(0 ~ 255), 计算量较大. 因此我们对灰度值区间进行划分为 10 个区间 $[k_1, k_2]$, $[k_3, k_4]$, $\cdots$, $[k_9, k_{10}]$ 我们只需要统计经过我们处理之后的每帧图像对应位置的像素值落入各个区间个数 c , 最后找出每个像素点落入次数最多的区间 $\max[k_i, k_{i+1}]$, 再对应落入的像素点灰度值 $t_1, t_2, \cdots, t_c$ 将其内所有像素点灰度值

根据公式(5)取平均值,并将其作为该像素点位置 $bg_ima(x,y)$ 的背景像素值,即

$$bg_ima(x,y) = \sum_{i=1}^c t_i / c \quad (10)$$

最后对图像中每个像素点做以上处理,即可得到完整的背景图像。

4 实验结果

本文的实验是对一个视频中最初就出现前景目标的视频帧序列进行分析,将该视频的48帧视频图像($s=48$)进行仿真,图6只给出第一帧(存在前景目标)、第二十帧(前景目标移动到镜头前)、第四十帧(前景目标持续移动)和第四十八帧(前景目标移动到图像中间区域)视频图像,如图6(a)、6(b)、6(c)、6(d)所示。

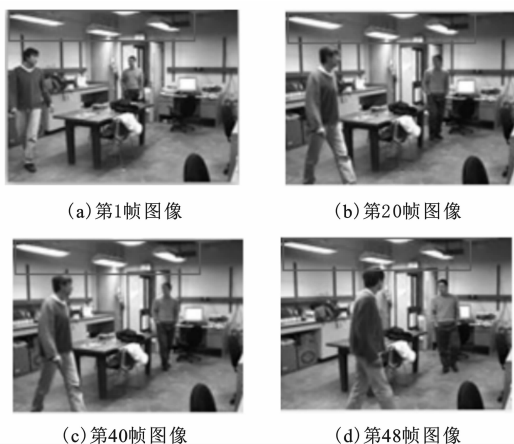


图6 视频部分帧图像

图7分别是运用传统的统计直方图法、统计中值法、多帧平均法,以及本文的算法提取的背景图像,如图7(a)、7(b)、7(c)、7(d)所示。由于统计直方图法和统计中值法的每个背景像素是基于概率的估计,导致提取的背景图像中会出现前景目标阴影,使得提取效果不清晰;多帧平均法相比于统计直方图法和统计中值法,虽然提取的背景图像中没有显著的前景目标阴影,但是图像中伴有许多噪点,均不是人们理想的背景图像。

图7(d)是运用本文的算法得出的实验结果,由于该算法是实时地得到每帧图像每一个像素位置变化情况,因此分离出的背景图像较为清晰。

由此可见,本文提出的算法要明显优于统计直方图法、统计中值法、多帧平均法。

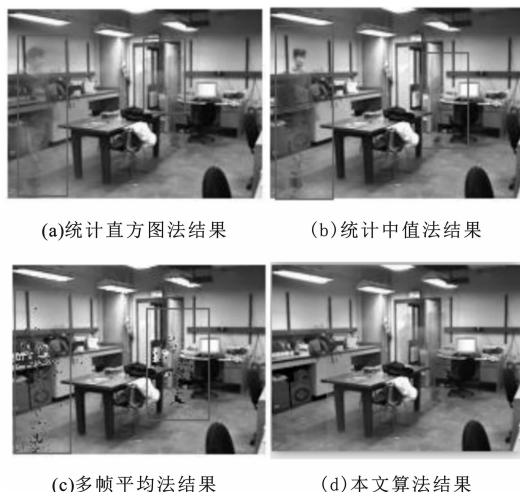


图7 传统算法与本文算法结果对比

5 结束语

本文提出了一种高效的背景提取算法。该算法设计了基于像素点的灰度值变化情况,锁定图像中每个像素位置在所有视频帧中的位置信息,然后剔除前景出现的序列段,保留属于背景的序列段,最后根据每个位置的背景序列信息构造出完整的背景图像。实验结果表明,该算法提取的背景图像质量均优于现有的几种传统的算法,而为后期前景目标识别的准确性提供了可靠的保证。

参考文献:

