(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103370730 B
(45)授权公告日 2016.06.01

(21)申请号 201180056585.3
(22)申请日 2011.11.28
(30)优先权数据
PCT/CN2010/001899 2010.11.26 WO
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2013.05.24
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/CN2011/083077 2011.11.28
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2012/069022 EN 2012.05.31
(73)专利权人 汤姆逊许可公司
地址 法国伊西莱穆利诺
(72)发明人 夏志进 滕军 蔡康颖 陈志波
(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
代理人 吕晓章
(51)Int.Cl.
G06T 13/40(2006.01)

审查员 刘天晓

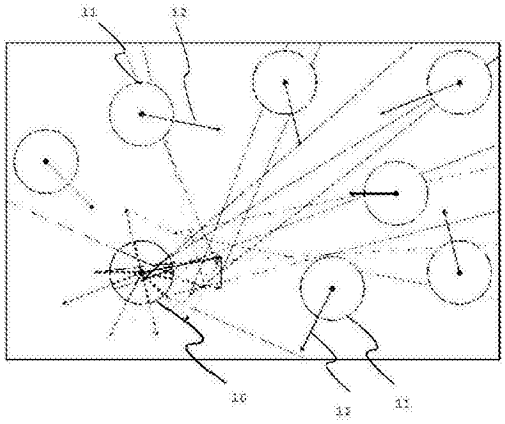
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

基于跟踪信息动画制作人物和人群避免碰撞的方法和设备

(57)摘要

一种确定群体中人物的移动方向或移动速度的方法，包括：从人物所处的地形图中的单元中读取跟踪信息；确定是否需要避免碰撞；以及如果避免碰撞策略是必需的，那么更新当前地形单元中的跟踪信息。



CN 103370730 B

1.一种基于跟踪信息对群体中的人物进行动画制作并避免发生碰撞的方法，所述方法包括以下步骤：

-从该人物所处的地形图中的当前单元中读取跟踪信息；

-确定是否需要避免碰撞；

-如果不需要，根据该人物之前的方向和之前的速度使得该人物向前移动；

-如果需要，搜寻匹配的方向和速度中的至少一项；

-如果找到匹配的方向和/或速度，计算碰撞时间，并比较计算得到的碰撞时间和预定的范围；以及

-如果碰撞时间在预定范围之内，那么根据找到的匹配的方向和/或速度使得人物向前移动；以及

-如果未找到匹配的方向和/或速度，或者如果碰撞时间在预定的范围之外，那么执行避免碰撞策略，并更新地形图中当前单元中的跟踪信息，其中地形图中单元的跟踪信息包括进入该单元的至少一个之前的人物的进入角、新的速度和碰撞时间。

2.如权利要求1所述的方法，其中所述地形图的单元具有直径d，其依据$d<\Delta t*V^{pref}$，其中Δt是模拟时间步长，V^{pref}是给定的人物优选速率。

3.如权利要求1或2所述的方法，其中采用多个人物，并且给定的人物优选速率对于所有人物是相同的。

4.如权利要求1或2所述的方法，其中读取单元的跟踪信息影响进入单元的至少下一个人物的个体行为，而不影响一般的群体行为。

5.如权利要求1或2所述的方法，其中确定是否需要避免碰撞的步骤包括：在人物进入新的单元时搜寻至少与包括该人物的进入角的角度范围匹配的跟踪信息。

6.如权利要求1或2所述的方法，其中单元的跟踪信息至少包括四组数据，每一组与人物的进入方向Ve的范围有关，并且每组数据至少包括新的速度V_{new}和基于该新的速度的碰撞时间TTC。

