

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101573923 B

(45) 授权公告日 2012. 05. 30

(21) 申请号 200780046419. 9

H04L 12/66(2006. 01)

(22) 申请日 2007. 08. 30

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

11/640, 658 2006. 12. 18 US

US 2006/0059208 A1, 2006. 03. 16, 全文.

US 2004/0122870 A1, 2004. 06. 24, 全文.

CN 1716247 A, 2006. 01. 04, 全文.

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 06. 15

US 6983293 B2, 2006. 01. 03, 全文.

US 2005/0177617 A1, 2005. 08. 11, 全文.

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2007/077225 2007. 08. 30

CN 1653457 A, 2005. 08. 10, 全文.

CN 1466723 A, 2004. 01. 07, 全文.

(87) PCT申请的公布数据

W02008/076481 EN 2008. 06. 26

审查员 曹晓宁

(73) 专利权人 微软公司

地址 美国华盛顿州

(72) 发明人 O·李 M·S·贝克曼

M·R·克拉克 M·克斯拉维

L·诺维克 J-T·彭宁

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 张政权

(51) Int. Cl.

H04L 12/56(2006. 01)

权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图 12 页

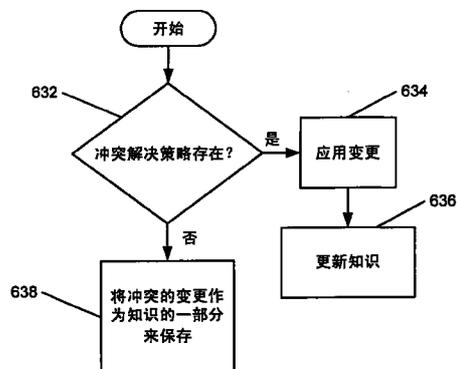
(54) 发明名称

用于传播数字同步冲突的知识的传播方法

(57) 摘要

同步社区可以包括一组同步端点。在同步社区的两个同步端点彼此同步时,在该两个同步端点对同一特定数据项做出变更并且在做出这些变更时该两个同步端点不知道另一相应的同步端点对该同一数据项所做出的变更时,可以检测到同步数据冲突。可以延迟所检测到的同步数据冲突的解决,并且指示所检测到的同步数据冲突的数据可以在同步操作期间被传播到其它同步端点。

630



1. 一种用于在包括多个同步端点 (302、304、310、314) 的同步社区 (300) 中传播数据同步冲突的知识的方法, 所述同步社区是彼此同步的一组同步端点, 所述知识是表达给定同步端点所知道的变更的元数据, 所述方法包括:

在第一同步端点处接收第二同步端点的知识信息, 所述知识信息表示所述第二同步端点所知道的对所述同步社区内的数据的变更 (620);

将来自所述第二同步端点的知识信息与所述第一同步端点的知识信息进行比较, 所述第一同步端点的知识信息表示所述第一同步端点所知道的对所述同步社区内的数据的变更 (622);

在所述第一同步端点处基于来自所述第二同步端点的知识信息与来自所述第一同步端点的知识信息的比较来枚举变更信息, 所述变更信息包括指示第三同步端点与所述多个同步端点中的另一个同步端点之间的未解决的同步数据冲突的数据 (514、图 8 的 2); 以及将所述变更信息从所述第一同步端点发送到所述第二同步端点 (514)。

2. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 还包括:

从所述第一同步端点发送所述第一同步端点的知识信息;

在所述第一同步端点处响应于发送所述第一同步端点的知识信息, 接收来自所述第二同步端点的枚举的变更信息, 所枚举的变更信息包括指示第二未解决的同步数据冲突的数据; 以及

在所述第一同步端点包括对与所述第二未解决的同步数据冲突相关联的数据项做出的变更的知识时, 所述第一同步端点解决所述第二未解决的同步数据冲突, 所述第一同步端点所包括的该知识具有相关联的生成知识, 所述生成知识包括所述第二未解决的同步数据冲突的冲突的变更的知识。

3. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 来自所述第二同步端点的知识信息包括知识向量。

4. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 还包括:

从所述第一同步端点发送所述第一同步端点的知识信息。

5. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述未解决的同步数据冲突是在所述第一同步端点与第三同步端点的同步期间发生的。

6. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述未解决的同步数据冲突是在第三同步端点与第四同步端点的同步期间发生的。

7. 一种传播数据同步冲突的知识的方法, 所述知识是表达给定同步端点所知道的变更的元数据, 所述方法包括:

从第一同步端点向第二同步端点发送第一同步请求, 所述第一同步请求包括表示所述第一同步端点所知道的、对包括多个同步端点的同步社区内的数据的变更的知识信息 (620), 所述同步社区是彼此同步的一组同步端点;

在所述第一同步端点处响应于发送所述第一同步请求, 接收来自第二同步端点的变更信息, 所述来自第二同步端点的变更信息包括表示所述第二同步端点所知道的、而所述第一同步端点不知道的、对所述同步社区内的数据的变更的知识信息 (514);

至少部分地基于所接收到的变更信息来确定在所述第一同步端点和所述第二同步端点之间的数据同步冲突的存在 (626、628);

存储所确定的数据同步冲突的知识以供传播到所述同步社区内的第三同步端点 (904, 906) ;

在所述第一同步端点处接收来自所述多个同步端点中的一同步端点的第二同步请求 (图 8 的 3) ;以及

响应于接收到所述第二同步请求,从所述第一同步端点向所述多个同步端点中的所述同步端点发送变更信息,所述变更信息包括指示所述第一同步端点和所述第二同步端点之间的数据同步冲突的数据 (图 8 的 4)。

8. 如权利要求 7 所述的方法,其特征在于,所述多个同步端点中的所述同步端点是除所述第二同步端点之外的同步端点。

9. 如权利要求 7 所述的方法,其特征在于,所述第二同步请求包括表示所述多个同步端点中的所述同步端点所知道的、对所述同步社区内的同步数据的变更的知识信息。

10. 如权利要求 7 所述的方法,其特征在于,包括指示所述第一同步端点和所述第二同步端点之间的数据同步冲突的数据的所述变更信息包括包含至少两个变更 ID 和对应的变更数据的冲突的变更信息。

11. 如权利要求 7 所述的方法,其特征在于,所述第一同步请求中包含的知识信息包括知识向量。

12. 如权利要求 7 所述的方法,其特征在于:

所述变更信息包括至少一个变更 ID 和对应的变更数据,

所述确定所述第一同步端点和第二同步端点之间的数据同步冲突的存在的步骤还包括:

在来自所述第二同步端点的变更信息包括对一数据项的第一变更、所述第一同步端点知道对所述数据项的第二变更、与对所述数据项的变更相关联并被包括在来自所述第二同步端点的变更信息中的生成知识指示所述第二同步端点不知道对所述数据项的第二变更、并且所述第一同步端点的并与对所述数据项的第二变更相关联的生成知识指示所述第一同步端点不知道对所述数据项的所述变更时,确定所述第一同步端点和所述第二同步端点之间存在数据同步冲突。

13. 如权利要求 7 所述的方法,其特征在于:

所述变更信息包括至少一个变更 ID 和对应的变更数据,以及

所述至少一个变更 ID 中的每一个包括版本和与所述同步社区中的特定同步端点相关联的同步端点 ID。

14. 如权利要求 7 所述的方法,其特征在于,还包括:

存储包括对应于来自所述第二同步端点的变更信息的信息的例外列表。

15. 如权利要求 7 所述的方法,其特征在于,还包括:

基于从所述第二同步端点所接收到的变更信息来更新所述第一同步端点的知识信息。

16. 一种在包括多个同步端点的同步社区内的传播数据同步冲突的知识的方法,所述同步社区是彼此同步的一组同步端点,所述知识是表达给定同步端点所知道的变更的元数据,所述方法包括:

维护所述第一同步端点的知识信息,所述第一同步端点的知识信息表示所述第一同步端点所知道的、对所述同步社区内的数据的变更 (508、512、608、612、708、806、814、1006、

1014、1206、1214)，

将所述第一同步端点的知识信息与所接收到的第二同步端点的知识信息进行比较 (622)，

基于所述第一同步端点的知识信息与所接收到的所述第二同步端点的知识信息的比较，来确定同步数据冲突的存在 (622、626、628)，以及

存储所确定的同步数据冲突的知识以供传播到第三同步端点 (638)。

17. 如权利要求 16 所述的方法，其特征在于，所述第一同步端点的知识信息包括第一知识向量，并且所述第二同步端点的知识信息包括第二知识向量。

18. 如权利要求 16 所述的方法，其特征在于，所述第一同步端点的知识信息和所述第二同步端点的知识信息包括相应的同步端点所知道的、所述同步社区的数据变更信息，以及对应于所述同步数据变更信息的每一项的生成知识信息，所述生成知识信息指在做出变更时在同步端点中存在的知识信息或在发送变更时在同步端点中存在的知识信息。

19. 如权利要求 18 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

用于在来自所述第二同步端点的同步数据变更信息包括对一数据项的第一变更、所述第一同步端点知道对所述数据项的第二变更、与对所述数据项的所述第一变更相关联并被包括在来自所述第二同步端点的同步数据变更信息中的生成知识指示所述第二同步端点不知道对所述数据项的第二变更、并且所述第一同步端点的并与对所述数据项的第二变更相关联的生成知识指示所述第一同步端点不知道对所述数据项的所述变更时，确定所述第一同步端点和所述第二同步端点之间存在数据同步冲突。

20. 如权利要求 16 所述的方法，其特征在于，还包括：

基于比较所述第一同步端点的知识信息与所述第三同步端点的知识信息来枚举变更信息，所述变更信息包括指示所述同步数据冲突的信息。

用于传播数字同步冲突的知识的传播方法

[0001] 背景

[0002] 同步端点可以在处理设备上实现并可以表示各种数据存储或设备,这些存储或设备可以包括但不限于,计算机、笔记本电脑、个人数字助理、蜂窝电话或其它无线设备、存储设备上的具有一个或多个文件的文件夹、存储器中的一组存储器位置、服务器计算机、在线服务、可以将数据电子地存储到其中或可以从中电子地检索数据的任何其它设备或容器、或其任何组合。同步社区可以是可彼此同步的一组同步端点。在双向多主同步技术中,同步端点对可以用以下方式来彼此同步数据:同步端点对的第一同步端点可请求与该同步端点对的第二同步端点进行同步并且第二同步端点可请求与第一同步端点进行同步。在双向多主同步技术中,可能在不同的端点处对特定数据项进行并发或几乎并发的修改,使得在端点尝试同步时可能发生冲突。

[0003] 现有同步应用程序使用多种技术来解决冲突。一些同步应用程序通过在同步时显示用户界面 (UI) 并要求用户选择冲突解决方案来解决冲突。该方法的缺点是在同步过程期间迫使用户在场以便他们可以响应该 UI 或不完成该同步过程的风险。其它同步应用程序推迟冲突解决并准许用户稍后经由 UI 解决该冲突解决。在某些情况下,所推迟的冲突解决可能从未解决,因为该冲突可能是在不具有解决冲突的设施的端点上检测到的。其它同步应用程序可以实现自动冲突解决策略。例如,同步应用程序可以通过总是选择具有更晚的写入时间的修订作为冲突的胜者来解决冲突。在这种同步应用程序中,所丢弃的修订可被保存在进行撤消操作,该操作在被执行时可使得所丢弃的修订被声明为是冲突的胜者并可以相应地修订数据。然而,这种同步应用程序的缺点是该撤消操作作用于一项的新修订而非退清对该项所执行的一个或多个动作。

[0004] 概述

[0005] 提供本概述以便以简化的形式介绍将在以下详细描述中进一步描述的一些概念。本概述并不旨在标识出所要求保护的的主题的关键特征或必要特征,也不旨在用于限定所要求保护的的主题的范围。

[0006] 在根据本发明的主题的各实施例中,同步社区内的同步端点可以彼此同步,以使各同步端点可以包括一致的最新数据。然而,两个同步端点在每一相应的同步端点不知道另一相应的同步端点所做出的变更时变更同一数据项是可能的。在对同一数据项做出这样的变更时,可存在同步数据冲突。该同步数据冲突的解决可以延迟,并且该同步数据冲突的知识可在与其它同步端点同步时被传播到其它同步端点。

