



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115795174 B

(45) 授权公告日 2023.04.25

(21) 申请号 202310079396.2

G06F 16/2458 (2019.01)

(22) 申请日 2023.02.08

审查员 李萌

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 115795174 A

(43) 申请公布日 2023.03.14

(73) 专利权人 富算科技(上海)有限公司

地址 200135 上海市浦东新区中国(上海)

自由贸易试验区浦东大道1200号2层A区

(72) 发明人 尤志强 卞阳 王兆凯

(74) 专利代理机构 北京超凡宏宇专利代理事务

所(特殊普通合伙) 11463

专利代理师 钟扬飞

(51) Int. Cl.

G06F 16/9535 (2019.01)

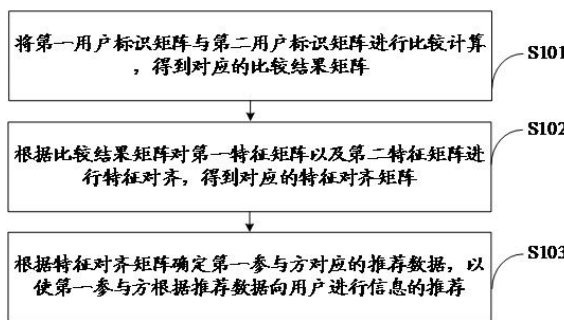
权利要求书3页 说明书17页 附图4页

(54) 发明名称

一种信息推荐方法及装置

(57) 摘要

本申请提供一种信息推荐方法及装置,信息推荐方法包括:将第一用户标识矩阵与第二用户标识矩阵进行比较计算,得到对应的比较结果矩阵;其中,用户标识矩阵包括属于对应参与方的用户标识对应的密态标识数据,比较结果矩阵用于表征属于第一参与方的用户标识是否属于第二参与方;根据比较结果矩阵对第一特征矩阵以及第二特征矩阵进行特征对齐,得到对应的特征对齐矩阵;其中,特征矩阵包括属于对应参与方的用户对应的密态特征数据,密态特征数据用于表征用户针对信息的用户行为;根据特征对齐矩阵确定第一参与方对应的推荐数据,以使第一参与方根据推荐数据向用户进行信息的推荐。因此,可以在全流程保护敏感的用户数据的前提下实现信息推荐。



1. 一种信息推荐方法,其特征在于,包括:

将第一用户标识矩阵与第二用户标识矩阵进行比较计算,得到对应的比较结果矩阵;其中,所述第一用户标识矩阵包括属于第一参与方的用户标识对应的第一密态标识数据,所述第二用户标识矩阵包括属于第二参与方的用户标识对应的第二密态标识数据,所述比较结果矩阵用于表征属于所述第一参与方的用户标识是否属于所述第二参与方;

根据所述比较结果矩阵对第一特征矩阵以及第二特征矩阵进行特征对齐,得到对应的特征对齐矩阵;其中,所述第一特征矩阵包括属于所述第一参与方的用户对应的第一密态特征数据,所述第二特征矩阵包括属于所述第二参与方的用户对应的第二密态特征数据,所述第一密态特征数据以及所述第二密态特征数据均用于表征用户针对信息的用户行为;

根据所述特征对齐矩阵确定所述第一参与方对应的推荐数据,以使所述第一参与方根据所述推荐数据向用户进行所述信息的推荐;

所述根据所述比较结果矩阵对第一特征矩阵以及第二特征矩阵进行特征对齐,得到对应的特征对齐矩阵,包括:

将所述第二特征矩阵与所述比较结果矩阵进行相乘,得到中间对齐矩阵;

将所述第一特征矩阵与所述中间对齐矩阵进行拼接,得到所述特征对齐矩阵;

所述根据所述特征对齐矩阵确定所述第一参与方对应的推荐数据,包括:

根据所述特征对齐矩阵确定状态矩阵;其中,所述状态矩阵为 $n \times (p + q)$ 的矩阵, $n$ 为属于所述第一参与方的用户总数量, $p$ 为属于所述第一参与方的用户对应的特征数据的数量, $q$ 为属于所述第二参与方的用户对应的特征数据的数量,所述状态矩阵包括表征所述用户行为与所述用户之间关系的密态状态数据;

根据所述状态矩阵进行热传导推荐计算,得到所述推荐数据;

所述根据所述状态矩阵进行热传导推荐计算,得到所述推荐数据,包括:

根据所述状态矩阵确定热度矩阵、第一统计矩阵以及第二统计矩阵;其中,所述热度矩阵通过对所述状态矩阵进行转置得到,所述热度矩阵包括表征所述用户对信息的初始化热度的密态热度数据,所述第一统计矩阵通过将所述矩阵进行按列求和并转置得到,所述第一统计矩阵包括表征所述信息被所述用户触发的数量的第一密态统计数据,所述第二统计矩阵通过将所述热度矩阵进行按行求和并转置得到,所述第二统计矩阵包括表征所述用户触发所述信息的数量的第二密态统计数据;

通过多次热传导推荐计算对所述热度矩阵进行更新,得到目标热度矩阵;其中,所述目标热度矩阵的形式与所述热度矩阵的形式一致;

根据所述目标热度矩阵确定所述推荐数据;

所述根据所述目标热度矩阵确定所述推荐数据,包括:

所述第一参与方或所述第二参与方对所述目标热度矩阵进行分片,得到本方的热度矩阵,并根据所述本方的热度矩阵确定所述推荐数据。

2. 根据权利要求1所述的信息推荐方法,其特征在于,所述第一用户标识矩阵为 $n \times 1$ 的矩阵,所述第二用户标识矩阵为 $1 \times m$ 的矩阵;

所述将第一用户标识矩阵与第二用户标识矩阵进行比较计算,得到对应的比较结果矩阵,包括:

比较所述第一用户标识矩阵中第*i*行的第一密态标识数据与所述第二用户标识矩阵中第*j*列的第二密态标识数据是否一致；

若一致，则将所述比较结果矩阵中第*i*行第*j*列的数据确定为1；否则，将所述比较结果矩阵中第*i*行第*j*列的数据确定为0。

3. 根据权利要求1或2所述的信息推荐方法，其特征在于，一次热传导推荐计算的过程为：

根据所述状态矩阵、所述热度矩阵以及所述第二统计矩阵计算所述信息到所述用户的传导，得到中间矩阵；

根据所述中间矩阵、所述状态矩阵以及所述第一统计矩阵计算所述用户到所述信息的传导，得到新的热度矩阵。

4. 一种信息推荐装置，其特征在于，包括：

比较计算模块，用于将第一用户标识矩阵与第二用户标识矩阵进行比较计算，得到对应的比较结果矩阵；其中，所述第一用户标识矩阵包括属于第一参与方的用户标识对应的第一密态标识数据，所述第二用户标识矩阵包括属于第二参与方的用户标识对应的第二密态标识数据，所述比较结果矩阵用于表征属于所述第一参与方的用户标识是否属于所述第二参与方；

特征对齐模块，用于根据所述比较结果矩阵对第一特征矩阵以及第二特征矩阵进行特征对齐，得到对应的特征对齐矩阵；其中，所述第一特征矩阵包括属于所述第一参与方的用户对应的第一密态特征数据，所述第二特征矩阵包括属于所述第二参与方的用户对应的第二密态特征数据，所述第一密态特征数据以及所述第二密态特征数据均用于表征用户行为；

确定模块，用于根据所述特征对齐矩阵确定所述第一参与方对应的推荐数据，以使所述第一参与方根据所述推荐数据向用户进行推荐；

所述特征对齐模块具体用于：

将所述第二特征矩阵与所述比较结果矩阵进行相乘，得到中间对齐矩阵；

将所述第一特征矩阵与所述中间对齐矩阵进行拼接，得到所述特征对齐矩阵；

所述确定模块具体用于：

根据所述特征对齐矩阵确定状态矩阵；其中，所述状态矩阵为 $n \times (p + q)$ 的矩阵， $n$ 为属于所述第一参与方的用户总数量， $p$ 为属于所述第一参与方的用户对应的特征数据的数量， $q$ 为属于所述第二参与方的用户对应的特征数据的数量，所述状态矩阵包括表征所述用户行为与所述用户之间关系的密态状态数据；

根据所述状态矩阵进行热传导推荐计算，得到所述推荐数据；

所述确定模块还用于：

根据所述状态矩阵确定热度矩阵、第一统计矩阵以及第二统计矩阵；其中，所述热度矩阵通过对所述状态矩阵进行转置得到，所述热度矩阵包括表征所述用户对信息的初始化的密态热度数据，所述第一统计矩阵通过将所述矩阵进行按列求和并转置得到，所述第一统计矩阵包括表征所述信息被所述用户触发的数量的第一密态统计数据，所述第二统计矩阵通过将所述热度矩阵进行按行求和并转置得到，所述第二统计矩阵包括表征所述用户触发所述信息的数量的第二密态统计数据；

通过多次热传导推荐计算对所述热度矩阵进行更新,得到目标热度矩阵;

根据所述目标热度矩阵确定所述推荐数据;

所述确定模块还用于:

所述第一参与方或所述第二参与方对所述目标热度矩阵进行分片,得到本方的热度矩阵,并根据所述本方的热度矩阵确定所述推荐数据。

5. 一种电子设备,其特征在于,包括:处理器、存储器和总线;

所述处理器和所述存储器通过所述总线完成相互间的通信;

所述存储器存储有可被所述处理器执行的计算机程序指令,所述处理器调用所述计算机程序指令能够执行如权利要求1-3任一项所述的信息推荐方法。

6. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质存储计算机程序指令,所述计算机程序指令被计算机运行时,使所述计算机执行如权利要求1-3任一项所述的信息推荐方法。

