



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104145510 A

(43) 申请公布日 2014. 11. 12

(21) 申请号 201380011451. 9

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 02. 01

H04W 52/02 (2006. 01)

(30) 优先权数据

H04W 48/20 (2006. 01)

13/407, 181 2012. 02. 28 US

H04W 88/02 (2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 08. 28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/024246 2013. 02. 01

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/130214 EN 2013. 09. 06

(71) 申请人 微软公司

地址 美国华盛顿州

(72) 发明人 R·钱德拉 J·C·克鲁姆 X·周

S·沙罗尤

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 胡利鸣

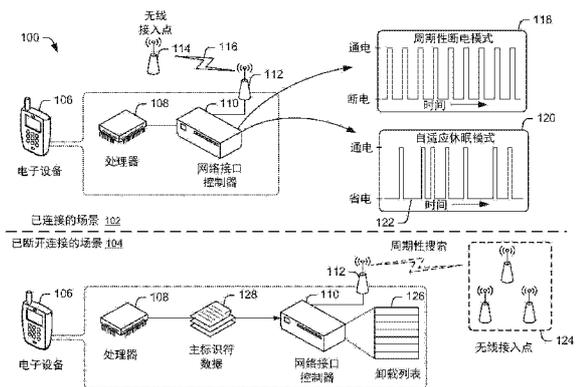
权利要求书2页 说明书18页 附图7页

(54) 发明名称

网络连接的能量高效最大化

(57) 摘要

电子设备在获取或维持与网络的网络连接中所消耗的功率的量的最小化可延长电子设备的电池寿命。当电子设备已经建立了与无线接入点的通信连接时,电子设备可在不终止通信连接的情况下将电子设备的网络接口控制器在通电状态和断电状态之间循环。因此,当网络接口控制器在通电状态期间检测到指示无线接入点具有针对电子设备的被缓冲的数据帧的信标时,电子设备将该电子设备的主处理器通电。



1. 一种计算机实现的方法,包括:

在电子设备和无线接入点之间建立通信连接;

在不终止所述通信连接的情况下,使所述电子设备的网络接口控制器在通电状态和断电状态之间循环;以及

至少部分地响应于所述网络接口控制器在所述通电状态期间检测到来自所述无线接入点的指示所述无线接入点具有针对所述电子设备的被缓冲的数据帧的信标,将所述电子设备的主处理器通电以处理所述被缓冲的数据帧。

2. 如权利要求 1 所述的计算机实现的方法,其特征在于,进一步包括接收命令以将所述电子设备置于待机状态中,其中所述循环包括在所述命令被接收后循环所述网络接口控制器。

3. 如权利要求 1 所述的计算机实现的方法,其特征在于,所述电子设备包括实现所述通信连接的网络栈,并且其中在不终止所述通信连接的情况下的所述循环包括阻止媒体断开连接消息到达所述网络栈的链接层或更高层中的至少一个,所述媒体断开连接消息来自包括所述网络接口控制器的所述网络栈的物理层。

4. 一种存储计算机可执行指令的计算机可读介质,所述计算机可执行指令在被执行时使一个或多个处理器执行以下动作:

在电子设备和无线接入点之间建立通信连接;

至少根据所述通信连接的稳健性来计算所述电子设备的网络接口控制器的自适应休眠间隔;

将所述网络接口控制器从持续所述自适应休眠间隔的省电状态切换到通电状态以监听信标;以及

至少部分地响应于所述网络接口控制器在所述通电状态期间检测到来自所述无线接入点的指示所述无线接入点具有针对所述电子设备的被缓冲的数据帧的信标,将所述电子设备的主处理器通电。

5. 如权利要求 4 所述的计算机可读介质,其特征在于,进一步包括至少部分地响应于所述网络接口控制器检测到指示所述无线接入点不具有针对所述电子设备的被缓冲的数据帧的信标,至少根据所述通信连接的稳健性来计算所述网络接口控制器的另一自适应休眠间隔。

6. 如权利要求 4 所述的计算机可读介质,其特征在于,所述计算包括至少部分基于所述通信连接的信号强度或与所述通信连接相关联的信标丢失率来计算所述自适应休眠间隔。

7. 一种电子设备,包括:

主处理器;

网络接口控制器 (NIC),所述网络接口控制器包括 NIC 处理器和 NIC 存储器;以及

主存储器,所述主存储器包括多个计算机可执行模块,所述多个计算机可执行模块包括:

列表选择模块,所述列表选择模块至少根据与所述电子设备有关的上下文数据来选择至少一个无线接入点标识符以包括在无线接入点标识符列表中,并用所述无线接入点标识符列表来填充所述 NIC 存储器;以及

功率管理模块,所述功率管理模块在用所述无线接入点标识符列表对所述 NIC 存储器填充后将所述主处理器断电。

8. 如权利要求 7 所述的电子设备,其特征在于,所述列表中的每个无线接入点标识符是对应的无线接入点的服务集标识符 (SSID) 或基本服务集标识符 (BSSID) 之一。

9. 如权利要求 7 所述的电子设备,其特征在于,所述网络接口控制器进一步包括以下至少一个:

周期搜索组件,所述周期搜索组件使所述网络接口控制器在通电状态和省电状态之间周期性地循环,所述网络接口控制器在所述通电状态期间执行对与所述 NIC 存储器中的所述无线接入点标识符列表匹配的无线接入点的扫描;

概率匹配组件,所述概率匹配组件将无线接入点标识符集合插入到所述 NIC 存储器中并确定无线接入点和所述集合中的所述无线接入点标识符之一之间的可能匹配,其中所述无线接入点标识符集合中的无线接入点标识符的数量大于所述 NIC 存储器中可用的标识符空位的数量;以及

触发组件,所述触发组件至少在所述网络接口控制器检测到与所述 NIC 存储器中的对应无线接入点标识符匹配的特定无线接入点时将所述主处理器通电。

10. 如权利要求 7 所述的电子设备,其特征在于,所述列表选择模块进一步包括用以下至少之一来填充所述无线接入点标识符列表:流行无线接入点的标识符、先前与所述电子设备连接的无线接入点的标识符,或对应于所述电子设备的预期位置的无线接入点的标识符。

网络连接的能效最大化

[0001] 背景

[0002] 联网电子设备通常包括能够使该电子设备通过网络传送数据和接收来自其他设备的数据的无线收发机。在许多实例中,该无线收发机可以是包括无线保真 (Wi-Fi) IEEE802. 11 无线电的无线网络接口控制器 (NIC)。Wi-Fi 无线电可使得电子设备能够经由可在地理区域上分布的多个无线网络接入点 (也称为热点) 来连接到因特网。然而,每个无线网络接入点的通信范围一般是受限的,当电子设备是经常被用户携带到多个不同位置的移动设备时,这可导致问题。

[0003] 例如,为了最大化移动电子设备连接到网络的时间,网络接口控制器和电子设备的主处理器可在即使没有数据正通过网络进行传送时保持开启。对网络接口控制器和主处理器的持续断电可使得电子设备能够在当前无线接入点退出范围时进行对新的无线接入点的搜索。在电子设备行进通过不同的地理区域时,由于网络接口控制器和主处理器作出的持续的功率消耗,这些对新的无线接入点的搜索可过早地耗尽电子设备的电池。

[0004] 替换地,电子设备的用户可手动地对电子设备的网络接口控制器断电,并接着周期性地打开网络接口控制器以在每个新的地理位置处搜索新的无线接入点。然而,由于用户可经历与每个新的搜索的启动和执行相关联的时间延迟,这样的努力可能是麻烦和低效的。此外,由于网络接口控制器被暂时禁用,电子设备上依赖于推送数据的应用 (诸如电子邮件程序和即时消息收发程序) 可能不能立即地接收新数据。

[0005] 概述

[0006] 在此描述了用于在最大化电子设备的网络连接的同时最小化该电子设备在获取或维持通信连接中所消耗的能量量的技术。该电子设备可以是移动电子设备。电子设备可使用 Wi-Fi 收发机来连接到网络,诸如因特网。无线收发机可以是包括 Wi-Fi 无线电的无线网络接口控制器 (NIC)。电子设备可使用网络接口控制器和电子设备的主服务器来不仅通过网络传送数据,还在移动电子设备在不同的地理区域周围移动时搜索新的无线接入点。因此,网络接口控制器和电子设备的主处理器在获取或维持到网络的网络连接的同时可消耗大量功率。

[0007] 在其中电子设备正尝试获取与无线接入点的网络连接的场景中,可通过对电子设备的主处理器断电并周期性地对网络接口控制器通电以搜索根据电子设备的使用上下文被预先选择的一个或多个无线接入点来最小化功率消耗。由此,由于网络接口控制器一般比电子设备的主处理器消耗更少的功率,在主处理器被断电时周期性地对网络接口控制器通电可减少总的能量消耗。

[0008] 在这样的场景中,电子设备可选择至少一个无线接入点标识符以包括在无线接入点标识符列表中并且用该列表来填充网络接口控制器存储器。可使用主处理器来至少根据与电子设备有关的上下文数据选择该至少一个接入点标识符。电子设备可接着将主处理器断电。电子设备可进一步周期性地对网络接口控制器在通电状态和省电状态之间循环,使得网络接口控制器可在通电状态期间执行扫描以寻找与无线接入点标识符匹配的无线接入点。在一些实例中,这种对与列表中的无线接入点标识符匹配的无线接入点的扫描与对

任意可用无线接入点的扫描相比可消耗更少的能量。响应于网络接口控制器检测到与网络接口控制器存储器中的对应无线接入点标识符匹配的无线接入点,电子设备可另外对主处理器通电。

[0009] 在其中电子设备连接到无线接入点的另一场景中,可通过使用不同的技术来最小化功率消耗。在至少一个实例中,电子设备可在不终止通信连接的情况下将电子设备的网络接口控制器在通电状态和断电状态之间循环。因此,当网络接口控制器在通电状态期间检测到指示无线接入点具有针对电子设备的被缓冲的数据帧的信标时,电子设备可进一步将电子设备的主处理器通电。

[0010] 在另一实例中,功率消耗最小化可包括将电子设备的主处理器断电,并将网络接口控制器置于省电状态达时间间隔,时间间隔根据无线接入点和电子设备之间的通信连接的稳健性而变化。在这样的实例中,电子设备可根据通信连接的稳健性来计算电子设备的网络接口控制器的自适应休眠间隔。电子设备可接着将电子设备的网络接口控制器从持续自适应休眠间隔的省电状态切换到通电状态。因此,当网络接口控制器在通电状态期间检测到指示无线接入点具有针对电子设备的被缓冲的数据帧的信标时,电子设备可将电子设备的主处理器通电。

[0011] 由此,通过将电子设备在获取或维持与网络的网络连接中所消耗的功率的量最小化,电子设备与网络的整体网络连接的持续时间可被增加。此外,功率消耗最小化还可增加电子设备的电池寿命,产生对于电子设备的用户而言额外的便利性和生产性。

[0012] 提供本概述是为了以简化的形式介绍将在以下具体实施例中进一步描述的一些概念。本概述并不旨在标识所要求保护主题的关键特征或必要特征,也不旨在用于限制所要求保护主题的范围。

