



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104636715 A

(43) 申请公布日 2015. 05. 20

(21) 申请号 201410645999. 5

(22) 申请日 2014. 11. 14

(30) 优先权数据

14/080, 723 2013. 11. 14 US

(71) 申请人 株式会社和冠

地址 日本埼玉县

(72) 发明人 尼古拉斯·梅特伊尔 中山嘉贵

柳镇建

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 鲁山 陆锦华

(51) Int. Cl.

G06K 9/00(2006. 01)

G06F 21/32(2013. 01)

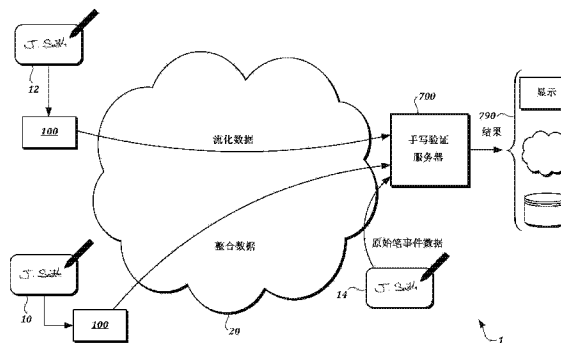
权利要求书2页 说明书16页 附图30页

(54) 发明名称

动态手写验证和基于手写的用户认证

(57) 摘要

本发明涉及动态手写验证和基于手写的用户认证。公开了手写验证方法和相关的计算机系统，以及基于手写的用户认证方法和相关计算机系统。手写验证方法包括：获得包含多个可用参数的手写测试样本；提取几何参数；对测试样本中的多个特征点的每一个得出包括由 x 位置值和 y 位置值的几何特征；在测试样本与参考样本的几何特征之间执行特征匹配；至少部分基于特征匹配，确定手写验证结果；并且输出手写验证结果。几何特征可以进一步包括由几何参数得出的值，诸如方向和曲率值。手写验证结果能进一步基于未链接特征点的计数。基于手写的用户认证方法能采用这种手写验证方法，或其他手写验证方法。



1. 一种在计算机系统中执行的手写验证方法,所述方法包括:
  - 获得包含多个可用参数的手写测试样本,其中,所述多个可用参数包括几何参数和一个或多个非几何参数;
  - 从所述多个可用参数提取所述几何参数;
  - 基于所述几何参数,对所述手写测试样本中的多个均匀分布特征点的每一个,得出包括 x 位置值和 y 位置值的几何特征;
  - 在所述手写测试样本的几何特征与参考样本的几何特征之间执行第一特征匹配;
  - 至少部分基于所述特征匹配,确定手写验证结果;以及
  - 输出所述手写验证结果。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述第一特征匹配包括找出所述测试样本中的一个或多个均匀分布特征点与所述参考样本中的一个或多个均匀分布特征点之间的映射。
3. 根据权利要求 2 所述的方法,其中,确定所述手写验证结果进一步基于未链接特征点的计数。
4. 根据权利要求 2 所述的方法,其中,所述第一特征匹配包括模拟退火处理。
5. 根据权利要求 4 所述的方法,其中,所述模拟退火处理包括:
  - 定义所述参考样本中的所选特征点和所述测试样本中的所选特征点之间的新链接;以及
  - 移除与所述新链接交叉的任何现有链接。
6. 根据权利要求 4 所述的方法,其中,所述模拟退火处理包括:
  - 选择所述参考样本中的特征点;
  - 生成伪随机值;
  - 将所述伪随机值与常数比较;以及
  - 基于所述比较,确定 (a) 从所述参考样本中的所选点移除链接,还是 (b) 定义所述参考样本中的所选特征点与所述测试样本中的所选特征点之间的新链接。
7. 根据权利要求 6 所述的方法,其中,基于所述常数的值,与移除现有链接相比,所述确定步骤偏向定义新链接。
8. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述几何特征进一步包括从所述几何参数得出的值。
9. 根据权利要求 8 所述的方法,其中,所述值包括方向和曲率值。
10. 根据权利要求 1 所述的方法,进一步包括第二特征匹配,所述第二特征匹配包括非几何参数的评价,其中,所述手写验证结果进一步基于所述第二特征匹配。
11. 根据权利要求 10 所述的方法,其中,所述非几何参数包括时间相关参数,所述时间相关参数包括速度、加速度或笔压力值的至少一个。
12. 根据权利要求 11 所述的方法,其中,所述时间相关参数包括笔压力值,并且其中,所述第二特征匹配进一步包括比较从所述参考样本的起点到所述参考样本的第 i 点的压力 - 时间图的面积与从所述测试样本的起点到所述测试样本的第 i 点的压力 - 时间图的面积的步骤。
13. 一种在计算机系统中执行的手写验证方法,所述方法包括:
  - 在手写测试样本的几何特征和参考样本的几何特征之间执行特征匹配,其中,所述特

征匹配包括定义在所述测试样本中的一个或多个均匀分布特征点与所述参考样本中的一个或多个均匀分布特征点之间的一个或多个链接；

获得所述测试样本中的连续未链接特征点的计数；以及

输出手写验证结果，其中，所述手写验证结果至少部分基于所述特征匹配和所述测试样本中的所述连续未链接特征点的计数。

14. 一种在计算机系统中执行的用户认证方法，所述方法包括：

从用户设备接收测试签名数据和用户设备标识符；

搜索与所述测试签名数据关联的用户标识符；

获得所述用户标识符；

搜索与所述用户标识符关联的参考设备标识符；

将所述参考设备标识符与所述用户设备标识符比较；以及

基于所述比较，将认证信息提供给所述用户设备。

15. 根据权利要求 14 所述的用户认证方法，其中，所述用户设备标识符包括笔或触笔标识符。

16. 根据权利要求 14 所述的用户认证方法，其中，所述认证信息包括认证结果。

17. 根据权利要求 16 所述的用户认证方法，其中，所述认证信息进一步包括用户 ID 和密码。

18. 一种在计算机系统中执行的用户认证方法，所述方法包括：

从用户设备接收测试签名数据、设备标识符和服务标识符，其中，所述服务标识符与在所述用户设备上执行的服务有关；

将所述测试签名数据与参考签名数据比较，来确定所述测试签名数据是否与所述参考签名数据一致；

基于所述比较的结果，获得与在所述用户设备上执行的服务关联的认证信息；以及

将所述认证信息提供给所述用户设备。

19. 根据权利要求 18 所述的用户认证方法，其中，所述认证信息包括用户 ID 和密码。

20. 根据权利要求 18 所述的用户认证方法，其中，加密所述测试签名数据。

21. 根据权利要求 18 所述的用户认证方法，进一步包括如果所述比较的结果表明所述测试签名数据与所述参考签名数据一致，将所述测试签名数据添加到所述参考签名数据。

## 动态手写验证和基于手写的用户认证

### 背景技术

[0001] 电子手写在各种环境中正日益重要。例如,现在常使用电子手写来代替笔和纸,以获得信用卡交易的信用卡持有者的确认。由于电子手写已经变得更普遍,验证电子手写的真实性的能力也已经变得更重要。

[0002] U. S. 专利 No. 6, 487, 310 描述了一种用于使签名相互比较的“弹性匹配”方法,包括在开始书写签名后,创建在不同时间测量的、待比较的两个签名中的相应点之间的映射的操作,其最大化测量点的局部空间领域之间的相关性,同时最小化与该映射的弹性空间畸变的曲率,提供映射中的空间相关度和不均匀空间畸变度的定量测量,由此提供签名之间的类似性的测量。

[0003] 不管现有手写验证技术有什么好处,但它们不具有下述技术和工具的优点。

### 发明内容

[0004] 提供该概述来以简化的形式引入在下文的详细描述中所述的概念的选择。该概述不打算标明所要求保护的的主题的关键特征,也不打算用作帮助确定所要求的主题的范围。

[0005] 在本公开内容的至少一个方面中,手写验证方法包括:获得包含多个可用参数的手写测试样本,其中,多个可用参数包括几何参数和一个或多个非几何参数;从多个可用参数提取几何参数;基于几何参数,对手写测试样本中的多个均匀分布的特征点的每一个,得出包括 x 位置值和 y 位置值的几何特征;在手写测试样本的几何特征和参考样本的几何特征之间执行第一特征匹配;至少部分基于该特征匹配,确定手写验证结果;以及输出手写验证结果。几何特征可以进一步包括从几何参数,诸如方向和曲率值得出的值。确定手写验证结果可以进一步基于无链接的特征点的计数。

[0006] 第一特征匹配能包括找出测试样本中的一个或多个均匀分布特征点和参考样本中的一个或多个均匀分布的特征点之间的映射。该第一特征匹配能包括模拟退火处理。模拟退火处理能包括选择参考样本中的特征点;生成伪随机值;将伪随机值与常数进行比较,以及基于该比较,确定从参考样本中的所选点消除链接,还是在参考样本中的所选特征点和测试样本中的所选特征点之间定义新链接。确定步骤能比消除现有链接更偏向基于常数值定义新链接。如果定义新链接,能消除与该新链接交叉的任何现有的链接。

[0007] 还能执行第二特征匹配,第二特征匹配可以包括评价非几何参数(例如时间相关参数,诸如速度或加速度)。手写验证结果能进一步基于第二特征匹配。

[0008] 在另一方面中,手写验证方法包括在手写测试样本的几何特征和参考样本的几何特征之间执行特征匹配,其中,特征匹配包括在测试样本中的一个或多个均匀分布的特征点和参考样本中的一个或多个均匀分布的特征点之间定义一个或多个链接;获得测试样本中的连续未链接特征点的计数;以及输出手写验证结果,其中,手写验证结果至少部分基于特征匹配和测试样本中的连续未链接特征点的计数。

[0009] 在另一方面中,用户认证方法包括从用户设备接收测试签名数据和用户设备标识符(ID);搜索与测试签名数据关联的姓名 ID;获得姓名 ID;搜索与姓名 ID 关联的参考设备

ID ;将参考设备 ID 与用户设备 ID 进行比较 ;以及基于比较,将认证信息 (例如认证结果) 提供给用户设备。设备 ID 可以是例如与笔或触笔 (stylus) 关联的笔或触笔 ID。

[0010] 在另一方面中,用户认证方法包括从用户设备接收测试签名数据 (例如加密的测试签名数据)、设备标识符和服务标识符,其中,服务标识符与在用户设备上执行的服务有关 ;将测试签名数据与参考签名数据进行比较 ;基于比较结果,获得与在用户设备上执行的服务关联的认证信息 (例如用户 ID 和密码) ;以及将认证信息提供给用户设备。如果测试签名数据与参考签名数据一致,可以将测试签名数据添加到参考签名数据 (例如作为用于未来认证的辅助信息)。

#### 附图说明

[0011] 图 1A 是被配置成验证样本手写数据的真实性的示例性云计算设备的高级图 ;

[0012] 图 1B 是示例性手写数据处理部的功能框图 ;

[0013] 图 2A 是包括多个笔事件的手写签名的示例 ;

[0014] 图 2B 是能对笔设备检测的旋度、高度角和方位角的图 ;

[0015] 图 2C 是能用来表示笔事件和这些笔事件的数据序列顺序的示例性数据结构的示例 ;

[0016] 图 3 是可以在手写验证服务器中实现的手写验证服务的功能框图 ;

[0017] 图 4 是示例性动态手写验证处理的流程图 ;

[0018] 图 5 是沿手写路径的特征点的示例 ;

[0019] 图 6 是示例各个特征点的 x 位置和 y 位置的示例计算的图 ;

[0020] 图 7A 和 7B 是分别描绘基于在前特征点和后续特征点的 x 位置和 y 位置,用于当前特征点的方向和曲率的计算的示例 ;

[0021] 图 8 是通过特征匹配技术,在测试样本和参考样本之间建立的映射的图 ;

[0022] 图 9A 是能在手写验证处理中使用的示例性退火处理的流程图 ;

[0023] 图 9B 是示例在手写验证处理中使用的退火处理期间,允许能量增加的条件 ;

[0024] 图 9C 是示例性处理的流程图,通过该处理,能在手写验证处理中使用的退火处理中,改变链接集合 ;

[0025] 图 9D 是在手写验证处理中使用的退火处理期间,链接集合的示例性变化的图 ;

[0026] 图 9E 是示例性处理的流程图,通过该处理,能在手写验证处理中重复退火处理 ;

[0027] 图 10 是示出来自己已经标出链接的特征的比例和用于大量签名的平均链接能量的测试的结果的图 ;

[0028] 图 11 是包括连续未链接特征点的计数的示例性样本匹配处理的流程图 ;

[0029] 图 12A 和 12B 分别是可以根据包括连续未链接特征点的计数的样本匹配处理处理的测试样本和参考样本的示例 ;

[0030] 图 13A 是示例对应于两个手写样本中的特征点的经过时间值的比较结果的图 ;

[0031] 图 13B 是示例从签名开始到特征 i 的压力 - 时间图区域的图 ;

[0032] 图 13C 是示例与两个手写样本中的特征点对应的压力 - 时间值的比较结果的图 ;

[0033] 图 14 中在做出有关测试样本与参考样本一致还是不一致的确定后能使用的示例后处理过程的流程图 ;

- [0034] 图 15 是用于签名的验证真实性的示例计算机系统和处理的图；
- [0035] 图 16 是用来基于一个或多个标识符，查找参考签名的表的示例；
- [0036] 图 17 是在适当构成的计算系统中的示例性基于手写的用户认证处理的图；
- [0037] 图 18A 是能用来基于签名数据查找标识符的表的示例；
- [0038] 图 18B 是能用来基于其他标识符，查找设备标识符的表的示例；
- [0039] 图 19A 是适当构成的计算系统中的另一示例性基于手写的用户认证处理的图；
- [0040] 图 19B 是用在图 19A 所示的用户认证处理中的数据表的示例；以及
- [0041] 图 20 是根据本发明的实施例，适合使用的示例性计算设备的方面的框图。

### 具体实施方式

[0042] 本公开内容通常针对用于验证电子签名或其他电子手写的技术和工具。

[0043] 确定签名是否真实提出了许多挑战。一种挑战是由同一人所做的真实签名总是具有一些可变性程度。另一挑战是真实签名之间的可变性程度将随不同人而改变。以前，通过将不同时间采集的若干参考样本组合成能用于验证的模板，进行可变性程度的确定。然而，在不同时间采集若干参考样本与许多商业处理不好配合。例如，银行传统上存储用于比较目的单一参考签名。由此，在使用单一参考的同时，提高验证处理的精度的能力将是有益的。

[0044] 因此，在所述的实施例中，动态手写验证引擎被配置成将与手写测试样本（例如签名）关联的手写数据和与参考样本关联的手写数据进行比较来确定测试样本是否真实。尽管在此所述的一些实施例是指签名的验证，但应理解到，在此所述的实施例能用来验证所有类型的手写，不限于签名的验证。

[0045] 根据在此所述的实施例，验证过程包括匹配测试样本和参考样本中的几何特征，同时允许由同一人所做的样本之间的固有不一致性而导致的小差异。除几何特征外，验证过程还能考虑能由当前手写采集技术生成的更多数据（例如笔划之间的笔的运动、笔压力、笔角度等等），能提高验证结果的质量。因为不同输入设备能提供不同类型的数据，根据在此所述的实施例，验证过程能采用由特定设备提供的数据类型。例如，如果测试样本包括压力信息并且参考样本不包括，则验证过程能省略分析压力信息，而是集中在两个样本共同的数据的比较上。

[0046] 结合相同的数字表示相同的元件的附图的下述详细描述打算作为所公开的主题的各种实施例的描述，而不打算表示仅这些实施例。在本公开内容中所述的每一实施例仅提供为例子或示例，而不应当解释为优于或好于其他实施例。在此所提供的示例性实施例不打算穷举或将所要求的主题限定到所公开的具体形式。

[0047] 在下述描述中，阐述许多具体的细节，以便提供本公开内容伯示例性实施例的全面理解。然而，对本领域的技术人员来说，在没有一些或全部具体细节的情况下，也可以实施本公开内容的许多实施例是显而易见的。在一些实例中，不详细地描述非常公知的处理步骤，以便不必要地混淆本公开内容的各个方面。此外，将意识到本公开内容的实施例可以采用在此所述的特征的结合。

[0048] 图 1A 是被配置成根据在此所述的技术，验证样本手写数据的真实性的示例性云计算设备 1 的高级图。在图 1A 所示的例子中，手写输入设备 10、12 和 14 在网络 20（例如

互联网)上,以各种形式向手写验证服务器 700 提供手写数据。手写输入设备 10、12 和 14 可以实现为专用手写采集设备或通用设备,诸如适当地配置的智能电话或平板电脑。尽管手写输入设备 10、12 和 14 在此称为“输入设备”,但这些设备不限于采集输入,通常还将包括其他功能性(例如显示功能性、数据传输功能性等等)。

[0049] 当在纸上完成手写签名时,墨水笔留下形成签名的墨水的连续轨迹。手写签名的数字形式通常包括以规则的时间间隔测量的离散数据点的集合。

[0050] 再参考图 1A,输入设备 10、12 和 14 的任何一个可以使用电磁共振(EMR)技术,其中,数字化器包含检测笔的运动的传感器板,并且通过由传感器板表面生成的磁场,将能量引入到笔的共振电路。笔的共振电路然后使用该能量来将磁信号返回到传感器板表面。板以规则时间间隔检测笔的坐标位置,即使电子笔不接触传感器板表面,只要笔仍然非常接近传感器板,使得仍然能从笔接收信号(该有效信号范围能取决于所使用的特定技术而改变,但通常在若干毫米左右)。

[0051] 替代地,能使用其他手写输入技术。例如,电子笔可以使用其他无线技术,或可以通过导线连接到数字化器。作为另一例子,电子笔可以或不可以离开数字化器的表面是可检测的。作为另一例子,电子笔可以加电或不加电。加电的笔可以经连接到外部电源的导线或经板上电池接收电力。作为另一例子,可以在没有电子笔的情况下输入手写数据(例如,经压敏数字手写笔上的触笔、触摸屏或不要求电子笔的一些其他输入设备)。

[0052] 然而,可以采集手写数据,由输入设备 10、12 和 14 提供的手写数据可以包括笔事件信息、设备信息,和/或有关进行手写的的环境的环境信息。在所述的实施例中,笔事件信息包括数字化器表面上或上方的笔尖的 x, y 位置,以及自开始手写以来的时间。此外,笔事件信息可以另外包括受制于输入设备 10、12 和 14 的性能的附加信息,诸如压力(笔压力)、角度(方位角、高度角和/或旋度)和下笔状态。通常在签字过程期间,以规则间隔采集笔事件信息。

[0053] 设备信息可以包括从数字化器单位转换成真实世界单位所需的信息。用于签名的环境信息可以包括该人所签的姓名、签名的日期和时间、签字的原因、用在主机设备上的操作系统的类型和版本、数字化器的类型、数字化器设备驱动器的版本、从主机设备的网络接口控制器(NIC)地址获得的唯一标识符、如果使用加密散列函数,有关散列函数的类型的信息;和/或可以在捕捉时,由软件应用添加的补充数据。环境信息还可以包括有关正签字的文档的信息,诸如加密消息摘要。

[0054] 再参考图 1A,手写验证服务器 700 执行将手写测试样本与参考样本进行比较来确定测试样本是否真实的验证处理。验证处理的结果能由手写验证服务器 700 输出。在至少一个实施例中,手写验证服务器 700 执行图 4 所示的验证处理,如下文进一步详细所述。在图 1A 所示的例子中,验证处理的结果由手写验证服务器提供给后处理部 790,用于进一步处理(例如,格式化结果用于显示,存储结果、分析结果、将结果传送到其他设备等等)。后处理部 790 可以在手写验证服务器 700 和/或一个或多个其他设备中实现。