7.如权利要求1或2所述的方法，其中被存储在地形图中的信息仅仅是中间结果，其用作基于当前情况决定至少下一个人物的速率、速度和方向中的至少一项的指南。

8.一种对人群进行动画制作的方法，包括以下步骤：

-确定群体移动方向；

-当群体移动方向变化时，调整群体内每个人物的速度；以及

-结合群体速度和局部调整来生成每个人物的新的速度，其中使用根据权利要求1的方法生成对每个人物的局部调整。

9.一种基于跟踪信息对群体中的人物进行动画制作并避免发生碰撞的设备，包括：

-存储器(51)，用于存储地形图的单元；

-第一数据读取部件(52)，用于从该人物所处的地形图中的当前单元中读取跟踪信息；

-第一碰撞检测器(53)，用于基于来自第一数据读取部件的跟踪信息确定是否需要避免碰撞以及用于通知确定的结果；

-第一位置计算器(54)，用于在第一计算器通知不需要避免碰撞时根据该人物之前的方向和之前的速度使得该人物向前移动；

-第一处理器(55)，用于在第一计算器通知需要避免碰撞时搜寻匹配的方向和速度中

的至少一项；

-第二处理器(56)，用于基于找到的匹配的方向和/或速度计算碰撞时间TTC；

-比较器(57)，用于比较计算得到的碰撞时间TTC和预定的范围；以及

-第二位置计算器(58)，用于根据找到的匹配的方向和/或速度使得该人物向前移动以及用于在未找到匹配的方向和/或速度时或者在碰撞时间在预定的范围之外时执行避免碰撞策略并更新当前地形单元中的跟踪信息，

其中地形图中单元的跟踪信息包括进入该单元的至少一个之前的人物的进入角、新的速度和碰撞时间。

10.如权利要求9所述的设备，其中单元的跟踪信息至少包括四组数据，每一组与人物的进入方向Ve的范围有关，并且每组数据至少包括新的速度V_{new}和基于该新的速度的碰撞时间TTC。

11.如权利要求9所述的设备，其中所述第一碰撞检测器(53)在确定进入新的单元的人物是否需要避免碰撞时搜寻至少与包括该人物的进入角的角度范围匹配的跟踪信息。

12.如权利要求9所述的设备，其中所述地形图的单元具有直径d，其依据$d<\Delta t*V^{pref}$，其中Δt是模拟时间步长，V^{pref}是给定的人物优选速率。

13.一种对人群进行动画制作的设备，包括处理器，用于：

-确定群体移动方向；

-当群体移动方向变化时，调整群体内每个人物的速度；

-结合群体速度和局部调整来生成每个人物的新的速度，其中使用根据权利要求9的设备生成对每个人物的局部调整。

基于跟踪信息动画制作人物和人群避免碰撞的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种人物动画制作的方法，尤其涉及一种大规模人物群体(也被称作人群)动画制作的方法。

背景技术

[0002] 人群模拟广泛应用于游戏、电影、城市规划和紧急疏散模拟。一群人物或人群是具有相同的目标和相似的行为而聚集在一起的人员/人物的集合。群体行为在我们的日常生活中非常常见，并已经被广泛研究。如果在人群中存在较强的分组行为，那么通过首先将每个群体作为整体规划其路径，然后规划群体内每个人物的行为来对它进行模拟是人们所熟知的。人群模拟的一个最重要的方面是避免碰撞，尤其是在虚拟人物(化身)之间。为了使人物看起来更自然，每个人物应该独立地表现，尤其应该在给定的地形内在其自己的道路上移动。地形用地形图或路线图表示。一个问题是，模拟的复杂度高，这是因为要对群体内每个人物的个体位置和情况进行评估，例如“势场”策略：群体内的每个人物都根据其个体位置和环境移动。在“势场”策略中，每个人物的位置和环境从零开始(from scratch)进行评估以决定下一步。

[0003] 通常情况下，要进行速度调整的复杂计算，例如J.van den Berg、M.Lin、D.Manocha的论文《Reciprocal velocity obstacles for real-time multi-agent navigation》(IEEE International Conference on Robotics and Automation，2008年)中所述。

发明内容

[0004] 根据本发明，将至少与计算出来的新速度有关的信息存储在地形图或路线图的单元内，它至少会影响进入该单元的下一个人物。优选地，路线图影响至少下一个人物的个人行为，而不影响一般的群体行为。与已知的网格搜索技术不同，该信息不与用于路径规划的固定地形障碍物相关。相反，被存储在地形图中的信息仅仅是中间结果，它用作供至少下一个人物基于当前情况做出决定的指南。