[0007] 附图

[0008] 为了描述能够获得上述和其它优点和特征的方式,以下将描述更为具体的描述并通过参考附图中示出的各具体实施例来呈现。可以理解,这些附图仅描述各典型实施例,从而不被认为是对其范围的限制,将通过使用附图用附加特征和细节来描述和说明各个实现。

[0009] 图 1 是可在其上实现同步端点的处理设备的功能框图。

[0010] 图 2 示出用于同步端点的同步社区的示例性操作环境。

[0011] 图 3 示出同步社区的示例性拓扑结构。

[0012] 图 4 是在根据本发明的主题的实施例中如何在同步端点中管理变更的示例性时间级 (timewise) 图示。

[0013] 图 5 是在根据本发明的主题的实施例中在同步期间使用知识来枚举变更的示例性时间级图示。

[0014] 图 6A-6C 示出用于检测同步冲突的示例性实施例。

[0015] 图 7 示出在同步操作期间的变更 ID 和知识跟踪的示例性实施例。

[0016] 图 8、10 和 12 示出在根据本发明的主题的实施例中使用例外列表的同步。

[0017] 图 9、11 和 13 分别示出在图 8、10 和 12 所示的同步之后更新知识的示例性方法。

[0018] 详细描述

[0019] 以下详细描述各实施例。尽管讨论各个具体实现,但应当理解,这仅是出于说明的目的。相关领域技术人员将认识到,可以使用其它组件和配置而不背离本发明的主题的精神和范围。

[0020] 示例性操作环境

[0021] 根据本发明的主题的各实施例涉及同步社区的同步端点之间的数据同步。同步端点可以在处理设备上实现并可以表示各种数据存储或设备,这些存储或设备可以包括但不限于,计算机、笔记本电脑、个人数字助理、蜂窝电话或其它无线设备、存储设备上的具有一个或多个文件的文件夹、存储器中的一组存储器位置、服务器计算机、在线服务、可以将数据电子地存储到其中或可以从中电子地检索数据的任何其它设备或容器、或其任何组合。在一些实施例中,实现同步端点的设备可以包括多个同步端点。两个同步端点之间发生的同步操作的示例可以包括但不限于,两个处理设备的同步、一个存储设备上的或两个不同的存储设备上的两个文件夹的同步、或一个存储器中的或两个不同的存储器中的两组存储器位置的同步。

[0022] 图 1 是可用于实现同步社区中的一个或多个同步端点的处理设备 100 的功能框图。处理设备 100 可以包括总线 110、处理器 120、存储器 130、只读存储器 (ROM) 140、存储设备 150、输入设备 160、输出设备 170 和通信接口 180。总线 110 可以是准许处理设备 100 的各组件之间的通信的通信接口。

[0023] 处理器 120 可以包括解释和执行指令的至少一个常规处理器或微处理器。存储器 130 可以是随机存取存储器 (RAM) 或存储供处理器 120 执行的信息和指令的另一种类型的动态存储设备。存储器 130 还可以存储在处理器 120 执行指令期间使用的临时变量或其它中间信息。ROM 140 可以包括常规 ROM 设备或为处理器 120 存储静态信息和指令的另一种类型的静态存储设备。存储设备 150 可以包括用于存储数据和 / 或指令的任何类型的有形介质。在一些实施例中,存储设备 150 可以包括一个或多个文件夹,每一文件夹都可以包括一个或多个文件。

[0024] 输入设备 160 可以包括准许用户向处理设备 100 输入信息的一个或多个常规机制,诸如例如,键盘、鼠标、或其它输入设备。输出设备 170 可以包括向用户输出信息的一个或多个常规机制,包括显示器、打印机、或其它输出设备。通信接口 180 可以包括使处理设备 100 能够与其它设备或网络进行通信的任何收发器类机制。

[0025] 处理设备 100 可以响应于处理器 120 执行诸如,例如存储器 130 或其它有形介质

等机器可读介质中所包含的指令序列来执行这些功能。这些指令可从诸如存储设备 150 等另一有形机器可读介质或经由通信接口 180 从单独的设备读入存储器 130 中。

[0026] 图 2 示出用于同步端点的同步社区的示例性操作环境 200。示例性操作环境 200 可以包括网络 202、同步端点 204 和同步端点 206。

[0027] 网络 202 可以是有线或无线网络并可以包括经由有线或无线手段连接的多个设备。网络 202 可以只包括一个网络或包括多个不同的网络, 该不同网络中的一些可以是不同类型的网络。

[0028] 同步端点 204 和同步端点 206 可以在两个不同的处理设备上实现, 在该示例性实施例中, 如在处理设备 100 上实现。在示例性实施例 200 中, 同步端点 204 和同步端点 206 可以经由网络 202 彼此通信。

[0029] 操作环境 200 是示例性的。可以在其它操作环境中实现根据本发明的主题的其它实施例。例如, 网络 202 可以不包括在一些操作环境中, 如其中同步端点可被包括在单个设备中的操作环境。

[0030] 同步

[0031] 在根据本发明的主题的各实施例中, 同步端点可以彼此同步, 以使各同步端点可以包括一致的最新数据。在同步端点的同步期间, 在一个同步端点包括对特定数据项的变更、另一同步端点包括对该特定数据项的另一变更、并且任一同步端点都不知道另一相应同步端点对该特定数据项所做出的变更时, 可发生冲突。例如, 同步端点 1 可能更新地址簿数据库中的 John Smith 的电话号码, 而同步端点 2 可能删除该地址簿数据库中的 JohnSmith 的电话号码。如果同步端点 1 和同步端点 2 在不知道另一相应同步端点所做出的变更的情况下做出上述变更, 则在这两个同步端点彼此同步时, 可能发生冲突。在根据本发明的主题的各实施例中, 在同步端点不能够解决冲突时, 可以延迟冲突解决并且该冲突的知识可以在同步操作期间被传播到其它同步端点。

[0032] 同步通常发生在形成同步社区的一组参与的同步端点之间。任何给定的同步端点在任何给定时刻可能不知道同步社区的全体成员。此外, 任何给定的同步端点在任何给定时刻可能不知道同步社区的拓扑结构。在一个实施例中, 同步社区中的每一同步端点可以具有 ID, 如全局唯一标识符 (GUID) 或在该同步社区中唯一的其它 ID。

[0033] 每一同步端点可以维护方便同步端点之间的高效且改进的同步的“知识”。在一个实施例中, 知识可以是表达给定同步端点所知道的变更的元数据。知识可被表示为变更 ID 的向量, 其中每一变更 ID 表示一个同步端点 ID 和最大版本 (同步端点 ID, 最大版本)。特定知识向量中的多个变更 ID 可以随着向同步社区添加或从中移除同步端点而变更。尽管知识向量也可被不同地表达, 但是简明地表示特定同步端点知道的变更是有利的。特定知识可以或不特别包含同步社区中的每一同步端点的变更 ID。同步端点可无需跟踪其它同步端点已知的信息, 因为该信息有效地由该同步端点的知识来表示。

[0034] 同步社区中的同步端点可以通过向它们与之同步的同步端点提供它们自己的知识来同步。为减少表示可在同步同步端点之间所发送的知识的数据量, 知识可如上所述地被表达为知识向量。因此, 在同步端点之间所发送的知识不必包括每一变更 ID, 而是可以采用表示多个变更 ID 的向量的形式。例如, 如果一同步端点知道同步端点 A 所做的从第一个变更到第十个变更的所有变更以及标为 B 的同步端点所做的从第一个变更到第五个变更

的所有变更,则该同步端点可发送指示该同步端点知道对应于变更 ID A1 到 A10 的所有变更以及对应于变更 ID B1 到 B5 的所有变更的知识向量 A10B5。尽管知识可被表达为知识向量,但是其它实施例也构想了知识的其它表达。例如,一些实施例使用任何知识表达式来表达知识,其中能够 (1) 向知识表达式添加变更, (2) 检查知识表达式中是否包括了变更,以及 (3) 将两个知识表达式合并在一起。

[0035] 图 3 示出具有所示的拓扑结构的同步社区 300 的一个示例。同步社区 300 包括多个同步端点,并且是用于实现根据本发明的主题的各实施例的环境的一个示例。同步社区 300 中的同步端点可以在诸如处理设备 100 等设备上实现并可以表示各种数据存储或设备,这些存储或设备可以包括但不限于,计算机、笔记本计算机、个人数字助理、蜂窝电话或其它无线设备、存储设备上的具有一个或多个文件的文件夹、存储器中的一组存储器位置、服务器计算机、在线服务、可以将数据电子地存储到其中或可以从中电子地检索数据的任何其它设备或容器、或其任何组合。

[0036] 图 3 示出示例性同步社区 300。在图 3 中,同步端点 A 302 可以通过通信链路 306 电子地耦合到同步端点 B 304。同步端点 A 302 可以通过通信链路 308 连接到同步端点 C 310。同步端点 C 310 可以通过通信链路 312 连接到同步端点 B 304。同步端点 C 310 可以通过通信链路 316 连接到同步端点 D 314。在同步社区 300 中,尽管并非所有的同步端点都通过通信链路直接连接,但是任何同步端点中的变更可被同步到同步社区 300 中的其它同步端点中的任一个。

[0037] 例如,为将同步端点 A 302 与同步端点 D 314 进行同步,同步端点 A 302 和 C 310 可通过通信链路 308 进行同步。因此,同步端点 C 310 可包括在同步端点 A 302 上做出的变更。同步端点 C 310 和 D 314 随后可以通过通信链路 316 进行同步,并且如此,同步端点 D 314 可包括来自同步端点 A 302 的变更。以此方式,同步端点 A 302 可在没有任何类型的直接链接的情况下与同步端点 D 314 进行同步。实际上,同步端点 A 302 和 D 314 甚至可能不知道彼此在同步社区 300 内的存在。所示的通信链路可以是有线和 / 或无线链路。

[0038] 现在参考图 4,根据本发明的主题的一个实施例示出如何在同步端点中管理变更。图 4 示出同步端点 A 400 的时间级进展。同步端点 A 400 可包括知识 402 (在此情况下标记为 K_A) 和变更 404 (在此情况下标记为 Δ_A)。变更 404 中的每一变更可以是项的当前数据内容。变更可以是新项被添加到同步端点 (即使本质上没有任何项变更)、项的删除等。变更 404 的每一个都与在一个实施例中可以是变更 ID 的版本相关联。在时刻 (1) 处,同步端点 A 400 处于稳定状态。在时刻 (2) 处,用户将标记为 X 的变更输入到同步端点 A 400 中。图 4 示出变更 X 作为变更 404 的成员来添加。在时刻 (3) 处,更新知识 402 以包括与变更 X 相关联并可标识向变更 404 添加变更 X 的变更 ID,即 $\text{ChangeID}(X)$ (变更 ID(X))。该实施例示出对同步端点的变更可与特定变更 ID 相关联的一种方式。知识 404 可以是知识向量并可以表示同步端点 A 400 所知道的变更。在一个实施例中,对数据库中的项或对象维护版本或变更 ID,并且版本可被用来标识需要同步什么。或者,也可维护变更日志。

[0039] 图 5 示出在同步期间使用知识来枚举变更。图 5 示出两个同步端点,即同步端点 A 502 和同步端点 B 504。同步端点 A 502 可包括变更集合 506,在该示例中被标记为 Δ_A 。同步端点 A 502 还可以包括知识 508,在该示例中被标记为 K_A 。知识 508 可包括诸如上述列表等变更 ID 的列表。类似地,同步端点 B 504 可包括变更集合 510,其中的每一变更与

