



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103413321 A

(43) 申请公布日 2013. 11. 27

(21) 申请号 201310298084. 7

(22) 申请日 2013. 07. 16

(71) 申请人 南京师范大学

地址 210046 江苏省南京市亚东新城区文苑路 1 号

(72) 发明人 宋宏权 刘学军 阎国年 张兴国

(74) 专利代理机构 南京知识律师事务所 32207
代理人 李媛媛

(51) Int. Cl.

G06T 7/20(2006. 01)

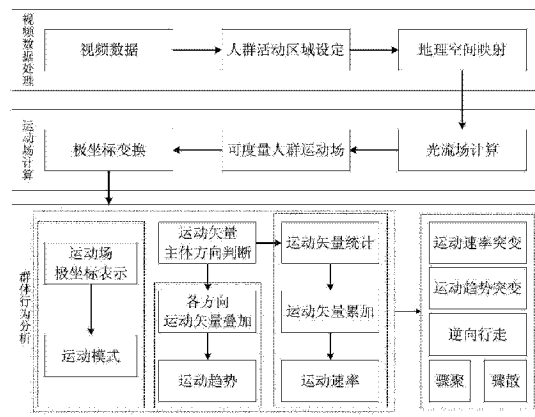
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

地理环境下的群体行为模式分析与异常行为检测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种地理环境下的群体行为模式分析与异常行为检测方法,其步骤为:捕获视频监控信号,设置监控场景中的人群活动区域,获取视频监控人群图像并对人群活动区域进行地理空间映射处理;在地理参考下利用光流法求算可度量的人群运动场,将人群运动场转换映射至极坐标参考;根据人群运动场在极坐标参考下的分布状况,在极坐标参考各主体方向上进行人群运动场的统计分析,进而判断地理环境下的群体运动模式、群体运动趋势,并估算各主体方向的群体运动速率;在群体运动模式、运动趋势、运动速率分析结果的基础上,进行运动速率突变、运动趋势突变、逆向行走、骤聚和骤散群体异常行为检测。本发明的方法可广泛用于人群易聚集区域。



1. 地理环境下的群体行为模式分析与异常行为检测方法,其步骤为:

第一步、捕获视频监控信号,设定监控场景中的人群活动区域,获取视频监控人群图像,并对人群活动区域进行地理空间映射处理;

第二步、在地理参考下利用光流法计算人群运动场,得到具有地理参考的可度量人群运动场;

第三步、基于地理参考下可度量的人群运动场,将其转换映射至极坐标参考下,根据人群运动矢量在极坐标参考下的分布状态,分析地理环境下的群体运动模式、群体运动趋势,并定量估算地理环境下各方向的群体运动速率,在此基础上检测群体运动速率突变、群体运动趋势突变、逆向行走、骤聚和骤散的群体异常行为。

2. 根据权利要求1所述的地理环境下的群体行为模式分析与异常行为检测方法,其特征在于,所述第一步进行地理空间映射处理的具体步骤为:

(1) 选取图像中的人群活动区域;

(2) 利用双灭点透视模型对选取的图像区域进行透视校正;

(3) 选取三组以上透视校正后的图像坐标及其对应的地理坐标,根据坐标的对应关系,求算图像空间至地理空间的映射变换矩阵,完成监控人群图像的地理空间映射。

3. 根据权利要求1或2所述的地理环境下的群体行为模式分析与异常行为检测方法,其特征在于,所述第三步的具体步骤分别为:

(a) 分析群体运动模式:将地理空间的人群运动场转换至极坐标参考,通过分析极坐标空间的人群运动矢量场分布特征,判断人群属于何种群体运动模式,群体运动模式包括单向运动、双向运动、中心聚拢、四周发散和散漫无序;

(b) 分析群体运动趋势:基于地理参考下的可度量人群运动场,将其映射至极坐标参考系;按照在极坐标系划定的主体方向标准,计算各运动矢量所属的主体方向,并根据风向玫瑰图原理与方法生成人群运动趋势玫瑰图,得到各主体方向的人群运动矢量累积频率;利用统计分析得到的人群运动场玫瑰图,可判定该监控场景在地理参考下的人群运动趋势;

(c) 估算群体运动速率:实时处理视频数据,在地理参考下提取可度量的人群运动场;将地理参考下的人群运动场转换至极坐标参考,根据在极坐标系下设定的主体方向判断各运动矢量所属的方向;对各方向的运动矢量位移进行累积计算,并统计各方向范围具有的运动矢量个数,求算各方向运动矢量位移的均值;根据人群运动场计算的时间间隔,进行各方向人群运动速率求解;

