

基于区块链的分布式存储方法及设备

申请号：[201710044659.0](#)

申请日：2017-01-19

申请(专利权)人 [郑志超](#)

地址 518000 广东省深圳市南山区前海路2057号阳光棕榈园9栋1-2A

发明(设计)人 [郑志超](#)

主分类号 [G06F3/06\(2006.01\)I](#)

分类号 [G06F3/06\(2006.01\)I](#) [G06F11/14\(2006.01\)I](#)

公开(公告)号 106775497A

公开(公告)日 2017-05-31

专利代理机构 [北京超凡志成知识产权代理事务所\(普通合伙\)](#) 11371

代理人 [苏胜](#)



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106775497 A

(43)申请公布日 2017.05.31

(21)申请号 201710044659.0

(22)申请日 2017.01.19

(71)申请人 郑志超

地址 518000 广东省深圳市南山区前海路
2057号阳光棕榈园9栋1-2A

(72)发明人 郑志超

(74)专利代理机构 北京超凡志成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11371

代理人 苏胜

(51)Int.Cl.

G06F 3/06(2006.01)

G06F 11/14(2006.01)

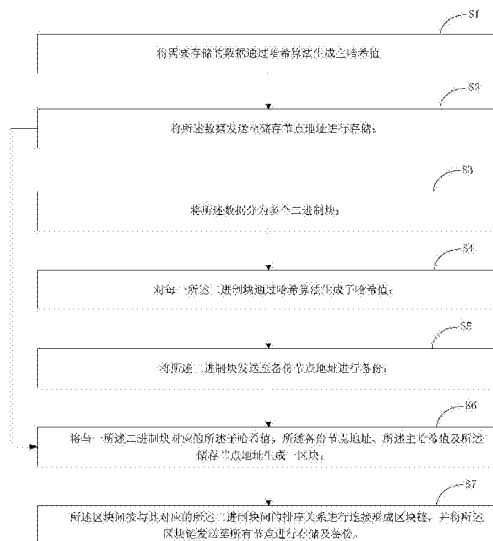
权利要求书3页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

基于区块链的分布式存储方法及设备

(57)摘要

本发明公开了基于区块链的分布式存储方法及设备,其中,基于区块链的分布式存储方法,其包括以下步骤:将需要存储的数据通过哈希算法生成主哈希值;将数据发送至储存节点地址进行存储;将数据分为多个二进制块;对每一二进制块通过哈希算法生成子哈希值;将二进制块发送至备份节点地址进行备份;将与一二进制块对应的子哈希值、备份节点地址、主哈希值及储存节点地址生成一区块;区块间按与其对应的所述二进制块间的排序关系进行连接形成区块链,并将区块链发送至所有节点进行存储及备份。在本发明中,对需要存储的数据进行存储及备份,从而提高了数据的安全性。后续,还可通过哈希值保证存储的一致性。



1. 基于区块链的分布式存储方法,其特征在于,包括以下步骤:

将需要存储的数据通过哈希算法生成主哈希值;

将所述数据发送至储存节点地址进行存储;

将所述数据分为多个二进制块;

对每一所述二进制块通过哈希算法生成子哈希值;

将所述二进制块发送至备份节点地址进行备份;

将与一所述二进制块对应的所述子哈希值、所述备份节点地址、所述主哈希值及所述储存节点地址生成一区块;

所述区块间按与其对应的所述二进制块间的排序关系进行连接形成区块链,并将所述区块链发送至所有节点进行存储及备份。

2. 根据权利要求1所述的基于区块链的分布式存储方法,其特征在于,所述储存节点地址为多个。

3. 根据权利要求1所述的基于区块链的分布式存储方法,其特征在于,所述主哈希值为64位哈希值。

4. 根据权利要求1所述的基于区块链的分布式存储方法,其特征在于,所述子哈希值为64位哈希值。

5. 根据权利要求1所述的基于区块链的分布式存储方法,其特征在于,还包括以下步骤:获取存储的数据;

所述获取存储的数据具体包括:

获取所述区块链;

获取存储于所述区块链中的任意一所述区块,并进一步获取记录于所述区块中的所述储存节点地址;

通过所述储存节点地址获取储存于该储存节点地址的数据;

对通过所述储存节点地址获取的所述数据进行哈希计算,并将得到的哈希值与记录于所述区块中的主哈希值进行验证;

若验证结果为哈希值一致,则获取所述储存节点地址储存的所述数据;

若验证结果为哈希值不一致,则该储存节点地址失效,并重新获取排列于所述区块链中的第一个区块;

通过所述区块获取储存于所述区块中的备份节点地址,并通过所述备份节点地址接收与该区块对应的二进制块;

对所述二进制块进行哈希计算,得到其对应的子哈希值,并将所述子哈希值与记录于所述区块中的所述子哈希值进行验证;

若验证结果为子哈希值一致,则对得到的所述二进制块进行哈希算法计算,得到哈希值;

判断所述哈希值与所述主哈希值是否一致;

