

# 静态人脸识别的一种协同学方法<sup>\*</sup>)

温万惠 刘光远

(西南大学电子信息工程学院 重庆 400715)

**摘要** 本文针对静态人脸识别设计了一种简单易行的协同算法,它不需要面部特征的准确配准,当系统中的模式有增减时,算法可以快速获得新的原型向量和伴随向量。此外,对注意参数的两种情况的设置使算法的识别效果较单一平衡注意参数更好。仿真实验证明,该算法具有较好的识别效果。

**关键词** 人脸识别,协同学,注意参数

## A Synergetic Algorithm for Static Face Recognition

WEN Wan-Hui LIU Guang-Yuan

(Department of Electronic Information Engineering, South-West University, Chongqing 400715)

**Abstract** A practicable algorithm for static face recognition is designed in this paper. Unlike the conventional methods, this algorithm doesn't depend on the accurate location of face features. While new patterns are added into the system, the algorithm can form the new original vectors and their adjoint vectors rapidly. In the simulation, two choices for attention parameters got good results.

**Keywords** Face recognition, Synergetic, Attention parameters

## 1 引言

计算机静态人脸识别是一个经典的模式识别问题。人脸识别的传统方法<sup>[1~3]</sup>主要分为:整体匹配方法<sup>[4]</sup>,其中最具代表性的是主元分析法(Principle Component Analysis)<sup>[5]</sup>;基于局部特征的方法;其它混合型的算法<sup>[6]</sup>。这些人脸识别系统多数都要依赖于面部特征(比如眼睛中心位置)的严格配准来归一化人脸以便提取人脸描述特征。文[7]对面部特征配准的准确度如何影响人脸识别算法的性能进行了研究。

近年来,随着协同学的发展<sup>[8]</sup>,出现了基于协同理论的一些模式识别方法。文[9]将改进的基于梯度动力学的协同神经网络算法用于人脸识别,取得了较好的结果。文[10]对协同模式识别中不平衡注意参数的研究,证明了在不平衡注意参数条件下,系统的动力学行为由注意参数和初始序参量共同决定。

本文在 H. Haken 的经典模式识别模型的基础上设计了一种简单的协同人脸识别算法,该算法容易用串行计算机来实现,并且不依赖于面部特征的严格配准。此外,文中从实验的角度对注意参数的选取进行了讨论。基于 Matlab 平台的仿真实验证明,该算法具有较好的识别效果。

## 2 H. Haken 的模式识别模型

Haken 在文 [8] 中指出,系统的有序化只取决于序参量  $\xi_k$ ,在序参量空间中引入势函数,如(1)式:

$$\dot{\xi}_k = -\frac{\partial V}{\partial \xi_k} + F \quad (1)$$

其中  $F$  表示涨落力,在模式识别中,通常忽略它。

势函数可看成是一个有山有谷的地形图,每个谷底表示一

个稳定的不动点。对于模式识别,把待识别模式记为  $q$ ,建立一个动力学过程,这个动力学过程能够使  $q$  经过中间状态  $q(t)$ ,到达某个稳定不动点,即某个原型模式  $v_k$ (下标  $k$  对应第  $k$  个原型模式)所处的吸引谷底,从而实现模式识别。在原型模式向量空间,动力学过程可以用(2)式表示:

$$\dot{\xi}_k = \xi_k (\lambda - D + B \xi_k^2) \quad (2)$$

其中,  $\lambda$  为注意参数,  $\xi_k$  为第  $k$  个序参量,

$$D = (B + C) \sum_k \xi_k^2, B, C \text{ 为常数} \quad (3)$$

求解(2)式的初始条件为

$$\xi_k(0) = (v_k^+ q(0)) = (v_k^+ q) \quad (4)$$

其中,  $v_k^+$  为原型模式向量  $v_k$  的伴随向量,二者服从(5)式的约束条件:

$$(v_k^+ v_{k'}) = \delta_{kk'}, k' = 1, 2, \dots, M \quad (5)$$

式(5)中的  $\delta_{kk'}$  当  $k = k'$  时为 1, 否则为零;  $M$  是系统中原型模式的个数。原型模式向量  $v_k$  保持式(6)所示的规范化:

$$(\bar{v}_k v_k) = \sum_{j=1}^N v_{kj}^2 = 1 \quad (6)$$

式(6)中,  $\bar{v}_k$  是  $v_k$  的转置向量,  $N$  为模式的特征编号数目。

## 3 静态人脸协同识别算法

第一步,对一幅人脸图片,用像素灰度值表示为向量  $\bar{v}$ ,通过以下运算得到满足(6)式的原型向量:

$$\hat{v}_k = \bar{v} - \frac{1}{N} \sum_j \bar{v}_{jk} \quad (7)$$

$$v_k = \hat{v}_k / (\bar{v}_k \hat{v}_k)^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