[0055] 手写验证服务器 700 能验证以各种形式(例如整合数据:integrated data、流化数据:streamed data、原始笔事件数据:raw pen event data)提供的手写输入数据的真实性。例如,如图 1A 所示,输入设备 10 和 12 能将原始手写数据传送到手写数据处理部 100,其能生成并在网络 20 上向手写验证服务器 700 传送流化数据或整合数据,如在下文进一步

所述。

[0056] 图 1B 是示例性手写数据处理部 100 的结构框图。手写数据处理部 100 可以在手写输入设备内或在可以与输入设备直接（例如经 USB 连接）或在网络上通信的一些其他设备中实现（例如实现为软件或硬件）。

[0057] 在图 1B 所示的例子中，手写数据处理部 100 包括输入处理部 101、流生成部 200、有损数据处理部 300 和整合部 400。输入处理部 101 负责转发用于由例如流生成部 200 和有损数据处理部 300 进一步处理的原始手写数据。流生成部 200 作为输入接收原始手写数据并生成流化数据（例如，与头部信息一起，分别的用于 x 坐标、y 坐标以及压力信息的流）。在至少一个实施例中，流生成部 200 使用无损编码技术来生成包括多个流的压缩流化数据。

[0058] 在图 1B 所示的例子中，有损数据处理部 300 也作为输入接收将原始手写数据。有损数据处理部 300 能使用有损数据处理技术（即，可以导致数据损失的技术）来生成笔划数据（能用来将手写呈现为图像）和 / 或图像数据（例如，以 PNG 格式或一些其他图像数据格式的图像数据）。例如，有损数据处理部 300 可以包括被配置成执行呈现手写的可视表示（例如签名）以便显示所需的数据格式化和处理的墨水引擎。作为图 1B 所示的、基于原始手写数据生成笔划数据和 / 或图像数据设备的替代方案，有损数据处理部 300 能基于由流生成部 200 生成的流化数据，生成输出。

[0059] 在图 1B 所示的例子中，整合部 400 作为输入接收流化数据和笔划和 / 或图像数据并且输出整合手写数据。整合部 400 可以以单个输出文件（例如图像文件）输出整合数据，或可以单独地输出流化数据和 / 或笔划 / 图像数据。在至少一个实施例中，流化数据能转换成编码二进制格式，并且整合数据能采用具有隐写图形地（steganographically）插入数字图像中的编码二进制数据的数字图像的形式。对更多信息，见 2013 年 10 月 25 日提交的 U. S. 临时专利申请 No. 61/895, 895，其全部内容在此引入以供参考。

[0060] 图 1A 和 1B 中所示的设备仅是例子。许多其他的设备也是可行的。例如，尽管参考图 1A 将手写输入和手写验证描述为发生在不同设备中（例如分别在输入设备和手写验证服务器 700 中），但也可以在同一设备中执行手写输入和手写验证。作为另一例子，尽管参考图 1A，将手写输入设备和手写验证服务器描述为在诸如互联网 20 的广域网上在云计算设备 1 内通信，但输入设备和手写验证服务器也能以一些其他方式（例如在局域网）通信。作为另一例子，手写数据处理部 100 如何操作的详情可以取决于实现方式和 / 或环境而改变。作为另一例子，根据在此所述的技术，可以不要求手写数据处理部 100 提供用于待验证的手写数据。在图 1A 所示的例子中，输入设备 14 生成原始笔事件数据，并且在网络 20 上将原始笔事件数据传送到手写验证服务器 700，而无需手写数据处理部 100 的中间处理。

[0061] 根据在此所述的实施例，待验证的手写样本（或“测试样本”）能是手写签名（见图 2A）或可以是任何其他类型的手写，诸如印刷字符或艺术绘画。

[0062] 在所述的实施例中，手写数据可以表示为笔事件的序列。典型地，笔事件记录特定时间的笔尖的位置（例如，当在数字化器的表面上或在其有限范围内时）。除 x/y 坐标值外，一些手写输入设备还可以检测其他信息，诸如笔角度、书写速度、书写压力等等。取决于设备性能，与笔事件关联的笔数据可以包括另外的测量，诸如笔压力和角度。在图 2B 所示的例子中，旋度、高度角和方位角均在对笔设备（由大黑箭头表示）检测的参数中。



[0063] 再参考图 2A, 示例性手写签名 206A 包括使用允许在笔脱离数字化器表面时, 只要笔仍然在信号范围内, 就持续检测笔事件的技术 (例如, EMR 技术), 由笔设备检测的多个笔事件。在图 2A 所示的例子中, 当抬笔时检测的坐标被描述为较浅的点, 而下笔时检测的坐标被描绘为较深的点。

[0064] 图 2C 是能用来表示笔事件和这种笔事件的数据序列顺序 212 的示例性数据结构 210 的示例。笔事件的序列能以原始形式和 / 或预处理形式 (例如经能用来使笔事件数据成为流化数据和 / 或整合数据的形式的手写数据处理部 100) 提供为例如手写验证服务器 700 的输入。在图 2C 所示的例子中, 数据结构 210 能实现为 “struct (结构)” 或 “class (类)” 类型。替代地, 数据结构 210 能以一些其他方式实现。在所述的实施例中, 在数据序列顺序 212 中以笔事件发生的顺序提供它们。

[0065] 图 3 是可以在手写验证服务器 (例如图 1A 的手写验证服务器 700) 中实现的手写验证服务 700A 的功能框图。在图 3 所示的例子中, 手写验证服务 700A 包括具有被配置成处理以不同形式的手写数据的子部件 720、730 和 740 的手写测试样本数据处理部 710。在所示的例子中, 整合数据处理子部 720、流化数据处理子部 730 和原始手写数据处理子部 740 被配置成分别作为输入接收整合数据、流化数据和原始手写数据, 并且作为输出生成笔事件参数。数据处理部中的一些也能输出其他数据。例如, 在图 3 所示的例子中, 整合数据处理部 720 被配置成从整合数据提取图像数据并且将图像数据传送到后处理部 790A, 用于进一步处理。

[0066] 在图 3 所示的例子中, 验证部 750 从手写测试样本数据处理部 710 接收笔事件参数, 并且从知识库 760 接收参考样本。(知识库 760 可以实现在与手写验证服务 700A 分开的设备上, 如图 3 所示, 或知识库可以实现在与服务 700A 相同的设备上。) 验证部 750 通过将笔事件参数得出的特征与参考样本的特征进行比较, 验证手写测试样本的真实性。

[0067] 在图 4 中示出了示例性动态手写验证处理。图 4 中所示的验证处理能由手写验证服务器 (例如, 图 1A 中的手写验证服务器 700) 或一些其他设备执行。图 4 中的验证处理能在云计算设备 (例如图 1A 中所示的云计算设备 1) 或一些其他设备中执行。在所述的实施例中, 验证处理使用手写测试样本中的手写的几何参数来得出能与参考样本中的特征进行比较的手写特征。

[0068] 在图 4 所示的例子中, 在步骤 S101, 从可用的笔事件参数, 选择手写的几何参数。在该例子中, 手写的几何参数包括 x 坐标值和 y 坐标值。从其选择几何参数的可用笔事件参数除 x 坐标值和 y 坐标值外, 还可以包括压力值、角度值、时间戳信息等等。可用笔事件参数可以取决于诸如能用来产生手写的输入设备的性能的因素。

[0069] 因为普通手写的速度改变, 以规则时间间隔检测 x 坐标值和 y 坐标值导致检测位置之间的可变间距。再参考图 2A 所示的示例性签名, 以规则间隔 (例如, 每秒 133 点、每秒 200 点的采样速率, 或一些其他采样速率) 检测笔事件的坐标位置 206B。因此, 坐标位置之间的较大的间距表示笔正较快地移动的签名的位置, 并且较窄的间距表示笔在较缓慢地移动的部分。

[0070] 再参考图 4, 为了便于比较手写测试样本和参考样本中的特征点, 在步骤 S103, 从手写的几何参数得出特征点。以该方式得出的特征点按照样本的手写路径, 但不需要与笔事件在同一处。在至少一个实施例中, 特征点沿手写路径均匀地分布。然而, 也能以其他方

式分布特征点。

[0071] 图 5 描述沿手写路径的特征点的示例性间距。在图 5 所示的例子中,均匀地分布特征点。通常,减小间距倾向于增加特征点数,这会导致增加处理时间。另一方面,增加间距倾向于减少特征点数,这会导致降低的精度和忽略手写中的重要特征点。在至少一个实施例中,将 1mm 的规则间距用作平衡合理处理时间和重要手写特征的准确检测的折衷。

[0072] 所使用的特定间距能取决于实现方式而改变。例如,特征点之间的间距不需要均匀。根据一个替代方法,能根据对相应的特征点扩展密集填充的笔事件的之间的间距的密度归一化处理,来定位特征点。在这种方法中,特征点可以或可以不与原始笔事件在同一处。密度归一化处理还能包括将特征点插入笔事件稀疏的手写路径的部分中。密度归一化处理能被应用于测试样本和参考样本来解决样本之间的密度差,同时允许特征点之间的间距的一些变化,这能有助于保存与手写的速度和加速度有关的信息。密度归一化处理能有助于提供由不同采样速率的设备获得的样本之间的特征点的可比集合。

[0073] 再参考图 4,特征点的每一个(见步骤 S103)与沿手写路径以规则的空间间隔计算的相应 x 位置和 y 位置关联。在至少一个实施例中,如图 6 所示,计算各个特征点的 x 位置和 y 位置。

[0074] 在图 6 所示的例子中,将特征点的 x 位置(X)和 y 位置(Y)分别定义为 x 坐标值或 y 坐标值相对于手写或手写的一部分(例如笔划)的各个维度(例如,宽度(w)或高度(h))的整体值的比例。

[0075] 在至少一个实施例中,对手写样本的整个长度,包括笔未与平板表面接触的抬笔区域,定义特征点。在一些情况下,抬笔信息在笔划之间将不可用。例如,这发生在当使用不支持抬笔数据的捕捉设备时,或当笔保持在离数字化器一定距离,使得不能检测到抬笔数据时。如果抬笔信息不可用,能在下笔笔事件的限度内,生成特征点。

[0076] 再参考图 4,在步骤 S105,能从得出的特征点的 x 位置和 y 位置,得出方向(D)和曲率(C)。在该例子中,在步骤 S105 得出的方向和曲率值不基于来自于原始笔事件的 x/y 坐标值。在至少一个实施例中,基于在前特征点和后续特征点的 x 位置和 y 位置,得出当前特征点的方向和曲率,如图 7A 和 7B 所示。

[0077] 在图 7A 所示的例子中,将用于当前特征点 802 的方向 D 计算为在前特征点 804 和下一特征点 806 之间的线的角度(相对于水平,以弧度单位)。在图 7B 所示的例子中,将当前特征点 802 的曲率 C 计算为将当前特征点 802 连接到在前特征点 804 的线和将当前特征点 802 连接到下一特征点 806 的线之间的角度(弧度)。

[0078] 再参考图 4,在步骤 S107,使用特征点的几何特征(例如 x 位置、y 位置、方向、曲率),执行特征匹配。在该例子中,特征匹配的目的在于链接待验证的手写样本(或测试样本)和参考样本中的相应几何特征,同时提供灵活度来考虑真实手写的固有变化。步骤 S107 的特征匹配可以包括多于一次特征匹配,如在下文详细所述。

[0079] 图 8 是通过特征匹配技术(例如图 4 中的步骤 S107),在测试样本 810 和参考样本 820 之间建立的映射的示例。在图 8 所示的例子中,映射包括在测试样本 810 和参考样本 820 中的对应特征点(由圆表示)之间建立的链接(由虚线表示)。链接的每一端部的手写线的一致性能称为链接的“能量”。在该例子中,根据链接特征点的 x 位置(X)、y 位置(Y)、方向(D)和曲率(C)之间的差异,测量该能量。

[0080] 在至少一个实施例中,根据下述等式,测量能量:

$$[0081] \quad e_i = k_x(X_r - X_t)^2 + k_y(Y_r - Y_t)^2 + k_d(D_r - D_t)^2 + k_c(C_r - C_t)^2$$

[0082] 其中,  $e_i$  是将参考样本  $r$  与测试样本  $t$  连接的第  $i$  个链接的能量,  $X_r$ 、 $Y_r$ 、 $D_r$  和  $C_r$  是用于参考样本的  $x$ 、 $y$ 、方向和曲率值;  $X_t$ 、 $Y_t$ 、 $D_t$  和  $C_t$  是用于测试样本的  $x$ 、 $y$ 、方向和曲率值,并且  $k_x$ 、 $k_y$ 、 $k_d$  和  $k_c$  是用于不同能量分量的加权因子。

[0083] 在至少一个实施例中,链接的最佳集合是能够实现根据下述等式定义的、系统的最小总能量 ( $E$ ) 的集合:

$$[0084] \quad E = \sum e_i + k_u n_u$$

[0085] 其中,  $e_i$  是第  $i$  个链接的能量,  $k_u$  是表示未链接特征的能量的常数,并且  $n_u$  是未链接特征 (如果有的话) 的计数。

[0086] 在至少一个实施例中,使用数值退火来最小化每一链接的端部的特征点之间的差,由此最小化能量  $E$ 。特别地,在至少一个实施例中,使用模拟退火的方法来对链接产生伪随机变化,这可能增加或减小总能量。

[0087] 在现在将参考图 9A-9D 描述的一个示例性退火过程中,总是接受导致总能量降低的变化,并且可以取决于诸如可能逐步减小的系统的当前温度的因素,接受导致能量增加的变化。在此使用的术语“温度”是指系统的数学能量,而不是指任何实际热能。类似地,相关术语,诸如“冷却”用来指数学能量的降低,而不指实际热能的任何变化。

[0088] “能量”和“温度”是能用于对退火处理建模的相关术语。在至少一个实施例中,退火处理的目的是找出两个签名的对应特征之间的链接的最佳集合。能通过评估几何特征,诸如链接特征点的位置、线方向和曲率的相似性,确定可能链接图的任何一个的相对指标。链接的能量是两个特征点之间的差异的度量。零能量表示具有相同特征的状态,并且当差变为更大时,能量增加。

[0089] 退火处理尝试通过调整链接集合,最小化系统的总能量。然而,如果永不允许增加总能量的单个调整,退火处理变为陷入总能量的局部最小化的可能性将增加。为解决这一情形,能设计退火处理来通过允许导致能量的增加的一些变化,降低变为陷入局部最小化的处理的可能性,由此允许随后变化可能实现更小总能量的可能性。

[0090] 能使用系统的温度来控制增加总能量的变化的似然性。在至少一个实施例中,将温度初始地设定在允许更频繁地发生能量增加的相对高值。当退火处理进行时,降低该温度。当温度下降时,降低增加能量的似然性,直到达到系统的稳定为止。

[0091] 现在参考图 9A 中所示的示例性退火处理,在步骤 S201,初始化变量  $E$  (能量)、 $T$  (温度)、 $I_{step}$  和  $I_{cycle}$ 。在步骤 S203,改变联系。在该上下文中,术语“联系”(“linkage”)用来通指测试样本和参考样本之间的一个或多个链接 (link)。因此,在步骤 S203,以一些方式改变测试样本和参考样本之间的链接集合。(参考图 9C,在下文中,详细地描述能改变链接集合的示例性处理)。

[0092] 在步骤 S205,将变化联系的总能量 ( $E_{new}$ ) 与该联系的在前状态的总能量 ( $E_{prew}$ ) 进行比较。如果  $E_{new}$  小于或等于  $E_{prew}$ ,在步骤 S207 保持该联系的变化。如果  $E_{new}$  大于  $E_{prew}$ ,在步骤 S217 确定是否仍然能接受该联系的变化。

[0093] 在至少一个实施例中,取决于包含变化的大小 ( $dE$ ) 和当前温度的比率,可以接受能量的增加。在图 9B 所示的例子中,当满足下述条件时,允许能量的增加 (正  $dE$ ):

$$[0094] \quad U < e^{-\frac{dE}{T}}$$

[0095] 其中, U 是在  $0 \leq U \leq 1.0$  的范围中的统一偏差值, dE 是由联系的变化导致的总能量的变化, 并且 T 是系统的当前温度。能使用统一偏差来生成一个或多个伪随机值 U。将单个统一偏差生成器用于测试样本和参考样本之间的全部比较, 并且总通过相同的种子初始化。这确保测试样本和参考样本的比较总是返回相同的结果。

[0096] 现在, 将参考图 9C, 描述改变联系 (图 9A 中的步骤 S203) 的示例性过程。在步骤 S203-1, 在参考样本中选择特征点。在步骤 S203-2, 做出有关统一偏差值 U 是否小于常数  $K_{removeLink}$  的确定。

[0097] 在至少一个实施例中, 通过将值 U 和常数  $K_{removeLink}$  的比较, 伪随机确定移除链接还是设定新链接, 在每一联系变化执行步骤 S203-2。能设定  $K_{removeLink}$  的值来使确定偏向移除现有链接或设定新链接。实验表明期望的是如果约 30% 变化由移除链接组成, 在这种情况下, 将  $K_{removeLink}$  设定成 0.3。常数  $K_{removeLink}$  的值能取决于实现方式而改变。

[0098] 如果 U 小于  $K_{removeLink}$ , 在步骤 S203-3, 从所选特征点移除链接。(该步骤允许退火处理来移除链接, 无需插入任何其他链接来替代它, 以确保更多可能联系变化是可实现的)。否则, 在步骤 S203-4, 选择测试样本中的特征点, 并且在步骤 S203-5, 在参考样本和测试样本中的所选特征点之间插入链接。在步骤 S203-6, 从联系移除由新插入的链接交叉的任何先前现有链接。在图 9D 所示的例子中, 新链接 830 与三个现有链接交叉, 根据图 9C 所示的示例处理, 从联系移除这三个现有链接。

[0099] 通常, 期望确保对联系做出足够的变化来允许实现最小能量状态并且确保足够地降低温度来允许解决方案处于最佳状态。再参考图 9A, 使用步骤 S209-S215 来确定退火处理是否已经到其尽头。在图 9A 所示的例子中, 在步骤 S211 递增  $I_{cycle}$  直到达到最大值 ( $Max_{cycles}$ ) 为止 (见步骤 S209), 并且在步骤 S215 递增  $I_{step}$ , 直到达到最大值 ( $Max_{steps}$ ) 为止 (见步骤 S213)。当在步骤 S215 递增  $I_{step}$  时, 通过将 T 乘以冷却因子 ( $K_{cool}$ ), 能降低整个系统的温度 (T)。步骤数是所做的温度变化的次数, 通过每一级的冷却因子, 降低温度。周期数是在每一温度级所尝试的变化次数。诸如  $Max_{cycles}$ ,  $Max_{steps}$  和  $K_{cool}$  的值能取决于实现方式而改变。

[0100] 通过使用更大量的周期数和更大逐步温度降低, 以可能的处理速度牺牲为代价, 能使退火处理更准确。在至少一个实施例中, 在大多数情况下, 选择退火参数 (例如, 周期数、用于温度降低的冷却因子) 来快速地获得足够准确性。然而, 这偶尔会导致两个样本之间的不良联系, 否则, 其在退火充分的情况下将是可接受的联系。

[0101] 为帮助确定不良联系是样本之间的不相似还是不准确的初始退火处理的结果, 能通过不同的初始种子, 执行第二退火处理。在图 9E 中示例能重复退火的示例性处理。在步骤 S301, 将统一偏差初始化到固定值。在步骤 S303, 执行退火处理, 诸如图 9A 所示的处理。在步骤 S305, 如果在两个样本之间找到良好匹配, 在步骤 S311 确定样本一致。还能在步骤 S315 检验其他属性 (例如时间值、压力值、角度值) 来确认样本的一致性。