一作为变更 ID 的版本相关联。为开始同步,在时刻 (1) 处,同步端点 A 502 可向同步端点 B504 发送包括知识 508 的同步请求。同步端点 B 504 通过将知识 508 与同变更集合 510 中的每一变更相关联的版本进行比较,可作出关于同步端点 A502 在其变更 506 中已经具有了同步端点 B 的变更 510 中的哪些以及同步端点 A 502 知道哪些变更的判定。另选地,同步端点 B 504 可以将知识 508 与每一项的版本进行比较。因此,同步端点 B 504 可以在时刻 (2) 处仅枚举并向同步端点 A 502 发送同步端点 B 的变更 510 中与没有包括在同步端点 A 502 的知识 508 中的版本相关联的部分,如变更 514 所示。例如,如果同步端点 A 502 的知识向量是 A3B12,并且同步端点 B 504 具有与作为变更 ID B13 和 B14 的版本相关联的当前变更,则发送给同步端点 A 502 的变更将包括与变更 ID B13 和 B14 相关联的那些变更。在一个实施例中,如果 B13 和 B14 都是对同一项做出的,则仅发送 B14。

[0040] 另外,同步端点 B 504 还可以向同步端点 A 502 发送同步端点 B 的知识 512。因为同步端点 B 504 向同步端点 A 502 发送了同步端点 B 504 中可用的、尚不在同步端点 A 502 中的所有变更 510,所以同步端点 A 502 现在具有最初在同步端点 A 502 中的所有变更 506,加上最初在同步端点 B 504 中的变更 510,只要变更 510 尚未被同步端点 B 504 所发送的变更代替。同步端点 A 502 还具有关于同步端点 B 504 知道的所有变更的信息。因此,同步端点 A 502 可更新其知识 508 以反映变更 510 的添加。这只需通过将同步端点 A 的知识 508 添加到同步端点 B 的知识 512 并如图 5 中的时刻 (3) 处所示将该值定义为同步端点 A 的知识 508 来完成。

[0041] 由此,执行了高效的同步,其中仅同步了所需变更并且其中各个同步端点只需维护关于驻留在特定同步端点上的变更以及其所知道的先前变更的信息。尽管该示例示出同步端点 B 504 上的所有变更向同步端点 A 502 的完整同步,但是也存在仅同步部分变更的情况。由此,只有对应于所同步的变更的变更 ID 才被添加到接收更新的同步端点的知识。

[0042] 除枚举变更之外,同步端点的知识也可用于冲突检测。现在参考图 6A 和 6B,本发明的一个实施例示出如何可实现冲突检测。图 6A 示出两个同步端点通过用于通信和同步的通信链路(无线和/或有线)来连接。同步端点 A 602 可包括知识 608 和变更集合 606。如图 5 中的示例一样,知识 608 可包括与变更 606 相关联的和与先前变更相关联的变更 ID 的集合。出于本示例的目的,同步端点 A 602 还可包括在同步端点 A 602 中对项所做的变更。在图 6A 中该变更被标记为 X,且 X 是变更 606 的成员。类似地,同步端点 B 604 可包括知识 612、变更集合 610 和对项做出的被标记为 Y 的作为变更 610 的成员的变更。

[0043] 说明性地,在图 6B 的动作 620 处,同步端点 A 602 可以向同步端点 B604 发送被标记为 X 的变更 X。与变更 X 相关联并与其一起发送的可以是两个其它值,即与变更 X 相关联的、被标记为 $ChangeID(X)$ 的变更 ID 和作为在对同步端点 A 602 做出变更 X 时同步端点 A 602 中所存在的知识的、被标记为 $K_A(X)$ 的生成知识(made-with-knowledge)值(动作 620)。另选地,在根据本发明的主题的一些实施例中,生成知识可以是在发送变更时同步端点中所存在的知识。同步端点 A 602 的当前知识 608 也可被发送给同步端点 B 604。同步端点 B 604 随后可以将变更 X 所变更的项 I_X 与变更 Y 所变更的项 I_Y 进行比较(动作 622)。如果变更 X 和变更 Y 对应于不同的项,则没有冲突(动作 624)。

[0044] 如果变更涉及同一项的不同版本,则进一步分析可以确定冲突的出现。同步端点 B 604 随后可以检查来查看在同步端点 B 604 中做出变更 Y 时同步端点 B 604 是否知道变

更 X (动作 626)。变更 Y 具有与其相关联的变更 ID $\text{ChangeID}(Y)$ 和生成知识值 $K_b(Y)$ 。如果 $\text{ChangeID}(X)$ 是变更 Y 的生成知识 $K_b(Y)$ 的成员,则没有冲突。换言之,变更 Y 是在具有同步端点 A 602 中所做出的变更 X 的知识的情况下在同步端点 B 604 中做出的。由此,变更 Y 现在表示同步端点 A 602 和 B 604 的最新且有效的数据。尽管未在图 6B 所示的示例中示出,但是在下一时刻,变更 Y 有可能被发送到同步端点 A 602,并且与变更 X 和 Y 相关联的项以图 5 所描述的方式更新为同步端点 A 602 上的变更 Y。

[0045] 如果变更 X 和 Y 是针对同一项的,并且 $\text{ChangeID}(X)$ 没有出现在 $K_b(Y)$ 中,则进行检查来查看在做出变更 X 时同步端点 A 602 是否已知变更 Y (动作 628)。这通常是通过检查来查看示为 $\text{ChangeID}(Y)$ 的对变更 Y 的变更枚举在做出变更 X 的时刻是否包括在同步端点 A 的知识 $608K_A(X)$ 中来完成。如果 $\text{ChangeID}(Y)$ 是 $K_A(X)$ 的成员,则变更 X 是变更 Y 的生成知识,并且没有冲突 (动作 624)。否则,确定存在冲突 (动作 630)。在该示例中,变更 X 是对特定项的最新且有效的变更。由此,同步端点 B 604 可能以图 5 所描述的方式用变更 X 来更新。

[0046] 如果变更 X 和 Y 是针对同一项的, $\text{ChangeID}(Y)$ 没有出现在 $K_A(X)$ 中,且 $\text{ChangeID}(X)$ 没有出现在 $K_b(Y)$ 中,则存在真正的冲突。换言之,变更 X 和 Y 是彼此独立地做出的。在这种情况下,将检测到冲突,并且可应用各种冲突解决规则来确定哪一变更,即 X 还是 Y 是最新且有效的变更。这些规则可包括检查时间戳来确定哪一变更是最近做出的、始终有利于某些类型的同步端点 (诸如储存在服务器上的) 来解决冲突、和 / 或任何其它合适的冲突解决。或者,在一种形式的冲突解决中,具有冲突的变更的项可被更新,使得冲突的变更被合并以形成新的变更。

[0047] 图 6C 是示出在图 6B 的动作 630 期间检测到冲突时可在诸如同步端点 B 604 等同步端点中发生的示例性处理的流程图。在确定存在冲突之后,同步端点 B 604 可以确定用于解决所确定的冲突的冲突解决策略或规则是否存在 (动作 632)。如果确定冲突解决策略或规则存在,则同步端点 B 604 可根据冲突解决策略或规则解决该冲突,且其可以如参考图 5 所述地应用这些变更。

[0048] 如果在动作 632 同步端点 B 604 确定用于解决所确定的冲突的冲突解决策略或规则不存在,则同步端点 B 604 可以将冲突的变更 X 和 Y 作为同步端点 B 604 的知识的一部分来保存 (动作 638)。在后续时间点处,在同步端点 B 604 与另一同步端点同步时,同步端点 B 604 可以向该另一同步端点发送其包括冲突的变更的知识的知识。另一同步端点可以确定冲突存在并且在该另一同步端点具有用于解决该冲突的冲突解决策略或规则的情况下可以解决该冲突,或该另一同步端点可以将冲突的变更作为其知识的一部分来保存,如参考图 6C 所述。

[0049] 现在参考图 7,示出变更 ID 和知识跟踪的一个示例性实施例。图 7 示出同步端点 702。同步端点 702 可包括变更集合 706 和知识 708。变更集合 706 可包括若干单独的变更 710,在该示例中被示为 X、Y 和 Z。在图 7 所示的示例中,同步端点 702 的知识的当前状态由知识向量 712 (在该情况中为 A4) 来表示。知识向量 712 可以表示同步端点 702 的所有知识 708。

[0050] 图 7 中还示出了多个变更 ID 714。在图 7 的示例中,同步端点 702 可包括对应于变更 710 的三个经变更的项 716,即 I_X 、 I_Y 和 I_Z 。使用变更 ID,可以辨别具有变更 ID A1 的

项 I_x 是在第一时刻在同步端点 702 中做出的。具有变更 ID A2 的项 I_y 是在变更 I_x 之后的时刻在同步端点 702 中做出的。具有变更 ID A4 的项 I_z 是在变更项 I_y 之后的时刻在同步端点 702 中做出的。尽管未在图 7 中直接示出,但 A3 可对应于一先前的变更,诸如在一个示例中,对项 I_z 做出的被标为 A4 的变更所代替的变更。

[0051] 同步端点 702 的变更 ID A4 和也被标记为 A4 的知识向量 702 之间有差别。在该示例中,知识向量 A4 表示知识 708 包括对应于标记为 A4、A3、A2 和 A1 的变更 ID 的变更。换言之,知识向量可包括由等于该知识向量的变更 ID 718 所表示的变更,以及在该知识向量中表示的变更 ID 718 之前所做出的具有同一同步端点 ID 的所有变更。另一方面,在本示例中,标记为 A4 的变更 ID 718 仅表示对项 I_z 做出的变更 Z。

[0052] 在向特定同步端点添加变更时,变更 ID 可作为例外添加到例外列表。在接受了例外列表中包括的来自同步端点的变更的连续版本并且在与同步端点的知识向量组合时版本号中没有间隙的情况下,例外列表可被合并到知识向量中。这参考图 8 进一步解释。

[0053] 现在参考图 8,示出在包含多个同步端点的拓扑结构中进行同步的两个同步端点的示例。同步端点 A 802 包含变更集合 804、知识 806 以及作为知识 806 的速记表示的知识向量 808。说明性地,同步端点 A 802 的知识向量 808 A5B3C1D8 示出同步端点 A 的知识 806 包括在同步端点 A 802 中所做出的直到第五个变更的变更、同步端点 B 810 中的直到第三个变更的知识、同步端点 C 中的直到第一个变更的知识、以及同步端点 D 中的直到第八个变更的知识。在图 8 的示例中,同步端点 B 810 包括变更集合 812、包括知识向量 816 和例外列表 817 的知识 814,知识向量 816 是同步端点 B 的知识 814 的至少一部分的速记表示。同步端点 B 的知识向量 816A3B3C3D8 示出同步端点 B 802 具有知识,该知识包括直到同步端点 A 802 所做出的第三个变更的知识、直到同步端点 B 810 所做出的第三个变更的知识、直到同步端点 C 所做出的第三个变更的知识、以及直到同步端点 D 所做出的第八个变更的知识。上述知识向量可包括由同步端点做出的从第一个变更到某一后续变更的变更枚举的连续表示。例外列表 817 包括同步端点 C 所做出的第四个变更、同步端点 C 所做出的第五个变更和同步端点 D 所做出的第九个变更。在该示例中,来自同步端点 C 的第四个变更 C4 和来自同步端点 D 的第九个变更 D4 包括对同一数据项的冲突的变更。即,变更 C4 和 D9 是尚未被接受的变更并且是同步端点 C 和同步端点 D 之间的延迟的冲突解决的结果。因为变更 C4 和 D9 尚未被接受,所以它们未被合并到同步端点 B 810 的知识向量 816 中。此外,因为变更 C4 可能未被合并到知识向量 816 中,所以诸如 C5 等来自同步端点 C 的稍后的变更也可能未被合并到知识向量 816 中。

[0054] 同步端点 A 802 与同步端点 B 810 的同步的时间级图示在图 8 中示出。在时刻 (1) 处,同步端点 A 802 向同步端点 B 810 发送同步请求 818 以及同步端点 A 的知识 806,该知识可以由同步端点 A 的知识向量 808 来表示。如果同步端点 A 802 包括例外列表(在该示例中不包括),则该例外列表 将包括在同步端点 A 的知识 806 中。此外,在一些实施例中,同步端点 A 802 可不发送分开的同步请求。在这种实施例中,同步端点 A 802 可发送还可以用作同步请求的知识 806。