## 一种信息推荐方法及装置

### 技术领域

[0001] 本申请涉及多方安全计算技术领域,具体而言,涉及一种信息推荐方法及装置。

### 背景技术

[0002] 推荐算法,是常用于对广告、商品、电影等信息对象进行推荐的手段,其通过分析、挖掘用户行为,发现用户的个性化需求与兴趣特点,将用户可能感兴趣的信息推荐给用户。其中,推荐算法的有效性依赖于大量真实且有效的数据,因此,获取到用户真实的数据是推荐算法能够实施的关键前提。

[0003] 但是,随着国家出台《互联网信息服务算法推荐管理规定》,进一步加强了数据的监管,因此需要在保护用户数据隐私的基础上,实现信息的推荐。然而,在现有技术中,采用的信息推荐方法仍然存在用户信息泄露的问题,不能满足在全流程保护敏感的用户数据的前提下实现信息推荐的目的。

### 发明内容

[0004] 本申请实施例的目的在于提供一种信息推荐方法及装置,用以解决现有技术中如何在全流程保护敏感的用户数据的前提下实现信息推荐的技术问题。

[0005] 第一方面,本申请实施例提供一种信息推荐方法,包括:将第一用户标识矩阵与第二用户标识矩阵进行比较计算,得到对应的比较结果矩阵;其中,所述第一用户标识矩阵包括属于第一参与方的用户标识对应的第一密态标识数据,所述第二用户标识矩阵包括属于第二参与方的用户标识对应的第二密态标识数据,所述比较结果矩阵用于表征属于所述第一参与方的用户标识是否属于所述第二参与方;根据所述比较结果矩阵对第一特征矩阵以及第二特征矩阵进行特征对齐,得到对应的特征对齐矩阵;其中,所述第一特征矩阵包括属于所述第一参与方的用户对应的第一密态特征数据,所述第二特征矩阵包括属于所述第二参与方的用户对应的第二密态特征数据,所述第一密态特征数据以及所述第二密态特征数据均用于表征用户针对信息的用户行为;根据所述特征对齐矩阵确定所述第一参与方对应的推荐数据,以使所述第一参与方根据所述推荐数据向用户进行所述信息的推荐。

[0006] 在上述方案中,可以实现给第一参与方的用户进行信息推荐。其中,第一参与方以及第二参与方在进行用户求交的过程中,双方交互的数据均为密态数据且交互的过程为多方安全计算过程,因此,双方均无法获知对方的用户信息以及对方是否拥有本方用户的信息,从而能够实现全匿踪用户安全求交的目的。此外,在上述特征对齐以及确定推荐数据的过程中,同样采用的均是密态数据且采用的均是多方安全计算,从而可以保证在信息推荐的全流程中都是秘密安全的。因此,采用本申请实施例提供的信息推荐方法,可以在全流程保护敏感的用户数据的前提下实现信息推荐。

[0007] 在可选的实施方式中,所述第一用户标识矩阵为 $n \times 1$ 的矩阵,所述第二用户标识矩阵为 $1 \times m$ 的矩阵;所述将第一用户标识矩阵与第二用户标识矩阵进行比较计算,得到对

应的比较结果矩阵,包括:比较所述第一用户标识矩阵中第 $i$ 行的第一密态标识数据与所述第二用户标识矩阵中第 $j$ 列的第二密态标识数据是否一致;若一致,则将所述比较结果矩阵中第 $i$ 行第 $j$ 列的数据确定为1;否则,将所述比较结果矩阵中第 $i$ 行第 $j$ 列的数据确定为0。在上述方案中,通过比较第一用户标识矩阵中的第一密态标识数据以及第二用户标识矩阵中的第二密态标识数据是否一致,可以实现第一参与方以及第二参与方在进行用户求交。其中,由于双方交互的数据均为密态数据且交互的过程为多方安全计算过程,因此,双方均无法获知对方的用户信息以及对方是否拥有本方用户的信息,从而能够实现全匿踪用户安全求交的目的。

[0008] 在可选的实施方式中,所述根据所述比较结果矩阵对第一特征矩阵以及第二特征矩阵进行特征对齐,得到对应的特征对齐矩阵,包括:将所述第二特征矩阵与所述比较结果矩阵进行相乘,得到中间对齐矩阵;将所述第一特征矩阵与所述中间对齐矩阵进行拼接,得到所述特征对齐矩阵。在上述方案中,通过对第一参与方对应的第一特征矩阵以及第二参与方对应的第二特征矩阵进行特征对齐,可以便于进行推荐数据的计算。其中,由于双方进行特征对齐的数据均为密态数据且对齐的过程为多方安全计算过程,因此,双方均无法获知对应的特征信息,从而能够实现全匿踪安全对齐的目的。

[0009] 在可选的实施方式中,所述根据所述特征对齐矩阵确定所述第一参与方对应的推荐数据,包括:根据所述特征对齐矩阵确定状态矩阵;其中,所述状态矩阵包括表征所述用户行为与所述用户之间关系的密态状态数据;根据所述状态矩阵进行热传导推荐计算,得到所述推荐数据。在上述方案中,根据特征对齐矩阵可以确定用户行为与用户之间的关系,即可以得到状态矩阵。其中,由于状态矩阵包括的是密态状态数据且确定的过程为多方安全计算过程,因此,可以在全流程保护敏感的用户数据的前提下实现信息推荐。

[0010] 在可选的实施方式中,所述根据所述状态矩阵进行热传导推荐计算,得到所述推荐数据,包括:根据所述状态矩阵确定热度矩阵、第一统计矩阵以及第二统计矩阵;其中,所述热度矩阵包括表征所述用户对信息的初始化热度的密态热度数据,所述第一统计矩阵包括表征所述信息被所述用户触发的数量的第一密态统计数据,所述第二统计矩阵包括表征所述用户触发所述信息的数量的第二密态统计数据;通过多次热传导推荐计算对所述热度矩阵进行更新,得到目标热度矩阵;根据所述目标热度矩阵确定所述推荐数据。在上述方案中,可以采用热传导推荐计算的方式实现给第一参与方的用户进行信息推荐的目的。其中,在确定推荐数据的过程中,采用的均是密态数据且采用的均是多方安全计算,从而可以保证在信息推荐的全流程中都是秘密安全的,因此,可以在全流程保护敏感的用户数据的前提下实现信息推荐。

[0011] 在可选的实施方式中,一次热传导推荐计算的过程为:根据所述状态矩阵、所述热度矩阵以及所述第二统计矩阵计算所述信息到所述用户的传导,得到中间矩阵;根据所述中间矩阵、所述状态矩阵以及所述第一统计矩阵计算所述用户到所述信息的传导,得到新的热度矩阵。在上述方案中,基于热传导推荐计算确定推荐数据的过程,可以分解为两个步骤,第一步为信息到用户的传导过程,第二步为用户到信息的传导;通过数次传导,可以确定用户进行信息推荐的推荐数据。

[0012] 第二方面,本申请实施例提供一种信息推荐装置,包括:比较计算模块,用于将第

一用户标识矩阵与第二用户标识矩阵进行比较计算,得到对应的比较结果矩阵;其中,所述第一用户标识矩阵包括属于第一参与方的用户标识对应的第一密态标识数据,所述第二用户标识矩阵包括属于第二参与方的用户标识对应的第二密态标识数据,所述比较结果矩阵用于表征属于所述第一参与方的用户标识是否属于所述第二参与方;特征对齐模块,用于根据所述比较结果矩阵对第一特征矩阵以及第二特征矩阵进行特征对齐,得到对应的特征对齐矩阵;其中,所述第一特征矩阵包括属于所述第一参与方的用户对应的第一密态特征数据,所述第二特征矩阵包括属于所述第二参与方的用户对应的第二密态特征数据,所述第一密态特征数据以及所述第二密态特征数据均用于表征用户针对信息的用户行为;确定模块,用于根据所述特征对齐矩阵确定所述第一参与方对应的推荐数据,以使所述第一参与方根据所述推荐数据向用户进行所述信息的推荐。

[0013] 在上述方案中,可以实现给第一参与方的用户进行信息推荐。其中,第一参与方以及第二参与方在进行用户求交的过程中,双方交互的数据均为密态数据且交互的过程为多方安全计算过程,因此,双方均无法获知对方的用户信息以及对方是否拥有本方用户的信息,从而能够实现全匿踪用户安全求交的目的。此外,在上述特征对齐以及确定推荐数据的过程中,同样采用的均是密态数据且采用的均是多方安全计算,从而可以保证在信息推荐的全流程中都是秘密安全的。因此,采用本申请实施例提供的信息推荐方法,可以在全流程保护敏感的用户数据的前提下实现信息推荐。

[0014] 在可选的实施方式中,所述第一用户标识矩阵为 $n \times 1$ 的矩阵,所述第二用户标识矩阵为 $1 \times m$ 的矩阵;所述比较计算模块具体用于:比较所述第一用户标识矩阵中第 $i$ 行的第一密态标识数据与所述第二用户标识矩阵中第 $j$ 列的第二密态标识数据是否一致;若一致,则将所述比较结果矩阵中第 $i$ 行第 $j$ 列的数据确定为1;否则,将所述比较结果矩阵中第 $i$ 行第 $j$ 列的数据确定为0。在上述方案中,通过比较第一用户标识矩阵中的第一密态标识数据以及第二用户标识矩阵中的第二密态标识数据是否一致,可以实现第一参与方以及第二参与方在进行用户求交。其中,由于双方交互的数据均为密态数据且交互的过程为多方安全计算过程,因此,双方均无法获知对方的用户信息以及对方是否拥有本方用户的信息,从而能够实现全匿踪用户安全求交的目的。