[0013] 附图简述

[0014] 参考附图来描述详细描述。在附图中,附图标记最左边的数字标识该附图标记首次出现于其中的附图。在不同的附图中使用相同的附图标记来指示相似或相同的项。

[0015] 图 1 是示出实现在已连接的场景和已断开连接的场景中电子设备的能量高效网络连接最大化的示例方案的框图。

[0016] 图 2 是显示在获取并维持与无线接入点的网络连接期间最小化功率消耗的电子设备的示例模块和组件的说明性图。

[0017] 图 3 是显示被电子设备用来在搜索可用无线接入点期间最小化功率消耗的搜索技术的说明性图。

[0018] 图 4 是示出用于实现周期性断电模式的示例过程的流程图,该周期性断电模式周期性地将电子设备的网络接口控制器循环通电和断电以减少功率消耗。

[0019] 图 5 是示出用于实现自适应休眠模式的示例过程的流程图,该自适应休眠模式将电子设备的网络接口控制器置于省电状态中达变化的时间间隔以减少功率消耗。

[0020] 图 6 是示出用于根据电子设备的使用上下文来确定是否将电子设备置于周期性断电模式或自适应休眠模式中的示例过程的流程图。

[0021] 图 7 是示出用于通过周期性地将网络接口控制器通电以搜索根据上下文数据被预先选择的一个或多个无线接入点来减少功率消耗的示例过程的流程图。

[0022] 详细描述

[0023] 在此描述了用于最大化电子设备的网络连接的同时最小化该电子设备在获取或维持通信连接中所消耗的功率的量的技术。该电子设备可以是移动电子设备。电子设备可使用 Wi-Fi 收发机来连接到网络, 诸如因特网。无线收发机可以是包括 Wi-Fi 无线电的无线网络接口控制器 (NIC)。电子设备可使用网络接口控制器和电子设备的主服务器来不仅通过网络传送数据, 还在电子设备在地理区域周围移动时搜索新的无线接入点。因此, 网络接口控制器和电子设备的主处理器在获取或维持到网络的网络连接的同时可消耗大量功率。

[0024] 在一些实施例中, 各技术在电子设备寻找与无线接入点的网络连接的同时减少网络接口控制器和该电子设备的主处理器的功率消耗。在这样的实施例中, 各技术可包括根据与电子设备的当前使用上下文有关的数据来选择无线接入点列表。随后, 电子设备的主处理器可被断电并且网络接口控制器可被置于省电状态。网络接口控制器接着可被周期性地通电以搜索列表中的无线接入点中的一个或多个。该列表可被周期性地更新以适配电子设备的使用上下文中的变化。

[0025] 在其他实施例中, 各技术在电子设备通过无线接入点进行与网络的活动通信连接的同时减少网络接口控制器和该电子设备的主处理器的功率消耗。在一些实例中, 各技术可包括对电子设备的主处理器进行断电, 并周期性地将网络接口控制器循环地通电和断电。在这样的实例中, 电子设备的网络栈可被配置成即使在网络接口控制器被断电的间隔期间依然避免断开与无线接入点的网络连接。

[0026] 在其他实例中, 各技术可包括将电子设备的主处理器断电, 并将网络接口控制器置于省电状态达时间间隔, 时间间隔根据无线接入点和电子设备之间的通信连接的稳健性而变化。在这样的实例中, 可根据被电子设备 106 获取的从无线接入点发出的通信信号的信号强度来直接测量通信连接的稳健性。替换地, 可通过由无线接入点传送的未能到达电子设备的信标数据的属性来间接地测量通信连接的稳健性。

[0027] 因此, 通过最小化电子设备在获取或维持与网络的网络连接中所消耗的功率的量, 电子设备与网络的整体网络连接的持续时间可被增加。此外, 功率消耗最小化还可增加电子设备的电池寿命, 产生对于电子设备的用户而言额外的便利性和生产性。以下参考图 1-7 来描述用于实现根据各实施例的能量高效网络连接最大化的技术的各种示例。

[0028] 示例方案

[0029] 图 1 是示出实现在已连接的场景 102 和已断开连接的场景 104 中电子设备的能量高效网络连接最大化的示例方案 100 的框图。电子设备 106 可以是通用计算机, 诸如平板计算机、膝上型计算机等。然而, 在其它实施例中, 电子设备 106 可以是智能电话、游戏控制台、个人数字助理 (PDA) 或能够通过网络接口控制器与网络交互的任何其他电子设备等中的一个。

[0030] 在各个实施例中, 电子设备 106 可包括至少一个主处理器 108 和网络接口控制器 110 和其他组件。主处理器 108 可处理被输入到电子设备 106 中的或由电子设备的另一组件生成的输入数据来产生输出数据。进而, 输出数据可被呈现到电子设备 106 的用户或被电子设备 106 的另一组件处理。例如, 在其中电子设备 106 是智能电话的实例中, 主处理器 108 可执行存储在智能电话中的各个应用, 使得智能电话可执行通信和 / 或生产力功能。

[0031] 网络接口控制器 110 可使得电子设备 106 能够建立并实现经由网络与其他电子设备的通信。在各实施例中, 网络接口控制器 110 可包括 Wi-Fi 无线电 112, 该 Wi-Fi 无线电

112 向电子设备 106 提供与一个或多个无线接入点（诸如 Wi-Fi 无线接入点 114）通信的能力。

[0032] 电子设备 106 可以在若干不同状态中操作。在活动状态中，电子设备 106 可以处理数据并实现功能。例如，在其中电子设备 106 是智能电话的实例中，当用户正在使用电子设备 106 来打电话、检查电子邮件、浏览网站、撰写文本消息等时，电子设备 106 可处于活动状态。

[0033] 然而，电子设备 106 还可经常在待机状态中操作。在待机状态中，电子设备 106 可被配置成最小化能量消耗的同时保持电子设备 106 准备好恢复活动状态。然而，电子设备 106 可经常被配置成即使在待机状态中也能执行任务。在各个场景中，主处理器 108 和网络接口控制器 110 可保持通电以便持续地找出和 / 或维持与一个或多个 Wi-Fi 无线接入点（诸如无线接入点 114）的网络连接。通过这种方式，通信数据（例如，电子邮件、传入 VOIP 呼叫提醒、文本消息）可在电子设备 106 处于待机状态时依然被推送到电子设备 106 上的应用或被这些应用拉取。然而，尤其当电子设备 106 是在不同的 Wi-Fi 无线接入点之间移动的电子设备时，这样在待机状态中对网络连接的获取或维持可能显著地降低电子设备 106 的电池寿命。

[0034] 例如，在与无线接入点 114 的通信连接 116 的建立期间，电子设备 106 可最初向无线接入点 116 认证。在认证期间，网络接口控制器 110 可向无线接入点 114 发送认证请求。认证请求可包括电子设备 106 的站标识符（例如，网络接口控制器 110 的 MAC 地址）。进而，无线接入点 114 可用指示认证的成功或失败的认证响应消息来回答。

[0035] 在其中在电子设备 106 和无线接入点 114 之间实现共享密钥认证的实例中，认证还可包括将共享密钥传递到无线接入点 114。例如，这样的共享密钥可以是有线等效加密 (WEP) 密钥或 Wi-Fi 保护接入 (WPA) 密钥。

[0036] 一旦认证完成，网络接口控制器 110 可向无线接入点 114 发送关联请求以获取对网络的访问。在接收到关联请求后，无线接入点 114 可记录电子设备 106 的站标识符（例如，网络接口控制器 110 的 MAC 地址），使得数据分组或帧可被递送到电子设备 106。例如，当无线接入点 114 将关联授予给电子设备 106 时，无线接入点 114 可用指示成功关联的状态码以及关联 ID (AID) 来对电子设备 106 进行响应。否则，无线接入点 114 可用关联失败状态码来对电子设备 106 进行响应。

[0037] 此外在关联期间，电子设备 106 和无线接入点 114 可进一步建立目标信标传输时间 (TBTT) 和 / 或监听间隔。在各实施例中，无线接入点 114 可缓冲针对电子设备 106 的数据帧使得无线接口控制器 110 可在省电状态和通电状态之间循环来节省能量，而不丢失来自无线接入点 114 的任何被缓冲的数据帧。当在省电状态中时，网络接口控制器 110 没有被完全断电，但是处于非活动状态以节省功率。此外，在网络接口控制器 110 在省电状态和通电状态之间循环时，电子 102 的主处理器 108 可被断电以进一步节省能量。

[0038] TBTT 可以是在其无线接入点 114 向电子设备 106 发送信标的时间。每个信标可通知电子设备 106 无线接入点 114 是否缓冲了针对电子设备 106 的数据帧。例如，信标可以是包括缓冲状态指示符的数据帧，其中当没有数据帧被缓冲时，缓冲状态指示符可具有“0”值，当数据帧被缓冲时，缓冲状态指示符可具有“1”值。因此，两个 TBTT 之间的时间差可被知晓为信标间隔。

[0039] 进而,电子设备 106 的网络接口控制器 110 可向无线接入点 114 提供监听间隔。监听间隔可向无线接入点 114 指示电子设备 106 希望在省电状态中保持的信标间隔数量。因此,无线接入点 114 可被配置成在丢弃被缓冲的数据帧之前将该数据帧保持至少监听间隔的持续时间。通过这种方式,电子设备 106 可进入省电状态,并接着周期性地通电以规律的间隔来检查信标。由此,如果接收到的信标没有指示数据帧被缓冲,则网络接口控制器 110 可恢复省电状态,直到下一信标检查。然而,如果接收到的信标的确指示数据帧被缓冲,则网络接口控制器 110 可保持通电来接收被缓冲的数据帧,并且网络接口控制器 110 可进一步触发主处理器 108 来通电并处理接收到的数据帧。

[0040] 然而,尽管使用 TBTT 和监听间隔可提供一些省电益处,但是当电子设备 106 在已连接的场景 102 中时,可从使用网络接口控制器 110 的周期性断电模式 118 和 / 或自适应休眠模式 120 中实现附加的省电益处。在已连接的场景 102 中,电子设备 106 可能已经建立了与无线接入点 114 的网络连接。

[0041] 当电子设备 106 处于待机状态时实现周期性断电模式 118。例如,用户可通过激活电子设备 106 的用户界面的休眠按键来将电子设备 106 置于待机状态中。在周期性断电模式 118 期间,电子设备 106 的主处理器 108 可被断电。此外,网络接口控制器 110 可被替换地以规律的间隔通电和断电,而非在省电状态和通电状态之间循环来节省能量。断电持续时间的每一个可比网络接口控制器 110 在关联阶段与无线接入点 114 建立的监听间隔更长。

[0042] 由此,通过使用这些更长的持续时间以及完全地对网络接口控制器 110 断电而非在持续时间中的每一个中将该控制器置于省电状态,周期性断电模式 118 可实现比使用 TBTT 和监听间隔所可能实现的功率节省更大的功率节省。然而,由于网络接口控制器 110 被间歇地断电,电子设备 106 可丢失指示无线接入点 114 已经缓冲了针对电子设备 106 的数据帧的信标。结果,无线接入点 114 可能丢弃这种旨在针对电子设备 106 的被缓冲的数据帧。

[0043] 然而,无线接入点 114 在网络接口控制器 110 被断电时在间隔期间丢弃一个或多个数据帧的可能性可通过发送这些数据帧的应用的通信冗余来补偿。例如,应用可以是在网络服务器上向电子设备 106 提醒传入呼叫的 VOIP 通信程序。因此,VOIP 通信程序可连续地发送出旨在针对电子设备 106 的多个传入呼叫提醒数据帧。该多个传入呼叫提醒数据帧被无线接入点 114 缓冲。电子设备 106 可在一个或多个被缓冲的传入呼叫提醒数据帧被无线接入点 114 丢弃之前由于网络接口控制器 110 被断电而不能接收该一个或多个被缓冲的传入呼叫提醒数据帧。然而,网络接口控制器 110 可最终检测来自无线接入点 114 的指示传入呼叫提醒数据帧在通电间隔期间被缓冲的信标。网络接口控制器 110 可随后接收数据帧并触发主处理器 108 来处理数据帧。可对当电子设备 106 在周期性断电模式 118 中操作时丢失的被缓冲的数据帧的可能性进行补偿的可容忍延迟的应用的其他实例可包括文本消息收发程序、电子邮件程序等。因此,周期性断电模式 118 可向电子设备 106 提供可行的方法来在已连接的场景 102 期间节省计额外的能量。