第二步,求解满足(5)式的伴随向量  $v_k^+$ :

$$\text{令} \quad v_k^+ = \sum_k a_{kk'} \bar{v}_{k'} \quad (9)$$

<sup>\*</sup>) 本文受重庆市科委项目(CSTC-2004BB2083)和西南大学校课题(SWNUQ2005005)资助。温万惠 硕士,主要研究方向为计算智能。刘光远 教授,博士,主要研究方向为计算智能、模式识别等。

由式(5),有

$$\delta_{k'} = \sum_k a_{k'} (\bar{v}_k v_k) \quad (10)$$

令  $A = (a_{k'})_{M \times M}$ ,  $W = [(\bar{v}_k v_k)]_{M \times M}$ , 则由(10)式,有

$$A = W^{-1} \quad (11)$$

即可由(11)式和(9)式确定伴随向量  $v_k^+$ 。

第三步,将待识别模式用第一步的方法进行处理,以得到  $q(0)$ 。

第四步,将第二步确定的伴随向量  $v_k^+$  和第三步得到的  $q(0)$  代入(4)式,以确定求解(2)式的初始条件。

第五步,对于  $M$  个原型向量,模式识别相当于求解(2)式组成的微分方程组:

$$\begin{aligned} \dot{\xi}_k &= \xi_k (\lambda_k - D + B\xi) \\ D &= (B+C) \sum_k \xi_k, \quad k, k' = 1, 2, \dots, M \end{aligned} \quad (12)$$

算法采用定步长四阶龙格-库塔(Runge-Kutta)法<sup>[1]</sup>求

(12)式的数值解。

当有新的图片入库时,可以重复第一、二步得到新的原型向量和对应的伴随向量。

#### 4 仿真结果及讨论

实验中采用来自文[12]的图片库。仿真用 3.20GHz CPU, 1.0GB 内存的 Dell Demention4700 计算机,在 Matlab 平台上进行。对有噪声的图片,用 Matlab 的图像处理工具进行了预处理。图 1 列出了部分原始图片(像素)以及它们对应的原型向量,表 1 列出了部分试验模式,对应的识别结果以及算法进行过程中  $\xi_k$  的取值变化过程。从表 1 可以发现,随着算法迭代的进行,在所有序参量中只有一个增长至趋近于 1, 对应的  $v_k$  即为识别出的原型模式,其余序参量最终逐渐衰减至趋近于 0。

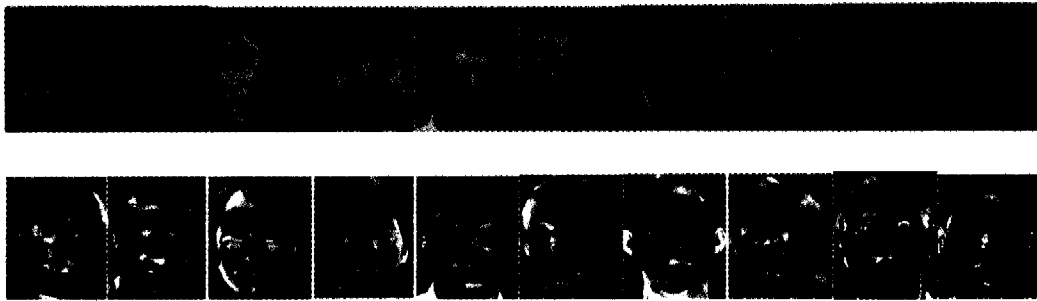


图 1 原始图片及对应的原型模式

表 1 识别过程

试验模式	被识别出的模式	$\xi_k$ 的演化过程(横轴表示迭代步数, 纵轴表示 $\xi_k$ )

对注意参数  $\lambda_k$ , 当  $\lambda_1 = \lambda_2 = \dots = \lambda_M$ , 即平衡注意参数, 表示将试验模式与系统中的任何原型无偏见地进行模式匹配; 当各个  $\lambda_k$  不相等, 即非平衡注意参数时, 就会在识别的时候形成某种“偏见”,  $\lambda_k$  将  $\xi_k(0)$  和一起共同影响最终的识别结

果。在实验中,算法采用两种情况:将原型模式按性别分为两类,如果待识别模式表现出明显的性别特征,如表现出更多女性特征,则与女性类原型模式对应的注意参数取值略大于其

(下转封三)

```

{
    System.out.println(" writing:" + val);
    q.producer(new Integer(val++));
}
}
* *
* @auto delay Math.random() * 200 thread n
* @compatible
*/
public void read ()
{
    int read = ((Integer)q.consumer()).intValue();
}
}

```

从前面的分析来看,任何 write()方法与任何 read()方法并发执行都是没有问题的,所以上面的程序中 read()方法中的检测语句 System.out.println("read:" + read + (read! = oldread+1? " ERROR":""));与 oldread = read;去掉了。