若判断结果为不一致,则继续获取后一位的区块,并通过获取的区块中备份节点获取二进制块;

当通过后一位的区块所得到的二进制块进行子哈希值的验证通过时,对当前获得的所有二进制块进行哈希计算,直到当前获得的所有二进制块进行哈希计算得到的哈希值等于

所述主哈希值；

基于当前获得的所有二进制块得到存储的数据。

6. 基于区块链的分布式存储设备,其特征在在于,包括:

第一生成模块,用于将需要存储的数据通过哈希算法生成主哈希值;

第一发送模块,用于将所述数据发送至储存节点地址进行存储;

分割模块,用于将所述数据分为多个二进制块;

第二生成模块,用于对每一所述二进制块通过哈希算法生成子哈希值;

第二发送模块,用于将所述二进制块发送至备份节点地址进行备份;

第三生成模块,用于将与一所述二进制块对应的所述子哈希值、所述备份节点地址、所述主哈希值及所述储存节点地址生成一区块;

第三发送模块,用于将区块间首尾相连接形成一区块链发送至所有节点进行存储及备份。

7. 根据权利要求6所述的基于区块链的分布式存储设备,其特征在在于,所述储存节点地址为多个。

8. 根据权利要求6所述的基于区块链的分布式存储设备,其特征在在于,所述主哈希值为64位哈希值。

9. 根据权利要求6所述的基于区块链的分布式存储设备,其特征在在于,所述子哈希值为64位哈希值。

10. 根据权利要求6所述的基于区块链的分布式存储设备,其特征在在于,还包括:获取模块,用于获取存储的数据;

所述获取存储的数据,具体包括:

获取所述区块链;

获取存储于所述区块链中的任意一所述区块,并进一步获取记录于所述区块中的所述储存节点地址;

通过所述储存节点地址获取存储于该储存节点地址的数据;

对通过所述储存节点地址获取的所述数据进行哈希计算,并将得到的哈希值与记录于所述区块中的主哈希值进行验证;

若验证结果为哈希值一致,则获取所述储存节点地址储存的所述数据;

若验证结果为哈希值不一致,则该储存节点地址失效,并重新获取排列于所述区块链中的第一个区块;

通过所述区块获取存储于所述区块中的备份节点地址,并通过所述备份节点地址接收与该区块对应的二进制块;

对所述二进制块进行哈希计算,得到其对应的子哈希值,并将所述子哈希值与记录于所述区块中的所述子哈希值进行验证;

若验证结果为子哈希值一致,则对得到的所述二进制块进行哈希算法计算,得到哈希值;

判断所述哈希值与所述主哈希值是否一致;

若判断结果为不一致,则继续获取后一位的区块,并通过获取的区块中备份节点获取二进制块;

当通过后一位的区块所得到的二进制块进行子哈希值的验证通过时,对当前获得的所有二进制块进行哈希计算,直到当前获得的所有二进制块进行哈希计算得到的哈希值等于所述主哈希值;

基于当前获得的所有二进制块得到存储的数据。

基于区块链的分布式存储方法及设备

技术领域

[0001] 本发明涉及数据存储领域,具体而言,涉及基于区块链的分布式存储方法及设备。

背景技术

[0002] 目前主要的数据存储是将数据存储于本地硬盘或网络服务器中,而本地硬盘需要用户购置硬盘硬件,而且硬盘容易损毁或丢失,从而容易造成数据的丢失。将数据存储在网络服务器上,不仅需要昂贵的额外设备,如主机总线适配器、磁盘阵列,还需要额外的场地及能量消耗,当灾难发生时还容易造成数据的丢失。

发明内容

[0003] 有鉴于此,本发明提供的基于区块链的分布式存储方法及设备,其目的在于提高用户数据存储的安全性,并且可以保证存储的数据的一致性。

[0004] 基于区块链的分布式存储方法,其包括以下步骤:

[0005] 将需要存储的数据通过哈希算法生成主哈希值;

[0006] 将所述数据发送至储存节点地址进行存储;

[0007] 将所述数据分为多个二进制块;

[0008] 对每一所述二进制块通过哈希算法生成子哈希值;

[0009] 将所述二进制块发送至备份节点地址进行备份;

[0010] 将与一所述二进制块对应的所述子哈希值、所述备份节点地址、所述

[0011] 主哈希值及所述储存节点地址生成一区块;

[0012] 所述区块间按与其对应的所述二进制块间的排序关系进行连接形成区块链,并将所述区块链发送至所有节点进行存储及备份。

[0013] 进一步地,所述储存节点地址为多个。

[0014] 进一步地,所述主哈希值为64位哈希值。

[0015] 进一步地,所述子哈希值为64位哈希值。

[0016] 进一步地,还包括以下步骤:获取存储的数据;

[0017] 所述获取存储的数据具体包括:

[0018] 获取所述区块链;

[0019] 获取存储于所述区块链中的任意一所述区块,并进一步获取记录于所述区块中的所述储存节点地址;