[0015] 在可选的实施方式中,所述特征对齐模块具体用于:将所述第二特征矩阵与所述比较结果矩阵进行相乘,得到中间对齐矩阵;将所述第一特征矩阵与所述中间对齐矩阵进行拼接,得到所述特征对齐矩阵。在上述方案中,通过对第一参与方对应的第一特征矩阵以及第二参与方对应的第二特征矩阵进行特征对齐,可以便于进行推荐数据的计算。其中,由于双方进行特征对齐的数据均为密态数据且对齐的过程为多方安全计算过程,因此,双方均无法获知对应的特征信息,从而能够实现全匿踪安全对齐的目的。

[0016] 在可选的实施方式中,所述确定模块具体用于:根据所述特征对齐矩阵确定状态矩阵;其中,所述状态矩阵包括表征所述用户行为与所述用户之间关系的密态状态数据;根据所述状态矩阵进行热传导推荐计算,得到所述推荐数据。在上述方案中,根据特征对齐矩阵可以确定用户行为与用户之间的关系,即可以得到状态矩阵。其中,由于状态矩阵包括的是密态状态数据且确定的过程为多方安全计算过程,因此,可以在全流程保护敏感的用户

数据的前提下实现信息推荐。

[0017] 在可选的实施方式中,所述确定模块还用于:根据所述状态矩阵确定热度矩阵、第一统计矩阵以及第二统计矩阵;其中,所述热度矩阵包括表征所述用户对信息的初始化热度的密态热度数据,所述第一统计矩阵包括表征所述信息被所述用户触发的数量的第一密态统计数据,所述第二统计矩阵包括表征所述用户触发所述信息的数量的第二密态统计数据;通过多次热传导推荐计算对所述热度矩阵进行更新,得到目标热度矩阵;根据所述目标热度矩阵确定所述推荐数据。在上述方案中,可以采用热传导推荐计算的方式实现给第一参与方的用户进行信息推荐的目的。其中,在确定推荐数据的过程中,采用的均是密态数据且采用的均是多方安全计算,从而可以保证在信息推荐的全流程中都是秘密安全的,因此,可以在全流程保护敏感的用户数据的前提下实现信息推荐。

[0018] 在可选的实施方式中,一次热传导推荐计算的过程为:根据所述状态矩阵、所述热度矩阵以及所述第二统计矩阵计算所述信息到所述用户的传导,得到中间矩阵;根据所述中间矩阵、所述状态矩阵以及所述第一统计矩阵计算所述用户到所述信息的传导,得到新的热度矩阵。在上述方案中,基于热传导推荐计算确定推荐数据的过程,可以分解为两个步骤,第一步为信息到用户的传导过程,第二步为用户到信息的传导;通过数次传导,可以确定用户进行信息推荐的推荐数据。

[0019] 第三方面,本申请实施例提供一种计算机程序产品,包括计算机程序指令,所述计算机程序指令被处理器读取并运行时,执行如第一方面所述的信息推荐方法。

[0020] 第四方面,本申请实施例提供一种电子设备,包括:处理器、存储器和总线;所述处理器和所述存储器通过所述总线完成相互间的通信;所述存储器存储有可被所述处理器执行的计算机程序指令,所述处理器调用所述计算机程序指令能够执行如第一方面所述的信息推荐方法。

[0021] 第五方面,本申请实施例提供一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储计算机程序指令,所述计算机程序指令被计算机运行时,使所述计算机执行如第一方面所述的信息推荐方法。

[0022] 为使本申请的上述目的、特征和优点能更明显易懂,下文特举本申请实施例,并配合所附附图,作详细说明如下。

## 附图说明

[0023] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案,下面将对本申请实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本申请的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0024] 图1为本申请实施例提供了一种信息推荐方法的流程图;

[0025] 图2为本申请实施例提供了一种确定比较结果矩阵的过程示意图;

[0026] 图3为本申请实施例提供了一种确定特征对齐矩阵的过程示意图;

[0027] 图4为本申请实施例提供了一种确定状态矩阵的过程示意图;

[0028] 图5为本申请实施例提供了一种热传导推荐计算的过程的示意图;

[0029] 图6为本申请实施例提供了一种信息推荐装置的结构框图;



[0030] 图7为本申请实施例提供的一种电子设备的结构框图。

### 具体实施方式

[0031] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行描述。

[0032] 本申请实施例提供的信息推荐方法涉及两方,分别为第一参与方以及第二参与方。其中,本申请实施例对第一参与方以及第二参与方的具体实施方式不作具体的限定,本领域技术人员可以根据实际应用场景的不同,进行合适的调整。

[0033] 作为一种实施方式,第一参与方与第二参与方可以为相同类型的主体,例如:第一参与方与第二参与方均属于电商公司;或者,第一参与方与第二参与方均属于媒体公司等。作为另一种实施方式,第一参与方与第二参与方可以为不同类型的主体,例如:第一参与方为电商公司,第二参与方为媒体公司;或者,第一参与方为银行,第二参与方为保险公司等。

[0034] 需要说明的是,在本申请实施例提供的信息推荐方法中,采用的是多方安全计算(SecureMuti-Party Computation,MPC)。

[0035] 其中,MPC是指在无可信第三方的情况下,多个参与方共同计算一个目标函数,并且保证每一方仅获取自己的计算结果,无法通过计算过程中的交互数据推测出其他任意一方的输入数据。基于此,第一参与方以及第二参与方均可以作为执行主体执行本申请实施例提供的信息推荐方法,本申请实施例对此不作具体的限定。

[0036] 请参照图1,图1为本申请实施例提供的一种信息推荐方法的流程图,该信息推荐方法可以包括如下步骤:

[0037] 步骤S101:将第一用户标识矩阵与第二用户标识矩阵进行比较计算,得到对应的比较结果矩阵。

[0038] 步骤S102:根据比较结果矩阵对第一特征矩阵以及第二特征矩阵进行特征对齐,得到对应的特征对齐矩阵。

[0039] 步骤S103:根据特征对齐矩阵确定第一参与方对应的推荐数据,以使第一参与方根据推荐数据向用户进行信息的推荐。

[0040] 具体的,在上述步骤S101中,第一用户标识矩阵包括属于第一参与方的用户标识对应的第一密态标识数据,第二用户标识矩阵包括属于第二参与方的用户标识对应的第二密态标识数据。

[0041] 需要说明的是,本申请实施例对第一用户标识矩阵以及第二用户标识矩阵的具体形式不作具体的限定,本领域技术人员可以根据实际情况进行合适的调整。

[0042] 举例来说,第一用户标识矩阵可以为 $n \times 1$ 的矩阵,第二用户标识矩阵可以为 $1 \times m$ 的矩阵,其中, $n$ 为属于第一参与方的用户总数量, $m$ 为属于第二参与方的用户总数量。此时,作为一种实施方式,第一用户标识矩阵中的一个数据可以对应一个第一密态标识数据;类似的,第二用户标识矩阵中的一个数据可以对应一个第二密态标识数据。

[0043] 进一步的,属于第一参与方的用户标识是指针对第一参与方中的信息触发过用户行为的用户对应的标识信息。

[0044] 需要说明的是,本申请实施例对用户行为的具体实施方式不作具体的限定,不同的第一参与方可以对应不同的用户行为,本领域技术人员可以根据实际情况进行合适的调整。举例来说,假设第一参与方为电商公司,则用户行为可以包括购买商品、浏览商品、加购

商品等；假设第一参与方为媒体公司，则用户行为可以包括浏览媒体信息、点赞、转发等。

[0045] 此外，本申请实施例对第一参与方中的信息的具体实施方式也不作具体的限定，不同的第一参与方可以对应不同的信息，本领域技术人员同样可以根据实际情况进行合适的调整。举例来说，假设第一参与方为电商公司，则信息可以包括商品、商品页面等。

[0046] 因此，以第一参与方为电商公司为例，当某一个用户购买了该电商公司的商品时，可以认为该用户针对该电商公司触发了用户行为，因此，可以将该用户的对应的标识信息确定为属于该电商公司的用户标识。

[0047] 需要说明的是，本申请实施例对用户标识的具体实施方式也不作具体的限定，本领域技术人员同样可以根据实际情况进行合适的调整。举例来说，用户标识可以包括用户身份证号、用户电话号码等。

[0048] 与属于第一参与方的用户标识类似，属于第二参与方的用户标识是指针对第二参与方中的信息触发过用户行为的用户对应的标识信息，本申请实施例对此不再进行赘述。

[0049] 进一步的，第一密态标识数据是指对属于第一参与方的用户标识进行碎片化处理后得到的密态数据。可以理解的是，第二参与方在得到上述第一密态标识数据之后，仅能利用上述第一密态标识数据进行用户求交，而不能通过上述第一密态标识数据获取到属于第一参与方的用户对应的用户信息。

[0050] 类似的，第二密态标识数据是指对属于第二参与方的用户标识进行碎片化处理后得到的密态数据。可以理解的是，第一参与方在得到上述第二密态标识数据之后，同样仅能利用上述第二密态标识数据进行用户求交，而不能通过上述第二密态标识数据获取到属于第二参与方的用户对应的用户信息。

[0051] 为了实现第一参与方与第二参与方之间的用户求互，可以将上述第一用户标识矩阵与上述第二用户标识矩阵进行比较计算，从而得到对应的比较结果矩阵。其中，比较结果矩阵用于表征属于第一参与方的用户标识是否属于第二参与方。

[0052] 需要说明的是，本申请实施例对上述比较计算的具体实施方式不作具体的限定，本领域技术人员可以根据实际情况进行合适的调整。举例来说，可以将第一用户标识矩阵中的每个数据与第二用户标识矩阵中的每个数据进行比较；或者，可以利用神经网络模型对第一用户标识矩阵与第二用户标识矩阵进行比较；或者，可以对第一用户标识矩阵以及第二用户标识矩阵分别进行计算后，对计算后得到的数据进行比较等。