[0055] 同步端点 B 810 在时刻 (2) 处通过将同步端点 A 的知识 806 与同同步端点 B 中的变更相关联的变更 ID 进行比较来检查同步端点 A 的知识 806。同步端点 B 810 可发现同步端点 A 802 不知道同步端点 C 所做出的被标记为变更 ID C2 和 C3 的变更。此外,同步端点

B 810 可发现同步端点 A 802 不知道来自同步端点 B 的例外列表 817 的变更 C4、C5 和 D9。因此,同步端点 B 810 可发送同步端点 B 的对应于这些变更 ID 的变更,只要用这些变更 ID 标记的变更被认为是适用于同步端点 B 810 中的项的当前变更。如果变更 ID 对应于先前的过期变更,则不发送对应于该 ID 的变更。例如,如果具有版本 C3 的项被更新并且被分配了新版本,则与 C3 相关联的变更不再存在于同步端点 B 810 中且不被发送到同步端点 A 802。随后或同时,如在时刻 (3) 所示,同步端点 B 810 可以向同步端点 A 802 发送同步端点 B 的知识 814,该知识可被表示为知识向量 816 和例外列表 817。在一些实施例中,同步端点 B 810 在时刻 (3) 处发送知识 814 可被认为等效于发送同步请求。

[0056] 在时刻 (4) 处,同步端点 A 802 通过将同步端点 B 810 所发送的知识 814 与对应于同步端点 A 802 中的变更的变更 ID 进行比较来对其进行检查。同步端点 A 802 发现同步端点 B 810 既没有变更 ID A4 和 A5 所表示的变更,也没有关于这些变更的知识。因此,同步端点 A 802 发送同步端点 A 的变更 804 或例外列表 (其在该示例中不存在) 中存在的、对应于这些变更 ID 的任何当前变更 (除了在变更 ID 表示过期的变更而使得不发送任何变更时)。同步端点 A 802 稍后可以向同步端点 B 810 发送消息,指示已经发送所有变更以使同步端点 A 802 和同步端点 B 810 现在分别能够更新它们的知识向量 808 和 816 以包括最近的变更,如果这些变更已被接受并且不是与一个或多个未解决的冲突相关联的变更的话。如图 8 在时刻 (5) 处所示,同步端点 A 的知识包括知识向量 A5B3C3D8,该知识向量等于同步端点 B 的知识向量并包括同步端点 A 802 所做出的直到第五个变更枚举的所有变更、同步端点 B 所做出的直到第三个变更枚举的所有变更、同步端点 C 所做出的直到第三个变更枚举的所有变更、同步端点 D 所做出的直到第八个变更枚举的所有变更、以及存储在例外列表中的变更 C4、C5 和 D9。注意,在该示例中,变更 C4 和 D9 包括关于同步端点 C 和 D 之间的冲突的信息。

[0057] 图 9 示出在如图 8 所示的同步之后更新知识的方法。具体地,图 9 示出用于使用存储在同步端点 A 802 上的例外列表 902 和存储在同步端点 B810 中的例外列表 903 来更新知识向量的方法。在同步端点之间发送变更时,这些变更是用与该变更相关联的变更 ID 来发送的。在向同步端点添加变更时,变更 ID 可作为例外添加到例外列表 902 或 903。检查图 9 中的同步端点 A 802 的知识,该知识包括知识向量 808 和包括从同步端点 B 810 接收到的例外 C2、C3、C4、C5 和 D9 的例外列表 902。在该示例中,变更 C4 和 D9 涉及对于同一数据项的变更,并且与变更 C4 和变更 D9 相关联的生成知识指示相应变更是在没有对于该同一数据项的冲突的变更的知识的情况下做出的。在该示例中,例外列表 902 的变更 C2 和 C3 不具有冲突的数据,并且它们可应用于同步端点 A 802 的数据。因此,变更 C2 和 C3 随后可以从例外列表 902 中移除并且知识向量 808 可被更新来提供经更新的知识 904,经更新的知识 904 可包括指示同步端点 A 802 已经应用了来自同步端点 A 802 的直到第五个变更的所有变更、来自同步端点 B 的直到第三个变更的所有变更、来自同步端点 C 的直到第三个变更的所有变更和来自同步端点 D 的直到第八个变更的所有变更的知识向量。经更新的知识 904 还可包括具有变更 C4、C5 和 D9 的例外列表。在该示例中,变更 C4 和 D9 是冲突的变更并且 C5 是来自同步端点 C 的可被应用的变更。

[0058] 对于同步端点 B 810,从同步端点 A 802 接收到的变更 A4 和 A5 可被添加到例外列表 903。变更 C4、C5 和 D9 已被包括在例外列表中,并且是在同步端点 B 810 与同步端点

A 802 同步之前已知的知识 816 的一部分。在与同步端点 A 802 同步之后,经更新的知识 906 可包括知识向量 A5B3C3D8,指示来自同步端点 A 802 的直到第五个变更、来自同步端点 B810 的直到第三个变更、来自同步端点 C 的直到第三个变更和来自同步端点 D 的直到第八个变更都已被应用于同步端点 B 810 的数据。知识 906 还可包括具有变更 C4、C5 和 D9 的例外列表。在该示例中,C4 和 D9 是尚未 被应用的冲突的变更,而 C5 是来自同步端点 C 的可被应用于同步端点 B810 的数据的第五个变更。

[0059] 在图 8 和图 9 所示的示例中,来自另一同步端点的冲突的知识可被传播,并且同步端点 A 802 和同步端点 B 810 可以维护该冲突的知识并还可以在后续同步期间传播该知识。如果接收冲突的知识的同步端点包括解决策略或规则,则该同步端点可以解决该冲突。

[0060] 图 10 示出两个同步端点同步的另一示例。同步端点 A 1002 包含变更集合 1004、知识 1006 以及作为知识 1006 的速记表示的知识向量 1008。同步端点 A 1002 的知识向量 1008 A5B3C5D9 示出同步端点 A 的知识 1006 包括在同步端点 A 1002 中所做出的直到第五个变更的变更、同步端点 B1010 中的直到第三个变更的知识、同步端点 C 中的直到第五个变更的知识、以及同步端点 D 中的直到第九个变更的知识。在图 10 的示例中,同步端点 B 1010 包括变更集合 1012、包括知识向量 1016 和例外列表 1017 的知识 1014,其中知识向量 1016 是同步端点 B 的知识 1014 的至少一部分的速记表示。同步端点 B 的知识向量 1016 A3B4C3D8 示出同步端点 B 具有知识,该知识包括直到由同步端点 A 1002 所做出的第三个变更的知识、直到由同步端点 B 1010 所做出的第四个变更的知识、直到由同步端点 C 所做出的第三个变更的知识、以及直到由同步端点 D 所做出的第八个变更的知识。例外列表 1017 包括同步端点 C 所做出的第四个变更、同步端点 C 所做出的第五个变更和同步端点 D 所做出的第九个变更。在该示例中,来自同步端点 C 的第四个变更 C4 和来自同步端点 D 的第九个变更 D4 包括对同一数据项的冲突的变更。即,变更 C4 和 D9 是尚未被接受的变更并且是同步端点 C 和同步端点 D 之间的延迟的冲突解决的结果。因为变更 C4 和 D9 尚未被接受,所以它们未被合并到同步端点 B 1010 的知识向量 1016 中。此外,因为变更 C4 可能未被合并到知识向量 1016 中,所以诸如 C5 等来自同步端点 C 的稍后的变更也可能未被合并到知识向量 1016 中。

[0061] 同步端点 A 1002 与同步端点 B 1010 的同步的时间级图示在图 10 中示出。在时刻 (1) 处,同步端点 A 1002 可向同步端点 B 1010 发送同步请求 1018 以及同步端点 A 的知识 1006,该知识可以由同步端点 A 的知识向量 1008 来表示。如果同步端点 A 802 包括例外列表(在该示例中不包括),则该例外列表将包括在同步端点 A 的知识 1006 中。如前所述,在一些实施例中,同步端点 A 1002 可以不发送分开的同步请求。在这种实施例中,同步端点 A 1002 可发送还可以用作同步请求的知识 1006。

[0062] 同步端点 B 1010 在时刻 (2) 处可通过将同步端点 A 的知识 1006 与同同步端点 B 1010 中的变更相关联的变更 ID 进行比较来检查同步端点 A 的知识 1006。同步端点 B 1010 可发现同步端点 A 1002 不知道同步端点 B 所做出的被标记为变更 ID B4 的变更。因此,同步端点 B 1010 发送同步端点 B 的对应于变更 ID B4 的变更,只要该变更被认为是适用于同步端点 B 1010 中的项的当前变更。如果变更 ID 对应于先前的过期变更,则不发送对应于该 ID 的变更。随后或同时,如在时刻 (3) 所示,同步端点 B 1010 可以向同步端点 A 1002 发送同步端点 B 的知识 1014,该知识可被表示为知识向量 1016 和例外列表 1017。在一些

实施例中,同步端点 B 1010 在时刻 (3) 处发送知识 1014 可被认为等效于发送同步请求。

[0063] 在时刻 (4) 处,同步端点 A 1002 通过将同步端点 B 1010 所发送的知识 1014 与对应于同步端点 A 802 中的变更的变更 ID 进行比较来对其进行检查。同步端点 A 802 可发现同步端点 B 810 既没有变更 ID A4 和 A5 所表示的变更,也没有关于这些变更的知识。因此,同步端点 A 1002 可发送同步端点 A 的变更 1004 或例外列表(其在该示例中不存在)中存在的、对应于这些变更 ID 的任何当前变更(除了在变更 ID 表示过期的变更而使得不发送任何变更时)。

[0064] 在该示例中,变更 ID A5 所表示的变更变更了与变更 ID C4 和 D9 所表示的变更所变更的相同的数据项。因此,在同步端点 B 1010 接收关于变更 ID A5 所表示的变更的信息时,同步端点 B 1010 可以确定在变更 A5、C4 和 D9 之间存在潜在冲突。然而,在该示例中,对应于变更 ID A5 的生成知识指示变更 ID A5 所表示的变更是在具有变更 ID C4 和 D9 所表示的变更的知识的情况下做出的。因此,在该示例中,变更 ID A5 所表示的变更是对变更 ID C4 和 D9 所表示的冲突的解决。

[0065] 同步端点 A 1002 稍后可以向同步端点 B 1010 发送消息,指示已经发送所有变更以使同步端点 A 1002 和同步端点 B 1010 现在分别能够更新它们的知识向量 1008 和 1016 以包括最近的变更,如果这些变更已被接受并且不是与一个或多个未解决的冲突相关联的变更的话。如图 10 在时刻 (5) 处所示,同步端点 A 的知识包括知识向量 A5B4C5D9,该知识向量等于同步端点 B 的知识向量并包括同步端点 A 1002 所做出的直到第五个变更枚举的所有变更、同步端点 B 所做出的直到第四个变更枚举的所有变更、同步端点 C 所做出的直到第五个变更枚举的所有变更、以及同步端点 D 所做出的直到第九个变更枚举的所有变更。

[0066] 图 11 示出在如图 10 所示的同步之后更新知识的方法。具体地,图 11 示出用于使用存储在同步端点 A 1002 上的例外列表 1102 和存储在同步端点 B 1010 上的例外列表 1103 来更新知识向量的方法。在同步端点之间发送变更时,这些变更可用与该变更相关联的变更 ID 来发送。在向同步端点添加变更时,变更 ID 可作为例外添加到例外列表 1102。检查图 11 中的同步端点 A 1002 的知识,该知识包括知识向量 1008 和包括从同步端点 B 810 接收到的例外 B4 的例外列表 1102。在该示例中,例外列表 1102 的变更 B4 不具有冲突的数据,并且可应用于同步端点 A 1002 的数据。因此,变更 B4 随后可以从例外列表 1102 中移除并且知识向量 1008 可被更新来提供经更新的知识 1104,经更新的知识 1104 可包括指示同步端点 A 802 已经应用了来自同步端点 A 802 的直到第五个变更的所有变更、来自同步端点 B 的直到第四个变更的所有变更、来自同步端点 C 的直到第五个变更的所有变更和来自同步端点 D 的直到第九个变更的所有变更的知识向量。