[0020] 通过所述储存节点地址获取存储于该储存节点地址的数据;

[0021] 对通过所述储存节点地址获取的所述数据进行哈希计算,并将得到的哈希值与记录于所述区块中的主哈希值进行验证;

[0022] 若验证结果为哈希值一致,则获取所述储存节点地址储存的所述数据;

[0023] 若验证结果为哈希值不一致,则该储存节点地址失效,并重新获取排列于所述区块链中的第一个区块;

[0024] 通过所述区块获取储存于所述区块中的备份节点地址,并通过所述备份节点地址接收与该区块对应的二进制块;

[0025] 对所述二进制块进行哈希计算,得到其对应的子哈希值,并将所述子哈希值与记录于所述区块中的所述子哈希值进行验证;

[0026] 若验证结果为子哈希值一致,则对得到的所述二进制块进行哈希算法计算,得到哈希值;

[0027] 判断所述哈希值与所述主哈希值是否一致;

[0028] 若判断结果为不一致,则继续获取后一位的区块,并通过获取的区块中备份节点获取二进制块;

[0029] 当通过后一位的区块所得到的二进制块进行子哈希值的验证通过时,对当前获得的所有二进制块进行哈希计算,直到当前获得的所有二进制块进行哈希计算得到的哈希值等于所述主哈希值;

[0030] 基于当前获得的所有二进制块得到存储的数据。

[0031] 基于区块链的分布式存储设备,其包括第一生成模块,用于将需要存储的数据通过哈希算法生成主哈希值;

[0032] 第一发送模块,用于将所述数据发送至储存节点地址进行存储;

[0033] 分割模块,用于将所述数据分为多个二进制块;

[0034] 第二生成模块,用于对每一所述二进制块通过哈希算法生成子哈希值;

[0035] 第二发送模块,用于将所述二进制块发送至备份节点地址进行备份;

[0036] 第三生成模块,用于将与一所述二进制块对应的所述子哈希值、所述备份节点地址、所述主哈希值及所述储存节点地址生成一区块;

[0037] 第三发送模块,用于将区块间首尾相连接形成一区块链发送至所有节点进行存储及备份。

[0038] 进一步地,所述储存节点地址为多个。

[0039] 进一步地,所述主哈希值为64位哈希值。

[0040] 进一步地,所述子哈希值为64位哈希值。

[0041] 进一步地,所述基于区块链的分布式存储设备还包括:获取模块,用于获取存储的数据;

[0042] 所述获取存储的数据,具体包括:

[0043] 获取所述区块链;

[0044] 获取存储于所述区块链中的任意一所述区块,并进一步获取记录于所述区块中的所述储存节点地址;

[0045] 通过所述储存节点地址获取储存于该储存节点地址的数据;

[0046] 对通过所述储存节点地址获取的所述数据进行哈希计算,并将得到的哈希值与记录于所述区块中的主哈希值进行验证;

[0047] 若验证结果为哈希值一致,则获取所述储存节点地址储存的所述数据;

[0048] 若验证结果为哈希值不一致,则该储存节点地址失效,并重新获取排列于所述区块链中的第一个区块;

[0049] 通过所述区块获取储存于所述区块中的备份节点地址,并通过所述备份节点地址

接收与该区块对应的二进制块；

[0050] 对所述二进制块进行哈希计算，得到其对应的子哈希值，并将所述子哈希值与记录于所述区块中的所述子哈希值进行验证；

[0051] 若验证结果为子哈希值一致，则对得到的所述二进制块进行哈希算法计算，得到哈希值；

[0052] 判断所述哈希值与所述主哈希值是否一致；

[0053] 若判断结果为不一致，则继续获取后一位的区块，并通过获取的区块中备份节点获取二进制块；

[0054] 当通过后一位的区块所得到的二进制块进行子哈希值的验证通过时，对当前获得的所有二进制块进行哈希计算，直到当前获得的所有二进制块进行哈希计算得到的哈希值等于所述主哈希值；

[0055] 基于当前获得的所有二进制块得到存储的数据。

[0056] 本发明的基于区块链的分布式存储方法及设备，其中，基于区块链的分布式存储方法，其包括以下步骤：将需要存储的数据通过哈希算法生成主哈希值；将所述数据发送至储存节点地址进行存储；将所述数据分为多个二进制块；对每一所述二进制块通过哈希算法生成子哈希值；将所述二进制块发送至备份节点地址进行备份；将与一所述二进制块对应的所述子哈希值、所述备份节点地址、所述主哈希值及所述储存节点地址生成一区块；所述区块间按与其对应的所述二进制块间的排序关系进行连接形成区块链，并将所述区块链发送至所有节点进行存储及备份。在本发明中，需要存储的数据及与其对应的主哈希值被发送至储存节点地址进行存储；同时该数据还被分成多个二进制块，每一所述二进制块及其对应的所述子哈希值、所述主哈希值发送至备份节点地址进行备份，从而提高了数据的安全性。后续，还可通过哈希值保证存储的一致性。