[0044] 在其他实施例中,自适应休眠模式 120 向电子设备 106 提供另一方法来在已连接的场景 102 期间节省额外的能量。在自适应休眠模式 120 中,网络接口控制器 110 可在与无线接入点 114 的关联期间建立标准的 TBTT 和标准的信标间隔。网络接口控制器 110 还

可建立用于无线接入点 114 来缓冲每个数据帧的缓冲持续时间,该缓冲持续时间是在关联期间的信标间隔的长度的数倍(例如,10 倍)。

[0045] 随后,为了在当电子设备 106 处于待机状态时维持与无线接入点 114 的网络连接的同时节省功率,网络接口控制器 110 可被置于省电状态达多个自适应休眠间隔。自适应休眠间隔中的每个(例如,自适应休眠间隔 122)是网络接口控制器 110 的两次通电之间用于监听信标的时间,并可被规定为从未超过与无线接入点 114 建立的缓冲持续时间。进一步地,网络接口控制器 110 可根据电子设备 106 和无线接入点 114 之间的通信连接 116 的稳健性来成比例地变化每个自适应休眠间隔的长度。由此,通信连接 116 越强,则自适应休眠间隔越长,而通信连接 116 越弱,则自适应休眠间隔越短。

[0046] 每个自适应休眠间隔的变型可根据以下原理:当通信连接 116 是强的时,网络接口控制器 110 可能不能检测到信标的可能性是小的,使得网络接口控制器 110 更加可能承受忽略被无线接入点 114 发送出的信标中的一些而不丢失被缓冲的数据帧。另一方面,当通信连接 116 是弱的时,网络接口控制器 110 可能不能检测到信标的可能性变得更大,使得网络接口控制器 110 不大可能承受忽略信标中的一些。

[0047] 由此,通过使用自适应休眠间隔而非固定长度的监听间隔,自适应休眠模式 120 可使得在已连接的场景 102 期间主处理器 108 能够被断电并且网络接口控制器 110 能够被置于省电模式达较长的持续时间。

[0048] 尽管周期性断电模式 118 和自适应休眠模式 120 可能使得电子设备 106 在已连接的场景 102 期间获得更多的功率节省,但是它们在已断开连接的场景 104 期间不向电子设备 106 提供任何功率节省益处。在已断开连接的场景 104 中,电子设备 106 可被断开到任意无线接入点的连接,并且主动地搜索无线接入点以建立网络连接。因此,主处理器 108 和网络接口控制器 110 可被通电并搜索可用的无线接入点。

[0049] 如关于已断开连接的场景 104 显示的,电子设备 106 可利用 Wi-Fi 卸载以在搜索可用无线接入点 124 的同时减少能量消耗。Wi-Fi 卸载启用能够进行 Wi-Fi 卸载的网络接口控制器(诸如网络接口控制器 110)来将所选的无线接入点标识符存储在网络接口控制器的存储器中的卸载列表 126 中。无线接入点标识符可以是 Wi-Fi 服务集标识符(SSID)或 Wi-Fi 基本服务集标识符(BSSID)。SSID 可以是无线接入点的公共名称,而 BSSID 可以是无线接入点的媒体访问控制(MAC)地址。因此,尽管一组无线接入点可在一些实例中共享共同的 SSID,但是每个无线接入点一般具有唯一的 BSSID。无线接入点标识符可被电子设备 106 的主处理器 108 选择用于存储在卸载列表 126 中,并被网络接口控制器 110 的网络接口控制器处理器存储到卸载列表 126 中。可根据电子设备 106 的使用上下文来从主标识符数据 128 中选择无线接入点标识符。在各实施例中,使用上下文可包括电子设备 106 的当前位置、电子设备 106 的预测位置、一天中的时间、由电子设备 106 上的任务管理应用指示的用户的即将到来的事件或预约等。主标识符数据 128 可包括存储在电子设备 106 中的标识符信息和/或存储在外部服务器(诸如在处于计算云中的数据中心处的服务器)上的标识符信息。

[0050] 一旦所选无线接入点标识符已经被存储在卸载列表 126 中,则主处理器 108 可被断电并且网络接口控制器 110 可被置于省电状态。随后,网络接口控制器 110 可被周期性地通电以搜索与无线接入点标识符匹配的一个或多个无线接入点。由此,如果网络接口控

制器 110 能够检测到匹配的无线接入点,则网络接口控制器 110 可接着触发主处理器 108 来通电以建立与所检测到的无线接入点的网络连接。在一些实施例中,一旦网络连接被建立,电子设备 106 就可进入周期性断电模式 118 或自适应休眠模式 120。否则,网络接口控制器 110 可断电或返回进入省电状态达预定时间间隔,直到下一次通电以搜索一个或多个匹配的无线接入点。

[0051] 附加地,主处理器 108 可被周期性地通电以刷新存储在网络接口控制器 110 的存储器中的卸载列表 126。每次对列表的刷新都可在电子设备 106 的使用上下文中的任意变化考虑在内。由此,通过利用能够卸载的网络接口控制器和使用该控制器上的网络接口控制器处理器来检测可用的无线接入点,电子设备 106 可通过在已断开连接的场景 104 中周期性地对电子设备 106 的主处理器 108 断电来进一步减少功率消耗。

[0052] 在一些实施例中,网络接口控制器 110 可使用概率数据结构方案来增加被监视用于检测匹配的无线接入点的无线接入点标识符的数量。例如,存储卸载列表 126 的存储器 206 的存储器容量可被限制为用于存储 10 个无线接入标识符的空位。在这样的示例中,网络接口控制器 110 可使用布隆 (Bloom) 过滤器来折衷假肯定以换取在存储器 206 中的相同数量的标识符空位中存储多于 10 个无线接入点标识符以供网络接口控制器 110 监视的能力。如在此使用的,假肯定表示即使新检测到的标识符实际上不匹配存储在存储器 206 中的被监视的无线接入标识符之一,网络接口控制器 110 也可将主处理器 108 通电。由此,折衷是在最小化假肯定率和最大化多个被监视的无线接入点标识符之间。

[0053] 在这样的实施例中,网络接口控制器 110 可通过维护位向量以及使用一组散列函数来对要被监视的无线接入标识符进行散列来实现概率数据结构。对于使用散列函数来实现的每个散列,网络接口控制器 110 可翻转位向量中的对应位。此外,当被网络接口控制器 110 在搜索期间新检测到无线接入点时,网络接口控制器 110 可对该新检测到的无线接入点的标识符进行散列。在散列之后,网络接口控制器 110 可检查是否所得到的对应位都是“1”。在对应位都是“1”的情况下,网络接口控制器 110 可将主处理器 108 通电。可以理解,具有所有位 都等于“1”并不保证在新检测到的无线接入点和存储在存储器 206 中的无线接入点标识符之间的精确匹配。相反,这样的结果可指示存在新检测到的无线接入点匹配存储在存储器 206 中的无线接入点标识符的高的概率。

[0054] 电子设备组件

[0055] 图 2 是显示在获取并维持与无线接入点的网络连接期间最小化功率消耗的电子设备 106 的示例模块和组件的说明性图。电子设备 106 可包括至少一个主处理器 108、网络接口控制器 110、主存储器 202 和 / 或使用户能够与电子设备交互的用户控件。进而,网络接口控制器 110 可包括 NIC 处理器 204、存储器 206、周期性断电组件 208、自适应休眠组件 210、触发组件 212、周期性搜索组件 214 和概率匹配组件 216。存储器 206 可存储卸载列表 126 和其他数据。网络接口控制器 110 的组件可使用 NIC 处理器 204 来执行任务和功能。

[0056] 主存储器 202 和存储器 206 中的每个可以用诸如计算机存储介质之类的计算机可读介质来实现。计算机可读介质包括至少两种类型的计算机可读介质,即计算机存储介质和通信介质。计算机存储介质包括以用于存储如计算机可读指令、数据结构、程序模块或其他数据等信息的任何方法或技术实现的易失性和非易失性、可移动和不可移动介质。计算机存储介质包括但不限于, RAM、ROM、EEPROM、闪存或其他存储器技术、CD-ROM、数字多功能

盘 (DVD) 或其他光学存储、磁带盒、磁带、磁盘存储或其他磁存储设备,或者可用于存储信息以供计算设备访问的任何其他非传输介质。相反,通信介质通常用诸如载波或其他传输机制等已调制数据信号来体现计算机可读指令、数据结构、程序模块或其他数据。如本文所定义的,计算机存储介质不包括通信介质。

[0057] 主存储器 202 可存储模式选择模块 218、列表选择模块 220、网络接口模块 222、用户界面模块 224、功率管理模块 226 以及一个或多个应用 228。模块中的每个可包括可由主处理器 108 执行来执行特定任务或实现特定抽象数据类型的例程、程序指令、对象、脚本和 / 或数据结构。

[0058] 网络接口控制器 110 可使用周期性断电组件 208 来执行周期性断电模式 118。在各个实施例中,周期性断电组件 208 可包括在已连接的场景 104 中以规律的间隔循环将网络接口控制器 110 通电和断电的硬件和 / 或软件指令。在一些实施例中,软件指令可被存储在存储器 206 中。网络接口控制器 110 可在网络接口控制器 110 的每个通电间隔期间监听来自无线接入点 114 的指示被缓冲的数据帧的存在或缺失的信标。

[0059] 因此,当网络接口控制器 110 检测到指示针对电子设备 106 的数据帧被缓冲的信标时,网络接口控制器 110 可接收被缓冲的数据帧。此外,网络接口控制器 110 的触发组件 212 还可触发主处理器 108 来通电并处理接收到的数据帧。

[0060] 周期性断电组件 208 的适当操作可取决于在主存储器 202 中网络接口模块 222 的配置。网络接口模块 222 可实现网络栈 234 的分层抽象,该网络栈 234 从底往上包括链接层 236、因特网层 238、传输层 240 以及使得电子设备 106 能够经由网络接收和传送数据的应用层 242。在至少一个实施例中,链接层 236 可被配置成当底层物理层 244 中的网络接口控制器 110 在周期性断电模式 118 期间周期性地断电时防止网络栈的其余部分从无线接入点 114 断开连接。换言之,链接层 236 可被配置成制止放弃网络接口控制器 110 先前从无线接入点 114 获得的 IP 地址,和 / 或执行当网络接口控制器 110 断电时链接层 236 将通常执行的任何其他网络链接终止动作。

[0061] 在其他实施例中,网络接口模块 222 可实现网络栈 234 中链接层 236 之下的附加过滤层 246。过滤层 246 可防止网络栈中的剩余层在周期性断电模式 118 期间变得知晓网络接口控制器 110 的断电。例如,过滤层 246 可在网络接口控制器 110 断电时阻止由物理层 244 发起的媒体断开连接消息到达网络栈 234 的其余部分。通过这种方式,链接层 236 可被防止放弃 IP 地址和 / 或执行其他网络连接终止活动。

[0062] 如以上描述的,无线接入点 114 在网络接口控制器 110 被断电时在间隔期间丢弃一个或多个数据帧的可能性可通过发送这些数据帧的应用 (诸如应用 248) 的通信冗余来补偿。应用 248 可驻留在服务服务器 250 上。例如,应用 248 可以是持续地发送出旨在针对电子设备 106 的多个传入呼叫提醒数据帧 252(1)-252(N) 的 VOIP 通信程序。由此,无线接入点 114 可丢弃数据帧 252(1)-252(N) 中的一个或多个,诸如数据帧 252(1)-252(2),这是因为网络接口控制器 110 被断电了。然而,网络接口控制器 110 可仍然在通电间隔期间接收传入呼叫提醒数据帧 252(N),使得电子设备 106 的用户不丢失对应的 VOIP 呼叫。