[0067] 对于同步端点 B 810,从同步端点 A 1002 接收到的变更 A4 和 A5 可被添加到例外列表 1103。变更 C4、C5 和 D9 已被包括在例外列表中,并且可以是在同步端点 B 1010 与同步端点 A 1002 同步之前已知的知识 1016 的一部分。在与同步端点 A 1002 同步之后,经更新的知识 1106 可包括知识向量 A5B4C5D9,指示来自同步端点 A 802 的直到第五个变更、来自同步端点 B 810 的直到第四个变更、来自同步端点 C 的直到第五个变更和来自同步端点 D 的直到第九个变更都已被应用于同步端点 B 810 的数据。因此,在该示例中,在对同一数据项的变更是在具有变更 ID C4 和 D9 所表示的冲突的知识情况下做出的时候,可以通过接收该变更来解决该未解决的冲突。

[0068] 图 12 示出两个同步端点同步的又一示例。同步端点 A 1202 包含变更集合 1204、知识 1206 以及作为知识 1206 的速记表示的知识向量 1208。同步端点 A 1202 的知识向量 1008 A5B3C3D8 示出同步端点 A 的知识 1206 包括在同步端点 A 1202 中所做出的直到第五个变更的变更、同步端点 B1010 中的直到第三个变更的知识、同步端点 C 中的直到第三个变更的知识、以及同步端点 D 中的直到第八个变更的知识。在图 12 的示例中,同步端点 B 1210 包括变更集合 1212、包括知识向量 1216 和例外列表 1217 的知识 1214,其中知识向量 1216 是同步端点 B 的知识 1214 的至少一部分的速记表示。同步端点 B 的知识向量 1216 A3B4C3D8 示出同步端点 B 具有知识,该知识包括同步端点 A 1202 所做出的直到第三个变更的知识、同步端点 B1210 所做出的直到第四个变更的知识、同步端点 C 所做出的直到第三个变更的知识、以及同步端点 D 所做出的直到第八个变更的知识。例外列表 1217 包括同步端点 C 所做出的第四个变更、同步端点 C 所做出的第五个变更和同步端点 D 所做出的第九个变更。在该示例中,来自同步端点 C 的第四个变更 C4 和来自同步端点 D 的第九个变更 D9 包括对同一数据项的冲突的变更。即,变更 C4 和 D9 是尚未被接受的变更并且是同步端点 C 和同步端点 D 之间的延迟的冲突解决的结果。因为变更 C4 和 D9 尚未被接受,所以它们未被合并到同步端点 B 1210 的知识向量 1216 中。此外,因为变更 C4 可能未被合并到知识向量 1216 中,所以诸如 C5 等来自同步端点 C 的稍后的变更也可能未被合并到知识向量 1216 中。

[0069] 同步端点 A 1202 与同步端点 B 1210 的同步的时间级图示在图 12 中示出。在时刻 (1) 处,同步端点 A 1202 可向同步端点 B 1210 发送同步请求 1218 以及同步端点 A 的知识 1206,该知识可以由同步端点 A 的知识向量 1208 来表示。如果同步端点 A 1202 包括例外列表 (在该示例中不包括),则该例外列表将包括在同步端点 A 的知识 1206 中。如前所述,在一些实施例中,同步端点 A 1202 可不发送分开的同步请求。在这种实施例中,同步端点 A1202 可发送还可以用作同步请求的知识 1206。

[0070] 同步端点 B 1210 在时刻 (2) 处可通过将同步端点 A 的知识 1206 与同步端点 B 1210 中的变更相关联的变更 ID 进行比较来检查同步端点 A 的知识 1206。同步端点 B 1210 可发现同步端点 A 1202 不知道同步端点 B 所做出的被标记为变更 ID B4、C4、C5 和 D9 的变更。因此,同步端点 B 1210 可以发送同步端点 B 的对应于变更 ID B4、C4、C5 和 D9 的变更,只要这些变更被认为是当前的。如果变更 ID 对应于先前的过期变更,则不发送对应于该变更 ID 的变更。随后或同时,如在时刻 (3) 所示,同步端点 B 1210 可以向同步端点 A 1202 发送同步端点 B 的知识 1214,该知识可被表示为知识向量 1216 和例外列表 1217。在一些实施例中,同步端点 B 1210 在时刻 (3) 处发送知识 1214 可被认为等效于发送同步请求。

[0071] 在时刻 (4) 处,同步端点 A 1202 通过将同步端点 B 1210 所发送的知识 1214 与对应于同步端点 A 1202 中的变更的变更 ID 进行比较来对其进行检查。同步端点 A 1202 可发现同步端点 B 1210 没有变更 ID A4 和 A5 所表示的变更中的任一个的知识。因此,同步端点 A 1202 可发送同步端点 A 的变更 1204 或例外列表 (其在该示例中不存在) 中存在的、对应于这些变更 ID 的任何当前变更 (除了在变更 ID 表示过期的变更而使得不发送任何变更时)。

[0072] 在该示例中,变更 ID A5 所表示的变更变更了与变更 ID C4 和 D9 所表示的变更所变更的相同的数据项。因此,在同步端点 B 1210 接收关于变更 ID A5 所表示的变更的信息

时,同步端点 B 1010 可以确定在变更 A5、C4 和 D9 之间存在潜在冲突。在该示例中,对应于变更 ID A5 的生成知识指示变更 ID A5 所表示的变更是在不具有 C4 和 D9 所表示的变更的知识的情况下做出的。此外,对应于变更 ID C4 和 D9 的生成知识指示变更 ID C4 和 D9 所表示的变更是在不具有变更 ID A5 所表示的变更的知识的情况下做出的。因此,在该示例中,变更 ID A5 所表示的变更是涉及与变更 ID C4 和 D9 所表示的变更相同的数据项的附加冲突。

[0073] 同步端点 A 1202 稍后可以向同步端点 B 1210 发送消息,指示已经发送所有变更以使同步端点 A 1202 和同步端点 B 1210 现在分别能够更新它们的知识向量 1208 和 1216 以包括最近的变更,如果这些变更已被接受并且不是与一个或多个未解决的冲突相关联的变更的话。如图 12 在时刻 (5) 处所示,同步端点 A 的知识包括知识向量 A4B4C3D8,该知识向量等于同步端点 B 的知识向量并包括同步端点 A 1202 所做出的直到第四个变更枚举的所有变更、同步端点 B 所做出的直到第四个变更枚举的所有变更、同步端点 C 所做出的直到第三个变更枚举的所有变更、以及同步端点 D 所做出的直到第八个变更枚举的所有变更。此外,同步端点 A 1202 和同步端点 B1210 在其各自的知识中包括例外列表 (A5, C4, C5, D9)。在该示例中,A5、C4 和 D9 表示对于同一数据项的未解决的冲突的变更。由于所确定的冲突,可以不接受对应于同步端点 A 1202 先前接受的变更 ID A4 的变更,并可将其添加到同步端点 A 的知识 1406 中所包括的例外列表。

[0074] 图 13 示出在如图 12 所示的同步之后更新知识的方法。具体地,图 13 示出用于使用存储在同步端点 A 1202 上的例外列表 1302 和存储在同步端点 B 1210 上的例外列表 1303 来更新知识向量的方法。在同步端点之间发送变更时,这些变更可用与该变更相关联的变更 ID 来发送。在向诸如同步端点 A 1202 等同步端点添加变更时,变更 ID 可作为例外添加到例外列表 1302。检查图 13 中的同步端点 A 1202 的知识,该知识包括知识向量 1208 和包括从同步端点 B 1210 接收到的例外 B4、C4、C5 和 D9 的例外列表 1302。在该示例中,例外列表 1302 的变更 ID B4 所表示的变更不具有冲突的变更,并且可应用于同步端点 A 1202 的数据。然而,与变更 ID C4 和 D9 相关联的变更确实具有冲突的数据,且不可应用于同步端点 A 1202 的数据。因此,变更 ID B4 随后可以从例外列表 1302 中移除并且知识向量 1208 可被更新来提供经更新的知识 1304,经更新的知识 1304 可包括指示同步端点 A 1202 已经应用了来自同步端点 A 1202 的直到第四个变更的变更、来自同步端点 B 的直到第四个变更的所有变更、来自同步端点 C 的直到第三个变更的所有变更和来自同步端点 D 的直到第八个变更的所有变更的知识向量。知识 1304 还可以包括例外 A5、C4、C5 和 D9,其中变更 ID A5、C4、和 D9 所表示的变更具有对于同一数据项的冲突的变更。在该示例中,因为与变更 ID A5 相关联的变更是冲突的一部分,所以同步端点 A 1202 可不接受该变更并且表示该变更的变更 ID A5 可被添加到知识 1304 中包括的例外列表。

[0075] 对于同步端点 B 1210,从同步端点 A 1202 接收到的变更 A4 和 A5 可被添加到例外列表 1303。变更 C4、C5 和 D9 已被包括在例外列表中,并且可以是在同步端点 B 1210 与同步端点 A 1202 同步之前已知的知识 1216 的一部分。在与同步端点 A 1202 同步之后,经更新的知识 1306 可包括知识向量 A4B4C3D8,指示来自同步端点 A 1202 的直到第四个变更、来自同步端点 B 1210 的直到第四个变更、来自同步端点 C 的直到第三个变更和来自同步端点 D 的直到第八个变更都已被应用于同步端点 B 1210 的数据。经更新的知识 1306 还可以

包括对应于变更 ID A5、C4、C5 和 D9 的例外,其中 ID A5、C4 和 D9 所表示的变更是对同一数据项的冲突的变更。因此,在该示例中,指示对于同一数据项的多个冲突的变更的信息可传播到其它同步端点。

[0076] 结论

[0077] 尽管用对结构特征和 / 或方法动作专用的语言描述了本主题,但可以理解,所附权利要求书中的主题不必限于上述具体特征或动作。相反,上述具体特征和动作是作为实现权利要求的示例形式公开的。

[0078] 虽然以上描述可能包含具体细节,但决不应将其解释为是对权利要求的限制。所述各实施例的其它配置也是本发明的范围的一部分。此外,根据本发明主题的各个实现可以具有比所描述的更多或更少动作,或可以按与所示出的顺序不同的顺序来实现各个动作。因此,只有所附权利要求书及其合法的等效技术方案才应限定本发明,而非任何给出的具体示例。