[0053] 此外，本申请实施例对比较结果矩阵的具体形式也不作具体的限定，本领域技术人员同样可以根据实际情况进行合适的调整。举例来说，比较结果矩阵可以为 $n \times m$ 的矩阵，其中， $n$ 为属于第一参与方的用户总数量， $m$ 为属于第二参与方的用户总数量。

[0054] 此时，比较结果矩阵中的一个数据可以表示一个第一参与方中的用户标识与一个第二参与方中的用户标识是否一致。当一个第一参与方中的用户标识与一个第二参与方中的用户标识一致，则说明该用户标识同时属于第一参与方以及第二参与方；当一个第一参与方中的用户标识与一个第二参与方中的用户标识不一致，则说明上述第一参与方中的用户标识不属于第二参与方。

[0055] 因此，基于上述比较结果矩阵，便可以确定针对第一参与方中的信息触发过用户行为的用户是否也针对第二参与方中的信息触发过用户行为的用户。以第一参与方为电商公司、第二参与方为媒体公司为例，当某一个用户既购买了该电商公司的商品、又浏览了该

媒体公司的媒体信息时,可以确定属于该电商公司的该用户属于该媒体公司,该用户对应的用户标识同时属于该电商公司以及该媒体公司。

[0056] 在上述步骤S102中,第一特征矩阵包括属于第一参与方的用户对应的第一密态特征数据,第二特征矩阵包括属于第二参与方的用户对应的第二密态特征数据。

[0057] 需要说明的是,本申请实施例对第一特征矩阵以及第二特征矩阵的具体形式不作具体的限定,本领域技术人员可以根据实际情况进行合适的调整。

[0058] 举例来说,第一特征矩阵可以为 $n \times p$ 的矩阵,第二特征矩阵可以为 $m \times q$ 的矩阵,其中, $n$ 为属于第一参与方的用户总数量, $p$ 为属于第一参与方的用户对应的特征数据的数量, $m$ 为属于第二参与方的用户总数量, $q$ 为属于第二参与方的用户对应的特征数据的数量。此时,作为一种实施方式,第一特征矩阵中的一行数据可以对应一个用户的多个特征数据,第一特征矩阵中的一个数据可以对应一个用户的一个特征数据;类似的,第二特征矩阵中的一列数据可以对应一个用户的多个特征数据,第二特征矩阵中的一个数据可以对应一个用户的一个特征数据。

[0059] 此外,本申请实施例对上述特征数据的具体实施方式也不是具体的限定,不同的参与方可以对应不同的特征数据,本领域技术人员同样可以根据实际情况进行合适的调整。举例来说,假设第一参与方为电商公司,则特征数据可以包括用户购买商品的次数、用户浏览商品界面的次数、用户加购的商品类型等。

[0060] 进一步的,第一密态特征数据以及第二密态特征数据均用于表征用户针对信息的用户行为。其中,第一密态特征数据是指对属于第一参与方的用户的特征数据进行碎片化处理得到的密态数据。可以理解的是,第二参与方在得到上述第一密态特征数据之后,仅能利用上述第一密态特征数据进行特征对齐,而不能通过上述第一密态特征数据获取到属于第一参与方的用户对应的特征数据。

[0061] 类似的,第二密态特征数据是指对属于第二参与方的用户的特征数据进行碎片化处理得到的密态数据。可以理解的是,第一参与方在得到上述第二密态特征数据之后,仅能利用上述第二密态特征数据进行特征对齐,而不能通过上述第二密态特征数据获取到属于第二参与方的用户对应的特征数据。

[0062] 为了实现第一参与方与第二参与方之间的用户特征对齐,可以根据上述比较结果矩阵对上述第一特征矩阵以及上述第二特征矩阵进行特征对齐,从而得到对应的特征对齐矩阵。

[0063] 其中,作为一种实施方式,特征对齐矩阵中可以包括属于第一参与方的用户对应的第一密态特征数据,以及,既属于第一参与方又属于第二参与方的用户对应的第二密态特征数据。

[0064] 需要说明的是,本申请实施例对特征对齐矩阵的具体形式不作具体的限定,本领域技术人员可以根据实际情况进行合适的调整。举例来说,特征对齐矩阵可以为 $n \times (p + q)$ 的矩阵,其中, $n$ 为属于第一参与方的用户总数量, $p$ 为属于第一参与方的用户对应的特征数据的数量, $q$ 为属于第二参与方的用户对应的特征数据的数量。

[0065] 此时,作为一种实施方式,特征对齐矩阵中的一行数据可以对应一个用户针对第一参与方以及第二参与方中的信息的特征数据,特征对齐矩阵中的一个数据可以对应一个

用户针对第一参与方或者第二参与方中的信息的一个特征数据。

[0066] 在上述步骤S103中,本申请实施例对第一参与方对应的推荐数据的具体实施方式不作具体的限定,本领域技术人员可以根据实际情况进行合适的调整。举例来说,上述推荐数据可以包括用户对商品的喜爱度大小、用户购买商品的可能性大小、用户浏览某一类型的商品页面的次数等。

[0067] 此外,本申请实施例对根据特征对齐矩阵确定第一参与方对应的推荐数据的具体实施方式也不作具体的限定,本领域技术人员同样可以根据实际情况进行合适的调整。举例来说,可以采用热传导推荐计算确定上述推荐数据;或者,可以根据神经网络模型确定上述推荐数据等。

[0068] 可以理解的是,在得到上述推荐数据后,第一参与方可以根据上述推荐数据向用户进行信息的推荐,例如:根据用户对商品的喜爱度大小,向用户推荐对应类型的商品;或者,用户浏览某一类型的商品页面的次数,向用户推荐对应类型的商品等。

[0069] 在上述方案中,可以实现给第一参与方的用户进行信息推荐。其中,第一参与方以及第二参与方在进行用户求交的过程中,双方交互的数据均为密态数据且交互的过程为多方安全计算过程,因此,双方均无法获知对方的用户信息以及对方是否拥有本方用户的信息,从而能够实现全匿踪用户安全求交的目的。此外,在上述特征对齐以及确定推荐数据的过程中,同样采用的均是密态数据且采用的均是多方安全计算,从而可以保证在信息推荐的全流程中都是秘密安全的。因此,采用本申请实施例提供的信息推荐方法,可以在全流程保护敏感的用户数据的前提下实现信息推荐。

[0070] 进一步的,在上述实施例的基础上,假设第一用户标识矩阵为 $n \times 1$ 的矩阵、第二用户标识矩阵为 $1 \times m$ 的矩阵,此时,上述步骤S101具体可以包括如下步骤:

[0071] 步骤1),比较第一用户标识矩阵中第 $i$ 行的第一密态标识数据与第二用户标识矩阵中第 $j$ 列的第二密态标识数据是否一致。

[0072] 步骤2),若一致,则将比较结果矩阵中第 $i$ 行第 $j$ 列的数据确定为1;否则,将比较结果矩阵中第 $i$ 行第 $j$ 列的数据确定为0。

[0073] 具体的,在该实施方式中,第一用户标识矩阵中的一个数据可以对应一个第一密态标识数据,第二用户标识矩阵中的一个数据可以对应一个第二密态标识数据。

[0074] 在上述步骤1)中,通过比较第一用户标识矩阵中第 $i$ 行的第一密态标识数据与第二用户标识矩阵中第 $j$ 列的第二密态标识数据是否一致,可以得到属于第一参与方的用户标识(即第 $i$ 行的第一密态标识数据对应的用户标识)是否属于第二参与方。

[0075] 需要说明的是,由于上述第一密态标识数据以及第二密态标识数据均为密态数据,因此,在比较上述第一密态标识数据以及第二密态标识数据的过程中,可以采用MPC的方式进行比较计算。

[0076] 在上述步骤2)中,如果第一用户标识矩阵中第 $i$ 行的第一密态标识数据与第二用

户标识矩阵中第 $j$ 列的第二密态标识数据是一致的,则可以认为属于第一参与方的用户标识(即第 $i$ 行的第一密态标识数据对应的用户标识)属于第二参与方,此时可以将比较结果矩阵中第 $i$ 行第 $j$ 列的数据确定为1。

[0077] 如果第一用户标识矩阵中第 $i$ 行的第一密态标识数据与第二用户标识矩阵中第 $j$ 列的第二密态标识数据是不一致的,则可以认为属于第一参与方的用户标识(即第 $i$ 行的第一密态标识数据对应的用户标识)不属于第二参与方,此时可以将比较结果矩阵中第 $i$ 行第 $j$ 列的数据确定为0。

[0078] 下面举例对上述步骤S101的具体实施方式介绍,请参照图2,图2为本申请实施例提供的一种确定比较结果矩阵的过程示意图。可以理解的是,为了方便示意,图2中矩阵内的数据均以明文的形式进行表示,在实际计算的过程中,矩阵内的数据均为碎片化数据。

[0079] 如图2所示,参与方A对应的第一用户标识矩阵为 $8 \times 1$ 的矩阵,其对应包括的用户标识分别为:11、9、0、23、6、98、54、17;参与方B对应的第二用户标识矩阵为 $1 \times 9$ 的矩阵,其对应包括的用户标识分别为:6、1、54、17、12、76、2、61、23。

[0080] 将上述第一用户标识矩阵与上述第二用户标识矩阵进行比较计算,可以得到图2示出的比较结果矩阵。举例来说,参与方A对应的第一用户标识矩阵中的第1行数值为11,参与方B对应的第二用户标识矩阵中的第1列数值为6,两者不一致,因此比较结果矩阵中的第1行第1列数值为0;参与方A对应的第一用户标识矩阵中的第3行数值为23,参与方B对应的第二用户标识矩阵中的第8列数值为23,两者一致,因此比较结果矩阵中的第3行第8列数值为1。

