

1. 一种用于在多个视频流中索引和查找感兴趣对象的方法,包括:

存储多个图像帧和与多个视频对象相对应的分析数据,其中所述多个视频对象中的每个视频对象可通过显示所述多个图像帧中包括那个视频对象的图像帧来显示;

接收对可显示在所述多个图像帧的指定图像帧中的第一视频对象的选择;

搜索所述分析数据以获取与所述第一视频对象最相匹配的视频对象以便标识第一图像帧集,其中所述第一图像帧集中的每个图像帧都包括至少一个与所述第一视频对象最相匹配的视频对象;

显示所述第一图像帧集的至少一部分;

接收对在所述第一图像帧集的所显示部分的图像帧中显示的第二视频对象的选择;

搜索所述分析数据以获得与所述第二视频对象最相匹配的视频对象以便标识第二图像帧集,其中所述第二图像帧集中的每个图像帧都包括至少一个与所述第二视频对象最相匹配的视频对象;

显示所述第二图像帧集的至少一部分;

创建标识与所述第一视频对象最相匹配的所述视频对象的第一列表;以及

以基于所述第一列表中的每个视频对象与所述第一视频对象的匹配程度的次序来对所述第一列表进行排序,以使所述第一列表标识与所述第一视频对象最相匹配的所述视频对象。

2. 根据权利要求1所述的方法,

其中与所述第一视频对象最相匹配的所述视频对象是第一数量的视频对象,所述第一数量小于或等于所述多个视频对象的预定百分比,以及

其中与所述第二视频对象最相匹配的所述视频对象是第二数量的视频对象,所述第二数量小于或等于所述多个视频对象的预定百分比。

3. 根据权利要求1所述的方法,

其中与所述第一视频对象最相匹配的所述视频对象是第一数量的视频对象,所述第一数量小于或等于视频对象的预定数量,以及

其中与所述第二视频对象最相匹配的所述视频对象是第二数量的视频对象,所述第二数量小于或等于视频对象的所述预定数量。

4. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

(i) 接收对在另一指定图像帧中显示的另一视频对象的选择;

(ii) 搜索所述分析数据以获得与该另一视频对象最相匹配的视频对象以便标识另一图像帧集,其中该另一图像帧集中的每个图像帧都包括至少一个与该另一视频对象最相匹配的视频对象;以及

(iii) 显示该另一图像帧集的至少一部分。

5. 根据权利要求4所述的方法,还包括:

至少再重复一次所述步骤(i)、(ii)和(iii)。

6. 根据权利要求5所述的方法,

其中所述多个图像帧是由多个摄像机捕获的,所述多个摄像机至少包括第一摄像机和第二摄像机,

其中所述指定图像帧是由所述第一摄像机捕获的,

其中所排序的第一列表标识由所述第一摄像机捕获的图像帧内的视频对象和由所述第二摄像机捕获的图像帧内的视频对象，

其中显示所述第一图像帧集的至少一部分包括 (i) 在图形用户界面的第一视频显示窗口显示所述指定图像帧，以及 (ii) 在所述图形用户界面的第二视频显示窗口显示在所排序的第一列表中标识的且由所述第二摄像机捕获的图像帧。

7. 根据权利要求 1 所述的方法，

其中所述多个图像帧是由多个摄像机捕获的，所述多个摄像机至少包括第一摄像机和第二摄像机，

其中所述指定图像帧是由所述第一摄像机捕获的，以及

其中显示所述第一图像帧集的至少一部分包括经由图形用户界面的第一视频显示窗口显示所述指定图像帧，以及经由所述图形用户界面的第二视频显示窗口显示由所述第二摄像机捕获的图像帧。

8. 一种用于在多个视频流中索引和查找感兴趣对象的设备，包括：

用于存储多个图像帧和与多个视频对象相对应的分析数据的装置，其中多个视频对象中的每个视频对象可通过显示所述多个图像帧中包括那个视频对象的图像帧进行显示；

用于接收对可显示在所述多个图像帧的指定图像帧中的第一视频对象的选择的装置；

用于搜索所述分析数据以获取与所述第一视频对象最相匹配的视频对象以便标识第一图像帧集的装置，其中所述第一图像帧集中的每个图像帧都包括至少一个与所述第一视频对象最相匹配的视频对象；

用于显示所述第一图像帧集的至少一部分的装置；

用于接收对在所述第一图像帧集的所显示部分的至少一个帧中显示的第二视频对象的选择的装置；

用于搜索所述分析数据以获取与所述第二视频对象最相匹配的视频对象以便标识第二图像帧集的装置，其中所述第二图像帧集中的每个图像帧都包括至少一个与所述第二视频对象最相匹配的视频对象；以及

用于显示所述第二图像帧集的至少一部分的装置；

用于创建标识与所述第一视频对象最相匹配的所述视频对象的第一列表的装置；以及

用于以基于所述第一列表中的每个视频对象与所述第一视频对象的匹配程度的次序来对所述第一列表进行排序，以使所述第一列表标识与所述第一视频对象最相匹配的所述视频对象的装置。

9. 一种用于在多个视频流中索引和查找感兴趣对象的方法，包括：

存储多个图像帧和与多个视频对象相对应的分析数据；

显示图像帧并接收对在所述多个图像帧的指定图像帧中显示的视频对象的选择；

搜索所述分析数据的子集，以便标识与所选择视频对象最相匹配的多个视频对象并创建第一列表，其中所述第一列表标识与所选择视频对象最相匹配的多个视频对象；

对于所述第一列表中所标识的每个视频对象，搜索所述分析数据以便标识多个视频对象中与在所述第一列表中所标识的视频对象最相匹配的视频对象；

对于与所述第一列表中所标识的视频对象最相匹配的每个所标识视频对象，对被标识

为与所述第一列表中所标识的视频对象最相匹配的视频对象的那个视频对象出现次数进行计数；

创建第二列表,其中所述第二列表指示与所述第一列表中所标识的视频对象最相匹配的每个所标识视频对象出现的计数数目;以及使用所述第二列表标识所述多个图像帧中要显示的图像帧集。

用于在多个视频流中索引和查找感兴趣对象的方法和系统

[0001] 相关申请

[0002] 本申请是申请号为 11/680,347、申请日为 2007 年 2 月 28 日、名称为“Video Data Matching Using Clustering on Covariance Appearance”的美国专利申请的部分继续申请。本申请要求了申请号为 11/680,347 的美国专利申请的优先权,并将申请号为 11/680,347 的美国专利申请全部引入以供参考。

[0003] 政府权利

[0004] 本发明是根据国土安全部高级研究规划署 (Homeland Security Advanced Research Project Agency, HSARPA) 计划在政府支持下作出的,合同编号为 N001405C0119,其是由海军研究办公室发起的。美国政府对本发明具有一定权利。

技术领域

[0005] 本发明涉及视频数据的分析,具体而言涉及在由多个摄像机捕获的视频流中搜索感兴趣对象。

背景技术

[0006] 随着视频安全系统正取得的发展,视频安全系统正被安装在诸如机场、赌场、医院、学校以及大型购物中心之类的大量场所中。这些附加的视频安全系统的一个效果是需被监视和 / 或分析的图像帧的数目增加了。幸运地,视频分析系统当前可用来辅助用户监视和 / 或分析图像帧。

[0007] 一方面,当前的视频分析系统可操作用于允许用户查看由多个摄像机捕获的图像帧,以便 (i) 定位在至少一个图像帧中显示的感兴趣对象,以及 (ii) 确定感兴趣对象是否在较早或较迟的时刻出现在任何其他图像帧中。尽管如此,当利用一个摄像机捕获图像帧时,查看图像帧以定位感兴趣对象的过程可能是非常费时的,而当利用多个摄像机捕获图像帧时可能就更加耗时了。

[0008] 另一方面,当前的视频分析系统可操作用于显示加在图像帧上的分析数据,或者显示分析数据和与该分析数据相对应的图像帧。这样的视频分析系统可以接收来自多个摄像机的图像帧。然而,这些当前的视频分析系统仍需要操作员监视来自所有摄像机的全部图像帧。

[0009] 又一方面,当前的视频分析系统可以根据运动检定来实行分析,从而系统仅能显示或记录其中的视频对象正在运动的图像帧。在这些系统可能减少了用户必须监视的图像帧数目时,他们无法发现由不同摄像机捕获的对象,或者由相同的摄像机捕获的出现在不同图像帧中的对象。

发明内容

[0010] 本发明提供了一种新颖的方法、计算机可读媒体和系统,用于搜索与图像帧中显示的视频对象相对应的分析数据,以及用于显示包括视频对象的图像帧和 / 或与包括视频

对象的图像帧进行交互,其中所述视频对象是在对分析数据进行搜索期间予以标识的。种子搜索是在分析数据的子集上实行的,以便标识与所选择视频对象最相匹配的视频对象,对分析数据的穷举搜索是在所有分析数据上实行的,以便标识与所选择视频对象和/或在种子搜索期间所标识的视频对象最相匹配的视频对象。在穷举搜索期间所标识的多个(例如预定百分比)图像帧可以显示在图形用户界面中。

[0011] 一方面,本发明的示例性实施例可以采取下述的方法,所述方法包括:(i) 存储多个图像帧和与多个视频对象相对应的分析数据,其中多个视频对象的每个视频对象可以通过显示多个图像帧中包括那个视频对象的图像帧进行显示,(ii) 接收对在多个图像帧的指定图像帧中显示的视频对象的选择,(iii) 检索分析数据的子集,以便标识与所选择视频对象最相匹配的多个视频对象并创建第一列表,其中第一列表标识与所选择视频对象最相匹配的视频对象的号,(iv) 对于在第一列表中所标识的每个视频对象,搜索分析数据,以便标识多个视频对象中与在第一列表中所标识的视频对象最相匹配的视频对象,(v) 对于与在第一列表中所标识的视频对象最相匹配的每个被标识的视频对象,对被标识为与第一列表中所标识的视频对象最相匹配的视频对象的那个视频对象出现次数进行计数,(vi) 创建第二列表,其中第二列表指示与第一列表中所标识的视频对象最相匹配的每个所标识视频对象出现的计数数目,以及(vii) 使用第二列表标识多个图像帧中要显示的图像帧集。一种计算机可读媒体,可以包括可由处理器执行以实行此方法的程序指令。

[0012] 另一方面,本发明的示例性实施例可以采用下述的方法,所述方法包括:(i) 存储多个图像帧和与多个视频对象相对应的分析数据,其中多个视频对象中的每个视频对象可以通过显示多个图像帧中包括那个视频对象的图像帧进行显示,(ii) 接收对在多个图像帧的指定图像帧中显示的第一视频对象的选择,(iii) 搜索分析数据以获取与第一视频对象最相匹配的视频对象,以便标识第一图像帧集,其中第一图像帧集中的每个图像帧包括至少一个与第一视频对象最相匹配的视频对象,(iv) 显示第一图像帧集的至少一部分,(v) 接收对在第一图像帧集的所显示部分的至少一个帧中显示的第二视频对象的选择,(vi) 搜索分析数据以获取与第二视频对象最相匹配的视频对象,以便标识第二图像帧集,其中第二图像帧集中的每个图像帧包括至少一个与第二视频对象最相匹配的视频对象,以及(vii) 显示第二图像帧集的至少一部分。一种计算机可读媒体,可以包括可由处理器执行以实行此方法的程序指令。

[0013] 又一方面,本发明的示例性实施例可以采取下述的系统,所述系统包括:(i) 处理器,(ii) 用于存储下述内容的数据存储:(a) 多个图像帧,(b) 与多个视频对象相对应的分析数据,以及(c) 可由处理器执行的程序指令;以及(iii) 用户接口,用于显示图像帧并接收对在多个图像帧的指定图像帧中显示的视频对象的选择。多个视频对象可通过经由用户接口显示多个图像帧来显示。程序指令包括促使处理器如下执行的指令:(i) 检索分析数据的子集,以便标识与所选择视频对象最相匹配的多个视频对象并创建第一列表,其中第一列表标识与所选择视频对象最相匹配的视频对象的号,(ii) 对于在第一列表中所标识的每个视频对象,搜索分析数据以便标识多个视频对象中与第一列表中所标识的视频对象最相匹配的视频对象,(iii) 对于与第一列表中所标识的视频对象最相匹配的每个所标识视频对象,对被标识为与在第一列表中标识的视频对象最相匹配的视频对象的那个视频对象出现次数进行计数,(iv) 创建第二列表,其中第二列表指示与第一列表中所标识的视频对

象最相匹配的每个所标识视频对象出现的计数数目,以及(v)使用第二列表标识多个图像帧中要显示的图像帧集。

[0014] 对本领域的普通技术人来说,通过阅读以下的详细说明,并结合附图,这些以及其他方面和优点将变得显而易见。另外,应当清楚的是:在该概要中与其他处所描述的实施例仅是示例性的,并非意在限制本发明的范围。

附图说明

[0015] 在此将参考附图描述本发明的示例性实施例,在所述附图中:

[0016] 图 1 是可以实行本发明的示例性实施例的系统的方框图;

[0017] 图 2 图示了根据本发明一个示例性实施例的可以保存在数据存储设备中的示例性数据;

[0018] 图 3、4 和 5 的每一个描绘了根据本发明一个示例性实施例的用于显示各种图像帧和视频对象的图形用户界面;

[0019] 图 6 是用于描绘根据本发明一个示例性实施例的可被实行的功能集的流程图;

[0020] 图 7 是用于描绘根据本发明一个示例性实施例的可被实行的另一功能集的流程图;

[0021] 图 8 图示了根据协方差外观使用聚类在视频数据中序列匹配的过程的示例实施例;

[0022] 图 9 图示了与根据协方差外观使用聚类在视频数据中序列匹配结合使用的协方差矩阵的示例实施例。

[0023] 图 10 图示了根据协方差外观使用聚类在视频数据中序列匹配的过程的另一示例实施例;以及

[0024] 图 11 图示了计算机系统的示例实施例,在所述计算机系统中可以允许本公开内容的一个或多个实施例。

[0025] 在附图中示出了附图标记以标识附图中的各种元素。具有同样附图标记的附图元素基本上是同样的或同样元素。

具体实施方式

[0026] 1. 综述

[0027] 本发明针对一种新颖的方法、计算机可读媒体和系统,其用于搜索与图像帧中可显示的视频对象相对应的分析数据,以及用于显示包括视频对象的图像帧和/或与包括视频对象的图像帧进行交互,其中所述视频对象是在对分析数据进行搜索期间标识的。

[0028] 每个视频对象被包括在仅一个帧中。在这点上,每个视频对象都是唯一的。然而,多个图像帧可以包括表示在该图像帧上所捕获的特定对象的视频对象,并且多个图像帧可能由一个或多个摄像机捕获。在图像帧上所捕获的特定对象可以包括一个人、一组人、由一个人或一组人携带的物品、动物、车辆或可能在图像帧上所捕获的其他任意对象(例如图像帧内的任何对象)。针对在视频对象被捕获的时刻其被检定为运动的视频对象,可以确定分析数据。当正在显示包括那个视频对象的图像帧时,用户可以选择用户感兴趣的任何视频对象。

[0029] “种子搜索 (seed search)” (也就是对分析数据子集的搜索) 可以被实行, 以标识与所选择视频对象最相匹配的视频对象。与所选择视频对象最相匹配的经标识的视频对象可能包括所选择的视频对象。分析数据的子集可以包括这样的分析数据, 其数据具有较高的概率与和所选择视频对象最匹配的视频对象相对应。

[0030] 对于在种子搜索期间标识的每一个视频对象, 可以实行“穷举搜索 (complete search)” (也就是对整个分析数据集的搜索), 以便标识与在种子搜索期间所标识的视频对象最相匹配的视频对象。尔后, 包含在穷举搜索期间所标识的视频对象的图像帧可以在显示设备上显示。

[0031] 在施行种子搜索和穷举搜索之后, 用户可以查看在其中出现所选择视频对象的图像帧和 / 或在其中出现被标识为与所选择视频对象最相匹配的多个视频对象之一的视频对象的图像帧, 而无需查看在其中未出现所选择视频对象或被标识为与所选择视频对象最相匹配的视频对象的图像帧。这样, 用户就无须浪费时间查看用户不感兴趣的图像帧。

[0032] 另外, 当查看包含在种子搜索和 / 或穷举搜索期间发现的视频对象的图像帧时, 用户可以选择显示在所查看图像帧中的另一视频对象。其他视频对象可以包括与先前选择的视频对象交互的对象。尔后, 系统可以执行对其他视频对象的种子搜索, 以便检定 (detect) 与其他视频对象最相匹配的视频对象, 然后执行对与所检定视频对象最相匹配的视频对象的一个或多个穷举搜索, 其中所检定视频对象与其他视频对象最相匹配。包含与其他视频对象最相匹配的一个和 / 或多个其他视频对象的图像帧可以在显示设备上予以显示。

[0033] 2. 示例性体系结构

[0034] 图 1 是被安排成用以实行本发明的系统 150 的方框图。然而, 应当理解, 在此所描述的这种及其他安排仅是用于举例的目的。因此, 本领域的普通技术人员将认识到: 作为替代可以使用其他安排和其他元素 (例如机器、界面、功能、次序、功能集等), 并且一些元素完全可以省去。此外, 在此所描述的元素中的一些元素是功能实体, 其可以被实现为离散的或分布式的组件或者以任何适当的组合和位置与其他组件结合, 以及被实现为硬件、固件和 / 或软件的任何适当的组合。