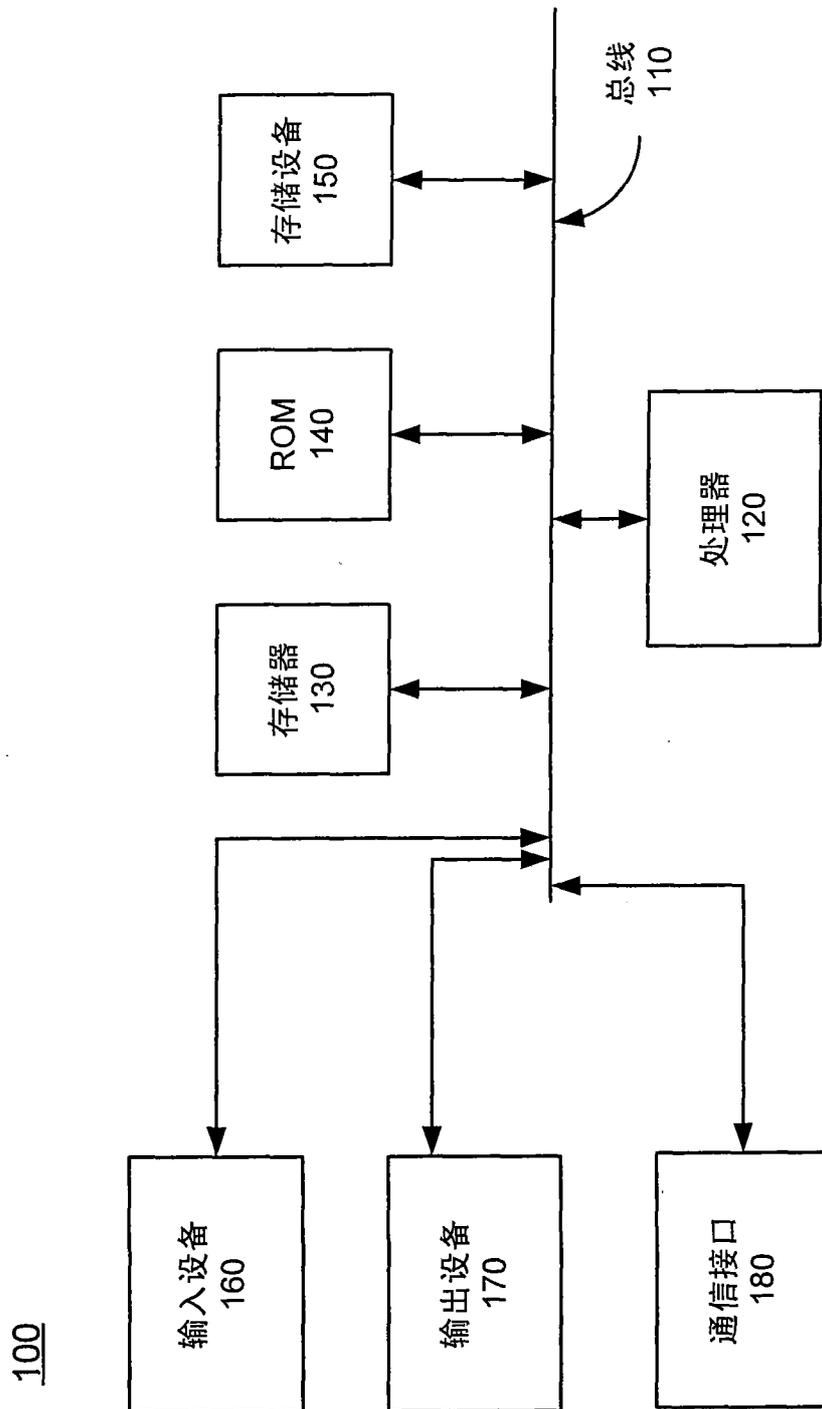


图 1

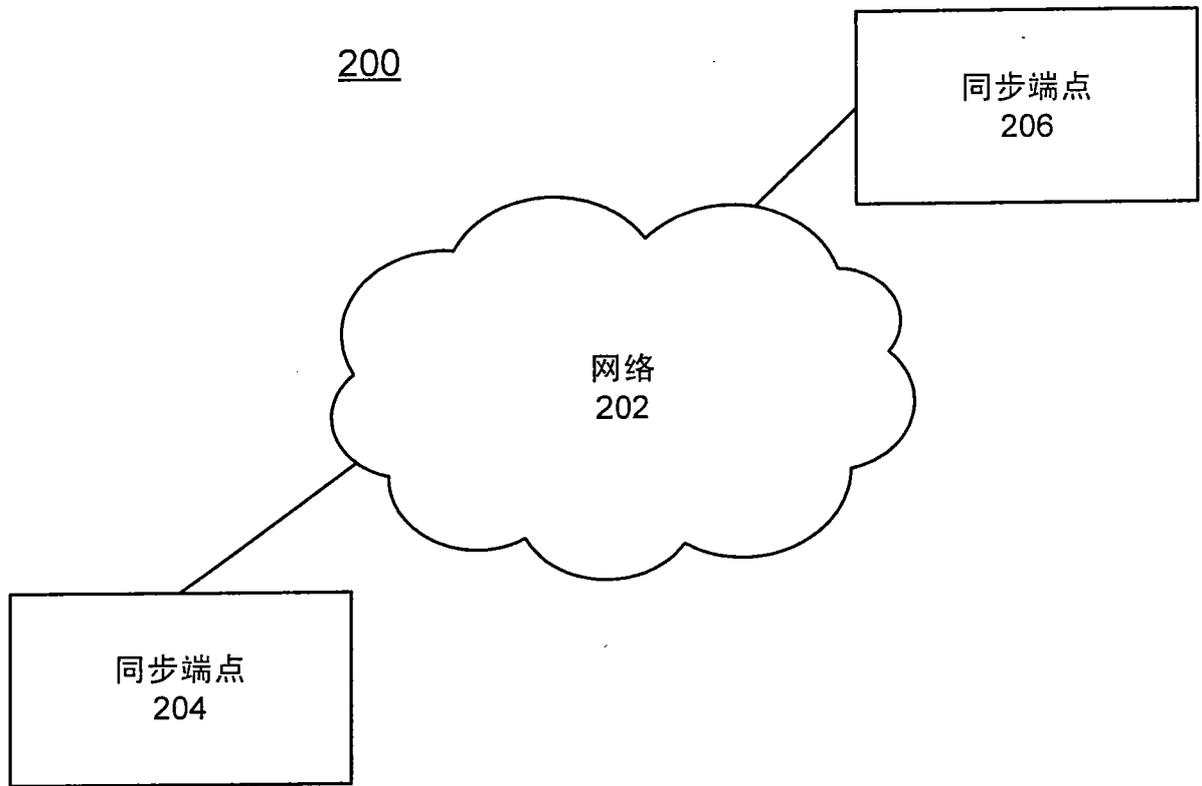


图 2

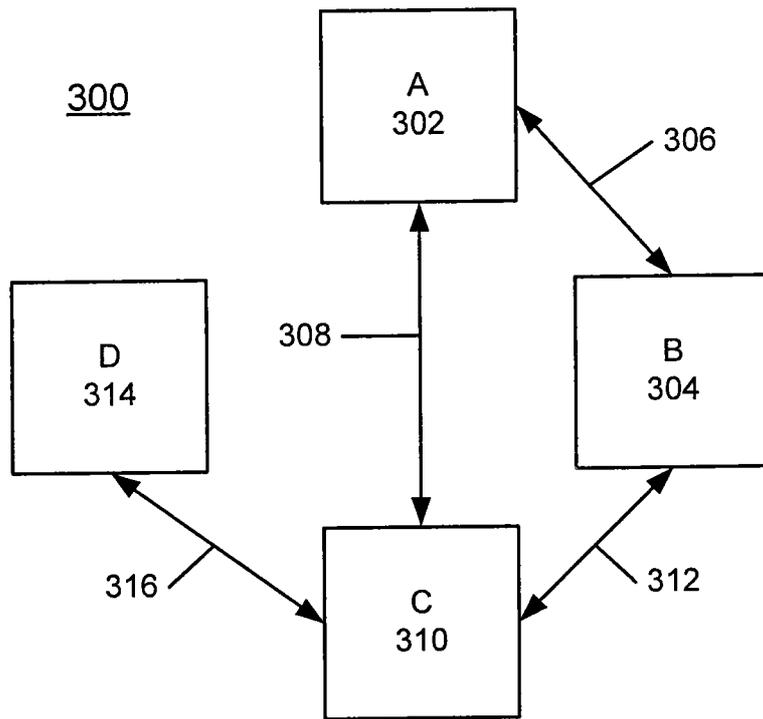


图 3

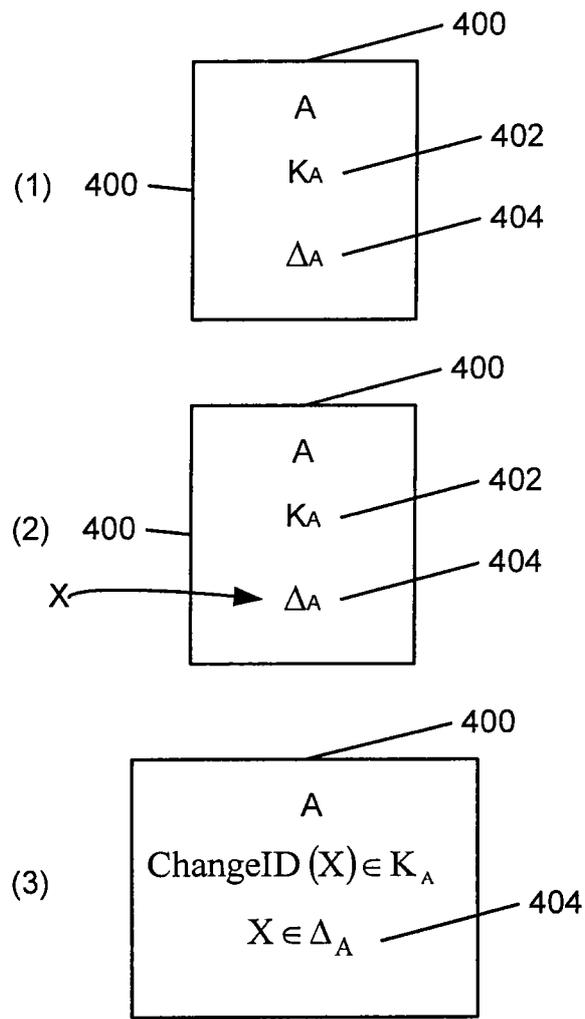


图 4

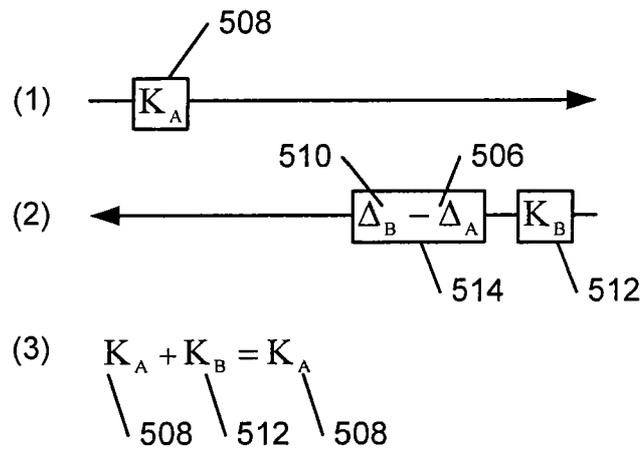
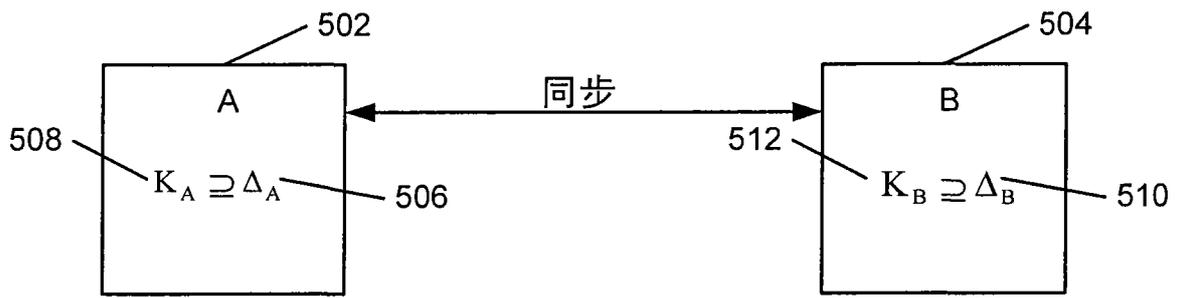


