



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102422542 A

(43) 申请公布日 2012. 04. 18

(21) 申请号 201080020709. 8

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 05. 10

H04B 1/00 (2006. 01)

(30) 优先权数据

12/463, 460 2009. 05. 11 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 11. 11

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2010/034162 2010. 05. 10

(87) PCT申请的公布数据

W02010/132317 EN 2010. 11. 18

(71) 申请人 卡伦茨技术有限公司

地址 美国特拉华州

(72) 发明人 米奥德拉格·波特科尼娅克

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 王玮

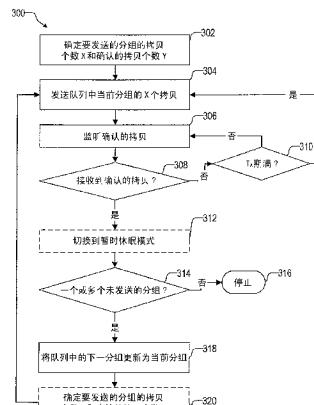
权利要求书 4 页 说明书 19 页 附图 13 页

(54) 发明名称

分组和确认重传的协调

(57) 摘要

描述了大体上涉及多拷贝发送方案的技术。第一无线通信设备可以在无线通信链路上，向第二无线通信设备发送 N 个分组中的每个第 i 分组的 X_i 个拷贝。作为响应，第二无线通信设备可以在无线通信链路上，向第一无线通信设备发送确认的 Y 个拷贝。如果在预定时间内未接收到确认，则第一无线通信设备可以重传分组。如果在预定时间段内未接收到其它分组，则第二无线通信设备可以重传确认。可以使用计算或仿真，针对吞吐量、等待时间和能耗中的一个或多个来优化 N、 X_i 和 Y。



1. 一种第一无线通信设备向第二无线通信设备传送分组的方法,该方法包括:

在无线通信链路上,向第二无线通信设备发送N个分组中的每个第i分组的X_i个拷贝,其中,X_i和N中的一个或多个是二或更大;

监听来自第二无线通信设备的对无线通信链路上的N个分组作出响应的确认,该确认指示N个分组中的每个分组是否已经被接收到;以及

当在预定时间段内未接收到对N个分组作出响应的确认时,在无线通信链路上,向第二无线通信设备重传N个分组中的每个第i分组的X_i个拷贝。

2. 根据权利要求1所述的方法,还包括:在接收到对N个分组作出响应的确认的拷贝之后,将第一无线通信设备从激活模式切换到暂时休眠模式,以避免接收到确认的其它拷贝。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中,暂时休眠模式的持续时间取决于确认的拷贝总数中的接收到的确认的拷贝的拷贝个数。

4. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

当在预定时间段内接收到对N个分组作出响应的确认,并且该确认指示或意指第二无线通信设备已经接收到N个分组中的每个分组的拷贝时,在无线通信链路上,向第二无线通信设备发送其它N个分组中的每个第i分组的X_i个拷贝。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中,第一无线通信设备是MIMO无线通信设备,所述方法还包括:

在与发送该N个分组中的每个第i分组的X_i个拷贝几乎同时,在其它无线通信链路上,向第二无线通信设备发送其它N个分组中的每个第i分组的X_i个拷贝。

6. 根据权利要求5所述的方法,还包括:

在与监听无线通信链路上的确认几乎同时,监听其它无线通信链路上来自第二无线通信设备的确认,其中,所述确认还指示或意指第二无线通信设备是否已经接收到其它N个分组中的每个分组。

7. 根据权利要求6所述的方法,还包括:

在所述确认指示或意指所述无线通信链路和所述其它无线通信链路之一上的接收失败时,重传任意第i个分组的X_i个拷贝。

8. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述N个分组和所述其它N个分组包括一个或多个相同的分组。

9. 根据权利要求5所述的方法,还包括:

在附加的无线通信链路上,向第二无线通信设备发送附加的N个分组中的每个第i分组的X_i个拷贝,其中,所述附加的N个分组包括作为所述N个分组之一与所述其它N个分组之一的异或结果的一个分组。

10. 根据权利要求5所述的方法,还包括:从第一无线通信设备和第二无线通信设备之间可用的无线通信链路中选择所述无线通信链路和所述其它无线通信链路,以优化以下中的一个或多个:吞吐量、等待时间和/或能耗。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中,第一无线通信设备是基站或移动无线设备。

12. 根据权利要求1所述的方法,还包括:针对以下中的一个或多个来近似地优化N、X_i和Y中的一个或多个:吞吐量、等待时间和/或能耗,其中Y是来自第二无线通信设备的每

个确认的拷贝个数。

13. 根据权利要求 12 所述的方法,其中,第一无线通信设备是基站或移动无线设备。

14. 根据权利要求 12 所述的方法,其中,基于历史跟踪数据来近似地优化 N 、 X_i 和 / 或 Y 中的一个或多个。

15. 根据权利要求 12 所述的方法,其中,根据基于蒙特卡罗的仿真所得到的仿真的跟踪数据,来近似地优化 N 、 X_i 和 / 或 Y 中的一个或多个。

16. 根据权利要求 12 所述的方法,其中,基于以下中的一个或多个来近似地优化 N 、 X_i 和 / 或 Y 中的一个或多个 :在发送了 N 个分组中的每个第 i 分组的 X_i 个拷贝之后的当前跟踪数据,和 / 或第一和 / 或第二无线设备中的一个或多个的当前功率。

17. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,基于分组的内容来近似地优化 N 、 X_i 和 / 或 Y 中的一个或多个。

18. 一种第二无线通信设备从第一无线通信设备接收分组的方法,该方法包括 :

针对第一和第二无线通信设备中的一个或多个处的 a) 吞吐量、b) 等待时间、以及 c) 能耗中的一个或多个,近似地优化每个通信会话中第一无线通信设备要发送的分组的个数 N 、 N 个分组中的每个第 i 分组的拷贝的个数 X_i 、以及每个通信会话中向第一无线通信设备发送的每个确认的拷贝的个数 Y ,其中, X_i 和 N 中的一个或多个是二或更大, Y 是一或更大;

监听无线通信链路上的来自第一无线通信设备的 N 个分组的一个或多个分组的拷贝;

在已经接收到 N 个分组中最后一个分组的拷贝时,或者在已经接收到 N 个分组中的一个或多个分组的拷贝且用于接收 N 个分组的预定时间段已经期满时,产生对 N 个分组作出响应的确认;以及

在无线通信链路上,向第一无线通信设备发送确认的 Y 个拷贝。

19. 根据权利要求 18 所述的方法,还包括 :在从第一无线通信设备接收到分组的拷贝之后,切换到暂时休眠模式,以避免接收到分组的其它拷贝。

20. 根据权利要求 18 所述的方法,还包括 :

监听无线通信链路上的来自第一无线通信设备的其它 N 个分组中的一个或多个分组的拷贝;

当在接收到所述其它 N 个分组中的任意一个之前用于接收所述其它 N 个分组的预定时间段期满时,在无线通信链路上,向第一无线通信设备重传对所述 N 个分组作出响应的第一确认的 Y 个拷贝;

当接收到所述其它 N 个分组中的最后分组的拷贝时,或者当接收到所述其它 N 个分组中的一个或多个分组的拷贝且用于接收所述其它 N 个分组的预定时间段已经期满时,产生对所述其它 N 个分组作出响应的其它确认;以及

在无线通信链路上,向第一无线通信设备发送所述其它确认的 Y 个拷贝。

21. 根据权利要求 18 所述的方法,其中,所述确认指示或意指所述 N 个分组中的每个分组是否已经接收到,并且所述其它确认指示或意指所述其它 N 个分组中的每个分组是否已经被接收到。

22. 根据权利要求 18 所述的方法,其中,第二无线通信设备是 MIMO 无线通信设备,所述方法还包括 :

在与监听所述无线通信链路上的 N 个分组几乎同时,监听其它无线通信链路上的来自

第一无线通信设备的其它 N 个分组中的一个或多个分组的拷贝。

23. 根据权利要求 22 所述的方法,还包括:

在与在所述无线通信链路上发送确认几乎同时,在所述其它无线通信链路上向第一无线通信设备发送所述确认,其中,所述确认还指示或意指第二无线通信设备是否已经接收到其它 N 个分组中的每个分组。

24. 根据权利要求 22 所述的方法,其中,所述 N 个分组和所述其它 N 个分组包括一个或多个相同的分组。

25. 根据权利要求 22 所述的方法,还包括:

监听附加的无线通信链路上的来自第一无线通信设备的附加的 N 个分组中的一个或多个分组的拷贝,其中,所述附加的 N 个分组包括作为所述 N 个分组之一与所述其它 N 个分组之一的异或结果的一个分组。

26. 根据权利要求 18 所述的方法,其中,第二无线通信设备是基站或移动无线设备。

27. 根据权利要求 18 所述的方法,其中,基于历史跟踪数据来近似地优化 N、X_i 和 / 或 Y 中的一个或多个。

28. 根据权利要求 18 所述的方法,其中,根据基于蒙特卡罗的仿真所得到的仿真的跟踪数据,来近似地优化 N、X_i 和 / 或 Y 中的一个或多个。

29. 根据权利要求 18 所述的方法,其中,基于以下中的一个或多个来近似地优化 N、X_i 和 / 或 Y 中的一个或多个:在发送了 N 个分组中的每个第 i 分组的 X_i 个拷贝之后的当前跟踪数据,和 / 或第一和 / 或第二无线设备中的一个或多个的当前功率。

30. 根据权利要求 18 所述的方法,其中,基于分组的内容来近似地优化 N、X_i 和 / 或 Y 中的一个或多个。

31. 一种第一无线通信设备,被设置用于向第二无线通信设备传送分组,所述第一无线通信设备包括:

存储器,存储指令;以及

处理器,被配置为执行存储器中的指令,以便:

在无线通信链路上,向第二无线通信设备发送 N 个分组中的每个第 i 分组的 X_i 个拷贝,其中, X_i 和 N 中的一个或多个是二或更大;

