

# 一种基于区域生长的多个形变目标跟踪方法<sup>\*)</sup>

陈恒鑫 房斌 唐远炎 文静  
(重庆大学计算机学院 重庆 400044)

**摘要** 自动获取公交车在停靠车站的上下车乘客数目对于合理、有效地调度车辆运行具有重要意义。利用图像处理技术对运动乘客进行跟踪统计时,由于目标的形状是随机变化的,甚至总是部分出现在视野范围之内,所以不能采用基于形状和特征点的跟踪方法。本文提出了一种基于差分图像和区域生长的,对多个形变目标运动区域特征进行跟踪的方法。实验表明此方法能够实时地、较准确地统计出上下车的乘客数目。

**关键词** 形变目标跟踪,差分图像,区域生长,多目标跟踪

## A Method for Multiple Morph Targets Tracking Based on Region Growing

CHEN Heng Xin FANG Bin TANG Yuan Yan WEN Jing  
(College of Computer Science, Chongqing University, Chongqing 400044)

**Abstract** It is very important to count passengers who get on and get off for scheduling bus effectively. The methods based on target shape and feature points can not be adopted to track and count the moving passengers, because the target shapes keep changing from time to time randomly and even appear partially in field of vision captured. Based on differential image and region growing, a new method is proposed in this paper for tracking the moving regions of multiple targets whose shapes are variable. The result of experiment shows that the method is able to count objects with preferable accuracy in real-time application.

**Keywords** Morph target tracking, Differential image, Region growing, Multiple targets tracking

## 1 引言

公交车运输是城市中重要的交通资源,如何高效地利用好有限的车辆一直是困扰着决策者的一个重要问题。如果能够准确统计出每辆公交车在不同时间,不同站点的上下车人数,那么就能够为车辆调度提供充分的第一手资料。

本文所提出算法用于通过视频图像对上下车乘客进行实

时跟踪,从而自动统计出每次上下车的人数。对于多目标的跟踪,已经有许多很成熟的方法<sup>[1-4]</sup>。但由于采集图像的摄像头安放于车门之上,上下车的乘客在运动时的图像形状互不相同,并且是时刻随机变化的,甚至始终都不会完全出现在视野范围之内,如图1所示。所以很多用于刚体目标跟踪和规则形变的方法<sup>[5-8]</sup>并不适用于本例。

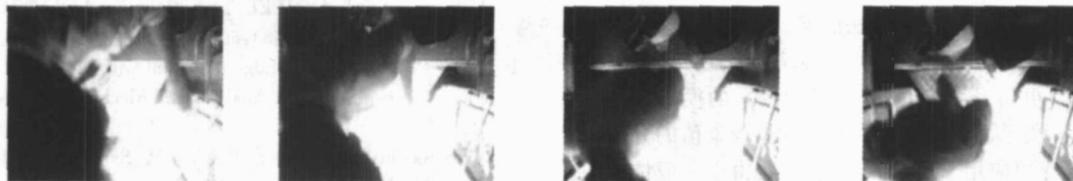


图1 从车门上方拍摄的乘客下车过程

本文的第2节阐述如何使用差分图像和区域生长的方法将乘客从视频流中检测出来;第3节阐述了对多个形变目标的跟踪算法,从而找出在不同帧中多个目标的对应关系以及运动方向;第4节给出实验结果,最后是结论。

## 2 目标检测

目标检测的目的是为了在静态图片中将目标和背景图像分割开,这首先需要视频流进行采样,并进行二值化,然后将相邻两帧图像进行差分处理,得到目标运动区域,最后通过区域生长的方法,检测出目标区域。

### 2.1 图像预处理

首先以10FPS的频率对视频流进行采样,得到大小为

176 × 72 的 RGB 彩色图片,并采用式(1)进行灰度化,所得灰度图片如图2(a)所示。由于上下车乘客必然会出现在图片下半部分,并且为了排出车内其余乘客的运动干扰,所以只需对下半部分的图片进行处理,同时还减少了运算量,更加适合实时处理,如图2(b)所示。

$$\text{Gray} = 0.3 \times \text{Red} + 0.59 \times \text{Green} + 0.11 \times \text{Blue} \quad (1)$$

