

# 基于免疫遗传算法的视频监控的研究

李广龙,朱响斌

(浙江师范大学 数理与信息工程学院,浙江 金华 321004)

**摘要:** 利用免疫遗传算法的群体遗传和更新的原理,将它引入到视频跟踪的模型建立中,利用免疫遗传算法的原理来提高对运动物体识别跟踪的准确性。实验结果表明,引入免疫遗传算法之后可以在对运动物体进行实时监控的同时保持较高的鲁棒性。

**关键词:** 视频监控;计算机视觉;视频图像;免疫遗传算法

中图分类号: TP18

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)14-0093-03

## Research on video monitoring based on immune genetic algorithm

Li Guanglong, Zhu Xiangbin

(College of Mathematics, Physics and Information Engineering, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China)

**Abstract:** This paper mainly uses the population genetic and update theory of immune genetic algorithm, and it is introduced into the model of the video tracking to improve the accuracy of moving object recognition and tracking. The experimental results show that after the introduction of the immune genetic algorithm, it can be implemented in real-time monitoring of moving objects. At the same time it can keep high robustness.

**Key words:** video surveillance; computer vision; video frame; immune genetic algorithm

视频监控系统集视频采集、压缩、传输于一体,并开始走向监控的智能化和传输方式的多元化。这使得在设计时需要大幅度地提高其处理信息的能力,同时对跟踪目标的效率也有了更高的要求<sup>[1]</sup>。在视频监控系统中,最关键的是如何去检测异常运动的目标。就目前而言,在异常运动目标算法中常见的有光流法、帧间差分法及背景相减法等。光流法复杂度较高、抗噪性能差,且需要特定的硬件支持。帧间差分法极易发生空洞现象,会干扰对目标位置的判断。背景相减法简单且易于实现,但是获取的特征数据不是很完整<sup>[2]</sup>。本文针对几种传统视频监控方法的不足,提出将免疫遗传算法的群体遗传和更新的思想引入到视频监控系统中,并利用免疫遗传原理来提高对运动物体的识别跟踪的准确性。

### 1 免疫遗传算法

免疫遗传算法 IGA (Immune Genetic Algorithm) 是基于生物免疫机制而提出的一种改进的遗传算法,它模拟和反映了生物机体免疫系统的特点,结合工程应用后提出的一种仿生优化算法。将待求解问题的目标函数对应为入侵生命体的抗原,而待求解问题的解对应为免疫系统所产生的抗体,通过抗原和抗体的亲和力来描述可

行解与最优解的逼近程度。生物免疫系统对抗原会自动产生相应的抗体来进行防御,这一过程称之为免疫应答。在免疫应答的过程中,部分抗体作为记忆细胞被保存下来,当同类抗原再次感染侵入时,具有记忆免疫细胞就会被激活并产生大量抗体。

同时,抗体与抗体之间也存在着相互之间的促进与抑制,以维持抗体的多样性及免疫平衡,这种平衡是依浓度机制实现的,体现了免疫系统的自我调节功能。而抗体的亲和力浓度计算是系统保持种群多样性的基本手段之一<sup>[3]</sup>。

### 2 免疫遗传算法的引入

人工免疫遗传算法是从生物免疫系统中演化出的一种智能算法<sup>[4]</sup>。

#### 2.1 抗原与抗体

抗原是待解决问题的抽象形式,而对抗原的识别就是对问题的求解过程。在免疫系统中抗原是对出现的异常抗体进行处理。相应地,在运动目标跟踪中,根据目标区域的特征作为样本,搜索与该样本最为相近的区域,进而得到运动物体的跟踪结果。

在运动物体的检测当中,将目标区域的颜色直方图

欢迎网上投稿 [www.pcachina.com](http://www.pcachina.com) 99

## 应用奇葩

Example of Application

分布  $q=\{q_u, u=1 \cdots m\}$  定义为抗原,这是视频监控系统中需要待求解的问题。在对后续问题求解的过程中都是围绕寻求异常运动的目标来展开的。在异常运动目标模型的建立中,假设需要求解的运动目标的区域中心为  $x_0$ ,待求解的目标图像  $\{x_i\}, i=1, \cdots, n$ ,由  $n$  个点构成,每个点的灰度量化等级是  $m$  级,则异常运动的目标模型的特征值  $u=1, \cdots, m$  的概率密度估计模型可以表示为<sup>[5-6]</sup>:

$$q_u = C \sum_{i=1}^n k \left[ \left\| \frac{x_i - x_0}{h} \right\|^2 \right] \delta[b(x_i - u)] \quad (1)$$