- [1] 易剑,彭宇新,肖建国. 基于颜色聚类和多帧融合的视频文字识别方法[J]. 软件学报, 2011, 5(12): 2919-2933.
- [2] 关向荣,任金昌. 视频监控中背景的提取与更新算法[J]. 微电子学与计算机, 2005, 22(1): 95-97.
- [3] 卞建勇,高爽,徐建闽. 基于帧差与统计法的运动目标背景图像提取算法[J]. 微电子学与计算机, 2011, 28(4): 91-94.
- [4] 肖义涵,赵群飞. 改进的ViBe算法及在复杂背景下的应用[J]. 微型电脑应用, 2014, 15(4): 53-55.
- [5] 张康宁,赵秋娣,李祥艳等. 一种改进的背景提取算法[J]. 计算机系统应用, 2014, 13(7): 144-147.
- [6] 田小平,史蕾. 视频监控中的背景提取与更新算法[J]. 西安邮电大学学报, 2014, 9(1): 13-16.
- [7] 孙一南,韩晓明. 基于多算法融合的运动目标定位研究[J]. 微电子学与计算机, 2017, 34(8): 123-127.
- [8] 郭冲宇,杜慧敏,蒋怏怏等. 视觉背景提取算法关键技术研究[J]. 计算机应用研究, 2017, 11(5): 1548-1552.

(下转第67页)

5 结束语

本文为了改进原果蝇算法中全局寻优能力和局部探索能力不平衡问题,采用了浓度差值变化率对步长进行动态改变.在改变步长的过程中引入了步长调节因子,利用指数和三角函数的特点,使步长的变化具有非均匀性和随机性.在前期全局寻优时,非均匀的增添步长加强了全局勘察能力,加快了收敛速度.后期局部寻优,步长逐步减小且变化具有随机性,从而增加了达到目标精度的可能性.通过对 8 个测试函数进行仿真实验,表明了本文改良的算法相较于 FOA、LGMS-FOA、WFOA 这三种算法具有更好的寻优能力. SC-FOA 在实验中的效果表现虽然良好,但是并没有投入到实际应用也没有解决具体问题,所以如何将本文改良的算法应用于实际问题,是往后研究工作的重点.

参考文献:

[1] 潘文超.应用果蝇优化算法优化广义回归神经网络进行企业经营绩效评估[J].太原理工大学学报(社会科学版),2011,29(7):1-5.

[2] 丁国绅,邹海.新型改进果蝇优化算法[J].计算机工程与应用,2016,52(21):168-174.

[3] 桂龙,王爱平,丁国绅.改进步长与策略的果蝇优化算

法[J].计算机工程与应用,2018,54(4):148-154.

[4] 李龙澍,郭紫梦.应用混沌果蝇算法的路径覆盖测试用例优化技术研究[J].小型微型计算机系统,2018,2(39):362-366.

[5] 杨帆,王小兵,邵阳.改进型果蝇算法优化的灰色神经网络变形预测[J].测绘科学,2018(2):64-69.

[6] Yuan X, Dai X, Zhao J, et al. On a novel multi-swarm fruit fly optimization algorithm and its application[J]. Applied Mathematics & Computation, 2014, 233(3): 260-271.

[7] 张超,魏三强,罗颖.一种基于随机数扰动变异的果蝇优化算法[J].西华大学学报,2017,5(36):36-43.

[8] Huang Q Z, Wang G H, Wang Z, et al. An improved fruit fly optimization algorithm for solving traveling salesman problem[J]. Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering, 2017, 18(10):1525-1533.

作者简介:

盛超男,(1994-),硕士研究生.研究方向为人工智能.
E-mail:879399289@qq.com.

邹海男,(1969-),博士,副教授.研究方向为智能计算和数据挖掘.

朱富占男,(1992-),硕士研究生.研究方向为智能计算.

(上接第 61 页)

作者简介:

何立风男,(1963-),博士,教授.研究方向为模式识别、图像处理.

刘艳玲(通讯作者)女,(1994-),硕士研究生.研究方向为

图像处理、检测视频目标提取. E-mail:774362490@qq.com.

钟岩男,(1996-),硕士研究生.研究方向为图像处理、图像特征提取.

姚斌男,(1981-),博士研究生,讲师.研究方向为图像处理、图像特征提取.