为了便于进行差分操作,需要将图片转换为二值图像。但在此之前对图片进行式(2)所示的灰度均衡操作,能够增强对比度,使图像中的前景目标更突出。

$$D_B = f(D_A) = \frac{D_{Max}^{D_A}}{A_0} H_i \quad (2)$$

式中,  $D_{Max} = 255$ ,  $A_0$  为图像面积,  $H_i$  为第  $i$  级灰度的像素个

<sup>\*)</sup>重庆市科委自然科学基金资助项目,项目编号:CSTC2007BA2003、CSTC2006BB2003。陈恒鑫 助教,博士研究生,研究方向:模式识别、图像处理、人工智能。

数。灰度均衡将原图像的灰度直方图均衡地扩展到每一个灰

度级别上,从而达到图像增强的目的,如图 2(c)所示。

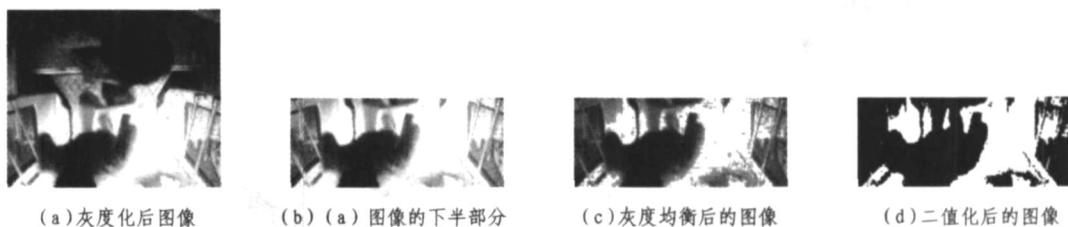


图 2 图像预处理

由于受不同天气、不同时间的影响,不能够使用静态阈值的方法进行二值化操作,只能采取自适应选取阈值的方式。本文采取了OTSU方法<sup>[9]</sup>,该方法能够最大化类间方差,使得图像最大限度地保留前景目标,如图 2(d)所示。

### 2.2 差分图像

差分图像的目的是为了找到运动区域。将相邻的第  $i$  帧和第  $i-1$  帧二值化图像进行式(3)所示的差分运算,得到第  $i$  帧的运动区域,过程如图 3 所示,图 4 则显示了运动图像的差分效果。

$$h(x, y) = \begin{cases} 0 & f(x, y) = 255 \ \& \ g(x, y) = 0 \\ 255 & \text{else} \end{cases} \quad (3)$$

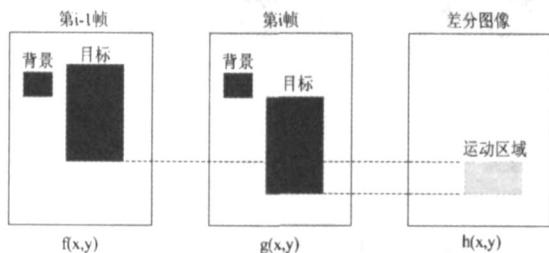


图 3 差分图像过程



图 4 相邻两帧的差分图像

### 2.3 区域生长

区域生长是将运动区域作为种子,按照一定的算法进行区域的扩大或缩小,从而检测出目标。为了寻找到合适的生长种子,需要先对差分图像进行形态学闭运算,以增强运动区域,闭运算采用的算子如图 5(a)所示,图 5(b)、(c)说明了运算效果。

由于光照变化、车门运动等影响,差分图像中的黑色像素点并不完全代表了乘客的运动,但是这些干扰像素点都比较分散,所以为了排出这些噪声信息,本文将差分图像中黑色像素点比较密集的区域作为区域生长的种子。

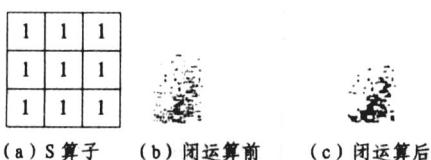


图 5 对差分图像进行闭运算

具体的种子选取算法为:在差分图像中找到大小为  $M \times$

$N$  的矩形内黑色像素点数目大于  $T_s$  的区域,扩张此矩形的每条边,直到新边上的黑色像素点少于边长的  $Tr\%$  为止,由此形成的矩形为种子区域。此算法的运行效果如图 6(b)所示。



图 6 区域生长找到的运动区域

区域生长的算法为:在灰度图像中,扩张或缩小种子区域矩形的每条边,直到边上灰度值小于  $T_0$  的像素点数目少于边长的  $Tr\%$  或矩形的面积为 0 为止。此过程允许合并不同的矩形区域,由此形成的矩形为目标,算法运行效果如图 6(c)所示。

