



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104956365 B

(45)授权公告日 2018.07.03

(21)申请号 201380071807.8

(22)申请日 2013.11.25

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104956365 A

(43)申请公布日 2015.09.30

(30)优先权数据

13/690,225 2012.11.30 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.07.29

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/071728 2013.11.25

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/085341 EN 2014.06.05

(73)专利权人 脸谱公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 瑞安·艾伦·斯托特 花鸣 颜宏

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 梁丽超 陈鹏

(51)Int.Cl.

G06F 17/30(2006.01)

(56)对比文件

CN 102414705 A,2012.04.11,

CN 102654860 A,2012.09.05,

CN 102760124 A,2012.10.31,

US 2011/0055192 A1,2011.03.03,

审查员 蔡智勇

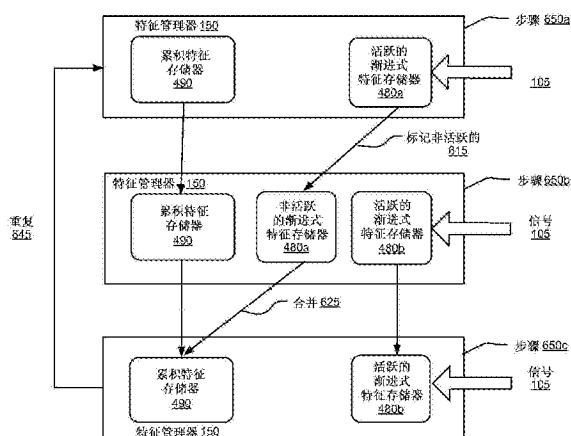
权利要求书3页 说明书17页 附图11页

(54)发明名称

基于在线系统中的用户动作询问特征

(57)摘要

在线系统,例如,社交网络系统存储描述在线系统中表现的实体之间的关系的特征。描述特征的信息被表示为图谱。在线系统维护累积特征图谱和渐进式特征图谱。基于最新的用户动作的特征值存储在渐进式图谱中,而基于先前动作的特征值存储在累积图谱中。周期性地,存储在渐进式特征图谱中的信息与存储在累积特征图谱中的信息合并。在合并期间,渐进式图谱被标记为非活跃的,而基于新的用户动作的信息被存储在活跃的渐进式特征图谱中。如果接收到对于特征信息的请求,那么从累积特征图谱、非活跃的渐进式特征图谱、和活跃的渐进式特征图谱获得的特征信息被结合以确定特征信息。



1. 一种计算机实现方法,包括:

通过在线系统维护存储根据在时间点之前进行的用户动作确定的特征值的累积特征存储器,所述累积特征存储器包括在第一类型的存储器中;

通过所述在线系统维护存储根据在所述时间点之后进行的用户动作确定的特征值的渐进式特征存储器,维护包括响应于接收描述用户动作的信息更新所述渐进式特征存储器的特征值,所述渐进式特征存储器包括在第二类型的存储器中,所述第二类型的存储器比所述第一类型的存储器具有更快的存取时间;

接收对特征值的请求,所述请求识别用户和特征;

从所述累积特征存储器接收第一数字部分结果,所述第一数字部分结果根据在所述时间点之前由所述用户进行的类型的用户动作确定;

从所述渐进式特征存储器接收第二数字部分结果,所述第二数字部分结果根据在所述时间点之后由所述用户进行的类型的用户动作确定;

确定包括所述第一数字部分结果和所述第二数字部分结果的数字加权结合,其中所述第一数字部分结果由衰变因数加权;并且

返回所述数字加权结合作为所请求的特征值。

2. 根据权利要求1所述的计算机实现方法,其中,所述衰变因数是小于一的值。

3. 根据权利要求1所述的计算机实现方法,其中,所述衰变因数基于与所述特征相关联的类型。

4. 根据权利要求1所述的计算机实现方法,其中,所述渐进式特征存储器是第一渐进式特征存储器,还包括:

通过所述在线系统维护第二渐进式特征存储器;

将所述第一渐进式特征存储器在后续时间点标记为非活跃的并且响应于所述后续时间点之后由所述在线系统接收的用户动作更新所述第二渐进式特征存储器的特征;并且

响应于接收所述请求,从所述第二渐进式特征存储器接收第三数字部分结果。

5. 根据权利要求4所述的计算机实现方法,其中,所述数字加权结合进一步包括所述第三数字部分结果。

6. 根据权利要求5所述的计算机实现方法,其中,所述数字加权结合通过第二衰变因数加权所述第三数字部分结果。

7. 根据权利要求1所述的计算机实现方法,其中,特征被表示为基于描述用户动作的一个或多个值的表达式或基于其他特征的表达式。

8. 根据权利要求1所述的计算机实现方法,还包括:

将所述渐进式特征存储器标记为非活跃的并且停止更新所述渐进式特征存储器中存储的特征值;

确定来自所述渐进式特征存储器的特征值和来自所述累积特征存储器的相应的特征值的数字加权结合,其中,来自所述累积特征存储器的特征值通过衰变因数加权;并且

利用所述数字加权结合更新所述累积特征存储器的特征值。

9. 根据权利要求1所述的计算机实现方法,还包括:

将所述渐进式特征存储器存储在与用于所述累积特征存储器的数据存储器相比提供更快的数据存取的数据存储器中。

10. 根据权利要求1所述的计算机实现方法,其中,所述渐进式特征存储器存储在随机存取存储器中。

11. 根据权利要求1所述的计算机实现方法,其中,每个特征与用户、目标实体、和基于由与所述目标实体相关联的用户进行的用户动作的特征值相关联。

12. 一种存储计算机可执行的代码的非易失性计算机可读存储介质,所述代码包括:
在线系统的特征管理器模块,被配置为:

维护存储根据在时间点之前进行的用户动作确定的特征值的累积特征存储器,所述累积特征存储器包括在第一类型的存储器中;

维护存储所述特征值的渐进式特征存储器,维护包括响应于接收描述在所述时间点之后进行的用户动作的信息更新所述渐进式特征存储器的特征值,所述渐进式特征存储器包括在第二类型的存储器中,所述第二类型的存储器比所述第一类型的存储器具有更快的存取时间;

请求处理器模块,被配置为:

接收对特征值的请求,所述请求识别用户和与一个类型的用户动作相关联的特征;

从所述累积特征存储器接收第一数字部分结果,所述第一数字部分结果根据在所述时间点之前由所述用户进行的类型的用户动作确定;

从所述渐进式特征存储器接收第二数字部分结果,所述第二数字部分结果根据在所述时间点之后由所述用户进行的类型的用户动作确定;

确定包括所述第一数字部分结果和所述第二数字部分结果的数字加权结合,其中,所述第一数字部分结果由衰变因数加权;并且

返回所述数字加权结合作为所请求的特征值。

13. 根据权利要求12所述的非易失性计算机可读存储介质,其中,所述衰变因数是小于一的值。

14. 根据权利要求12所述的非易失性计算机可读存储介质,其中,所述衰变因数基于与所述特征相关联的类型。

15. 根据权利要求12所述的非易失性计算机可读存储介质,其中:

所述特征管理器进一步被配置为

通过所述在线系统维护第二渐进式特征存储器;

将第一渐进式特征存储器在后续时间点标记为非活跃的并且响应于在所述后续时间点之后由所述在线系统接收的用户动作更新所述第二渐进式特征存储器的特征;并且

所述请求处理器模块进一步被配置为

响应于接收所述请求,从所述第二渐进式特征存储器接收第三数字部分结果。

16. 根据权利要求14所述的非易失性计算机可读存储介质,其中,所述数字加权结合进一步包括第三数字部分结果。

17. 根据权利要求15所述的非易失性计算机可读存储介质,其中,所述数字加权结合通过第二衰变因数加权所述第三数字部分结果。

18. 根据权利要求12所述的非易失性计算机可读存储介质,其中,特征被表示为基于描述用户动作的一个或多个值的表达式或基于其他特征的表达式。

19. 根据权利要求12所述的非易失性计算机可读存储介质,其中,所述特征管理器进一

步被配置为:

将所述渐进式特征存储器标记为非活跃的并且停止更新所述渐进式特征存储器中存储的特征值;

确定来自所述渐进式特征存储器的特征值和来自所述累积特征存储器的相应的特征值的数字加权结合,其中,来自所述累积特征存储器的特征值通过衰变因数加权;并且

利用所述数字加权结合更新所述累积特征存储器的所述特征值。

20. 根据权利要求12所述的非易失性计算机可读存储介质,其中,所述特征管理器进一步被配置为:

将所述渐进式特征存储器存储在与用于所述累积特征存储器的数据存储器相比提供更快的数据存取的数据存储器中。

21. 根据权利要求12所述的非易失性计算机可读存储介质,其中,所述渐进式特征存储器存储在随机存取存储器中。

基于在线系统中的用户动作询问特征

技术领域

[0001] 本发明涉及描述例如社交网络系统的在线系统中的用户动作的更新特征,并且具体地,涉及基于在线系统中的用户动作的实时更新的询问特征。

背景技术

[0002] 在线系统通常呈现对用户有用的信息并且允许用户与在线系统交互。在线系统可以使用各种技术在将信息呈现给用户之前确定用户可能感兴趣的信息。如果将用户喜欢的信息呈现给用户,那么用户更可能有规律地访问在线系统。在线系统通常从广告获得收益。广告商更喜欢在系统的用户有规律地访问的在线系统中做广告。因此,用户忠诚度确定了在线系统产生的收益。因此,在线系统将感兴趣的信息呈现给用户的能力通常影响在线系统获得的收益。

[0003] 在线系统通常使用过去的用户动作来由在线系统进行有关动作的决定。例如,过去的用户行为可以由在线系统使用以便将用户可能感兴趣的信息提出给用户。在线系统的实例是允许用户建立与彼此的联系的社交网络系统。社交网络系统可使用过去的用户动作确定用户可能感兴趣的新闻馈送报道或者确定用户的潜在的朋友以便推荐给用户。在线系统可使用确定用户感兴趣的信息的预测器模型,例如,机器学习模型。这些模型基于描述在线系统中的用户和他们的动作的特征预测动作。

[0004] 在线系统通常可以具有定期地与在线系统交互的大量用户,例如,几十或几百万用户并且产生在线系统中的大量信息。产生的信息被用于确定由基于特征进行决定的在线系统的模型或者各个模块使用的特征的值。通常,在线系统基于在过去发生的一组用户动作维护特征。更新特征可以是深入和复杂计算的操作。因此,特征值不能经常更新。因此,与在线系统的交互的模式最新改变可能未在特征中反映直至很晚。例如,如果在线系统的用户界面改变,那么用户与在线系统的交互会显著改变。相似地,如果存在技术上的改变,那么用户与在线系统的交互会显著改变。例如,如果先前经由移动设备不可访问的在线系统变为经由移动设备可访问的,那么用户可能以先前不可能或不普遍的新的方式与在线系统交互。然而,如果在线系统的特征值不反映这些最新的改变,那么由在线系统基于特征值进行的决定不能反映用户行为中的最新改变。因此,在线系统不再采取与用户有关的动作或者在线系统将用户不感兴趣的信息呈现给用户。

发明内容

[0005] 本发明的实施方式允许在线系统查询基于由用户进行的动作表示用户与实体之间的关系的特征值。例如,社交网络系统可存储基于用户和与用户联系的另一个用户之间的交互的特征值。每个特征与用户、目标实体、和基于由用户对于目标实体进行的用户动作的值相关联。在线系统维护累积特征存储器和渐进式特征存储器。累积特征存储器存储从给定在时间点之前进行的用户动作确定的特征值并且渐进式特征存储器存储从给定时间点之后进行的用户动作确定的特征值。