[0035] 如图 1 所示, 系统 150 包括处理器 152、数据存储 154、视频输入接口 156、选择设备接口 158 以及视频输出接口 160, 所有都经由系统总线、网络或其他连接机构 162 链接在一起。系统 150 还包括 (i) 包括选择设备 166 和显示器 168 的用户接口 164, (ii) 第一摄像机 170, (iii) 第二摄像机 172, (iv) 第三摄像机 174, 以及 (v) 第四摄像机 176。可替换地, 系统 150 还可以包含大于或小于四部摄像机的多部摄像机。

[0036] 摄像机 170、172、174、176 均可以包括任何类型的摄像机, 所述摄像机用于捕获多个图像帧, 并将多个图像帧提供给视频输入接口 156。每一个图像帧包括表示影像的数据。摄像机 170、172、174、176 可以以给定帧率捕获图像帧, 诸如每秒 30 帧, 或以大于或小于每秒 30 帧的帧率。

[0037] 摄像机 170、172、174、176 可以定位在任何不同的位置。摄像机 170、172、174、176 可以定位在户内或户外。举例来说, 摄像机 170、172 可以定位在户内 (例如医院内), 摄像机 174、176 可以定位在户外 (例如医院的停车场)。举另一例子, 摄像机 170、172、174、176 可以定位在学校、监狱、机场或公园。摄像机 170、172、174、176 的其他示例性位置也是可能

的。

[0038] 两个或更多的摄像机 170、172、174、176 可以捕获公共覆盖区域（即重叠覆盖区域）的图像帧。捕获公共覆盖区域图像帧的摄像机可以被认为是重叠照相机。可替换地或附加地，两个或更多摄像机 170、172、174、176 可以捕获不同的覆盖区域（即非重叠覆盖区域）中的图像帧。捕获不同的覆盖区域的图像帧的摄像机可以被认为是非重叠的照相机。

[0039] 视频输入接口 156 可以包括接收由摄像机 170、172、174、176 捕获的图像帧的输入端，以及将所接收图像帧提供给系统总线 162 以便依次传输到数据存储 154、处理器 152 和 / 或视频输出接口 160 的输出端。在视频输入接口 156 接收的图像帧可以被传输到 (i) 数据存储 154，以便存储和保持所存储的图像帧；(ii) 处理器 152，以使处理器 152 可以分析所接收的帧并创建关于所接收图像帧的分析数据；和 / 或 (iii) 视频输出接口 160，以便可以在显示器 168 上查看图像帧。

[0040] 视频输入接口 156 可以包括经由有线总线 178 连接一个或多个摄像机 170、172、174、176 的有线接口，诸如根据由 USB 制定者论坛公司 (USB Implementers Forum, Inc) 制定的 USB 规范 2.0 设置的通用串行总线 (Universal Serial Bus, USB)。可替换地，或附加地，视频输入接口 156 可以包括经由空气接口与一个或多个摄像机 170、172、174、176 进行通信的无线接口，所述空气接口诸如以 2.4GHz 频率信号载送图像帧的空气接口。

[0041] 视频输出接口 160 接收来自数据存储 154、处理器 152 和 / 或视频输入接口 156 的图像帧，并经由视频电缆 180 将所接收图像帧传输到显示器 168。在视频电缆 180 上所传输的图像帧可以包括 RGB 视频信号（也就是红色信号、绿色信号和蓝色信号）、S- 视频信号、数字视频信号或其他类型的视频信号。可替换地，视频输出接口 160 可以经由空气接口将图像帧传输到显示器 168。

[0042] 处理器 152 可以包括一个或多个通用处理器（例如 INTEL 微处理器）和 / 或一个或多个专用处理器（例如，数字信号处理器、图形处理单元 (graphic processing units, GPU)，或单元处理器 (cell processor)）。处理器 152 可以执行计算机可读程序指令 182，诸如可执行以实行在本说明书中所描述的任何功能或任何功能组合的程序指令。

[0043] 举例来说，处理器 152 可以执行用于促使数据存储 154 在数据存储 154 的特定数据地址存储在视频输入接口 156 接收的图像帧的程序指令。

[0044] 作为另一实例，处理器 152 可以执行用于在所接收图像帧的图像帧中检定一个或多个视频对象的程序指令。在捕获到包括视频对象的图像帧的时候，处理器 152 可以通过检测视频对象运动的方式来检定每一个视频对象，或者通过本领域普通技术人员已知的方式。

[0045] 作为又一实例，处理器 152 可以执行用于分析每个视频对象的程序指令，以便生成与每个视频对象对应的分析数据，并促使数据存储 154 存储分析数据。

[0046] 作为又一实例，处理器 152 可以执行用于促使在显示器 168 上显示图形用户界面 (graphical user interface, GUI) 的程序指令。下面将相对于附图 4、5 和 6 来描述关于 GUI 的细节。可由处理器 152 执行的程序指令的其他实例也是可能的。

[0047] 数据存储 154 包括计算机可读媒体。计算机可读媒体可以包括易失性和 / 或非易失性存储组件，诸如光、磁、有机或其他存储器或盘存储，其可以整体地或部分地与处理器 152 集成。可替换地，整个计算机可读媒体可以远离于处理器 152，并且经由系统总线 162

耦合至处理器 152。

[0048] 数据存储 154 可以存储各种类型的数据。例如,数据存储 154 可以存储可由处理器 152 执行的程序指令。作为另一实例,数据存储 154 可以存储多个图像帧 184 和与包含在多个图像帧 184 中的视频对象相对应的分析数据 186。多个图像帧 184 可以包括表示多个图像帧的数字数据。表示多个图像帧的数字数据可以被设置为媒体文件、格式或压缩的任一种类型。可存储在数据存储 154 中的数据的其他实例也是可能的。

[0049] 图 2 描绘了可连同在本说明书中描述的其他数据一起存储在数据存储 154 中的示例性数据集 200。如图 2 所示,数据集 200 包含与由摄像机 (video camera, VC) 170 捕获的图像帧 (video frames, VF) 相对应的第一数据子集 202,与由摄像机 172 捕获的图像帧相对应的第二数据子集 204,与由摄像机 174 捕获的图像帧相对应的第三数据子集 206,和与由摄像机 176 捕获的图像帧相对应的第四数据子集 208。与由指定摄像机捕获的图像帧相对应的数据可以包括由指定摄像机捕获的图像帧的标识器。多个图像帧 184 可以包括在图 2 中所标识的图像帧。

[0050] 为图 2 的简单起见,数据子集 202、204、206、208 被显示成包括与十六 (16) 个图像帧相对应的数据。然而,在实行本发明的过程中,对多个摄像机 (例如摄像机 170、172、174、176) 的每一个而言,数据存储 154 都可以包含与任何数量的图像帧相对应的数据。例如,对摄像机 172 而言,数据存储 154 可以包含与由每一个摄像机 170、172、174、176 捕获的一万 (10,000) 个图像帧相对应的数据。与每个摄像机的一万 (10,000) 个图像帧相对应的数据可以包括一万 (10,000) 个图像帧。

[0051] 另外,尽管图 2 描绘了摄像机 170、172、174、176 均捕获同样数量的图像帧 (即十六个图像帧),但可替换地,两个或更多的摄像机 170、172、174、176 可以捕获与由 (一个或者多个) 其他摄像机捕获的图像帧数量不相同数量的图像帧。

[0052] 由摄像机捕获的每个图像帧都可以被分配以唯一的图像帧号码。如图 2 所示,由摄像机 170 捕获的图像帧被分配以 1,000 到 1,015 范围内整数的图像帧号。为了说明的目的,每个捕获的图像帧都被分配以比分配给先前捕获的图像帧的图像帧号更大的图像帧号。可替换地,或者附加地,分配给图像帧的图像帧号可以包括指示每个图像帧是何时捕获的时间戳。

[0053] 在数据集 200 中所标识每个图像帧都包括至少一个视频对象。每个视频对象可以被分配以唯一的视频对象号。例如,图像帧 1,000 包括一个视频对象,即 1 号视频对象。作为另一实例,图像帧 1,006 包括七个视频对象,即 9 号、10 号、11 号、31 号、32 号、33 号、34 号视频对象。尽管在数据集 200 中所标识的每个图像帧都包括至少一个视频对象,但可替换地,可存储在数据存储 154 中的一个或多个另外的图像帧也可以不包括任何视频对象。

[0054] 返回到图 1,选择设备 166 可以包括可用于选择各种项的任何类型的选择设备。例如,选择设备 166 可以包括计算机鼠标,所述计算机鼠标 (i) 经由根据电子工业协会 (Electronic Industries Alliance, EIA) RS-232 标准或根据 USB 2.0 标准设置的串行电缆连接到选择设备接口 158,或 (ii) 经由空气接口接口到选择设备接口 158。

[0055] 选择设备接口 158 提供到选择设备 166 的接口,并提供用于传输表示经由选择设备 166 所输入的选择的信号到处理器 152 中的装置。举例来说,选择设备接口 158 可以包括:(i) 连接到系统总线 162 的网络接口卡,和 (ii) 用于接收选择设备 166 的串行电缆的

连接器。

[0056] 显示器 168 可以包括任何类型的显示器。例如,显示器 168 可以包括阴极射线管(cathode ray tube,CRT)显示器、液晶显示(liquid crystal display,LCD)显示器,等离子平板显示器和 / 或诸如手持设备或膝上型计算机之类的便携式设备的显示器。显示器 168 的其他实例也是可能的。

[0057] 在可替换实施例中,选择设备 166 可以至少部分与显示器 168 相集成。举例来说,选择设备 166 和显示器 168 可以被设置为触摸屏显示器,诸如电阻触摸屏显示器或电容触摸屏显示器。触摸屏显示器的其他实例也是可能的。

[0058] 接下来,图 3、4 和 5 描绘了具有四个视频显示窗口的示例性图形用户界面(graphical user interface, GUI) 400,所述四个视频显示窗口分别是视频显示窗口 402、404、406、408。GUI 400 可以在显示器 168 上显示。GUI 400 可以具有大于或小于四个视频显示窗口的多个视频显示窗口。图 3、4 和 5 还描绘了 GUI 控制 410、412、414、416、418、420、422、424、426、428、430、432、434、436、438、440、442。关于 GUI 控制的细节描述如下。

[0059] 一方面,视频显示窗口 402、404、406、408 均可以显示由单独的摄像机捕获的图像帧。例如,视频显示窗口 402 可以显示由摄像机 170 捕获的图像帧,视频显示窗口 404 可以显示由摄像机 172 捕获的图像帧,视频显示窗口 406 可以显示由摄像机 174 捕获的图像帧,以及视频显示窗口 408 可以显示由摄像机 176 捕获的图像帧。

[0060] 另一方面,视频显示窗口 402、404、406、408 中的两个或更多个可以显示由单个摄像机捕获的图像帧。例如,视频显示窗口 402、404 均可以显示由摄像机 170 捕获的图像帧。在这点上,在视频显示窗口 402 中显示的图像帧可以包括由摄像机 170 在第一时间或在第一时段期间捕获的图像帧,在视频显示窗口 404 显示的图像帧可以包括由摄像机 170 在第二时间或在第二时段期间捕获的图像帧。在有些情况下,视频显示窗口 402、404 可以显示相同的图像帧。

[0061] 在图 3、4 和 5 中,包含于图像帧中的视频对象可以利用矩形予以标识,而包含于图像帧中的所选择视频对象是利用椭圆予以标识的,诸如在图 3 中所示出的椭圆 450。具体而言,由实线矩形标识的视频对象表明该视频对象已经被标识为与所选择视频对象最相匹配的视频对象,而由虚线矩形标识的视频对象表明该视频对象尚未被标识为与所选择视频对象最相匹配的视频对象。

[0062] 矩形和椭圆不是由摄像机捕获的图像帧的一部分,但当经由 GUI 400 显示图像帧时可以被置于图像帧上。用于表明在图像帧中存在视频对象的其他方式也可以被使用,诸如另一形状的轮廓线(例如,圆形、多边形和 / 或视频对象的轮廓线),并且用于表明存在所选择视频对象的其他方式也可以被使用。矩形或其他形状可以表示视频对象所有像素的外边界,所以视频对象包括所述形状内的所有像素。

[0063] 在图 3 中,图像帧 1,009 被显示在图像帧窗口 402 中,图像帧 2,000 被显示在图像帧窗口 404 中,图像帧 3,006 被显示在图像帧窗口 406 中,以及图像帧 4,009 被显示在图像帧窗口 408 中。图像帧 1,009 包括视频对象 15、16、26、27。图像帧 2,000 包括视频对象 111、137、138。图像帧 3,006 包括视频对象 231、232、233、247、248。图像帧 4,009 包括视频对象 335、336。如椭圆 450 所标识的,视频对象 335 是所选择的视频对象。在图 3 中,分别在图像帧 1,009、2,000、3,006 和 4,009 中的视频对象 15、111、231 和 335 已经被标识为与

所选择视频对象 335 最相匹配的视频对象。

[0064] 图 4 描述了经由 GUI 400 显示的第二图像帧集。具体而言,图像帧 1,014 被显示在图像帧窗口 402 中,图像帧 2,002 被显示在图像帧窗口 404 中,图像帧 3,011 被显示在图像帧窗口 406 中,以及图像帧 4,014 被显示在图像帧窗口 408 中。在图像帧 3,011 中,视频对象 250 是所选择视频对象,如由椭圆 500 所指示。图 4 图示了在执行对与所选择视频对象 250 最相匹配的视频对象的搜索之前的 GUI 400。换句话说,图 4 中的每个视频对象都是利用虚线矩形予以标识的。

[0065] 在执行对与所选择视频对象 250 最相匹配的视频对象的搜索之后,图像帧窗口 406 可以继续显示图像帧 3,011,以便显示所选择视频对象 250,而图像帧窗口 402、404、406 可以分别继续显示图像帧 1,014、2,002 和 4,014,或分别由摄像机 170、172 和 176 捕获的其他图像帧。在进行对与所选择视频对象 250 最相匹配的视频对象的搜索之后,在 GUI 400 显示的每个图像帧可以包括由实线矩形标识的视频对象,所述实线矩形表明那个视频对象与所选择视频对象 250 最相匹配。可替换地,如果在由指定摄像机(例如摄像机 170)捕获的图像帧中没有视频对象被标识为与所选择视频对象最相匹配,那么针对指定摄像机的图像帧窗口 402 可以提供关于没有图像帧被指定摄像机捕获的指示。所述指示可以是空白视频显示窗口、图像帧测试图形或其它的指示。

[0066] 图 5 描述了经由 GUI 400 显示的第三图像帧集。具体而言,图像帧 1,006 被显示在图像帧窗口 402 中,图像帧 2,005 被显示在图像帧窗口 404 中,图像帧 3,009 被显示在图像帧窗口 406 中,以及图像帧 4,003 被显示在图像帧窗口 408 中。在图像帧 3,009 中,视频对象 236 是选择的视频对象,如由椭圆 650 所指示的。图 5 图示了在执行对与所选择视频对象 236 最相匹配的视频对象的搜索之后的 GUI 400。在图像帧 1,006、2,005、3,009 和 4,003 中,视频对象 32、121、236 和 323 已经被分别标识为与所选择视频对象 236 最相匹配的视频对象。

[0067] 指定对象可以出现在由单个摄像机捕获的非连续系列图像帧中。例如,如果摄像机 170 捕获了指定区域的图像帧,那么摄像机 170 可能捕获(i)当指定对象位于指定区域内时的第一数目的图像帧,(ii)在指定对象已经离开指定区域之后的第二数目的图像帧,以及(iii)在指定对象已经返回到指定区域之后的第三数目的图像帧。根据本发明,对包括与指定对象匹配的视频对象的图像帧的搜索可以导致从由单个摄像机捕获的非连续系列图像帧中标识出视频对象。

[0068] 3. 图形用户界面(GUI)控制

[0069] 图 3、4 和 5 描绘了可被用来控制 GUI 400 的 GUI 控制 410、412、414、416、418、420、422、424、426、428、430、432、434、436、438、440、442。选择设备 166 可被用来选择一个 GUI 控制以便促使处理器 152 执行促使 GUI 控制功能被实行的程序指令。图 3 描绘了可被用来选择 GUI 控制中的每一个的光标 175。

[0070] GUI 控制 410 包括(i)CONFIG 控制 410A,(ii)CONTINUE 控制 410B,(iii)FORWARD 控制 410C,(iv)QUIT 控制 410D,(v)RESET 控制 410F,(vi)PRESET 1 控制 410G,(vi)PRESET 2 控制 410H,(vii)PRESET 3 控制 410I,(viii)PRESET 4 控制 410J,以及(x)PRESET 5 控制 410K。

[0071] CONFIG 控制 410A 的选择可以促使处理器 152 执行下述程序指令,所述程序指令促

使在显示器 168 上显示 GUI 配置屏幕。可以在视频显示窗口 402、404、406、408 的至少一部分上显示 GUI 配置屏幕。配置屏幕可被用来配置与 GUI 400 相关联的各种参数中的任何参数,诸如亮度参数、颜色参数和 / 或在显示器 168 内改变 GUI 400 的位置的位置参数。可经由配置屏幕配置的参数的其他实例也是可能的。