## 3 目标跟踪

目标跟踪是确定某个特定目标的运动序列,判断运动方向,从而统计上下车乘客数目。

### 3.1 目标匹配

由于同一帧图像中可能出现多个目标,所以对相邻两帧图像的不同目标进行匹配,找出一一对应关系。考虑到目标的形状不确定,并且随时间随机变化,所以不能使用形状特征<sup>[5,6]</sup>、特征点<sup>[7~9]</sup>等方法。因为采样时间间隔较短,相同目标在相邻两帧(第  $i$  帧和第  $i-1$  帧)图像中的位置、大小变化不会很大,所以可以使用式(4)来计算目标的相似性:

$$S_{O_i, O_j} = 1 - a \frac{|w_i - w_j|}{w_j} - b \frac{|h_i - h_j|}{h_j} - c \frac{\left| x_i + \frac{w_i}{2} - \left( x_j + \frac{w_j}{2} \right) \right|}{w_j} - d \frac{\left| y_i + \frac{h_i}{2} - \left( y_j + \frac{h_j}{2} \right) \right|}{h_j} \quad (4)$$

其中,  $O_j$  为第  $i-1$  帧图像中的任意目标,  $O_i$  为第  $i$  帧图像中的任意目标,  $w_i, w_j, h_i, h_j, x_i, x_j, y_i, y_j$  分别为  $O_i, O_j$  的矩宽、高、左上角顶点  $x$  坐标、左上角顶点  $y$  坐标;  $a, b, c, d$  为系数。

目标匹配算法如下:

(1) 对于第 1 帧图像,所有的待匹配目标都认为是新目标的出现。

(2) 在第  $i$  帧图像中,对于第  $i-1$  帧图像中所跟踪到的每个目标  $O_u$ , 求:

$$S(O_v^*) = \max \{ S_{O_v, O_u} \mid O_v \text{ 为第 } i \text{ 帧中所有待匹配的目标} \}$$

(3) 当  $S(O_v^*) > T_k$  时,  $O_v^*$  为  $O_u$  在第  $i$  帧中的延续。

当  $S(O_v^*) < T_k$  时,第  $i$  帧图像中没有  $O_u$  的匹配,  $O_u$  在第  $i$  帧中消失。

(4) 在第  $i$  帧中没有被匹配成功的目标被认为是新目标的出现。

使用本算法对相邻两帧图像进行目标匹配效果如图 7 所示。

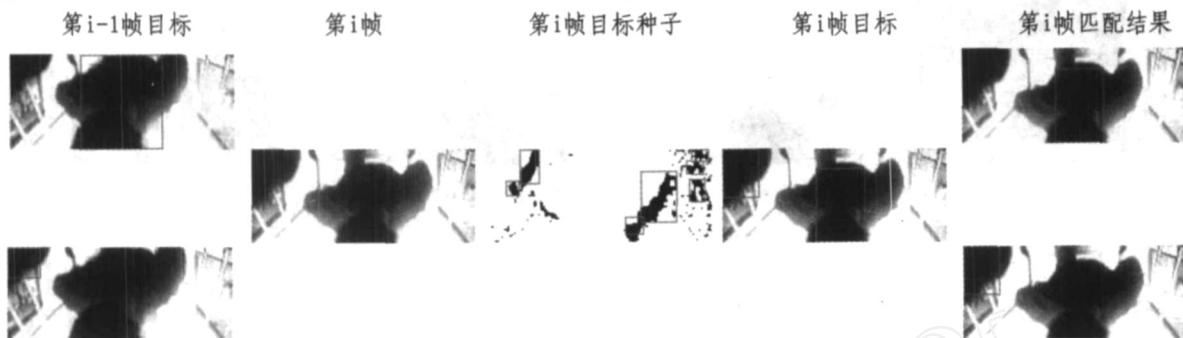


图 7 相邻两帧多目标匹配结果

### 3.2 跟踪策略

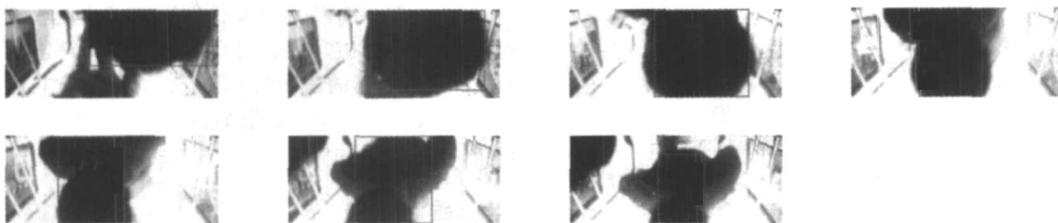
由于可能出现目标被暂时遮挡、光线突变强烈、车门运动等干扰情况,需要在一定较长时间序列中采取下列的跟踪策略,在一定程度上克服这些干扰。