[0005] 在一个方面，本发明涉及如何确定网格单元的大小，如何使用它以避免碰撞，如何组织跟踪信息，以及如何判断信息的有效性。

[0006] 在本发明的一个实施例中，一种用于确定群体中某个人物的移动方向和移动速度中的至少一项的设备包括：存储器，用于存储地形图的单元；第一数据读取部件，用于从该人物所处的地形图中的当前单元中读取跟踪信息；第一碰撞检测器，用于基于来自第一数据读取部件的跟踪信息确定是否需要避免碰撞以及用于通知确定结果；第一位置计算器，用于在第一计算器通知不需要避免碰撞时根据人物之前的方向和之前的速度使得人物向前移动；第一处理器，用于在第一计算器通知需要避免碰撞时搜寻匹配的方向和速度中的至少一项；第二处理器，用于基于找到的匹配的方向和/或速度计算碰撞时间；比较器，用于比较计算得到的碰撞时间和预定的范围；以及第二位置计算器，用于根据找到的匹配的方

向和/或速度使得人物向前移动以及用于在未找到匹配的方向和/或速度时或者在碰撞时间位于预定的范围之外时执行避免碰撞策略并更新当前地形单元中的跟踪信息。

[0007] 例如，给定的地形被切割成若干个确定大小的单元。其大小根据各种参数确定，例如典型速度(参见以下)。对于进入某个地形单元的人物，确定进入的方向(例如，北N、东E、南S和西W中的一个，或者北N、东北NE、东E、东南SE等中的一个)，并确定从同一方向进入的之前的人物的方向和/或速度决定。然后可以检查导致该决定的某些先决条件是否仍然有效。

[0008] F.Tecchia和Y.Chrysanthou的论文《Real-time rendering of densely populated urban environments》(Proceedings of the Eurographics Workshop on Rendering Techniques，2000年)中所述的倒易速度障碍物(Reciprocal Velocity Obstacle，RVO)是一项处理避免碰撞的新技术。在两个人物场景的情形中，每个人物在速度平面上都存在表示该人物不应该选择的速度的RVO区域(或范围)，使得可以防止碰撞。如果人物选择RVO区域之外的任何速度，那么可以保证避免与其他人物碰撞。RVO技术还假定每个人物采用相同的避免碰撞的策略。换句话说，人物分担责任并相应地采取行动，以避免任何碰撞。

附图说明

[0009] 下面将参照附图对本发明的示例性实施例进行说明，其中：

[0010] 图1示出了多人物场景的倒易速度障碍物；

[0011] 图2示出了模拟方法的步骤；

[0012] 图3示出了地形网格的一部分；

[0013] 图4示出了网格部分和跟踪信息；以及

[0014] 图5示出了用于确定群体中某个人物的移动方向和移动速度中的至少一项的设备的框图。

具体实施方式

[0015] 图1显示了多人物场景的RVO。在图1中，一个人物10应该选择位于所有相邻人物的RVO的组合之外的速度。相邻的人物11具有单独的运动方向和速率12。然而，在非常拥挤的情况下，这个速度可能不存在。因此，为了让模拟进行下去，我们仍必须为该人物选择一个速度。因此，我们选择“罚(penalty)”最小时的速度。人物i的一个典型的罚函数是：

[0016] $$penalty_i(\mathbf{v}_i') = w_i \frac{1}{tc_i(\mathbf{v}_i')} + \left\| \mathbf{v}_i^{pref} - \mathbf{v}_i' \right\| \qquad (1)$$

[0017] 在等式(1)中，V_i'是新的速度；V_i^{pref}是优选速度(preference velocity)；$tc_i(V_i')$是估计的碰撞时间；w_i是在碰撞时间和速度转向(diversion)之间进行平衡的权重。||...||表示距离。