[0081] 在上述方案中,通过比较第一用户标识矩阵中的第一密态标识数据以及第二用户标识矩阵中的第二密态标识数据是否一致,可以实现第一参与方以及第二参与方在进行用户求交。其中,由于双方交互的数据均为密态数据且交互的过程为多方安全计算过程,因此,双方均无法获知对方的用户信息以及对方是否拥有本方用户的信息,从而能够实现全匿踪用户安全求交的目的。

[0082] 进一步的,在上述实施例的基础上,上述步骤S102具体可以包括如下步骤:

[0083] 步骤1),将第二特征矩阵与比较结果矩阵进行相乘,得到中间对齐矩阵。

[0084] 步骤2),将第一特征矩阵与中间对齐矩阵进行拼接,得到特征对齐矩阵。

[0085] 具体的,在上述步骤1)中,为了抹去第二参与方非交集用户(即属于第二参与方但不属于第一参与方的用户)对应的特征数据,并使第二参与方中的特征数据调整到与第一参与方中的特征数据对应的位置上,可以将第二特征矩阵与比较结果矩阵进行相乘,得到中间对齐矩阵。

[0086] 需要说明的是,本申请实施例对中间对齐矩阵的具体形式不作具体的限定,根据第二特征矩阵与比较结果矩阵的具体形式的不同,中间对齐矩阵的具体形式也不同。举例来说,假设第二特征矩阵为 $q \times m$ 的矩阵,比较结果矩阵为 $n \times m$ 的矩阵,则中间对齐矩阵可

以为 $n \times m$ 的矩阵,其中, $n$ 为属于第一参与方的用户总数量, $m$ 为属于第二参与方的用户总数量, $q$ 为属于第二参与方的用户对应的特征数据的数量。

[0087] 此外,由于上述第二特征矩阵中包括的第二密态特征数据为密态数据,因此,可以采用MPC的方式进行乘法计算。

[0088] 在上述步骤2)中,由于中间对齐矩阵的行数与第一特征矩阵的行数是一致的,因此,可以直接将中间对齐矩阵拼接在第一特征矩阵后,得到特征对齐矩阵。

[0089] 需要说明的是,由于上述中间对齐矩阵以及第一特征矩阵中包括的数据均为密态数据,因此,可以采用MPC的方式进行拼接计算。

[0090] 下面举例对上述步骤S102的具体实施方式进行介绍,请参照图3,图3为本申请实施例提供的一种确定特征对齐矩阵的过程示意图。可以理解的是,为了方便示意,图3中矩阵内的数据均以明文的形式进行表示,在实际计算的过程中,矩阵内的数据均为碎片化数据。

[0091] 如图3所示,比较结果矩阵为 $8 \times 9$ 的矩阵,其数值表示:属于参与方A的第4个用户为参与方B中的第9个用户、属于参与方A的第5个用户为参与方B中的第1个用户;属于参与方A的第7个用户为参与方B中的第3个用户;属于参与方A的第6个用户为参与方B中的第4个用户。

[0092] 第二特征矩阵为 $9 \times 4$ 的矩阵,其数值表示:对于属于参与方B的第1个用户,其针对参与方B中的信息的4种不同的特征数据分别为45、3、65、1;对于属于参与方B的第2个用户,其针对参与方B中的信息的4种不同的特征数据分别为0、88、76、55;以此类推。

[0093] 将第二特征矩阵与比较结果矩阵进行相乘后,得到的中间对齐矩阵为 $8 \times 4$ 的矩阵,其数值表示为:对于属于参与方A的第1、2、3、6个用户,其不属于参与方B;对于属于参与方A的第4个用户,其针对参与方B中的信息的4种不同的特征数据分别为9、98、2、43;以此类推。

[0094] 第一特征矩阵为 $8 \times 7$ 的矩阵,其数值表示:对于属于参与方A的第1个用户,其针对参与方A中的信息的7种不同的特征数据分别为6、23、66、4、23、1、93;对于属于参与方A的第2个用户,其针对参与方A中的信息的7种不同的特征数据分别为45、67、9、2、29、33、98;以此类推。

[0095] 将第一特征矩阵与中间对齐矩阵进行拼接,得到的特征对齐矩阵为 $8 \times 11$ 的矩阵,其数值表示:对于属于参与方A的第1个用户,其针对参与方A中的信息的7种不同的特征数据分别为6、23、66、4、23、1、93,其针对参与方B中的信息的4种不同的特征数据分别为0、0、0、0;以此类推。

[0096] 在上述方案中,通过对第一参与方对应的第一特征矩阵以及第二参与方对应的第二特征矩阵进行特征对齐,可以便于进行推荐数据的计算。其中,由于双方进行特征对齐的数据均为密态数据且对齐的过程为多方安全计算过程,因此,双方均无法获知对应的特征信息,从而能够实现全匿踪安全对齐的目的。

[0097] 进一步的,在上述实施例的基础上,上述步骤S103具体可以包括如下步骤:

[0098] 步骤1),根据特征对齐矩阵确定状态矩阵。

[0099] 步骤2),根据状态矩阵进行热传导推荐计算,得到推荐数据。

[0100] 具体的,在本申请实施例中,可以采用二部图推荐算法确定推荐数据。其中,用户-项目评分矩阵、用户-商品购买矩阵等都可以被用来建立一个二部图(BipartiteGraph);图中节点分别表示用户和项目,边的权重为用户对项目的评分,如果没有评分可以默认为1,也就是有某种交互行为,比如购买、点击;通过二部图的相关逻辑计算,进而可以得出对用户的潜在项目推荐。

[0101] 在上述步骤1)中,状态矩阵包括表征用户行为与用户之间关系的密态状态数据,根据特征对齐矩阵,可以确定上述状态矩阵。

[0102] 需要说明的是,本申请实施例对状态矩阵的具体形式不作具体的限定,本领域技术人员可以根据实际情况进行合适的调整。举例来说,状态矩阵可以为 $n \times (p+q)$ 的矩阵,其中, $n$ 为属于第一参与方的用户总数量, $p$ 为属于第一参与方的用户对应的特征数据的数量, $q$ 为属于第二参与方的用户对应的特征数据的数量。

[0103] 此外,本申请实施例对状态矩阵中的数值大小也不作具体的限定,本领域技术人员同样可以根据实际情况进行合适的调整。举例来说,其数值大小可以为0或者1;或者,当不同的特征数据对应的权重不一样时,其数值大小也可以为特征数据对应的权重值等。

[0104] 下面举例对上述确定状态矩阵的具体实施方式进行介绍,请参照图4,图4为本申请实施例提供的一种确定状态矩阵的过程示意图。可以理解的是,为了方便示意,图4中矩阵内的数据均以明文的形式进行表示,在实际计算的过程中,矩阵内的数据均为碎片化数据。

[0105] 以参与方A为电商公司,参与方B为媒体公司为例,假设:图4中b、c、e、f用户为交集用户,a、d为非交集用户;0到4号为电商商品,5到7号为媒体信息;连接到电商商品的连线表示用户购买对应商品的记录,连接到媒体信息的连线表示用户浏览对应媒体信息的记录。

[0106] 如图4所示,状态矩阵为 $6 \times 8$ 的矩阵,其数值为:用户a购买了电商商品1号、2号以及4号,因此,对应的状态矩阵中,第1行第1列、第1行第3列以及第1行第5列的数值为1;用户b购买了电商商品1号,并浏览了媒体信息5号以及7号,因此,对应的状态矩阵中,第2行第2列、第2行第6列以及第2行第8列的数值为1;以此类推。

[0107] 在上述步骤2)中,可以采用热传导推荐计算的方式,根据上述状态矩阵得到对应的推荐数据。其中,热传导推荐计算的具体实施方式将在后续实施例中进行详细的说明,此处暂不介绍。

[0108] 在上述方案中,根据特征对齐矩阵可以确定用户行为与用户之间的关系,即可以得到状态矩阵。其中,由于状态矩阵包括的是密态状态数据且确定的过程为多方安全计算过程,因此,可以在全流程保护敏感的用户数据的前提下实现信息推荐。

[0109] 进一步的,在上述实施例的基础上,上述根据状态矩阵进行热传导推荐计算,得到推荐数据的步骤,具体可以包括如下步骤:

[0110] 步骤1),根据状态矩阵确定热度矩阵、第一统计矩阵以及第二统计矩阵。

[0111] 步骤2),通过多次热传导推荐计算对热度矩阵进行更新,得到目标热度矩阵。

[0112] 步骤3),根据目标热度矩阵确定推荐数据。

[0113] 具体的,在上述步骤1)中,热度矩阵包括表征用户对信息的初始化热度的密态热

度数据。作为一种实施方式,可以将状态矩阵进行转置得到上述热度矩阵。

[0114] 需要说明的是,本申请实施例对热度矩阵的具体形式不作具体的限定,本领域技术人员可以根据实际情况进行合适的调整。举例来说,热度矩阵可以为  $(p+q) \times n$  的矩阵,其中, $p$ 为属于第一参与方的用户对应的特征数据的数量, $q$ 为属于第二参与方的用户对应的特征数据的数量, $n$ 为属于第一参与方的用户总数量。

[0115] 进一步的,第一统计矩阵包括表征信息被用户触发的数量的第一密态统计数据。作为一种实施方式,可以将热度矩阵进行按列求和并转置得到上述第一统计矩阵。

[0116] 需要说明的是,本申请实施例对第一统计矩阵的具体形式不作具体的限定,本领域技术人员可以根据实际情况进行合适的调整。举例来说,第一统计矩阵可以为  $(p+q) \times 1$  的矩阵,其中, $p$ 为属于第一参与方的用户对应的特征数据的数量, $q$ 为属于第二参与方的用户对应的特征数据的数量。