(d) 群体异常行为检测:根据上述(a)、(b)、(c)所述方法,实时监测群体运动模式、群体运动趋势和群体运动速率;利用实时监测结果,当人群运动的加速度变化大于设定阈值时,判定发生运动速率突变异常;在规定为单向运动模式的监控区域,若检测到存在相反方向的人群运动,则判断逆向行走异常行为发生;基于地理空间的人群运动场,实时计算运动场的散度分布,利用散度在人群活动区域的空间分布判断人群运动的骤聚和骤散异常。

地理环境下的群体行为模式分析与异常行为检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种地理环境下的群体行为模式分析与异常行为检测方法,具体说,是一种利用视频数据在地理环境下对人群运动状态进行分析,并可在地理环境下检测相关群体异常行为的方法。

背景技术

[0002] 随着社会经济的快速发展,娱乐活动、展览活动、体育赛事等大规模人群聚集活动频繁出现,人群过于聚集时常导致拥挤踩踏等突发事件。视频本身兼具时空、表达直观、信息丰富、动态实时等特点,近年来,监控探头已遍布城市的各个角落,利用视频监控进行群体行为理解已成为研究热点。因此,利用视频数据实时监控人群的行为模式,可较好把握人群流动发展态势,为安防部门有效管理人群提供科学依据。

[0003] 群体行为理解指通过人群分析对人群的运动模式与规律进行分析与识别,近年来已成为被广泛关注的研究热点。人群行为理解研究一般遵循运动特征提取与描述、行为识别、高层行为与场景理解等基本流程(Video understanding framework for automatic behavior recognition, Behavior Research Methods Journal, 2006, 38(3):416-426; 基于视频的行为自动识别框架,行为研究方法杂志,2006年,第38卷第3期,416-426)。运动特征提取与描述是在对动态目标检测、分类与跟踪的基础上,利用图像的相关特征描述目标的运动特征信息;行为识别是利用图像序列提取目标的运动特征,并将其与参考图像序列的特征进行匹配,根据匹配结果分析动态目标的行为模式;高层行为与场景理解是将行为模式的相关知识与场景信息相结合,判断人群的复杂行为模式,从而实现对时间与场景的理解。对于特定环境下的人群,通常利用主要方向、速度、异常运动等信息检测人群异常行为。近年来,国内外学者提出了很多用于人群分析与理解的方法,总体来讲,可将其划分为基于人群个体分析和人群整体分析两种方法。

[0004] 基于人群个体的分析方法是通过分割或检测人群中的个体,并对个体间的运动模式进行分析实现对人群行为的理解。如若存在某个行人的运动方向与人群运动主方向相反,则可判断存在潜在危险。Bobick等提出利用模板匹配法识别人体运动,模板匹配法首先对输入图像序列进行特征提取,并将提取的特征与训练阶段预先保存的模板进行相似度比较,将与测试序列距离最小的模板所属类别,作为被测试序列的识别结果(The recognition of human movement using temporal templates, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2001, 23(3):257-267; 基于时间模板的人体运动识别,模式分析与机器智能(IEEE Transactions), 2001年,第23卷第3期,257-267)。Jacques等提出了一种利用计算机视觉技术主动/被动式人群检测与分类算法,采用Voronoi图对俯视摄像机的监控场景进行人群个体跟踪,量化描述个体空间这一社会学概念(Understanding people motion in video sequences using voronoi diagrams, Pattern Analysis&Applications, 2007, 10(4):321-332; 序列视频中利用Voronoi图的人体运动理解,模式分析与应用,2007年,第10卷第4期,321-332)。

Cheriyadat 等利用光流技术提取场景中的人群运动场,通过聚类分析挖掘出了运动轨迹与人群主体运动方向,并实现了对与主体运动方向不一致的异常行为检测(Detecting dominant motions in dense crowds,IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing, 2008, 2(4):568-581;稠密人群的主体运动检测,信号处理 IEEE 杂志精选,2008年,第2卷第4期,568-581)。Wang 等提出了基于非监督学习的复杂场景中人群行为与相互作用建模方法,可用于检测监控场景中的异常行为,可将人群运动分割为不同类型的行为状态等。基于个体的分析方法只适用于低密度人群场景,对于人群密度较高的监控场景,由于遮挡与重叠等现象,采用基于个体分析方法无法实现对人群行为的分析与理解(Unsupervised activity perception in crowded and complicated scenes using hierarchical Bayesian models,IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2009, 31(3):539-555;拥挤复杂场景下基于层次贝叶斯模型的非监督行为识别,模式分析与机器智能(IEEE Transactions),2009年,第31卷第3期,539-555)。