[0072] CONTINUE 控制 410B 的选择可以促使处理器 152 执行下述程序指令,所述程序指令促使视频显示窗口 402、404、406、408 实时或基本实时地显示所捕获的图像帧。例如,如果视频显示窗口 402、404、406、408 正分别显示图像帧 1,002、2,013、3,007、4,011,并且如果图像帧 1,002、2,002、3,002、4,002 是同时或基本同时被捕获,那么 CONTINUE 控制 410B 的选择可以促使视频显示窗口 402、404、406、408 分别显示图像帧 1,002、2,002、3,002、4,002,尔后,按图像帧被捕获的次序(即按连续次序)显示图像帧。

[0073] FORWARD 控制 410C 的选择可以促使处理器 152 执行下述程序指令,所述程序指令促使视频显示窗口 402、404、406、408 开始(或连续)根据每个图像帧被捕获的时间来正向显示图像帧。例如,如果当选择 FORWARD 控制 410C 时视频显示窗口 402 正在显示图像帧 1,006,那么视频显示窗口 402 尔后将显示图像帧 1,007、1,008、1,009、1,009、1,010、1,011、1,012、1,013、1,014、1,015,并且然后按照其它图像帧被捕获的次序来显示由摄像机 170 捕获的任何其他图像帧。视频显示窗口 404、406、408 将类似地从当前正显示的图像帧开始按捕获次序显示图像帧。

[0074] QUIT 控制 410D 的选择可以促使处理器 152 执行下述程序指令,所述程序指令促使 GUI 400 关闭 / 退出,以便显示器 168 不再显示 GUI 400 直到处理器 152 执行开启 GUI 400 的程序指令为止。

[0075] RESET 控制 410F 的选择可以促使处理器 152 执行下述程序指令,所述程序指令促使删除先前的搜索结果或允许利用新数据覆盖先前的搜索结果。例如,这些程序指令可以促使删除第一列表和第二列表,所述第一列表标识与所选择视频对象 335 最相匹配的视频对象,所述第二列表指示要显示的图像帧集。在按压 RESET 控制 410F 之后和再次搜索分析数据之前,可以禁止如下所述的 GUI 控制 412、418、420、426、428、434、436、442。

[0076] PRESET 1 控制 410G、PRESET 2 控制 410H、PRESET 3 控制 410I、PRESET 4 控制 410K 和 PRESET 5 控制 410L 均可以与先前对指定的所选择视频对象进行的搜索相关联。例如,PRESET 1 控制 410G 可以与对所选择视频对象 335 进行的搜索相关联。这样,当诸如视频对象 11 之类的另一视频对象是最新选择的视频对象时,对 PRESET 1 控制 410G 的选择可以促使处理器 152 执行下述的程序指令,所述程序指令促使视频显示窗口显示包括与所选择视频对象 335 最相匹配的视频对象的图像帧。类似地,PRESET 2 控制 410H 可以与对所选择视频对象 250 所实行的搜索相关联,PRESET 3 控制 410I 可以与对所选择视频对象 236 所实行的搜索相关联。对 PRESET 2 控制 410H 的选择可以促使处理器 152 执行下述程序指令,所述程序指令促使视频显示窗口显示包含与所选择视频对象 250 最相匹配的视频对象的图像帧,对 PRESET 3 控制 410K 的选择可以促使处理器 152 执行下述程序指令,所述程序指令促使视频显示窗口显示包括与所选择视频对象 236 最相匹配的视频对象的图像帧。

[0077] GUI 控制 410 还包括帧率显示器 410E,所述帧率显示器 410E 用于显示在视频显示窗口中正显示的图像帧的帧率。如图 2 所示,帧率是每秒 30 帧。GUI 控制 410 可以包括其他控制(未示出),所述其他控制用于将帧率改变为除每秒 30 帧以外的帧率。在可替换实

施例中, GUI 控制 410 可以包括多个帧率显示器, 诸如针对视频显示窗口 402、404、406、408 中的每一个的不同的帧率显示器。

[0078] GUI 控制 412、420、428、436 均分别包括用于视频显示窗口 402、404、406、408 的 PREVIOUS MATCH 控制 (“< Match”)。对 GUI 控制 412 的选择可以促使处理器 152 执行下述的程序指令, 所述程序指令促使视频显示窗口 402 显示由摄像机 170 捕获并包括如下视频对象的图像帧: 所述视频对象比当选择 GUI 控制 412 时在视频显示窗口 402 显示的图像帧中的视频对象最佳匹配于所选择的视频对象。GUI 控制 420、428、436 分别提供与视频显示窗口 404、406、408 类似的控制。

[0079] GUI 控制 414、422、430、438 均包括分别用于视频显示窗口 402、404、406、408 的 BACKWARD 控制。对 GUI 控制 414 的选择可以促使处理器 152 执行下述的程序指令, 所述程序指令促使视频显示窗口 402 在与下述时刻最接近的时刻以及在下述时刻之前显示由摄像机 170 捕获的图像帧, 所述时刻是当选择 GUI 控制 414 时摄像机 170 捕获正在显示的图像帧的时刻。如果视频显示窗口 402 正显示针对摄像机 170 的数据存储 154 中所存储的最早捕获的图像帧, 那么因为没有更早的由摄像机 170 捕获的图像帧能被显示, 所以 GUI 控制 414 可以被禁止。对于视频显示窗口 404、406、408 而言, GUI 控制 422、430、438 分别可以促使类似功能被实行。

[0080] GUI 控制 416、424、432、440 均包括分别用于视频显示窗口 402、404、406、408 的 NEXT MATCH 控制 (“> Match”)。对 GUI 控制 416 的选择可以促使处理器 152 执行下述程序指令, 所述程序指令促使视频显示窗口 402 显示由摄像机 170 捕获的并包括下述视频对象的图像帧: 所述视频对象与当选择 GUI 控制 416 时在视频显示窗口 402 显示的图像帧中的视频对象相比下一个最佳匹配于所选择的视频对象。GUI 控制 424、432、440 分别提供对视频显示窗口 404、406、408 的类似控制。

[0081] GUI 控制 418、426、434、442 均包括分别用于视频显示窗口 402、404、406、408 的 FORWARD 控制。对 GUI 控制 418 的选择可以促使处理器 152 执行下述程序指令, 所述程序指令促使视频显示窗口 402 在与下述时刻最接近的时刻以及在下述时刻之后显示由摄像机 170 捕获的图像帧: 所述时刻是当选择 GUI 控制 418 时摄像机 170 捕获了正在显示的图像帧时。如果视频显示窗口 402 正显示针对摄像机 170 的数据存储 154 中所存储的最新捕获的图像帧, 那么由于没有更晚的由摄像机 170 捕获的图像帧以供显示, 所以 GUI 控制 418 可以被禁止。针对视频显示窗口 404、406、408, GUI 控制 426、434、442 可以分别促使类似功能被实行。

[0082] 4. 示例性操作

[0083] 图 6 是提供以图示根据本发明示例性实施例的可被实行的功能集的流程图。出于说明的目的, 在图 2 中所标识的图像帧和视频对象被用来解释图 6 的功能。然而, 对本领域的普通技术人员而言能很容易实现的是: 对于大于图 2 所示的视频对象数量的一些视频对象和 / 或大于图 2 所示的图像帧数量的一些图像帧, 也可以实行图 6 所示的功能。

[0084] 如图 6 所示, 块 600 包括存储与多个视频对象相对应的分析数据 186 和多个图像帧 184。多个视频对象的每个视频对象可通过显示多个图像帧 184 中包括那个视频对象的图像帧的方式来显示。分析数据 186 可以包括能够被比较以判断两个视频对象相匹配的接近程度的数据。

[0085] 与分析数据 186 相对应的多个视频对象包括在所存储的图像帧内所包含的视频对象。对所存储的每一个图像帧而言,处理器 152 可以执行程序指令来:(i) 检定图像帧是否包含视频对象,(ii) 生成针对所检定的每个视频对象的分析数据,以及(iii) 促使数据存储 154 存储分析数据 186。

[0086] 检定图像帧是否包含视频对象的程序指令可以包括下述程序指令,所述程序指令实行现在已知的或以后开发的任何用于在图像帧内检定视频对象的方法。类似地,生成针对每个所检测视频对象的分析数据的程序指令可以包括下述程序指令,所述程序指令实行现在已知的或以后开发的任何用于生成分析数据 186 的方法。

[0087] 生成分析数据可以以多种方式来实行。例如,生成分析数据可以通过对图像帧内的视频对象进行分段(segmenting)然后表示每个分段视频对象的特征的方式来实行。举例来说,特征表示可以是颜色外观信息,也就是说,分析数据 186 可以包括以视频对象的一种或多种颜色为基础的颜色数据。以视频对象的一种或多种颜色为基础的分析数据 186 可以包括任何类型的颜色数据。例如,对于任何指定视频对象,颜色数据可以包括红绿蓝(Red Green Blue,RGB)颜色空间数据,色调饱和度(HueSaturation Value,HSV)颜色空间数据,YCrCb 颜色空间数据和 / 或 YUV 颜色空间数据。

[0088] 作为另一实例,分析数据 186 可以包括以像素强度为基础的数据,表示哪些像素是视频对象一部分的数据,视频对象的唯一标识器,和 / 或与视频对象相关联的结构信息。结构信息例如可以包括与视频对象的边缘、曲率和 / 或纹理有关的信息。结构信息可以包括指示视频对象的结构与圆形、矩形、星形或其它任意形状的匹配程度的信息。

[0089] 分析数据 186 还可以包括在分析数据 186 中其他类型数据的信用量度(confidence measure)。信用量度可以指示视频对象有多么可能是某种类型对象的确定,所述对象诸如车辆、人、动物、袋子或其他类型对象。分析数据 186 可以包括如下文所述的协方差矩阵(covariancematrix)。

[0090] 一方面,处理器 152 可以在将多个图像帧 184 存储到数据存储 154 之后分析图像帧以生成分析数据 186,尔后,促使数据存储 154 存储分析数据 186。另一方面,处理器 152 可以促使数据存储 154 存储多个图像帧 184,并同时或基本上同时存储分析数据 186。例如,视频输入接口 156 可以接收多个图像帧 184,处理器 152 可以分析多个图像帧 184 以生成分析数据 186,尔后,多个图像帧 184 和分析数据 186 可以被存储在数据存储 154 中。

[0091] 接下来,块 602 包括接收对在多个图像帧 186 中的指定图像帧中显示的视频对象的选择。选择设备接口 158 可以从选择设备 166 接收选择,尔后将该选择提供给处理器 152。选择设备 166 可被用来选择视频对象。举例来说,选择设备 166 可被用来在视频显示窗口 208 中的视频对象 335 上移动光标 175,并通过点击选择设备 166 的按钮(例如,点击计算机鼠标的按钮)来选择视频对象 335。

[0092] 当选择设备 166 选择视频对象 335 时视频显示窗口 208 可以在各种模式中的任何模式下运行。举例来说,视频显示窗口 208 可以在下述模式下运行:在所述模式中视频显示窗口 208 自动地以大于每秒 0 帧的帧率来改变正显示的图像帧。以每个图像帧被捕获的时间为基础,图像帧可以被正向(或反向)显示。在选择视频对象 335 之后,视频显示窗口 208 可以进入暂停模式,在所述暂停模式中视频显示窗口 208 显示一个图像帧(例如包含所选择视频对象 335 的图像帧 4,009)并且不自动变换成显示另一图像帧。处理器 152 可以

响应于接收选择来促使视频显示窗口 208 进入暂停模式。作为另一实例,当选择设备 166 选择视频对象 335 时,视频显示窗口 208 可以在暂停模式下运行(显示图像帧 4,009)。

[0093] 接下来,块 604 包括搜索分析数据子集以便标识与所选择视频对象 335 最相匹配的多个视频对象,并创建第一列表。第一列表可以标识与所选择视频对象 335 最相匹配的视频对象的号。第一列表可以包括所选择视频对象 335,但是并非必须包括所选择视频对象。在块 604 中实行的搜索是“种子搜索”。

[0094] 如上所指示的,分析数据子集可以包括这样的分析数据:所述分析数据将与所选择视频对象 335 最相匹配的视频对象相对应的概率高。具体而言,分析数据子集可以包括与下述图像帧相对应的分析数据:所述图像帧包括与所选择视频对象 335 最相匹配的视频对象的概率最高。

[0095] 任何种方法可被用来确定具有包括与所选择视频对象 335 最相匹配的视频对象的概率最高的图像帧。出于说明目的,这些图像帧将被称为“最高概率图像帧”。最高概率图像帧可以包括由摄像机 226 捕获的多个图像帧,所述摄像机 226 捕获了包括所选择视频对象 335 的指定图像帧 4,009。在这点上,由摄像机 226 捕获的图像帧可以包括:(i) 在捕获图像帧 4,009 前即刻由摄像机 226 捕获的第一数目的图像帧,(ii) 在捕获图像帧 4,009 之后即可由摄像机 226 捕获的第二数目的图像帧,或者(iii) 这些图像帧的组合。在捕获指定图像帧 4,009 前或后捕获的最高概率图像帧可以在连续的一段时间期间捕获。最高概率图像帧可以包括图像帧 4,009,所述图像帧 4,009 包括所选择视频对象 335。

[0096] 分析数据子集可以包括与第一数目的数据帧内的视频对象相对应的分析数据,和/或与第二数目的图像帧内的视频对象相对应的分析数据。第一数目的图像帧和第二数目的图像帧可以是相同数目的或不同数目的。第一数目的图像帧或第二数目的图像帧可以是零。第一数目的图像帧和第二数目的图像帧可以由选择设备 166 选择,或由生成 GUI 400 的程序指令制造商预编程。

[0097] 举例来说,分析数据子集可以包括与下述视频对象相对应的分析数据:所述视频对象包含于在捕获图像帧 4,009 前即刻捕获的三个图像帧(即图像帧 4,006、4,007、4,008)中,以及包含于在捕获图像帧 4,009(即图像帧 4,010、4,011、4,012)之后即刻捕获的三个图像帧中。本领域的普通技术人员将意识到:分析数据子集可以包括与大于 6 个图像帧的多个视频对象相对应的数据,所述图像帧诸如 1,000、2000 或其他数目的图像帧。

[0098] 处理器 152 可以执行下述程序指令,所述程序指令促使处理器 152 将分析数据子集和与所选择视频对象 335 相对应的分析数据进行比较。响应于对数据进行比较,处理器 152 可以创建第一列表,所述第一列表标识与所选择视频对象 335 最相匹配的一个或多个视频对象。与所选择视频对象最相匹配的所标识视频对象可以包括下述视频对象,所述视频对象基本上与所选择视频对象完全匹配,和/或具有基本上类似于所选择视频对象特征的一个或多个特征(例如,颜色、纹理、结构信息等)。处理器 152 可以执行下述程序指令,所述程序指令促使数据存储 154 存储第一列表。

[0099] 举例来说,第一列表可以标识视频对象 329、333、334、337、338、341。另外,第一列表可以标识所选择视频对象 335。响应于搜索分析数据子集而创建的第一列表的其他实例也是可能的。

[0100] 接下来,块 606 包括对于在第一列表中所标识的每个视频对象,搜索分析数据 186

以便标识与在第一列表中所标识的那个视频对象最相匹配的视频对象。在块 606 所实行的搜索是对在第一列表中所标识的每个视频对象的分析数据 186 的“穷举搜索”。每个穷举搜索可以包括搜索与在数据存储 154 存储的所有图像帧相对应的分析数据 186 进行的搜索（例如，图像帧 1,000 至 1,015、2,000 至 2,015、3,000 至 3,015 和 4,000 至 4,015）。

[0101] 根据其中第一列表标识视频对象 329、333、334、337、338、341 的实例，对分析数据 186 的搜索可能涉及：(i) 第一搜索，将与视频对象 329 相对应的分析数据和与包含于存储在数据存储 154 的图像帧中的每个视频对象相对应的分析数据进行比较，以便标识与视频对象 329 最相匹配的视频对象，(ii) 第二搜索，将与视频对象 333 相对应的分析数据和与存储在数据存储 154 的图像帧中的每个视频对象相对应的分析数据进行比较，以便标识与视频对象 333 最相匹配的视频对象，(iii) 第三搜索，将与视频对象 334 相对应的分析数据和与存储在数据存储 154 的图像帧中的每个视频对象相对应的分析数据进行比较，以便标识与视频对象 334 最相匹配的视频对象，(iv) 第四搜索，将与视频对象 337 相对应的分析数据和与存储在数据存储 154 的图像帧中的每个视频对象相对应的分析数据进行比较，以便标识与视频对象 337 最相匹配的视频对象，(v) 第五搜索，将与视频对象 338 相对应的分析数据和与存储在数据存储 154 的图像帧中的每个视频对象相对应的分析数据进行比较，以便标识与视频对象 338 最相匹配的视频对象，以及 (vi) 第六搜索，将与视频对象 341 相对应的分析数据和与存储在数据存储 154 的图像帧中的每个视频对象相对应的分析数据进行比较，以便标识与视频对象 341 最相匹配的视频对象。这些搜索中的两个或多个可以被顺序地实行和 / 或这些搜索中的两个或多个可以被同时实行。

[0102] 另外，第七搜索可以被实行，用以将与视频对象 335 相对应的分析数据和与包含于数据存储 154 的图像帧中的每个视频对象相对应的分析数据进行比较，以便标识与视频对象 335 最相匹配的视频对象。

[0103] 表 1 指示包括所选择视频对象 335 的示例性第一列表和在如上所述的第一搜索至第七搜索期间所标识的视频对象的示例性列表。

[0104]