[0102] 如果在步骤 S305 未找到良好匹配, 在步骤 S307 执行检验来确定是否将做出另一退火尝试。步骤 S307 执行的检验包含将已经执行的退火步骤次数与最大值进行比较。例

如,在至少一个实施例中,如果还未完成两次退火尝试,重复退火步骤 S303,而不重置统一偏差生成器,以便保证在后续退火处理中,不使用同一随机序列。否则,在已经完成两次退火尝试的情况下,在步骤 S313 确定样本不一致。

[0103] 在执行退火后,得到的联系将包括链接的集合,每一链接具有已知能量。然而,并非所有特征点都将被链接,除非样本相同或几乎相同。能通过根据下述等式,计算所链接的特征点的比例 ( $P_l$ ) 和平均链接能量 ( $E_m$ ),来评估联系的质量:

$$[0104] \quad P_l = \frac{2n_l}{n_r + n_t}$$

$$[0105] \quad E_m = \frac{\sum e_i}{n_l}$$

[0106] 其中,  $P_l$  是所链接的特征的比例,  $n_l$  是链接的总数,  $n_r$  是参考样本中的特征数,并且  $n_t$  是测试样本中的特征数。在使用上述等式来评估联系质量的实施例中,一致签名将具有高  $P_l$  值和低  $E_m$  值。相反,不相似样本将具有低  $P_l$  值和高  $E_m$  值。

[0107] 能经验地测量一致签名和不一致签名的  $P_l$  和  $E_m$  值的预期差。在图 10 中,从已经绘制用于大量签名的比例  $P_l$  和平均链接能量  $E_m$  值的测试示出结果。虚线内的区域 1010 中的标出点分别与来自不同人的样本的比较关联,因此,很可能是不一致的。虚线内的区域 1020 中的标出点分别与来自同一人的比较样本关联,因此,很可能是一致的。

[0108] 在图 10 所示的例子中,区域 1010 中的大部分数据点反映与不一致样本关联的  $P_l$  和  $E_m$  值,而区域 1020 中的大部分数据点反映与一致样本关联的  $P_l$  和  $E_m$  值。在标记为“边界线”的区域中的区域 1010 和 1020 之间存在一些重叠,其中,  $P_l$  和  $E_m$  值未清楚地表示样本是一致还是不一致。然而,图 10 的结果示出在许多情况下,基于手写几何结构,做出测试样本和参考样本是否一致的初始评估是可能的。在至少一个实施例中,在该阶段标识为不一致的测试样本被自动地赋予验证分值 0,没有进行进一步处理来确定测试样本是否与参考样本一致。

[0109] 尽管  $P_l$  和  $E_m$  值在许多情况下,对测量联系质量有效,但如果样本的基本部分非常相似,它们不可能反映测试样本和参考样本之间的显著区别。通过执行另外的检验来确定测试样本和参考样本之间是否存在未链接的特征点的显著部分,可以提高手写验证的精度。

[0110] 再参考图 4,在步骤 S109,进行测试样本和参考样本是否足够匹配确定。在图 4 所示的例子中,如果在步骤 S109 确定测试样本和参考样本足够匹配,那么在步骤 S113 输出验证结果前,执行进一步处理(见步骤 S111,如在下文详细所述)。然而,如果在步骤 S109 确定测试样本和参考样本不是足够匹配,在步骤 S113,输出表示样本不一致的结果,无需进一步处理。

[0111] 在步骤 S113 产生的输出能是适合于表示验证结果的任何输出,诸如布尔值。替代地,能使用允许表示不只是二进制或真/假结果的不同值。在至少一个实施例中,步骤 S113 产生的输出包括从 0(表示测试样本和参考样非常不同)到 1.0(表示测试样本和参考样本非常类似)范围的浮点值。

[0112] 图 11 示例包括连续未链接特征点的计数的示例性匹配处理 S109。在图 11 所示的

例子中,在步骤 S109-1,通过确定用于测试样本和参考样本之间的联系 $P_1$ 和 $E_m$ 值,执行联系质量的初始测量。如上参考图 10 所示,在步骤 S109-2,如果 $P_1$ 和 $E_m$ 值表明测试样本和参考样本不一致,过程 S109 在步骤 S109-5 返回表示测试样本和参考样本不是良好匹配(不一致)的结果,并且能省略匹配处理 S109 中的进一步处理。然而,如果 $P_1$ 和 $E_m$ 值表示测试样本和参考样本一致,在步骤 S109-3,计数连续未链接特征点。

[0113] 图 12A 和图 12B 分别描述可以根据图 11 所示的匹配处理 S109 被处理的测试样本和参考样本。图 12A 描绘具有“Z”形状的示例性测试样本,而图 12B 描述具有类似“Z”形状的示例性参考样本,但具有另外的环。图 12A 和图 12B 中所述的两个样本的基本部分相同或非常类似。由此,通过非常低的链接能量,可以链接在图 12A 和图 12B 中所述的高比例特征。可以不链接图 12B 中所示的参考样本中的另外的环,但总联系和链接能量可能类似于真实签名之中期望的固有变化。

[0114] 图 12A 和图 12B 所述的样本是 $P_1$ 和 $E_m$ 值可能表示测试样本和参考样本一致的情形,除测试样本中的显著丢失特征外。可以使用用于连续未链接特征点的另外的检验(图 11 中所示)来提高匹配处理的精度。在图 12A 和 12B 所述的示例性情况下,图 11 中所示的匹配处理可以用来确定由于丢失特征,各个样本不一致。

[0115] 再参考图 11,在步骤 S109-4,确定未链接特征点是否显著。如果未链接特征点显著,过程 S109 在步骤 S109-5 返回表示测试样本和参考样本不是良好匹配(不一致)的结果。如果未链接特征点不显著,过程 109 在步骤 S109-6 返回表示测试样本和参考样本是良好匹配的结果。

[0116] 在至少一个实施例中,确定未链接特征点显著包括确定在未链接部分中的连续未链接特征点的计数是否大于预定值 $N_0$ 。能增加大于 $N_0$ 的计数,并且能将这些计数的总长度表示为全样本长度的比例(参见“无比例”,或 $P_f$ )。能忽略小于或等于 $N_0$ 的计数。 $N_0$ 的值能取决于实现方式来改变。具有超出预定值的 $P_f$ 值的样本能被视为不一致。

[0117] 再参考图 4,如果在步骤 S109,已经基于手写几何结构,初始地确定测试样本和参考样本足够匹配,在步骤 S111,使用不限于手写几何结构的其他笔事件参数,执行另外的评价。

[0118] 在至少一个实施例中,在步骤 S111 执行的另外的评价包括非几何特征匹配,能包括分析时间相关的笔事件参数,诸如书写速度。个人倾向于开发以他们用笔书写的方式的习惯节奏,这是指笔速和加速度倾向于对由同一人所做的书写(例如签名)非常相似(尽管不是相同)。由此,不同于在其他步骤中分析的几何特征的时间相关笔参数能被用在手写验证处理中(例如作为几何特征匹配的补充)。在至少一个实施例中,能与对应于各个特征的经过时间一起,从原始书写数据提取几何特征,这允许比较经过时间值。

[0119] 图 13A 是示例对应于两个手写样本中的特征点的经过时间值的比较结果的图。该结果在图 13 中示为对应于用于链接特征点的经过时间的图。该图中的每一点对应于链接并且表示参考样本(水平轴)中的特征点的经过时间和测试样本(垂直轴)中的链接特征点的经过时间。对一致的签名,对每一对链接特征点,从开始签名起经过的时间应当类似。

[0120] 在图 13 所示的例子中,点被绘制在表示速度的整体一致性(由矩形对角斜率,或与水平的角度)和可变性(由矩形的较窄尺寸,如由垂直箭头所示)的矩形内。该上下文中的整体一致性是指各个样本的平均经过总时间(因此速度)。在该例子中,约 1:1 的矩形

的斜率表示样本具有一致的平均速度。该环境中的可变性是指速度的局部变化的差异。能通过测试已知由同一人所做的签名样本，测量速度的整体一致性和可变性的可接受极限。

[0121] 再参考图 4，在步骤 S111 执行的另外的评价还能包括分析其他参数，诸如笔压力或笔角度。通过评估每一特征点的压力的状态（例如增加、减小或稳定），能可靠地比较笔压力。压力的一致性能计算为在链接的每一端部具有相同压力状态的链接的比例  $P_p$ 。通过测量已知来自同一人的大量签名样本中的压力变化，能确定  $P_p$  的可接受值。

[0122] 典型地，笔压力被测量为相对值，而不是绝对压力值。笔压力是设备相关的，由于诸如的构造差异、滞后和笔材料的老化的因素，即使在同一型号的设备之间，也会发生灵敏度的变化。由此，通常不可能使用绝对压力值进行样本之间的可靠比较，尤其是如果同一人可能使用不同的输入设备来提供样本。

[0123] < 笔压力值比较的第一方法 >

[0124] 在一个例子中，能通过评估每一特征点的压力的状态，即，在每一点，压力增加、减小还是稳定，来比较笔压力。然后，通过具有每一端部的相同压力状态的比例  $P_p$ ，计算一致性。

[0125] < 笔压力值比较的第二方法 >

[0126] 实际上，发现第一方法在压力接近常数达显著时段时不适当。当这发生时，可能将轻微差异得到为不同符号梯度，这导致大的误差。

[0127] 通过根据下述等式计算  $P_i$ ，即归一化为用于整个签名的全压力 - 时间面积的比例的、从开始签名到特征  $i$  的压力 - 时间图的面积，来可靠地计算笔压力：

$$[0128] \quad P_i = \frac{\int_0^t p \cdot dt}{\int_0^T p \cdot dt}$$

[0129] 其中， $P_i$  是直到特征  $i$  的压力 - 时间图的比例， $p$  是笔压力， $t$  是从开始签名到特征  $i$  的时间，并且  $T$  是总签名时间。图 13B 是说明上述等式的图。X 轴表示从开始签名经过的时间，并且 Y 轴表示由笔尖记录的笔压力。虚圆区域中的填充区域表示从时间 0 到时间  $t$  的笔压力  $P(t)$  的总和。

[0130] 图 13C 是示例对应于两个手写样本中的特征点的压力 - 时间值的比较结果的图。在图 13C 中，将该结果示为对应于用于链接特征点的压力时间值的图。图中的每一点对应于链接并且表示参考样本（水平轴）中的特征点的压力 - 时间图的比例和测试样本（垂直轴）中的链接特征点的压力 - 时间图的比例。对一致的签名，对每一对链接特征点，压力 - 时间图的比例应当类似。请注意，该图的最后一个点总是被定义为 (1.0, 1.0)。

[0131] 图 14 是在确定有关测试样本与参考样本是一致还是不一致后，能使用的示例性后处理过程的流程图。在图 14 所示的示例性过程中，如果在步骤 S401，确定测试样本与参考样本一致，在步骤 S403，将测试样本添加到知识库，作为另一参考样本。当发现测试样本与参考样本一致时，能使用测试样本来补充现有的参考样本并且潜在地提高未来验证处理的精度。此外，在图 14 所示的示例性过程中，在步骤 S405，能与能被呈现以便显示的分开的图像数据一起，输出验证结果。例如，如果用于测试样本的手写数据与图像数据整合，能与验证处理的结果的指示器一起（例如，是否验证该手写），显示手写的图像。

[0132] 图 15 是用于验证签名的真实性的示例性计算机系统和过程的图。取决于实现方

式,可以用在图 15 所述的系统和过程中的特定签名验证技术能不同于在此所述的技术。在图 15 所示的例子中,在银行环境的合同上进行签名。

[0133] 如图 15 所示,由 ABC 银行提供的服务器 1510 将原始合同文档提供给手写输入设备 10 以便签名。输入设备 10 响应于用户在合同上的签名,生成签名数据,并且将签名数据与所签的合同的图像整合。输入设备 10 将整合文件在网络 20(例如互联网)上提供给签名验证服务器 700B。手写输入设备 10 可以实现为专用手写采集设备或通用设备,诸如适当配置的具有笔输入能力的智能电话或平板电脑。

[0134] 在图 15 所示的例子中,服务器 1510(或由 ABC 银行控制的一些其他服务器)将用户 ID 提供给签名验证服务器 700B。签名验证服务器 700B 使用用户 ID 来选择知识库 760 中的适当参考签名,以使用在验证过程中。

[0135] 图 16 描述签名验证服务器 700B 能用来基于一个或多个标识符(例如,由服务器 1510 提供的服务 ID(识别提供用于签名的文档的全部)和用户 ID),查找参考签名的表 1690。服务 ID 可以由服务器 1510、输入设备 10 或一些其他实体提供。如表 1690 所示,参考签名能是任何语言,并且多于一个参考签名可以用于单一用户。

[0136] 再参考图 15,签名验证服务器 700B 通过将该签名与参考签名进行比较,验证由输入设备 10 提供的签名。签名验证服务器 700B 将表示签名被核实(“OK”)还是未核实(“NG”)的验证结果返回给输入设备 10。

[0137] 图 17 是能用来基于用户签名认证用户的示例性计算机系统和基于手写的用户认证过程的图。取决于实现方式,图 17 中所述的示例性计算机系统和基于手写的用户认证过程可以使用在此所述的手写验证技术或其他手写验证技术,用于用户认证。

[0138] 在图 17 所示的例子中,输入设备 10 响应用户尝试通过笔/触笔设备 11 向计算机系统签入,生成测试签名数据。输入设备 10 将签名数据连同用户设备 ID(例如与笔/触笔设备 11 关联的触笔 ID)一起,在网络 20(例如互联网)上提供给签名签入服务 1720。

[0139] 在图 17 所示的例子中,签名签入服务 1720 基于由输入设备 10 提供的测试签名数据,搜索“姓名 ID”。签名签入服务 1720 能使用验证过程来确定由输入设备 10 提供的测试签名数据是否与在数据库 1730 中存储的一个或多个参考签名关联的对应的参考签名数据一致。

[0140] 图 18A 是能用来基于签名数据,查找标识符(例如,数据库 1730 中)的表的示例。特别地,图 18A 描述基于由输入设备 10 提供的签名数据,签名签入服务 1720 能用来查找姓名 ID(例如与服务 ID 结合的本地 ID)的表 1890。本地 ID 可以与用户关联,并且服务 ID 可以与服务 ID 服务 1710 关联(见图 17)。

[0141] 再参考图 17,签名签入服务 1720 将用户设备 ID 和姓名 ID(例如,本地 ID 和服务 ID)发送到设备 ID 服务 1710。图 18B 是能用来基于其他标识符,查找参考设备 ID(例如触笔 ID)的表的示例。特别地,图 18B 描述设备 ID 服务 1710 能用来查找与由签名签入服务 1720 提供的姓名 ID 对应的参考设备 ID 的表 1892。如果表项中的参考设备 ID 与由签名签入服务 1720 发送的用户设备 ID 匹配,设备 ID 服务 1710 能将认证信息发送回输入设备 10。在图 17 所示的例子中,认证信息包括“成功”或“失败”的认证结果。除成功/失败结果外,在该例子中传送的认证信息能包括完成登录过程所需的(例如,在“成功”的情况下)用户 ID 和密码。



[0142] 图 19A 是在适当配置的计算系统中,另一示例性的基于手写的用户认证处理的图。在该例子中,用户认证处理是用来提供接入称为“Book+”的社会网络服务的登录过程,然而,能以类似的方式接入其他服务。

[0143] 如图 19A 所示,手写输入设备 10 激活与服务关联的登录过程(例如,通过使用浏览器应用导航到与服务关联的网站或通过激活与服务关联的专用应用)。设备 10 捕捉可以响应用户通过笔/触笔设备(未示出)签字生成的签名数据(例如,签名区 1902 中)。设备 10 发送签名数据作为待验证的测试签名数据。在网络 20(例如互联网)上,将测试签名数据连同与设备 10 和/或笔/触笔设备关联的设备 ID 和与服务关联的服务 ID(例如,“Book+”)一起,发送到签名签入服务 1920。

[0144] 在图 19A 所示的例子中,签名签入服务 1920 验证测试签名数据(例如,根据在此所述的技术或其他技术,将测试签名数据与参考签名数据进行比较)并且至少部分基于验证结果,获得认证信息(例如,用户 ID 和密码信息)。签名签入服务 1920 实现为允许待认证的用户使用将由设备 10 提供的用户输入(签名)的单一实例,而不是要求用户输入的多个实例(例如用户 ID 和密码)的“一遍”签入服务。

[0145] 图 19B 描述示例能提供给签名签入服务(例如,签入服务 1920)来认证用户的信息,以及如果用户认证成功则从签名签入服务返回的认证信息(例如,用户 ID 和密码)的表 1990。在图 19B 所示的例子中,笔/设备 ID、与待验证的测试签名关联的签名数据和服务 ID(例如,“Book+”)能从用户设备(例如输入设备 10)接收,并且用来相对于由服务 ID 识别的服务,认证用户设备的用户。

[0146] 再参考图 19A,签名签入服务 1920 能使用诸如设备 ID 和服务 ID 的信息来在数据库 1930 中查找与用户关联的一个或多个参考签名。然后,签名签入服务 1920 能使用手写验证处理来确定由输入设备 10 提供的签名数据是否与参考签名一致。只要通过签名签入服务 1920 认证了用户,服务 1920 将用户 ID 和密码传送到设备 10。然后,能使用用户 ID 和密码来完成登录过程。例如,设备 10 能将用户姓名(例如,电子邮件地址)和密码自动地填写在用户界面的适当字段中。

[0147] 实际上,允许通过签名签入服务(例如签名签入服务 1920)可靠地认证用户的任何信息采集能用于用户认证。可以用来查找数据库(例如数据库 1930)中的特定用户的特定信息能取决于诸如传送到签名签入服务的信息、数据库中存储的信息和设计数据库的方式的因素改变。

[0148] 为安全目的,可以加密(例如,使用对称(例如共享密钥)或不对称(例如公钥)加密)与手写验证和相关用户认证过程有关的信息(例如,手写数据、设备标识符、服务标识符、认证信息等等)。在对基本信息进行进一步处理前,可以解密加密的信息。例如,在将测试签名数据与参考签名数据进行比较前,可以解密加密的测试签名数据。

[0149] 除非在具体例子的上下文中具体说明,否则所述的技术和工具可以由任何适当的计算设备,包括但不限于膝上型计算机、台式计算机、智能电话、平板电脑等等实现。例如,尽管在此所述的一些例子中生成手写数据可以要求特定硬件特征,诸如电子笔,但可以将由电子笔生成的原始数据传送到适当配置的通用计算设备,包括但不限于膝上型计算机、台式计算机、智能电话、平板电脑等等并由其处理。

[0150] 在此所述的一些功能性可以在客户端-服务器关系的环境中实现。在该环境中,

服务器设备可以包括被配置成提供在此所述的信息和 / 或服务的适当计算设备。服务器设备可以包括任何适当的计算设备, 诸如专用服务器设备。由服务器设备提供的服务器功能性在一些情况下, 可以由在不是专用服务器设备的计算设备上执行的软件 (例如可视化计算实例或应用对象) 实现。术语“客户端”能用来指获得由服务器在通信链路上提供的信息和 / 或接入服务的计算设备。然而, 将特定设备指定为客户端设备不一定要求存在服务器。在不同时间, 取决于环境和配置, 单一设备可以充当服务器、客户端、或服务器和客户端两者。客户端和服务器的实际物理位置不一定重要, 但位置能对客户端描述为“本地”, 而对服务器描述为“远程”, 以便示例客户端正接收由远程位置的服务器提供的信息的通用情形。

[0151] 图 20 是示例根据本公开内容的实施例, 适合于使用的示例性计算设备 200 的方面的框图。下文的描述适用于服务器、个人计算机、移动电话、智能电话、平板电脑、嵌入式计算设备和根据本公开内容的实施例可以使用的其他当前可用或还未开发的设备。