[0006] 接收特征值的请求以识别用户和特征类型。从给定在时间点之前进行的用户动作确定的特征值的第一部分结果是从累积特征存储器接收的。从给定时间点之后进行的用户动作确定的第二部分结果是从渐进式特征存储器接收的。特征值是通过将第一部分结果和第二部分结果结合为第一部分结果由衰变因数加权来确定的。确定的特征值被返回请求者。

[0007] 在实施方式中,存储在渐进式特征存储器中的特征值是响应于由在线系统的用户进行的当前用户动作更新的。此外,在后续时间点停止对渐进式特征存储器的更新。新的渐进式特征存储器是为了存储使用后续时间点之后发生的用户动作确定的特征值而保持的。响应于特征的请求,使用后续时间间隔之后接收的用户动作确定的第三部分结果值是从新的渐进式特征存储器检索的。特征值是通过结合第一部分结果、第二部分结果、和第三部分结果的结果来确定的。部分结果的结合是通过由衰变因数加权第一部分结果进行的。第二部分结果可以由另一个衰变因数加权。来自渐进式特征存储器的特征值可以与累积存储器和重置的渐进式特征存储器中的特征值合并。

[0008] 在本发明内容部分和以下详细说明中所述的特征和优势不是包括一切的。从附图、说明书、和权利要求书来看,许多另外的特征和优势对本领域技术人员而言将是显而易见的。

[0009] 根据本发明的实施方式在针对方法、介质、和系统的所附权利要求中具体公开,其中一个权利要求种类中提到的任何特征,例如,方法,可以在另一个权利要求种类中要求保护,例如,系统。

[0010] 在实施方式中,根据本发明提供一种计算机实现方法,包括:

[0011] 通过在线系统维护存储根据在时间点之前进行的用户动作确定的特征值的累积特征存储器;

[0012] 通过在线系统维护存储根据时间点之后进行的用户动作确定的特征值的渐进式特征存储器,维护包括响应于接收描述用户动作的信息更新渐进式特征存储器的特征值;

[0013] 接收特征值的请求,该请求识别用户和特征;

[0014] 从累积特征存储器接收第一部分结果,第一部分结果根据在时间点之前由用户进行的类型的用户动作确定;

[0015] 从渐进式特征存储器接收第二部分结果,第二部分结果根据在时间点之后由用户进行的类型的用户动作确定;

[0016] 确定包括第一部分结果和第二部分结果的加权结合,其中第一部分结果由衰变因数加权;并且

[0017] 返回加权结合作为请求的特征值。

[0018] 衰变因数可以是小于一的值。

[0019] 衰变因数还可以基于与特征相关联的类型。

[0020] 在同样可以要求保护的本发明的另一个实施方式中,提供一种计算机实现方法,其中渐进式特征存储器是第一渐进式特征存储器,还包括:

[0021] 通过在线系统维护第二渐进式特征存储器;

[0022] 将第一渐进式特征存储器在后续时间点标记为非活跃的并且响应于后续时间点之后由在线系统接收的用户动作更新第二渐进式特征存储器的特征;并且

- [0023] 响应于接收请求,从第二渐进式特征存储器接收第三部分结果。
- [0024] 优选地,加权结合进一步包括第三部分结果。
- [0025] 优选地,加权结合通过第二衰变因数加权第三部分结果。
- [0026] 特征可以被表示为基于描述用户动作的一个或多个值的表达式或基于其他特征值的表达式。
- [0027] 在同样可以要求保护的另一个实施方式中,提供一种计算机实现方法,包括:
- [0028] 将渐进式特征存储器标记为非活跃的并且停止更新渐进式特征存储器中存储的特征值;
- [0029] 确定来自渐进式特征存储器的特征值和来自累积特征存储器的相应的特征值的加权结合,其中来自累积特征存储器的特征值通过衰变因数加权;并且
- [0030] 利用加权结合更新累积特征存储器的特征值。
- [0031] 计算机实现方法还可以包括:
- [0032] 将渐进式特征存储器存储在与用于累积特征存储器的数据存储器相比提供更快的数据存取的数据存储器中。
- [0033] 渐进式特征存储器可以存储在随机存取存储器中。
- [0034] 每个特征可以与用户、目标实体、和基于由与目标实体相关联用户进行的用户动作的特征值相关联。
- [0035] 在同样可以要求保护的根据本发明的实施方式中,提供具有存储计算机可执行的代码的非易失性计算机可读存储介质的计算机程序产品,代码包括:
- [0036] 在线系统的特征管理器模块,被配置为:
- [0037] 维护存储根据在时间点之前进行的用户动作确定的特征值的累积特征存储器;
- [0038] 维护存储特征值的渐进式特征存储器,维护包括响应于接收描述时间点之后进行的用户动作的信息更新渐进式特征存储器的特征值;
- [0039] 请求处理器模块,被配置为:
- [0040] 接收特征值的请求,该请求识别用户和与一个类型的用户动作相关联的特征;
- [0041] 从累积特征存储器接收第一部分结果,第一部分结果根据在时间点之前由用户进行的类型的用户动作确定;
- [0042] 从渐进式特征存储器接收第二部分结果,第二部分结果根据在时间点之后由用户进行的类型的用户动作确定;
- [0043] 确定包括第一部分结果和第二部分结果的加权结合,其中第一部分结果由衰变因数加权;并且
- [0044] 返回加权结合作为请求的特征值。
- [0045] 同样可以要求保护的另一个实施方式,包括计算机程序产品,其中:
- [0046] 特征管理器进一步被配置为
- [0047] 通过在线系统维护第二渐进式特征存储器;
- [0048] 将第一渐进式特征存储器在后续时间点标记为非活跃的并且响应于后续时间点之后由在线系统接收的用户动作更新第二渐进式特征存储器的特征;并且
- [0049] 请求处理器模块进一步被配置为
- [0050] 响应于接收请求,从第二渐进式特征存储器接收第三部分结果。

- [0051] 特征管理器可以进一步被配置为：
- [0052] 将渐进式特征存储器标记为非活跃的并且停止更新渐进式特征存储器中存储的特征值；
- [0053] 确定来自渐进式特征存储器的特征值和来自累积特征存储器的相应的特征值的加权结合，其中来自累积特征存储器的特征值通过衰变因数加权；并且
- [0054] 利用加权结合更新累积特征存储器的特征值。
- [0055] 特征管理器也可以被配置为：
- [0056] 将渐进式特征存储器存储在与用于累积特征存储器的数据存储器相比提供更快数据存储的数据存储器中。
- [0057] 同样可以要求保护的另一实施方式包括计算机实现方法，具体用于处理用作预测器模型的输入值的大量特征值，包括：
- [0058] 通过在线系统维护存储根据在时间点之前进行的用户动作确定的特征值的累积特征存储器；
- [0059] 通过在线系统维护存储根据时间点之后进行的用户动作确定的特征值的渐进式特征存储器，维护包括响应于接收描述用户动作的信息更新渐进式特征存储器的特征值；
- [0060] 接收特征值的请求，该请求识别用户和特征；
- [0061] 从累积特征存储器接收第一部分结果，第一部分结果根据在时间点之前由用户进行的类型的用户动作确定；
- [0062] 从渐进式特征存储器接收第二部分结果，第二部分结果根据在时间点之后由用户进行的类型的用户动作确定；
- [0063] 确定包括第一部分结果和第二部分结果的加权结合，其中第一部分结果由衰变因数加权；并且
- [0064] 返回加权结合作为请求的特征值。
- [0065] 优选地，特征被表示为基于描述用户动作的一个或多个值的表达式或基于其他特征值的表达式，
- [0066] 其中，具体地，特征可以是基于描述在线系统的用户或在线系统的用户与在线系统或者在线系统中表现的实体的交互的信息的值，
- [0067] 如基于两个或多个用户之间的交互的速率的在线系统的两个或多个用户之间的亲密程度，和/或
- [0068] 如基于描述用户的信息的用户对某些信息感兴趣的可能性，所述描述用户的信息例如由用户指定的用户兴趣或例如由用户在过去检索的信息的类型的用户交互，和/或
- [0069] 如用户访问描述某些信息的页面的可能性，和/或
- [0070] 如用户访问在线系统上可用的图像、视频、或任何其他类型的内容的可能性。
- [0071] 更新累积特征存储器的特征值可以包括：
- [0072] 将渐进式特征存储器与累积特征存储器合并，其中
- [0073] 包括来自渐进式特征存储器的新的特征，
- [0074] 将渐进式特征存储器和累积特征存储器之间的重叠特征修改，并且
- [0075] 特征值的更新和/或聚集取决于特征本身。
- [0076] 在同样可以要求保护的本发明的另一实施方式中，提供一个或多个计算机可读非

易失性存储介质,包含当执行时可操作以执行根据本发明的或者任意上述实施方式的方法的软件。

[0077] 在同样可以要求保护的本发明的另一实施方式中,系统包括:一个或多个处理器;以及存储器,耦接至包括由处理器可执行的指令的处理器,当执行指令时处理器可操作以执行根据本发明的或者任意上述实施方式的方法。

附图说明

[0078] 图1是根据本发明的实施方式的用于维护基于用于例如社交网络系统的在线系统的用户动作的特征的系统环境的示意图。

[0079] 图2是示出根据本发明的实施方式的表示在线系统中表现的两个实体之间的交互的特征的示意图。

[0080] 图3是示出根据本发明的实施方式的累积特征图谱与渐进式特征图谱的合并的示意图。

[0081] 图4A示出根据本发明的实施方式的使得特征对其他模块可用的用于随相应的用户动作可用进行处理的例如社交网络系统的在线系统的系统结构。

[0082] 图4B示出根据本发明的实施方式的允许管理在线系统中的特征的特征管理器模块的子模块。

[0083] 图5示出根据本发明的实施方式的渐进式特征存储器与累积特征存储器合并的总体过程。

[0084] 图6是示出根据本发明的实施方式的利用累积渐进式特征合并数据的活跃的渐进式特征存储器与非活跃的渐进式特征存储器的示意图。

[0085] 图7A-图7C示出根据本发明的实施方式的与累积特征存储器和渐进式特征存储器相关联的时间间隔。

[0086] 图8示出根据本发明的实施方式的对于维护渐进式特征存储器和累积特征存储器的系统的特征值的请求的总体过程。

[0087] 附图仅出于说明性的目的描述了本发明的各种实施方式。本领域技术人员从下列讨论中容易认识到,在不背离此处所公开的本发明的原理的情况下,可以采用此处示出的结构和方法的替代实施方式。

具体实施方式

[0088] 现将详细地参考几个实施方式,实施方式的实例在附图中示出。应注意在任何地方切合实际的类似的或相同的参考标号可以用于附图中和可指示类似的或相同的功能。附图仅描述为了说明公开的系统(或方法)的实施方式。本领域技术人员从下列描述中容易认识到,在不背离此处所描述的的原理情况下,可以采用本文中所示出的结构和方法的替代实施方式。

[0089] 系统环境

[0090] 图1是根据本发明的实施方式的用于维护基于用于例如社交网络系统的在线系统的用户动作的特征的系统环境的示意图。本文中论述的本发明,尽管使用社交网络系统示出,但可适用于允许用户与在线系统交互的任何在线系统。具体地,社交网络系统为其用户提

供与社交网络系统的其他用户通信和交互的能力。用户加入社交网络系统,然后添加与他们希望联系的若干其他用户的联系。如在本文中使用的术语“朋友”是指用户经由社交网络系统与其已形成联系、关联、或者关系的任何其他用户。

[0091] 图1和其他附图使用相同的参考标号来确定相同元件。如“110a”的参考标号之后的字母表示该文本具体指具有该特定参考标号的元件。如“110”的文本中没有后跟的字母的参考标号指附图中具有该参考标号的任何或者所有元件(例如,文本中“110”指附图中的参考标号“110a”和/或“110b”)。