[0018] 这种技术在实际应用中显示出良好的性能，但计算复杂度是如此之高以至于不可能模拟具有较多数量的人物的人群。对每一个时间步长，对每一个人物，模拟器需要对几百个允许的速度采样，并计算每个速度的罚以找到具有最小罚的速度(下文将这个过程称为

“RVO速度选择”)。因此,如何降低“速度选择”的复杂度对大规模人群进行模拟(尤其对于实时应用)来说是非常重要的。

[0019] 下面,提出一种新颖的速度选择方法。与“RVO速度选择”的过程比较,下述方法显著降低人群模拟的总体复杂度。

[0020] 提出的方法通过使用之前人物的跟踪信息以选择目标人物的新的速度来降低人群模拟的复杂度。首先,将人物行走的平面(例如,2D平面)离散成规则的网格。网格的分辨率由优选速度和模拟时间步长确定。跟踪信息(包括进入角、新的速度和碰撞时间)被存储在网格的每个单元中。当进入一个新的单元时,之后的人物搜寻与其进入角匹配(即,基本上具有相同的进入角)的跟踪信息,然后基于新的速度计算碰撞时间。如果当前人物的碰撞时间与存储在单元中的碰撞时间相当(至少,如果两者相等),那么该人物选择该新的速度而不进行新一轮的RVO类型避免碰撞计算;否则,进行传统的RVO避免碰撞计算,并相应地更新单元中的跟踪信息。

[0021] 图2示出了提出的模拟框架的步骤。下面给出每个步骤的详细说明。

[0022] 在准备阶段20,执行离散化和初始化P0。在模拟之前,将地形离散成若干单元的规则网格(这可以很容易地应用到3D地形表面,但这里为了简单我们使用2D平面)。图3示出了直径为d的地形网格的一部分,这被称为分辨率。网格的分辨率通过下述原则确定:对每个时间步长,人物应该以优选速率走到新的单元。因此,

[0023] $d<\Delta t*V^{pref}$ (2)

[0024] 其中,d是网格单元的对角线(参照图3),Δt是时间步长的长度,V^{pref}是优选速率。在一个实施例中,为简单起见,我们假设它对所有人物都是相同的。

[0025] 图4显示了网格的一部分和跟踪信息。被存储在网格单元中的跟踪信息至少包括四组数据,其中每一组都与人物的进入方向Ve的范围有关。在每个数据组中,包括并呈现新的速度V_{new}和基于该新的速度的碰撞时间(TTC)。

[0026] 在图2中所示的第二阶段中,进行模拟过程。如果需要避免碰撞,那么第一模块P1在搜索步骤22中进行匹配搜寻。也就是说,只要确定21需要避免碰撞策略,我们就搜索22人物占用的单元以确定23是否存在与该人物的进入方向匹配的跟踪信息。如果该跟踪信息不存在,那么执行27常规的避免碰撞策略,这是已知的并且通常是高度复杂的。

[0027] 在下一步骤24中,第二模块P2计算碰撞时间(TTC)。如果人物从跟踪信息取得新的速度,那么该人物仍然可能与他人碰撞。TTC是第一次碰撞发生所花费的时间。如果确定25不会有碰撞发生,那么TTC足够大。该计算得到的TTC应该满足:

[0028] $TTC^{computed}>\max(TTC^{tracing}-k*\Delta t,\Delta t)$ (3)

[0029] 其中$TTC^{tracing}$是被存储在单元中的跟踪信息。或者匹配失败,将执行27常规的避免碰撞策略。常数k表示模拟时间步数,并且应该适当地选择以表示对不匹配的容忍度。它越小,匹配就越严格。在匹配的严格性和匹配成功的可能性之间进行权衡。此外,如果k过大,那么匹配的跟踪信息可能对当前人物起到的指导作用非常小,从而导致较差的、可能使得避免碰撞效果较差的新速度。实际的k值主要取决于模拟时间步长Δt的给定长度,即模拟的时间分辨率。