[0117] 进一步的,第二统计矩阵包括表征用户触发信息的数量的第二密态统计数据。作为一种实施方式,可以将热度矩阵进行按行求和并转置得到上述第二统计矩阵。

[0118] 需要说明的是,本申请实施例对第二统计矩阵的具体形式不作具体的限定,本领域技术人员可以根据实际情况进行合适的调整。举例来说,第二统计矩阵可以为  $1 \times n$  的矩阵,其中, $n$ 为属于第一参与方的用户总数量。

[0119] 此外,由于上述状态矩阵、热度矩阵、第一统计矩阵以及第二统计矩阵中的数据均为密态数据,因此,可以采用MPC的方式进行矩阵计算。

[0120] 在上述步骤2)以及步骤3)中,通过多次热传导推荐计算,可以对上述步骤1)中得到的热度矩阵进行更新,最终得到一个目标热度矩阵,并根据目标热度矩阵确定推荐数据。需要说明的是,每次热传导推荐计算的步骤是一致的,其具体实施方式将在后续实施例中进行详细的说明,此处暂不介绍。

[0121] 其中,目标热度矩阵包括表征用户对信息的目标热度的密态热度数据,其具体形式与热度矩阵的具体形式一致,例如:均为  $(p+q) \times n$  的矩阵。

[0122] 可以理解的是,上述目标热度矩阵中同时包括第一参与方与第二参与方对应的热度数据。因此,作为一种实施方式,第一参与方可以对上述目标热度矩阵进行分片,得到一个  $p \times n$  的矩阵作为本方的热度矩阵,并根据本方的热度矩阵进行信息推荐;类似的第二参与方可以对上述目标热度矩阵进行分片,得到一个  $q \times n$  的矩阵作为本方的热度矩阵,并根据本方的热度矩阵进行信息推荐。

[0123] 以第一参与方为例,可以对本方的热度矩阵中的热度值进行排序,并将排序得到的数据转换为明文数据,这样,第一参与方可以根据上述明文数据来向用户进行推荐。

[0124] 在上述方案中,可以采用热传导推荐计算的方式实现给第一参与方的用户进行信息推荐的目的。其中,在确定推荐数据的过程中,采用的均是密态数据且采用的均是多方安全计算,从而可以保证在信息推荐的全流程中都是秘密安全的,因此,可以在全流程保护敏感的用户数据的前提下实现信息推荐。



[0125] 进一步的,在上述实施例的基础上,一次热传导推荐计算的过程具体可以包括如下步骤:

[0126] 步骤1),根据状态矩阵、热度矩阵以及第二统计矩阵计算信息到用户的传导,得到中间矩阵。

[0127] 步骤2),根据中间矩阵、状态矩阵以及第一统计矩阵计算用户到信息的传导,得到新的热度矩阵。

[0128] 具体的,上述步骤1)可以通过如下公式实现,该公式表示根据用户的触发信息记录将信息的能量传递给用户,每个用户接收的能量是其触发信息的平均值:

$$[0129] \quad B^t = \frac{\text{Matmul}(A, C^{t-1})}{o};$$

[0130] 其中,  $A$  表示状态矩阵,  $C$  表示热度矩阵,  $o$  表示第二统计矩阵,  $B$  表示中间矩阵,  $t$  表示当前为第  $t$  次热传导推荐计算的过程。

[0131] 上述步骤2)可以通过如下公式实现,该公式表示根据用户的触发信息将用户的能量传递给信息,每个信息接收的能量是信息被触发人数的平均值:

$$[0132] \quad C^t = \frac{\text{Matmul}(B^t, A)}{u};$$

[0133] 其中,其中,  $B$  表示中间矩阵,  $A$  表示状态矩阵,  $u$  表示第一统计矩阵,  $C$  表示新的热度矩阵,  $t$  表示当前为第  $t$  次热传导推荐计算的过程。

[0134] 下面以对用户  $a$  进行热传导推荐计算为例介绍上述过程,请参照图5,图5为本申请实施例提供的一种热传导推荐计算的过程的示意图。可以理解的是,为了方便示意,图5中的数据均以明文的形式进行表示,在实际计算的过程中,其数据均为碎片化数据。

[0135] 如图5所示,用户  $a$  一开始触发了0号、2号以及4号信息,所以这几个值赋为1,其他为0,即为用户  $a$  的初始热度;然后根据上述第一个公式可以得到每个用户的热度;再根据上述第二个公式可以得到用户  $a$  对每个信息的新热度。

[0136] 在上述方案中,基于热传导推荐计算确定推荐数据的过程,可以分解为两个步骤,第一步为信息到用户的传导过程,第二步为用户到信息的传导;通过数次传导,可以确定用户进行信息推荐的推荐数据。

[0137] 请参照图6,图6为本申请实施例提供的一种信息推荐装置的结构框图,该信息推荐装置600包括:比较计算模块601,用于将第一用户标识矩阵与第二用户标识矩阵进行比较计算,得到对应的比较结果矩阵;其中,所述第一用户标识矩阵包括属于第一参与方的用户标识对应的第一密态标识数据,所述第二用户标识矩阵包括属于第二参与方的用户标识对应的第二密态标识数据,所述比较结果矩阵用于表征属于所述第一参与方的用户标识是否属于所述第二参与方;特征对齐模块602,用于根据所述比较结果矩阵对第一特征矩阵以及第二特征矩阵进行特征对齐,得到对应的特征对齐矩阵;其中,所述第一特征矩阵包括属于所述第一参与方的用户对应的第一密态特征数据,所述第二特征矩阵包括属于所述第二参与方的用户对应的第二密态特征数据,所述第一密态特征数据以及所述第二密态特征数据均用于表征用户针对信息的用户行为;确定模块603,用于根据所述特征对齐矩阵确定所述第一参与方对应的推荐数据,以使所述第一参与方根据所述推荐数据向用户进行所述信息的推荐。

[0138] 在上述方案中,可以实现给第一参与方的用户进行信息推荐。其中,第一参与方以及第二参与方在进行用户求交的过程中,双方交互的数据均为密态数据且交互的过程为多方安全计算过程,因此,双方均无法获知对方的用户信息以及对方是否拥有本方用户的信息,从而能够实现全匿踪用户安全求交的目的。此外,在上述特征对齐以及确定推荐数据的过程中,同样采用的均是密态数据且采用的均是多方安全计算,从而可以保证在信息推荐的全流程中都是秘密安全的。因此,采用本申请实施例提供的信息推荐方法,可以在全流程保护敏感的用户数据的前提下实现信息推荐。

[0139] 进一步的,在上述实施例的基础上,所述第一用户标识矩阵为 $n \times 1$ 的矩阵,所述第二用户标识矩阵为 $1 \times m$ 的矩阵;所述比较计算模块601具体用于:比较所述第一用户标识矩阵中第 $i$ 行的第一密态标识数据与所述第二用户标识矩阵中第 $j$ 列的第二密态标识数据是否一致;若一致,则将所述比较结果矩阵中第 $i$ 行第 $j$ 列的数据确定为1;否则,将所述比较结果矩阵中第 $i$ 行第 $j$ 列的数据确定为0。

[0140] 在上述方案中,通过比较第一用户标识矩阵中的第一密态标识数据以及第二用户标识矩阵中的第二密态标识数据是否一致,可以实现第一参与方以及第二参与方在进行用户求交。其中,由于双方交互的数据均为密态数据且交互的过程为多方安全计算过程,因此,双方均无法获知对方的用户信息以及对方是否拥有本方用户的信息,从而能够实现全匿踪用户安全求交的目的。

[0141] 进一步的,在上述实施例的基础上,所述特征对齐模块602具体用于:将所述第二特征矩阵与所述比较结果矩阵进行相乘,得到中间对齐矩阵;将所述第一特征矩阵与所述中间对齐矩阵进行拼接,得到所述特征对齐矩阵。

[0142] 在上述方案中,通过对第一参与方对应的第一特征矩阵以及第二参与方对应的第二特征矩阵进行特征对齐,可以便于进行推荐数据的计算。其中,由于双方进行特征对齐的数据均为密态数据且对齐的过程为多方安全计算过程,因此,双方均无法获知对应的特征信息,从而能够实现全匿踪安全对齐的目的。

[0143] 进一步的,在上述实施例的基础上,所述确定模块603具体用于:根据所述特征对齐矩阵确定状态矩阵;其中,所述状态矩阵包括表征所述用户行为与所述用户之间关系的密态状态数据;根据所述状态矩阵进行热传导推荐计算,得到所述推荐数据。

[0144] 在上述方案中,根据特征对齐矩阵可以确定用户行为与用户之间的关系,即可以得到状态矩阵。其中,由于状态矩阵包括的是密态状态数据且确定的过程为多方安全计算过程,因此,可以在全流程保护敏感的用户数据的前提下实现信息推荐。

[0145] 进一步的,在上述实施例的基础上,所述确定模块603还用于:根据所述状态矩阵确定热度矩阵、第一统计矩阵以及第二统计矩阵;其中,所述热度矩阵包括表征所述用户对信息的初始化热度的密态热度数据,所述第一统计矩阵包括表征所述信息被所述用户触发的数量的第一密态统计数据,所述第二统计矩阵包括表征所述用户触发所述信息的数量的第二密态统计数据;通过多次热传导推荐计算对所述热度矩阵进行更新,得到目标热度矩阵;根据所述目标热度矩阵确定所述推荐数据。

[0146] 在上述方案中,可以采用热传导推荐计算的方式实现给第一参与方的用户进行信

息推荐的目的。其中,在确定推荐数据的过程中,采用的均是密态数据且采用的均是多方安全计算,从而可以保证在信息推荐的全流程中都是秘密安全的,因此,可以在全流程保护敏感的用户数据的前提下实现信息推荐。

[0147] 进一步的,在上述实施例的基础上,一次热传导推荐计算的过程为:根据所述状态矩阵、所述热度矩阵以及所述第二统计矩阵计算所述信息到所述用户的传导,得到中间矩阵;根据所述中间矩阵、所述状态矩阵以及所述第一统计矩阵计算所述用户到所述信息的传导,得到新的热度矩阵。