附图说明

[0057] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对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发明的某些实施例，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。

[0058] 图1是本发明较佳实施例提供的基于区块链的分布式存储方法的步骤连接图；

[0059] 图2是本发明较佳实施例提供的基于区块链的分布式存储方法的步骤连接图；

[0060] 图3是本发明较佳实施例提供的基于区块链的分布式存储方法的步骤连接图；

[0061] 图4是本发明较佳实施例提供的基于区块链的分布式存储装置的连接示意图。

[0062] 主要元器件说明：

[0063] 10-第一生成模块；20-第一发送模块；30-分割模块；40-第二生成模块；50-第二发送模块；60-第三生成模块；70-第三发送模块；80-获取模块。

具体实施方式

[0064] 在下文中，将更全面地描述本公开的各种实施例。本公开可具有各种实施例，并且可在其中做出调整和改变。然而，应理解：不存在将本公开的各种实施例限于在此公开的特

定实施例的意图,而是应将本公开理解为涵盖落入本公开的各种实施例的精神和范围内的所有调整、等同物和/或可选方案。

[0065] 在下文中,可在本公开的各种实施例中使用的术语“包括”或“可包括”指示所公开的功能、操作或元件的存在,并且不限制一个或更多个功能、操作或元件的增加。此外,如在本公开的各种实施例中所使用,术语“包括”、“具有”及其同源词仅意在表示特定特征、数字、步骤、操作、元件、组件或前述项的组合,并且不应被理解为首先排除一个或更多个其它特征、数字、步骤、操作、元件、组件或前述项的组合的存在或增加一个或更多个特征、数字、步骤、操作、元件、组件或前述项的组合的可能性。

[0066] 在本公开的各种实施例中,表述“或”或“A或/和B中的至少一个”包括同时列出的文字的任何组合或所有组合。例如,表述“A或B”或“A或/和B中的至少一个”可包括A、可包括B或可包括A和B二者。

[0067] 在本公开的各种实施例中使用的表述(诸如“第一”、“第二”等)可修饰在各种实施例中的各种组成元件,不过可不限制相应组成元件。例如,以上表述并不限制所述元件的顺序和/或重要性。以上表述仅用于将一个元件与其它元件区别开的目的。例如,第一用户装置和第二用户装置指示不同用户装置,尽管二者都是用户装置。例如,在不脱离本公开的各种实施例的范围的情况下,第一元件可被称为第二元件,同样地,第二元件也可被称为第一元件。

[0068] 应注意到:如果描述将一个组成元件“连接”到另一组成元件,则可将第一组成元件直接连接到第二组成元件,并且可在第一组成元件和第二组成元件之间“连接”第三组成元件。相反地,当将一个组成元件“直接连接”到另一组成元件时,可理解为在第一组成元件和第二组成元件之间不存在第三组成元件。

[0069] 在本公开的各种实施例中使用的术语“用户”可指示使用电子装置的人或使用电子装置的装置(例如,人工智能电子装置)。

[0070] 在本公开的各种实施例中使用的术语仅用于描述特定实施例的目的并且并非意在限制本公开的各种实施例。如在此所使用,单数形式意在也包括复数形式,除非上下文清楚地另有指示。除非另有限定,否则在这里使用的所有术语(包括技术术语和科学术语)具有与本公开的各种实施例所属领域普通技术人员通常理解的含义相同的含义。所述术语(诸如在一般使用的词典中限定的术语)将被解释为具有与在相关技术领域中的语境含义相同的含义并且将不被解释为具有理想化的含义或过于正式的含义,除非在本公开的各种实施例中被清楚地限定。

[0071] 在一具体的实施例中,请参阅:图1、图2、图3。

[0072] 基于区块链的分布式存储方法,其包括以下步骤:

[0073] S1:将需要存储的数据通过哈希算法生成主哈希值;

[0074] S2:将所述数据发送至储存节点地址进行存储;

[0075] S3:将所述数据分为多个二进制块;

[0076] S4:对每一所述二进制块通过哈希算法生成子哈希值;

[0077] S5:将所述二进制块发送至备份节点地址进行备份;

[0078] 上述,是指所有由将要存储的数据分成的二进制块发送至备份节点地址进行备份。可以理解的是,存储时,一个备份节点地址储存一个二进制块,每一二进制块可以有多个

个备份节点地址对其进行储存。

[0079] 可以理解的是,S2与S3之间没有必然的步骤关系,具体请参阅图1、图2。

[0080] S6:将与一所述二进制块对应的所述子哈希值、所述备份节点地址、所述主哈希值及所述储存节点地址生成一区块;

[0081] 上述,由一个二进制块生成的子哈希值及由与该二进制块对应的主哈希值、该二进制块在步骤S2中的储存节点地址、及S5中该二进制的备份节点地址,生成一个区块。