[0092] 用户使用客户端设备110与社交网络系统200交互。在一个实施方式中,客户端设备110可以是执行例如MICROSOFT窗口兼容操作系统(OS)、苹果OS X、和/或Linux分布程序的操作系统(个人计算机(PC)、台式计算机、便携式计算机、笔记本、平板电脑。在另一实施方式中,客户端设备110可以是诸如个人数字助理(PDA)、移动电话、智能手机等的具有计算机功能的任何装置。

[0093] 在线系统100接收表现用户与在线系统100的交互的各种信号105。描述这些信号105的信息存作为特征存储于在线系统中。特征可以是基于描述在线系统的用户或在线系统的用户与在线系统100或者在线系统100表现的实体的交互的信息的值。例如,特征可以基于两个用户之间的交互描述在线系统的两个用户之间的亲密程度。特征可以基于描述用户(例如,由用户指定的用户兴趣)或用户交互(例如,由用户在过去检索的信息类型)的信息描述用户对某些信息感兴趣的可能性。特征可以表现用户访问描述某些信息的页面的可能性,或者用户访问在线系统100上可用的图像、视频、或任何其他类型的内容的可能性。在一个实施方式中,在线系统100存储系统中的对象对的特征向量,其中特征向量包含描述对象之间关系的若干特征。在社交网络系统中,例如,可以为源用户与目标用户的关系存储特征向量,其中特征向量包含特征,诸如源用户观看关于目标用户的信息、发起与目标用户的通信的频率的度量以及描述源用户和目标用户之间的关系的各种其他度量。特征管理器150处理由在线系统100接收的信号105以确定各种特征值并且将特征值存储在特征存储器130中。

[0094] 在线系统100可以使用特征存储器130中可用的信息将在线系统中的表现的实体分级。例如,社交网络系统可以将用户的不同的朋友分级以确定一组亲密的朋友。或者社交网络系统可以将与目标用户相关联的一组用户分级以确定向目标用户建议的目标用户的一组潜在的朋友。在线系统还可以使用特征值确定呈现给用户的信息。

[0095] 在线系统100可以将不同类型的信息呈现给用户。例如,社交网络系统可以将描述其他用户、社会群体、社交活动、内容、图像等的信息呈现给用户。可能有与用户相关联的在线系统100中发生的大量动作。因为用户通常具有在在线系统100上花费的有限的时间并且在在线系统100的用户界面中的可用空间的量同样通常是有限的,所以在线系统100可以选择将用户很可能感兴趣的信息呈现给用户。在线系统100可以结合从各种可用的选项中选择呈现给用户的信息的一个或多个建议模块140。

[0096] 建议模块140可以使用特征存储器中可用的信息基于呈现给用户的信息确定用户是否可能进行期望动作。例如,在线系统可以包括预测用户行为的一个或多个预测器模型。建议模块140可以基于预测的用户行为向用户进行建议115。预测器模型可以由建议模块调用以决定呈现给用户的信息。预测器模型利用特征存储器中可用的信息预测用户动作。例

如,预测器模型可以使用特征存储器130中可用的特征值训练。例如,在线系统可以包括确定用户请求与呈现给用户的新鲜事项相关的更多信息的可能性的预测器模型。或者预测器模型可以确定用户评论呈现给用户的图像的可能性。可替代地,预测器模型可以确定用户发送与由社交网络系统推荐的潜在联系人进行联系的请求的可能性。

[0097] 在线系统100包括在一个或多个计算机处理器上执行的软件模块。系统100和系统110的一些实施方式具有与本文所述的实施方式不同和/或其他的模块,且可以不同于此处描述的方式将功能在模块之间分配。在线系统100可包括除图1中示出之外的模块,例如,在本文中将进一步描述的图4中所示的模块。

[0098] 图2是示出根据本发明的实施方式的表示在线系统中表现的实体220之间的交互的特征230的示图。特征230可以表现源实体和目标实体之间的交互。例如,特征f11、f12、和f13表现源实体220m和220p之间的交互并且特征f21、f22、和f23表现源实体220m和220q之间的交互。例如,特征可以表现两个用户之间交互的速率,两个用户最近怎样彼此交互,一个用户检索的关于实体的速率或信息量,或者用户发布的关于实体的评论的数量和类型。特征同样可以表现描述例如用户的具体实体的信息。例如,特征可以表现用户对具体主题感兴趣的水平,用户登录在线系统的速率,或者描述关于用户的人口统计信息的信息。

[0099] 通常,在线系统100的各种特征可以表示为特征图谱。每个特征可以与源实体、目标实体、和特征值相关联。特征可被指定为基于描述源实体、目标实体、或源实体和目标实体之间的交互的值的表达式。特征表达式可组合,即,特征表达式可以是其他特征表达式的函数。在线系统可具有大量用户,例如,百万乃至亿万。可以有用户与在线系统的非常多的交互、用户之间的交互、以及描述用户的大量信息。因此由在线系统100表现的特征图谱可以基于随时接收的信息获取持续更新。

[0100] 图3是示出根据本发明的实施方式的累积特征图谱与渐进式特征图谱的合并的示图。各个节点220对应于在线系统100中表现的实体并且从源实体至目标实体的矢线230对应于与源实体和目标实体相关联的特征。累积特征图谱320a包括实体220a、220b、220c、220d、和220e和矢线230m、230n、230p、和230q。渐进式特征图谱330表示对应于自给定时间点起由在线系统100接收的最近的用户动作(例如,所有用户动作)的特征图谱。累积特征图谱320表示基于给定在时间点之前出现的所有用户动作的聚集信息的特征。如基于自给定时间点起的用户动作的渐进式特征图谱330所示,引入新的实体220f并且引入两个新的矢线230r和230s。渐进式特征图谱330还包括修改现有矢线230q的矢线230q'。

[0101] 可以配置在渐进式特征图谱480的特征值与累积特征图谱合并之前渐进式特征图谱480积聚特征的时间间隔的长度。例如,在线系统的系统管理程序可以确定与渐进式特征图谱相关联的时间间隔长度是一天、几小时、或几天。在实施方式中,对于具体组的用户可配置时间间隔的长度。因此,具体组的用户的渐进式特征存储器的时间间隔的长度可以不同于另一组用户。例如,如果一组用户与更高的速率的用户动作相关联,那么这组用户的时间间隔的长度可以被配置为小于较少经常使用在线系统进行用户动作的一组用户。在实施方式中,可以为每个个人用户配置渐进式特征存储器的时间间隔的长度。

[0102] 修改的累积特征图谱320b是通过将渐进式特征图谱320与累积特征图谱320a合并310获得的。修改的累积特征图谱320b包括来自渐进式特征图谱320以及累积特征图谱320a的部分。来自渐进式特征图谱320的新的实体和矢线被包括在累积特征图谱320b中。此外,

对应于累积特征图谱320a中的现有的矢线230q的渐进式特征图谱320中的任何矢线230q'导致现有矢线230q修改为矢线230q"。矢线230q"是通过将对应于矢线230q的特征值与对应于230q'的特征值聚集获得的。特征值的聚集可以取决于特征。不同类型的特征需要不同的操作来合并成分量值。例如,矢线230q可以表现源实体请求来自目标实体的信息的速率并且矢线230q可以表现自给定时间点起源实体经常请求来自目标实体的信息。自给定时间点起的通信导致源实体请求来自目标实体的信息的总速率的修改,如矢线230q"示出的。

[0103] 累积特征图谱320在图谱合并操作310期间更新。然而,在不进行合并操作时,没有对累积特征图谱320的更新。基于由在线系统接收的最新的用户动作的更新在渐进式特征图谱330中进行。在实施方式中,合并310操作期间,渐进式特征图谱被标记为非活跃的并且停止更新非活跃的渐进式特征图谱。新的渐进式特征图谱被用于基于合并310操作期间的最新的用户动作进行更新。因为没有对正在合并的或者累积特征图谱或者非活跃的渐进式特征图谱的更新,所以可以有效进行合并操作。如果合并操作的两个输入图谱在合并操作期间可以更新,那么图谱的各个部分必须被锁定,从而使得合并操作的效率变低。

[0104] 图3示出在累积特征图谱和渐进式特征图谱中具有几个节点和矢线的实例。然而在具有大量用户的在线系统中,累积特征图谱和渐进式特征图谱两者均具有大量节点和矢线。累积特征图谱对于在线系统100的其他模块是可用的以请求特征值。

[0105] 系统结构

[0106] 图4是作为在线系统100的实例的社交网络系统200的实施方式的系统结构的示图。尽管社交网络系统200本文中描述为示例性在线系统,但本文中描述的原理可适用于其他在线系统。社交网络系统200包括新闻馈送发生器435、网络服务器415、动作记录器440、动作日志245、联系人存储器430、用户资料存储器425、和建议模块140、以及特征管理器150。在其他实施方式中,社交网络系统200可包括用于各种应用的另外的、更少的、或者不同的模块。为了不使该系统的细节变得模糊,未示出诸如网络接口、安全机构、负荷平衡器、故障转移服务器、管理和网络操作平台等常规部件。

[0107] 社交网络系统200将用户资料存储在用户资料存储器425中。用户资料存储器425存储描述社交网络系统200的用户的信息,包括传记、人口统计、以及其他类型的描述性信息,诸如工作经历、教育经历、性别、性偏好、爱好或偏好、位置等。用户资料存储器425还可以存储由用户提供的内容,例如,图像、视频、评论、以及状态更新。在实施方式中,社交网络系统200的用户可以是组织,例如,企业、非收益性组织、制造商、供应商等。存储在组织的用户资料中的恶信息类型可以不同于个人的用户资料中存储的信息。例如,组织可以存储描述企业类型、与组织相关联金融信息、组织结构等的信息。用户可以是可在社交网络系统200中表现的任何类型的实体。

[0108] 社交网络系统200允许用户增加与他们希望联系的社交网络系统200的若干其他用户的联系人。可由用户明确添加联系人,例如,用户选择特定的其他用户成为其朋友,或者基于用户的共同特征通过社交网络系统自动创建联系人(例如,作为同一教育机构的男校友的用户)。社交网络系统可以连同用户的具体信息一起存储描述用户的联系人的信息。

[0109] 社交网络系统200将描述不同会员之间的一个或者多个联系的数据存储在联系人存储器430中。联系人信息可显示具有相似或者共同工作经验、组群成员资格、爱好、或者教育经历的用户。此外,社交网络系统200包括不同用户之间的用户定义联系,从而允许用户

指定其与其他用户的关系。例如,这些用户定义联系允许会员产生与其诸如朋友、同事、伙伴等其他用户(平行于用户的实际生活关系)的关系。用户可从预定义类型的联系中选择或者根据需要定义他们自己的联系类型。描述每个用户的用户信息可以包括描述用户的联系人的信息。此外,描述用户的联系人的信息可以与由用户进行的动作有关地访问。例如,如果用户将评论发布在社交网络系统上,那么社交网络系统可以提供描述用户的联系人的动作的信息。信息可以经由新闻馈送提供至用户的联系人。

[0110] 社交网络系统200可以通过数据库或其他数据存储库中维护的信息将由用户进行的动作与用户的资料相关联。这样的动作可以包括,例如,将消息发送至其他用户、读取来自另一个用户的消息、观看与另一个用户相关联的内容等。此外,与其他对象有关的进行的多个动作是针对特定用户,所以这些动作也与那些用户相关。

[0111] 动作记录器440能够接收来自网络服务器415的关于登录和/或退出社交网络系统200的用户动作的信息。动作记录器440利用关于用户动作的信息填充动作日志445以追踪他们。通过在数据库或者其他数据存储库(诸如动作日志245)中维护的信息,特定用户针对另一用户采取的任何动作与每个用户的资料相关联。这些动作可包括例如添加与其他用户的联系、发送消息至其他用户、读取来自其他用户的消息、观看与其他用户相关的内容、参加由另一用户发布的事件等。