[0152] 在其大部分基本配置中, 计算设备 200 包括由通信总线 2006 连接的至少一个处理器 2002 和系统存储器 2004。取决于设备的准确配置和类型, 系统存储器 2004 可以是易失或非易失存储器, 诸如只读存储器 (“ROM”)、随机存取存储器 (“RAM”)、EEPROM、闪存或其他存储技术。本领域的普通技术和其他人将意识到系统存储器 2004 通常存储直接由处理器 2002 可存取或当前在处理器 2002 上运行的数据和 / 或程序模块。关于这一点, 处理器 2002 可以通过支持指令的执行, 充当计算设备 2000 的计算中心。

[0153] 如图 20 进一步所示, 计算设备 2000 可以包括由用于与其他设备在网络上通信的一个或多个部件的网络接口 2010。本公开内容的实施例可以接入利用网络接口 2010 来使用通用网络协议执行通信的基本服务。网络接口 2010 也可以包括配置成经一个或多个无线通信协议, 诸如 WiFi、2G、3G、4G、LTE、WiMAX、蓝牙等等通信的无线网络接口。

[0154] 在图 20 所示的示例性实施例中, 计算设备 2000 还包括存储介质 2008。然而, 可以使用不包括用于将数据存留到本地存储介质的设备的计算设备接入服务。因此, 图 20 中所述的存储介质 2008 是可选的。在任何情况下, 存储介质 2008 可以是易失或非易失的、可移除或不可移除的, 使用能存储信息的任何技术实现, 诸如但不限于硬盘驱动器、固态驱动器、CD-ROM、DVD 或其他盘存储、磁带、磁盘存储等等。

[0155] 如在所使用的, 术语“计算机可读介质”包括以能存储信息, 诸如计算机可读指令、数据结构、程序模块或其他数据的任何方法或技术实现的易失和非易失以及可移除和不可移除介质。关于这一点, 图 20 中所述的系统存储器 2004 和存储介质 2008 是计算机可读介质的例子。

[0156] 为易于示例和因为对理解所要求的主题不重要, 图 20 未示出许多计算设备的一些典型部件。关于这一点, 计算设备 2000 可以包括输入设备, 诸如键盘、小键盘、鼠标、跟踪球、麦克风、视频摄像机、触控板、触摸屏、触笔等等。这些输入设备可以通过有线或无线连接, 包括 RF、红外、串行、并行、蓝牙、USB 或使用无线或物理连接的其他适当的连接协议, 耦接到计算设备 2000。

[0157] 在任何所述例子中, 数据能由输入设备捕捉并且被传送和存储, 以便未来处理。处理可以包括编码数据流, 其随后能被解码, 以便由输出设备呈现。媒体数据能由多媒体输入设备捕捉并且通过将媒体数据流保存为计算机可读存储介质 (例如客户设备、服务器、

管理员设备或一些其他设备上的内存或永久存储中)上的文件。输入设备能与计算设备 200(例如客户设备)分开并且可通信地耦接到计算设备 2000,或能是计算设备 2000 的一体化部件。在一些实施例中,许多输入设备能组合成单一、多功能输入设备(例如具有一体化的麦克风的视频摄像机)。目前已知或未来开发的任何适当的输入设备可以与在此所述的系统一起使用。

[0158] 计算设备 2000 还可以包括输出设备,诸如显示器、扬声器、打印机等等。输出设备可以包括视频输出设备,诸如显示器或触摸屏。输出设备还可以包括音频输出设备,诸如外部扬声器或耳机。输出设备能与计算设备 2000 分开并且可通信地耦接到该计算设备 2000,或能是计算设备 2000 的一体化部件。在一些实施例中,可以将多个输出设备组合成单一设备(例如具有内置扬声器的显示器)。目前已知或未来开发的任何适当输出设备可以与所述的系统一起使用。

[0159] 通常,可以用嵌入以编程语言,诸如 C、C++、COBOL、JAVA™、PHP、Perl、HTML、CSS、JavaScript、VBScript、ASPX、Microsoft.NET™ 语言,诸如 C# 等等编写的硬件或软件指令中的计算逻辑,实现在此所述的计算设备的功能性。计算逻辑能编译成可执行程序或以解释编程语言编写。通常,在此所述的功能性能实现为能被复制来提供更大处理能力、与其他模块合并或分成子模块的逻辑模块。计算逻辑能被存储在任意类型的计算机可读介质(例如非瞬时介质,诸如内存或存储介质)或计算机存储设备中,并且能存储在一个或多个通用或专用处理器上并且由其执行,由此产生配置成提供在此所述的功能性的专用计算设备。

#### [0160] 扩展和替代

[0161] 对在此所述的系统和设备的许多替代是可能的。例如,单个模块或子系统能分成另外的模块或子系统或组合成更少模块或子系统。作为另一例子,模块或子系统能被省略或由其他模块或子系统补充。作为另一例子,被指示为由特定设备、模块或子系统执行的功能可以由一个或多个其他设备、模块或子系统代替执行。尽管本公开内容中的一些例子包括由特定配置中的专用硬件部件组成的设备的描述,但在此所述的技术和工具能被修改成适应不同硬件部件、组合或配置。此外,尽管本公开内容中所述的一些例子包括专用情形的描述,但在此所述的技术和工具能被修改成适应不同使用情形。描述为以软件实现的功能性能代替地由硬件实现,或反之亦然。

[0162] 在此所述的技术的许多替代是可能的。例如,能将各个技术的处理级分成另外级或组合成更少级。作为另一例子,各种技术中的处理级能被省略或由其他技术或处理级补充。作为另一例子,描述为出现以特定顺序出现的处理级能代替地以不同顺序出现。作为另一例子,描述为以一系列步骤执行的处理级能代替地以并行的方式、通过同时处理一个或多个所示的处理级的多个模块或软件过程处理。作为另一例子,被指示为由特定设备或模块执行的处理级可以代替地由一个或多个其他设备或模块执行。

[0163] 在上述描述中,已经描述了本公开内容的原理、代表性实施例和操作模式。然而,打算保护的本公开内容的方面不应当解释为限定到所公开的具体实施例。此外,在此所述的实施例应当视为示例性而不是限制。将意识到能由其他人做出各种变化和改变,以及采用等效,而不背离本公开内容的精神。因此,明显能预期所有这些变化、改变和等效将落在所要求的主题的精神和范围内。