第一列表	在第一搜索至第七搜索期间所标识的视频对象
329	15, 18, 221, 240, 333, 335
333	15, 29, 118, 241, 334, 335
334	29, 221, 240, 241, 335
335	9, 15, 29, 111, 118, 119, 221, 231, 240, 323, 329, 333, 334, 337, 338, 341, 343
337	15, 18, 111, 334, 335, 338
338	15, 111, 118, 240, 334, 335, 337

341	30, 111, 112, 229, 234, 341, 335, 343
-----	---------------------------------------

[0105] 表 1

[0106] 接下来, 块 608 包括, 对于与在第一列表中所标识的视频对象最相匹配的每个视频对象, 计算那个视频对象被标识为与在第一列表中所标识的视频对象最相匹配的视频对象的出现次数。

[0107] 处理器 152 可以执行下述程序指令, 所述程序指令对出现次数进行计数。根据表 1 中所示的数据, 对于在第一搜索至第七搜索期间所标识的视频对象中的每个视频对象, 出现次数采用“视频对象号 (出现次数 / 图像帧号)”的形式如下: 9(1/1, 006), 15(5/1, 009), 18(2/1, 011), 29(3/1, 014), 30(1/1, 014), 111(4/2, 000), 112(1/2, 001), 118(3/2, 004), 119(1/2, 005), 221(3/3, 000), 229(1/3, 005), 231(1/3, 006), 234(1/3, 007), 240(4/3, 011), 241(3/3, 012), 323(1/4, 003), 329(1/4, 006), 333(2/4, 007), 334(4/4, 008), 335(6/4, 009), 337(2/4, 010), 338(2/4, 011), 341(1/4, 012), 343(2/4, 014)。

[0108] 接下来, 块 610 包括创建第二列表。第二列表可以指示与在第一列表中所标识的视频对象最相匹配的每个所标识视频对象出现的计数数目。第二列表可以被存储在数据存储 154 中。第二列表可以以各种次序中的任何次序列出视频对象。例如, 第二列表可以按从最常出现到最少出现的次序来列出视频对象 (例如, 335(6/4, 009), 15(5/1, 009), 111(4/2, 000), 240(4/3, 011), 334(4/4, 008), 29(3/1, 014), 118(3/2, 004), 221(3/3, 000), 241(3/3, 012), 18(2/1, 011), 333(2/4, 007), 337(2/4, 010), 338(2/4, 011), 343(2/4, 014), 9(1/1, 006), 30(1/1, 014), 112(1/2, 001), 119(1/2, 005), 229(1/3, 005), 231(1/3, 006), 234(1/3, 007), 323(1/4, 003), 329(1/4, 006), 341(1/4, 012))。作为另一实例, 第二列表可以按每个摄像机从最常出现到最少出现的次序 (按摄像机 170、172、174 和 176 的次序) 来列举视频对象 (例如, 15(5/1, 009), 29(3/1, 014), 18(2/1, 011), 9(1/1, 006), 30(1/1, 014), 111(4/2, 000), 118(3/2, 004), 112(1/2, 001), 119(1/2, 005), 240(4/3, 011), 221(3/3, 000), 241(3/3, 012), 229(1/3, 005), 231(1/3, 006), 234(1/3, 007), 335(6/4, 009), 334(4/4, 008), 333(2/4, 007), 337(2/4, 010), 338(2/4, 011), 343(2/4, 014), 323(1/4, 003), 329(1/4, 006), 341(1/4, 012))。第二列表的其他实例也是可能的。

[0109] 接下来, 块 612 包括使用第二列表来标识多个图像帧中将要显示的图像帧集。处理器 152 可以执行下述程序指令: 所述程序指令根据第二列表确定要显示的图像帧集。

[0110] 举例来说, 处理器 152 可以以出现次数为基础确定要显示的图像帧集包含第二列表中指定百分比 (例如 25%) 的视频对象。在这点上, 所述图像帧集可以包括 6 个图像帧, 这 6 个图像帧包括最常出现的视频对象 (例如, 图像帧 4, 009、1, 009、2, 000、3, 011、4, 008、1, 014)。在平局的情况下, 诸如图像帧 1, 014、2, 004、3, 000、3, 012 均被三次标识为包括与第一列表中的视频对象最相匹配的视频对象, 那么处理器 152 可以做出下述确定: 具有相同出现次数的哪些图像帧包括与列表中的视频对象最佳匹配的视频对象, 并包括该图像帧集中的一个或多个图像帧, 以达到指定百分比的图像帧。

[0111] 作为另一实例, 处理器 152 可以确定要显示的图像帧集包括多个图像帧。例如, 图

像帧的数目可以包括 50 个图像帧。如果第二列表标识了少于 50 个图像帧或等于 50 个图像帧,那么该图像帧集包括由第二列表标识的所有图像帧。如果第二列表标识了大于 50 个图像帧,那么处理器 152 可以确定包括具有最大出现次数的视频对象的 50 个图像帧。

[0112] 在标识要显示的图像帧集之后,GUI 400 可以显示该图像帧集。具体而言,视频显示窗口 402 可以显示由摄像机 170 捕获的该图像帧集内的图像帧,视频显示窗口 404 可以显示由摄像机 172 捕获的图像帧集内的图像帧,视频显示窗口 406 可以显示由摄像机 174 捕获的图像帧集内的图像帧,以及视频显示窗口 408 可以显示由摄像机 176 捕获的图像帧集内的一个或多个图像帧。如果摄像机没有捕获到图像帧集中的任何图像帧,那么与那个摄像机相对应的视频显示窗口可以测试图形图像帧(例如固定蓝屏幕),先前显示的图像帧,或其它的图像帧。

[0113] 另外,当正在显示图像帧集中的任何图像帧时,或者正在显示其它的图像帧时,对于另一所选择的视频对象,可以重复块 600 至 612 中的一个或多个。对块 600 至 612 中的一个或多个进行重复可以实行用户所需的次数。

[0114] 图 7 是所提供的以图示根据本发明的示例性实施例的可以被实行另一功能集的流程图。出于说明目的,在图 2 中所标识的图像帧和视频对象被用来解释图 7 的功能。然而,本领域的普通技术人员将能意识到:对于大于图 2 所示数量的视频对象和/或对于大于图 2 所示数量的图像帧,可以实行图 7 所示的功能。

[0115] 如图 7 所示,块 700 包括存储与多个视频对象相对应的分析数据和多个图像帧。多个视频对象中的每个视频对象可通过显示多个图像帧中包括那个视频对象的图像帧来显示。如上所述可以相对于块 600 的功能来实行块 700 的功能。

[0116] 接下来,块 702 包括接收对可在多个图像帧的指定图像帧中显示的第一视频对象的选择。如上所述可以相对于块 602 的功能来实行块 702 的功能。举例来说,对于块 702 的所选择视频对象可以是视频对象 335,其可以在图像帧 4,009 中显示。

[0117] 接下来,块 704 包括搜索分析数据以获取与第一所选择视频对象 335 最相匹配的视频对象,以便标识第一图像帧集。搜索分析数据可以包括处理器 152 执行下述程序指令:所述程序指令促使处理器 152 将与视频对象 335 相对应的分析数据与和可在数据存储器 154 存储的视频帧中显示的每个视频对象相对应的分析数据进行比较。在这点上,处理器 152 进行对分析数据的穷举搜索。

[0118] 针对所选择视频对象 335 在块 704 所实行的搜索可以和针对视频对象 335 所实行的第七搜索是同样的,如相对于块 606 所述的那样。处理器 152 可以将视频对象 9、15、29、111、118、119、221、231、240、323、329、333、334、337、338、341、343 标识为与所选择视频对象 335 最相匹配的视频对象。在这点上,第一图像帧集包括图像帧 1,006、1,009、1,014、2,000、2,004、2,005、3,000、3,006、3,011、4,003、4,006、4,007、4,008、4,010、4,011、4,012、4,014。这些图像帧中的每一个包括第一图像帧集中的一个视频对象。可替换地,第一图像帧集中的一个或多个图像帧可以包括多个视频对象,所述视频对象是在对分析数据进行搜索以获取与第一所选择视频对象 335 最相匹配的视频对象期间予以标识的。第一图像帧集可以包括包含所选择视频对象的图像帧(例如图像帧 4,009)。

[0119] 另外,第一视频对象集的列表和/或包括第一视频对象集的图像帧可以被生成。该列表可以按照每个视频对象与所选择视频对象 335 的匹配程度的次序来标识视频对

象和 / 或图像帧。例如, 该列表可以按以下次序标识视频对象 (以及括号内的图像帧) : 333 (4, 007), 334 (4, 008), 337 (4, 010), 118 (2, 004), 9 (1, 006), 338 (4, 011), 231 (3, 006), 221 (3, 000), 343 (4, 014), 29 (1, 014), 240 (3, 011), 15 (1, 009), 329 (4, 006), 323 (4, 003), 119 (2, 005), 111 (2, 000), 341 (4, 012)。多个列表中的每一个按照每个视频对象与所选择视频对象 335 的匹配程度的次序来标识图像帧。

[0120] 可替换地, 该列表可以包括多个列表, 其中多个列表中的每一个标识由各个摄像机在图像帧上捕获的视频对象。例如, 以由摄像机 170 捕获的第一视频对象集为基础的第一列表可以将所标识视频对象标识为 9 (1, 006), 29 (1, 014), 15 (1, 009), 以由摄像机 172 捕获的第一视频对象集为基础的第二列表可以将所标识的视频对象标识为 118 (2, 004), 119 (2, 005), 111 (2, 000), 以由摄像机 174 捕获的第一视频对象集为基础的第三列表可以将所标识视频对象标识为 231 (3, 006), 221 (3, 000), 240 (3, 011), 以由摄像机 176 捕获的第一视频对象集为基础的第四列表可以将所标识视频对象标识为 333 (4, 007), 334 (4, 008), 337 (4, 010), 338 (4, 011), 329 (4, 006), 323 (4, 003), 341 (4, 012)。

[0121] 接下来, 块 706 包括显示第一图像帧集的至少一部分。显示第一图像帧集的至少一部分的步骤可以以各种方式中的任何方式来实行。

[0122] 举例来说, 该所标识图像帧集的至少一部分可以按照每个视频对象与所选择视频对象 335 的匹配程度的次序来显示。例如, 视频显示窗口 402、404、406 均可以显示分别由摄像机 170、172、174 捕获的图像帧, 所述图像帧包括被排列为与所选择视频对象 335 最相匹配的 (由那个摄像机捕获的) 视频对象, 视频显示窗口 408 可以显示包括所选择视频对象 335 的图像帧 4, 009。例如, 视频显示窗口 402、404、406 分别可以显示图像帧 1, 006、2, 004 和 3, 006。

[0123] 一方面, 当显示图像帧 1, 006 时, GUI 控制 418 (“MATCH >”) 可以被选择以促使视频显示窗口 402 显示图像帧 (例如, 图像帧 1, 014), 所述图像帧包括由摄像机 170 在图像帧中捕获的下一个最佳匹配视频对象 (例如视频对象 29), 然后 GUI 控制 418 可以被再次选择以促使视频显示窗口 402 显示图像帧 (例如图像帧 1, 014), 所述图像帧包括由摄像机 170 在图像帧中捕获的下一个最佳匹配视频对象 (例如, 视频对象 29)。这样, 与按照以图像帧被捕获的次序显示图像帧的方式相比, 视频显示窗口 402 可以按照图像帧中视频对象与所选择视频对象的匹配程度的次序来显示图像帧。当 GUI 控制 426、434、442 分别被选择时, 视频显示窗口 404、406、408 可以类似地起到显示分别由摄像机 172、174、176 捕获的图像帧的作用。

[0124] 另一方面, 在显示图像帧 1, 006 时, GUI 控制 416 (“FORWARD”) 可以被选择以促使视频显示窗口 402 在捕获图像帧 1, 006 之后以摄像机 170 捕获图像帧的次序 (即图像帧 1, 007、1, 008、1, 009... 1, 015) 来开始显示由摄像机 170 捕获的图像帧。这样, 视频显示窗口 402 可以开始显示图像帧, 所述图像帧不在所标识的图像帧集中。当 GUI 控制 424、432、440 分别被选择时, 视频显示窗口 404、406、408 可以类似地起到显示分别由摄像机 172、174、176 捕获的图像帧的作用。

[0125] 另一方面, 在处理器 152 确定了第二图像帧集时, 视频显示窗口 402、404、406、408 就可以自动显示分别由摄像机 170、172、174、176 捕获的图像帧。

[0126] 所述图像帧集的至少一部分可以以各种帧率中的任何帧率予以显示。例如, 一个

或多个视频显示窗口 402、404、406、408 可以以摄像机 170、172、174、176 分别捕获图像帧的帧率（例如每秒 30 帧）来显示图像帧。作为另一实例，一个或多个视频显示窗口 402、404、406、408 可以显示通过用户多长时间选择一次 GUI 控制所确定的图像帧率。

[0127] 接下来，块 708 包括接收对显示在第一图像帧集的所显示部分的图像帧中的第二视频对象的选择。参照图 1 和 4，举例来说，选择设备接口 158 可以从选择设备 166 接收对图像帧 3,011 中的视频对象 250 的选择。选择设备接口 158 可以将该选择提供给处理器 152 以便响应于接收到该选择而触发程序指令的执行。

[0128] 由于视频对象 250 和视频对象 240 之间的交互，视频对象 250 可以被选择，其中所述视频对象 250 如图 3 所示，被标识为图像帧 3,011 中与第一所选择视频对象 335 最相匹配的视频对象。触发对视频对象的选择的交互可以是各种类型交互中的任何交互。例如，该交互可以包括视频对象 250 在视频对象 240 指定距离内，视频对象 250 在视频对象 240 的前方或后方通过，视频对象 250 在视频对象 240 的左侧或右侧通过，视频对象 240 提供物品（item）（例如包裹）给视频对象 250 或从视频对象 250 接收物品，或在视频对象 240 和 250 之间可以发生的其它交互。在视频对象 240 和 250 之间的指定距离可以是范围在 0.0 米至 4.0 米范围内的距离，或其他的距离。所述交互可以由处理器 152 确定，或由用户查看第一图像帧集来确定。

[0129] 在视频显示窗口 406 处于显示图像帧 3,011 的暂停模式下时，或者在视频显示窗口 406 处于视频显示窗口 406 周期性地从一图像帧变化到另一图像帧而无需用户必须选择 GUI 控制的模式下时，选择设备接口 158 可以接收对视频对象 250 的选择。

[0130] 接下来，块 710 包括搜索分析数据以获取与第二所选择视频对象 240 最相匹配的视频对象，以便标识第二图像帧集。第二图像帧集中的每一个图像帧都包括至少一个被标识为下述图像帧的视频对象：所述图像帧包括与第二所选择视频对象 240 最相匹配的视频对象。搜索分析数据可以包括处理器 152 进行对分析数据的穷举搜索。

[0131] 第二视频对象集可以包括由一个或多个摄像机 170、172、174、176 捕获的图像帧内的视频对象。第二视频对象集可以包括等于预定数目的多个视频对象。举例来说，预定数目可以是 50，这样第二视频对象集就包括与第二所选择视频对象 240 最相匹配的 50 个视频对象。作为另一实例，诸如当多个视频对象包括少于预定数目的、与第二所选择视频对象 240 最相匹配的视频对象时，第二视频对象集可以包括少于预定数目的多个视频对象。第二视频对象集可以包括大于、小于或等于第一视频对象集中视频对象数量的多个视频对象。

[0132] 举例来说，处理器 152 可以将视频对象 2、12、32、121、124、238、242、243、245、246、247、251、323、325、329、335、339 标识为与所选择视频对象 240 最相匹配的视频对象。在这点上，处理器 152 可以对第二图像帧集进行标识以包括图像帧 1,001、1,006、1007、2,005、2,007、3,006、3,009、3,010、3,012、3,013、3,014、3,015、4,003、4,004、4,006、4,009、4,011。第二图像帧集可以包括包含所选择视频的图像帧（例如图像帧 3,011）。

[0133] 另外，第二视频对象集和 / 或包含第二视频对象集的图像帧的列表可以被生成。该列表可以以按照每个视频对象与第二所选择视频对象 240 的匹配程度的次序来标识第二集的视频对象和 / 或包含第二集中的视频对象的图像帧。可替换地，该列表可以包括多个列表，其中多个列表中的每一个按照视频对象与第二所选择视频对象的匹配程度的次序

包含第二集的和在由各个摄像机捕获的图像帧上的视频对象。这些多个列表中的每一个都可以包含与在那个列表中的视频对象相对应的图像帧。

[0134] 接下来,块 712 包含显示第二图像帧集的至少一部分。显示第二图像帧集的至少一部分可以以各种方式中的任何方式来实行。GUI 400 的 GUI 控制可被用来选择显示第二集中的哪些图像帧。

[0135] 举例来说,第二图像帧集的至少一部分可以按照每个视频对象与所选择视频对象 240 的匹配接近程度的次序来显示。例如,视频显示窗口 402,404,408 均可以显示分别由摄像机 170、172、176 捕获的图像帧,其包含被排列为与所选择视频对象 240 最相匹配的(由此摄像机捕获的)视频对象,以及视频显示窗口 406 可以显示包含所选择视频对象 240 的图像帧 3,011。例如,视频显示窗口 402、404、408 可以分别显示图像帧 1,001、2,007 和 4,014。