[0030] 第三模块P3执行27常规的避免碰撞策略。如果在单元中不存在跟踪信息,或者如果可获得的跟踪信息不能很好地匹配,那么执行常规的避免碰撞策略以便为当前人物选择

新的速度。一个建议是使用已知的RVO避免碰撞技术来处理速度选择问题，如在上述参考文献《Reciprocal velocity obstacles for real-time multi-agent navigation》中所述。

[0031] 第四模块P4更新28地形单元中的跟踪信息。每当执行常规的避免碰撞策略时，必须对存储在单元中的相应的跟踪信息进行更新。

[0032] 第五模块P5使得人物向前移动26。基于新的速度，计算出人物的新位置，例如，通过使用牛顿力学(即，根据s＝v*t计算新的位置，s为距离，v为速度，t是时间)。将新的位置存储在地形图或单独的存储器中。

[0033] 在一个实施例中，本发明涉及一种用于确定群体中某个人物的移动方向和移动速度中的至少一项的设备。图5示出了这种设备的框图。用于确定群体中某个人物的移动方向和移动速度中的至少一项的设备包括：存储器51，用于存储地形图的单元；第一数据读取部件52(例如，存储器存取单元)，用于从人物所处的地形图中的当前单元中读取跟踪信息；第一碰撞检测器53，用于基于来自第一数据读取部件的跟踪信息确定是否需要避免碰撞以及用于通知确定结果ca、nca；第一位置计算器54，用于在第一计算器通知不需要避免碰撞nca时根据人物之前的方向和之前的速度使得人物向前移动；第一处理器55，用于在第一计算器通知需要避免碰撞时搜寻匹配的方向dir和速度vel中的至少一项；第二处理器56，用于基于找到的匹配的方向和/或速度计算碰撞时间TTC；比较器57，用于比较计算得到的碰撞时间TTC和预定的范围；以及第二位置计算器58，用于根据找到的匹配的方向和/或速度使得人物向前移动以及用于在未找到匹配的方向和/或速度时或者在碰撞时间位于预定的范围之外时执行避免碰撞策略并更新当前地形单元中的跟踪信息。

[0034] 本发明可以在不同的应用场景中使用。总的来说，本发明的方法通过减少常规避免碰撞策略的次数降低了人群模拟的复杂度。被存储在地形单元中的跟踪信息用来指导具有与之前在该地形单元中的另一人物相似的进入方向的当前人物，使得可以立即使用存储的速度而不进行复杂的计算。

[0035] 该方法基于下述假设：群体中跟随他人的人物将面临与之前人物的情况相似的情况。当两群人物彼此交叉时，这尤其正确。因此，本发明的方法可以用来确定相互干涉的群体(如一个群体越过另一群体的道路，或者一个群体遇到另一群体)中各个人物的运动方向和速度。该方法可用于任何人群模拟(例如，电影中的搏斗场景)、交通模拟、疏散模拟等等，只要上述假设合理。

[0036] 该提出的方法是一种进行大规模人群(几千个或更多的人物)模拟的有效方式。存在控制模拟人群的行为的若干输入参数。一个是d(即网格分辨率指标)，它确定运动的平滑性；另一个是TTC公式中的k，它确定不匹配的容忍度。例如在使用本发明的模拟软件中，这些参数能够是可编程的。本发明产生了在地形网格单元内明显的“跟随”模式，这是由于之后的人物使用来自之前的人物的跟踪信息。也就是说，彼此跟随的人物通常会选择相同的道路，只是考虑了当前情况(例如，移动的障碍)，这与真实的人群行为相似。

[0037] 本发明也可以用于模拟人群，例如通过首先规划每个群体的路径和速度然后调整群体内的每个人物的速度。步骤如下：

[0038] 1.对群体进行全局规划和局部避免碰撞；每个群体被视为单个实体(即确定每个群体的群体前进方向(heading direction))。

[0039] 2.每当群体前进方向变化时，调整群体内每个人物的速度。

[0040] 3.结合群体速度和局部调整以生成每个人物的新的速度。对于跟随他人的人物，不一定需要再次执行完整的计算。取而代之的做法是，将有关计算得到的新位置的信息存储在地形图的单元中。该方法降低了人群模拟的复杂度，可以用于电影或游戏制作，尤其是在对聚集的人物群体(例如，军队)的行为进行模拟时。