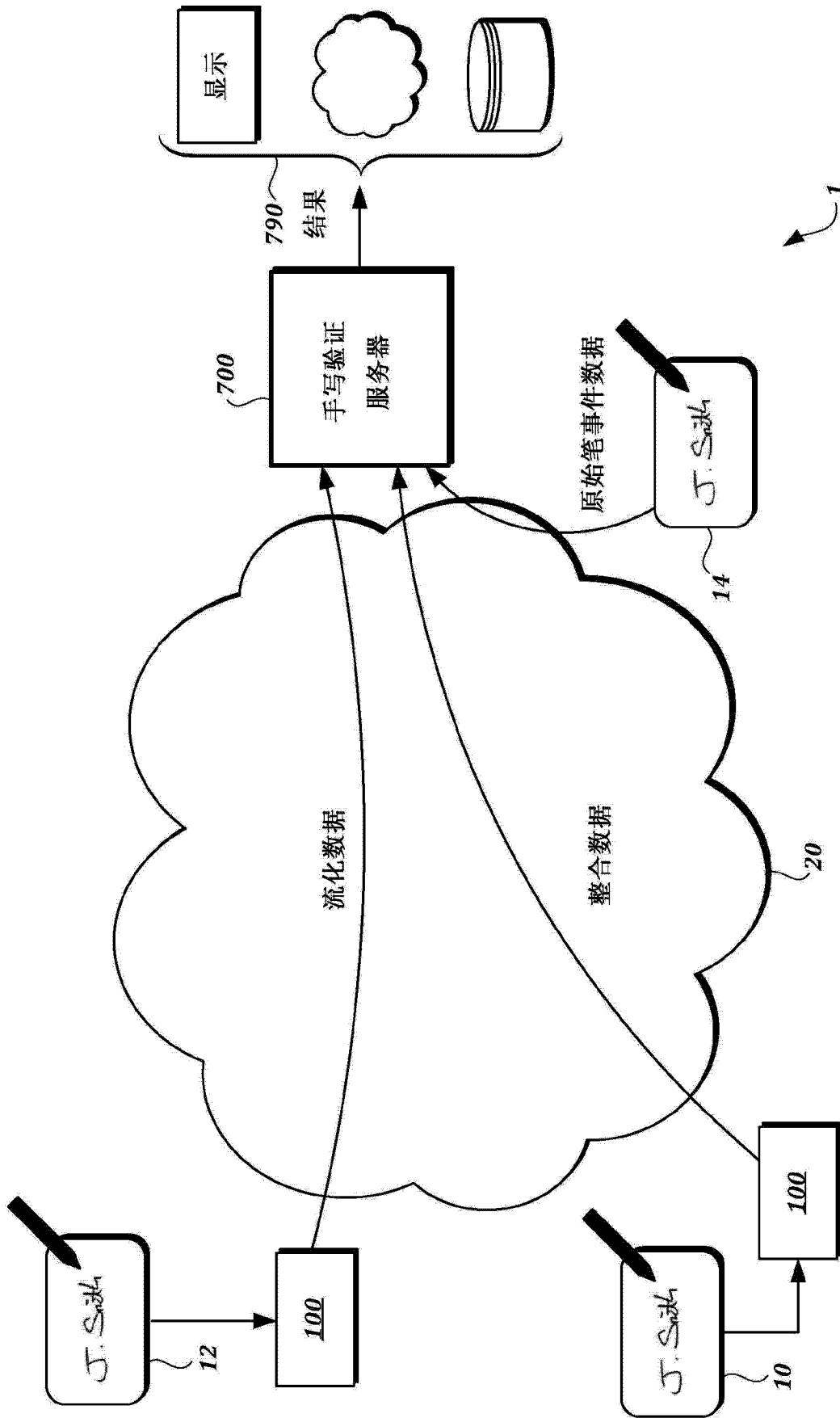


图 1A

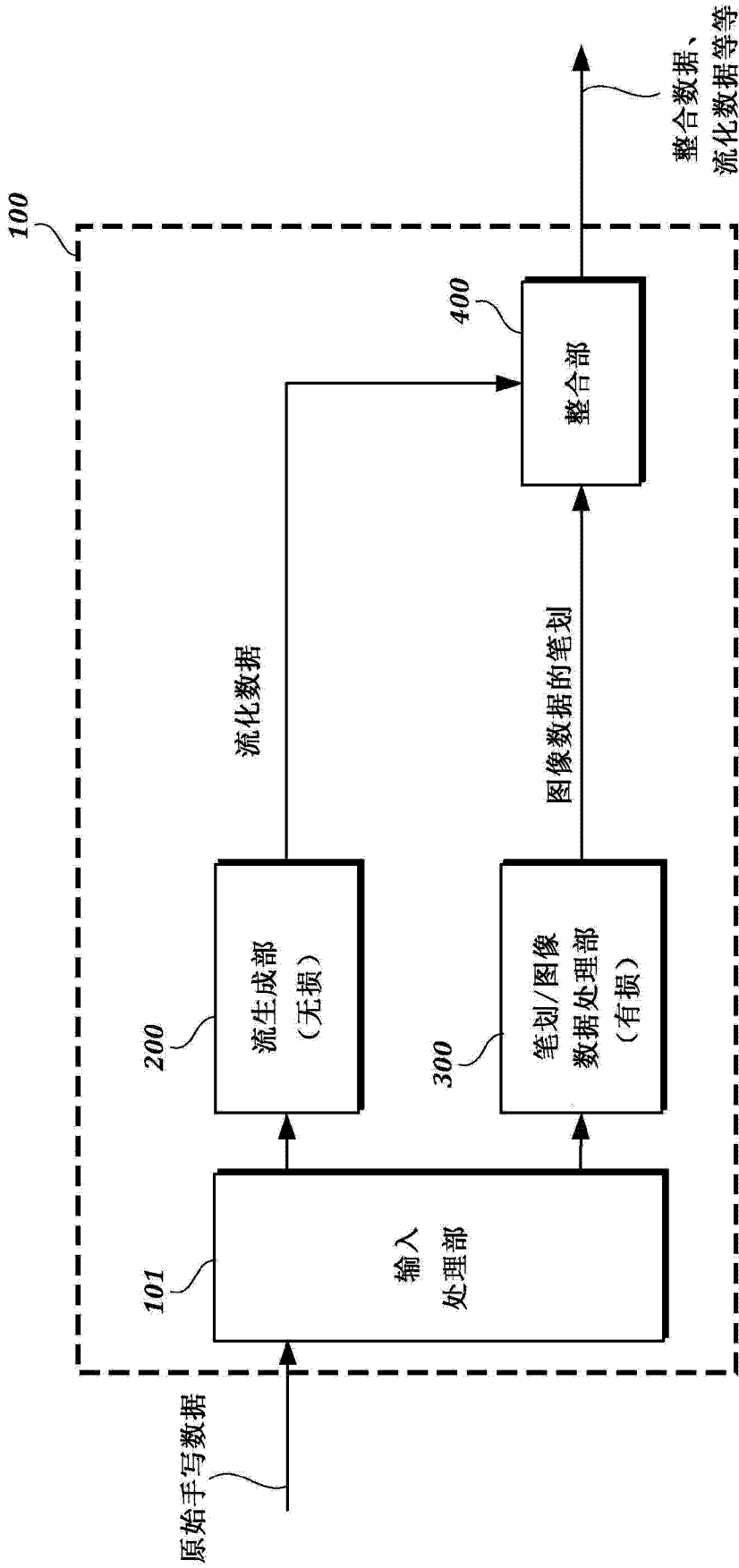


图 1B

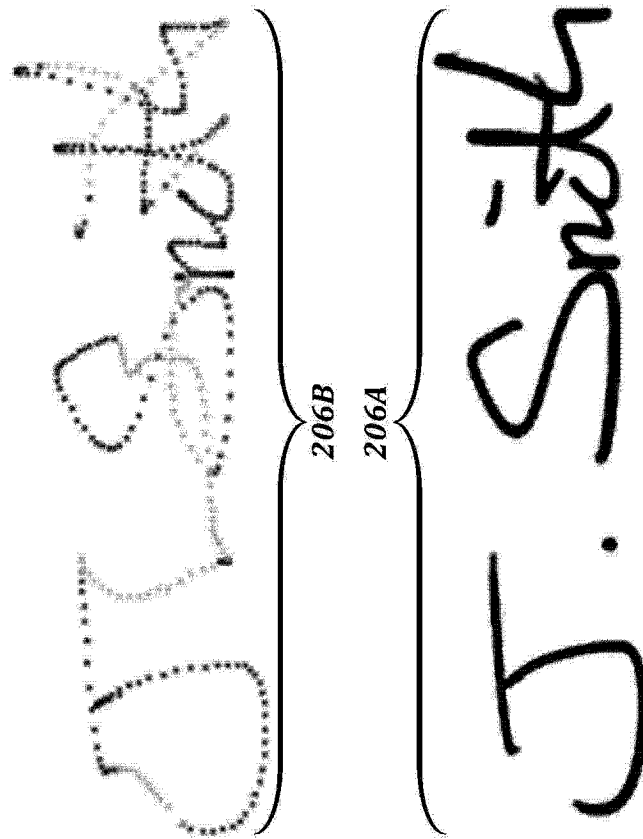


图 2A

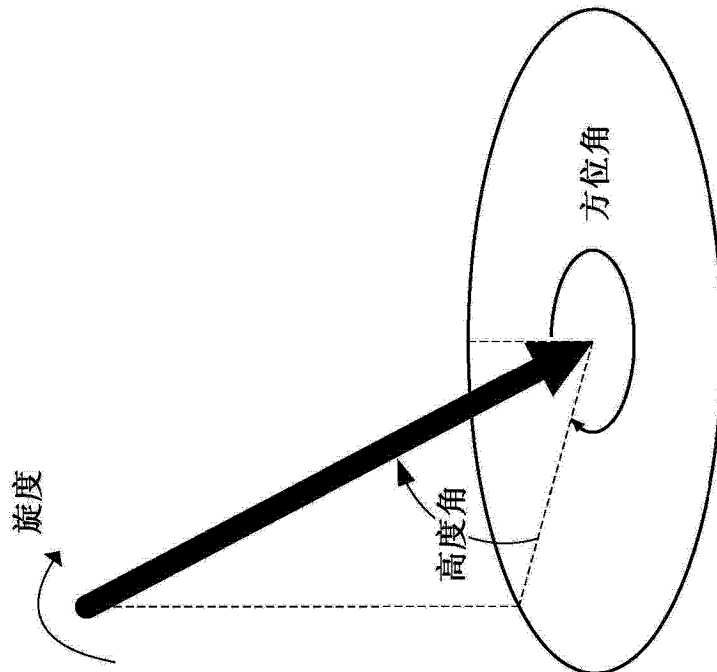


图 2B

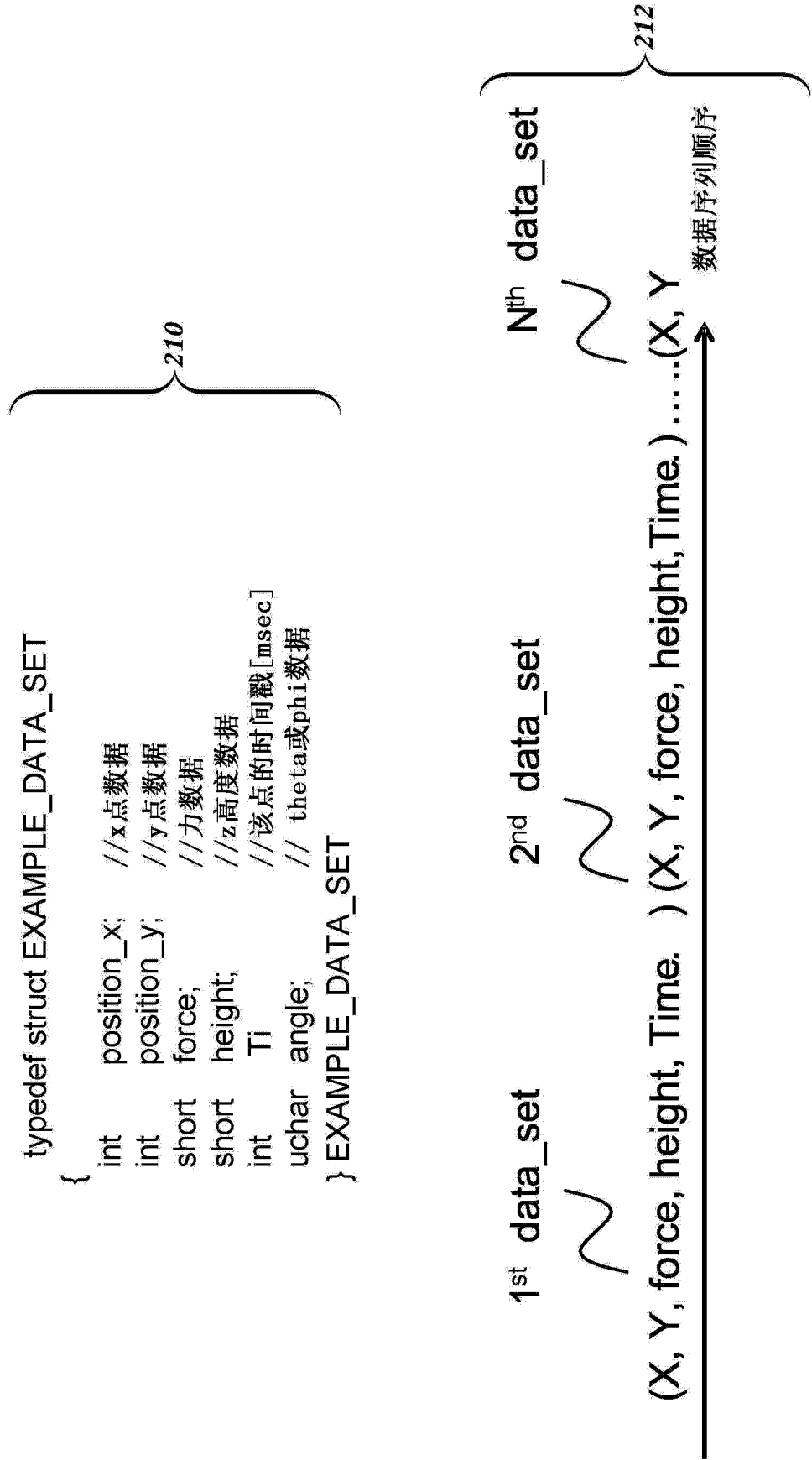


图 2C

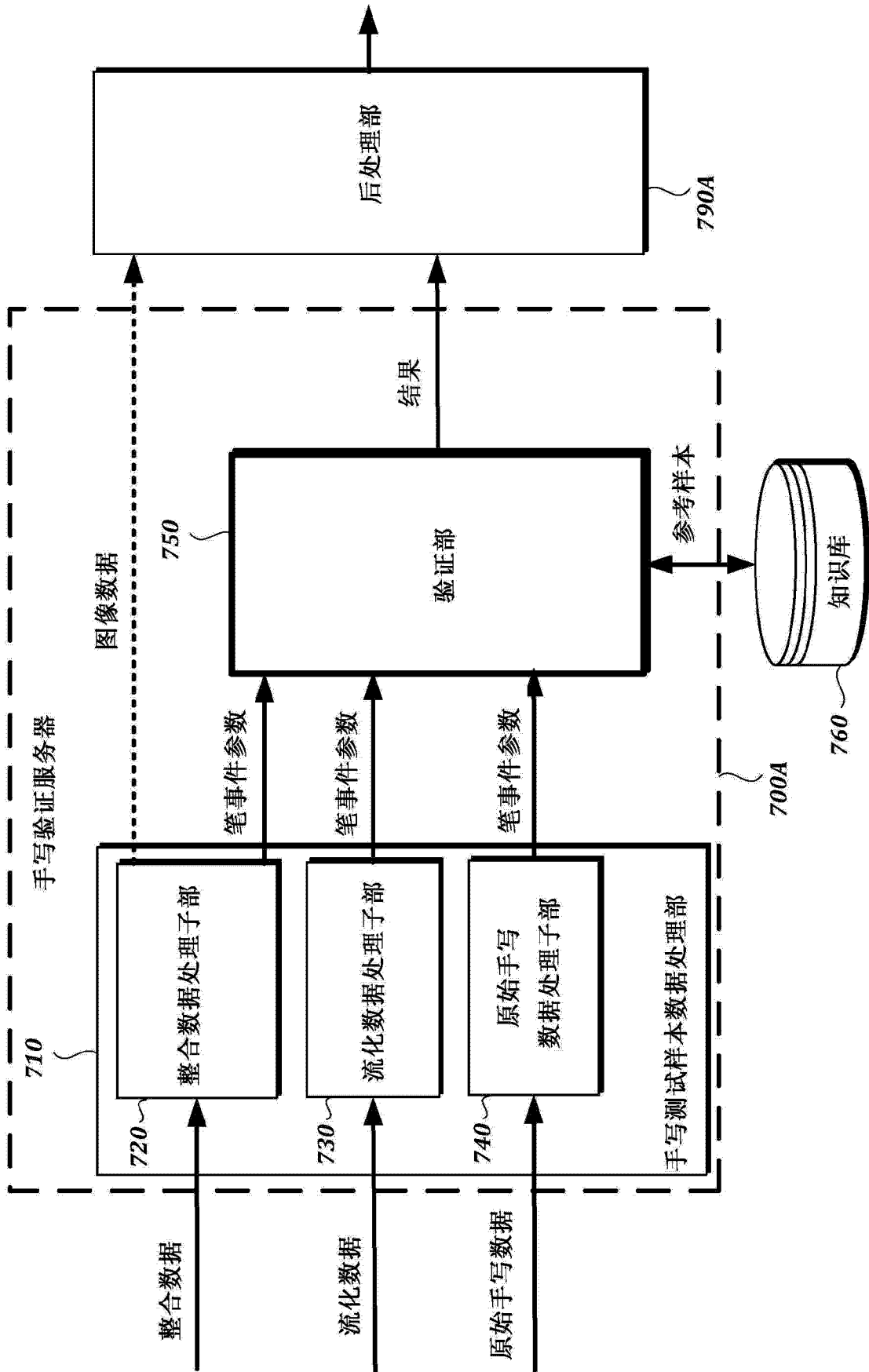


图 3



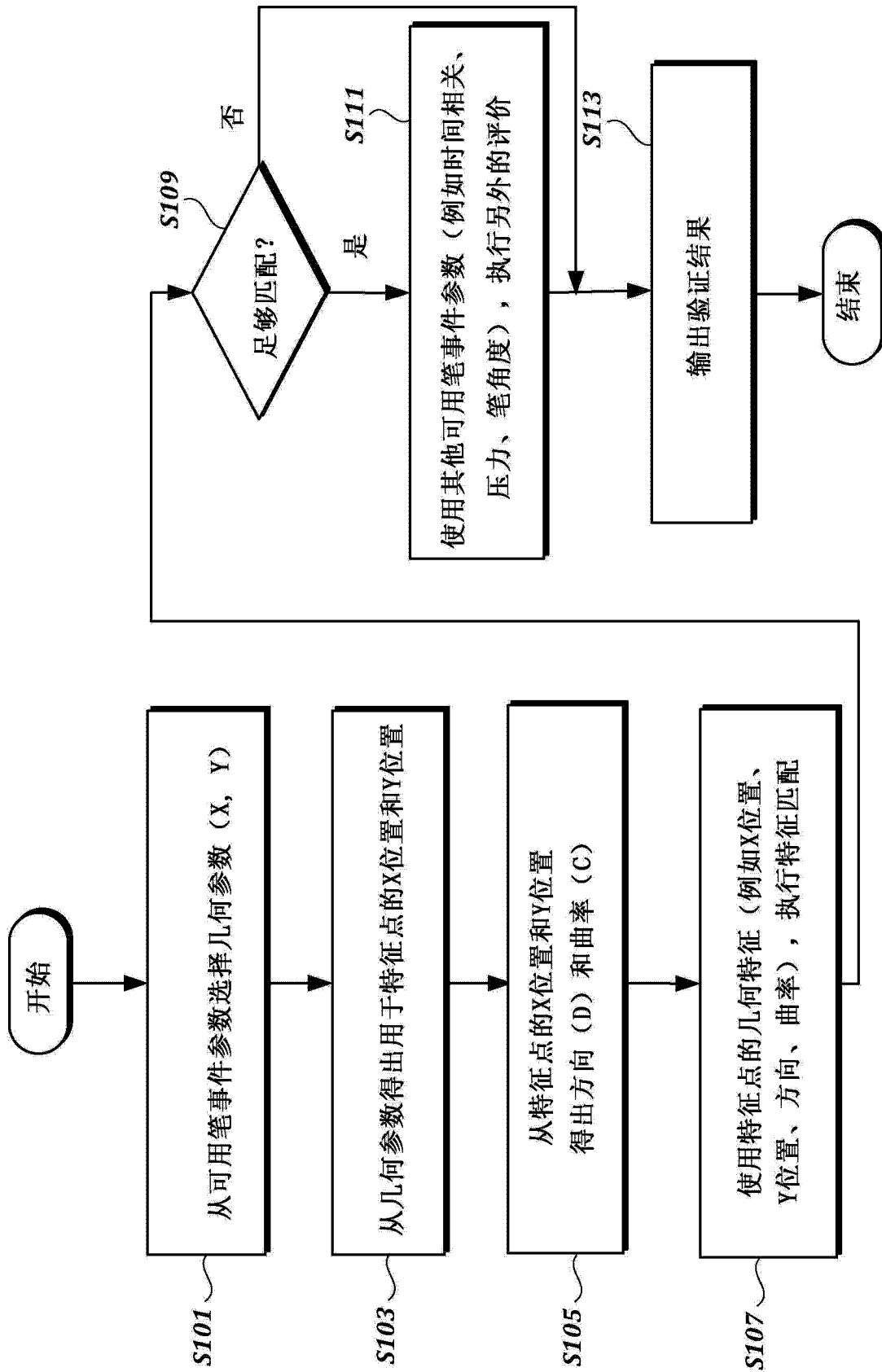


图 4

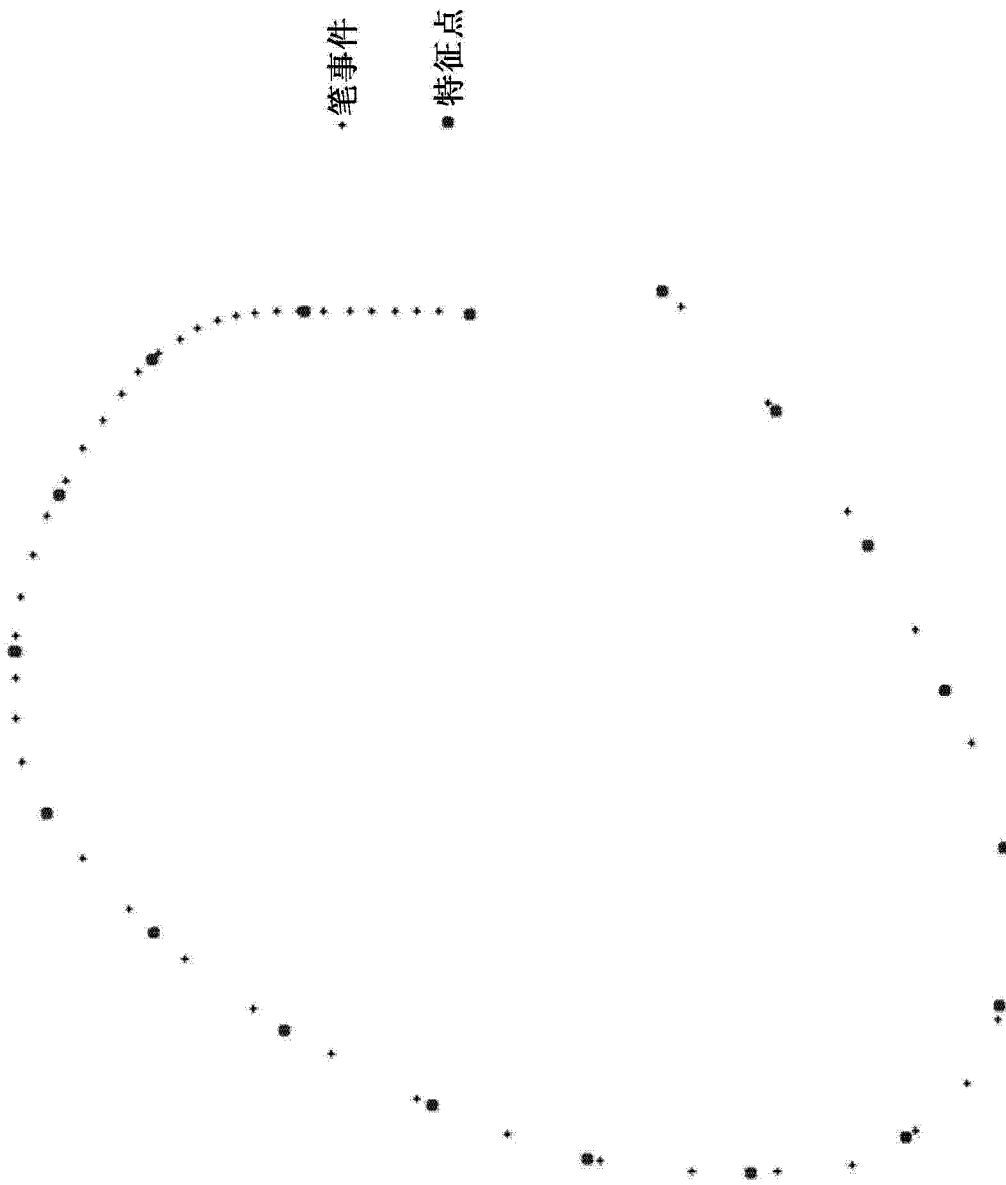