[0136] 一方面,在显示图像帧 1,001 时,GUI 控制 418(“MATCH >”)可以被选择以促使视频显示窗口 402 显示由摄像机 170 捕获的图像帧中包含下一个最佳匹配视频对象(例如,视频对象 12)的图像帧(例如图像帧 1,007),然后 GUI 控制 418 可以被再次选择以促使视频显示窗口 402 显示由摄像机 170 捕获的图像帧中包含下一个最佳匹配视频对象(例如,视频对象 32)的图像帧(例如图像帧 1,006)。这样,视频显示窗口 402 可以以基于图像帧中视频对象与所选择视频对象的匹配程度的次序来显示图像帧。当分别选择 GUI 控制 426、434、442 时,视频显示窗口 404、406、408 可以起到类似于显示分别由摄像机 172、174、176 捕获的图像帧的作用。

[0137] 另一方面,在显示图像帧 1,001 时,GUI 控制 416(“FORWARD”)可以被选择以促使视频显示窗口 402 在捕获图像帧 1,001 之后以摄像机 170 捕获图像帧的次序(即图像帧 1,002、1,003、1,004...1,015)开始显示由摄像机 170 捕获的图像帧。这样,视频显示窗口 402 可以开始显示不在所标识的图像帧集中的图像帧。当分别选择 GUI 控制 424、432、440 时,视频显示窗口 404、406、408 可以起到类似于显示分别由摄像机 172、174、176 捕获的图像帧的作用。

[0138] 第二图像帧集的至少一部分可以以各种帧率中的任何帧率进行显示。例如,视频显示窗口 402、404、406、408 中一个或多个可以以摄像机 170、172、174、176 分别捕获图像帧的帧率(例如,每秒 30 帧)来显示图像帧。作为另一实例,视频显示窗口 402、404、406、408 中的一个或多个可以显示通过用户多长时间选择一次 GUI 控制所确定的图像帧率。

[0139] 对于用户在一个图像帧中所选择的每个视频对象都可以重复地执行下述功能,接收对图像帧集的显示部分的图像帧中的视频对象的选择,搜索分析数据,以及显示另一图像帧集的至少一部分,如在块 708、710、712 中那样。

[0140] 5. 关于协方差外观使用聚类的视频数据匹配

[0141] 图像帧内的每个视频对象可以与外观模型相关联。视频数据匹配既包含单个数据区域也包括区域数据序列。在实施例中,视频处理系统根据扩充(populate)第一矩阵行的相似性量度从与测试外观模型相对应的该第一矩阵行中选择一个或多个其他外观模型。在选择一个或多个其他外观模型之后,该系统然后从与在第一个步骤中所选择的一个或多个其他外观模型相对应的其他矩阵行中,根据与扩充该其他矩阵行的相似性量度选择一个或多个另外的外观模型。该系统然后对从第一矩阵行和其他矩阵行中选择的外观模型进行排

列。

[0142] 本发明的实施例包括在由机器可读媒体（例如数据存储 154）提供的机器可执行指令（例如程序指令 182）中实现的特征、方法或过程。机器可读媒体包含能提供（即存储和 / 或传输）机器（例如计算机、网络设备、个人数字助理、制造工具、具有一个或多个处理器集的任何设备等）可存取形式的信息的任何机制。在示例性实施例中，机器可读媒体包含易失性和 / 或非易失性介质（例如只读存储器（read only memory, ROM），随机存取存储器（random access memory, RAM），磁盘存储介质，光存储介质，闪速存储设备等），以及电学、光学、声学或其他形式的传播信号（例如载波、红外信号、数字信号等）。

[0143] 这样的指令被用来促使利用指令编程的通用或专用处理器（例如处理器 152）执行本发明实施例的方法或过程。可替换地，本发明实施例的特征或操作可以由包括用于执行操作的硬接线逻辑的特定硬件组件来执行，或由编程的数据处理组件和特定硬件组件的任何组合来执行。本发明的实施例包含数字 / 逻辑信号处理系统、软件、数据处理硬件、数据处理系统实现的方法，以及在此将另外描述的各种处理操作。

[0144] 在一个或多个实施例中，系统和方法查询相应的视频数据。视频数据可以是一个图像帧，或者数据的图像帧或图像系列帧内的区域，或者一个对象的图像帧内的区域。不是该一个图像帧就是图像帧数据和数据的聚类（cluster）内的区域（例如共享类似性能的区域、组、轨迹（track）等）能够处于多照像机监视系统（例如系统 150）中。当相同的对象或人出现在那些帧或聚类（例如，轨迹）中时，数据的帧或块（blob）（区域）或者一个轨迹内的一个区域与另一区域或块（区域）或另一轨迹相对应。

[0145] 在本系统中，对象的轨迹可以出现在非重叠的照像机中。例如，作为第一个步骤，对于序列匹配（sequence matching）而言，在每个摄像机中都追踪多个目标。在建立了每个独立摄像机的轨迹之后，协方差矩阵被用作轨迹中帧内的每个区域的外观模型。合并聚类（agglomerative clustering）（或其他类型基于相似性的聚类）对每个轨迹中的帧内的相似区域重新进行分组。对每个聚类中的区域数目进行计数，并且如果特定聚类中的区域数目小于阈值，则那个聚类被看成是无关的（outlier）并且其不会被进一步处理。进行计算以确定每个有效聚类的典型区域，以便每个轨迹都可以由若干典型区域表示。对于表示特定聚类的每个区域建立基于自协方差（autocovariance-based）的外观模型。然后通过计算在查询轨迹（或聚类）和一个或多个候选轨迹或聚类之间的 Hausdorff（豪斯多夫）距离来确定相似轨迹（或聚类）的匹配。

[0146] 在所述系统的一个实施例中，假设运动检定和运动是容易获得的，并且个别人和 / 或对象的轨迹也可能是可获得的（对象的轨迹可以是可获得的，但不是必需的）并被预存储。也就是说，它是法医鉴定法（forensicanalysis）；操作员（或自动化系统）正对系统进行查询（即提供感兴趣区域或模板），并且区域或轨迹是容易获得的。来自照相机集（例如摄像机 170、172、174、176）的视频数据被提供给当前公开的系统的实施例，并且该系统运行其所有处理以关联横过所有摄像机的视频中的对象和人，并将结果存储在被设计用于快速查询的数据结构（例如数据存储 154）中。无论何时可获得的追踪提供了对视域中所检定的移动区域的暂时空间描述。

[0147] 在该系统的实施例中，假设感兴趣区域（静止的人、移动的人、静止的脸、移动的脸、静止的车辆、移动的车辆、移动的区域等）是容易获得的，并可被增以跟踪信息。也就是

说,它是法医鉴定法,操作员(或自动化系统)正进行对系统的查询(即提供感兴趣的区域或模板),并且区域或轨迹是容易获得的。来自照相机集的视频数据被提供给当前公开的系统的实施例,并且该系统运行其所有处理以关联横过所有照像机的视频数据中的对象,并将结果存储在被设计成用于快速查询的数据结构中。

[0148] 在该系统的实施例中,假设感兴趣区域(如上所述)是联机(即实时的)计算的并被提供给当前公开的系统的实施例,并且该系统运行其全部处理以关联横过所有摄像机的视频数据中过去观测到的对象,并将结果存储在被设计成用于快速查询的数据结构中。

[0149] 所公开的视频处理系统的各种实施例集中于该系统的查询方面。也就是说,用户可以通过提供他们正寻找的人和/或对象的样本(example)来搜索视频数据库。这有时被称为样本查询。系统的一个用途是确定事件前所采取的动作。例如,通过检查一周内营业所中安全系统所记录的视频数据,人们可以确定特定人通过建筑的路径,或显出在那个特定星期内建筑物中与该特定人有过交互的所有人的列表。

[0150] 在实施例中,使用基于外观模型的协方差矩阵。具体地,该协方差矩阵外观模型用于进行单个摄像机内和具有多个摄像机的查询。协方差外观模型具有若干优点。第一,它能够高效地融合许多不同种类的特征。第二,它不需要对象的运动信息,第三,它可以处理由非静止照像机所观测的固定和非固定对象。因此,对于对象的姿势和照明变化是鲁棒的,当跟踪通过不同的照像机时可能出现这样的变化。当视频档案库包含来自非重叠的照像机的视频数据时这特别有利,其中不同的照像机的视野可以是不同的,并且对象外观的大小、姿势和形状可能变化很大。

[0151] 在该系统的一个特定实施例中,该系统根据块(blob)外观模型进行其视频数据的查询。在此实施例中,对于块的外观模型是被首先定义的。因为这种系统的目标是支持未校准的非重叠的照像机,所以外观模型必须对颜色、大小、姿势及其他类似外观因素上的改变是鲁棒的。

[0152] 为了生成外观模型,使用基于协方差矩阵的方法。该方案的优点是融合不同种类的特征的能力,并且其具有小的维数。当利用大的视频档案库运行时,低的维数是有益的。在特征集上使用下述公式来建立协方差矩阵,其中特征集被指定为 f_k 。特征集由空间和外观属性组成。

[0153]

$$f_k = [x, y, I(x, y), I_x(x, y), I_y(x, y)] \quad (1)$$

[0154] 并且该协方差由下述定义:

$$C = \sum (f_k - \mu_R)(f_k - \mu_R)^T \quad (2)$$

[0156] 以上定义的特征集 f_k 使用影像强度值。 f_k 的其他变化也可以被使用,诸如利用颜色影像和相应的 RGB 描述:

[0157]

$$f_k = [x, y, R(x, y), R_x(x, y), R_y(x, y), G(x, y), G_x(x, y), G_y(x, y), B(x, y), B_x(x, y), B_y(x, y)]$$

[0158] 诸如色彩饱和度值(Hue-Saturation-Value, HSV)或 YCrCb 或 YUV 等之类的其他颜色空间也可以被考虑。

[0159] 在系统中生成对于每个对象的基于协方差的外观模型之后,比较模型的相似性。在两个模型之间的距离在下面方程 3 中给出:

$$[0160] \quad \rho(C_i, C_j) = \sqrt{\sum_{k=1}^d \ln^2 \lambda_k(C_i, C_j)} \quad (3)$$

[0161] 其中 C_i 表示作为协方差矩阵的第一模型, C_j 表示作为协方差矩阵的第二模型。 $\lambda_k(C_i, C_j)$ 是外观模型 C_i 和 C_j 的广义特征值, 并可由求解以下方程而获取:

$$[0162] \quad \det(C_i - \lambda_k(C_i, C_j) C_j) = 0$$

[0163] 匹配方法使用该距离度量生成针对已查询模型 m 的匹配集, 其可被称为 M 。在实施例中, 匹配的数目可由系统中所有模型的百分比来确定, 而非由特定距离阈值来确定。因为并非所有模型都遵守相同的相似性量度, 所以利用百分比而不是距离阈值允许该方法可处理更广的模型集。由于不同的照像机可以具有稍微不同的颜色值 (可变照像机增益), 所以这是有利的。因此, 虽然设置阈值可以在一部照像机内很好的运行, 但在所有摄像机的范围中, 阈值或许必须更高以适应颜色上的差异和由此导致的在相同对象的模型之间更大的距离。使用相同的距离度量可以发现 M 中每个元素的最佳匹配。这将产生可被称为 N 的外观模型集。在这个步骤中, 还可以进行修剪。如果 M 中元素的匹配集不包含模型 m , 则该匹配集将不会被加入到 N 中。然后对集 N 中模型的出现进行计数。该出现计数被用于排序与模型 m 的匹配。通过比较模型实例 (instance) 和正被匹配的模型 m 之间的距离来处理计数上的平局情况 (ties in count)。

[0164] 在另一特定实施例中, 可以通过被称为按序列查询 (或者更通常地被称为多对多查询) 的方法来进行视频数据中人和 / 或其他对象的匹配。像在块方法 (blob method) 中一样, 协方差矩阵被用作外观模型。再者, 如前所述, 按序列查询的情况是法医情况, 即运动检定和运动轨迹是指定的。运动检定提供了前景蒙板 (foreground mask), 当对象移动通过场景时轨迹可以追踪对象, 所述场景记录它们的边缘矩形和唯一轨迹 ID。

[0165] 使用来自追踪的边缘矩形和唯一轨迹 ID 以及来自运动检定的前景蒙板作为输入, 可以计算对于轨迹 (序列) 中每个区域的外观模型。像在上面解释的块方法中那样, 公式 2 用于计算协方差矩阵以作为外观模型。特征集 (公式 1) 可以被扩大为包括诸如边缘检测、颜色强度、标度影像等的任何特征。在特定实施例中, 特征集可以包括每个通道 (channel) R, G, B 的颜色强度、局部像素坐标以及每个颜色通道中的 x 和 y 斜率 (gradient)。

[0166] 在特定实施例中, 视频数据中人和 / 或对象的匹配可以利用序列 (多对多) 查询来进行。该序列按如下予以处理: 序列 $S^{(k)}$ 由有限数目的 n 个区域组成。在预处理以后, 每个区域由其外观模型 $C_i^{(k)}$, $i = 1, 2, \dots, n$ 表示。对于序列表示而言, 目的 (objective) 使用紧凑的和描述的集 $r_j^{(k)}$, $j = 1, \dots, m$, 其中 $m \ll n$ 以表示序列 $S^{(k)}$, 也就是,

$$[0167] \quad S^{(k)} : C_i^{(k)}, i = 1, 2, \dots, n \Rightarrow r_j^{(k)}, j = 1, \dots, m \quad (4)$$

[0168] 在第一步中, 对属于序列 $C_i^{(k)}$, $i = 1, 2, \dots, n$ 的每个区域执行聚类算法。一个这样的聚类算法执行分级聚类 (hierarchical agglomerative clustering)。分级聚类的实现如下, 存在 n 个初始组, 这些组的每一个都仅包含单个区域。在每个步中, 合并最近的一对组 (聚类)。对于在组 (聚类) 之间的接近度, 可以使用平均链接接近度 (average linkage proximity), 它是平均成对接近度 (average pair-wise proximities) (边缘的平均长度), 因此

$$[0169] \quad \text{proximity} = \text{average} \{ \rho(C_i, C_j) \} \quad (5)$$

[0170] 其中 C_i 和 C_j 来自不同的组（聚类）。存在两种方式来停止合并组，一种方式是设置聚类的数目，另一种方式是设置组之间的接近度的阈值。

[0171] 所得聚类可以具有有效的聚类 and 无效的聚类。无效的聚类是无关的。可使用相对简单的方法来确定无关者。例如，可以计数每个聚类内的对象数目，并且删除具有少于阈值数目的对象的聚类。所获得的分组对应于有效组 $G_1, \dots, G_m$ ，其中 m 是有效组的数目。在每个有效组中，存在多个区域，因此计算每个组的典型区域。接下来，使用下述公式计算每个组 G_k 的典型区域 r_k ：

$$[0172] \quad i = \operatorname{argmin}_{j \neq i} \sum (\rho(C_i, C_j)), i, j \in 1, \dots, n_k \quad (6)$$

[0173] 其中 n_k 是有效组 G_k 内的区域数目。在该处理之后，每个序列（轨迹）都由典型区域表示， $r_1, \dots, r_m$ ，其中 m 是对于序列的有效聚类的数目，并且 $m \ll n$ 。因此，该过程可以被总结为首先对每个区域的外观模型进行聚类，这里是对协方差矩阵 $C_i^{(k)}$ ， $i = 1, 2, \dots, n$ 进行聚类，并使用根据方程 3 所计算的距离，检定无效的组并将它们当作无关者而去除，并且计算有效组 $G_1, \dots, G_m$ 的典型区域 $r_1, \dots, r_m$ 。

[0174] 如上面指出的那样，每个序列（轨迹）由典型区域 $r_1, \dots, r_m$ 表示，其中 m 是有效聚类的数目。序列匹配可以在查询视频数据和存储在数据库中的视频数据之间进行。视频数据 $S^{(q)}$ 和候选视频数据 $S^{(p)}$ 之间的距离可以被定义。应当注意的是：在集合之间的若干距离定义可以被使用。一个这样的距离是在两个序列之间距离的 Hausdorff 距离，如在下述方程 7 中所列的那样。

$$[0175] \quad d(S^{(q)}, S^{(p)}) = \max(\min(\rho(r_i^{(q)}, r_j^{(p)}))) \quad (7)$$

[0176] 其中分别地 $r_i^{(q)}$ 是根据查询视频数据的有效聚类的典型区域， $r_j^{(p)}$ 是根据已查询（或候选）视频数据的有效聚类的典型区域。为了进行实际查询，比较 Hausdorff 距离，并且从数据库中标识最高 5% 的序列。此外，在建立了每两个视频数据之间的距离（方程 7）之后，上面描述 19 的出现排序方法可被用于报告对查询的匹配。

[0177] 图 8 图示了使用协方差外观上的聚类用于序列匹配的过程 800 的示例性实施例。在 805，提供多个外观模型。视频处理领域所已知的任何类型的外观模型都可以使用。例如，在一个或多个实施例中，外观模型由对象特征的融合组成。特征可以包含这样的参数，举几个例子来说如对象的高度、对象的形状、对象的颜色等。对象是图像帧中的特定区域。在 810，计算每个外观模型和每个其他外观模型之间的相似性量度。在 815，生成相似性模型的矩阵。在 820，除所有外观模型之外，选择测试外观模型。测试外观模型是在所有其他外观模型中将搜索的模型。例如，如果存在来自大型购物中心照像机的视频监视数据的数据库，并且一个人想要确定一个特定的人在大型购物中心中的哪个位置，那么就选择那个人的外观模型，并且其被用来与由系统生成的所有其他外观模型进行比较。