[0063] 网络接口控制器 110 可使用自适应休眠组件 210 来实现自适应休眠模式 120。在各个实施例中,自适应休眠组件 210 可包括在自适应休眠模式 120 期间对网络接口控制器 110 的自适应休眠间隔进行变化的硬件和 / 或软件指令。休眠间隔可根据电子设备 106 和

无线接入点 114 之间的通信连接 116 的稳健性来变化。在一些实施例中,软件指令可被存储在存储器 206 中。

[0064] 可根据通信信号的信号强度来评估通信连接 116 的稳健性。由此,自适应休眠组件 210 可测量在自适应休眠模式 120 期间由无线接入点 114 传送的通信信号的强度。因此,通信信号的强度越强,由自适应休眠组件 210 实现的自适应休眠间隔就越长。相反,通信信号的强度越弱,由自适应休眠组件 210 实现的自适应休眠间隔就越短。

[0065] 在一些实施例中,自适应休眠间隔的持续时间与无线接入点 114 传送的通信信号的强度直接成比例。例如,给定无线接入点 114 的数据帧缓冲持续时间是 1 秒并且信标间隔是 100 毫秒,则无线接入点 114 可每秒传送 10 个信标。在这样的示例中,当无线接入点 114 传送的通信信号的信号强度是 90% 的强度时,自适应休眠组件 210 可采取 900 毫秒作为网络接口控制器 110 的自适应休眠间隔。然而,当无线接入点 114 传送的通信信号的信号强度是 10% 的强度时,自适应休眠组件 210 可采取 100 毫秒作为网络接口控制器 110 的自适应休眠间隔。

[0066] 替换地,可根据自适应休眠组件 210 检测到的信标丢失率来测量通信连接 116 的稳健性。信标丢失率可以是在测试间隔期间网络接口控制器 110 未能接收到的预期信标的百分比。在一个示例中,自适应休眠组件 210 可知晓无线接入点 114 被配置成在 400 毫秒的测试间隔 256 中传送 4 个信标 254(1)-254(4) (即,每 100 毫秒 1 个信标)。然而,网络接口控制器 110 仅在测试间隔期间接收到两个信标 (例如,信标 254(2) 和 254(4))。根据这些数据,自适应休眠组件 210 可确定信标丢失率是 50%。

[0067] 随后,在每个测试间隔后,自适应休眠组件 210 可根据信标丢失率在测试间隔期间调整自适应休眠间隔。在各个实施例中,较高的信标丢失率可导致较短的自适应休眠间隔,而较低的信标丢失率可导致较长的自适应休眠间隔。在至少一个实施例中,自适应休眠间隔可与信标丢失率成反比。例如,当信标丢失率是 10% 时,自适应休眠组件 210 可采用 900 毫秒作为网络接口控制器 110 的自适应休眠间隔。然而,当无线接入点 114 传送的通信信号的信号强度是标准化范围上的 90% 时,自适应休眠组件 210 可采取 100 毫秒作为网络接口控制器 110 的自适应休眠间隔。

[0068] 在至少一个实施例中,自适应休眠组件 210 可在省电间隔之后进行信标丢失率测试以确定下一自适应休眠间隔的长度。通过这种方式,自适应休眠组件 210 可适应于电子设备 106 和无线接入点 114 之间的网络连接的稳健性方面的改变。

[0069] 然而,当网络接口控制器 110 检测到指示针对电子设备 106 的数据帧被缓冲的信标时,网络接口控制器 110 可接收被缓冲的数据帧。此外,网络接口控制器 110 的触发组件 212 还可触发主处理器 108 来通电并处理接收到的数据帧。

[0070] 模式选择模块 218 可使得电子设备 106 能够选择周期性断电模式 118 或自适应休眠模式 120 来由网络接口控制器 110 实现。这样的确定可在电子设备 106 要被置于待机状态时作出。模式选择模块 218 可根据电子设备 106 的使用上下文作出关于要实现哪个模式的确定。在各个实施例中,模式选择模块 218 可命令网络接口控制器 110 在存在电子设备 106 要在将来的特定时间段内被再次使用的高的可能性 (例如,超过 50% 的可能性) 时应用自适应休眠模式 120。另一方面,模式选择模块 218 可在存在电子设备 106 要在将来的特定时间段内被通电的低的可能性 (例如,50% 或更少的可能性) 时应用周期性断电模式

118。这个选择实践可以根据以下观察：尽管周期性断电模式 118 相比于自适应休眠模式 120 节省更多能量，但是在断电后对网络接口控制器 110 通电来恢复网络连接相比于从省电状态对网络接口控制器 110 通电可花费更多时间和处理开销。

[0071] 模式选择模块 218 可根据电子设备 106 的使用上下文来确定电子设备 106 要在将来的特定时间段内被再次通电的可能性。这样的使用上下文可包括诸如以下的因素：一天中的时间、电子设备 106 的位置（例如，家庭或办公室）、电子设备 106 的预测位置、电子设备 106 上任务管理应用中标记的预约或事件的存在或缺失、电子设备 106 的先前使用模式和 / 或其他相关因素。在一些实施例中，模式选择模块 218 还可具有根据电子设备 106 的预测使用上下文来在将来时间处将电子设备 106 在各模式之间进行切换的能力。例如，在用户将电子设备 106 放在待机状态中后，模式选择模块 218 可在前 10 分钟将网络接口控制器 110 置于自适应休眠模式 120 中，接着在 10 分钟过后将网络接口控制器 110 切换到周期性断电模式 118，或反之亦然。

[0072] 列表选择模块 220 可对网络接口控制器 110 进行配置以在已断开连接的场景 104 期间高效地搜索无线接入点 124。在操作中，列表选择模块 220 可选择用于从主标识符数据 128 卸载到网络接口控制器 110 的无线接入点标识符。主标识符数据 128 可包括在各个地理区域中可用的无线接入点的标识符。主标识符数据 128 的标识符可包括 SSID 和 / 或 BSSID。主标识符数据 128 可被存储在接入点数据服务器 258 上和 / 或电子设备 126 的数据存储 230 中。接入点数据服务器 258 可以是计算云的一部分的服务器。

[0073] 在各个实施例中，列表选择模块 220 可根据与电子设备 106 有关的上下文数据 232 来从主标识符数据 128 中选择标识符。上下文数据 232 可包括由电子设备 106 的全球定位系统 (GPS) 组件提供的 GPS 数据。电子设备 106 可在收集 GPS 数据之前经由用户界面模块 224 向用户提示来获得同意。GPS 数据可提供关于当前位置、行进的方向、行进的速度、行进的道路等的信息。替换地或同时地，上下文数据 232 还可包括关于电子设备 106 连接到其的无线接入点的历史数据，包括这样的无线接入点的地理位置、连接的持续时间等。

[0074] 在一些实施例中，上下文数据 232 还可包括由电子设备 106 上的应用 228 提供的信息。这样的信息可包括电子设备 106 的用户的预约或预定的事件、用户的旅行计划和 / 或用户的可有助于计划用户的一个或多个将来位置的其他安排信息。

[0075] 因此，列表选择模块 220 可处理上下文数据 232 来选择标识符以供放置在卸载列表 126 中。在一些实施例中，列表选择模块 220 可使用条件概率算法来根据电子设备 106 的先前连接过的无线接入点来预测行进的预期方向，并且进而，电子设备 106 的预期位置。

[0076] 在其他实施例中，列表选择模块 220 可使用其他机器学习和 / 或分类算法来根据上下文数据 232 预测电子设备 106 的位置。机器学习算法可包括受监督的学习算法、不受监督的学习算法、和 / 或半监督的学习算法等等。分类算法可包括支持向量机、神经网络、专家系统、贝叶斯信任网络、模糊逻辑、和 / 或数据融合引擎等等。在附加的实施例中，列表选择模块 220 可采用一种或多种有向或无向模型分类方法，诸如朴素贝叶斯、贝叶斯网络、决策树、神经网络、模糊逻辑模型、和 / 或其他概率分类模型。

[0077] 一旦列表选择模块 220 已经预测了电子设备 106 的位置，列表选择模块 220 就可从主标识符数据 128 中选择对应于预测位置的无线接入点的标识符。列表选择模块 220 可进一步用对应的无线接入点的标识符来填充卸载列表 126。在图 3 中示出了对对应于预测

位置的无线接入点的标识符的选择。

[0078] 图 3 是显示在搜索对应于电子设备 106 的预测位置的可用无线接入点期间电子设备 106 所采用的技术的说明性图。在一些实施例中,列表选择模块 220 可使用最近距离搜索 302 来从主标识符数据 128 中选择预定数量的标识符。所选的标识符可属于最靠近电子设备 106 的预测位置 304 的无线接入点。例如,列表选择模块 220 可从多个无线接入点的标识符中选择属于无线接入点 306(1)-306(N) 的标识符,因为无线接入点 306(1)-306(N) 是最靠近预测位置 304 的。

[0079] 在其他实施例中,列表选择模块 220 可使用基于分区的搜索 308 来从主标识符数据 128 中选择预定数量的标识符。在基于分区的搜索 308 中,列表选择模块 314 可将电子设备 106 的预测位置 304 周围的地理区域划分成多个区分,诸如分区 310(1)-310(N)。因此,列表选择模块 314 可从每个分区中选择最靠近电子设备 106 的预测位置 304 的一个或多个无线接入点的标识符。例如,列表选择模块 220 可从多个无线接入点的标识符中选择属于无线接入点 312(1)-312(N) 的标识符。通过从每个分区中选择一个或多个无线接入点的标识符,列表选择模块 220 可防止对被群集在特定区域中的无线接入点的标识符的选择。相反,列表选择模块 220 可跨不同的罗盘方向来分布选择。这样的分布可补偿关于电子设备 106 的预测位置 304 和 / 或电子设备 106 的行进的预测位置的任何错误。

[0080] 返回图 2,尽管在一些实施例中,卸载列表 126 中的每个空位可用对应于电子设备 106 的预测位置的无线接入点的标识符来填充,但是在其他实施例中卸载列表 126 中的空位可被不同地填充。在这样的实施例中,尽管卸载列表 126 中的多个空位用对应于预测位置的无线接入点的标识符来填充,但是其他空位可用流行无线接入点的标识符和 / 或先前与电子设备 106 连接的无线接入点的标识符来填充。流行无线接入点可由接入点数据服务器 258 根据从多个用户的无线接入点使用模式收集的历史使用数据来选择。在各个实施例中,流行无线接入点可以是其使用率大于一组无线接入点的平均使用率、其使用率大于阈值和 / 或其使用率在使用率的预定最高范围内的无线接入点。

[0081] 此外,存储器 206 中空位的数量可被存储器 206 的容量限制。例如,当在卸载列表 126 中存在 32 个空位时,列表选择模块 220 可用对应于预测位置的无线接入点的标识符来填充空位中的 22 个,用流行无线接入点的标识符来填充空位中的 5 个,并用先前与电子设备 106 连接的无线接入点的标识符来填充空位中的 5 个。

[0082] 一旦所选无线接入点标识符已经被存储在卸载列表 126 中,则主处理器 108 可被断电并且网络接口控制器 110 可被置于省电状态。随后,周期性搜索组件 214 可对网络接口控制器 110 周期性地通电,使得网络接口控制器 110 可搜索与卸载列表 126 中的无线接入点标识符匹配的一个或多个无线接入点。在各个实施例中,周期性搜索组件 214 可包括在已断开连接的场景 104 中将网络接口控制器 110 在通电状态和省电状态中循环的硬件和 / 或软件指令。在一些实施例中,软件指令可被存储在存储器 206 中。