图 5

$$X = x/w$$
$$Y = y/h$$

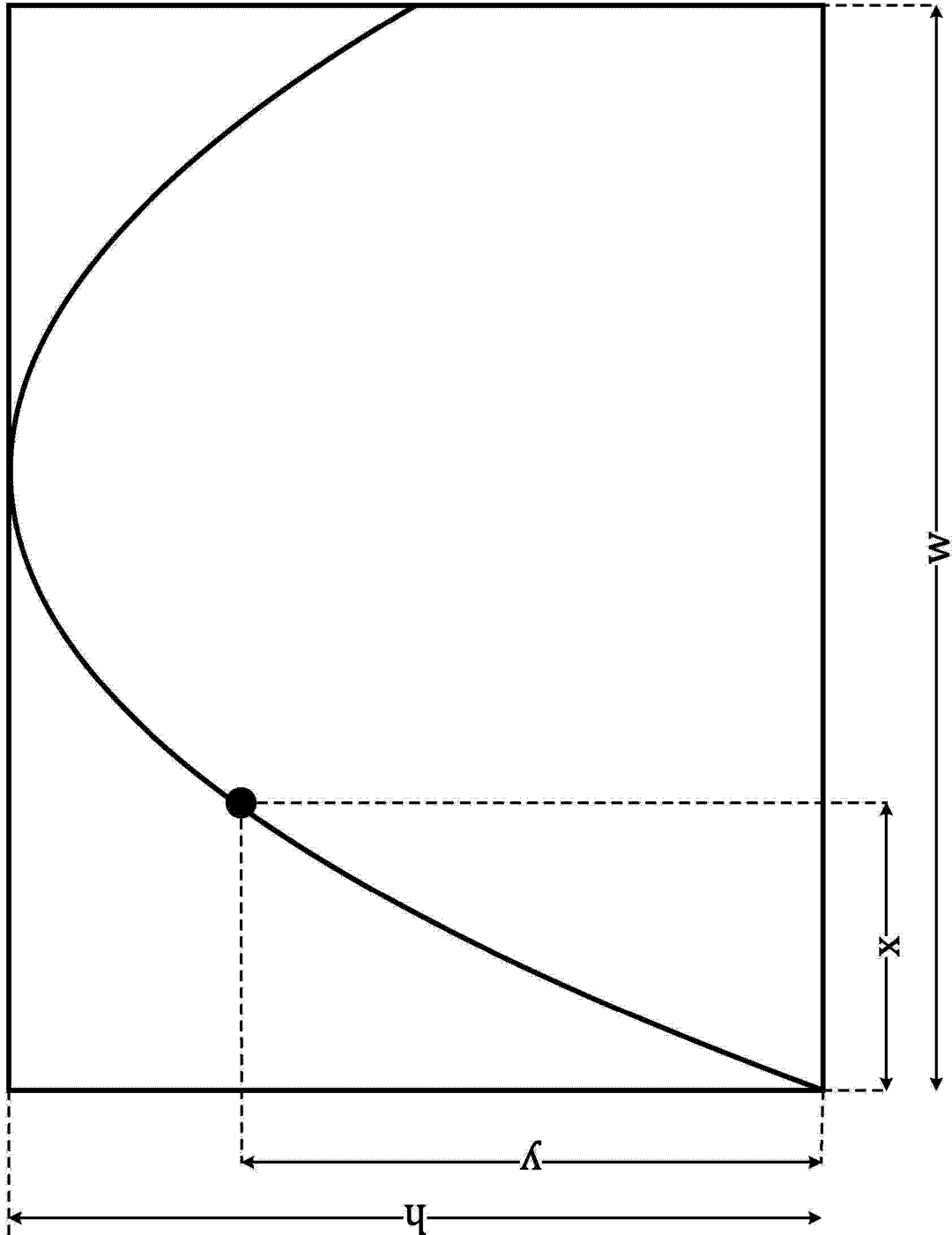


图 6

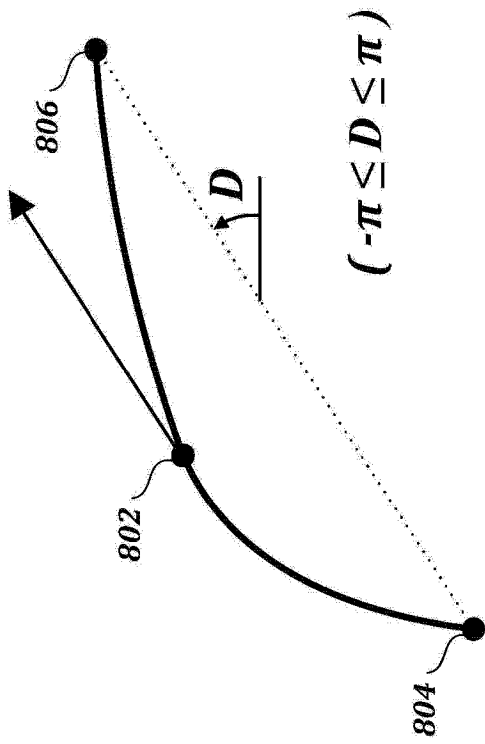


图 7A

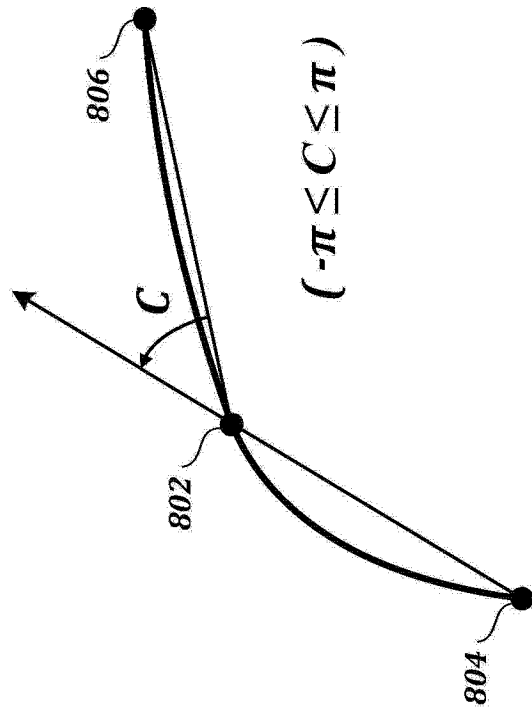


图 7B

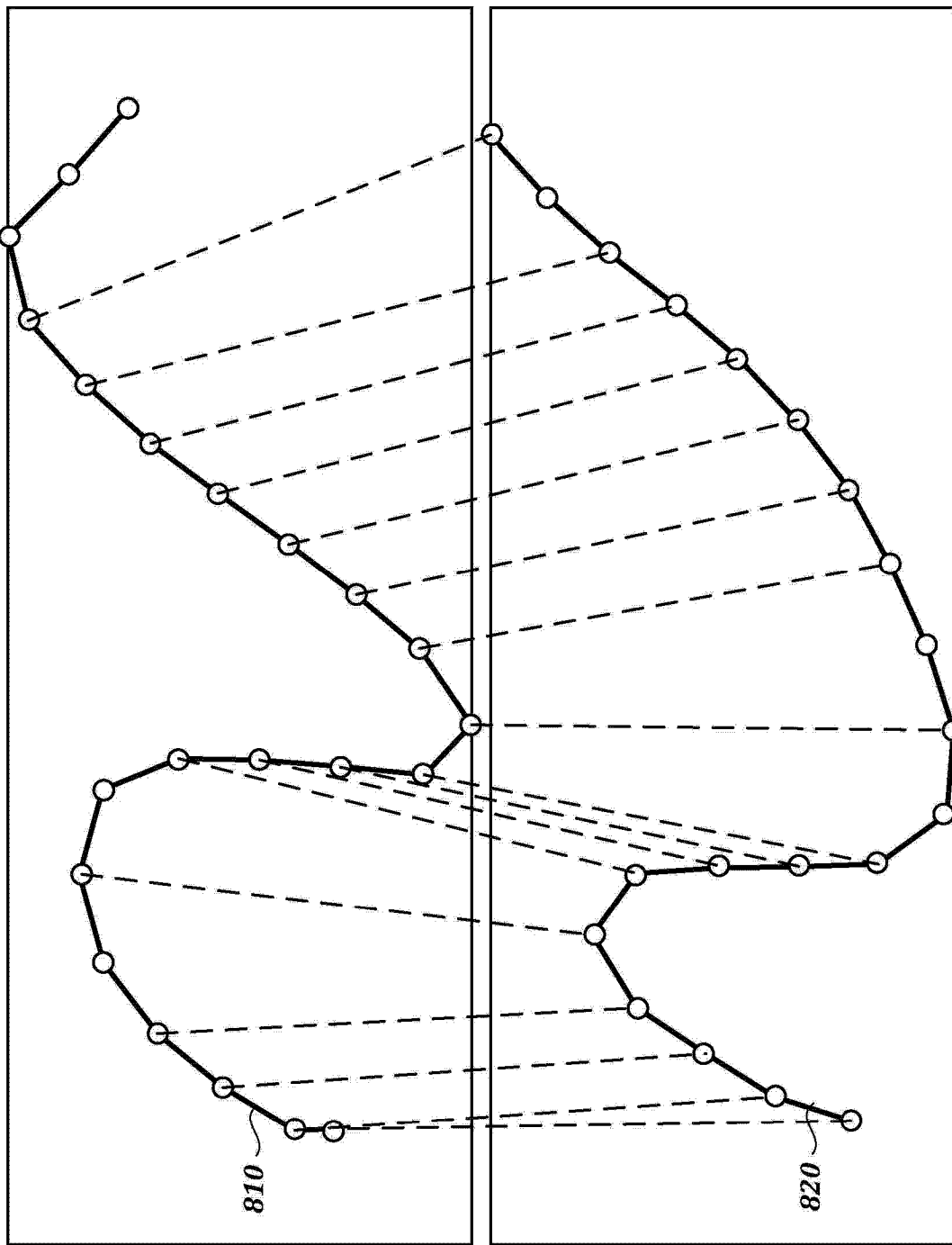


图 8

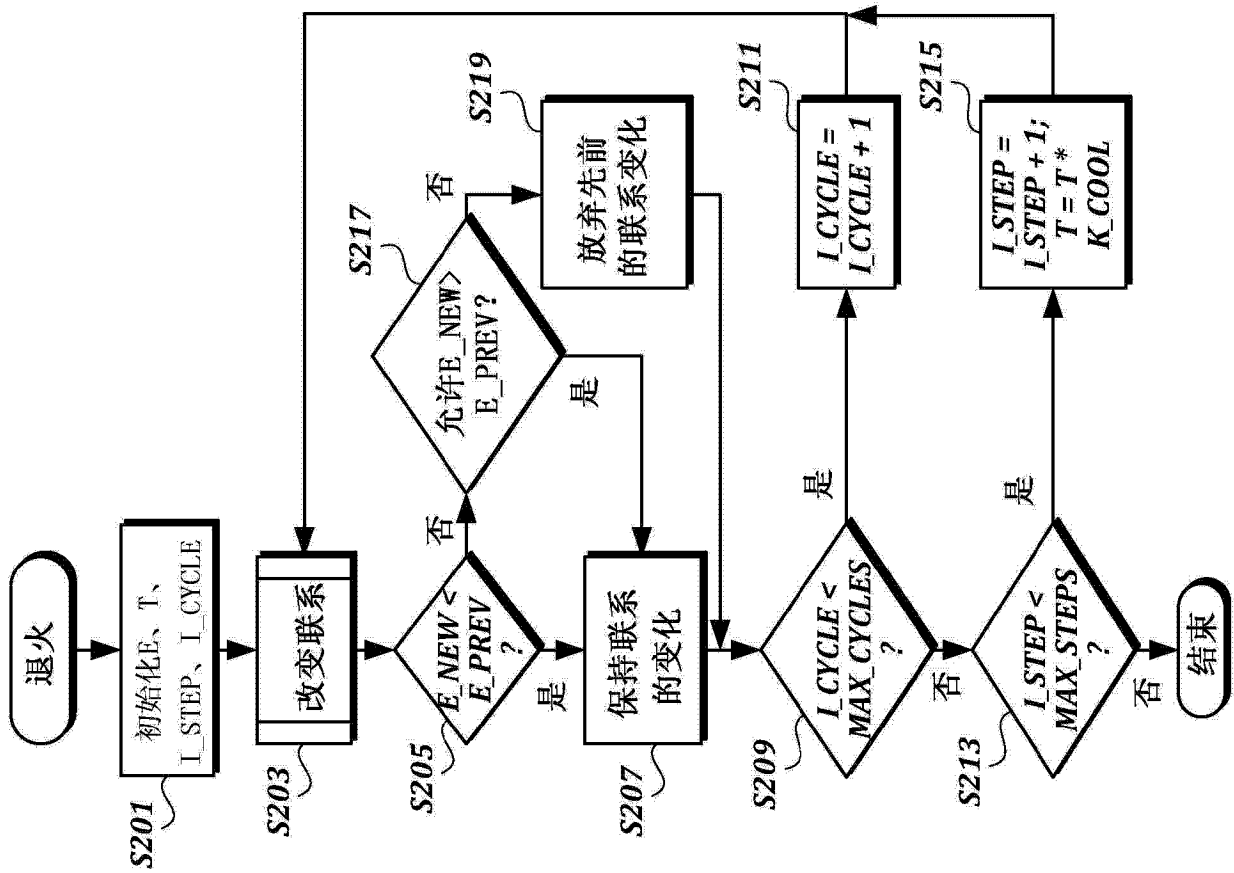


图 9A

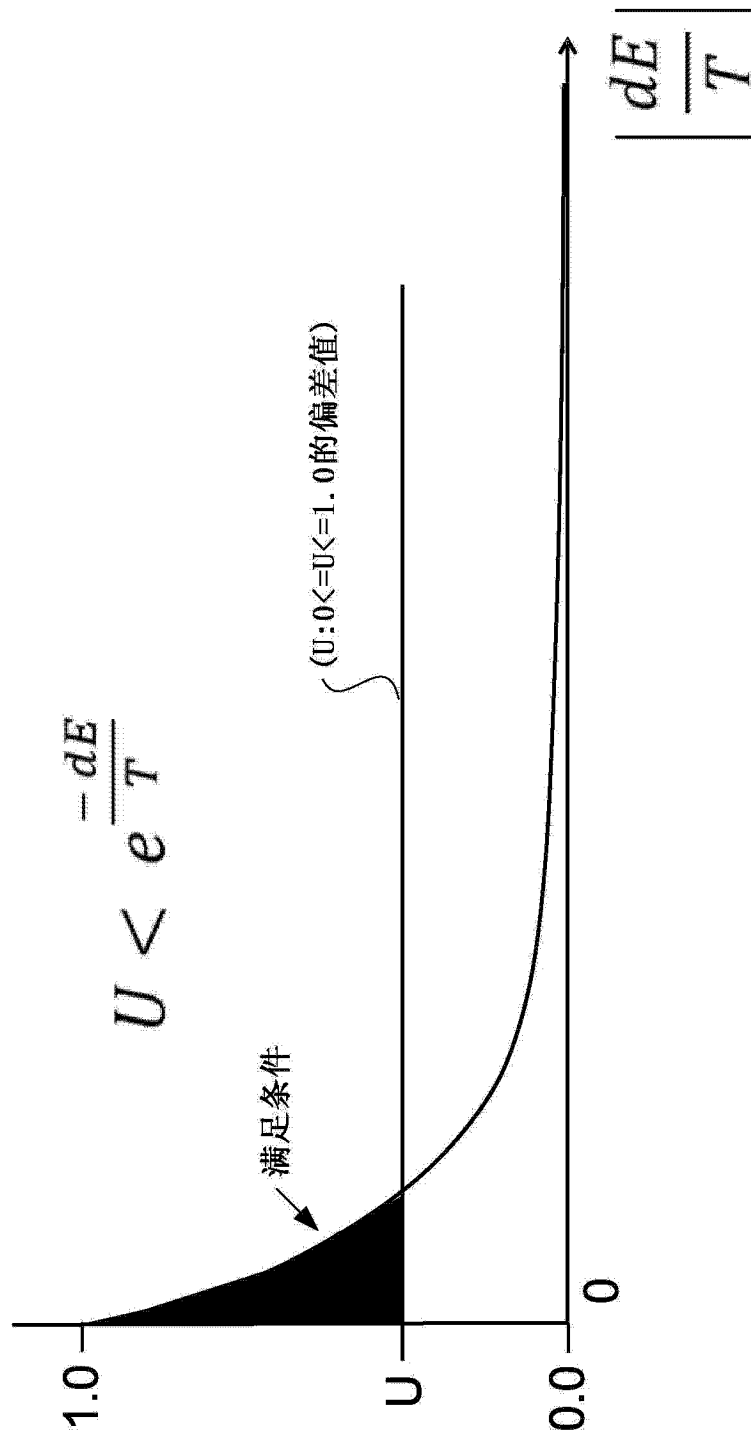


图 9B

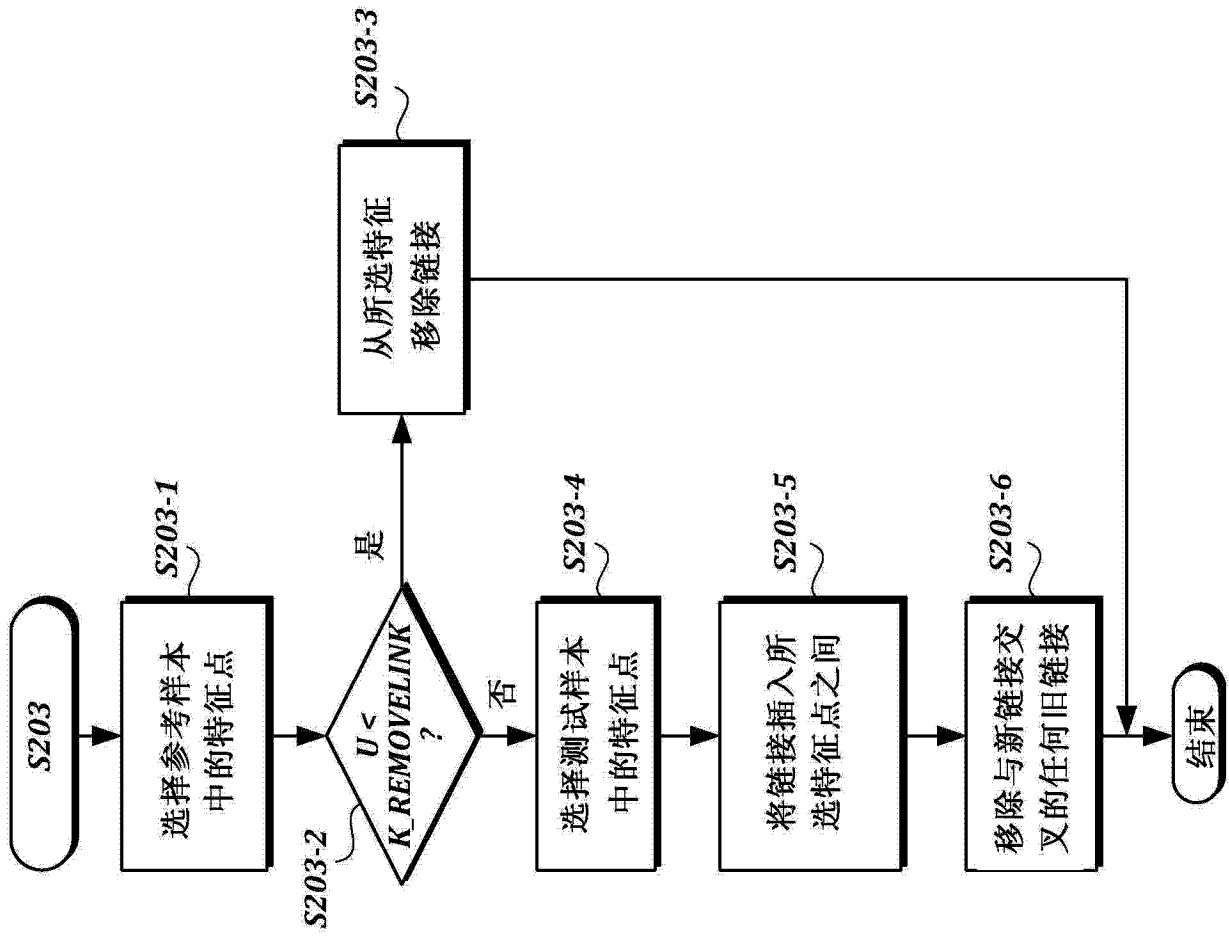


图 9C