(1) 一组目标序列连续在两帧中消失,就视为此序列结束。

(2) 如果一组目标序列在结束之前,至少经历了  $T_d$  帧,那么此序列就代表一位乘客的运动。

(3) 如果代表乘客运动的目标序列不是从下至上,那么下车人数加 1,否则上车人数加 1。

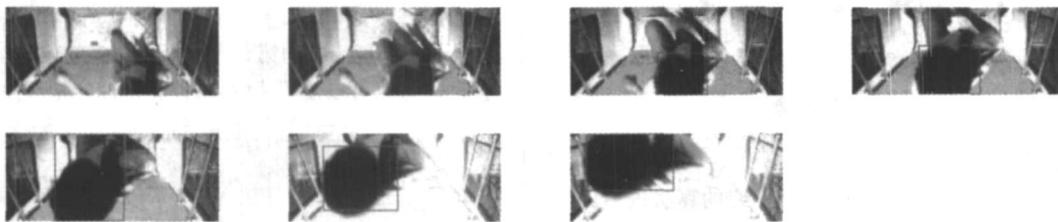
图 8(a)、(b)、(c) 分别显示了下车乘客和上车乘客的跟踪效果。



(a) 一位下车乘客的跟踪过程



(b) 一位下车乘客的跟踪过程



(c) 一位上车乘客的跟踪过程

图 8 本文所提方法的跟踪效果

## 4 实验结果

为了验证本文所提方法,在公交车上安装摄像头,采集到了 20 个 avi 格式的视频文件,视频记录了在不拥挤的情况下 74 人次上下车的过程。经过测试,上文所提到的各个参数最优值分别为:  $M=50$ ,  $N=50$ ,  $T_s=50$ ,  $T_o=50$ ,  $T_r=30$ ,  $a=0.1$ ,  $b=0.1$ ,  $c=0.6$ ,  $d=0.2$ ,  $T_k=0.6$ ,  $T_d=5$ 。

本文所提方法能够准确地跟踪 63 人次的上下车过程,绝对准确率达到 85%,运行时间小于视频播放时间,适用于实时处理。经过分析,发现误差主要出现在两个方面:

(1) 小孩身高较矮,在光线较强的情况下投影到图像上的灰度值太大,不能被检测为前景目标。

(2) 乘客将深色行李提在身前上下车时,行李被错误地作为一位乘客。

如果考虑到漏计与多计之间的互补,本算法能够达到的相对准确率为 91%。因为只是统计上下车乘客的人数,所以这个结果具有实际应用意义。

**结论** 本文所提算法采用差分图像的方法找到运动区域,再使用区域生长的方式确定运动目标,然后通过计算相似度对相邻两帧图像中的目标进行匹配,并在一个图像序列中跟踪多个形变目标,达到统计乘客的目的。

但本算法并不适用于统计比较拥挤时的上下车乘客数目,同时对第 3 节中所提的两种情况的处理还有待完善。

(下转第 243 页)

第一步,系统使用了一种日志记录发生在快照刷新期间对基表的修改。数据库系统中的每张基表都对应了一张日志表,为了便于与用于数据库恢复的日志相区别,它被称为修改日志。修改日志的主要结构如图3所示。

Time Stamp	Modif. Type	Value
------------	-------------	-------

图3 修改日志的结构

修改日志记录主要包括以下三个字段。

(1)时间戳(TimeStamp):用于记录每个基表修改操作发生的时刻。当快照刷新时刻到来时,通过扫描记录的时间戳,就能找出发生在上一次刷新之后的修改操作,根据这些记录就可以刷新快照。

(2)修改类型(Modif. Type):用于记录修改操作的类型,即更新(UPD)、插入(INS)或删除(DEL)操作。通过记录对基表修改操作的类型,就能确定对快照刷新时相应的操作。

(3)元组值(Value):对于插入和删除操作,修改日志只记录对基表修改后的值;对于更新操作,需要同时记录修改前后的值。

随后,根据在创建快照时设置的刷新周期,系统在对应时刻对快照进行刷新。系统首先扫描快照涉及基表的修改日志记录,找出与快照相关的记录。为了减少发送给快照的无用刷新信息,系统设计了一个对修改日志记录进行精简的预处理过程。它将对基表中同一个元组的多次修改进行归并,即只按照元组的最后修改结果作为刷新的依据,这样就能减少对快照内容的无用刷新。