[0178] 在 820，选择测试外观模型之后，那么在 825，从与测试外观模型相对应的矩阵行中选择出一个或多个其他外观模型。这些一个或多个其他外观模型是根据那个矩阵行中所有模型的相似性量度予以选择的。在特定实施例中，因为由于一个或多个外观模型类似于测试外观模型，如由那个特定外观模型的相对低的相似性模型数目所标识的那样，所以选择该一个或多个外观模型。在从测试外观模型的矩阵行中选择类似的外观模型之后，然后在 830，从与一个或多个其他外观模型相对应的其他矩阵行中，其中所述其他外观模型是从测试外观模型矩阵行中选择出的，根据扩充每个其他特定矩阵行的相似性量度选择一个或

多个附加的外观模型。在 835,对在步骤 825 和 830 中所选择的外观模型进行排序。在实施例中,通过在步骤 825 和 830 中所选择的特定外观模型的次数(或计数)来对外观模型进行排序。

[0179] 在 840,过程 800 根据步骤 825 和 830 把具有最高计数的外观模型标识为与测试外观模型最类似的外观模型。在一些情况下,根据步骤 825 和 830,两个或更多的外观模型可能具有相等的计数。在这样的情况下,在 845,过程 800 可以从具有相同计数的两个或更多的外观模型中标识出与测试外观模型更类似的外观模型。在实施例中,这是根据矩阵中那个外观模型的相似性量度予以确定的。

[0180] 过程 800 的外观模型可以源于包括多个视域的多个视频传感设备(例如摄像机 170、172、174、176)。总的来说,外观模型是根据指定影像中对象的特征融合来计算的。在特定实施例中,外观模型通过下述予以计算:

$$[0181] \quad C = \sum (f_k - \mu_R) (f_k - \mu_R)^T;$$

[0182] 其中

[0183] μ_R 是区域内对于点的相应特征的平均值的矢量;

[0184] T 表示矢量的转置;以及

[0185]

$$f_k = [x, y, I(x, y), I_x(x, y), I_y(x, y)];$$

[0186] 其中 f_k 包括空间属性 xy 的特征集, $I(x, y)$ 对应于 x 和 y 位置处的红色、绿色和蓝色通道, $I_x(x, y)$ 对应于红色、绿色和蓝色通道中的 x 斜率, $I_y(x, y)$ 对应于红色、绿色和蓝色通道中的 y 斜率。另外,相似性量度可以通过如下予以计算:

$$[0187] \quad \rho(C_i, C_j) = \sqrt{\sum_{k=1}^d \ln^2 \lambda_k(C_i, C_j)};$$

[0188] 其中 d 是矩阵的维数, λ_k 表示外观模型 C_i 和 C_j 的广义特征值。

[0189] 图 9 图示了若干不同的外观模型 M1-M9 的相似性量度矩阵 900 的实例。例如,位置 (M5, M7) 的值表示外观模型 M5 和 M7 之间的相似性量度,在该实例中所述相似性量度等于 12。然后,例如,如果想要查询 M4(也就是说,M1-M9 中的哪个视域会出现外观模型 M4),那么 M4 行将被分析以确定哪些其他的外观模型最类似于 M4。较小的数字指示外观模型类似于另一外观模型(0 值指示他们是相同的外观模型)。因此,如果该系统被配置成返回三个最类似的外观模型,那么对 M4 的查询将返回 M3、M5 和 M1。然后,使用与外观模型 M3、M5 和 M1 相对应的矩阵行来进行类似的查询。对于 M3 查询而言,将返回 M4、M5 和 M7。对于 M5 查询而言,将返回 M1、M6 和 M4。对于 M1 查询而言,将返回 M5、M4 和 M6。

[0190] 在第一查询和第二查询之后,记数外观模型的计数。在该实例中,M1 被返回 2 次,M3 被返回 1 次,M4 被返回 3 次、M5 被返回 3 次,M6 被返回 2 次,以及 M7 被返回 1 次。在实施例中,该系统被配置成通过计数返回最高的 3 个外观模型-在该实例中,返回 M5、M1 和 M6(因为 M4 是正被执行查询的模型,所以 M4 被排除)。在该实例中,值得注意的是:因为虽然 M3 类似于查询模型 M4,但却不类似于与该查询模型相类似的任何其他外观模型,所以 M3 被消除。

[0191] 该系统和方法的优点在于不存在被认为是相似性度量的阈值。由于不同的视频传感设备中对象看起来将是不同的,因此这是有益的。因此,单个阈值不支持所有的设备。虽

然系统可以为系统中每一对视频传感设备分配阈值,但对于大系统而言这将是一项非常费时的任务,并且其仍无法解决设备中诸如光线之类的动态差异。

[0192] 图 10 图示了使用对协方差外观的聚类来执行序列匹配的过程 1050 的另一示例性实施例。在 1052,提供了查询视频序列和一个或多个已查询视频序列。过程 1050 确定查询视频序列是否存在于一个或多个已查询视频序列中。在 1054,对于查询视频序列的每个区域以及对于一个或多个已查询视频序列的每个区域生成协方差矩阵。在 1056,计算查询视频序列的每个协方差矩阵之间的距离。然后,在 1058,对于一个或多个已查询视频序列中的每一个,计算在特定已查询视频序列中的每个协方差矩阵之间的距离。在 1060,使用查询视频序列的每个协方差矩阵之间的距离生成查询聚类。在 1062,对于一个或多个已查询视频序列中的每一个,使用在特定已查询视频序列中每个协方差矩阵之间的距离生成已查询聚类。在 1064,去除无关的查询聚类和无关的已查询聚类。这些无关者的去除将产生有效的查询聚类和有效的已查询聚类。在 1066,选择每个有效的查询聚类的典型区域。在 1068,对于一个或多个已查询视频中序列的每一个,选择特定已查询视频序列中每一个有效的已查询聚类的典型区域。在 1070,根据在查询视频序列的典型区域和一个或多个已查询视频序列中的每一个的典型区域之间的距离,确定查询视频序列和一个或多个已查询视频序列中的每一个之间的相似性。在实施例中,过程 1050 的协方差矩阵由 x 像素位置、y 像素位置、红色通道、绿色通道、蓝色通道、红色通道的 x 和 y 斜率、绿色通道的 x 和 y 斜率以及蓝色通道的 x 和 y 斜率组成:

[0193]

$$f_k = [x, y, R(x, y), R_x(x, y), R_y(x, y), G(x, y), G_x(x, y), G_y(x, y), B(x, y), B_x(x, y), B_y(x, y)]$$

[0194] 在实施例中,在每个协方差矩阵之间的距离计算如下:

$$[0195] \quad \rho(C_i, C_j) = \sqrt{\sum_{k=1}^d \ln^2 \lambda_k(C_i, C_j)};$$

[0196] 其中:

[0197] d 是协方差矩阵的维度, λ_k 表示外观模型的广义特征值;以及

$$[0198] \quad C = \sum (f_k - \mu_R) (f_k - \mu_R)^T;$$

[0199] 其中:

[0200] μ_R 是区域内点的相应特征的平均数的矢量;

[0201] T 指示矢量的转置;以及

[0202]

$$f_k = [x, y, I(x, y), I_x(x, y), I_y(x, y)];$$

[0203] 其中 f_k 包括空间属性 xy 的特征集, I(x, y) 对应于 x 和 y 位置的红色、绿色和蓝色通道, $I_x(x, y)$ 对应于红色、绿色和蓝色通道中的 x 斜率, $I_y(x, y)$ 对应于红色、绿色和蓝色通道中的 y 斜率:

[0204]

$$f_k = [x, y, R(x, y), R_x(x, y), R_y(x, y), G(x, y), G_x(x, y), G_y(x, y), B(x, y), B_x(x, y), B_y(x, y)]$$

[0205] 在 1072,根据聚类内区域数目来标识无关的聚类。

[0206] 在实施例中,通过下述选择典型区域:

[0207] $i = \operatorname{argmin}_{j \neq i} \sum (\rho(C_i, C_j)), i, j \in 1, \dots, n_k;$

[0208] 其中 n_k 表示聚类 k 中的区域数目 ; 以及

[0209] $\rho(C_i, C_j)$ 表示在聚类中第 i 区域和聚类中第 j 区域之间的距离。

[0210] 在查询视频数据的有效区域和一个或多个已查询视频数据中每一个的有效区域之间的距离可以被计算为 Hausdorff 距离。

[0211] 接下来, 图 11 描绘了系统 150 的附加细节。如图 11 所示, 系统 150 包括采用计算机 920 (例如个人计算机、工作站或服务器) 形式的通用计算机。在各种实施例中, 计算机 920 是常规计算机、分布式计算机或任何其他类型的计算机。

[0212] 系统总线 162 可以是若干类型的总线结构中的任何总线结构, 其包括存储器总线或存储器控制器、外围总线以及使用各种总线体系结构中的任何总线体系结构的本地总线。数据存储 154 还可以被简称为存储器, 在一些实施例中, 其包括只读存储器 (read-only memory, ROM) 924 和随机存取存储器 (random-access memory, RAM) 925。基本输入 / 输出系统 (basic input/output system, BIOS) 程序 926 可以被存储在 ROM 924 中, 所述基本输入 / 输出系统程序 926 包含诸如在启动期间帮助计算机 920 内的元素之间传送信息到基本例程。计算机 920 还包括用于从硬盘读取或向硬盘 (未示出) 写入的硬盘驱动器 927, 用于从可移动磁盘 929 读取或向可移动磁盘 929 写入的磁盘驱动器 928, 以及用于从可移动光盘 931 中读取或向可移动光盘 931 中写入的光盘驱动器 930, 所述可移动光盘 931 诸如 CD ROM 或其他光学介质。

[0213] 硬盘驱动器 927、磁盘驱动器 928 和光盘驱动器 930 分别与硬盘驱动器接口 932、磁盘驱动器接口 933 和光盘驱动器接口 934 耦合。驱动器和它们相关联的计算机可读介质提供了对计算机可读指令、数据结构、程序模块及其他计算机 920 数据的非易失性存储。对本领域的普通技术人员而言应当理解的是: 能够存储可由计算机访问的数据的任何类型的计算机可读介质都可被用于示例性操作环境中, 所述计算机可读介质诸如磁带盒、快擦写存储卡、数字视频盘、伯努利盒式磁盘 (Bernoullicartridges)、随机存取存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、独立磁盘 (例如 RAID 存储设备) 的冗余阵列等。

[0214] 多个程序模块可以被存储在硬盘、磁盘 929、光盘 931、ROM 924 或 RAM 925 中, 所述程序模块包括操作系统 935、一个或多个应用程序 936、其他程序模块 937 和程序数据 938。包含安全传输引擎的插件可以驻留在这些计算机可读介质的任一个或任何多个上。

[0215] 用户可以通过诸如键盘 940 和定点设备 942 之类的输入设备向计算机 920 中输入命令和信息。其他输入设备 (未示出) 可以包括麦克风、操纵杆、游戏垫、扫描器等。这些其他的输入设备通常通过与系统总线 162 耦合的串行端口接口 946 与处理器 152 连接, 但也可以通过诸如并行端口、游戏端口或通用串行总线 (universal serial bus, USB) 之类的其他接口予以连接。计算机 920 可以包括诸如扬声器和打印机之类的其他外围输出设备 (未示出)。

[0216] 计算机 920 可以使用到一个或多个远程计算机或服务器的逻辑连接在网络环境下运行, 所述一个或多个远程计算机或服务器诸如远程计算机 949。这些逻辑连接是通过耦合到计算机 920 或其一部分的通信设备来达到的; 在本公开内容中的实例不限于特定类型的通信设备。远程计算机 949 可以是另一计算机、服务器、路由器、网络 PC、客户端、同等设备或其它公用网络结点, 并且典型地包括如上所述关于计算机 920 的许多或所有元素, 尽

管仅已图示存储设备 950。在图 11 中所描绘的逻辑连接包括局域网 (local area network, LAN) 951 和 / 或广域网 (wide areanetwork, WAN) 952。这样的网络环境在办公室网络、企业宽带计算机网络、内部网和因特网中是很常见的,其是所有类型的网络。

[0217] 当用在 LAN 联网环境中时,计算机 920 通过网络接口或适配器 953 与 LAN 951 连接,所述网络接口或适配器 953 是一种通信设备。在一些实施例中,当用在 WAN 联网环境中时,计算机 920 典型地包括调制解调器 954(另一种通信设备)或任何其他类型的通讯设备,例如无线收发器,用于在诸如因特网之类的广域网 952 上建立通信。调制解调器 954 可以是内置的或外置的,其经由串行端口接口 946 与系统总线 923 连接。在联网环境中,关于计算机 920 所描绘的程序模块可以被存储在远程计算机或服务器 949 的远程存储器存储设备 950 中。应当理解:所示出的网络连接是示例性的,其他的用于在计算机之间建立通信链路的通信设备也可以被使用,包括混合同轴光纤连接、T1-T3 线、DSL、OC-3 和 / 或 OC-12、TCP/IP、微波、无线应用协议、以及任何其他的通过任何适当的开关、路由器、输出和电源线的电子介质,如本领域的普通技术人员所熟知和理解的那样。

[0218] 6. 总结

[0219] 以上已经描述了本发明的示例性实施例。然而,本领域的普通技术人员将理解:在不脱离由所附权利要求所定义的本发明的真实范围和精神的情况下,可以对所描述的实施例作出变化和修改。

[0220] 最后,词“示例性的 (exemplary)”在此被使用,意指“作为实例、例子或例示”。在此描述为“示例性的”任何实施例都不必被理解为比其他实施例优选和有利。