[0083] 由此,如果网络接口控制器 110 能够检测到匹配的无线接入点(例如,无线接入点 114),则网络接口控制器 110 可接着使用触发组件 212 来触发主处理器 108 来通电以建立与所检测到的无线接入点的通信连接。在其中同时检测到多个匹配的无线接入点的实例中,电子设备 106 可根据一个或多个准则来选择该多个匹配的无线接入点之一。该一个或多个准则可包括最强信号强度、可靠性历史、多个无线接入点的提供者的身份等。在一些实

施例中,一旦通信连接被建立,电子设备 106 就可进入周期性断电模式 118 或自适应休眠模式 120。否则,如果没有检测到匹配的无线接入点,则网络接口控制器 110 可返回到省电状态达预定时间间隔,直到下一次通电来搜索一个或多个匹配的无线接入点。

[0084] 然而,在替换的实施例,网络接口控制器 110 可具有在不需主处理器 108 涉入的情况下建立与所检测到的无线接入点的通信连接的能力,而非使用触发组件 212 来将主处理器 108 通电以建立网络通信。由此,在这样的实施例,网络接口控制器 110 可在与所检测到的无线接入点的通信连接已经建立后使用触发组件 212 来将主处理器 108 通电。

[0085] 在各个实施例中,网络接口控制器 110 可在省电状态和在通电状态中主动地搜索匹配的无线标识符之间周期性地循环。网络接口控制器 110 可这么做直到多个失败的扫描,即,在每个主动搜索处都未能检测到匹配的无线接入点,达预定的阈值。周期性搜索组件 214 可跟踪这样的失败的扫描的次数。在失败的扫描的次数达到预定的阈值时,周期性搜索组件 214 可将主处理器 108 通电,使得列表选择模块 220 可根据与电子设备 106 有关的上下文数据 232 来从主标识符数据 128 中选择新的标识符。通过这种方式,卸载列表 126 中的标识符可根据上下文数据 232 来刷新。

[0086] 在一些实施例中,网络接口控制器 110 可使用概率数据结构方案来增加被存储在存储器 206 中并被网络接口控制器 110 监视的无线接入点标识符的数量。例如,存储卸载列表 126 的存储器 206 的存储器容量可被限制为存储 10 个无线接入标识符。在这样的示例中,网络接口控制器 110 可使用布隆 (Bloom) 过滤器来折衷假肯定以换取在存储器 206 的相同量中存储多于 10 个无线接入点标识符以供网络接口控制器 110 监视的能力。

[0087] 在这样的实施例中,概率匹配组件 216 可根据布隆过滤器将一组 SSID 或 BSSID 插入存储器 206 中。该组 SSID 或 BSSID 可由列表选择模块 220 选择。可通过维护位向量并使用一组散列函数对要被监视的无线接入标识符进行散列来执行该插入。概率匹配组件 216 可具有使用 NIC 处理器 204 来实现散列函数的能力。在各个实施例中,散列函数中的每个可以是密码上安全的散列函数或不是密码上安全的散列函数。对于使用特定的散列函数来实现的每个散列,概率匹配组件 216 可翻转位向量中的对应位。该插入过程可由以下的伪代码示出:

[0088]

```
initialize bit vector to 0 (将位向量初始化为 0)
```

```
for each s in SSID(BSSID)_List do (对于 SSID(BSSID)_列表中的每个 s, 进行)
```

[0089]

for each k in list_of_hash_functions do (对于散列_函数_列表中的每个 k, 进行)

index = hash_k(s)

bitvector= 1

endfor

endfor

[0090] 此外,当被网络接口控制器 110 在搜索期间新检测到无线接入点时,概率匹配组件 214 可对该新检测到的无线接入点的标识符进行散列。在散列之后,概率匹配组件 214 可检查是否所得到的对应位都是“1”。在对应位都是“1”的情况下,概率匹配组件 214 可使用触发组件 214 将主处理器 108 通电。该匹配过程可由以下的伪代码示出:

[0091]

foreach k in list_of_hash_functions do (对于散列_函数_列表中的每个 k, 进行)

index = hash_k(newSSID)

if(0 == bitvector[i])

return false;

endfor

return true;

[0092] 如该伪代码所示出的,具有散列结果的所有位都等于“1”并不保证在新检测到的无线接入点和存储在存储器 206 中的无线接入点标识符之间的精确匹配。相反,这样的结果可指示存在新检测到的无线接入点匹配存储在存储器 206 中的无线接入点标识符的高的概率。

[0093] 被概率匹配组件 216 实现来执行以上描述的插入过程和匹配过程的散列函数的数量可被设置成最小化布隆过滤器中的假肯定率。例如,假设 m 是网络接口控制器 110 中存储器 206 的大小(以位为单位),n 是要被监视的 SSID 或 BSSID 的数量,并且 k 是布隆过滤器所使用的散列函数的数量,假肯定的概率可被表示为:

$$[0094] \quad \left(1 - \left[1 - \frac{1}{m}\right]^{kn}\right)^k \quad (1)$$

[0095] 其可近似为:

$$[0096] \quad (1 - e^{-kn/m})^k \quad (2)$$

[0097] 因此,为了最小化假肯定的概率,k 可被设为: $\frac{m \ln 2}{n}$ 。由此,在其中存储器 206 可持有多达 10 个长度上为 32 字节的 SSID 的示例中,则 m 可具有 $10 \times 32 \times 8 = 2560$ 位的值。进一步,假设概率匹配组件 216 被配置成监视 100 个 SSID,则 k 可被设置为 $(2560/100) \times \ln(2) \approx 17$ 以最小化假肯定率。

[0098] 用户界面模块 224 可以使用户能够使用用户界面（未示出）与电子设备 106 的各个模块和组件进行交互。该用户界面可包括数据输出设备（例如，视觉显示器、音频扬声器）以及一个或多个数据输入设备。数据输入设备可包括但不限于，键区、键盘、鼠标设备、触摸屏、话筒、语音识别软件包以及任何其他合适的设备或其他电子 / 软件选择方法中的一个或多个的组合。

[0099] 在各个实施例中，用户界面模块 224 可使得用户能够将电子设备 106 通电和断电、将电子设备 106 置于待机状态中并从待机状态中重新激活电子设备 106。此外，用户界面模块 224 还可使得用户能够与在电子设备 106 上的应用 228 进行交互。用户界面模块 224 还可使得用户能够在周期性断电模式 118 和自适应休眠模式 120 之间切换网络接口控制器 110。

[0100] 功率管理模块 226 可响应于失活 (inactivation) 命令将电子设备 106 置于待机状态中。可经由用户界面模块 224 从用户接收失活命令。将电子设备 106 置于待机状态中可包括将主处理器 108 断电并启动模式选择模块 218 以将网络接口控制器 110 置于周期性断电模式 118 或自适应休眠模式 120 中。在其他实例中，功率管理模块 226 可在主处理器 108 是空闲的并且用户界面模块 224 和没有从用户接收到输入达预定时间量时将电子设备 106 置于待机状态中。在附加的实例中，功率管理模块 226 可根据预先计划的失活安排来将电子设备 106 置于待机状态中。在一些实施例中，功率管理模块 226 还可将电子设备 106 的其他组件（诸如硬盘驱动器、GPS 芯片、显示屏等）断电或将它们置于省电状态中。

[0101] 应用 228 可包括向模式选择模块 218 和 / 或列表选择模块 220 提供上下文数据 232 的应用。应用 26 可包括任务管理应用、电子邮件应用、办公生产性应用、日历应用、日程安排应用、旅行计划应用等。

[0102] 数据存储 230 可存储被电子设备 106 的模块和组件使用的输入。在至少一个实施例中，数据存储 230 可存储主标识符数据 128、上下文数据 232 等。

[0103] 示例过程

[0104] 图 4-7 描述了用于实现能量高效网络连接最大化的各个示例过程。每一示例过程中描述操作的次序并不旨在解释为限制，并且任何数量的所描述的操作可以按任何次序和 / 或并行组合以实现每一个过程。此外，图 4 - 7 中的每一个中的操作可以用硬件、软件及其组合来实现。在软件的上下文中，各个操作表示在由一个或多个处理器执行时使得一个或多个处理器执行既定操作的计算机可执行指令。一般而言，计算机可执行指令包括使得执行特定功能或实现特定抽象数据类型的例程、程序、对象、组件、数据结构等。

[0105] 图 4 是示出用于实现周期性断电模式的示例过程 400 的流程图，该周期性断电模式周期性地对电子设备的网络接口控制器循环通电和断电以减少功率消耗。

[0106] 在框 402，电子设备 106 可建立与诸如无线接入点 114 的无线接入点的通信连接 116。在通信连接 116 的建立期间，电子设备 106 和无线接入点 114 可进一步建立 TBTT 和 / 或监听间隔。通信连接 116 可以是与 Wi-Fi 无线接入点建立的 Wi-Fi 连接。

[0107] 在框 404，电子设备 106 可接收命令来变得不活动。在一些实施例中，用户可使用电子设备 106 的用户界面来将电子设备 106 置于待机状态中。在其他实施例中，电子设备 106 可在主处理器 108 空闲并且不存在来自用户的输入达预定的时间量时或根据预先计划的失活安排来将其自身置于待机状态中。

[0108] 在框 406, 功率管理模块 226 可响应于失活命令将主处理器 108 断电。将主处理器 108 断电可在电子设备 106 所消耗的能量方面提供显著的减少。

[0109] 在框 408, 周期性断电组件 208 可将电子设备 106 的网络接口控制器 110 断电达预定的时间间隔, 而不终止与无线接入点 114 的通信连接 116。在各个实施例中, 功率管理模块 226 可依赖于网络栈 234 的经修改的链接层 236 或附加的过滤层 246 以在预定的时间间隔期间维持通信连接 116。

[0110] 在框 410, 周期性断电组件 208 可将网络接口控制器 110 通电以监听来自无线接入点 114 的信标。信标可包括指示无线接入点 114 是否缓冲了针对电子设备 106 的数据帧的缓冲状态指示符。例如, 当没有数据帧被缓冲时, 缓冲状态指示符可具有“0”的值, 当数据帧被缓冲时, 缓冲状态指示符可具有“1”的值。

[0111] 在决策框 412, 网络接口控制器 110 可确定信标是否指示数据帧被无线接入点 114 缓冲。由此, 如果信标指示无线接入点 114 缓冲了针对电子设备 106 的数据帧 (在决策框 412 处的“是”), 则过程 400 可行进到框 414。

[0112] 在框 414, 网络接口控制器 110 可从无线接入点 114 接收被缓冲的数据帧。此外, 周期性断电组件 208 可使用触发组件 212 来将主处理器 108 通电以处理接收到的数据帧。然而, 如果信标指示没有针对电子设备 106 的数据帧被缓冲, 则过程 400 可循环回框 408, 使得周期性断电组件 208 可再一次对网络接口控制器 110 断电达预定的时间间隔, 而不终止与无线接入点 114 的通信连接 116。

[0113] 如以上描述的, 无线接入点 114 在网络接口控制器 110 被断电时在间隔期间丢弃一个或多个数据帧的可能性可通过可容忍延迟的应用 248 的通信冗余来补偿。可容忍延迟的应用 248 可发送出最终被网络接口控制器 110 接收的冗余的数据帧。

[0114] 图 5 是示出用于实现自适应休眠模式的实例过程 500 的流程图, 该自适应休眠模式将电子设备 106 的网络接口控制器置于省电状态中达变化的时间间隔以减少功率消耗。

[0115] 在框 502, 电子设备 106 可建立与诸如无线接入点 114 的无线接入点的通信连接 116。在通信连接 116 的建立期间, 电子设备 106 和无线接入点 114 可进一步建立目标信标传输时间 (TBTT) 和 / 或监听间隔。通信连接 116 可以是与 Wi-Fi 无线接入点建立的 Wi-Fi 连接。