[0005] 基于人群整体的分析方法是把场景中人群作为一个整体,从整体角度出发分析与理解人群的行为模式。此类方法无需分割人群中的个体,较适合于拥挤复杂的高密度人群。Davies 等将离散余弦变换与线性变换相结合,判断人群的静止与运动,并通过像素或图像块的移动特征来描述人群总体运动速度(包括方向和大小)(Crowd monitoring using image processing,Electronics&Communication Engineering Journal, 1995, 7(1):37-47;基于图像处理的人群监控,电子与通信工程杂志,1995年,第7卷第1期,37-47)。Boghossian 与 Velastin 采用块匹配运动估计法,对视频监控中的人群轨迹与运动总体方向进行估计,并通过人群流动轨迹与方向检测监控场景中的异常行为(Motion-based machine vision technique for the management of large crowds,IEEE Conference on Electronics, Circuits and Systems, Pafos, Cyprus, 5-8 September 1999;基于运动机器视觉技术的人群管理,1999年电子学、电路与系统 IEEE 国际学术会议论文集,帕福斯,1999年9月5-8日)。Ali 和 Shah 提出了一种基于拉格朗日粒子动力学的人群行为分析方法,通过对人群光流场的分割来检测群体异常行为(A lagrangian particle dynamics approach for crowd flow segmentation and stability analysis,IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Minnesota, 18-23 June 2007;一种基于拉格朗日粒子动力学的人流分割与稳定性分析方法,2007年计算机视觉与模式识别 IEEE 国际学术会议论文集,明尼苏达,2007年6月18-23日)。杨琳等利用块匹配法检测人群运动矢量场,将运动矢量特征向量输入支持向量机分类器完成群体行为的分类(一种人群异常行为检测系统的设计与实现,铁路计算机应用,2010年,第19卷第7期,37-41)。朱海龙等提出一种图分析方法用于动态人群场景的异常状态检测,通过分析图顶点空间分布及边权重矩阵动态系统预测值与观测值之间的离散程度,对动态场景中的异常事件进行检测和定位(人群异常状态检测的图分析方法,自动化学报,2012年,第38卷第5期,742-750)。

[0006] 从已有基于视频的群体行为分析研究看,主要集中在特定应用领域的安防监控方面,如地铁、广场、车站等公众聚集场所。对人群运动特征的提取只针对图像空间,在图像坐标参考下分析群体行为模式,只能以图像空间为参考来描述群体行为,无法感知人群在地理环境下的真实运动状态与行为模式。对于群体运动速率,以往的研究以图像像素个数为

量纲,若想得到真实的运动速率大小,需进一步计算图像像素与真实值之间的转换尺度因子。

发明内容

[0007] 本发明所要解决的关键问题是在地理环境下进行群体行为模式分析,利用视频数据,在地理参考下提取人群运动特征,对人群运动特征进行分析进而得到地理环境下的群体行为模式,包括群体运动模式、群体运动趋势、群体运动速率。在此基础上,检测群体运动趋势突变、群体运动速率突变、逆向行走、骤聚和骤散的异常行为。因此,本发明提出了一种利用视频数据,在地理环境下进行群体行为模式分析并检测群体异常行为的方法。

[0008] 本发明的基本思路:利用视频数据的地理空间映射方法将视频数据统一至地理参考;在地理参考下利用光流法求算可度量的人群运动场,将人群运动场转换映射至极坐标参考;根据人群运动场在极坐标参考下的分布状况,在极坐标参考各主体方向上进行人群运动场的统计分析,进而判断地理环境下的群体运动模式、群体运动趋势,并估算各主体方向的群体运动速率;在此基础上,进行运动速率突变、运动趋势突变、逆向行走、骤聚和骤散群体异常行为检测。

[0009] 本发明地理环境下的群体行为模式分析方法的基本步骤为:

[0010] 第一步、捕获视频监控信号,设定监控场景中的人群活动区域,获取视频监控人群图像,并对人群活动区域进行地理空间映射处理;