[0041] 尽管已经展示、说明并指出被应用于本发明的优选实施例的基本新颖特征，但应该理解的是，本领域的技术人员可以在不脱离本发明的精神的情况下对所述的装置和方法、对公开的设备的形式和细节及其操作做出各种省略、替代和改变。这里的意图明确地在于，以本质上相同的方式执行本质上相同的功能实现相同的结果的那些元素的所有组合都在本发明的范围之内。将一个所述实施例中的元素替换为其它元素也被充分预期和考虑。

[0042] 应该理解的是，这里单纯通过示例的方式对本发明进行了说明，在不脱离本发明的范围的情况下，可以对细节进行修改。

[0043] 说明书、(若适用时的)权利要求和附图中公开的每个特征都可以独立地或者以任何适当的组合提供。

[0044] 权利要求中出现的参考标号仅用作示例方式，对权利要求的范围不具有任何限制作用。

[0045] 参考文献

[0046] Reciprocal velocity obstacles for real-time multi-agent navigation, J.van den Berg,M.Lin,D.Manocha,IEEE International Conference on Robotics and Automation,2008年

[0047] Real-time rendering of densely populated urban environments, F.Tecchia,Y.Chrysanthou,Proceedings of the Eurographics Workshop on Rendering Techniques,2000年。