[0148] 在上述方案中,基于热传导推荐计算确定推荐数据的过程,可以分解为两个步骤,第一步为信息到用户的传导过程,第二步为用户到信息的传导;通过数次传导,可以确定用户进行信息推荐的推荐数据。

[0149] 请参照图7,图7为本申请实施例提供的一种电子设备的结构框图,该电子设备700包括:至少一个处理器701,至少一个通信接口702,至少一个存储器703和至少一个通信总线704。其中,通信总线704用于实现这些组件直接的连接通信,通信接口702用于与其他节点设备进行信令或数据的通信,存储器703存储有处理器701可执行的机器可读指令。当电子设备700运行时,处理器701与存储器703之间通过通信总线704通信,机器可读指令被处理器701调用时执行上述信息推荐方法。

[0150] 例如,本申请实施例的处理器701通过通信总线704从存储器703读取计算机程序并执行该计算机程序可以实现如下方法:步骤S101:将第一用户标识矩阵与第二用户标识矩阵进行比较计算,得到对应的比较结果矩阵。步骤S102:根据比较结果矩阵对第一特征矩阵以及第二特征矩阵进行特征对齐,得到对应的特征对齐矩阵。步骤S103:根据特征对齐矩阵确定第一参与方对应的推荐数据,以使第一参与方根据推荐数据向用户进行信息的推荐。

[0151] 其中,处理器701包括一个或多个,其可以是一种集成电路芯片,具有信号的处理能力。上述的处理器701可以是通用处理器,包括中央处理器(Central Processing Unit,简称CPU)、微控制单元(Micro Controller Unit,简称MCU)、网络处理器(Network Processor,简称NP)或者其他常规处理器;还可以是专用处理器,包括神经网络处理器(Neural-network ProcessingUnit,简称NPU)、图形处理器(Graphics Processing Unit,简称GPU)、数字信号处理器(Digital Signal Processor,简称DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuits,简称ASIC)、现场可编程门阵列(Field Programmable Gate Array,简称FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。并且,在处理器701为多个时,其中的一部分可以是通用处理器,另一部分可以是专用处理器。

[0152] 存储器703包括一个或多个,其可以是,但不限于,随机存取存储器(Random Access Memory,简称RAM),只读存储器(Read Only Memory,简称ROM),可编程只读存储器(Programmable Read-Only Memory,简称PROM),可擦除可编程只读存储器(Erasable Programmable Read-Only Memory,简称EPROM),电可擦除可编程只读存储器(Electric Erasable Programmable Read-Only Memory,简称EEPROM)等。

[0153] 可以理解,图7所示的结构仅为示意,电子设备700还可包括比图7中所示更多或者更少的组件,或者具有与图7所示不同的配置。图7中所示的各组件可以采用硬件、软件或其

组合实现。于本申请实施例中,电子设备700可以是,但不限于台式机、笔记本电脑、智能手机、智能穿戴设备、车载设备等实体设备,还可以是虚拟机等虚拟设备。另外,电子设备700也不一定是单台设备,还可以是多台设备的组合,例如服务器集群,等等。

[0154] 本申请实施例还提供一种计算机程序产品,包括存储在计算机可读存储介质上的计算机程序,计算机程序包括计算机程序指令,当计算机程序指令被计算机执行时,计算机能够执行上述实施例中信息推荐方法的步骤,例如包括:将第一用户标识矩阵与第二用户标识矩阵进行比较计算,得到对应的比较结果矩阵;其中,所述第一用户标识矩阵包括属于第一参与方的用户标识对应的第一密态标识数据,所述第二用户标识矩阵包括属于第二参与方的用户标识对应的第二密态标识数据,所述比较结果矩阵用于表征属于所述第一参与方的用户标识是否属于所述第二参与方;根据所述比较结果矩阵对第一特征矩阵以及第二特征矩阵进行特征对齐,得到对应的特征对齐矩阵;其中,所述第一特征矩阵包括属于所述第一参与方的用户对应的第一密态特征数据,所述第二特征矩阵包括属于所述第二参与方的用户对应的第二密态特征数据,所述第一密态特征数据以及所述第二密态特征数据均用于表征用户针对信息的用户行为;根据所述特征对齐矩阵确定所述第一参与方对应的推荐数据,以使所述第一参与方根据所述推荐数据向用户进行所述信息的推荐。

[0155] 本申请实施例还提供了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储计算机程序指令,所述计算机程序指令被计算机运行时,使所述计算机执行前述方法实施例所述的信息推荐方法。

[0156] 在本申请所提供的实施例中,应该理解到,所揭露装置和方法,可以通过其它的方式实现。以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,所述单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,又例如,多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些通信接口,装置或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0157] 另外,作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0158] 再者,在本申请各个实施例中的各功能模块可以集成在一起形成一个独立的部分,也可以是各个模块单独存在,也可以两个或两个以上模块集成形成一个独立的部分。

[0159] 需要说明的是,功能如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读存储介质中。基于这样的理解,本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(Read-OnlyMemory,ROM)随机存取存储器(RandomAccess Memory,RAM)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0160] 在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另

一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。

[0161] 以上所述仅为本申请的实施例而已,并不用于限制本申请的保护范围,对于本领域的技术人员来说,本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请的保护范围之内。