[0112] 社交网络系统200维护新闻馈送渠道,将社交网络系统200中可用的信息的有规律的更新提供至用户。经由新闻馈送渠道报道的信息由新闻馈送发生器435确定。新闻馈送发生器435基于动作日志445中存储的动作为每个用户生成关于可能与用户有关的信息的消息。这些消息称为“故事”;每个故事是包括基于与具体会员有关的动作日志中的一个或多个动作的一条或几条信息的信息。例如,如果用户的联系人进行处理,那么该动作可以经由新闻馈送故事向用户报告。经由新闻馈送报告的动作通常是由用户的联系人执行的动作,但不限于那些。例如,如果与用户的联系人无关的某些信息被确定为对用户有用的,那么该信息可以经由新闻馈送报告给用户。

[0113] 网络服务器415经由网络410链接至一个或多个客户端设备110;网络服务器415可用作网页,以及其他网络相关的内容,诸如Flash、XML等。网络服务器415提供在社交网络系统200和客户端设备110之间接收和路由消息的功能。消息可以是即时消息、排队消息(例如,电子邮件)、文本和SMS(短消息服务)消息、或者任何其他合适的消息技术。在一些实施方式中,社交网络系统200的其他用户可看到由一个用户发送至另一用户的消息,例如,被接收消息的用户的联系人看到。除消息的接收者之外,社交网络系统200的其他用户可看到的消息类型的实例是涂鸦墙。

[0114] 社交网络系统200提供用户对通过网站支持的各种类型实体采取动作的能力。这些实体可以包括网站会员属于的组或网络(其中这里“网络”指的不是物理通信网络,而是人们的社交网络),会员可能感兴趣的事件或日历条目,会员可以经由网站使用的借助计算机的应用程序,以及允许会员经由网站购买、出售、拍卖、出租、或者交换项目的业务。用户资料可存储用户与各个实体的关联。

[0115] 社交网络系统200可以给用户提供彼此通信或者获得他们感兴趣的信息的各个机制,例如,他们的朋友参与的活动,他们的朋友安装的应用程序,朋友对其他朋友的活动进行的评论等。会员之间通信的机制称为信道。如果用户与另一个用户通信,那么必须访问两

个用户的用户信息,例如,将通信的动作与发送者和接收者相关联。

[0116] 特征管理器150从由社交网络系统200接收的对应于用户动作的信号105提取特征值。特征管理器150存储提取的特征值并且将特征值提供至社交网络系统200的各个模块。特征管理器150是在图1的描述中描述的并且本文中例如,在图4B中更详细地描述。

[0117] 建议模块140确定各个用户感兴趣的信息并且将信息发送至他们。例如,社交网络系统200可以将描述由与用户联系的其他用户采取的动作的故事发送给用户。故事可以经由社交网络系统200的通信信道,例如新闻馈送信道传送给用户。建议模块140使用各个用户的用户资料中的可用的信息确定每个用户感兴趣的故事。建议模块可以使用特征存储器130中可用的信息确定呈现给用户的信息。在一些实施方式中,建议模块140可以使用例如机器学习模型的预测器模型选择呈现给用户的信息。这些预测器模型是使用从特征存储器130获得的数据训练的。各个其他模块可以使用特征存储器130中存储的信息进行决定。例如,模块可以使用特征存储器130中存储的信息选择给用户建议的用户的潜在的朋友。新闻馈送发生器435可以使用存储在特征存储器130中的信息选择呈现给用户的新闻馈送项。特征可以用于在线系统中的各种其他目的,例如,社交网络系统可以为用户分级各个实体,例如,分级用户的朋友、用户的潜在朋友、用户可能感兴趣的页面、用户可能感兴趣的内容、给定用户的提前键入的搜索词、用户可能感兴趣的广告等。

[0118] 客户端设备110执行浏览器405以允许用户与社交网络系统200交互。浏览器405允许用户使用社交网络系统200进行各种动作。这些动作包括检索检索用户感兴趣的信息、推荐内容至其他用户、上传内容至社交网络系统200、与社交网络系统的其他用户交互、建立与社交网络系统的用户的联系等。

[0119] 客户端设备110和在线系统100之间的交互通常经由网络410,例如,经由因特网执行。网络410使客户装置110和社交网络系统200之间能够通信。在一个实施方式中,网络410使用标准的通信技术和/或协议。因此,网络410可以包括使用以下技术的链接,诸如以太网、802.11、世界范围互通的微波访问(WiMAX)、3G、数字用户线路(DSL)、异步传输模式(ATM)、InfiniBand、PCI表达高级切换等。相似地,在网络410中使用的网络协议可包括多协议标签交换(MPLS)、传输控制协议/因特网协议(TCP/IP)、用户数据报协议(UDP)、超文本传输协议(HTTP)、简单邮件传输协议(SMTP)以及文件传送协议(FTP)等。使用包括超文本标记语言(HTML)和可扩展标记语言(XML)等的技术和/或格式能够表示在网络410上交换的数据。此外,所有或一些链接可以使用以下常规的加密技术加密,诸如安全套接字层(SSL)、安全传输层协议(TLS)、虚拟专用网络(VPN)、互联网协议安全(IPsec)等。在另一实施方式中,实体可用自定义的和/或专用的数据通信技术来代替或者结合上述通信技术。根据实施方式,网络410也可包括到其他网络(诸如因特网)的链接。

[0120] 图4B是根据本发明的实施方式的社交网络系统200的特征管理器150的系统结构的示图。特征管理器150包括以下模块,包括特征提取器455、请求处理器470、特征合并器475、调度器465、特征元数据存储器420、累积特征存储器490、和一个或多个渐进式特征存储器480a、480b。特征管理器150处理用户动作以确定特征存储器480、490中存储的特征值。特征管理器150从社交网络系统200的各个模块接收请求以提供了特征值。在一些实施方式中,特征管理器150可以从外部系统接收对特征值的请求,例如,经由应用程序编程界面(API)在社交网络系统内功能激活的外部系统。

[0121] 描述各种类型的特征的元数据存储于特征元数据存储器420中。特征可以表示为基于与社交网络系统200中表现的实体和在社交网络系统200中进行的动作相关联的值的表达式。这些表示特征的表达式可以由专家提供并且由例如系统管理员的特许用户添加到系统。在实施方式中,特征被表示为登录社交网络系统的动作的函数,即, $feature = function(logged_actions)$ 。特征还可以是其他特征的函数,例如,基于其他特征或动作,或者两个的组合的表达式。作为表达式的特征的实例,如果目标是用户,并且view_profile对应于观看目标用户的资料的源用户,view_photo对应于观看目标用户照片的源用户,并且view_comment对应于观看目标用户发布的评论的源用户,那么称为观看的特征可以如下限定。

[0122] $observation = view_profile + view_photo + 0.5 \times view_comment$

[0123] 在以上等式中,术语的值,比方说view_profile,如果动作发生是1并且如果动作不发生是0。在另一个实施方式中,每个术语的值可以是基于描述具体动作的信息的计分值,例如,时间间隔内的由用户进行的动作的数量,或者基于与诸如用户在检索不同的照片之前观察照片的一段时间的动作相关联的持续时间的记分。

[0124] 在实施方式中,特征可以是基于由源用户对于多个目标进行的动作的合计值。例如,特征可以为与源用户联系的所有其他用户表现在给定时间间隔中由源用户进行的所有页面观看的合计。另一个特征可以表现与用户联系的其他用户发布用户视图图像的速率。特征可以表现源用户对于目标用户进行的动作,该动作基于源用户对于与源用户联系的所有其他用户的行为标准化。例如,特征可以表现使用源用户和与源用户联系的其他用户的交互的平均数量标准化的源用户与目标用户的交互的频率。特征元数据可以指定将与特征值相关联的部分结果结合的表达式。例如,描述特征的表达式可以指定怎样通过结合评估的两个不同的时间间隔的特征的部分结果获得特征值。

[0125] 特征提取器455基于由社交网络系统200的用户进行的用户动作提取特征值。特征提取器455基于描述特征的元数据提取特征。在实施方式中,描述各个特征的元数据存储于实现社交网络系统200的处理器存储器中以便更快地访问。每个特征类型可以与某些类型的用户动作相关联。例如,对应于源用户和目标用户之间的通信速率的特征可以与源用户和目标用户之间的每次通信相关联。在实施方式中,短暂间隔内出现的具体类型的动作的多个实例被处理为用户动作的单个实例。例如,如果用户在几分钟以内点击图像几次,那么特征管理器150将这些多次点击处理为单个点击动作。相似地,如果用户在几分钟以内点击显示用户喜欢的实体的用户界面按钮多次,那么特征管理器150将这些多个相同信号处理为表示用户喜欢实体的单个用户动作。这些一系列用户动作被处理为单个用户动作,因为与进行用户动作的事实相比短间隔以内发生的多个情况不传达任何显著的附加信息。

[0126] 当具体类型的用户动作由用户进行时,与该用户动作相关联所有特征可以被重新评价。在实施方式中,特征的情况可以存储为可以结合以确定特征值的各个分量值。例如,两个用户之间的个人通信的计数可以是存储为不同的时间间隔的。两个用户之间的通信的合计速率可以通过基于描述特征的表达式结合不同的计数值来获得。如另一实例,如果特征基于用户观看照片的次数,那么每次用户观看照片会使得特征被重新评估。

[0127] 在实施方式中,特征表存储各个特征的值。例如,特征表可具有以下列,源ID、目标ID、目标类型、动作ID、以及各个特征。在实施方式中,各个特征的值可以表示为与源和目标

的每个情况相关联的名字值对。在另一个实施方式中,具体预测器模型产生的数据被表示为表I,其中每个源和目标与模型有关的各个特征相关联。

[0128] 表I

[0129]

行ID	源ID	目标ID	特征F1	特征F2
2001	100	200	20	512
2002	100	201	20	630
2003	101	202	15	720

[0130] 特征存储器480和490存储由特征提取器455提取的特征值。每个特征存储器480a、480b、和490存储具体时间间隔的特征值。累积特征存储器490存储基于给定在时间点之前出现的用户动作的特征值。例如,在当前时间点,累积特征存储器490可以存储基于昨天或更早时候接收的用户动作的特征值。相比之下,渐进式特征存储器480a存储自给定时间点起出现的用户动作。例如,特征存储器可以存储基于现在出现的用户动作的所有特征值。

[0131] 基于当前用户动作的特征值可以被确定并且存储在渐进式特征存储器480a中直至给定时间点,之后渐进式特征存储器480a中存储的特征值与累积特征存储器490的特征值合并。特征合并器475进行来自渐进式特征存储器480的特征值与来自累积特征存储器490的特征值的合并。例如,在每天结束时,特征合并器475将渐进式特征存储器480的特征值与累积特征存储器490的特征值合并。

[0132] 为了避免在合并特征值的同时更新渐进式特征存储器480a,渐进式特征存储器480a被标记为非活跃的。非活跃的渐进式特征存储器480是不响应于当前发生的用户动作更新的特征存储器,而活跃的渐进式特征存储器480是响应于社交网络系统200中当前发生的用户动作更新的特征存储器。因此,在渐进式特征存储器480中存储的信息与累积特征存储器490中存储的信息合并的同时,停止对标记为非活跃的渐进式特征存储器480a的更新。一旦渐进式特征存储器480的特征值合并,渐进式特征存储器480被重置,即,渐进式特征存储器480被处理为空的。渐进式特征存储器480b被标记为活跃的并且接收的用户动作产生对渐进式特征存储器480b中的特征值的更新。对渐进式特征存储器480b的更新可以继续另一个时间间隔直至达到后续时间点。以上过程可以重复,即,为了将渐进式特征存储器480b中的特征值与累积特征存储器490中的特征值合并,将渐进式特征存储器480b标记为非活跃的。在这个反复操作中,响应于渐进式特征存储器480b被标记为非活跃的,渐进式特征存储器480a可以标记为活跃的。在这个阶段,假定先前存储在渐进式特征存储器480a中的信息与累积特征存储器490中的信息合并并且渐进式特征存储器480a被重置。因此,渐进式特征存储器480a可以用于更新新的时间间隔的特征值。因此,两个渐进式特征存储器480a和480b的状态可以是交替切换。在一个时间间隔中,第一渐进式特征存储器被标记为活跃的并接收更新,而第二渐进式特征存储器被标记为非活跃的并且与累积特征存储器合并。在下一个时间间隔中,第二渐进式特征存储器被标记为活跃的并接收更新,而第一渐进式特征存储器被标记为非活跃的并且与累积特征存储器合并。在系统100或200运行时,这个过程可以继续。调度器485安排渐进式特征存储器与累积特征存储器合并的任务以及如上所述在合适的时间改变每个渐进式特征存储器的状态的任务。