[0011] 第二步、在地理参考下利用光流法计算人群运动场,得到具有地理参考的可度量人群运动场;

[0012] 第三步、基于地理参考下可度量的人群运动场,将其转换映射至极坐标参考下,根据人群运动矢量在极坐标参考下的分布状态,分析地理环境下的群体运动模式、群体运动趋势,并定量估算地理环境下各方向的群体运动速率,在此基础上检测群体运动速率突变、群体运动趋势突变、逆向行走、骤聚和骤散的群体异常行为。

[0013] 第一步所述视频监控图像的地理空间映射具体步骤为:

[0014] (1) 选取图像中的人群活动区域;

[0015] (2) 利用双灭点透视模型(罗晓晖,基于双灭点的图像透视变换方法,计算机工程,2009,35(15):212-214.)对选取的图像区域进行透视校正;

[0016] (3) 选取三组以上透视校正后的图像坐标及其对应的地理坐标,根据坐标的对应关系,求算图像空间至地理空间的映射变换矩阵,完成监控人群图像的地理空间映射。

[0017] 第二步所述利用光流法计算人群运动场具体构建步骤为:

[0018] (1) 实时获取人群监控图像;

[0019] (2) 利用 Lucas-Kanade (LK) 光流算法(An iterative image registration technique with an application to stereo vision, Proceedings of the 1981 DARPA Imaging Understanding Workshop, Washington, 18-21 April 1981; 一种迭代图像配准技术及其在立体视觉中的应用,1981年美国国防部高级研究计划局图像理解专题研讨会论文集,华盛顿,1981年4月18-21日)计算图像空间的人群运动场;

[0020] (3) 利用第一步所述(3)中求算的图像空间至地理空间的映射变换矩阵,将图像空间的人群运动场映射转换至地理空间,得到地理参考下可度量的人群运动场。

[0021] 第三步所述的群体运动模式包括单向运动、双向运动、中心聚拢、四周发散和散漫无序五种。对群体运动模式分析的具体步骤为：

[0022] (1) 将第二步所述地理空间可度量人群运动场变换映射至极坐标参考；

[0023] (2) 根据人群运动场在极坐标参考下的分布状态，判断人群属于某方向某种群体运动模式。

[0024] 第三步所述群体运动趋势分析的具体步骤为：

[0025] (1) 基于地理参考下的可度量人群运动场，将其映射至极坐标参考系；

[0026] (2) 按需将极坐标系划分为若干主体方向，按照极坐标系划定的主体方向标准，计算各运动矢量所属的主体方向；

[0027] (3) 根据风向玫瑰图原理与方法生成人群运动趋势玫瑰图，得到各主体方向人群运动矢量的累积频率；

[0028] (4) 利用统计分析得到的人群运动场玫瑰图，可判定监控场景在地理参考下的人群运动趋势。

[0029] 第三步所述群体运动速率估算的具体步骤为：

[0030] (1) 实时获取并处理视频数据，在地理参考下提取可度量的人群运动场；

[0031] (2) 按需将极坐标参考划分为若干主体方向；

[0032] (3) 将地理参考下可度量的人群运动场转换至极坐标参考，根据在极坐标系下设定的主体方向判断各运动矢量所属的方向；

[0033] (4) 对各方向的运动矢量位移进行累积计算，并统计各方向范围具有的运动矢量个数，求算各方向运动矢量位移的均值；

[0034] (5) 根据人群运动场计算的时间间隔，进行各方向人群运动速率求解。

[0035] 第三步所述群体异常行为检测，主要包括群体运动趋势突变、群体运动速率突变、逆向行走、骤聚和骤散 5 种群体异常行为，具体步骤为：

[0036] (1) 利用第三步所述群体运动模式、群体运动趋势和群体运动速率估算具体步骤，实时监测群体运动模式、群体运动趋势、群体运动速率；

[0037] (2) 根据需要对监控场景各方向的群体运动趋势变化与运动速率变化设定阈值；

[0038] (3) 当监测到的群体运动趋势、群体运动速率变化超过设定阈值时，则判断运动趋势突变、运动速率突变异常发生；

[0039] (4) 在规定只能单向行走的监控场景中，若在人群运动的相反方向出现运动趋势概率分布时，则判断逆向行走异常发生；

[0040] (5) 基于地理空间的人群运动场，实时计算运动场的散度(谢树艺，矢量分析与场论(第 1 版)，北京：高等教育出版社，2005，21-80)分布，利用散度在人群活动区域的空间分布判断人群运动的骤聚和骤散异常。