其中,  $b(x_i)$  是位置点  $x_i$  处像素在相应特征空间的量化特征值,它用来判断目标区域中的像素值是否属于第  $u$  个特征值,如果属于该特征值则为 1,否则为 0。 $k(\cdot)$  是相应的核函数外形,由于遮挡或者是背景的影响,目标模型中心附近的像素一般比外围像素更加可靠, $k(\cdot)$  会将一个较大的权值给中间的像素,而离中心位置较远的像素则会给一个较小的权值。 $h$  为核函数的带宽, $C$  为标准化的常量系数,其满足  $\sum_{u=1}^m q_u = 1$ 。

同理,将候选区域的颜色直方图分布  $p=\{p_u\}, u=1 \cdots m$  定义为抗体,这个候选目标是针对抗原而需要求解问题的可行性的解。候选的目标区域图像在当前帧的中心点的位置是  $\hat{y}$ ,则目标图像的核函数直方图在特征值  $u$  处的概率密度估计的模型可以表示为:

$$p_u(\hat{y}) = C_p \sum_{i=1}^n k \left[ \left\| \frac{x_i - \hat{y}}{h} \right\|^2 \right] \delta[b(x_i - u)] \quad (2)$$

其中,  $C_p$  是归一化系数,满足  $\sum_{u=1}^m p_u = 1$ 。

## 2.2 亲和力

抗体与抗原之间的亲和力表示抗体对抗原的识别和匹配的程度。免疫算法中,在  $t$  时刻,第  $i$  个抗体与抗原之间的亲和力的大小为:

$$a_i = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{d^2}{2\sigma^2}} \quad (3)$$

前面在知道异常运动物体的目标模型和候选模型之后,衡量抗原与抗体之间的结合强度  $d$  可以表示为:

$$d = \sqrt{1 - \rho} \quad (4)$$

其中  $\rho$  是一个介于 0 和 1 之间的相似性系数, $\rho$  的值越大表示目标模型与候选模型之间的相似度就越高。在当前帧中不同的候选目标区域中计算,使得  $\rho$  最大,此时候选目标区域就是在本帧中需要求解的目标位置。将式(4)带入式(3)得到:

$$a_i = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1-\rho(p, q)}{2\sigma^2}} \quad (5)$$

其中  $\rho$  可以表示为:

$$\rho = \sum_{u=1}^m \sqrt{q_u p_u} \quad (6)$$

最小化距离度量  $d$  与最大系数  $\rho$  之间是等价的。为了使  $\rho(\hat{y})$  最大,将当前帧的目标中心先定位为前一帧中的位置  $\hat{y}_0$ ,从这一点开始寻找最优的匹配目标,它的中心为  $\hat{y}$ 。若把目标模型  $q$  与位置  $\hat{y}$  处的候选目标模型  $p(\hat{y})$  之间的系数在位置  $\hat{y}_0$  处作泰勒展开,整理之后可以得到:

$$\rho(q, p(\hat{y})) = \frac{1}{2} \sum_{u=1}^m \sqrt{q_u p_u(\hat{y}_0)} + \frac{C_p}{2} \sum_{i=1}^n w_k \left[ \left\| \frac{x_i - \hat{y}}{h} \right\|^2 \right] \quad (7)$$

更新权值之后可以得到当前运动图像中的目标新位置:

$$\hat{y}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i w_k \left[ \left\| \frac{\hat{y}_0 - x_i}{h} \right\|^2 \right]}{\sum_{i=1}^n w_k \left[ \left\| \frac{\hat{y}_0 - x_i}{h} \right\|^2 \right]} \quad (8)$$

通过上述的讲解可以很容易地得到一帧图像的当前位置,要想得到后序图像的目标位置,只需要按照上述的方法进行不断的迭代操作就可以实现。

## 3 实现

本文采用免疫遗传算法中的克隆、遗传和免疫的原理来实现视频队列中异常运动物体的识别和跟踪。在这个过程中,算法的设计和编写与免疫遗传的算法有着相似之处。下面简单介绍一下算法的基本流程<sup>[7]</sup>。