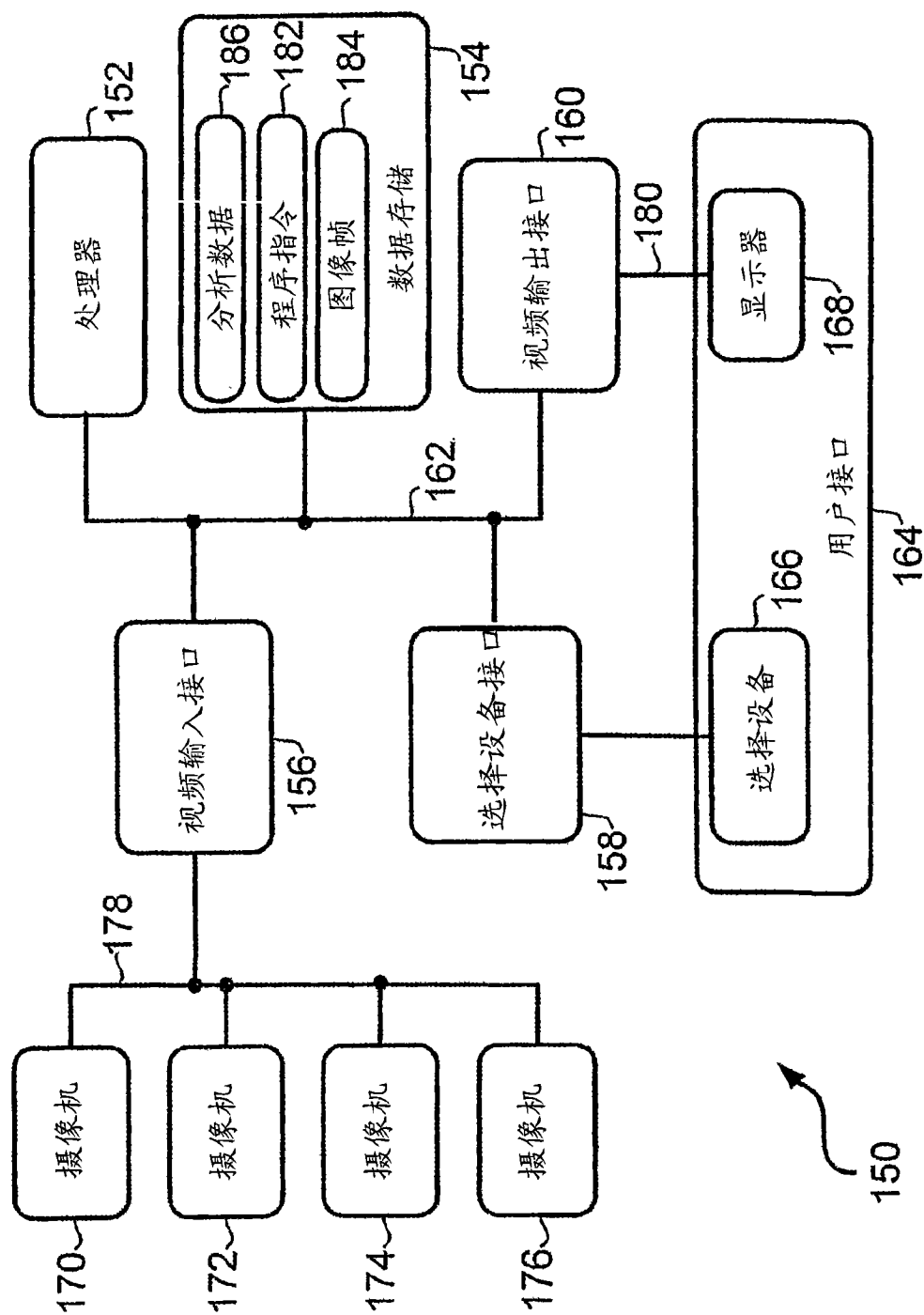


图 1

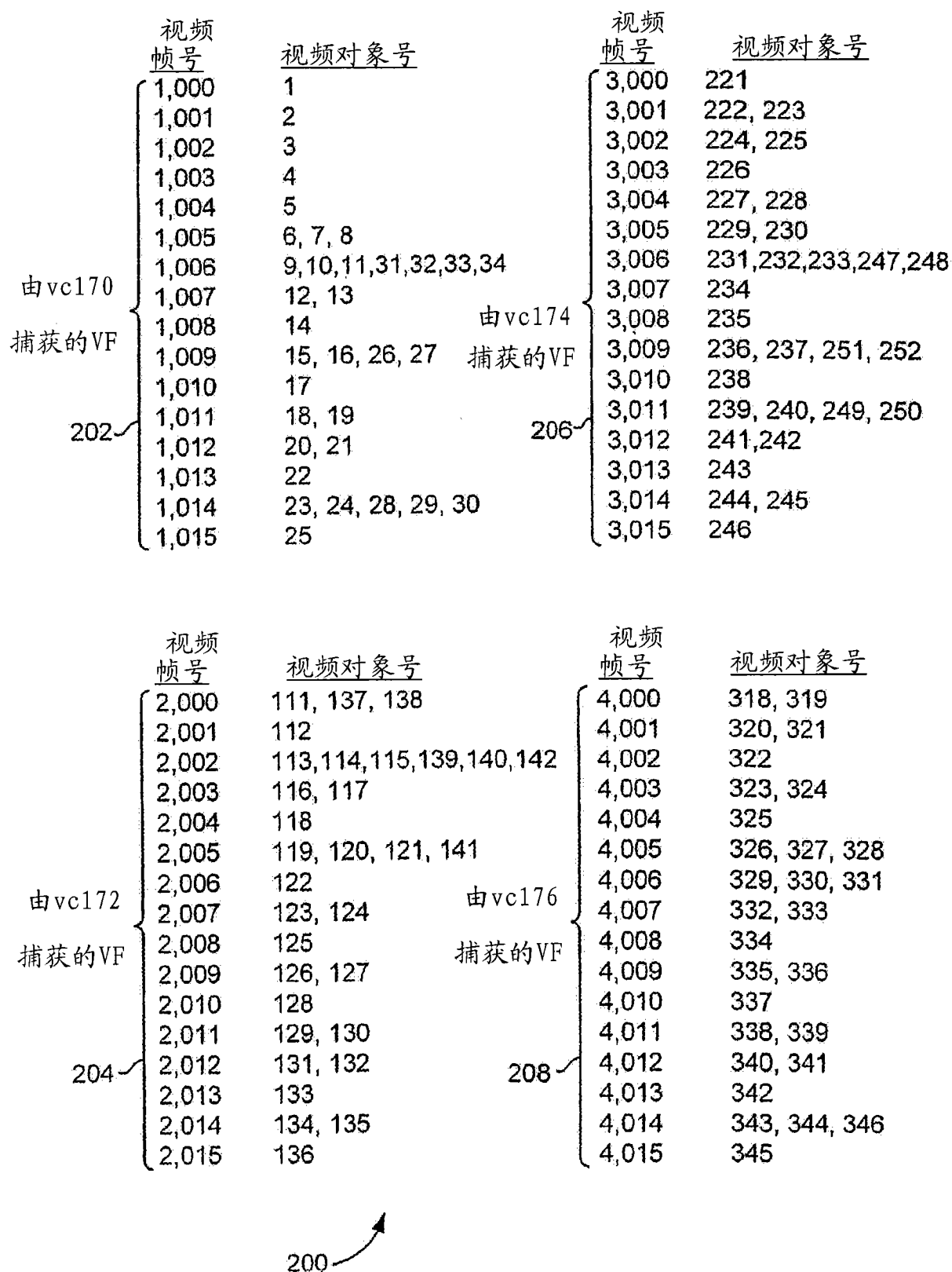


图 2

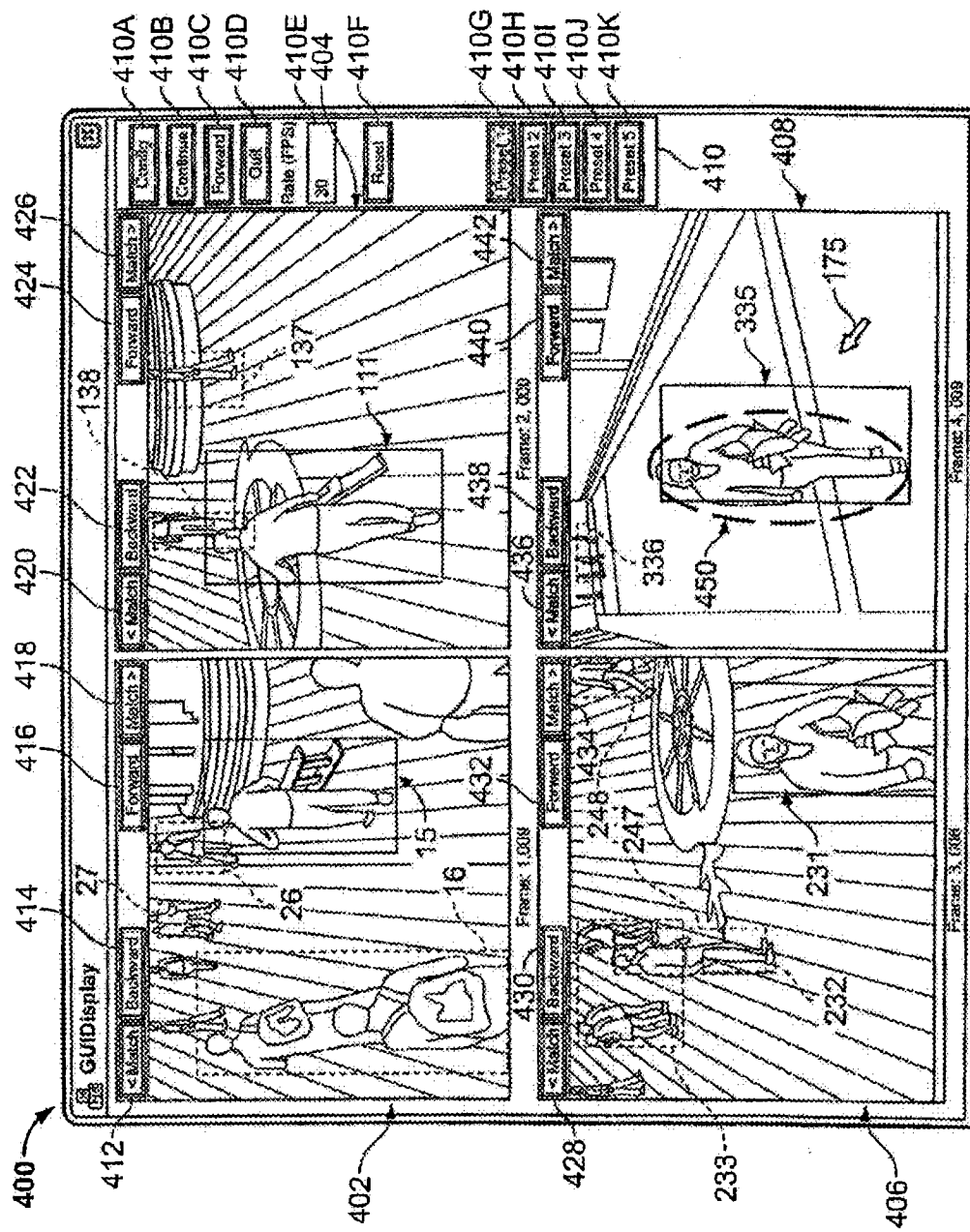


图 3

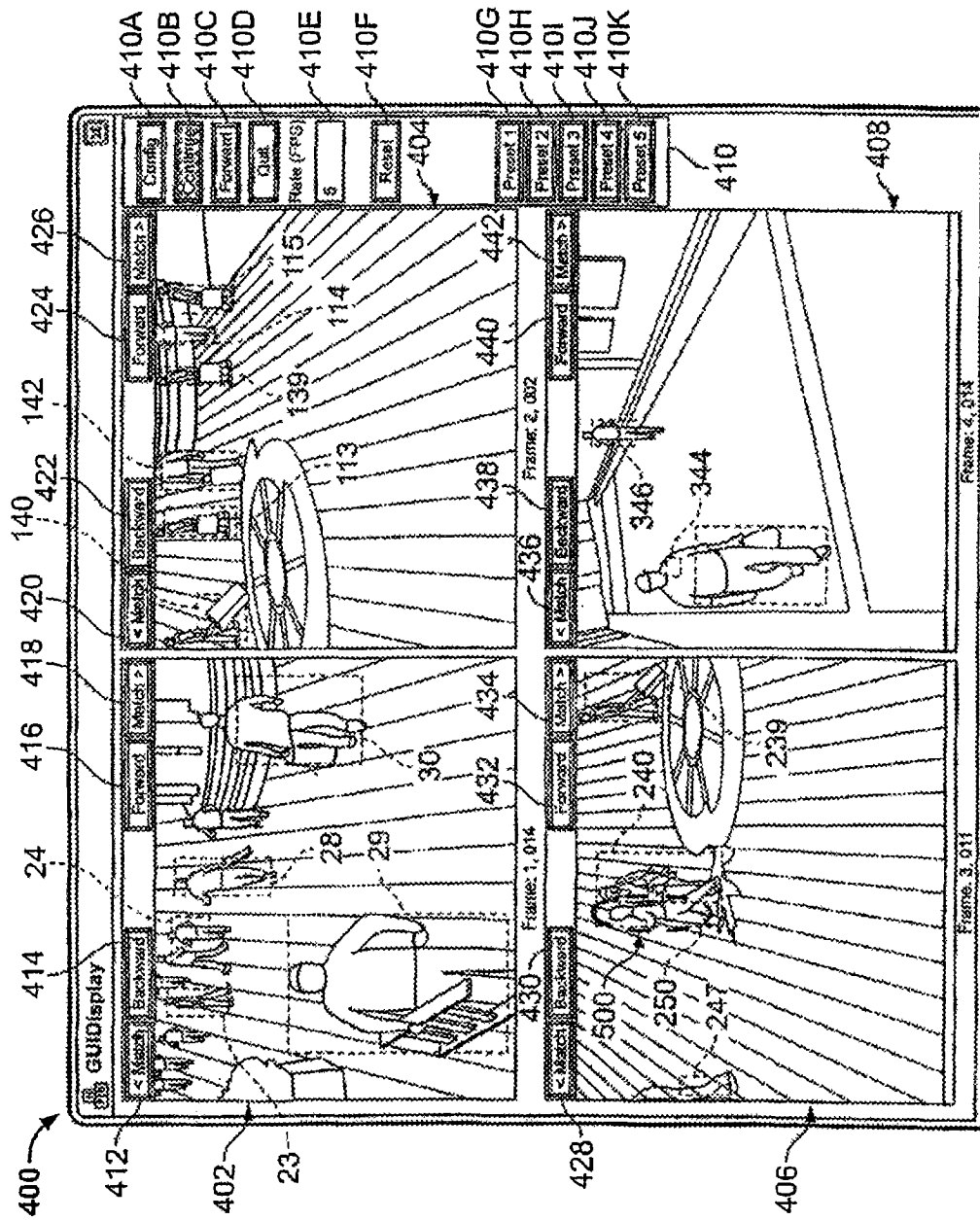


图 4

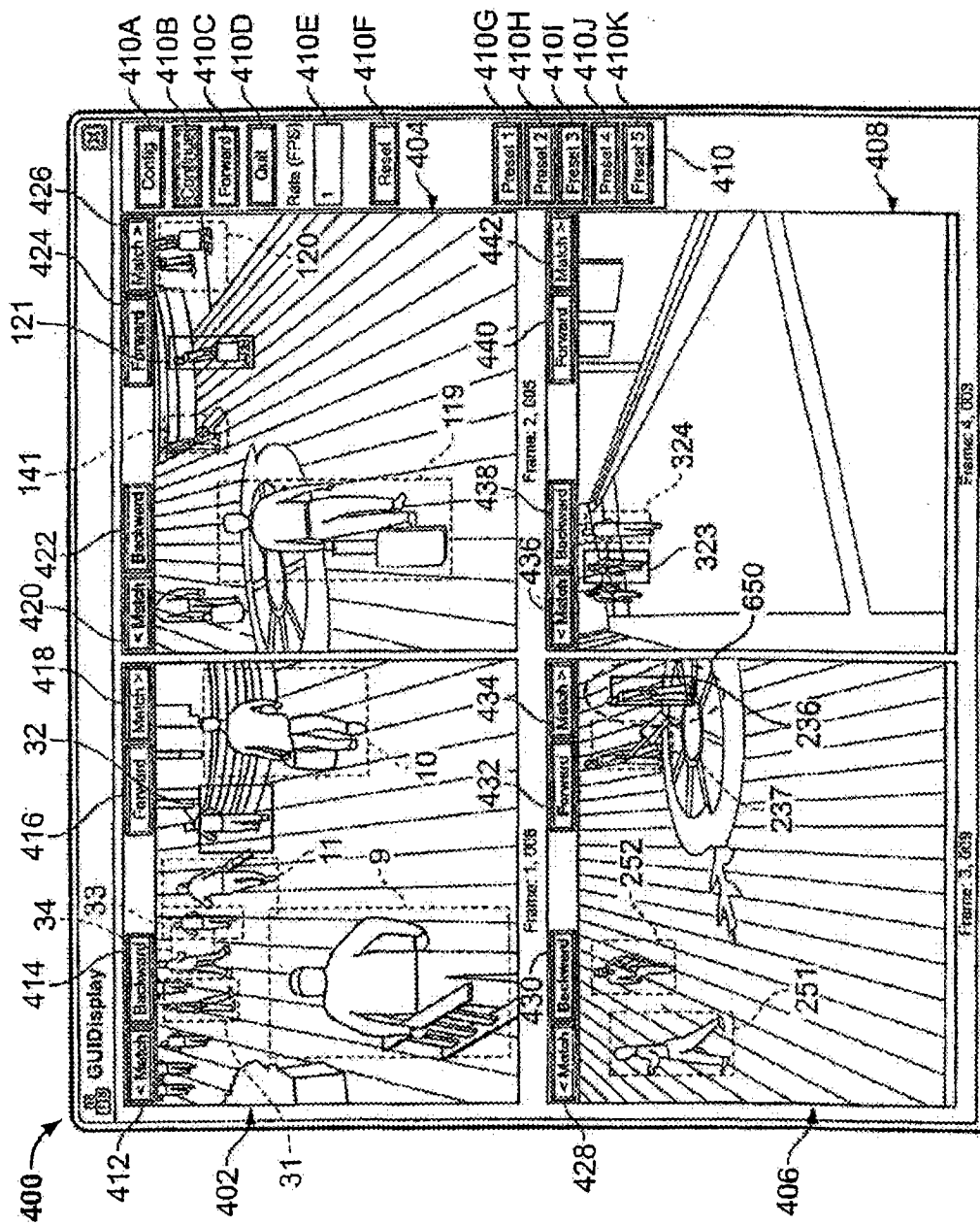


图 5

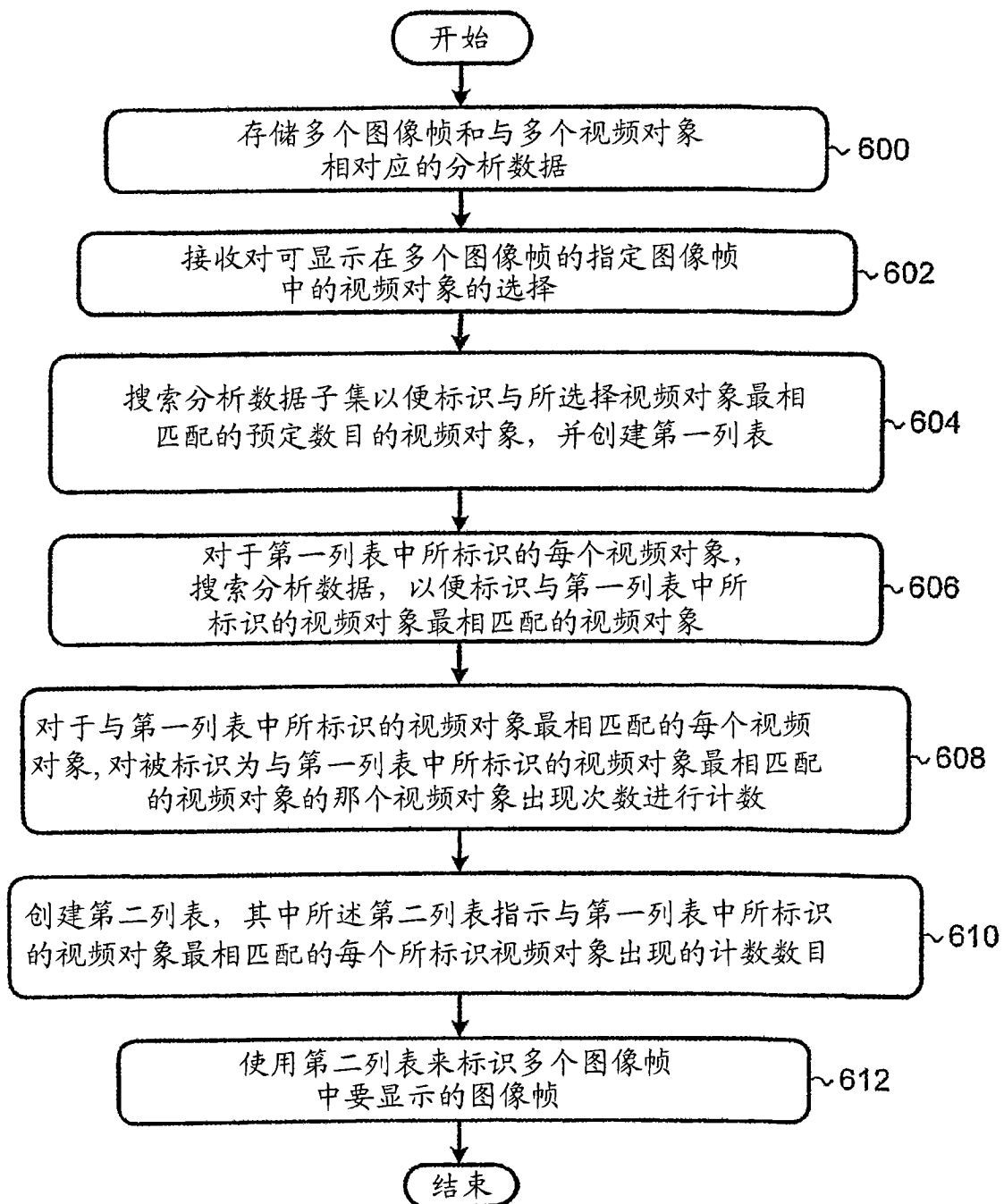


图 6

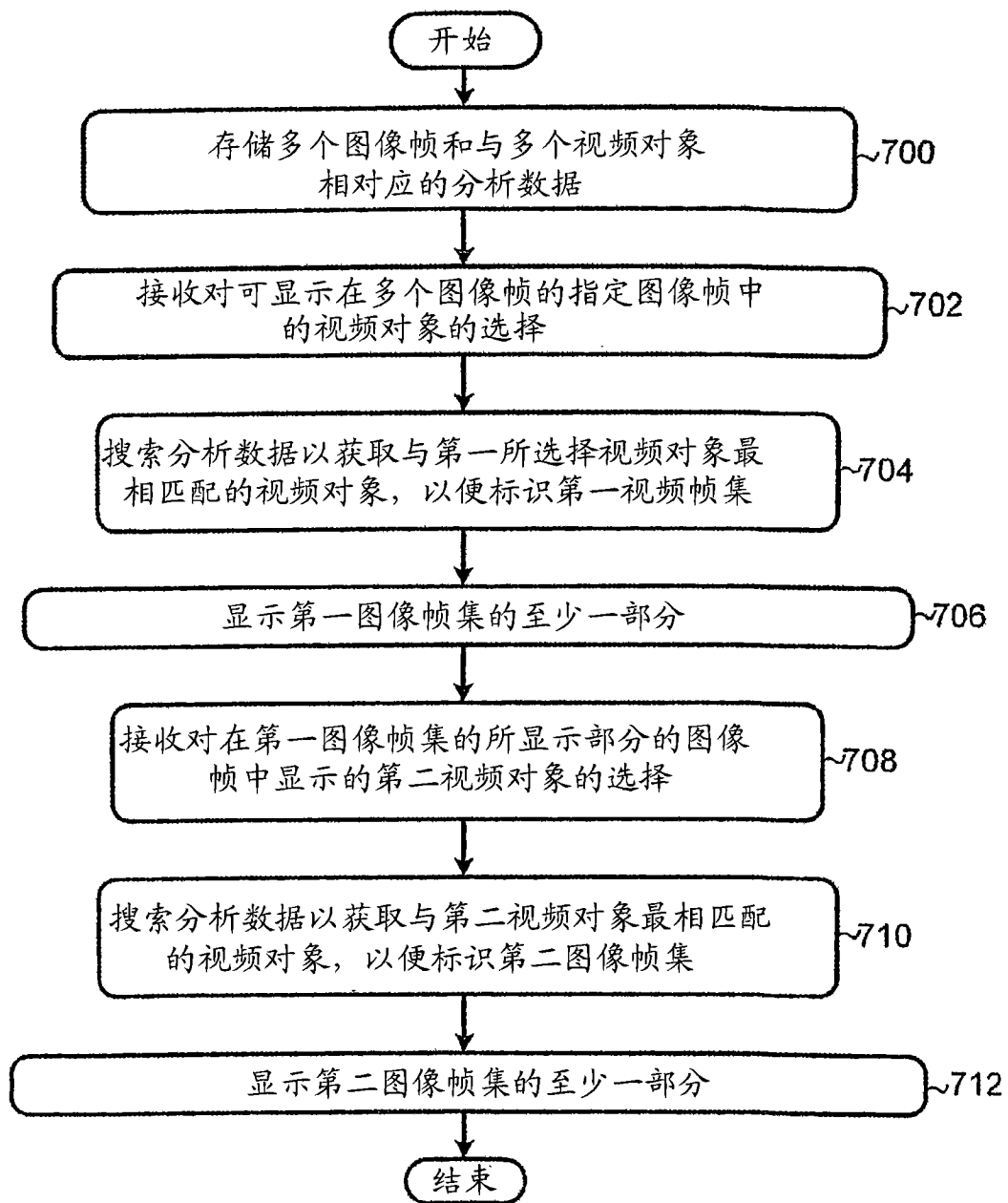


图 7

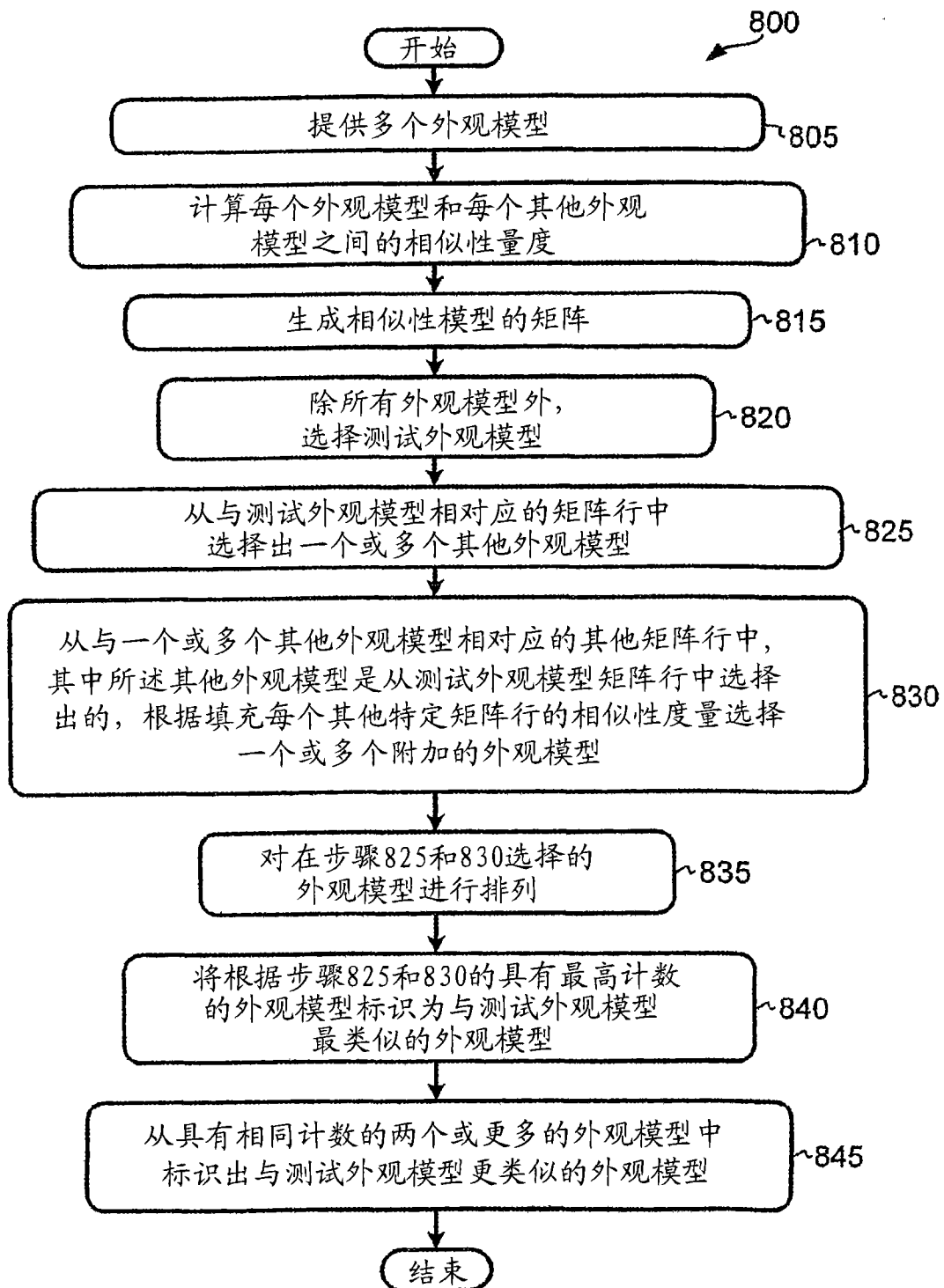