[0133] 在实施方式中,渐进式特征存储器480存储在计算机系统的存储器中,该存储器与

用于累积特征存储器490的存储器的存取时间相比具有更快的存取时间。因为累积特征存储器490包括大量数据,其存储在较慢的但昂贵的存储器中,例如,瞬时存储器。与此相反,渐进式特征存储器480经常被访问以便在进行用户动作时更新特征。因此,渐进式特征存储器480存储在更快的存储器中,例如,随机存取存储器(RAM)。RAM与辅助存储器相比通常是昂贵的并且计算机系统的RAM存储器的量通常小于可用的辅助存储器的量,例如,瞬时存储器。因为存储在累积特征存储器490中的数据的量可以是重要的,实施方式跨越多个计算机对累积特征存储器490中的信息进行分区使得每个计算机被分配分区。例如,一组用户可以分配到分区以及映射至分区的与用户相关联的特征。

[0134] 请求处理器470接收来自社交网络系统200的各个模块的对特征值的请求。请求处理器470检索特征值并且将特征值返回至请求者。在实施方式中,请求处理器470从每个特征存储器检索相应的特征值并且将他们结合以确定总特征值。例如,请求处理器470可以接收对于与源实体和目标实体相关联的具体特征类型的特征值的请求。每个特征存储器480a、480b、和490可以基于与每个特征存储器相关联的时间间隔中出现的用户动作存储与请求的特征相关联的部分结果。请求处理器470从每个特征存储器检索特征值的部分结果并且将部分结果结合以确定基于由社交网络系统200接收的相关联的用户动作的特征值。

[0135] 在实施方式中,请求处理器470减弱与旧的时间间隔相关联的部分结果值以将更高的比重给予最新的数据。例如,从累积特征存储器获得的部分结果可以乘以减弱因素(也称为衰变因数)来确定结合的特征值。衰减因数的值可以是可配置的,例如,小于一的预配置值,比方说0.9。因此,累积数据存储器中的旧的用户动作的影响随着时间的过去减弱。例如,如果特征值可以被认为是与不同的时间间隔相关联的聚合部分结果,那么相当旧的时间间隔确定的部分结果会多次乘以减弱因数,而相对最近的时间间隔的部分结果仅乘以几次减弱因数。因此,与旧的时间间隔相关联的用户动作的权重小于与新的时间间隔相关联用户动作。

[0136] 用户动作对于特征值的影响可以被认为是随着时间的过去指数衰减。在一些实施方式中,衰变因数的值取决于特征的类型。每个特征可以与半衰期相关联。半衰期的值可以用于确定特征的衰变因数。例如,一些特征可具有较长的半衰期,而其他特征可具有较短的半衰期。因此,具有较长的半衰期的特征具有使得旧的值缓慢衰变的衰变因数,而具有较短的半衰期的特征具有使得旧的值快速衰变的衰变因数。

[0137] 存储特征值的总体过程

[0138] 图5示出根据本发明的实施方式的渐进式特征存储器与累积特征存储器合并的总体过程。作为实例,当开始执行在图5中示出的过程时,渐进式特征存储器480a被假定为标记为活跃的并且渐进式特征存储器480b标记为非活跃的。网络服务器415从用户接收进行各个用户动作的请求。这些动作可以由动作记录器440记录在动作日志445中。特征提取器455可以基于描述这些用户动作的信息提取特征值或与特征值相关的部分结果。特征提取器455可以或者在接收用户动作时从动作记录器440获得描述这些用户动作的信息或者通过在信息记录在动作日志445中之后处理动作记录获得描述这些用户动作的信息。特征提取器455基于特征值或特征值的部分结果更新活跃的渐进式特征存储器480a。接收用户动作并更新渐进式特征存储器480a的过程是持续给定时间间隔的。

[0139] 调度器465检查持续时间间隔是否超过阈值530以确定是否将渐进式特征存储器

480a中存储的部分结果与累积存储器490中的特征值合并。在另一个实施方式中,调度器465可以根据其他标准决定何时将渐进式特征存储器480a中存储的部分结果与累积存储器490中的特征值合并,例如基于渐进式特征存储器480a中存储的信息的量是否超过阈值或者接收的用户动作的数量是否超过阈值。

[0140] 如果调度器465决定渐进式特征存储器480a中的结果准备与累积存储器490中的特征值合并,那么调度器465将渐进式特征存储器480a标记为非活跃的并且将渐进式特征存储器480a标记为活跃的。因此,两个渐进式特征存储器480的状态被切换。在实施方式中,特征管理器450可以分配下一个时间间隔存储更新的新的渐进式特征存储器480而不是在两个渐进式特征存储器之间切换。例如,渐进式特征存储器可以选自渐进式特征存储器的池(pool)。在实施方式中,可以为每个新的时间间隔分配新的渐进式特征存储器。特征合并器475将来自渐进式特征存储器480a的特征值合并至累积特征存储器490。以上步骤510、520、530、540、和550被重复多次,例如,只要社交网络系统200在运行。在实施方式中,特征合并器475执行为进行合并操作的后台线程。

[0141] 图6是示出根据本发明的实施方式的利用累积渐进式特征合并数据的活跃的渐进式特征存储器与非活跃的渐进式特征存储器的示图。图6通过各个步骤示出特征管理器150的特征存储器。如图6所示,在步骤650a中,渐进式特征存储器480a被标记为活跃的并且信号105引起对渐进式特征存储器480a的更新。

[0142] 在步骤650b中,渐进式特征存储器480a被标记为非活跃的615,并且渐进式特征存储器480b被标记为活跃的。因此,对渐进式特征存储器480b进行基于信号105的更新并且停止对非活跃的渐进式特征存储器480a的更新。在步骤650c中,来自非活跃的渐进式特征存储器480a的特征值被合并至累积特征存储器490625。合并操作625期间,信号105引起对渐进式特征存储器480b的更新。在社交网络系统200运行时,以上过程重复多次645,例如。

[0143] 图7A-图7C示出根据本发明的实施方式的与累积特征存储器和渐进式特征存储器相关联的时间间隔。图7A示出对应于在图6中示出的步骤650a的时间间隔。图7A示出时间点720a将时间线划分成两个时间间隔,710a和710b的时间线。时间间隔710a对应于时间点720a之前的时间并且时间间隔710b对应于时间点720a之后的时间。累积特征存储器710a存储使用时间间隔710a期间出现的用户动作确定的特征值。渐进式特征存储器480a存储使用时间间隔710b期间出现的用户动作确定的特征值并且响应于当前发生的用户动作得到更新。当前时间可以由时间点720a右边发生的点表示并且可以被认为是沿着时间线向右移动。当当前时间点到达720b时,渐进式特征存储器480a被标记为非活跃的并且新的渐进式特征存储器480b用作活跃的渐进式特征存储器。图7B示出对应于在图6中示出的步骤650b的时间间隔。图7B示出具有三个时间间隔的时间线,对应于时间点710a之前的时间的的时间间隔710a,对应于时间点710a和710b之间的时间的的时间间隔710b',以及对应于自时间点710b起的时间的时间间隔710c。累积特征存储器710a存储使用时间间隔710a'期间出现的用户动作确定的特征值。非活跃的渐进式特征存储器480a存储使用时间间隔710b'期间出现的用户动作确定的特征值,而活跃的渐进式特征存储器480b存储使用时间间隔710c期间出现的用户动作确定的特征值并且响应于当前发生的用户动作得到更新。

[0144] 图7C示出对应于在图6中示出的步骤650c的时间间隔。图7C示出具有两个时间间隔的时间线,对应于时间点710b之前的时间的的时间间隔710a'和对应于自时间点710b起的

时间的时间间隔710c。在这个步骤650c中,渐进式特征存储器480a已经与累积特征存储器490合并。累积特征存储器710a存储使用时间间隔710a'期间出现的用户动作确定的特征值。活跃的渐进式特征存储器480a存储使用时间间隔710c期间出现的用户动作确定的特征值并且响应于当前发生的用户动作得到更新。

[0145] 询问特征值的总体过程

[0146] 请求处理器470接收特征值的请求并且处理他们。请求提供确定需要的特征的信息,例如,请求可以确定与特征值相关联的用户、与特征值相关联的目标实体、和确定特征类型的信息。不同的特征存储器490、480a、480b存储对应于具体特征值的部分结果,每个部分结果使用一组用户动作确定,例如,具体时间间隔期间发生的用户动作。作为实例,如果特征值是通过合计与用户动作相关联的值确定的,那么对应于存储器的部分结果值可以对应于使用那个存储器以内的所有相关动作确定的合计值。因此,请求处理器470通过结合对应于从每个特征存储器490、480a、480b获得的特征值的部分结果来确定特征值。某些特征存储器不具有对应于特征的任何部分结果值,例如,如果对应于特征存储器的时间间隔中没有出现相关的用户动作。在这个情况下,请求处理器470将来自具有特征值的部分结果的特征存储器的部分结果结合。

[0147] 图8示出根据本发明的实施方式的处理对于维护渐进式特征存储器和累积特征存储器的系统的特征值的请求的总体过程。请求处理器470接收特征值的请求810。请求处理器470接收对应于特征值来自累积特征存储器490的第一部分结果820。第一部分结果使用更新累积特征存储器490中的特征值的用户动作来确定。请求处理器470接收对应于特征值的来自渐进式特征存储器480a的第二部分结果830。第二部分结果使用更新渐进式特征存储器480a中的特征值的用户动作来确定。请求处理器470接收对应于特征值的来自渐进式特征存储器480b的第三部分结果840。第三部分结果使用更新渐进式特征存储器480b中的特征值的用户动作来确定。请求处理器470确定第一部分结果、第二部分结果、和第三部分结果的加权结合,并且将结合的部分结果作为请求的特征值返回860。

[0148] 通过请求处理器确定的加权的结合850通过衰变因数(也称为衰减因数)加权与旧的用户动作相关联的部分结果。这个减弱了旧的用户动作在特征值中的影响。衰变因数是小于一的值,例如,0.9。在实施方式中,每个特征可以与不同的衰变因数相关联。在实施方式中,每个特征与半衰期相关联并且特征的衰变因数基于半衰期来确定。例如,对于某些特征,与其他特征相比旧的用户动作可能更多地相关。如果旧的用户动作更相关,那么衰变因数可更大,使得旧的用户动作更慢衰变。另一方面,如果旧的用户动作特征的计算较少的相关,那么衰变因数可更小,使得旧的用户动作更快衰变。在实施方式中,衰变因数值可以是可配置的。

[0149] 请求的特征的部分结果可以是单个渐进式特征存储器和累积特征存储器中可用的,例如,如果特征的请求是在步骤650a期间接收的。这个情况下的特征值f可以使用方程(1)决定,其中x表示从渐进式特征存储器480a获得的部分结果并且y表示从累积特征存储器490获得的部分结果,并且 α 表示衰变因数。

$$[0150] \quad f = x + \alpha \times y \quad (1)$$

[0151] 请求的特征的部分结果可以是渐进式特征存储器480a、渐进式特征存储器480b、和累积特征存储器中可用的,例如,如果对于特征的请求是在步骤650b期间接收的。这个情