[0116] 在框 504, 电子设备 106 可接收命令来变得不活动。在一些实施例中, 用户可使用电子设备 106 的用户界面来将电子设备 106 置于待机状态中。在其他实施例中, 电子设备 106 可在主处理器 108 空闲并且不存在来自用户的输入达预定的时间量时或根据预先计划的失活安排来将其自身置于待机状态中。

[0117] 在框 506, 功率管理模块 226 可响应于失活命令将主处理器 108 断电。将主处理器 108 断电可在电子设备 106 所消耗的能量方面提供显著的减少。

[0118] 在框 508, 自适应休眠组件 210 可计算电子设备 106 的网络接口控制器 110 的自适应休眠间隔。自适应休眠间隔可根据电子设备 106 和无线接入点 114 之间的通信连接 116 的稳健性来计算。在各个实施例中, 自适应休眠间隔是网络接口控制器 110 的两次通电之间省电模式的用于监听信标的时间。自适应休眠间隔可根据从无线接入点发出的被电子设备 106 获取的通信信号的信号强度来计算。替换地, 自适应休眠间隔可根据信标丢失率来计算。

[0119] 在框 510, 自适应休眠组件 210 可将网络接口控制器 110 置于省电状态达自适应休眠间隔。省电状态可进一步减少电子设备 106 所消耗的能量。

[0120] 在框 512, 自适应休眠组件 210 可对网络接口控制器 110 通电以监听来自无线接入点 114 的信标。信标可包括指示无线接入点 114 是否缓冲了针对电子设备 106 的数据帧的缓冲状态指示符。例如, 当没有数据帧被缓冲时, 缓冲状态指示符可具有“0”的值, 当数据帧被缓冲时, 缓冲状态指示符可具有“1”的值。

[0121] 在决策框 514, 网络接口控制器 110 可确定信标是否指示数据帧被无线接入点 114 缓冲。由此, 如果信标指示无线接入点 114 缓冲了针对电子设备 106 的数据帧 (在决策框 514 处的“是”), 则过程 500 可行进到框 514。

[0122] 在框 514, 网络接口控制器 110 可从无线接入点 114 接收被缓冲的数据帧。此外, 自适应休眠组件 210 可使用触发组件 212 来将电子设备的主处理器 108 通电以处理接收到的数据帧。然而, 如果信标指示没有针对电子设备 106 的数据分组被缓冲, 则过程 500 可循环回框 508, 使得自适应休眠组件 210 可计算电子设备 106 的网络接口控制器 110 的另一自适应休眠间隔。

[0123] 图 6 是示出用于根据电子设备的使用上下文来确定是否将电子设备置于周期性断电模式或自适应休眠模式中的示例过程 600 的流程图。

[0124] 在框 602, 电子设备 106 可建立与诸如无线接入点 114 的无线接入点的通信连接 116。通信连接 116 可以是与 Wi-Fi 无线接入点建立的 Wi-Fi 连接。

[0125] 在框 604, 电子设备 106 可接收命令来变得不活动。在一些实施例中, 用户可使用电子设备 106 的用户界面来将电子设备 106 置于待机状态中。在其他实施例中, 电子设备 106 可在主处理器 108 空闲并且不存在来自用户的输入达预定的时间量时或根据预先计划的失活安排来将其自身置于待机状态中。

[0126] 在框 606, 模式选择模块 218 可确定电子设备 106 的使用上下文。使用上下文可指示电子设备 106 要在将来的特定时间段内被再次通电的可能性。使用上下文可包括诸如以下的因素: 一天中的时间、电子设备 106 的位置 (例如, 家庭或办公室)、电子设备 106 的预测位置、存储在主存储器 202 中的任务管理应用中标记的预约或事件的存在或缺失、电子设备 106 的先前使用模式和 / 或其他相关因素。

[0127] 在框 608, 模式选择模块 218 可根据使用上下文将电子设备 106 的网络接口控制器 110 置于周期性断电模式 118 或自适应休眠模式 120 中。在各个实施例中, 模式选择模块 218 可命令网络接口控制器 110 在上下文指示存在电子设备 106 在将来的特定时间段内要被再次使用 (即, 被通电) 的高的可能性 (例如, 超过 50% 的可能性) 时进入自适应休眠模式 120。另一方面, 模式选择模块 218 可在使用上下文指示存在电子设备 106 要在将来的特定时间段内被通电的低的可能性 (例如, 50% 或更少的可能性) 时向网络接口控制器 110 应用周期性断电模式 118。

[0128] 图 7 是示出用于通过周期性地将网络接口控制器 110 通电以搜索根据上下文数据被预先选择的一个或多个无线接入点 124 来减少功率消耗的示例过程 700 的流程图。

[0129] 在框 702, 列表选择模块 220 可根据与电子设备 106 有关的上下文数据 232 来从主标识符数据 128 中选择无线接入点标识符。该选择可由电子设备 106 的主处理器 108 作出。在一些实施例中, 列表选择模块 220 可使用条件概率算法来根据电子设备 106 的先前连接

过的无线接入点来预测行进的预期方向,并且进而,预测电子设备 106 的预期位置。在附加的实施例中,列表选择模块 220 可使用其他机器学习和/或分类算法来根据上下文数据 232 预测电子设备 106 的位置。一旦列表选择模块 220 已经预测了电子设备 106 的位置,列表选择模块 220 就可从主标识符数据 128 中选择对应于预测位置的无线接入点的标识符。

[0130] 在进一步的实施例中,列表选择模块 220 可替换地或并发地选择流行无线接入点的标识符和/或先前与电子设备 106 连接过的无线接入点的标识符。

[0131] 在框 704,列表选择模块 220 可将所选的无线接入点标识符推送到存储器 206。存储器 206 位于电子设备 106 的网络接口控制器 110 中。在一些实施例中,所选的无线接入点标识符可被存储在卸载列表 126 中。在其他实施例中,所选的无线接入点标识符可被存储在存储器 206(例如,布隆过滤器)中的概率数据结构中。

[0132] 在框 706,功率管理模块 226 可响应于失活命令将主处理器 108 断电。将主处理器 108 断电可在电子设备 106 所消耗的能量方面提供显著的减少。

[0133] 在框 708,周期性搜索组件 214 可将网络接口控制器 110 置于省电状态达预定的时间段。省电状态可进一步减少电子设备 106 所消耗的能量。

[0134] 在框 710,周期性搜索组件 215 可将网络接口控制器 110 通电来搜索与存储器 206 中的无线接入点标识符匹配的无线接入点。在决策框 712,网络接口控制器 110 可确定是否检测到匹配的接入点。在一些实施例中,该匹配在其中无线接入点标识符被存储在卸载列表 126 中的情况下可以是绝对匹配。在其他实施例中,该匹配在其中无线接入标识符被存储在概率数据结构(例如,布隆过滤器)中的情况下可以是高概率匹配而非绝对匹配。由此,如果检测到匹配的无线接入点(在决策框 712 处的“是”),则过程 700 可行进到框 714。

[0135] 在框 714,网络接口控制器 110 可使用触发组件 212 来将电子设备 106 的主处理器 108 通电来建立与所检测到的无线接入点的通信连接。在其中同时检测到多个匹配的无线接入点的实例中,电子设备 106 可根据一个或多个准则来选择该多个匹配的无线接入点之一。该一个或多个准则可包括最强信号强度、可靠性历史、多个无线接入点的提供者的身份等。然而,在替换的实施例中,网络接口控制器 110 可具有在不需要主处理器 108 涉入的情况下建立与所检测到的无线接入点的通信连接的能力,而非使用触发组件 212 来将主处理器 108 通电以建立网络通信。由此,在这样的实施例中,网络接口控制器 110 可在与所检测到的无线接入点的通信连接已经建立后使用触发组件 212 来将主处理器 108 通电。

[0136] 然而,如果在决策框 712,网络接口控制器 110 确定没有检测到匹配的无线接入(在决策框 712 处的“否”),则过程 700 可行进到决策框 716。在决策框 716,周期性搜索组件 214 可确定失败的扫描的数量是否达到了阈值。由此,如果失败的扫描的数量没有达到阈值(在决策框 716 处的“否”),则过程 700 可循环回框 708,使得网络接口控制器可再一次被置于省电状态中达预定的时间段。

[0137] 然而,如果周期性搜索组件 214 确定失败的扫描的数量达到了阈值(决策框 716 处的“是”),则过程 700 可继续到框 718。在框 718,周期性搜索组件 214 可使用触发组件 212 来将电子设备 106 的主处理器 108 通电并重新选择无线接入点标识符。随后,过程 700 可循环回框 702,使得列表选择模块 220 可根据与电子设备 106 有关的上下文数据 232 来从主标识符数据 128 中再一次选择无线接入点标识符。

[0138] 由此,通过最小化电子设备在获取或维持与网络的网络连接中所消耗的功率的

量,电子设备与网络的整体网络连接的持续时间可被增加。此外,功率消耗最小化还可增加电子设备的电池寿命,产生对于电子设备的用户而言额外的便利性和生产性。

[0139] 结语

[0140] 总而言之,尽管用对结构特征和 / 或方法动作专用的语言描述了各实施方式,但可以理解,所附权利要求书中定义的主题不必限于所述具体特征或动作。相反,这些具体特征和动作是作为实现权利要求的所要求保护的主题的示例性形式而公开的。