[0041] 本发明涉及一种地理环境下的群体行为模式分析与异常行为检测方法。用户可利用监控摄像机在地理环境下分析人群运动的群体行为模式，并检测群体异常行为。可广泛用于广场、地铁、旅游景区、步行街等人群易聚集区域的人群监控，市场潜力巨大。

附图说明

[0042] 图 1 是本发明的总体技术流程示意图；

- [0043] 图 2 是视频数据的地理空间映射方法；
- [0044] 图 3 是本发明地理参考下可度量人群运动场计算方法流程示意图；
- [0045] 图 4 是本发明地理环境下群体行为模式分析方法流程示意图；
- [0046] 图 5 是本发明地理环境下群体异常行为检测方法流程示意图。

具体实施方式

[0047] 下面结合附图和实施例,对本发明作进一步详细说明。

[0048] 第一步、相关设备准备。准备一台 ThinkPad X201i 型便携式笔记本电脑,现代 HYC-S200 多功能摄像头一个, Rikaline GPS-6033 型蓝牙 GPS 卫星接收机一个。

[0049] 第二步、视频数据地理空间映射。

[0050] 图 2 描述了视频数据与空间数据之间的几何关系。图中点 C 为摄像机位置,摄像机拍摄的图像映射至像平面 I,平面 T 为透视校正后的图像,G 为 GIS (Geographic Information System) 空间的地理参考平面。地理空间(G 平面)中的任一点 $P(x_g, y_g)$ 在像平面中的位置为 $p(u, v)$,图像透视校正后在平面 T 中的位置为 $P_t(x_t, y_t)$,视频数据空间映射即为建立点 p 与点 P 的变换关系,实现图像空间 I 到地理空间 G 的映射。

[0051] (1) 将摄像头放置在人群聚集的广场或路口,用于监控某区域的人群,并将其连接至笔记本电脑；

[0052] (2) 打开基于 Aforge.NET 库(一种开源的计算机视觉库)开发的视频监控程序,用于获取各摄像头的监控图像,根据图 1 所述对监控图像透视校正；

[0053] (3) 在摄像头的监控图像中选取 4 个控制点,利用 GPS 接收机获取其对应的地理坐标,求算摄像头监控图像中人群活动区域到地理空间的单应变换矩阵。

[0054] 第三步、地理空间可度量人群运动场计算,具体见附图 3。

[0055] (1) 实时获取视频数据,对监控图像中人群活动区域进行地理空间映射；

[0056] (2) 利用 LK 光流法在地理参考下实时计算人群运动光流场,得到地理参考下可度量的人群运动场。

[0057] 第四步、地理环境下的群体行为模式分析,具体见附图 4。

[0058] (1) 将极坐标参考系从东偏北 11.25° 起,按逆时针方向以 22.5° 的间隔将坐标系划分为 16 个部分；

[0059] (2) 将第三步计算的地理空间可度量人群运动场转换至极坐标参考；

[0060] (3) 根据人群运动场在极参考下的分布状况,判断场景中人群的群体运动模式；

[0061] (4) 根据第四步所述(1)中划定的主体方向,判断各运动矢量所属主体方向；

[0062] (5) 统计各主体方向具有的运动矢量数量,计算各方向运动矢量数量占运动数量总数的比例,得到各方向运动矢量的概率分布,进而得到监控场景中人群的群体运动趋势；

[0063] (6) 计算各方向人群运动矢量模的累加值,统计各方向具有人群运动矢量的数量,求算各方向人群运动矢量的均值,得到各方向的人群运动速率。

[0064] 第五步、地理环境下的群体异常行为检测,具体见附图 5。

[0065] (1) 设定该监控场景中发生群体运动趋势突变和群体运动速率突变异常的阈值；

[0066] (2) 实时监测各方向群体运动趋势概率,若规定该监控场景为单向运动,当反方向

的运动趋势大于 0 时,可判断发生逆向行走异常;

[0067] (3) 若规定监控场景为非单向运动,当某方向的运动趋势概率变化大于设定阈值时,可判断发生运动趋势突变;

[0068] (4) 实时监测各方向的运动速率,当运动速率变化大于设定阈值时,则发生群体运动速率突变异常;