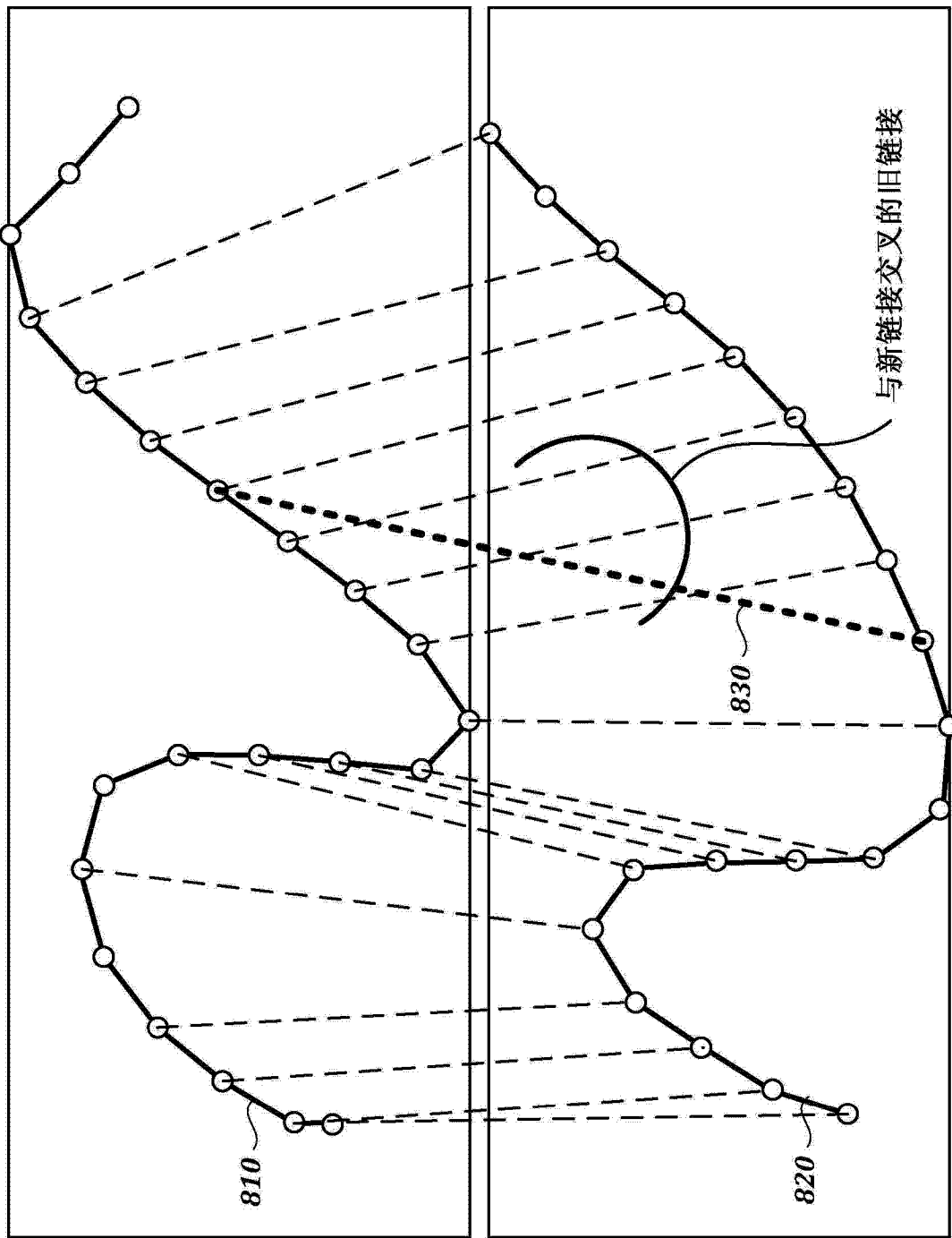


图 9D

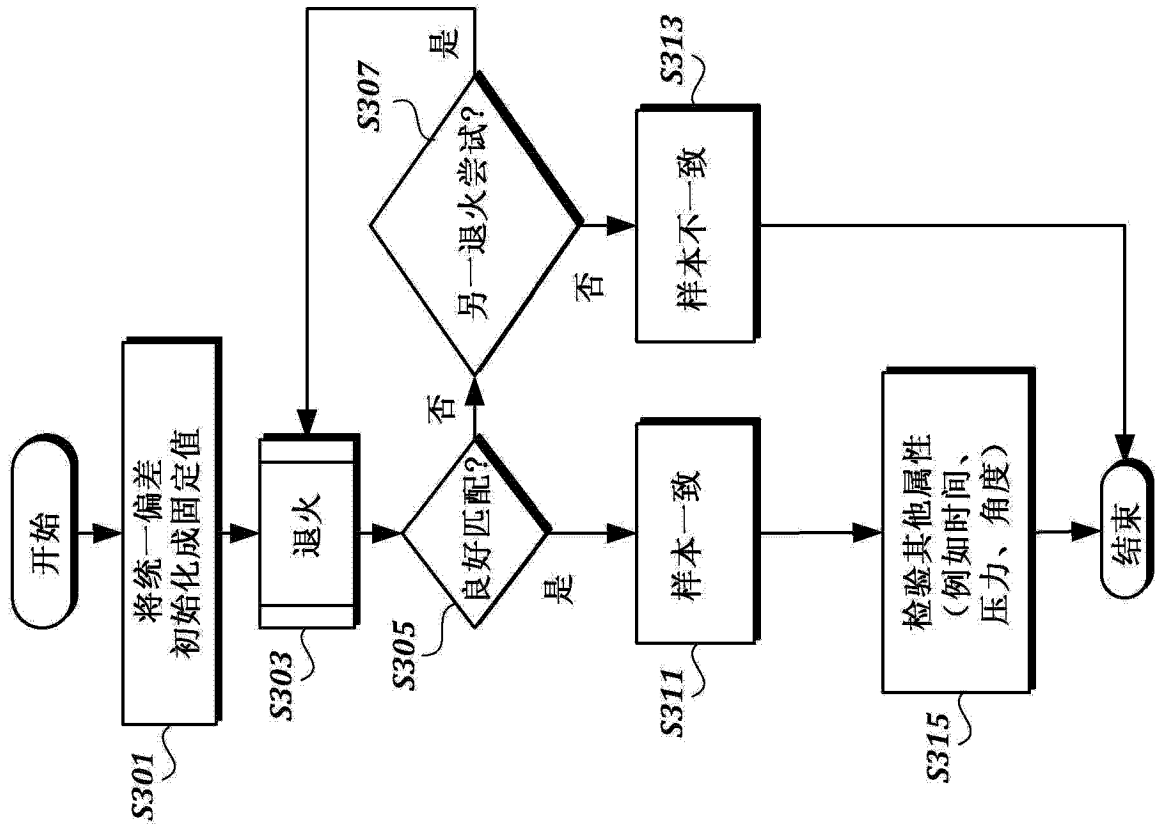


图 9E

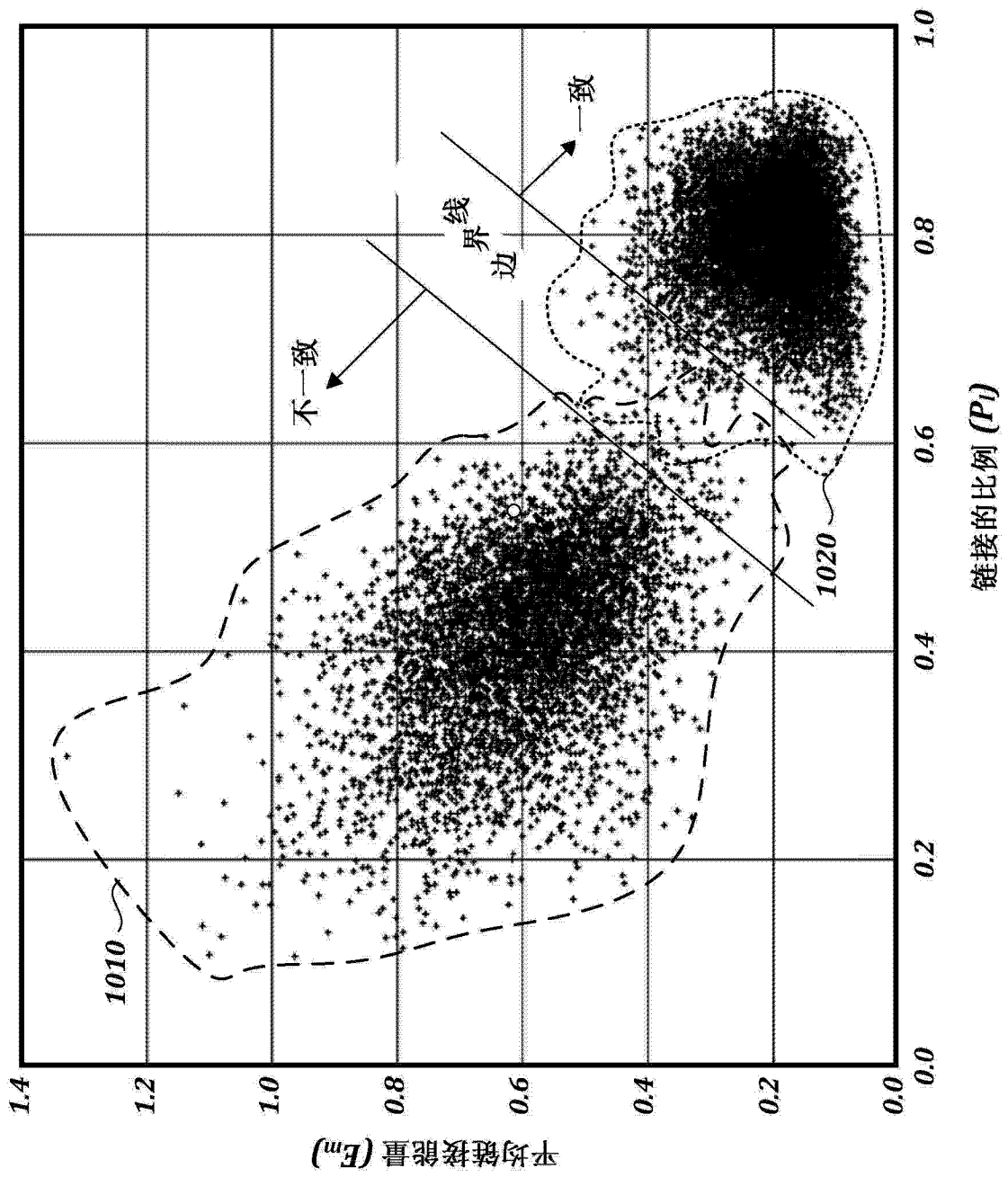


图 10

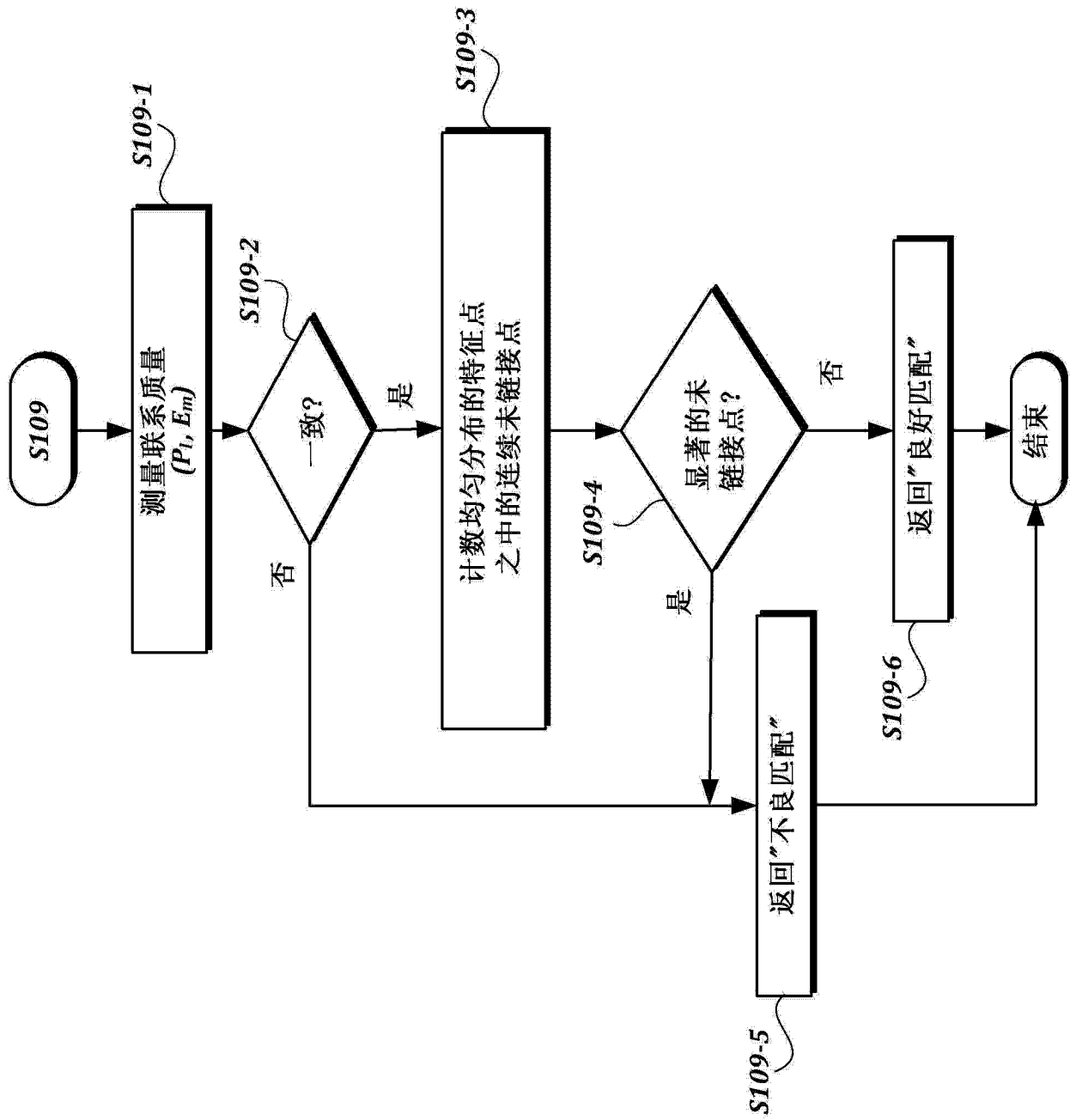


图 11

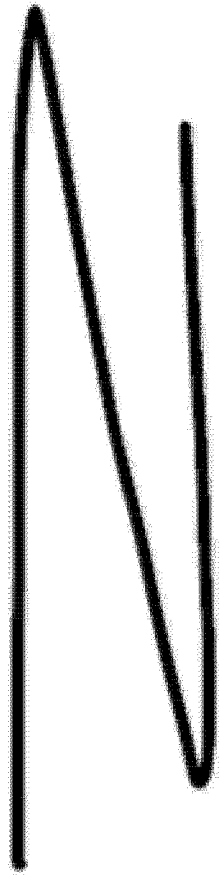


图 12A

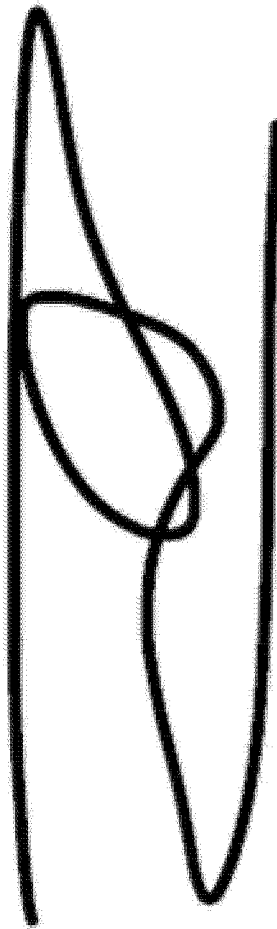


图 12B

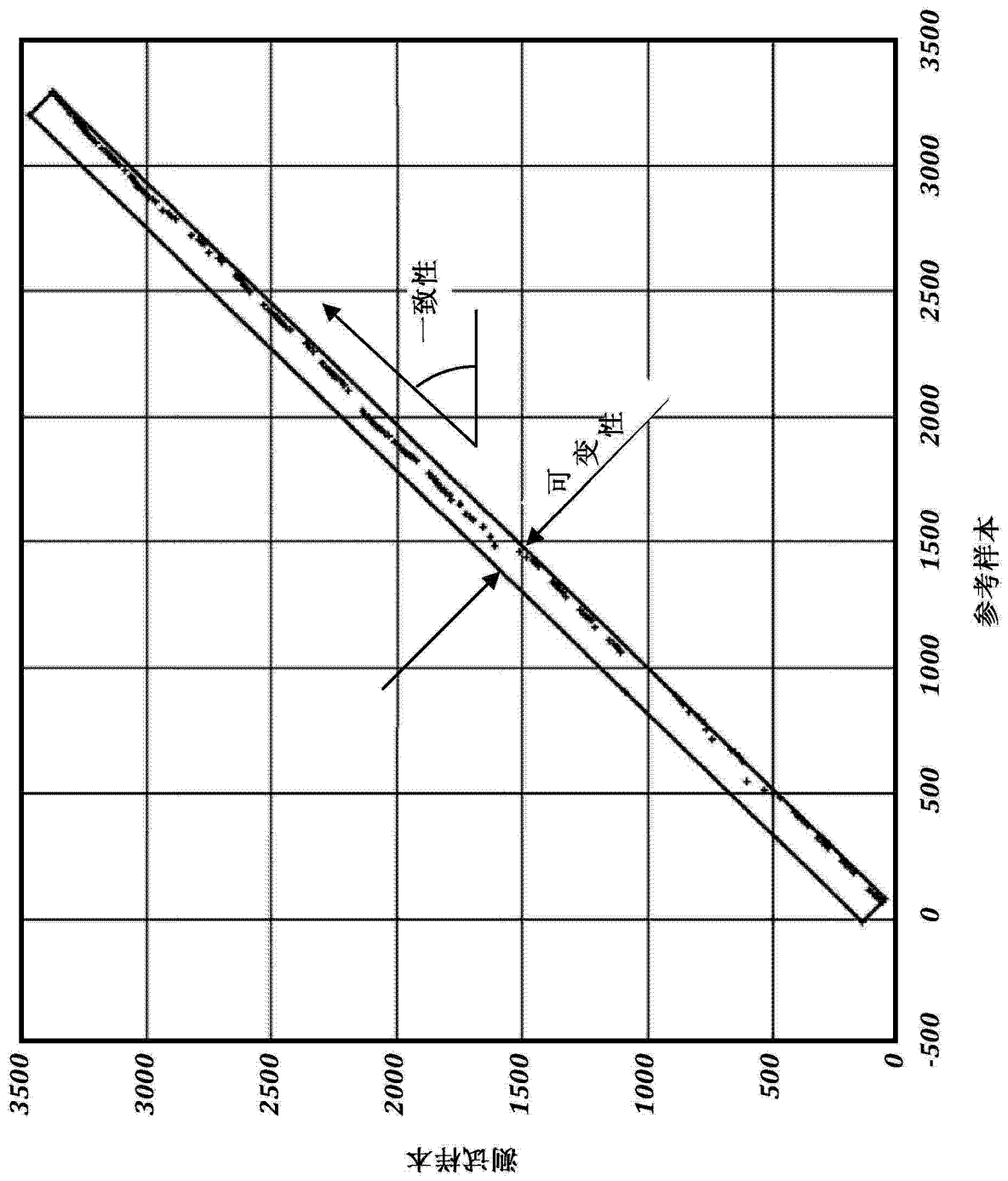
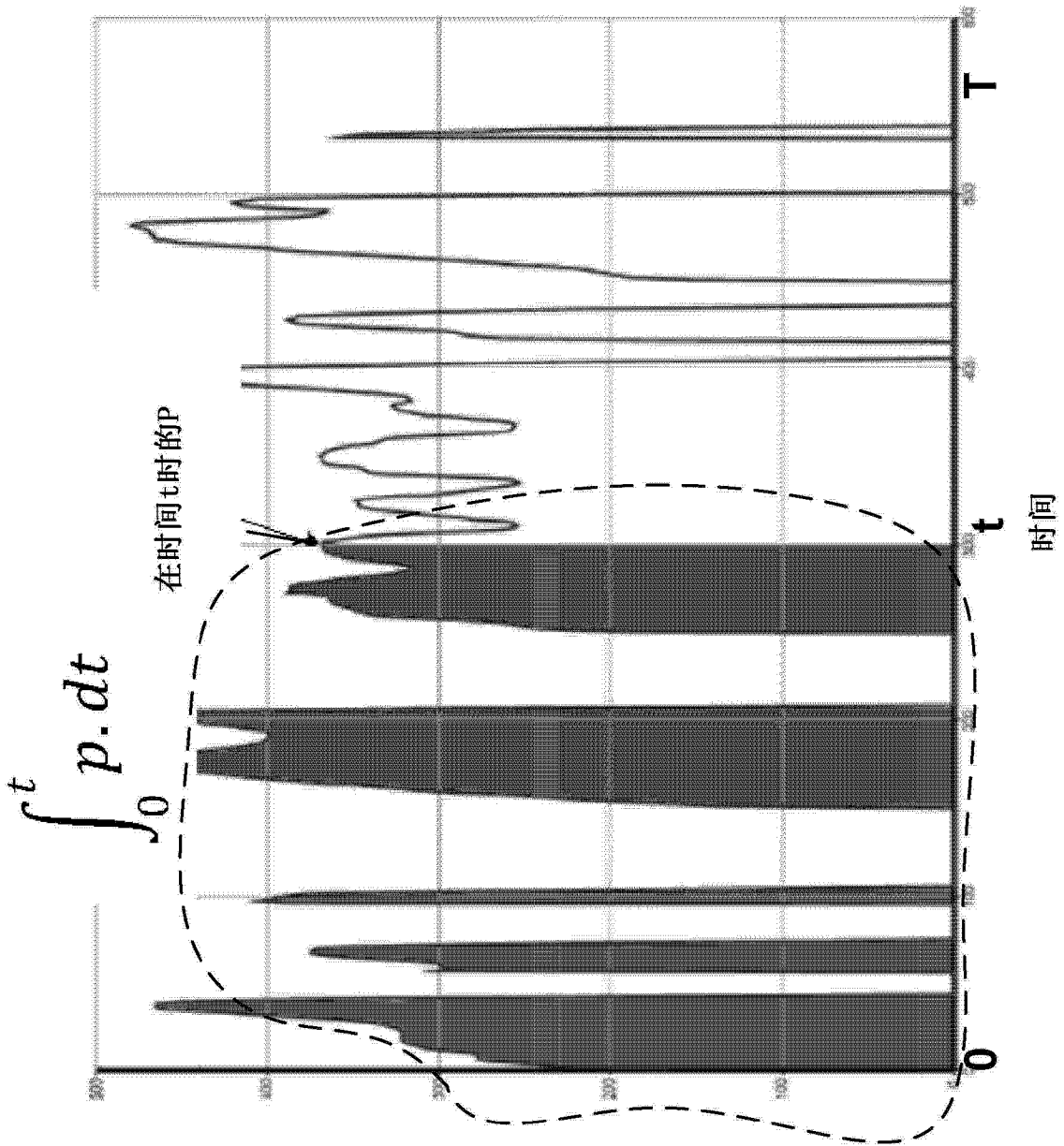


图 13A



(d) 笔压力值 (p)