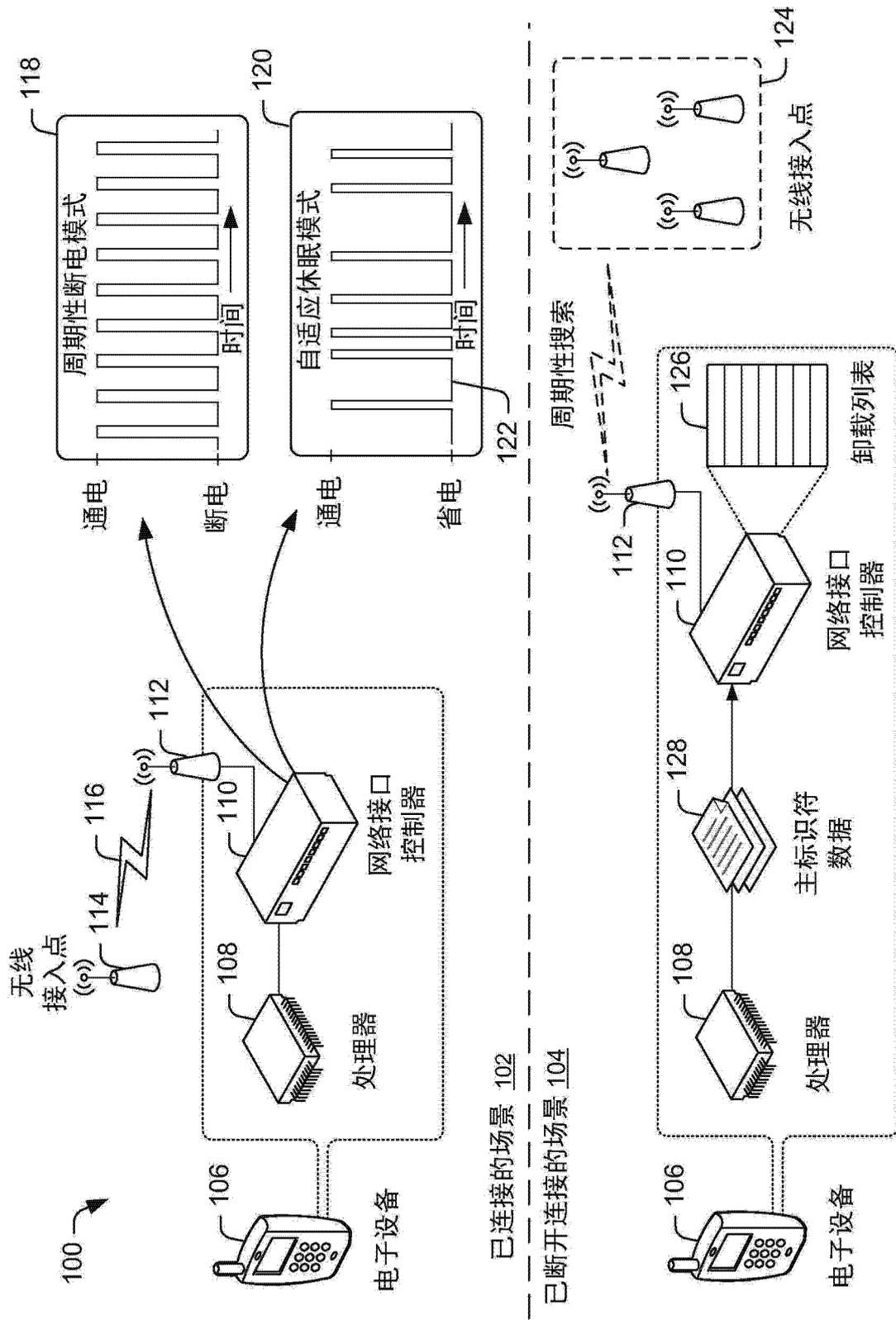


图 1

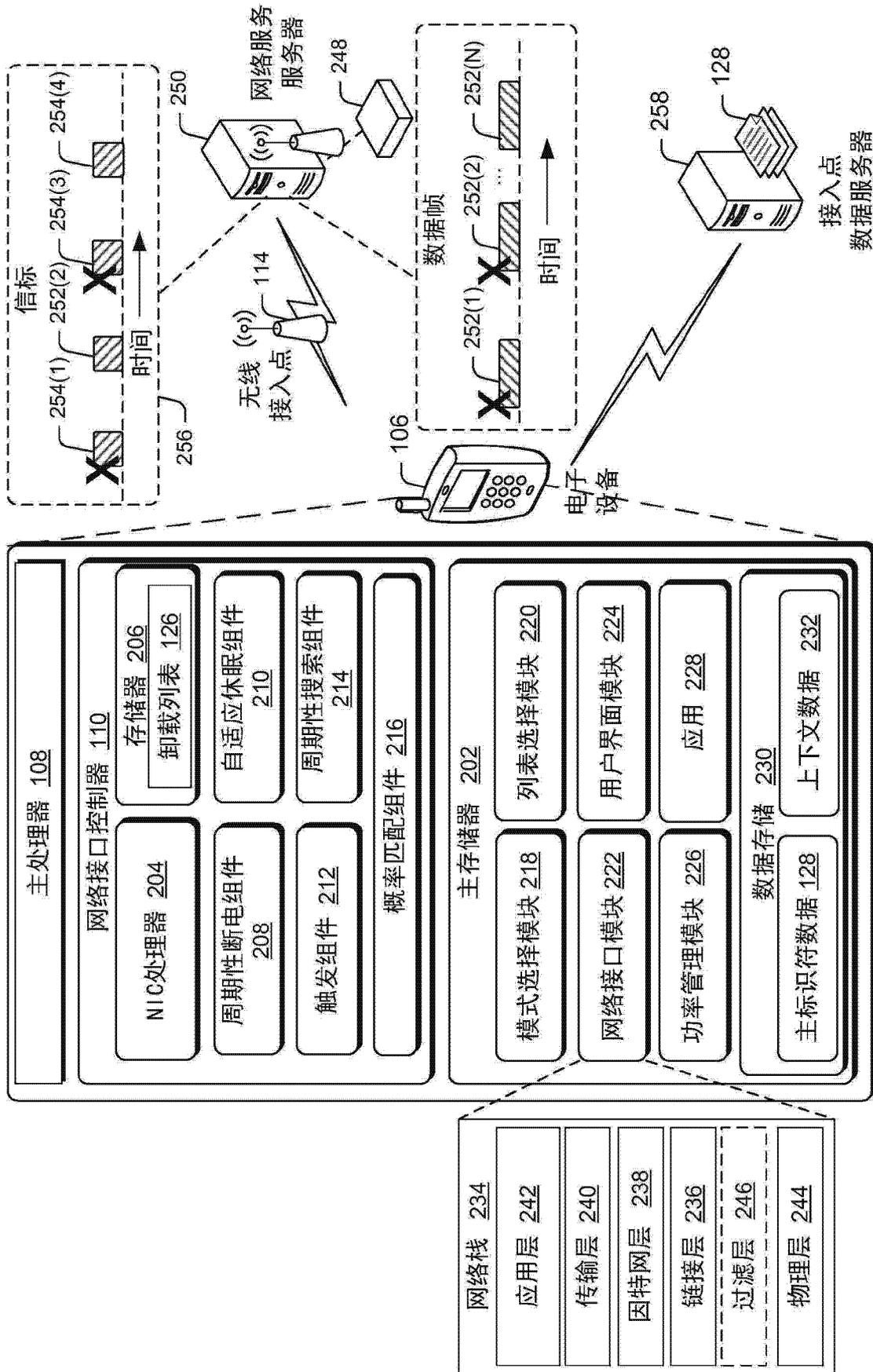


图 2

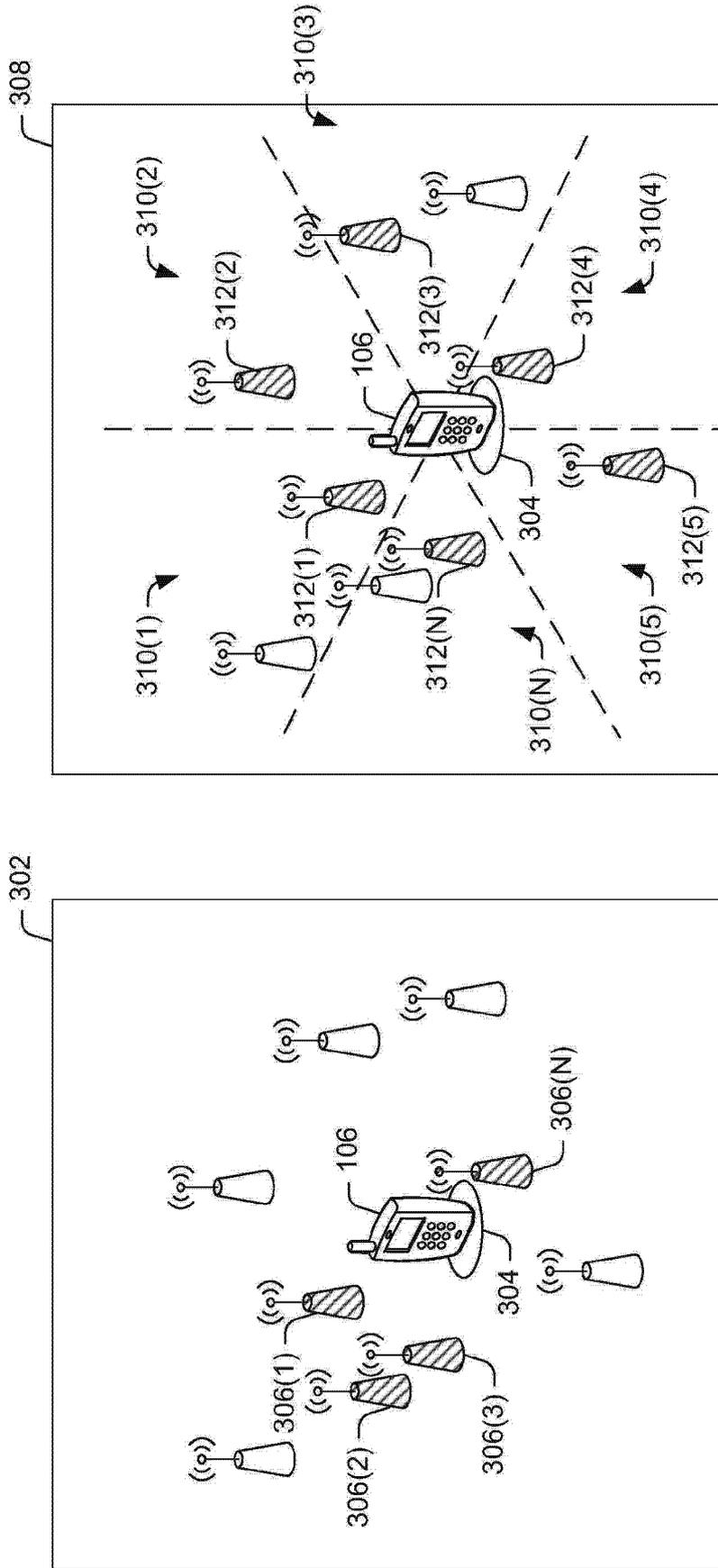


图 3

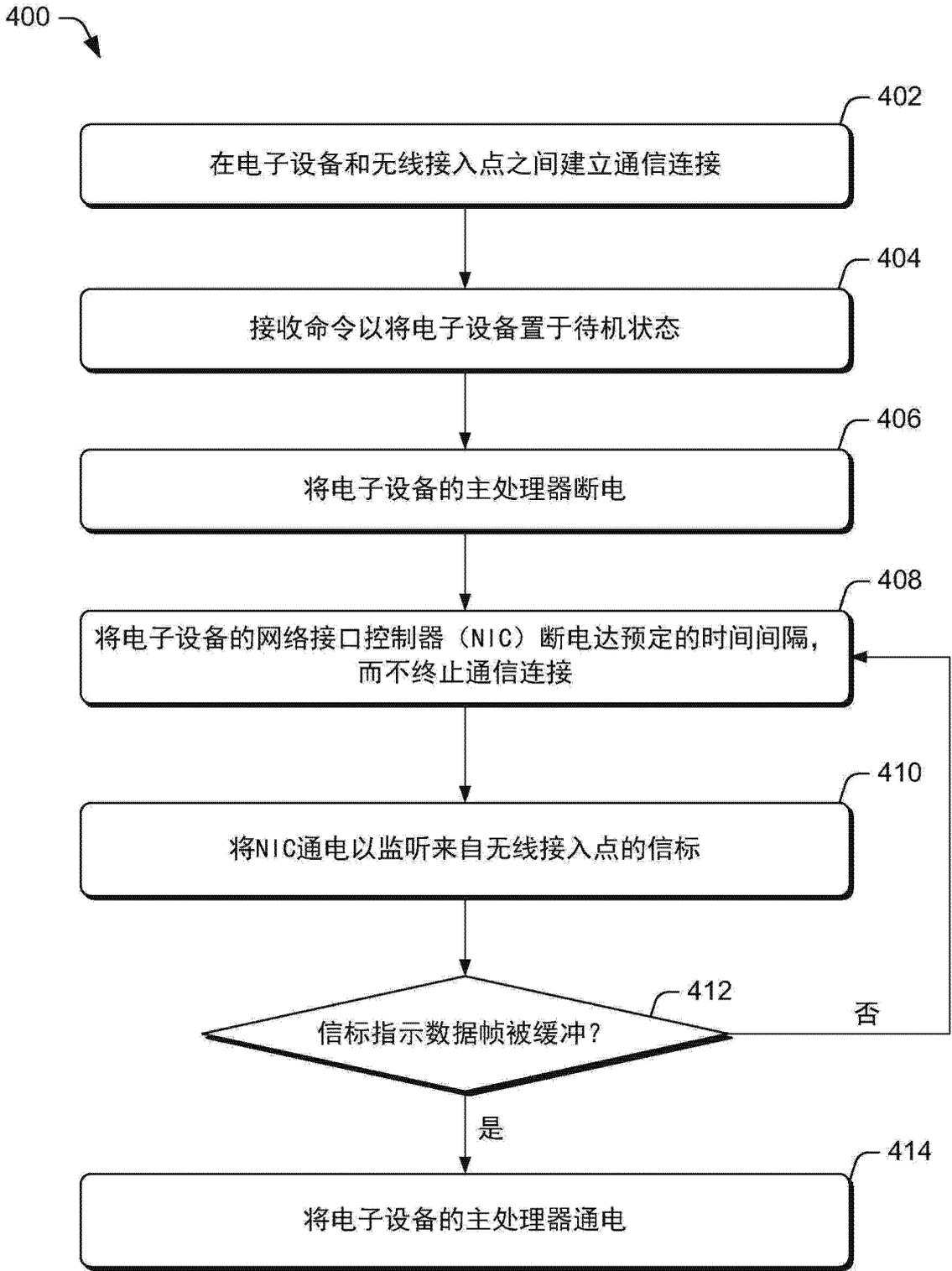