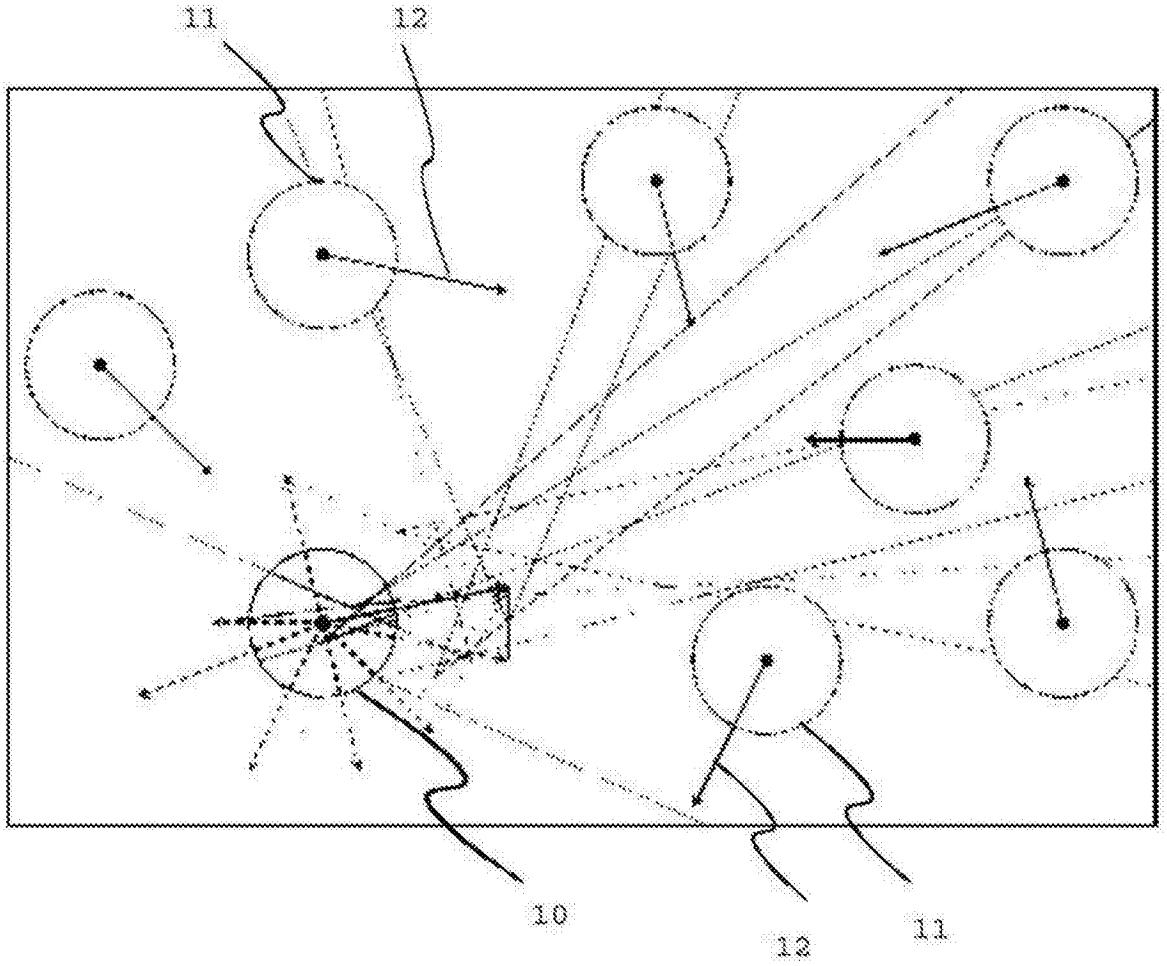


图1

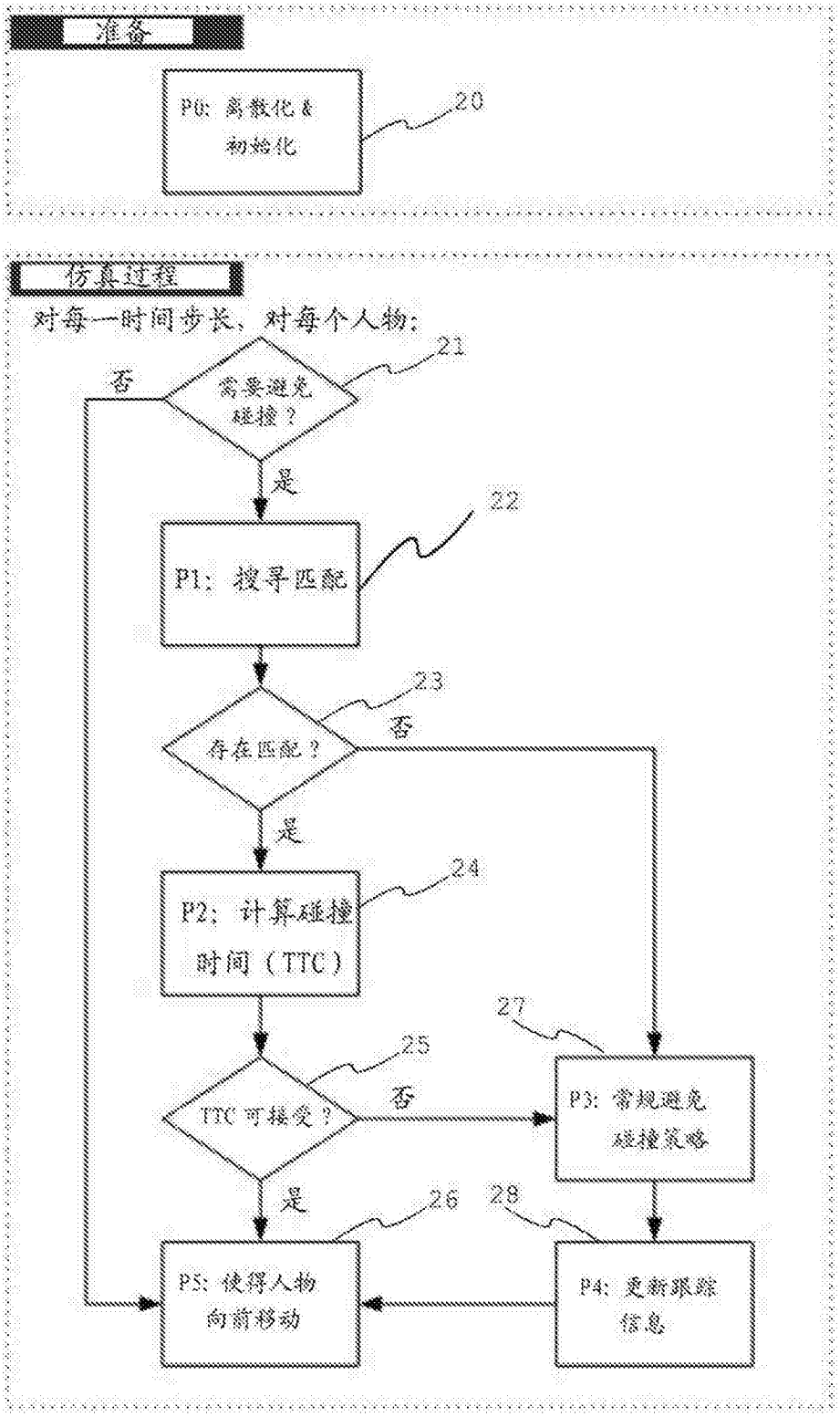

准备
P0: 离散化&
初始化
20
仿真过程
对每一时间步长、对每个人物:
需要避免
碰撞?
21
否
是
P1: 搜寻匹配
22
存在匹配?
23
否
是
P2: 计算碰撞
时间(TTC)
24
TTC可接受?