图 13B

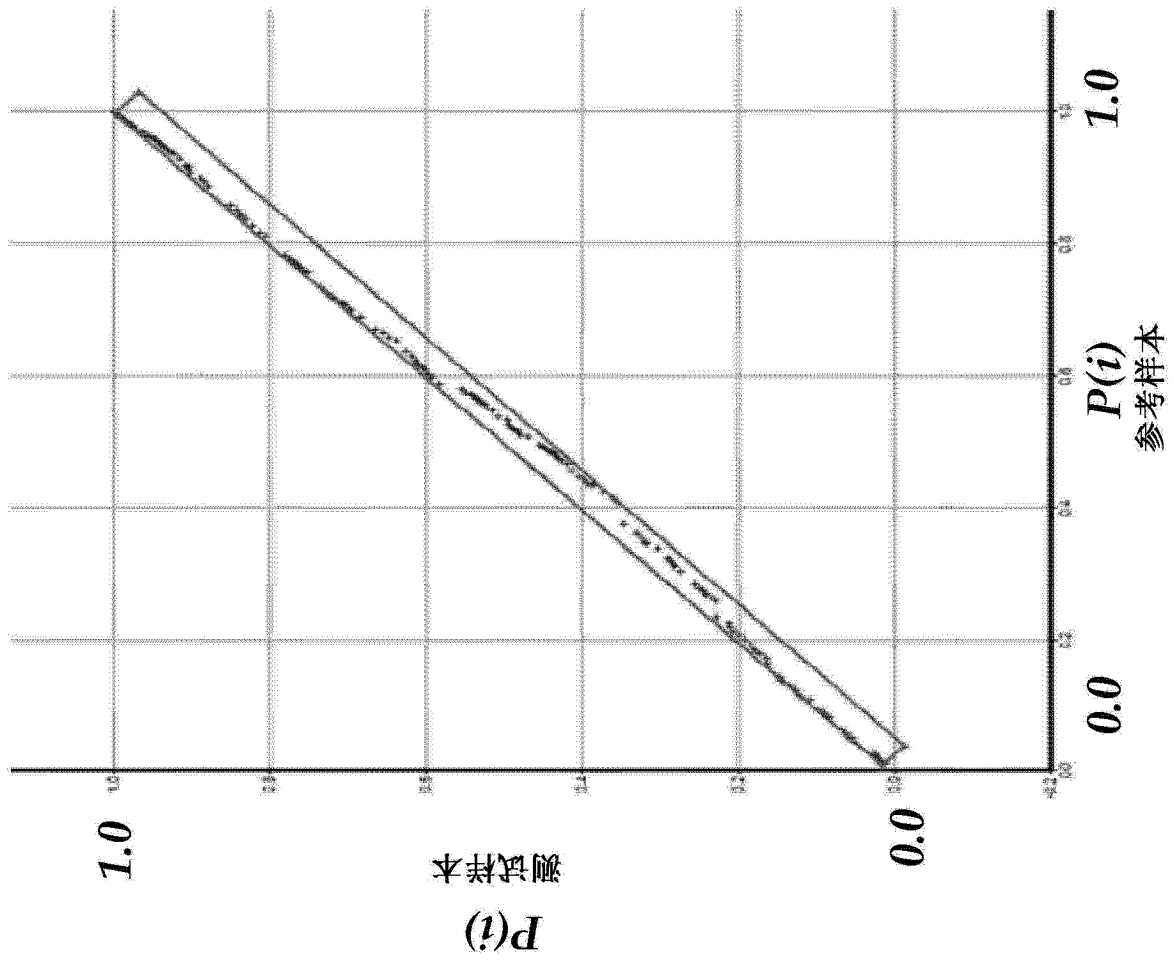


图 13C



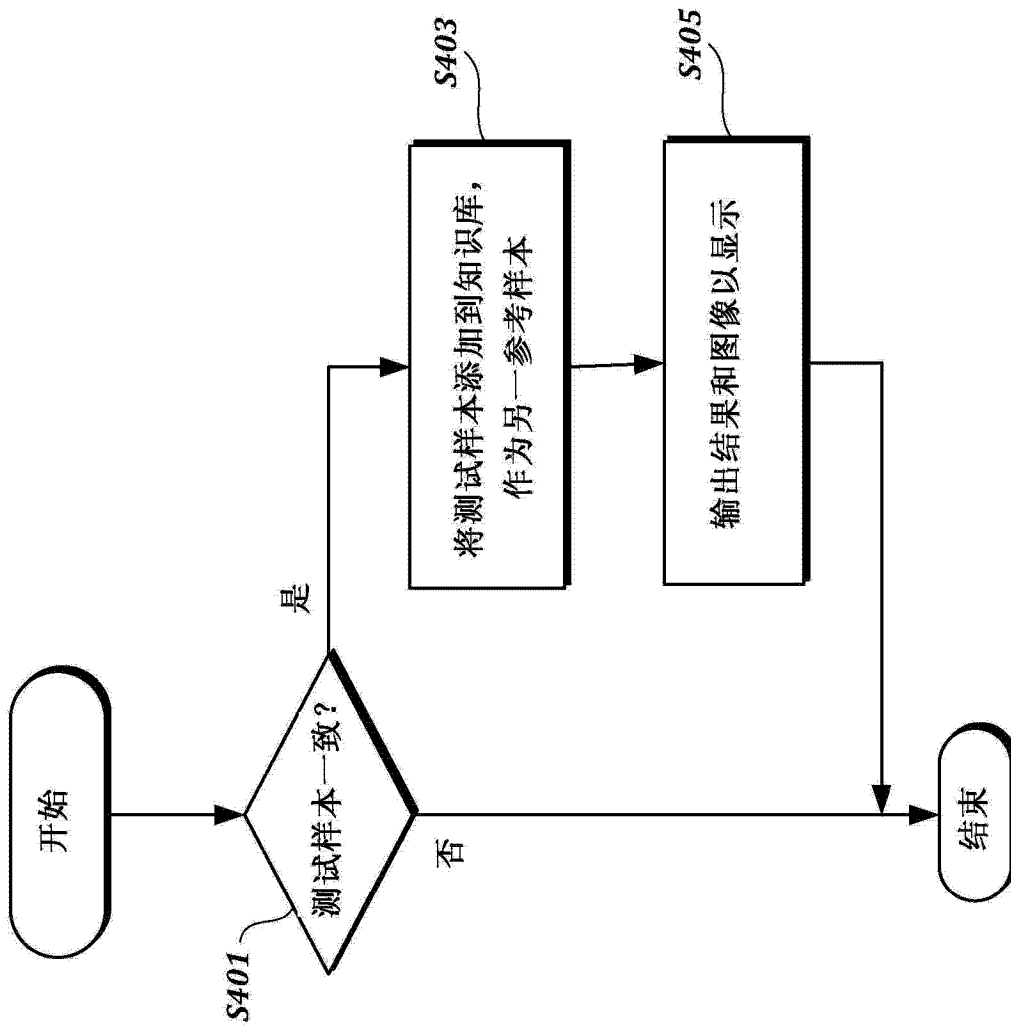


图 14

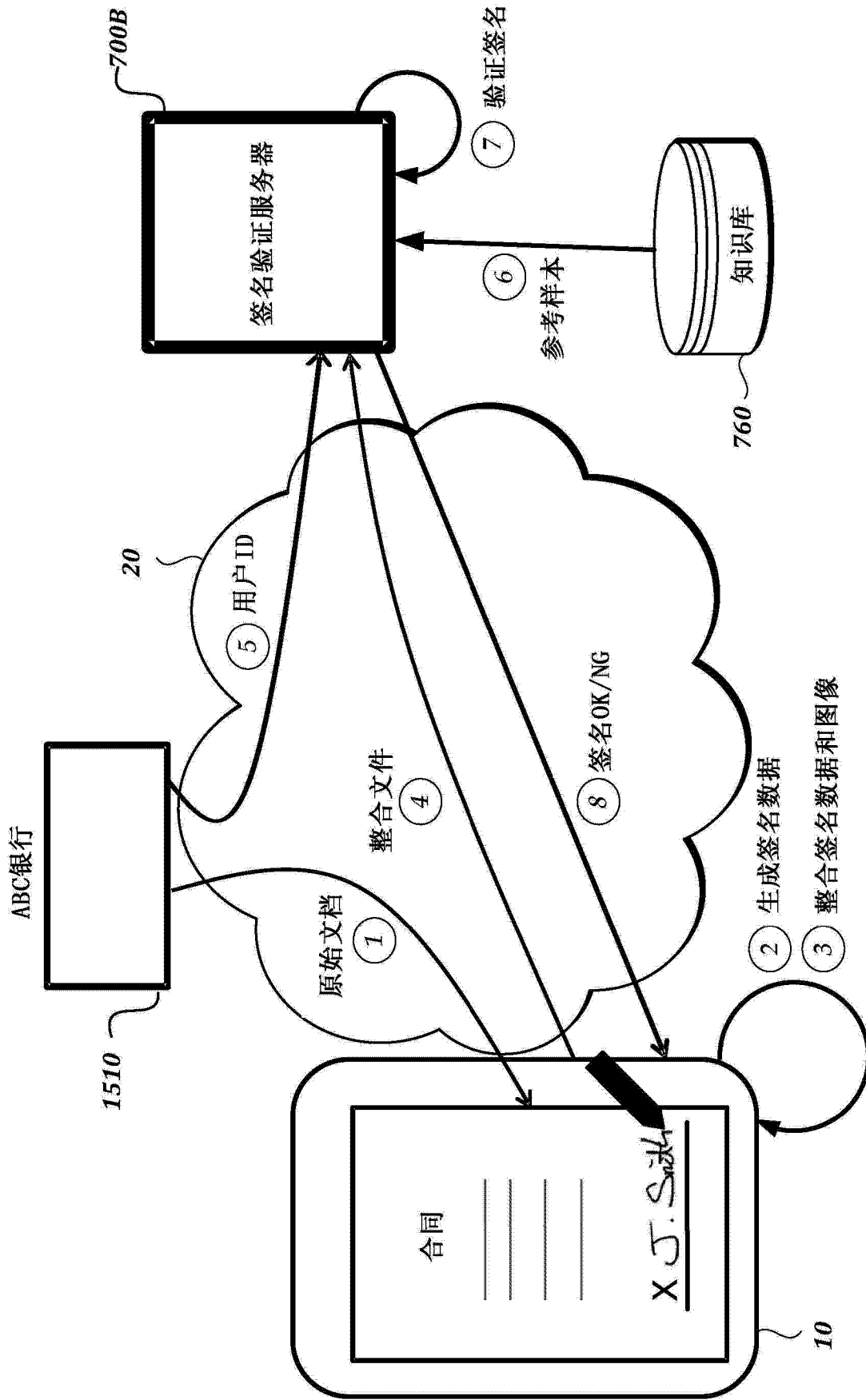


图 15

服务ID	用户ID	参考签名
ABC	#0	J. Smith
	#1	J. Smith
	...	W. Mayes
XYZ	#0	山田太郎
	...	山田太郎
	...	...

1690

图 16

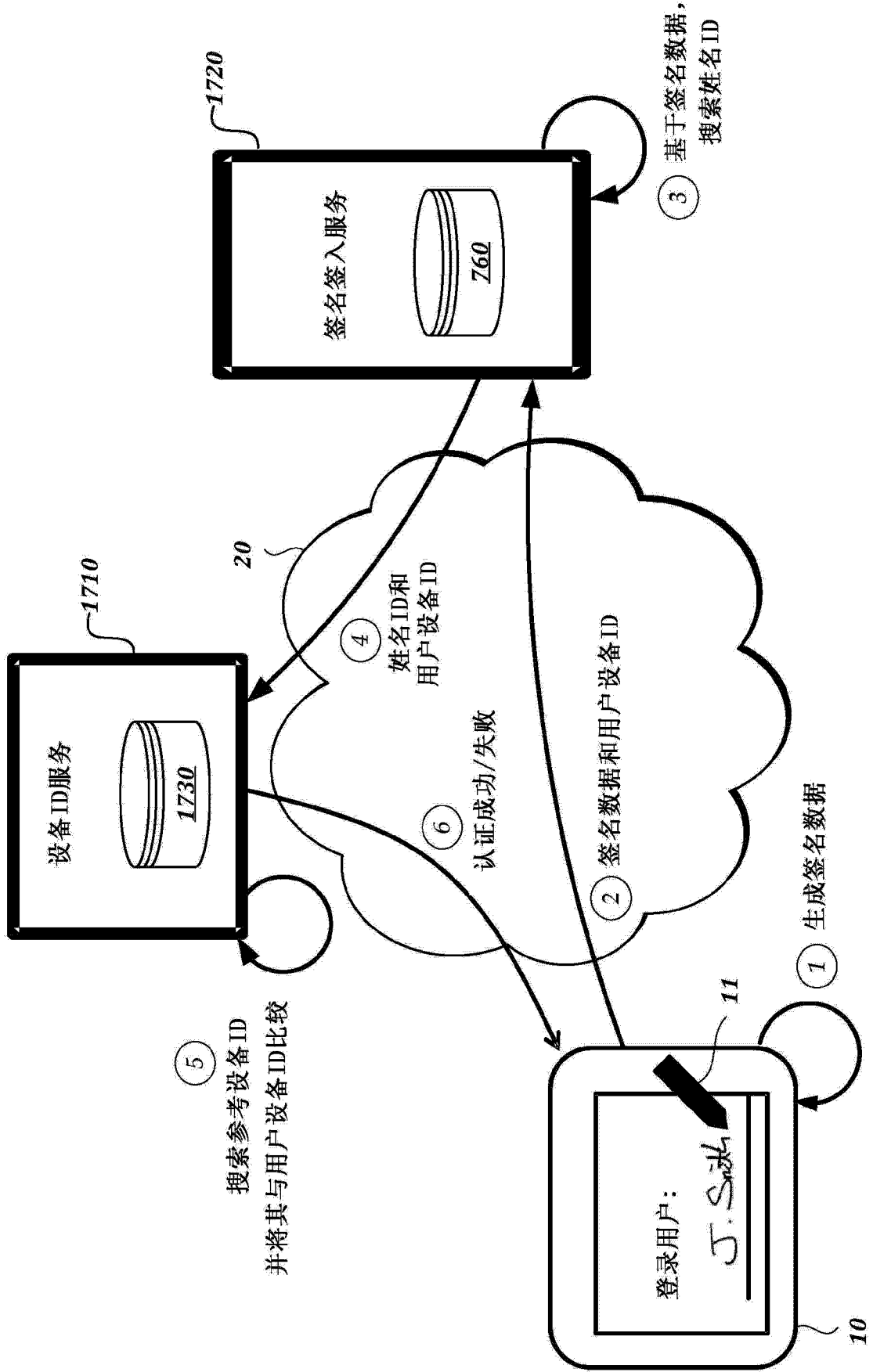


图 17

参考签名 (S)	姓名ID	
	本地ID	服务ID
J. Smith	#0	ABC
J. Smith	#1	ABC
<u>W. Mayes</u>	...	...
山田 太郎	#0	XYZ
山田 太郎	...	...

1890

图 18A

触笔ID	姓名ID	
	服务ID	本地ID
#0	ABC	#1
#1	ABC	#N
...	XYZ	#2
	...	...
	...	...
[ #N ]	ABC	#0
...	...	...

1892

图 18B

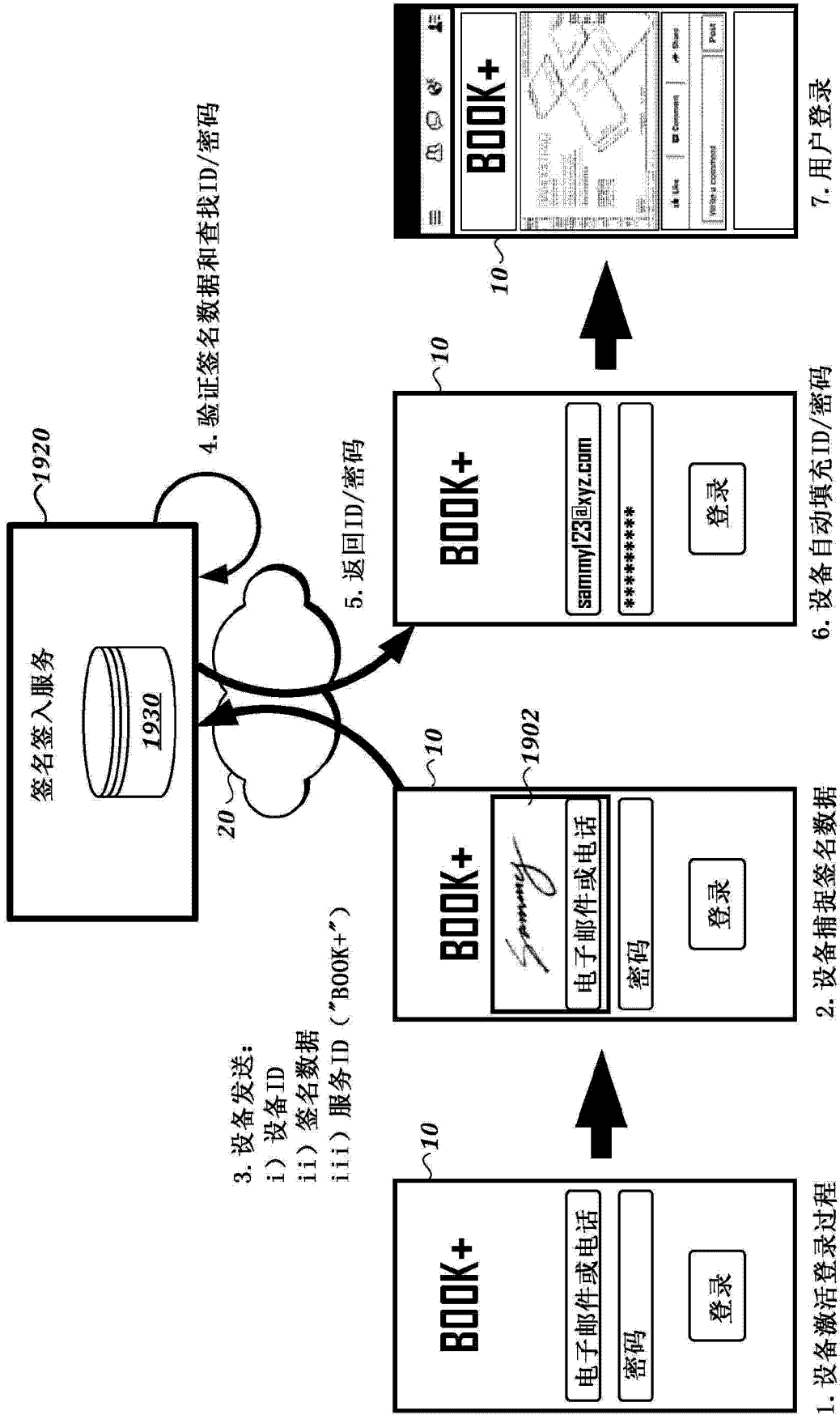


图 19A

输入				返回	
(i) 笔/设备 ID	(ii) 测试签名 (待验证)	(iii) 服务 ID	认证信息 (例如用户名: 密码)		
#0	<i>W. Hayes</i>	ABC	ABCWhayes:pass123		
#1	<i>J. Smith</i>	ABC	ABCJsmith:pass123		
••	••	XYZ	XYZJsmith:pass123	••	••
••	••	••	••	••	••
#N	<i>Sammy</i>	Book+	sammy123:pass!bookP		
••	••	••	••	••	••

1990

图 19B



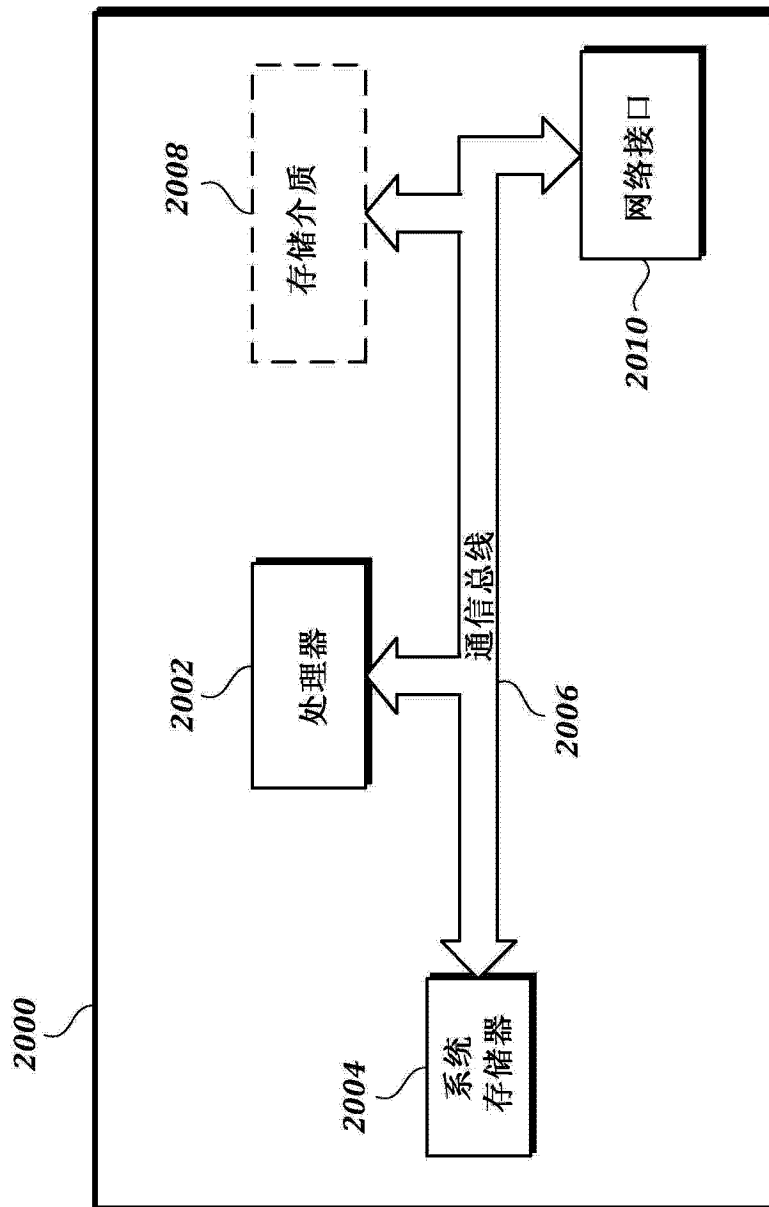


图 20