那么 writel(), write2(), ..., writen()之间并发执行会有问题吗? JAC 技术的方法如果没有注明是可并发执行的,默认为它们必须互斥地执行。由于 writel(), write2(), ..., writen()之间并发执行实际上是并发地调用 producer(Object x)方法, producer(Object x)方法前没有 /\* @compatible producer(Object x)/ 注解,说明 producer(Object x)方法自身必须互斥地执行,所以不会出现这样的情况:一个 write 方法调用 producer(Object x)方法还没结束,另一个 write 方法又调用它,从而使得 producer(Object x)并发地执行。所以 writel(), write2(), ..., writen()之间并发执行不会有问题。对于

(上接第 254 页)

余注意参数;如果待识别模式的性别特征不明显,则所有注意参数取值相同。取平衡注意参数时,对文中列出的 10 个原型

read 方法也是一样。

**结束语** JAC 技术是一种并行表达层次较高的并发模型,它只是加一些并发注解给代码,使得代码重用进一步加强,同时可以避免并发与对象模型之间一些概念的冲突,而且它做到了应用程序逻辑与并发逻辑的分离。生产者-消费者问题(producer-consumer problem)是典型的进程同步问题,用 JAC 技术解决生产者-消费者一类的进程同步问题简洁、清晰、程序可读性强。JAC 技术也适合解决其它的进程同步问题,如:读者写者问题、哲学家进餐问题、理发师问题等,同样简洁、方便。






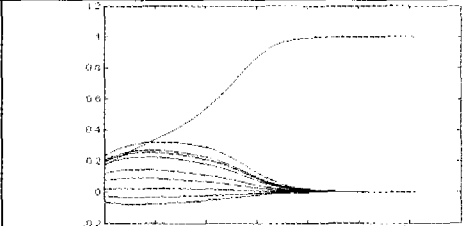
感谢德国柏林自由大学数字信息系教授 Klaus-Peter LÖhr 为我们的合作研究提供帮助。

**参考文献**

- 1 Hausteim M. Java with annotated concurrency[EB/OL]. http://page.mi.fu-berlin.de/~hausteim/jac/
- 2 Holub A. Taming Java Threads[M]. Apress, San Francisco, CA, 2000
- 3 Holub A. If I were King: A proposal for fixing the Java programming language's threading problems[EB/OL]. www-128.ibm.com/developerworks/library/j-king.html? dwzone = java , Oct 2000
- 4 邓辉,孙明. 构建 Java 并发模型框架[EB/OL]. http://www.uml.org.cn/sjms/200410221.htm
- 5 Hausteim M, Löhr K-P. JAC-Declarative Java Concurrency. Concurrency and Computation: Practice and Experience, 2006, 18
- 6 孙钟秀,等. 操作系统教程[M]. 北京:高等教育出版社,2003

模式,用 20 幅试验模式,只有一幅识别错误。表 2 显示,对于平衡注意参数时的误识别,取非平衡注意参数时能正确识别试验模式。

表 2 两种情况注意参数的不同结果

注意参数 $\xi_k$	试验模式	被识别出的模式	$\xi_k$ 的演化过程(横轴表示迭代步数,纵轴表示 $\xi_k$ )
平衡注意参数			
非平衡注意参数			

**结束语**

本文针对静态人脸识别设计了一种简单易行的协同算法。它不像传统方法一样需要面部特征的准确配准;当系统中的图片有增减时,算法可以快速获得新的原型向量和伴随向量;对注意参数  $\lambda_k$  的两种情况的设置使算法的识别效果较单一平衡注意参数更好。仿真实验中得到了较好的识别效果。

**参考文献**

- 1 Yang M-H, Kriegman D J, Narendra Ahuja. Detecting Faces in Images: A Survey. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2002, 24(1), 34~58
- 2 Zhao W, Chellappa R, Phillips P J, et al. Face Recognition: A Literature Survey. ACM Computing Surveys, 2003, 35(4): 399

~458

- 3 周杰,卢春雨,张长水,李衍达. 人脸自动识别综述. 电子学报, 2000, 28(4)
- 4 崔国勤,高文. 基于双层虚拟视图和支持向量的人脸识别方法. 计算机学报, 2005(3), 368~370
- 5 王和勇,姚正安,李磊. 基于聚类的核主成分分析在特征提取中的应用. 计算机科学, 2005, 32(4): 64~66
- 6 王蕴红,范伟,谭铁牛. 融合全局与局部特征的子空间人脸识别算法. 计算机学报, 2005(3): 1657~1663
- 7 山世光,高文,唱铁钲,等. 人脸识别中的“误配准灾难”问题研究. 计算机学报, 2005(5): 782~791
- 8 Haken H. 杨家本,译. 协同计算机和认知. 清华大学出版社, 1994
- 9 陈丽,戚飞虎. 基于梯度动力学的协同神经网络学习算法的改进. 计算机工程与科学, 2005, 27(11)
- 10 胡栋梁,戚飞虎. 协同模式识别中不平衡注意参数的研究. 电子学报, 1999, 27(5): 15~17
- 11 何光渝,高水利. Visual Fortran 常用数值算法集. 科学出版社, 2002
- 12 Face Recognition by goksel@gazi.edu.tr