况下的特征值 f 可以使用方程(1) (此处应该是(2)) 决定, 其中 x 表示从渐进式特征存储器480a获得的部分结果, y 表示从累积特征存储器490获得的部分结果, z 表示从渐进式特征存储器480b获得的部分结果, α 表示来自渐进式特征存储器480a的部分结果的衰变因数, 并且 β 表示来自渐进式特征存储器480b的部分结果的衰变因数。

[0152] $f = x + \alpha \times y + \beta \times z$ (2)

[0153] 方程(1) 对应于进行将来自渐进式特征存储器480的特征值合并至累积特征存储器490550的计算, 如在图5中示出的或者合并625如在图6中示出的。

[0154] 可替代的应用

[0155] 说明书中描述的特征及优势并不是全部包括的, 且具体地, 对于本领域普通技术人员而言, 根据附图、说明书以及权利要求书, 很多其他特征和优势将变得显而易见。此外, 应注意, 在说明书中使用的语言主要是为了可读性和说明的目的而选择的, 且并非旨在描绘或限定本发明的主题。

[0156] 例如, 可以生成预测器模型并且用于其他类型的在线系统并且不限于社交网络系统。例如, 存储用户资料并允许用户采取动作的在线系统可以生成用户可以采取的各个动作的用户预测器。例如, 在线系统可以允许用户接收各种类型数据反馈。可以开发预测器模型预测用户是否想要开启向用户呈现的反馈。预测器模型可以由在线系统使用以排序向用户呈现的反馈, 例如, 反馈可以基于用户想要开启反馈或请求来自反馈的附加信息的可能性来安排。

[0157] 出于说明性目的, 已经呈现了本发明的实施方式的以上说明; 它并非旨在穷尽或将本发明限制到所公开的精确形式。它不旨在是详尽的或将本发明限制于所公开的确切形式, 相关领域技术人员可以理解, 根据以上公开可以有多种修改和变形。

[0158] 该描述的某些部分就对信息操作的算法和符号表示方面描述了本发明的实施方式。这些算法描述和表示通常由数据处理领域中的技术人员使用, 以将他们工作的实质有效地传达给本领域其他技术人员。尽管功能上、计算性或逻辑性地描述了这些操作, 但这些操作应被理解为由计算机程序或等效电路、微代码等来实现。而且, 也已证明有时便于参考作为模块的操作布置, 而不丢失一般性。所描述的操作及其相关模块可被嵌入到软件、固件、硬件或者其任何组合中。

[0159] 单独或者结合其他设备使用一个或者多个硬件或者软件模块可执行或者实施本公开中所描述的任一步骤、操作或者过程。在一种实施方式中, 软件模块实施为包括含计算机程序代码的计算机可读介质的计算机程序产品, 能够由计算机处理器执行计算机程序产品以执行所述的任一或者所有步骤、操作或者过程。

[0160] 本发明的实施方式还可与用于执行本公开中的操作的装置有关。出于需要之目的, 可特别构造该装置和/或该装置可包括由存储在计算机中的计算机程序选择性激活或者重新配置的通用计算设备。这种计算机程序可被存储在适用于存储电子指令的有形计算机可读存储介质或任何类型的介质中, 并被耦合至计算机系统的总线。而且, 本说明书中提及的任何计算系统可包括单一处理器或者可以是采用多处理器设计的结构, 以提高计算能力。

[0161] 最后, 主要出于可读性和指导性之目的选择本说明书中使用的语言, 并且选择上述语言并不是为了描述或者限制本发明的主题。因此, 旨在不由细节描述限制本发明的范