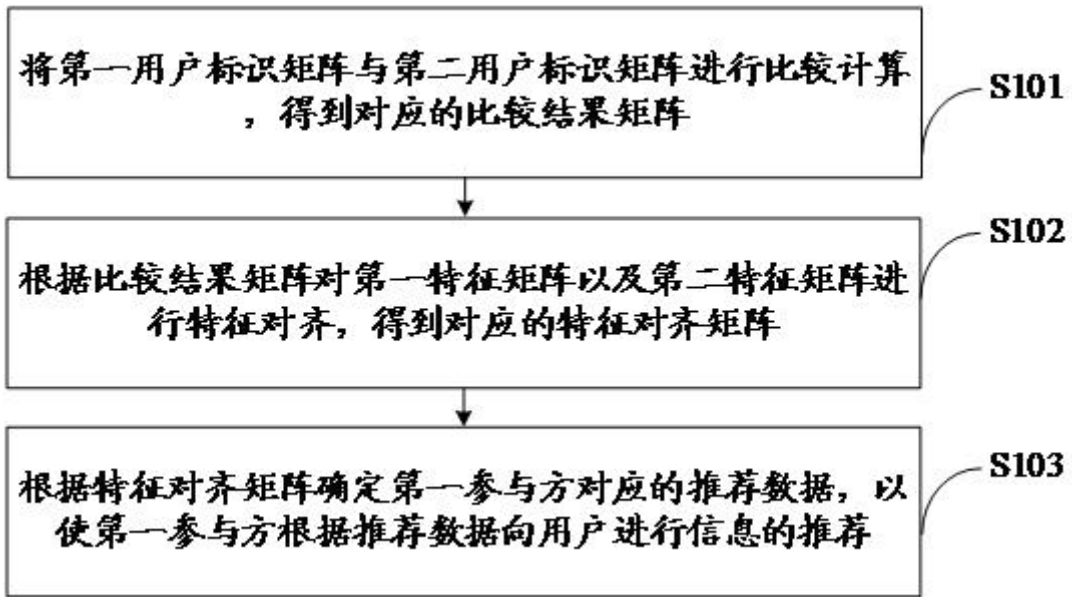


图1

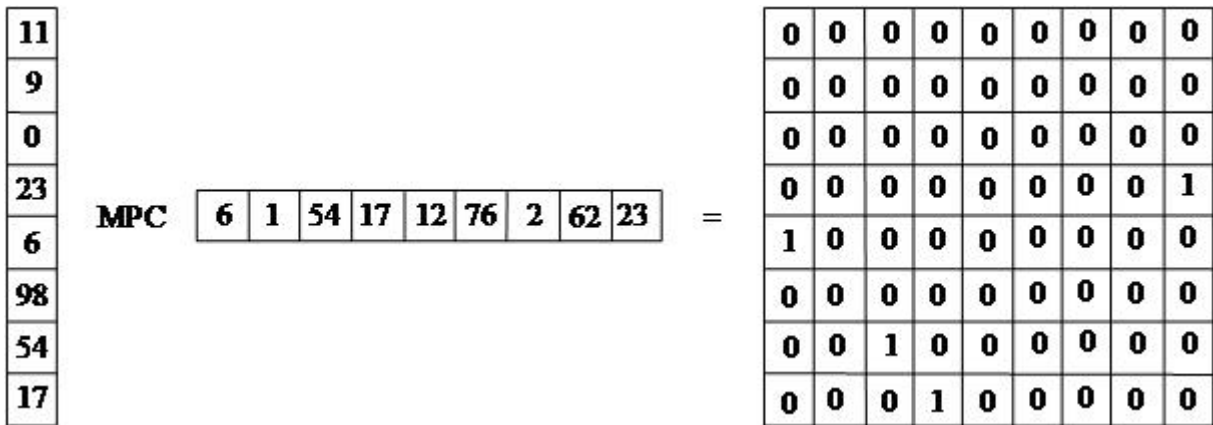


图2

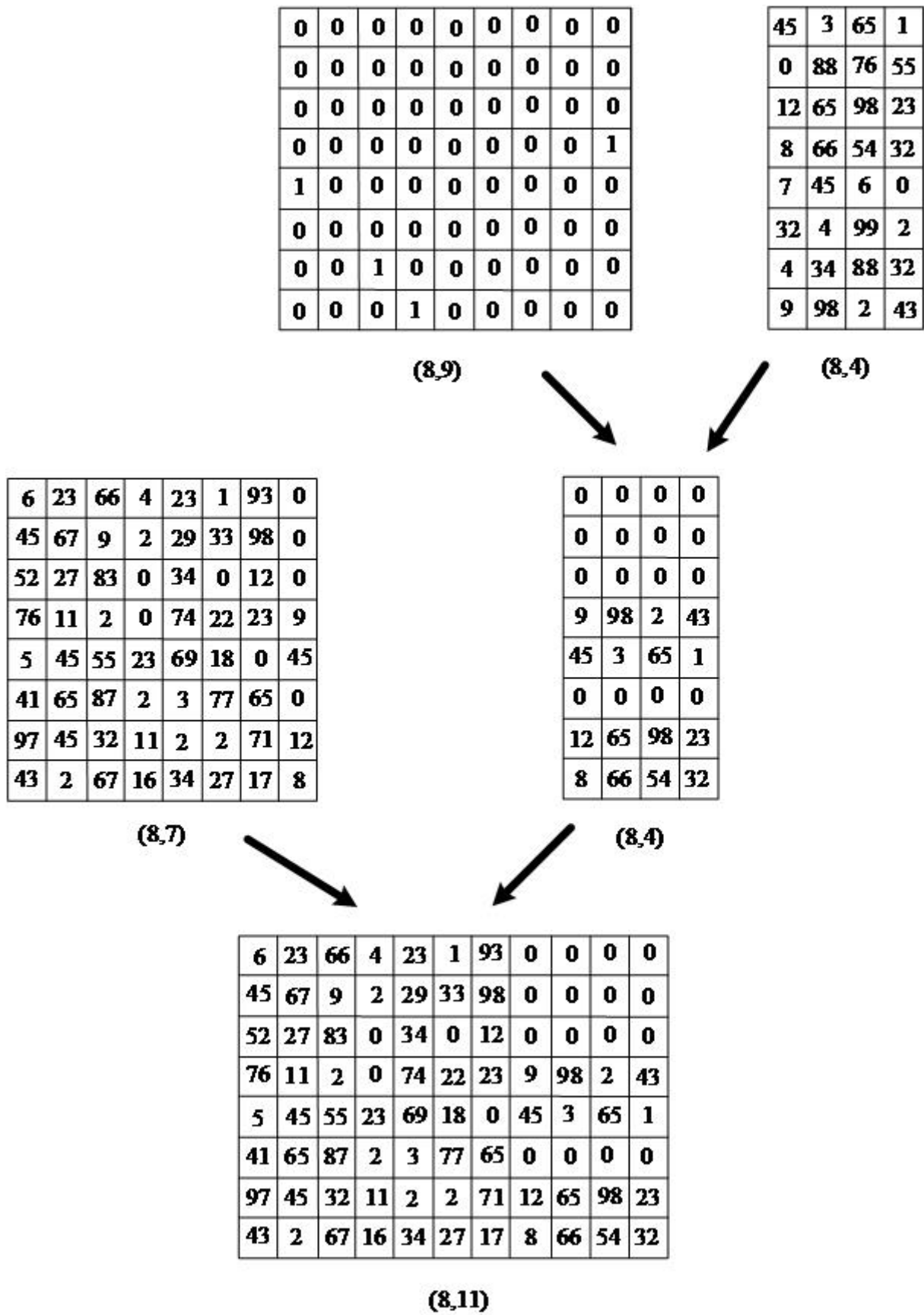


图3

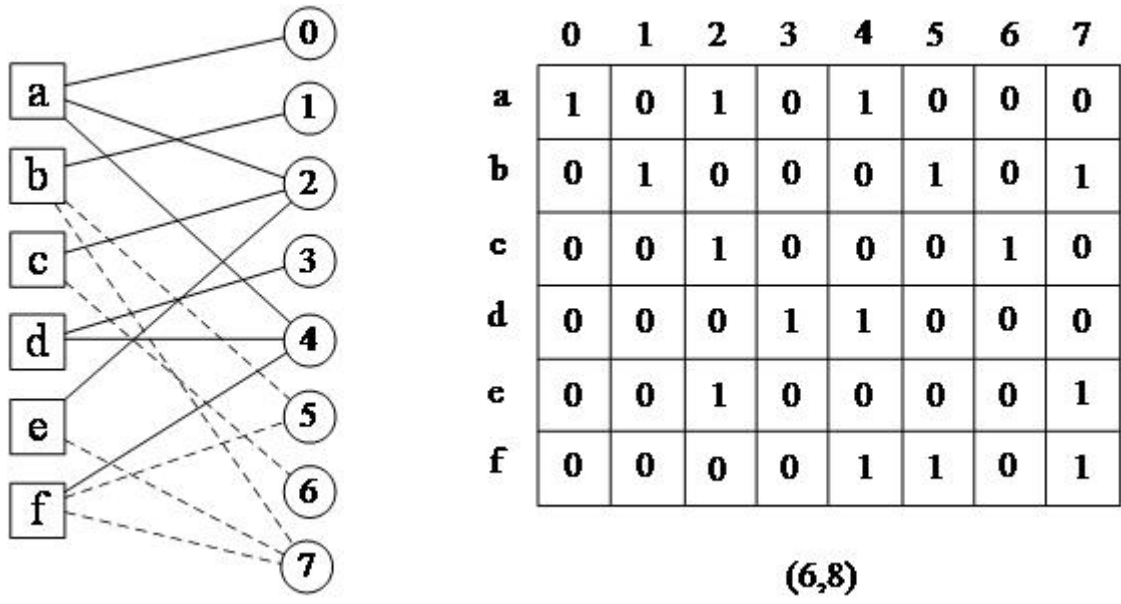


图4

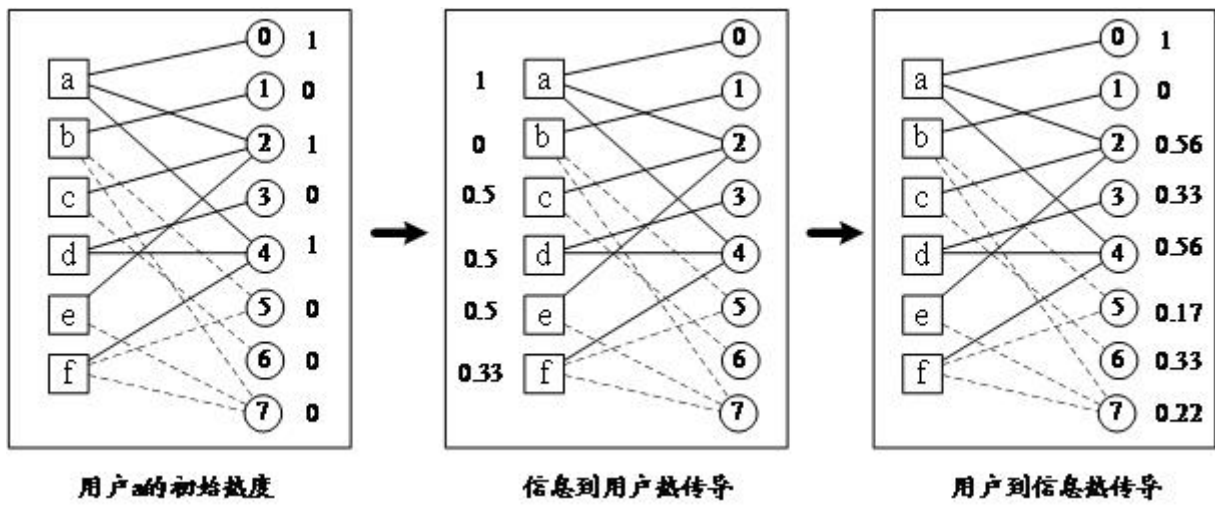


图5



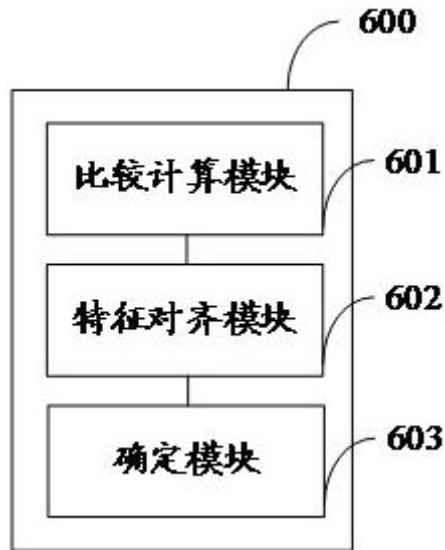


图6

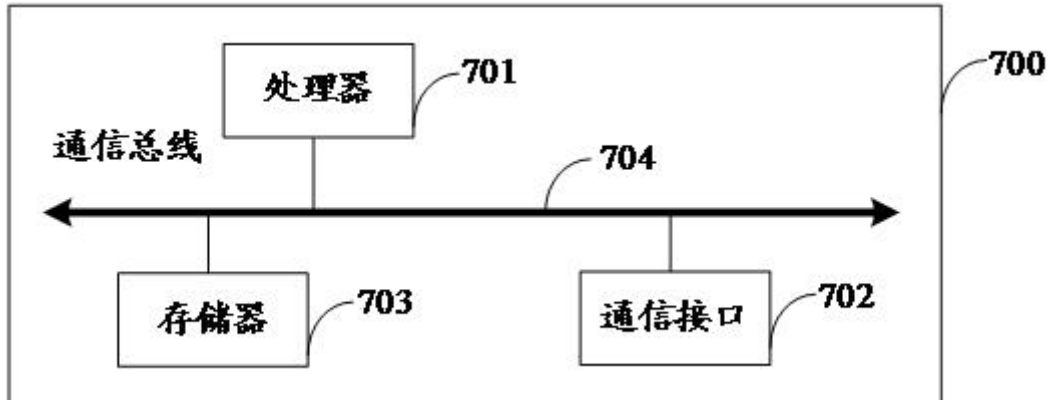


图7