最后,根据精简后的日志记录,将相应的刷新信息发送给存储在主存中的快照,快照就能够被系统快速刷新,以保证混合数据库中数据的一致性。

通常,在一个快照的刷新周期,其对应基表中被修改的相应元组与整个基表中的数据比较起来是很少的。因此,使用带时间戳技术的修改日志对快照进行增量刷新与完全重建快照的刷新方法比较起来,虽然增加了系统的复杂性,但是仍然是非常有效的。

### 3 应用实例

实际上,本系统最理想的应用环境是在有海量数据需要管理,但其中有一部分数据需要被冻结在某一个适当的时刻,或是只需要与某个确切时间相近的数据,即无需数据随时保持一致性的场合。下面以地理信息系统(GIS:Geographic Information System)为例进行说明。在地理信息系统中,一个典型应用是能够向用户提供电子地图查询服务。想用户通过这种服务,空间数据库系统必须负责管理大量的包含空间信

息的电子地图。由实际情况可知,电子地图中的数据通常是定期维护,并不需要被随时刷新。因此,如果某个明确的区域被用户频繁地查询,那么系统就可以通过把该区域涉及的数据从电子地图中抽取出来放在主存中创建快照。之后,当用户查询再次涉及该区域时,系统就能迅速地通过快照返回结果,而就无需再到数据库中去查找相应的数据。在图4中,给出了从电子地图中抽取数据创建快照的例子。



图4 在电子地图中创建快照

除了在地理信息系统中的应用外,本系统也易于在现有的、广泛使用的基于磁盘的数据库系统的基础上进行扩展,从而使现有的数据库能满足更多实际应用对数据库系统性能提出的要求。

**结论及后继研究** 本文介绍了带快照的混合数据库系统的设计与应用。介绍了它的基本结构,并通过一个基于地理信息系统的实例介绍它的应用。

带快照的混合数据库系统还需要进一步的发展和完善,其后继研究工作将主要集中在以下两个方面:

(1)如何通过有效的策略选择参数,从而在基本表中选择合适的数据组成快照。

(2)如何更好地管理主存中快照,使其能够及时得到更新和删除。

### 参考文献

- 1 Bayer R, McCreight E M. Organization and maintenance of large ordered indices. *Acta Informatica*, 1972, 9(3)
- 2 Knuth D E. The art of computer programming. Addison Wesley, Sorting and Searching, 1973, 3
- 3 Chou H T, Dewitt D J. An evaluation of buffer management strategies for relational database systems. In: Proceedings of 11th conference on Very Large Data Bases, September 1985
- 4 Garcia-Molina H, Salem K. Main memory database systems: an overview. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 1992, 4(6)
- 5 Gupta, Mumick I S. Maintenance of materialized views: problems, techniques and applications. *IEEE Data Engineering Bulletin*, 1995, 18(2)
- 6 Stonebraker M. Managing persistent objects in a multi-level store. In: Proceedings of the 1991 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, 1991, 20(2)

(上接第240页)

### 参考文献

- 1 侯志强, 韩崇昭. 视觉跟踪技术综述. *自动化学报*, 2006, 32(4): 603~614
- 2 刘钢, 刘明, 匡海鹏, 修吉宏, 翟林培. 多目标跟踪方法综述. *光电与控制*, 2004, 11(3): 26~29
- 3 王亮, 胡卫明, 谭铁牛. 人运动的视觉分析综述. *计算机学报*, 2002, 25(3): 225~237
- 4 Yilmaz A, Javed O, Shah M. Object Tracking: A Survey. *ACM Computing surveys*, 2006, 38(4): 1~45
- 5 Veenman C, Reinders M, Backer E. Resolving motion correspondence for densely moving points. *IEEE Transaction Pattern Anal-*

- ysis and Machine Intelligence, 2001, 23(1): 54~72
- 6 Serby D, Koller Meier S, Gool L V. Probabilistic object tracking using multiple features. In: IEEE International Conference of Pattern Recognition(ICPR), 2004, 184~187
- 7 Comaniciu D, Ramesh V, Meer P. Kernel-based object tracking. *IEEE Transaction Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2003, 25: 564~575
- 8 Yilmaz A, Li X, Shah M. Contour based object tracking with occlusion handling in video acquired using mobile cameras. *IEEE Transaction Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2004, 26(11): 1531~1536
- 9 Otsu N. A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 1979, 9(1): 62~66