(1)首先进行抗体的识别,将先验知识提取出来,并进行评价。

(2)计算  $\hat{y}_0$  处的候选区域的颜色直方图分布  $p=\{p_u\}, u=1, \cdots, m$ ,并将其作为免疫系统中的抗体,将目标区域的中心设置为抗体的原点,然后采用高斯分布随机采集  $N$  个点作为抗体群,并且赋予每个抗体的亲和力为  $1/N$ 。

(3)计算  $\hat{y}_0$  处相应的系数  $\rho = \sum_{u=1}^m \sqrt{q_u p_u(\hat{y}_0)}$ ,同时计算它的权重。

(4)根据计算得到的权重,从  $N$  个输入样本中来重新挑选出  $N$  个样本,权重越大其入选的概率也就越大,相反权重越小入选的概率也就越小。

(5)根据前面定义的亲和力的计算公式来求解抗体与抗原之间的匹配程度。求解过程中需要遵守的原则是:促进亲和力较大的抗体,抑制亲和力较小的抗体。

(6)根据递推迭代关系,异常运动的目标从当前帧的初始位置  $\hat{y}_0$  移动之后到新的位置  $\hat{y}_1$  处,此时计算  $\hat{y}_1$  处的候选目标模型和相应的系数  $\rho = \sum_{u=1}^m \sqrt{q_u p_u(\hat{y}_1)}$ 。

(7)当  $\rho(q, p(\hat{y}_1)) < \rho(q, p(\hat{y}_0))$  时,  $\hat{y}_1 = \frac{1}{2}(\hat{y}_0 + \hat{y}_1)$ ,计算出  $\rho(q, p(\hat{y}_1))$  的值,并计算出此刻抗体的亲和力,同时根据步骤(2)重新选择前  $N$  个抗体并将其作为新的抗体记忆单元。

## 应用奇葩

Example of Application

(8)根据抗体记忆单元内的  $N$  个抗体来计算其加权和,如果  $\|\hat{y}_1 - \hat{y}_0\| < \varepsilon$  或者迭代的次数大于  $N$ ,则停止。如果不满足条件,则  $\hat{y}_0 = \hat{y}_1$ ,并跳转到步骤(3)。

通过上述所讲解的迭代方法,可以通过对算法的重新编写来实现对异常运动物体的检测与识别。同时通过实验也可以完成对目标后续的异常移动进行跟踪。

在实验中,设置了几个按键以便于对视频监控系统的研究,图1、图2是试验中所跟踪到的异常运动物体的图像。



图1 运动目标位置1

通过上述实验截图可以明显看出,运动目标从图1所示的位置运动到图2所示的位置。在移动过程中用椭圆形来标注运动的目标物体,通过图像上的显示可以看出,即使在运动的过程中,也可以实时、准确地跟踪目标物体。

通过学习与研究,了解到免疫遗传算法不仅保留了遗传算法的搜索特性,而且还利用了免疫算法的自适应特性,这不仅避免了收敛局部极值,还保证了局部和全局两个方面都达到最优。本文通过将免疫遗传算法引入到异常运动物体的视频监控系统中来,使得对异常移动物体的跟踪具有较高准确率的同时,保证了视频监控中对实时性的要求。在今后的学习与研究中,还将对该算



图2 运动目标位置2

法进行改进和完善,以便于得到更加简洁、高效的视频监控图像。

参考文献

- [1] 况璐.基于DM642视频监控跟踪系统的实现[D].北京:中央民族大学,2010.
- [2] 夏永泉,李卫丽,甘勇,等.智能视频监控中的运动目标检测技术研究[J].通信技术,2009,42(6):185-187.
- [3] 缪红萍.免疫遗传算法及应用研究[D].北京:北京化工大学,2005.
- [4] 史忠植.神经网络[M].北京:高等教育出版社,2009.
- [5] DASGUPTA D. Artificial immune systems and their applications[M]. Springer-Verlag: Berlin Heidelberg, 1998.
- [6] 丁大弼,黄欢,刘辉,等.基于meanshift算法的实时运动目标跟踪[J].山西电子技术,2008(5):42-44.
- [7] HARITAOGLU I, HARWOOD D, DAVIS L S. W4: real-time surveillance of people and their activities[C]. IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., 2000, 22(8): 809-830.

(收稿日期:2013-04-30)

作者简介:

李广龙,男,1988年生,工学硕士,主要研究方向:视频监控。