围,而是由基于此的申请中发布的任何权利要求限制本发明的范围。因此,所公开的本发明的实施方式旨在进行例证,而非限制所附权利要求中所规定的本发明范围。

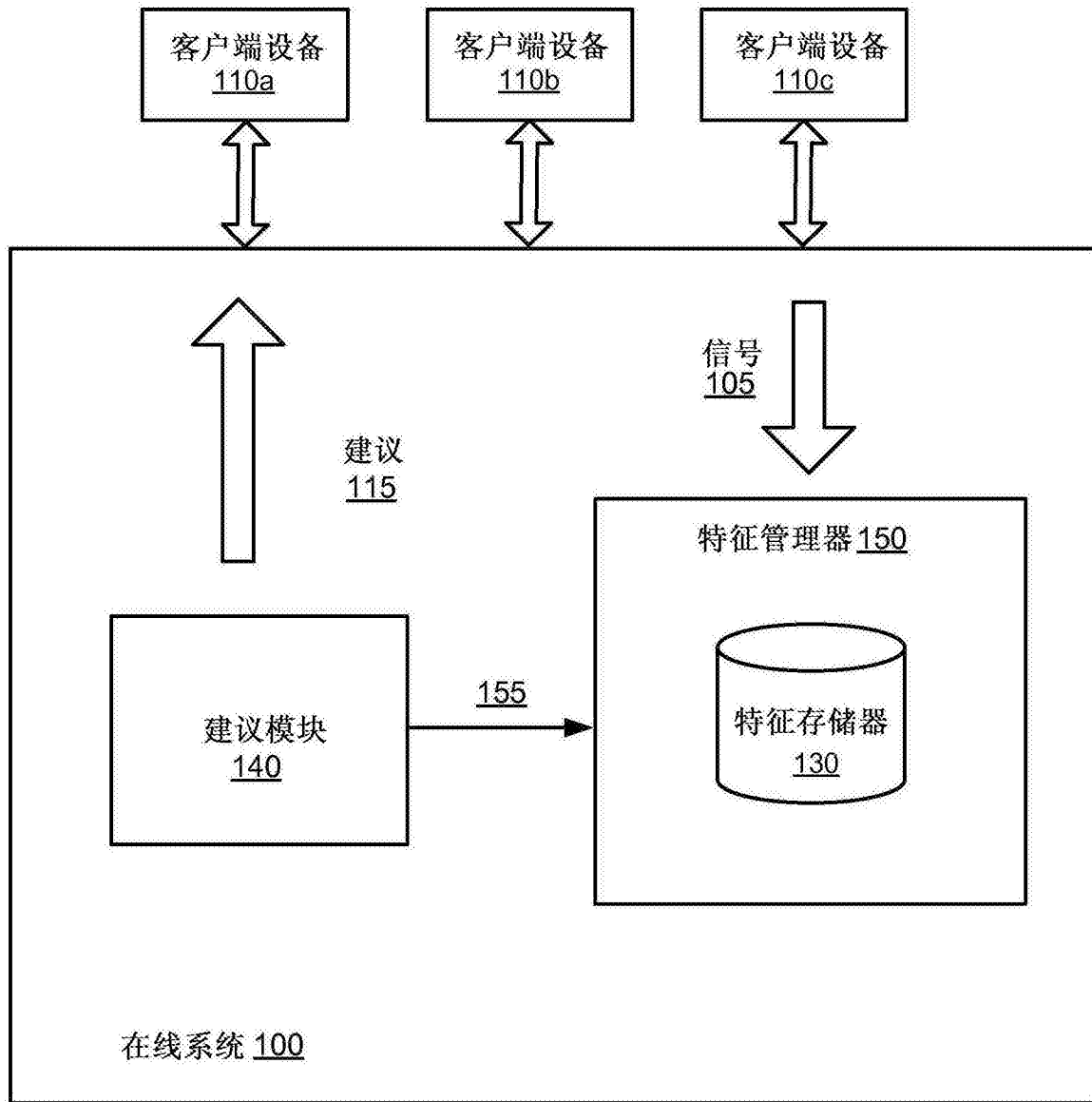


图1

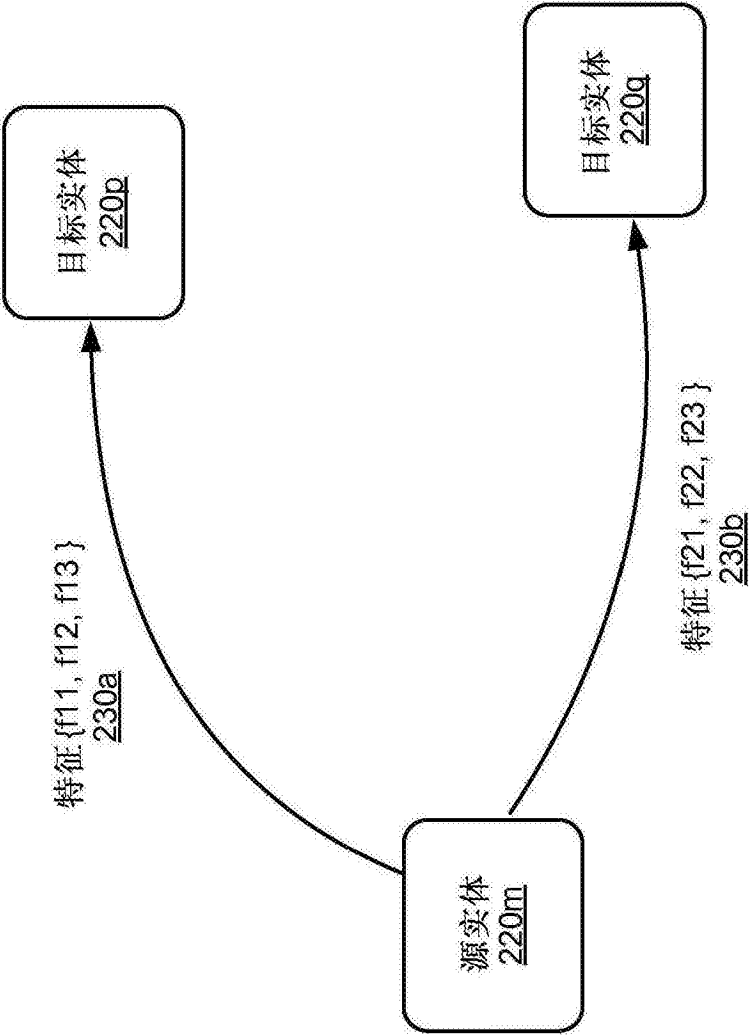


图2

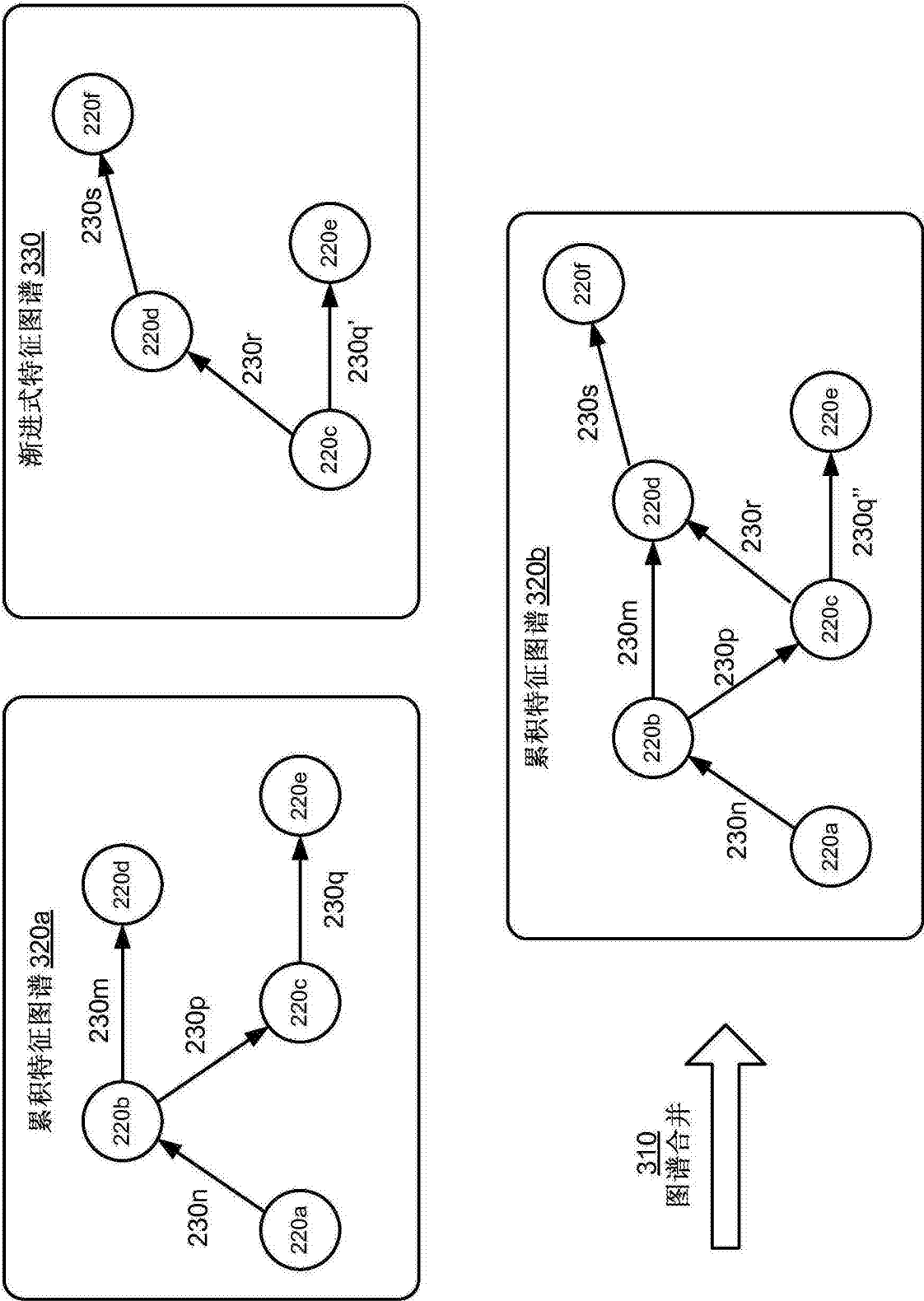


图3

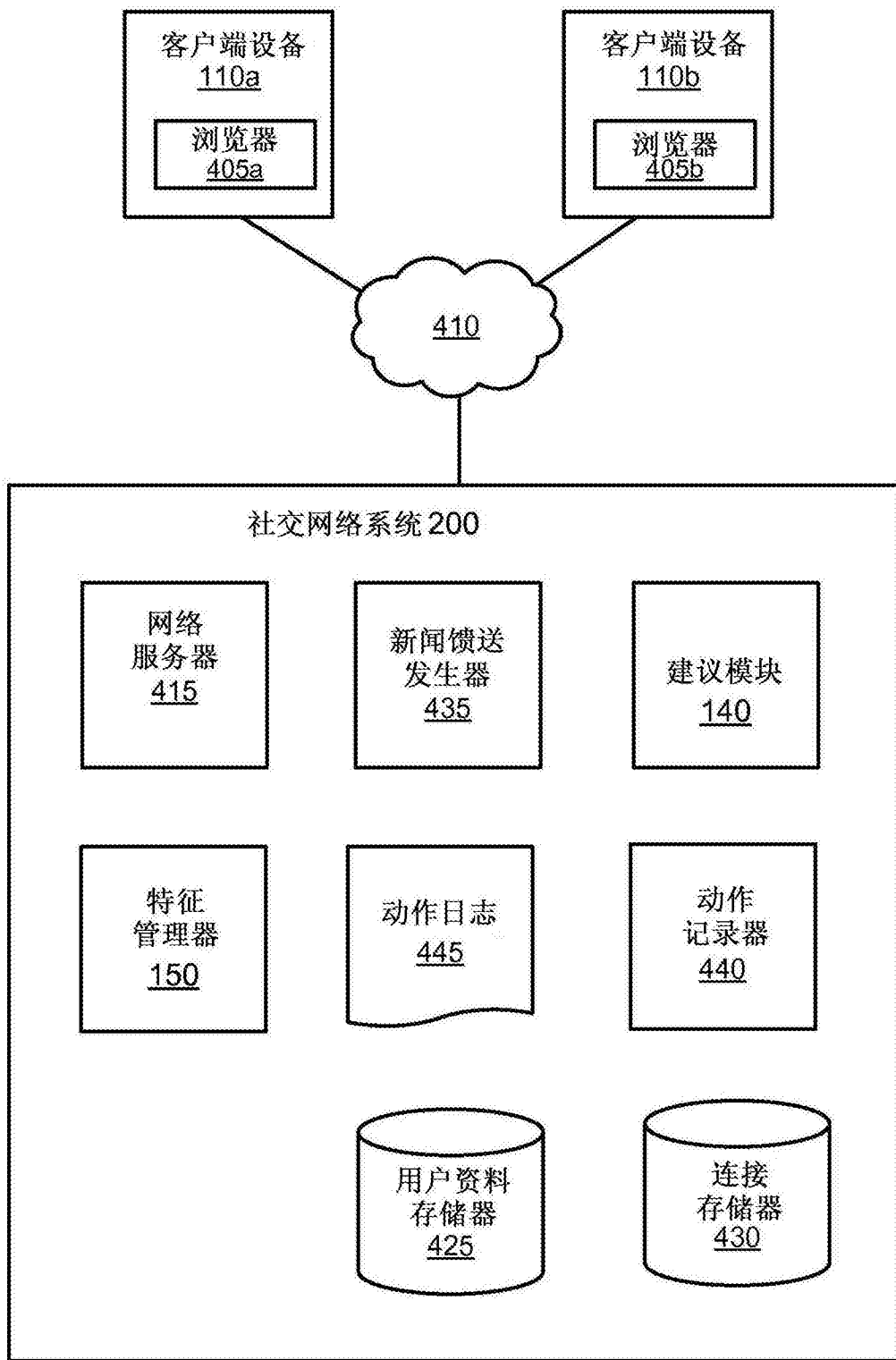


图4A

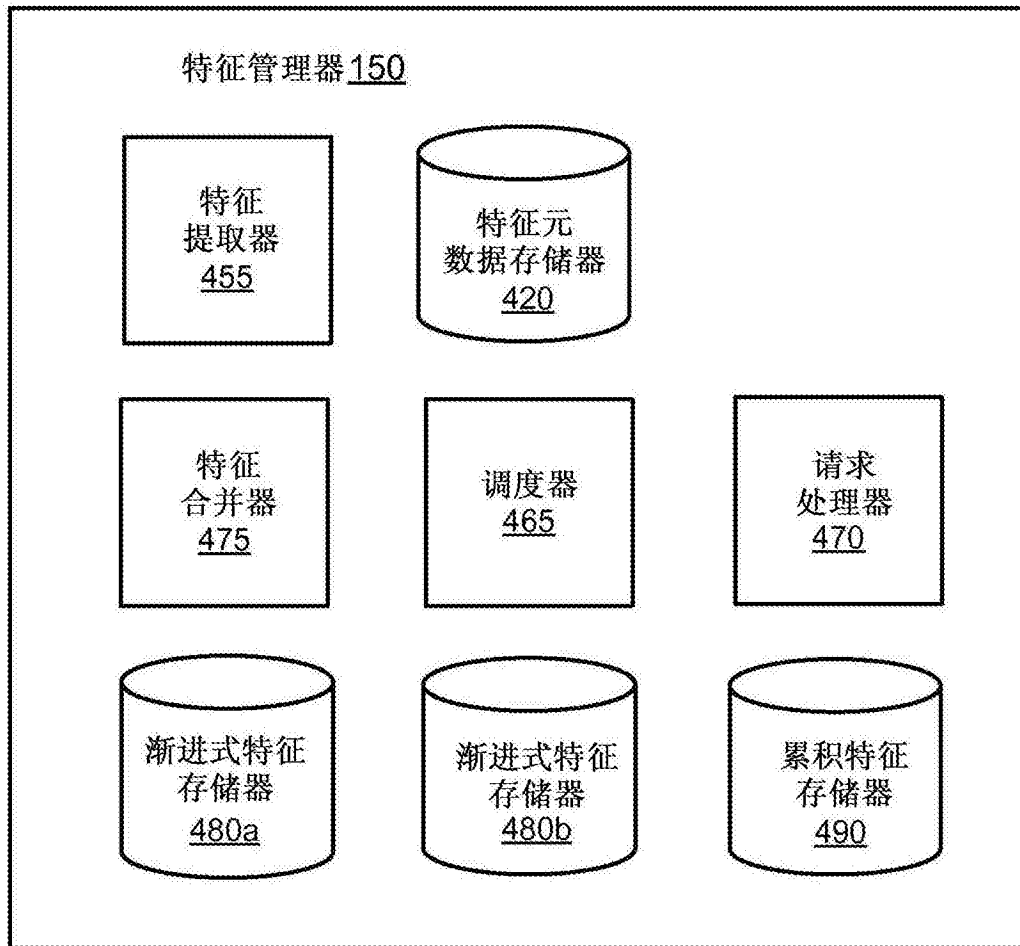