[0082] S7:所述区块间按与其对应的所述二进制块间的排序关系进行连接形成区块链,并将所述区块链发送至所有节点进行存储及备份。

[0083] 上述,在步骤S6中生成的区块,区块与区块之间相连接排序,至于区块与区块之间的连接顺序,是根据与其对应的二进制块之间的排序顺系进行连接。进一步地,该区块链被发送至所有节点中进行存储及备份,在本实施例中,该所有节点是指储存节点地址及备份节点地址。

[0084] 因此,用户只需存储所述区块链,当用户需要获取数据时,只需根据区块链中记录的储存节点地址获取所有的二进制块,并根据二进制块中的子哈希值及主哈希值完成后续的验证后,获取到完整且一致的数据。还可以进一步通过备用节点地址获取各个备份的二进制区块及其相对应的子哈希值、主哈希值。

[0085] 在本发明中,所述储存节点地址为多个。

[0086] 在本发明中,所述主哈希值可以为64位哈希值。

[0087] 在本发明中,所述子哈希值可以为64位哈希值。

[0088] 在本发明中,还包括以下步骤:

[0089] S8:获取存储的数据;

[0090] 所述获取存储的数据具体包括:

[0091] S811:获取所述区块链;

[0092] S812:获取存储于所述区块链中的任意一所述区块,并进一步获取记录于所述区块中的所述储存节点地址;

[0093] S813:通过所述储存节点地址获取存储于该储存节点地址的数据;

[0094] S814:对通过所述储存节点地址获取的所述数据进行哈希计算,并将得到的哈希值与记录于所述区块中的主哈希值进行验证;

[0095] S815:若验证结果为哈希值一致,则获取所述储存节点地址储存的所述数据;

[0096] S816:若验证结果为哈希值不一致,则该储存节点地址失效,并重新获取排列于所述区块链中的第一个区块;

[0097] S817:通过所述区块获取存储于所述区块中的备份节点地址,并通过所述备份节点地址接收与该区块对应的二进制块;

[0098] S818:对所述二进制块进行哈希计算,得到其对应的子哈希值,并将所述子哈希值与记录于所述区块中的所述子哈希值进行验证;

[0099] S819:若验证结果为子哈希值一致,则对得到的所述二进制块进行哈希算法计算,得到哈希值;

[0100] 上述,需要进一步说明的是,若验证结果为子哈希值不一致,则丢弃该备份节点地址,并获取另一个记录于该区块的备份节点地址,并通过该地址获取二进制块,并计算该二

进制块的子哈希值是否与该区块中记录的子哈希值一致,若不一致,则继续获取通过区块中的备份节点地址获取二进制块,直到获取到的二进制块的子哈希值所述子哈希值一致为止。

[0101] S820:判断所述哈希值与所述主哈希值是否一致;

[0102] S821:若判断结果为不一致,则继续获取后一位的区块,并通过获取的区块中备份节点获取二进制块;

[0103] 上述,若判断结果为一致,则基于当前获得的二进制块得到存储的数据。

[0104] S822:当通过后一位的区块所得到的二进制块进行子哈希值的验证通过时,对当前获得的所有二进制块进行哈希计算,直到当前获得的所有二进制块进行哈希计算得到的哈希值等于所述主哈希值;

[0105] S823:基于当前获得的所有二进制块得到存储的数据。

[0106] 在又一实施例中,请参阅:图4。

[0107] 基于区块链的分布式存储设备,其包括:

[0108] 第一生成模块10,用于将需要存储的数据通过哈希算法生成主哈希值;

[0109] 第一发送模块20,用于将所述数据发送至储存节点地址进行存储;

[0110] 分割模块30,用于将所述数据分为多个二进制块;

[0111] 第二生成模块40,用于对每一所述二进制块通过哈希算法生成子哈希值;

[0112] 第二发送模块50,用于将所述二进制块发送至备份节点地址进行备份;

[0113] 第三生成模块60,用于将与一所述二进制块对应的所述子哈希值、所述备份节点地址、所述主哈希值及所述储存节点地址生成一区块;

[0114] 第三发送模块70,用于将区块间首尾相连接形成一区块链发送至所有节点进行存储及备份。

[0115] 在本发明中,所述储存节点地址为多个。

[0116] 在本发明中,所述主哈希值为64位哈希值。

[0117] 在本发明中,所述子哈希值为64位哈希值。

[0118] 在本发明中,基于区块链的分布式存储设备,其还包括:获取模块,用于获取存储的数据;

[0119] 所述获取存储的数据,具体包括:

[0120] 获取所述区块链;

[0121] 获取存储于所述区块链中的任意一所述区块,并进一步获取记录于所述区块中的所述储存节点地址;

[0122] 通过所述储存节点地址获取存储于该储存节点地址的数据;

[0123] 对通过所述储存节点地址获取的所述数据进行哈希计算,并将得到的哈希值与记录于所述区块中的主哈希值进行验证;

[0124] 若验证结果为哈希值一致,则获取所述储存节点地址储存的所述数据;