[0069] (5) 实时计算可度量人群运动场的散度空间分布,根据设定的阈值,监测骤聚、骤散异常的发生。

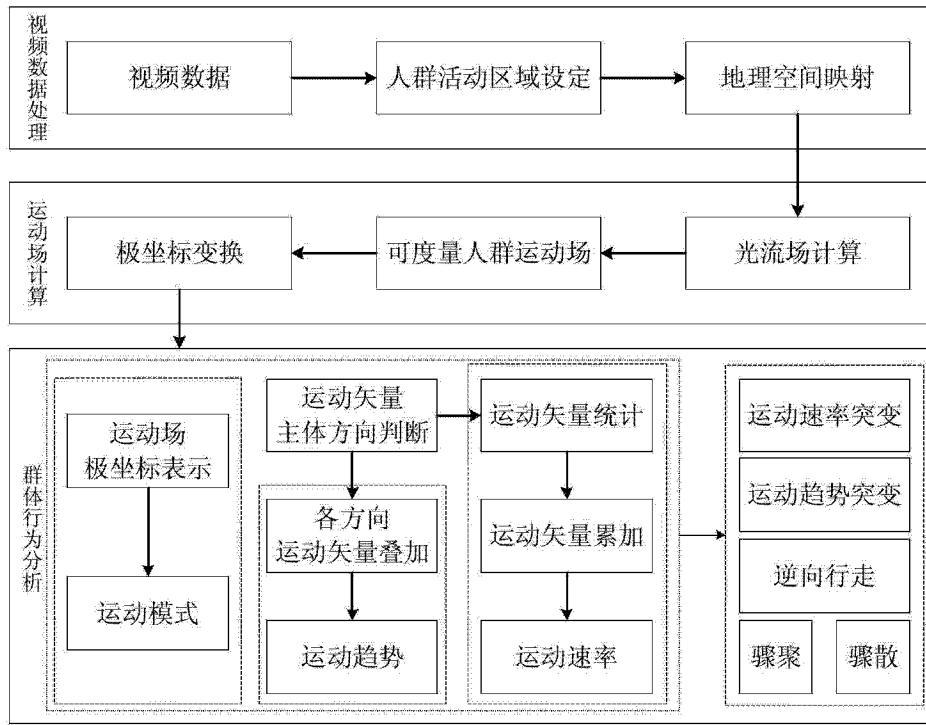


图 1

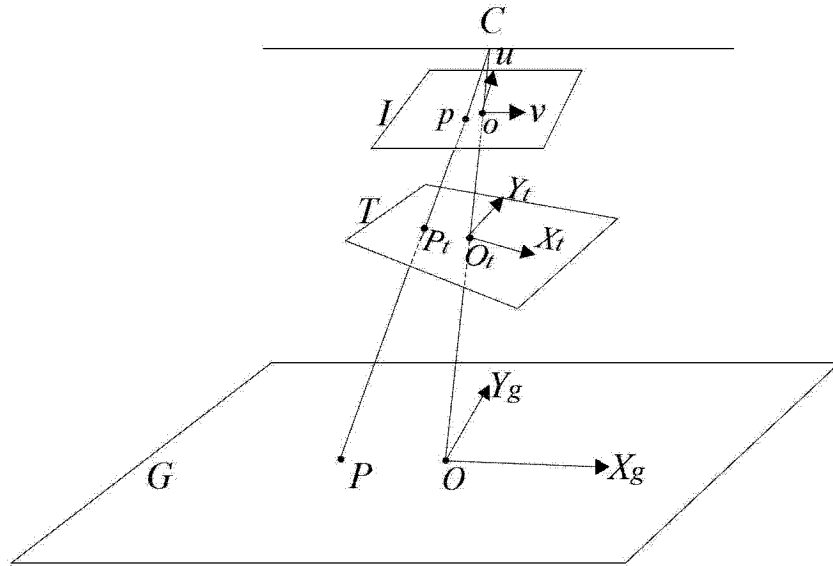