图 8

900
↙

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
M1	0	9	13	5	2	7	8	12	8
M2	9	0	9	8	9	11	10	5	9
M3	13	9	0	2	5	15	7	19	10
M4	5	8	2	0	4	12	7	9	12
M5	2	9	5	4	0	2	12	8	13
M6	7	11	15	12	2	0	4	5	3
M7	8	10	7	7	12	4	0	8	6
M8	12	5	19	9	8	5	8	0	9
M9	8	9	10	12	13	3	6	9	0

图 9

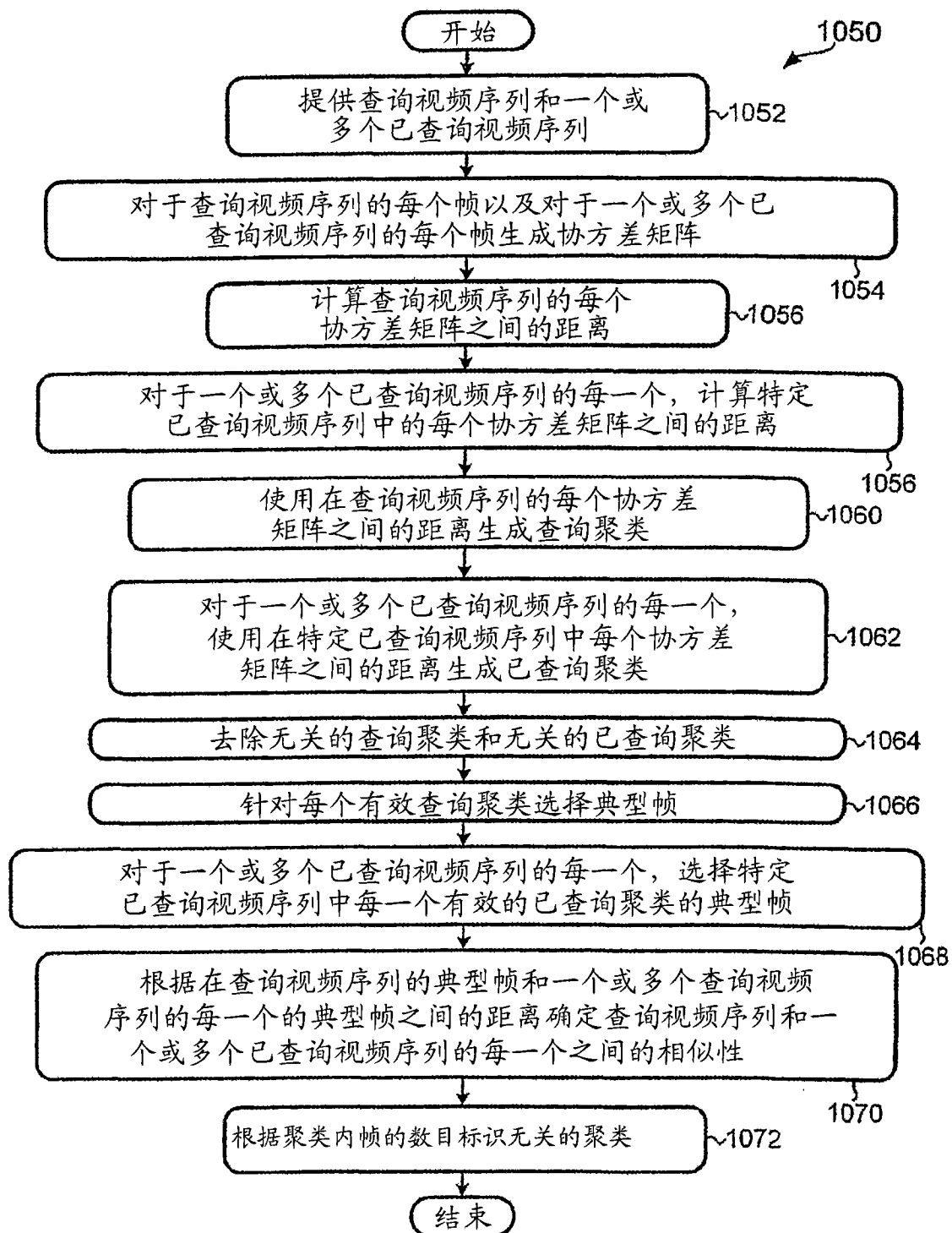


图 10

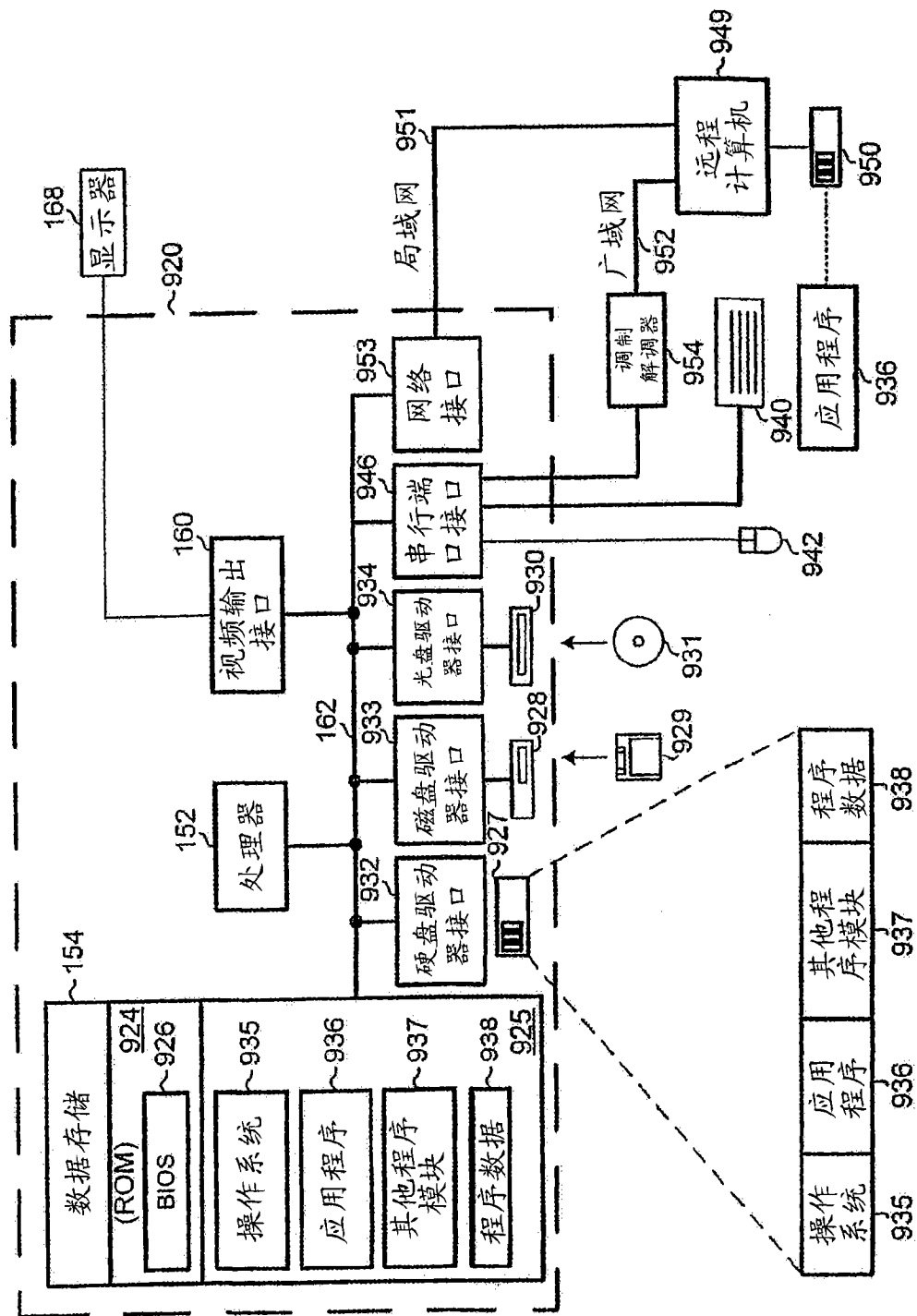


图 11