图4B

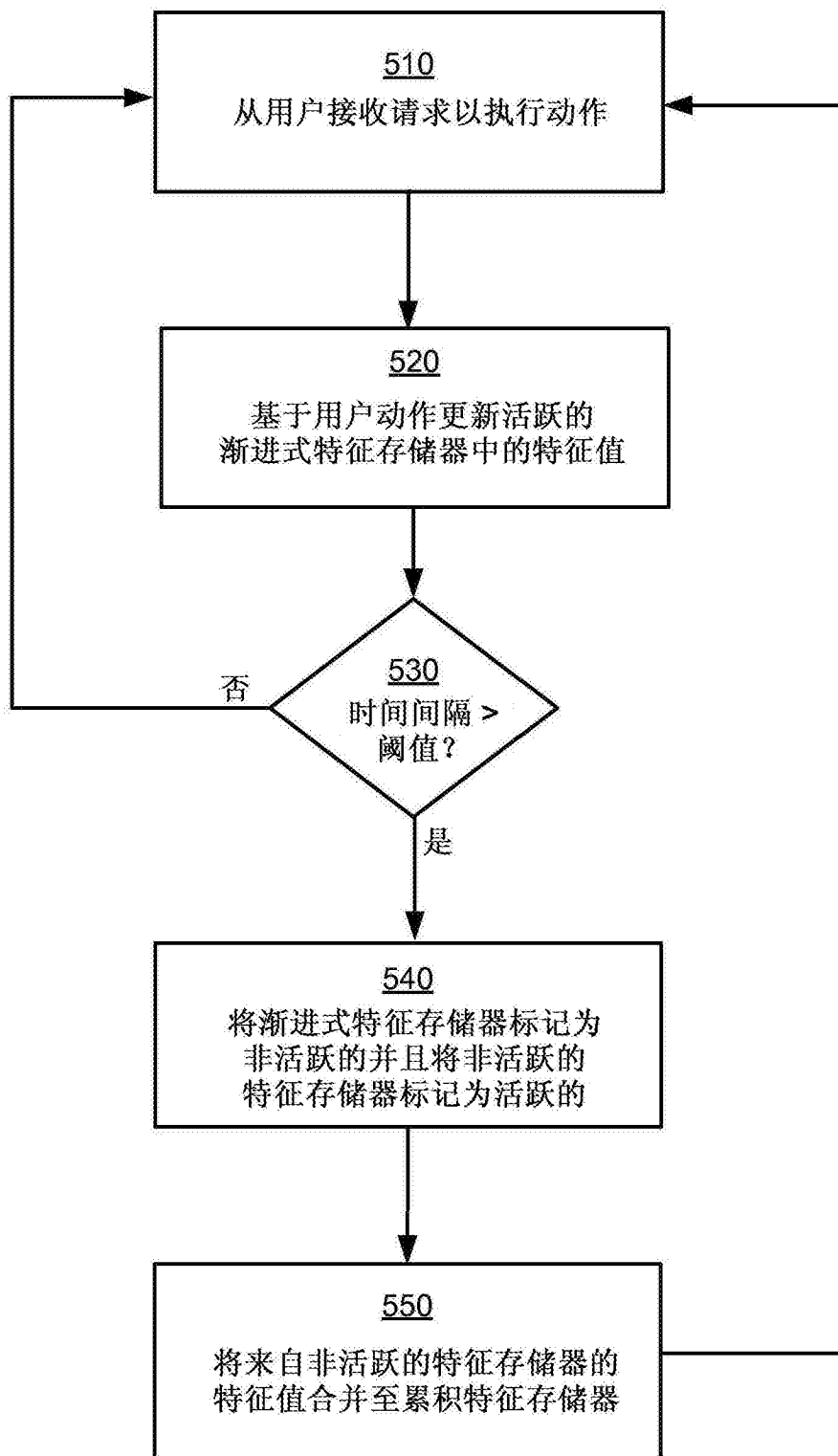


图5

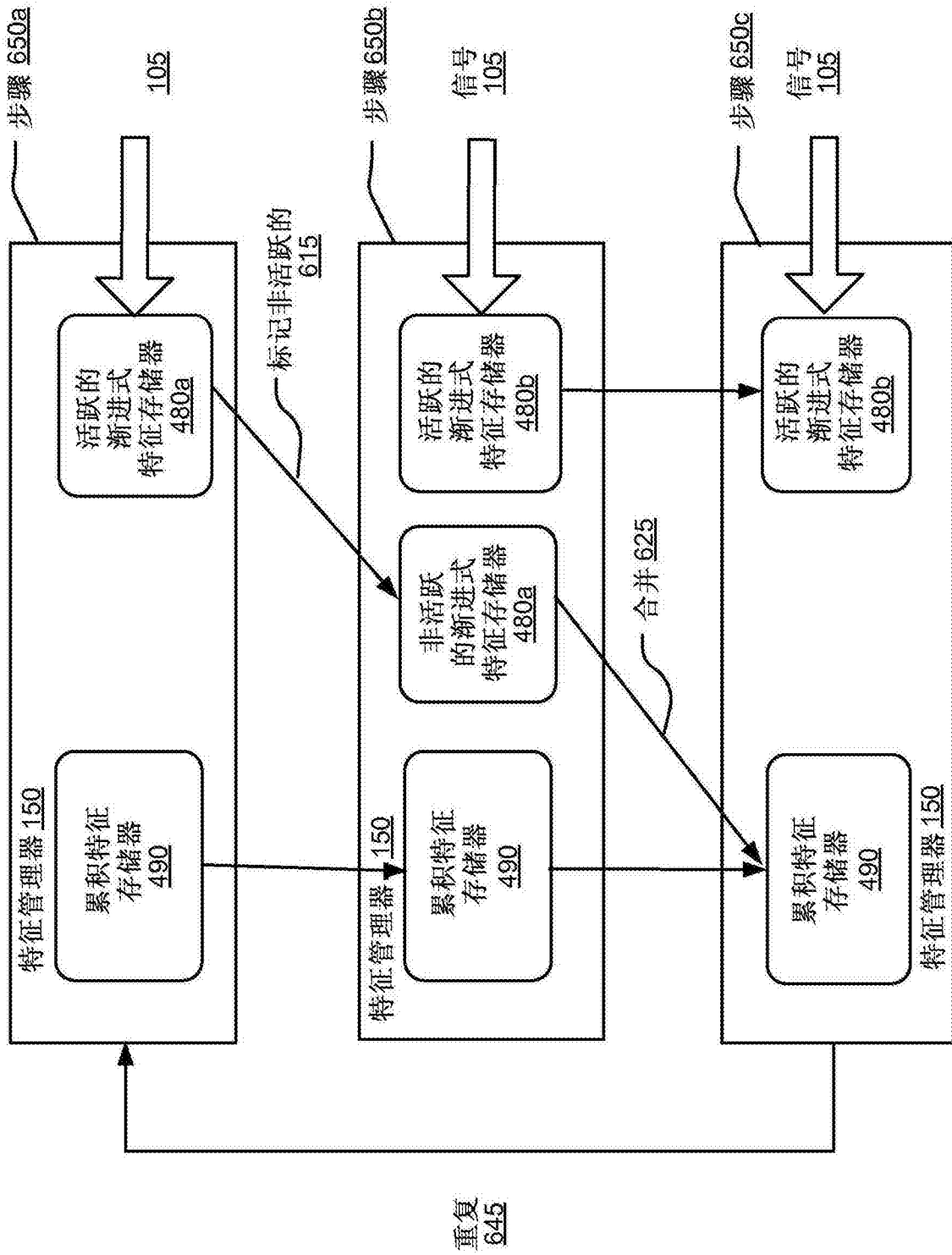


图6

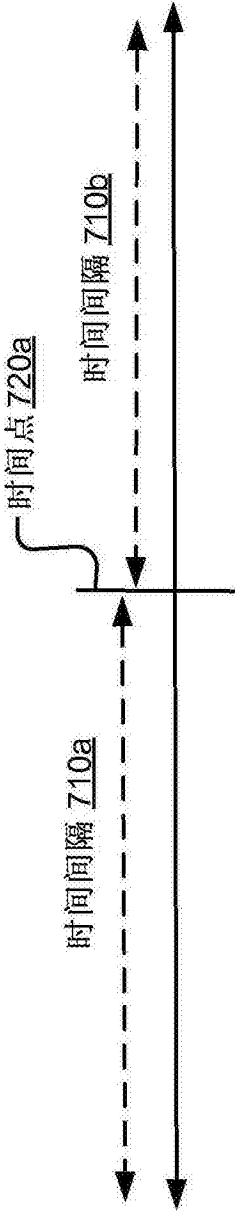


图7A

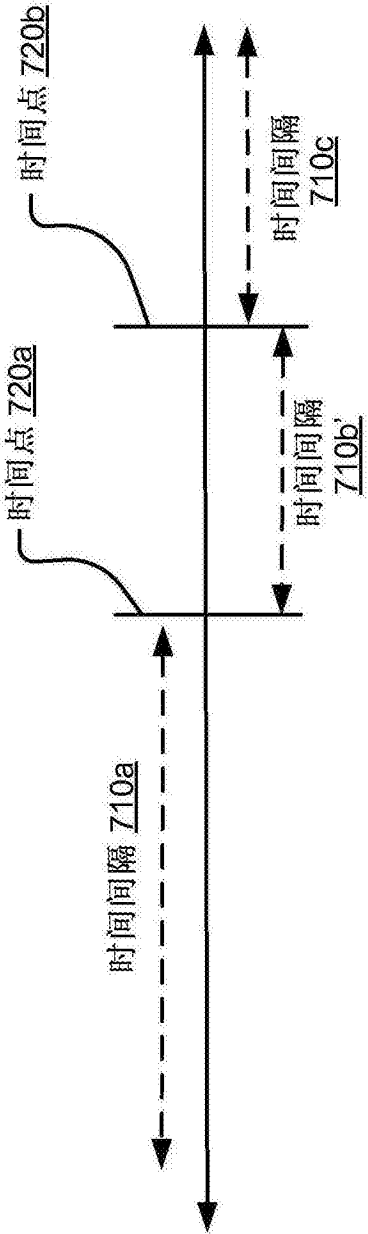


图7B

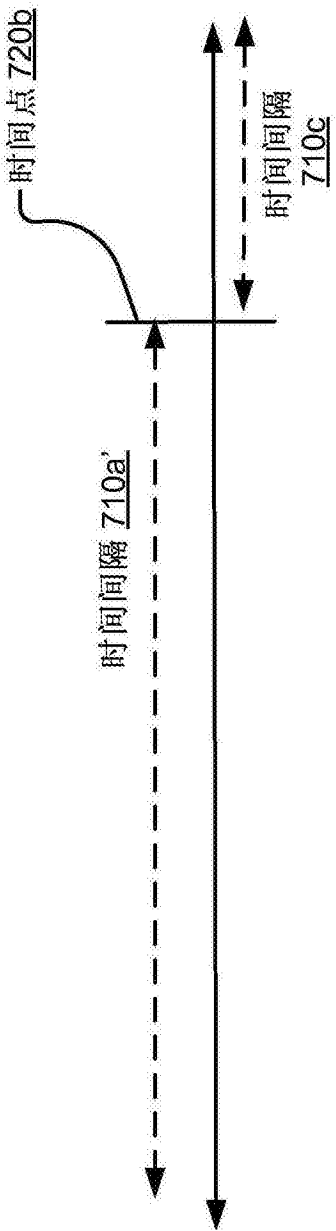


图7C

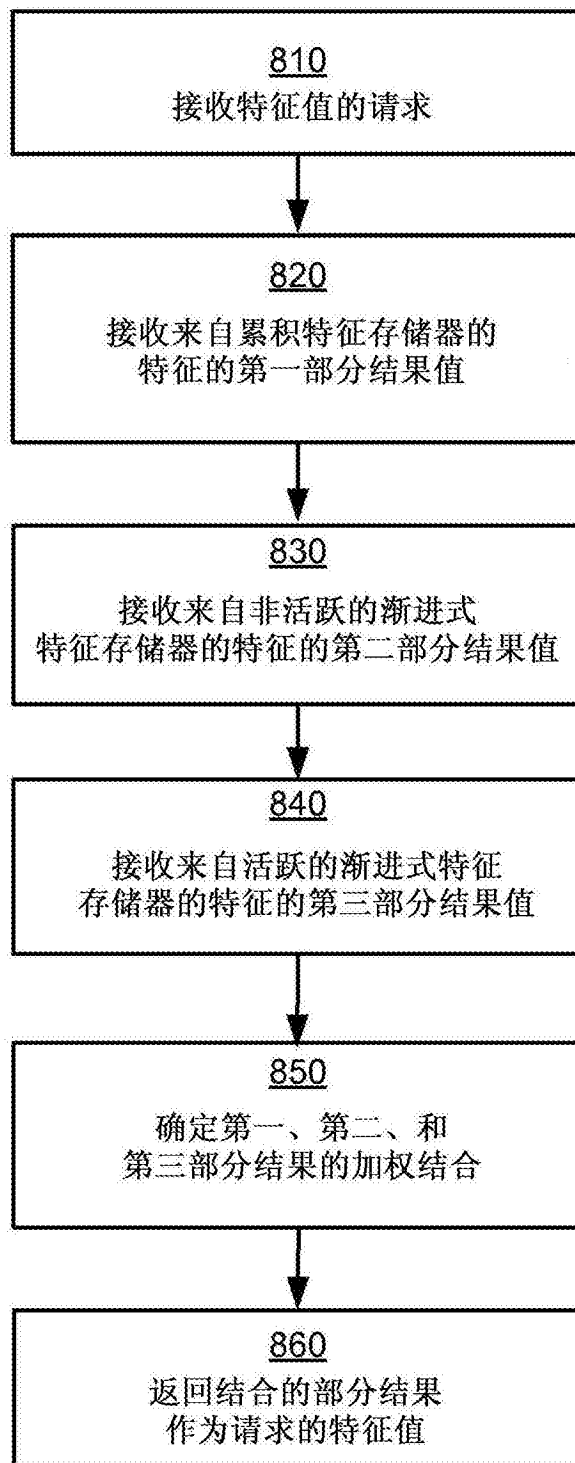


图8