[0125] 若验证结果为哈希值不一致,则该储存节点地址失效,并重新获取排列于所述区块链中的第一个区块;

[0126] 通过所述区块获取存储于所述区块中的备份节点地址,并通过所述备份节点地址接收与该区块对应的二进制块;

[0127] 对所述二进制块进行哈希计算,得到其对应的子哈希值,并将所述子哈希值与记录于所述区块中的所述子哈希值进行验证;

[0128] 若验证结果为子哈希值一致,则对得到的所述二进制块进行哈希算法计算,得到哈希值;

[0129] 判断所述哈希值与所述主哈希值是否一致;

[0130] 若判断结果为不一致,则继续获取后一位的区块,并通过获取的区块中备份节点获取二进制块;

[0131] 当通过后一位的区块所得到的二进制块进行子哈希值的验证通过时,对当前获得的所有二进制块进行哈希计算,直到当前获得的所有二进制块进行哈希计算得到的哈希值等于所述主哈希值;

[0132] 基于当前获得的所有二进制块得到存储的数据。

[0133] 以上公开的仅为本发明的几个具体实施场景,但是,本发明并非局限于此,任何本领域的技术人员能思之的变化都应落入本发明的保护范围。

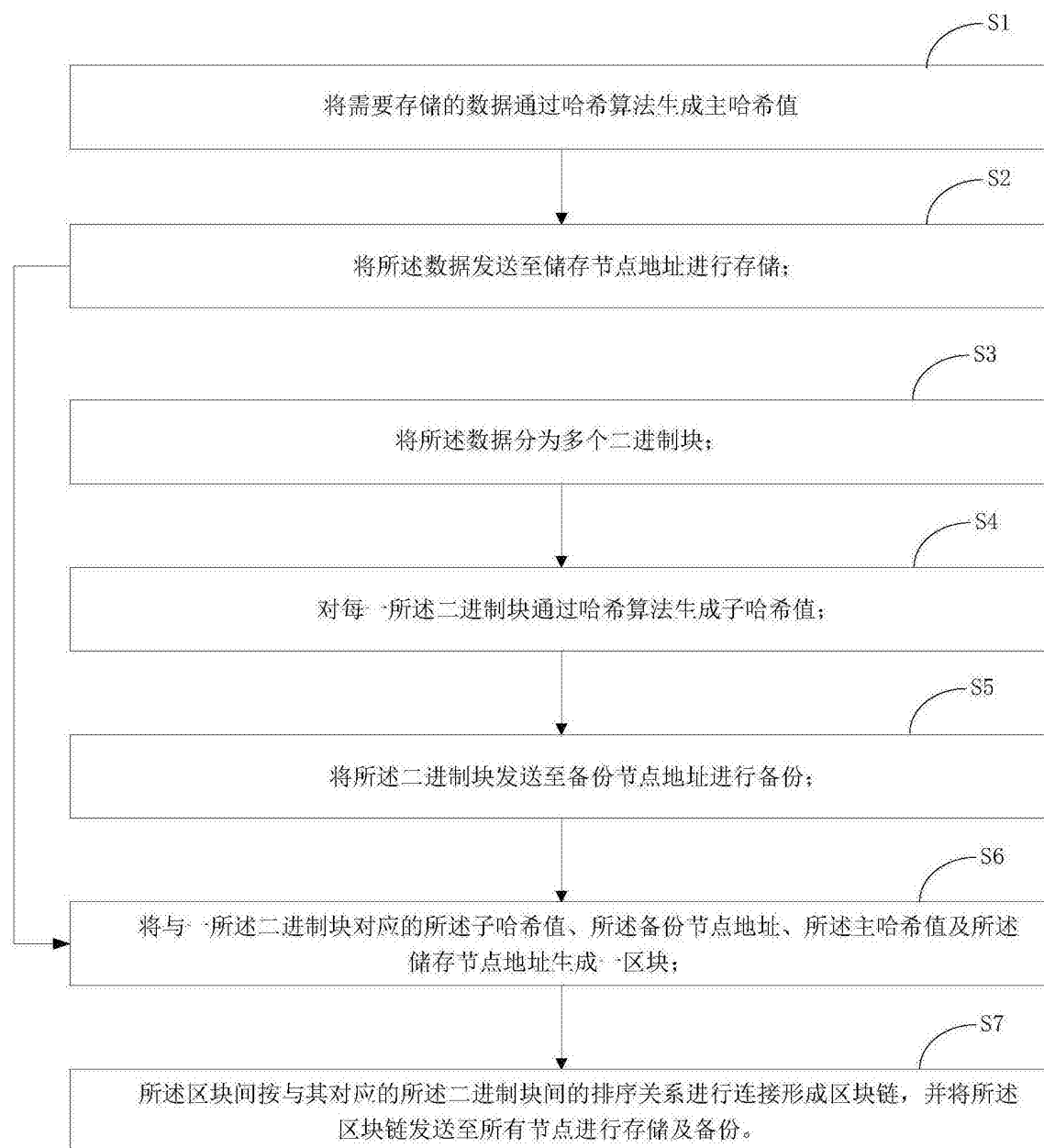


图1

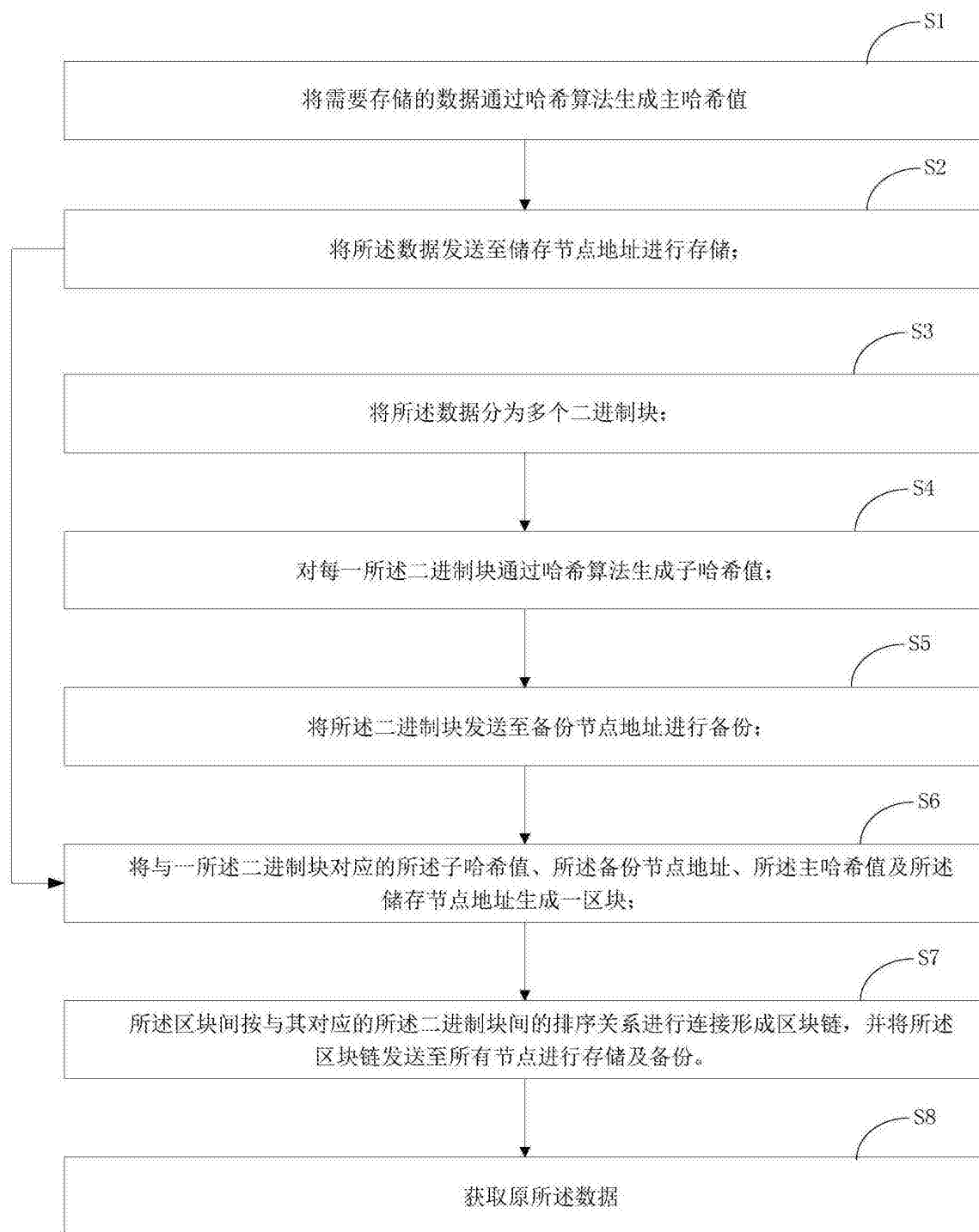


图2

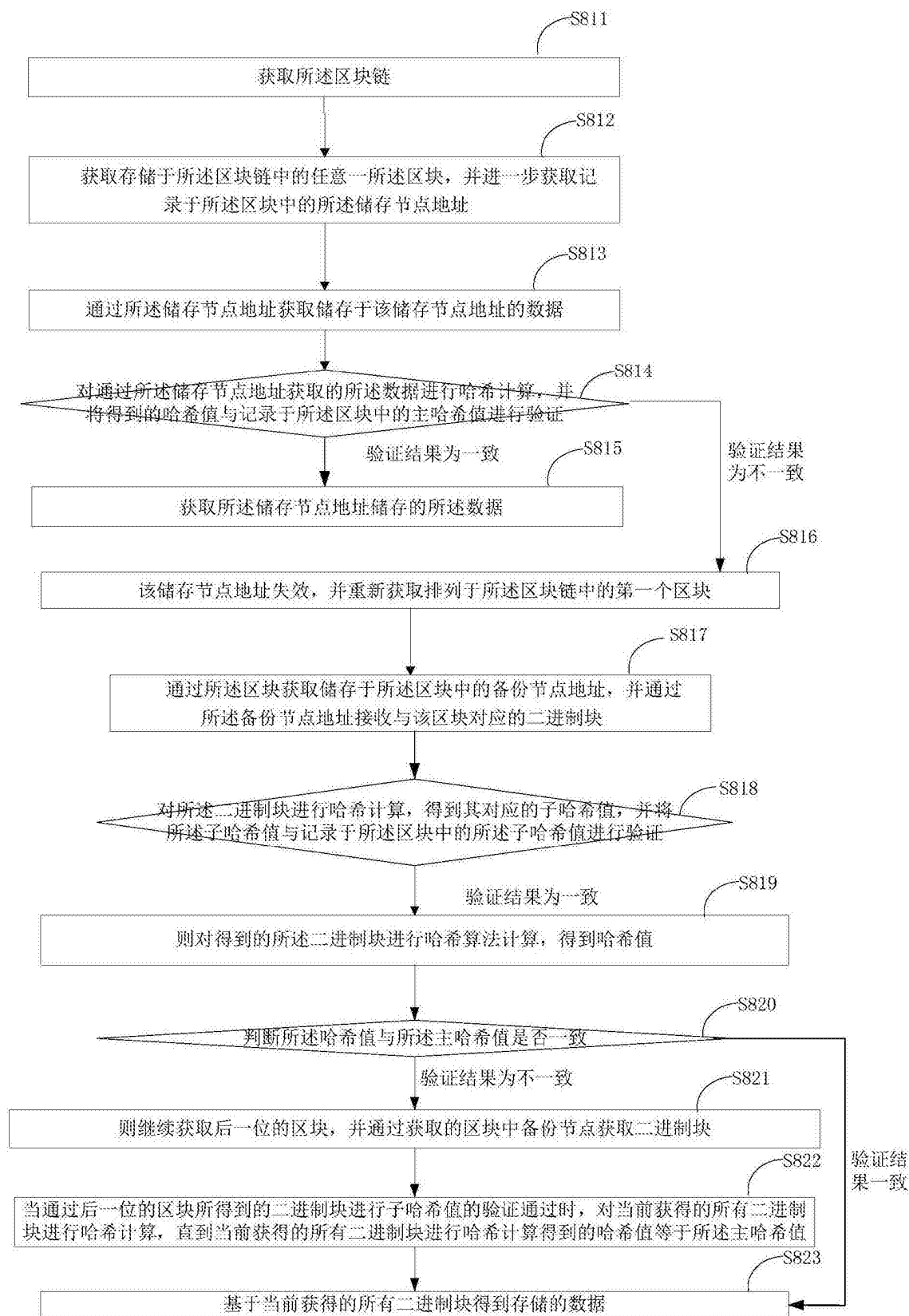


图3

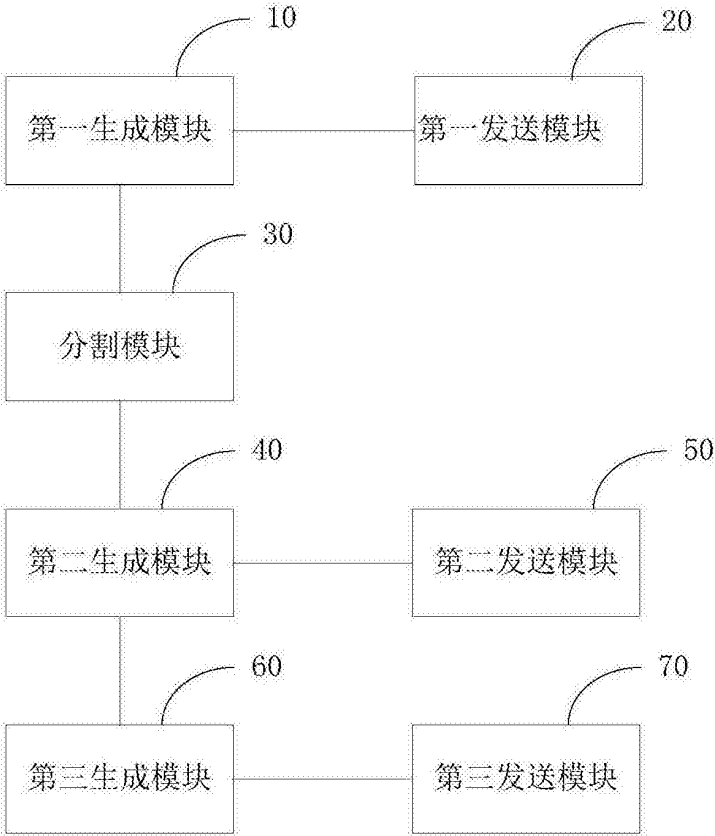


图4