图 5

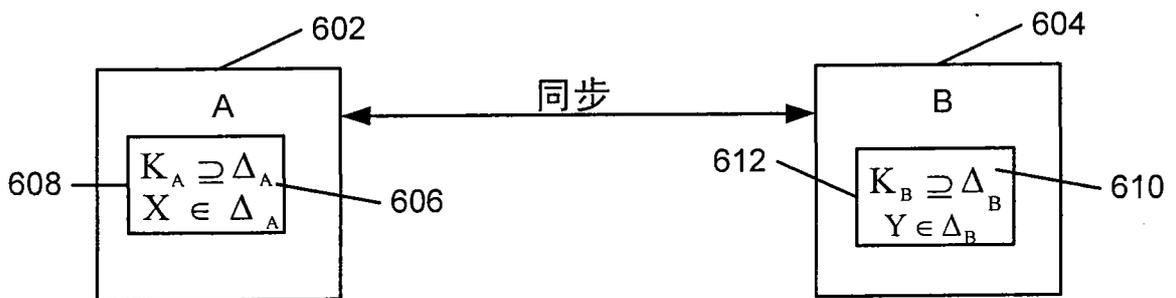


图 6A

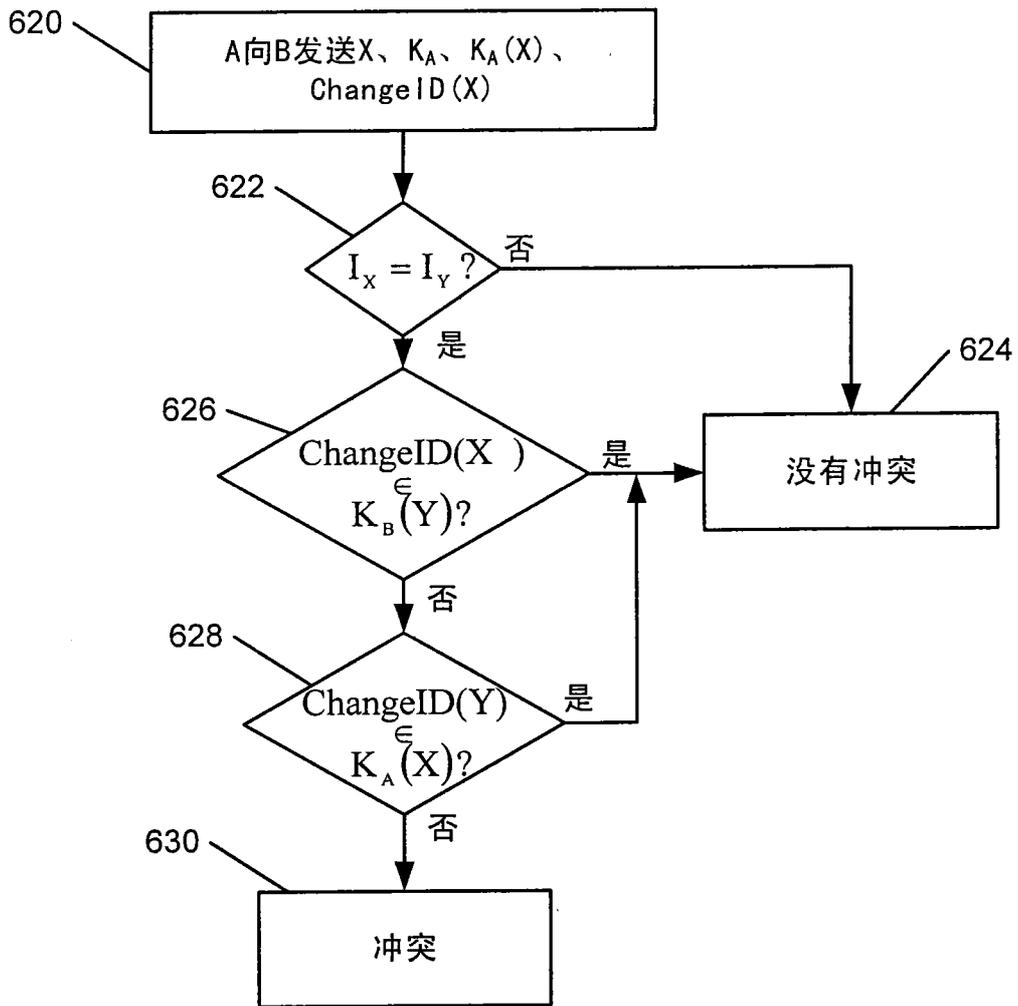


图 6B

630

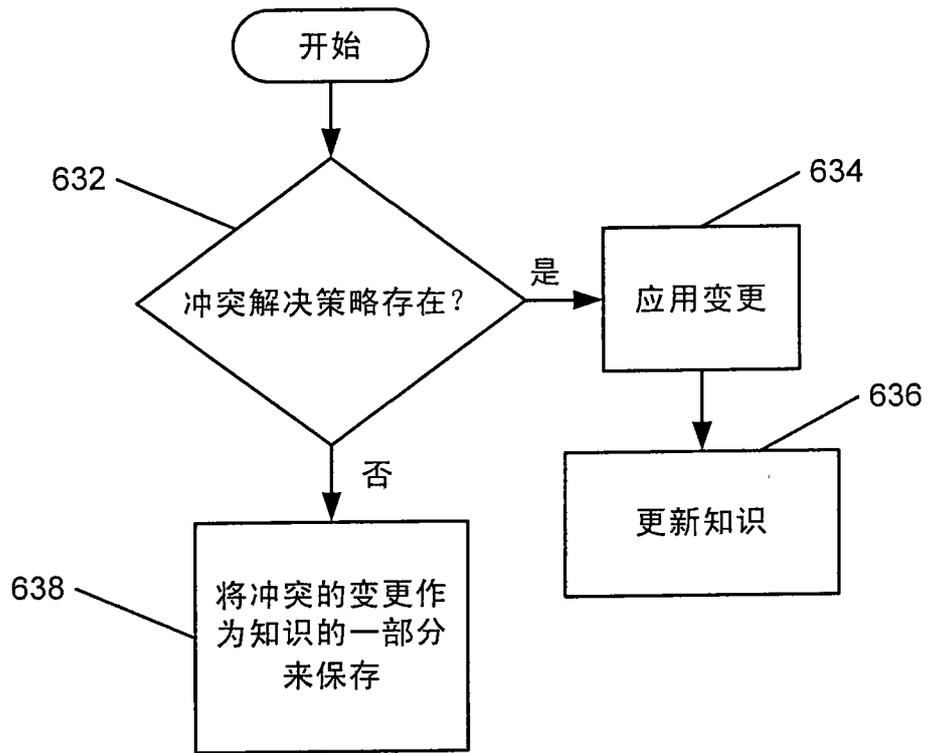


图 6C

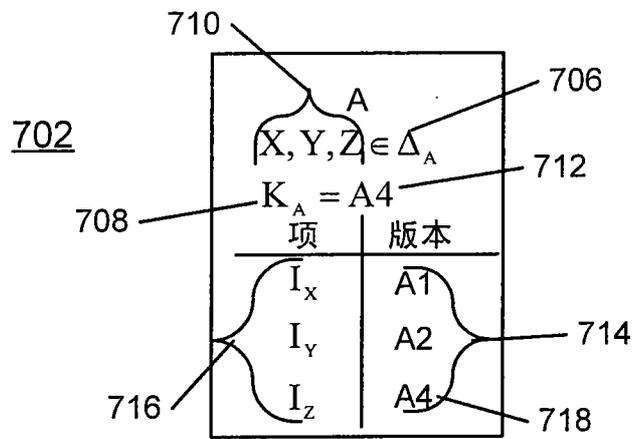


图 7

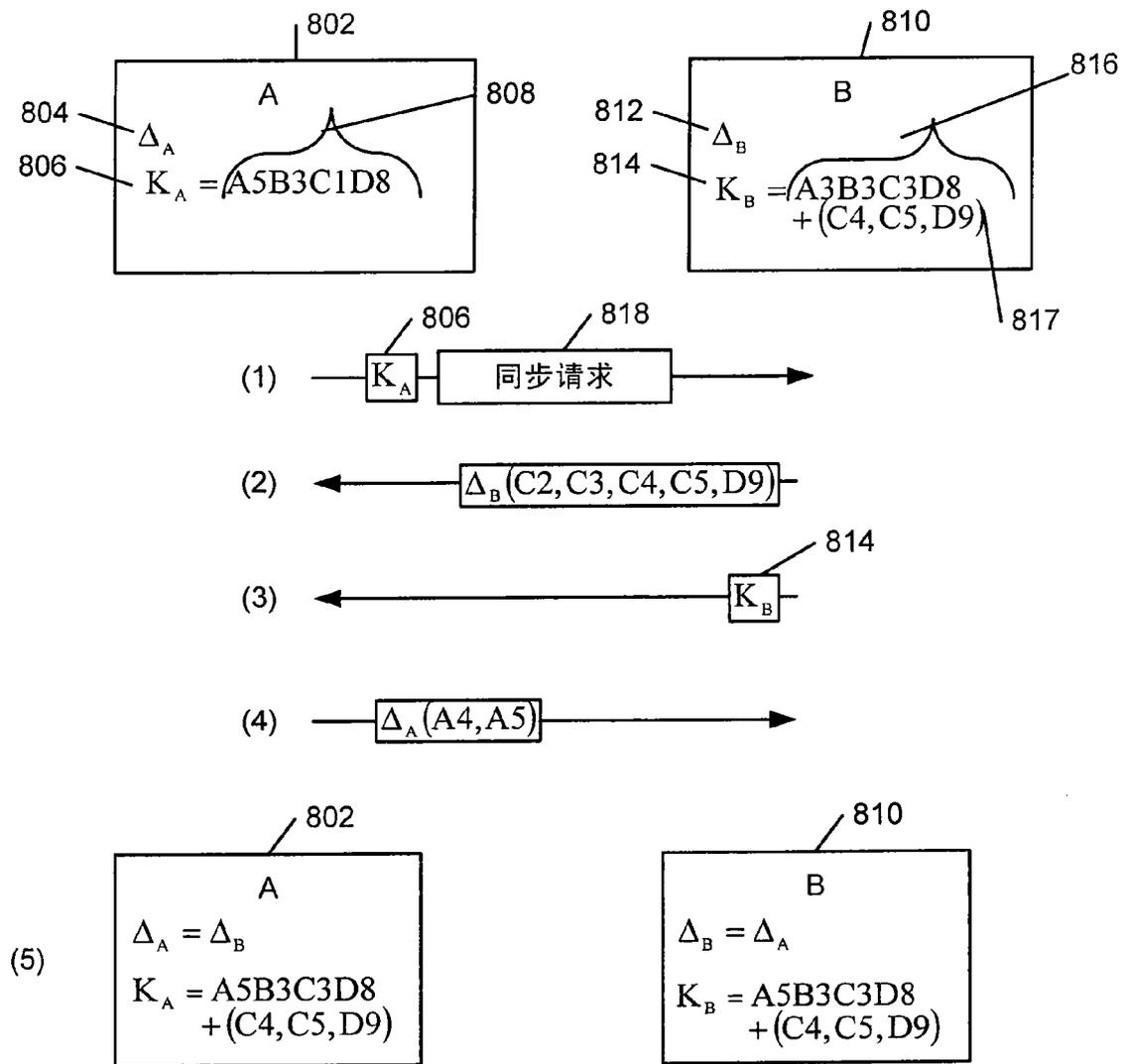


