

K 级容错计数算法的设计与实现

罗三定 李弟平

(中南大学信息科学与工程学院,长沙 410083)

E-mail:sdluo@mail.csu.edu.cn

摘要 在线视觉棒材计数系统通过实时处理运动对象视频信息进行计数,为了排除干扰、提高棒材计数准确率,文章针对流水线视频监测信号对连续运动物体计数提出了一种 k 级容错计数算法,并采用链表数据结构实现该算法。实验表明该算法效果显著。

关键词 容错算法 链表结构 计数 对像识别 移动量检测 概率

文章编号 1002-8331-(2004)16-0094-03 文献标识码 A 中图分类号 TP301.6

Design and Implementation of K-time-count Fault Tolerance Algorithm

Luo Sanding Li Diping

(College of Information Science and Engineering, Central South University, Changsha 410083)

Abstract: The counting technology based on real-time video is applied in the LIANGAN steel counting system. This paper advances a k-time-count algorithm to count the number of moving steel bar on pipeline to improve the accuracy. The Link list structure is used in the algorithm. According to the experimental result, the algorithm improves the accuracy.

Keywords: fault tolerance algorithm, chain list, count, object recognition, offset detect, probability

1 在线视觉计数过程

在线视觉棒材计数系统是对棒材生产线上移动的棒材进行准确计数,以满足标准化打捆包装生产工艺要求的计数装置。由于生产线情况复杂,目前我国仿国外生产线的机械计数装置满足不了要求,绝大多数都处于闲置状态。不得不沿用手工计数的老办法。这一现状与日益提高的生产效率极为矛盾,成为必需解决的瓶颈问题。

考虑到棒材生产工艺连续运动特点,现场检测不能采用接触式的检测方法。生产线上移动的棒材一般是紧密排列,甚至相互重叠,因此无法采用简单的光电计数装置进行脉冲计数。鉴于以上条件的限制,必须采用实时图像处理和对象识别新技术来解决复杂计数技术问题。

来自定尺剪切机的成批棒材间歇送到传送链条上,通过视频摄像获得一帧帧棒材端部图像,实时检测每帧画面中各支棒材的中心坐标位置数据,并根据各帧位置数据判断棒材的对应关系,然后对移过检测范围的棒材进行计数。当计数值达到每捆棒材的包装支数时,控制传送链条停止运动,指出最后一支棒材的位置,控制分钢机分钢,交打捆包装设备打包成捆。

2 问题的提出

在每个采样周期内,控制摄像头采集图像到计算机。通过棒材端部图像模式匹配可以准确地识别每幅画面中所有棒材的位置,但在连续计数场合,计数是一个帧与帧之间数据比较过程。还要保证处理每一帧画面数据时不漏计、也不重计每一根棒材,并具有防止意外干扰的功能。为此,要解决的问题在于:

(1)本帧中的棒材分别与上帧中哪些棒材一一对应;

(2)需要确定一帧中哪些棒材是已经计数,哪些棒材尚未计数;

(3)如何排除现场光斑、飞扬杂物等意外干扰因素影响,是计数过程具有高的可靠性。

为此笔者提出了一种动态预测校对容错计数智能算法。其基本思想是预测每根棒材运动位移量,按知识规则逐级对位,只有当棒材在监视窗口中出现 K 次后,才予以确认并纳入计数值。

3 棒材对位策略

3.1 移动量检测

考虑到棒材在传送链条上主要是水平方向移动,因此棒材对位首先应检测出水平移动量 dx 。在理想情况下,通过对一帧摄像电视画面进行图像处理和对象识别后,获得某棒材的位置坐标 $p(x, y)$ 数据,从对应时刻 t ,当前帧图像得到的中各支棒材构成一个数据集 $\{p_i^t | i=1, \dots, n_t\}$,通过与上一帧图像获得的棒材坐标值 $\{p_j^{t-1} | j=1, \dots, n_{t-1}\}$ 比较。注意到棒材端部均为不规则的类圆形,同一棒材两帧图像变化很小,不同棒材间存在一定的形状差异,可以采用图像匹配计算技术逐一检查棒材的对应关系,进一步获得帧间的位移量 dx 。

对于将以 p_i^t 为中心的 $2r \times 2r$ (r 为棒材半径)的局部图像作为棒材图像模板 $(T(x, y) | x \in [x_i^t - r, x_i^t + r]; y \in [y_i^t - r, y_i^t + r])$ 与

$p_j^{t-1}; j=1, \dots, n_{t-1}$ 为中心的 $2R \times 2R$ (R 大于 r 两个像素) 局部图像进行匹配计算。

$$V_{i,j}(p,q) = \sum_{p=-2}^2 \sum_{q=-2}^2 (t_i(x,y) - \bar{t}_i) * (f_j(x+p, y+q) - \bar{f}_j)$$

取 $V_{i,j} = \max_{p,q} \{V_{i,j}(p,q)\}$ 作为 p_j^t 和 p_j^{t-1} 间的匹配度。

当 $V_{i,j} > M$ 时可以认为 p_i^t 和 p_j^{t-1} 点间可能是帧间的对应棒材。由于存在多根形状几乎相同棒材, 实际上不是对应的棒材间也能获得较高的匹配值 V , 造成一对多的对位错误。可以按下列原则进行判断:

- (1) 棒材间的对应关系仍保持原有的由小到大的排列顺序。
- (2) 对应棒材的移动量 $dx_{ij} = x_i^t - x_j^{t-1}$ 几乎相等。

经整理后排除不能满足要求的对位关系后, 得到一个较短的对位序列, $\{(x_{i1}, x_{j1}), (x_{i2}, x_{j2}), \dots, (x_{in}, x_{jn})\}, n \leq \max(n_{t-1}, n_t)$ 。

由序列中一一对应的数据对, 可计算得出:

$$dx = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (x_{i,k} - x_{j,k})$$

3.2 K 级计数原理

得到帧间棒材的移动量, 可以进一步对逐帧棒材进行计数, 判断移过检测窗口的棒材数目。如图 1 所示, 在理想状况下, 前后帧图像中的对应棒材横向位置差位为 dx , 即有如下关系:

$$0 < x_j^t - x_j^{t-1} + dx \leq x_{\max}$$

其中 $x_{\max}$ 为监视窗口右端横坐标值。于是, 当 $x_j^{t-1} > x_{\max} - dx$ 时, 可以认为对应的棒材移出了窗口。当 $x_i^t \leq dx$ 时, 可以认为它们对应于新移入窗口的棒材。记录新移入窗口或移出窗口的棒材数就可以实现棒材计数。

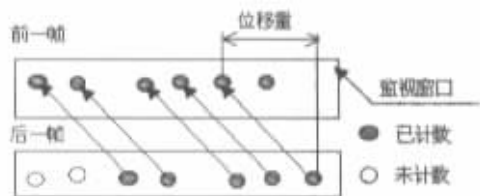


图 1 理想情况对位计数示意图

但是, 实际情况中并不是理想的, 首先传送链条存在振动, 移入窗口的棒材有可能向后移出, 同样, 移出窗口的棒材有可能又出现在下一帧窗口中。其次, 通过数字图像识别处理获得棒材位置也可能出现一两个像素误差。还有, 有照明、反光影响或其他偶发因素, 每一帧图像中识别出的棒材数目与实际数目存在一定的误差。少数出现滑动的棒材也不能严格满足 dx 位置差的条件。

如图 2 所示, 某一帧图像处理后, 存在的两支棒材坐标不能与上一帧对应, 对于在当前帧出现而在上一帧未出现的棒材, 无法判断是因为当前增判, 还是上一帧漏判。同样地, 对于在当前帧某支棒材与上一帧任一支都不能精确对位时, 也无法判断是漏判还是增判? 对于诸多的复杂因素, 仅靠前后两帧图像位置比较的简单算法是无法做出结论的。因此必须设计容错能力高的算法来进行计数。

分析模仿人们识别运动物体的经验, 确定一个物体是否存在

在, 需经多次观察, 反复出现多次才予以确认。为此笔者在反复试验的基础上, 确定了 K 级计数方案的原则。

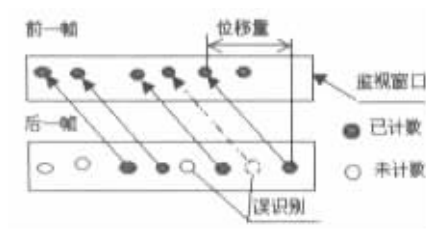


图 2 实际情况对位计数示意图

错位 dx 后, 临近的棒材为可以认为是同一棒材, 采用链表可以方便地在有序队列中插入、删除或合并候选坐标值; 一支棒材每出现一次就增加一级可信度, 可信度达到 K 级后才予以确认纳入计数。即当 K 帧图像中出现了某支棒材, 才认为的确是一支棒材。基于以上原则, 提出具有 K 级信度链表计数方法。

显然, K 取值越大, 计数的准确率越高。但是必须保证监视窗口有足够的宽度, 使棒材在最高速度下, 棒材能够在经过检测范围内能够采集大于 K 帧图像。PAL 制式视频采样最高速率为

1/25 秒, 水平采样像素点为 768, 对于棒材最大移动速度为 1200 pixel/秒时, 采样帧数可以保证在 16 帧以上。为此完全可以设定 K 为 8 至 12。

4 K 级计数算法的设计与实现

4.1 算法描述

采用如下结构保存每支棒材的位置信息。

```
struct barNode
```

```
{
    float lXpos, lYpos; //坐标值
    BOOL stale; //已计数标记
    unsigned int times; //出现次数
    BOOL bMerge; //已合并标志
    BOOL bNewnode; //新插入点标记
    barNode *next, *prev; // 节点链
};
```

用双向链表 pHead 保存当前计数窗口中棒材的计数信息, 通过遍历链表 pHead 获得当前的计数值。

k 级计数算法描述如下:

```
procedure count_fun()
```

```
{
    WaitEvenVSync(); //等待场同步信号
    Capture(); //捕捉一帧图像
    Offset = GetOffset();
    /* 得当前帧图像相对上一帧图像的偏移量 */
    ModifyNodeOffset(pHead, Offset);
    /* 将监视窗口中棒材位置移动 Offset */
    InsertNodes(pHead, pBucket, cnt)
    /* 将当前帧图像每一支棒材位置信息用结构体保存, 按横坐标
    升序将节点插入链表 pHead 中。*/
    MergeNode(pHead)
    /* 将前后帧中是同一支棒材的节点合并 */
    pNode = pHead;
```