图 2

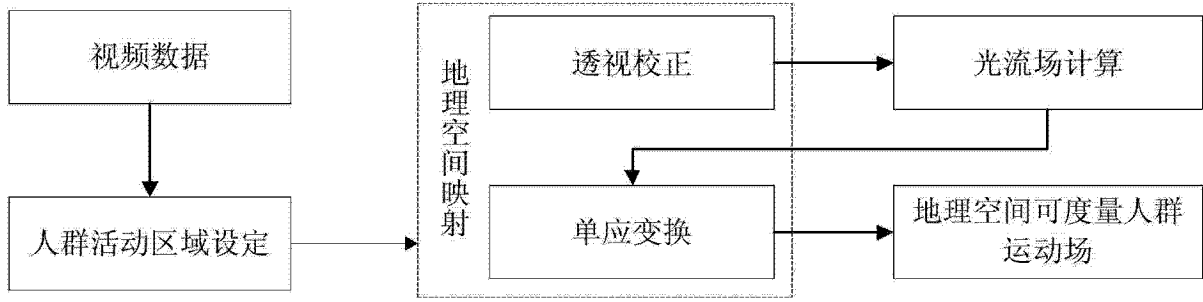


图 3

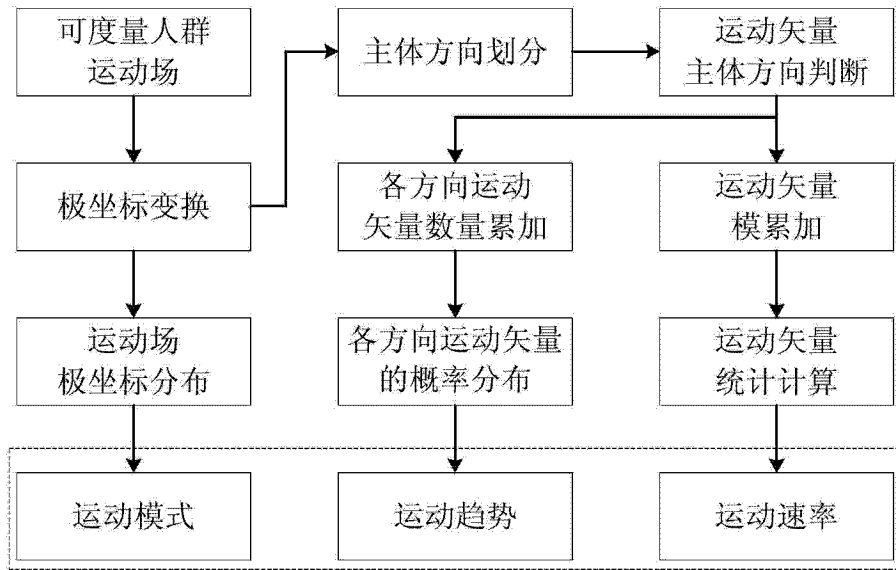


图 4

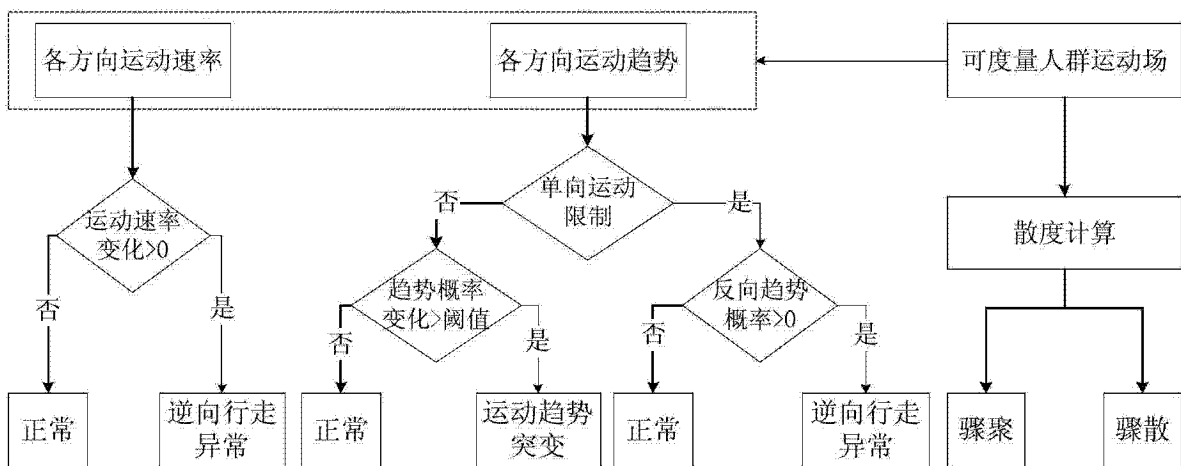


图 5