25
否
是
P3: 常规避免
碰撞策略
27
P4: 更新跟踪
信息
28
P5: 使得人物
向前移动
26

图2

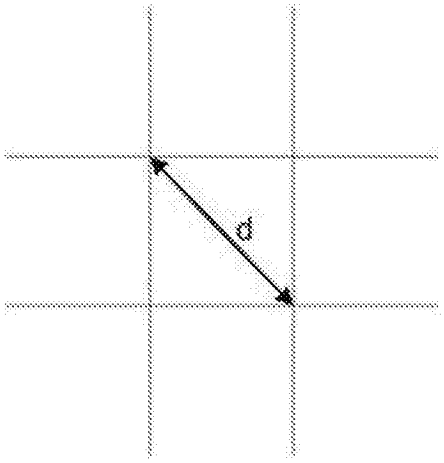


图3

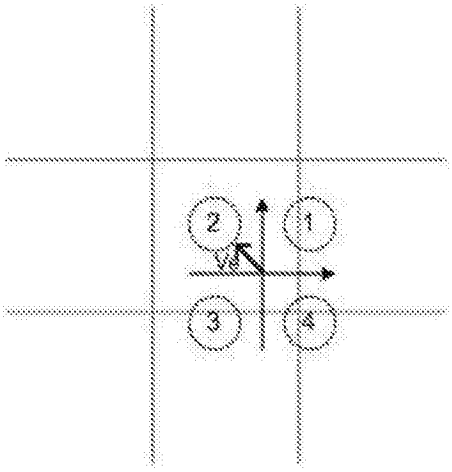


图4

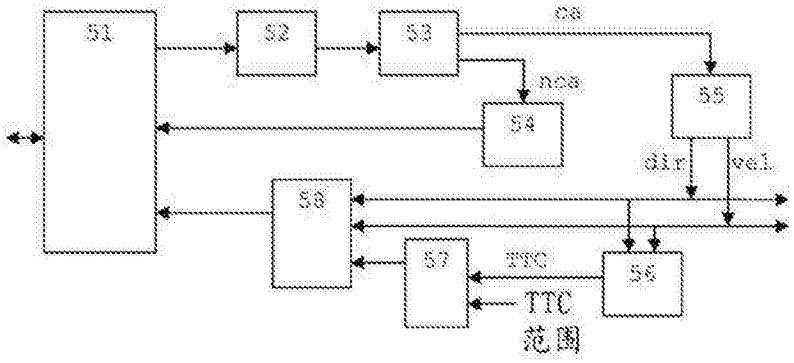


图5