图 4

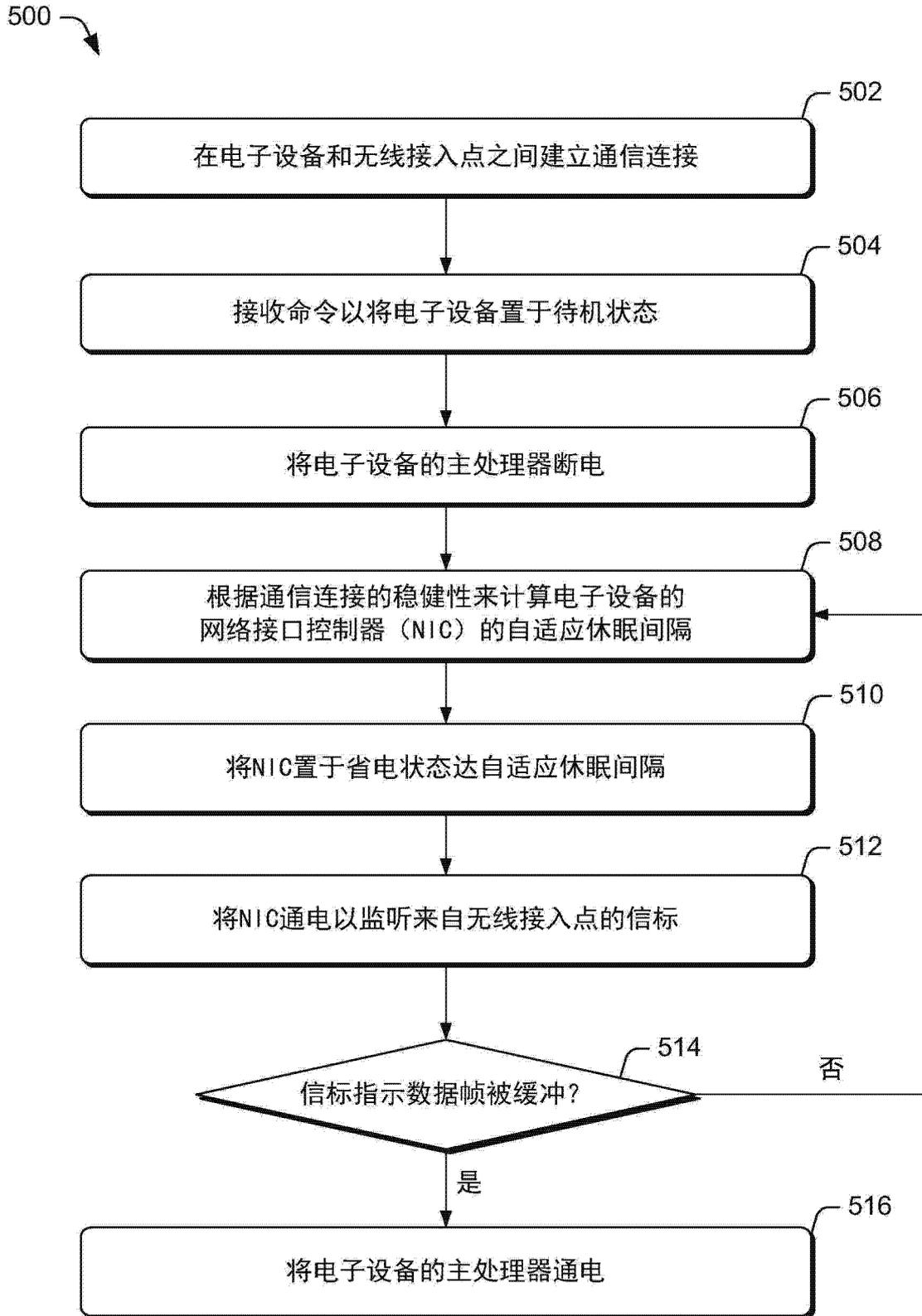


图 5

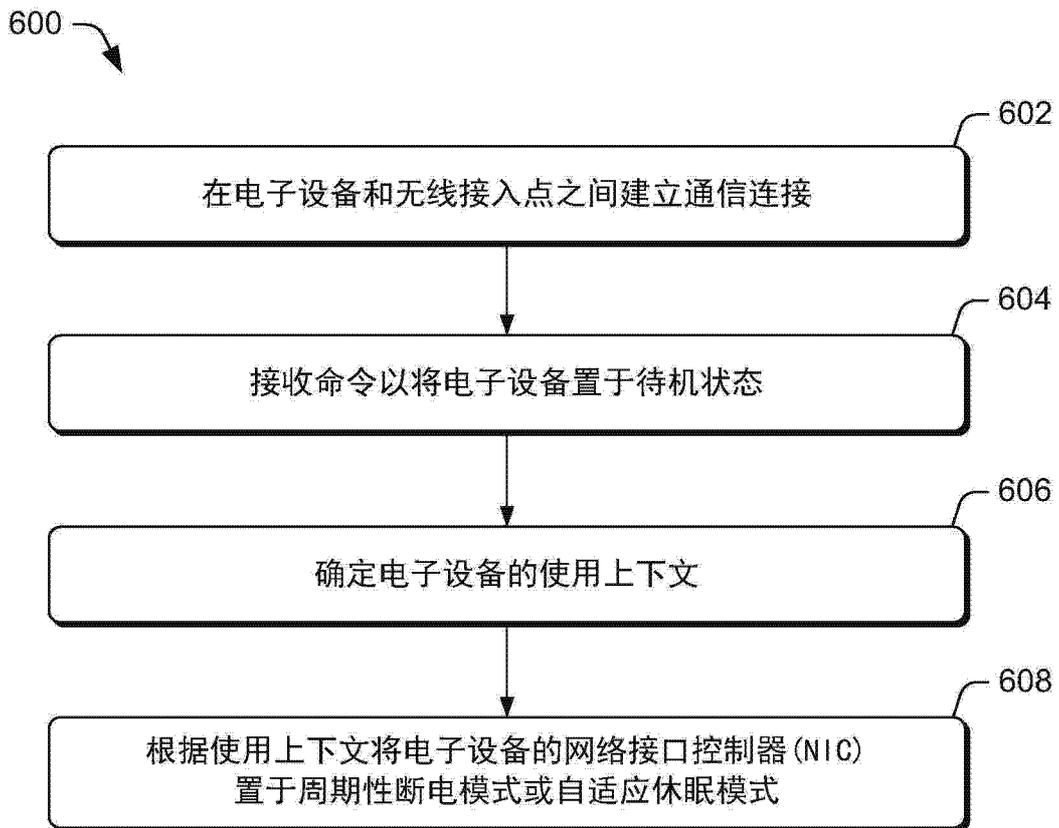


图 6

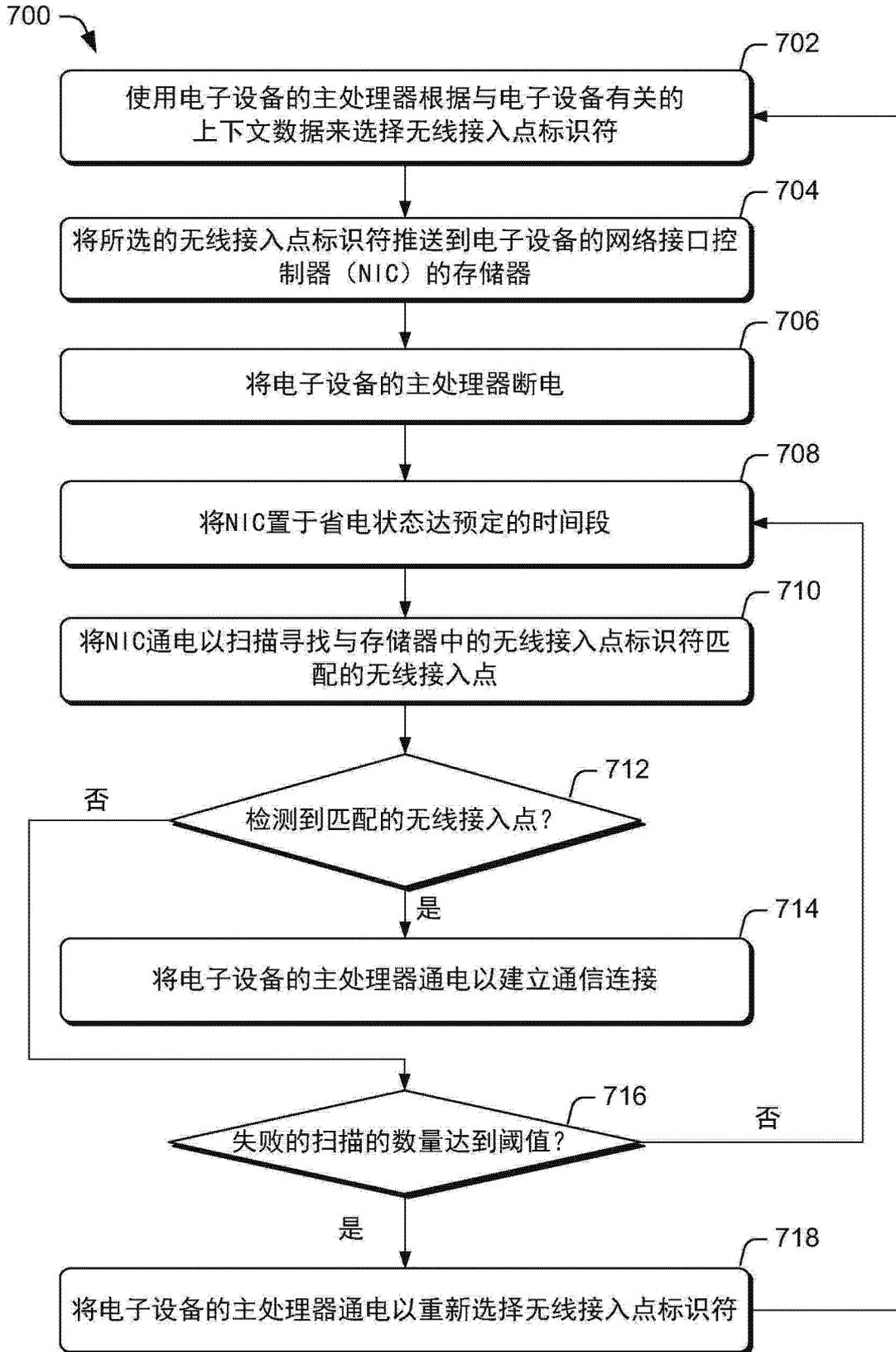


图 7