图 8

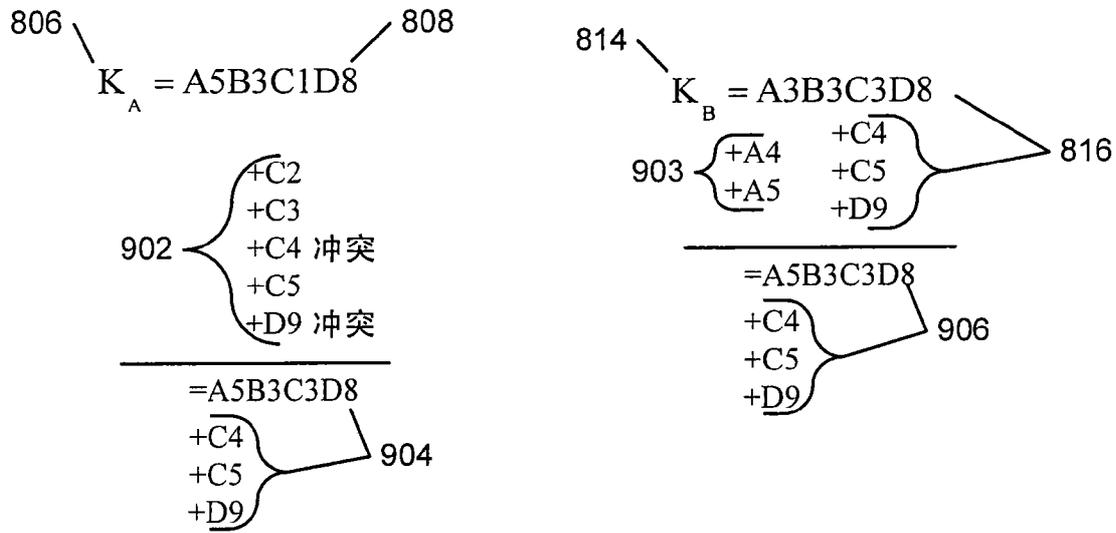


图 9

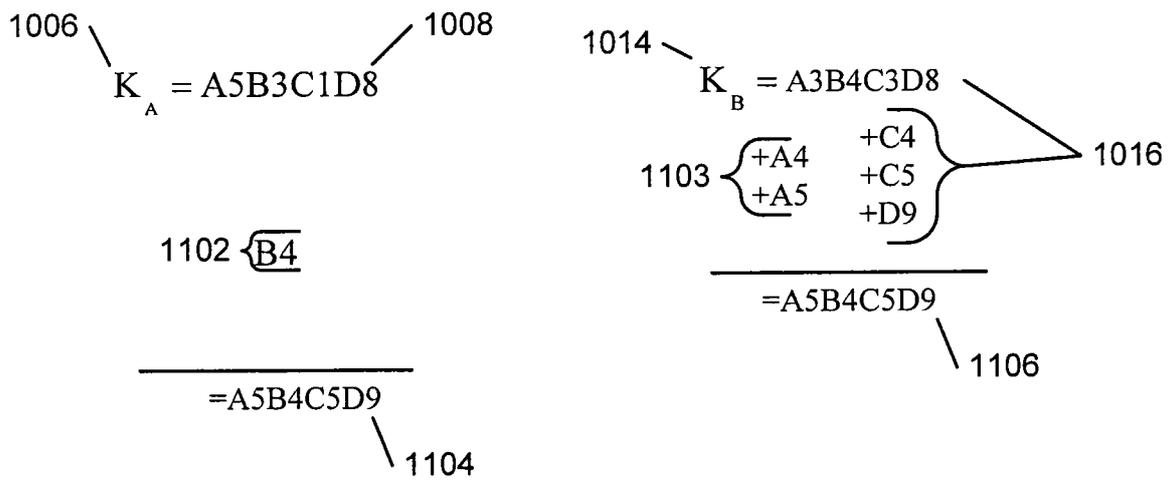


图 11

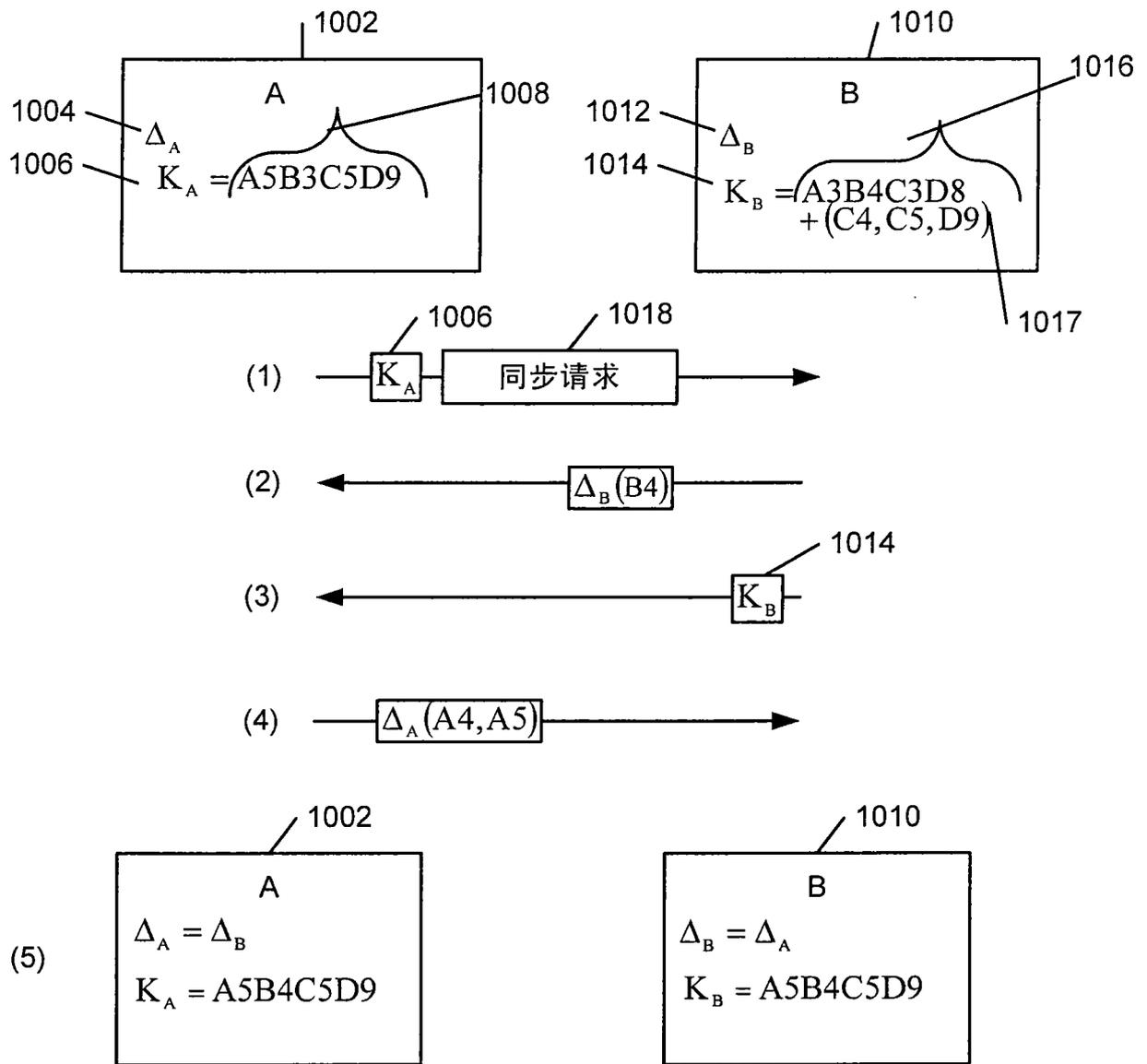


图 10

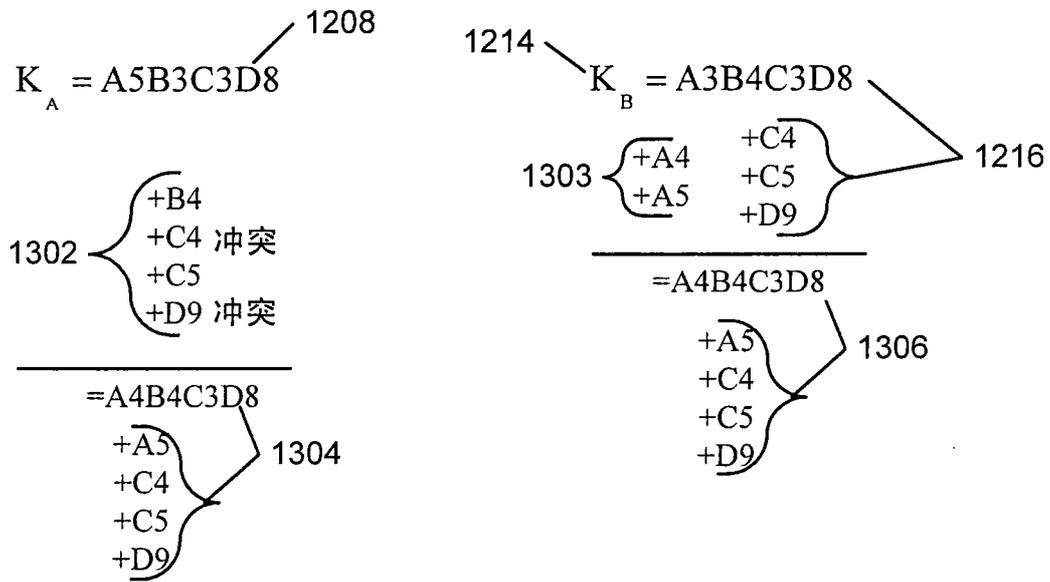


图 13

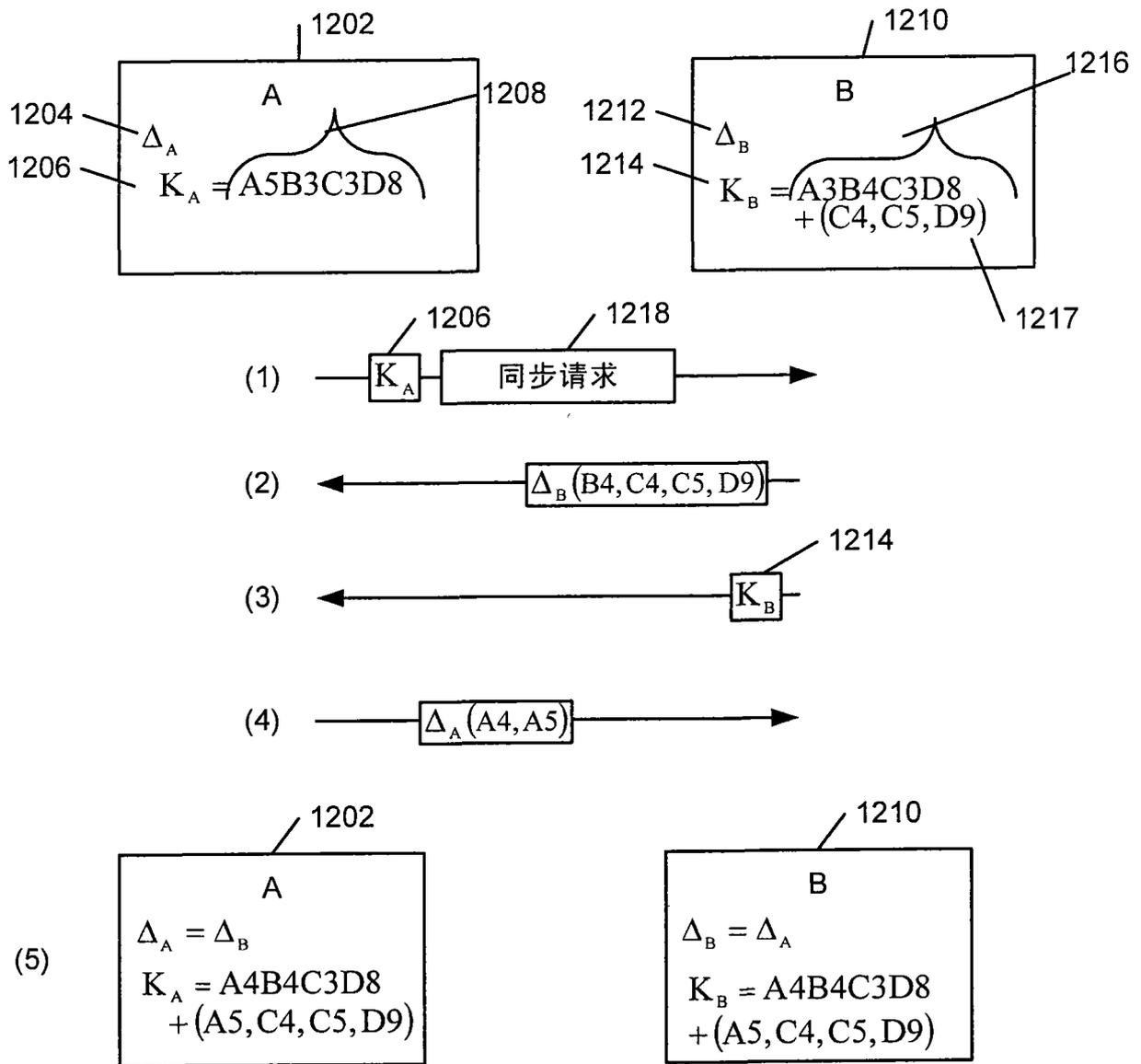


图 12