监听来自第二无线通信设备的对无线通信链路上的 N 个分组作出响应的确认,该确认指示 N 个分组中的每个分组是否已经被接收到;以及

当在预定时间段内未接收到对 N 个分组作出响应的确认时,在无线通信链路上,向第二无线通信设备重传 N 个分组中的每个第 i 分组的 X_i 个拷贝。

32. 一种第二无线通信设备,用于从第一无线通信设备接收分组,所述第二无线通信设备包括:

存储器,存储指令;以及

处理器,被配置为执行存储器中的指令,以便:

针对第一无线通信设备和第二无线通信设备中的一个或多个处的 a) 吞吐量、b) 等待时间、以及 c) 能耗中的一个或多个,近似地优化每个通信会话中第一无线通信设备要发送的分组的个数 N、N 个分组中的每个第 i 分组的拷贝的个数 X_i、以及每个通信会话中向第一无线通信设备发送的每个确认的拷贝的个数 Y,其中, X_i 和 N 中的一个或多个是二或更大,Y

是一或更大；

监听无线通信链路上的来自第一无线通信设备的 N 个分组的一个或多个分组的拷贝；

在已经接收到 N 个分组中最后一个分组的拷贝时,或者在已经接收到 N 个分组中的一个或多个分组的拷贝且用于接收 N 个分组的预定时间段已经期满时,产生对 N 个分组作出响应的确认;以及

在无线通信链路上,向第一无线通信设备发送确认的 Y 个拷贝。

33. 一种计算机可读存储介质,编码有计算机可执行指令,由第一无线通信设备执行所述计算机可执行指令以向第二无线通信设备传送分组,所述指令包括:

在无线通信链路上,向第二无线通信设备发送 N 个分组中的每个第 i 分组的 X_i 个拷贝,其中, X_i 和 N 中的一个或多个是二或更大;

监听来自第二无线通信设备的对无线通信链路上的 N 个分组作出响应的确认,该确认指示 N 个分组中的每个分组是否已经被接收到;以及

当在预定时间段内未接收到对 N 个分组作出响应的确认时,在无线通信链路上,向第二无线通信设备重传 N 个分组中的每个第 i 分组的 X_i 个拷贝。

34. 一种计算机可读存储介质,编码有计算机可执行指令,由第二无线通信设备执行所述计算机可执行指令以从第一无线通信设备接收分组,所述指令包括:

针对第一无线通信设备和第二无线通信设备中的一个或多个处的 a) 吞吐量、b) 等待时间、以及 c) 能耗中的一个或多个,近似地优化每个通信会话中第一无线通信设备要发送的分组的个数 N、N 个分组中的每个第 i 分组的拷贝的个数 X_i 、以及每个通信会话中向第一无线通信设备发送的每个确认的拷贝的个数 Y,其中, X_i 和 N 中的一个或多个是二或更大,Y 是一或更大;

监听无线通信链路上的来自第一无线通信设备的 N 个分组的一个或多个分组的拷贝;

在已经接收到 N 个分组中最后一个分组的拷贝时,或者在已经接收到 N 个分组中的一个或多个分组的拷贝且用于接收 N 个分组的预定时间段已经期满时,产生对 N 个分组作出响应的确认;以及

在无线通信链路上,向第一无线通信设备发送确认的 Y 个拷贝。

分组和确认重传的协调

技术领域

[0001] 本公开大体上涉及无线技术,更具体地,涉及无线传输和 / 或重传技术。

背景技术

[0002] 除非在此特别指出,否则,在本部分中描述的方案并不是本申请中权利要求书的现有技术,并且并不因为将其包括在本部分中而承认其为现有技术。

[0003] 无线通信设备之间的分组传输是公知的。然而,低功率无线通信设备的无线通信链路在本质上是有损的。对于可靠通信,可以采用确认 - 重传方案。在传统的确认 - 重传方案中,一个节点(节点A)首先向另一节点(节点B)发送分组。如果节点B成功地接收到该分组,则节点B将向节点A发送回确认。如果节点A在特定时间段或时间元内未从节点B接收到确认,则节点A将向节点B重传该分组。传统确认 - 重传方案中的每个通信会话需要两个时间元,一个用于发送 / 接收分组,另一个用于发送 / 接收确认。

发明内容

[0004] 本公开的一个实施例大体上涉及一种用于第一无线通信设备向第二无线通信设备传送分组的方法。用于第一无线通信设备的该方法包括:在无线通信链路上,向第二无线通信设备发送N个分组中的每个第i分组的 X_i 个拷贝,其中, X_i 和N中的一个或多个是二或更大;监听来自第二无线通信设备的对无线通信链路上的N个分组作出响应的确认,该确认指示N个分组中的每个分组是否已经被接收到;以及当在预定时间段内未接收到对N个分组作出响应的确认时,在无线通信链路上,向第二无线通信设备重传N个分组中每个第i分组的 X_i 个拷贝。

[0005] 本公开的另一实施例大体上涉及一种用于第二无线通信设备从第一无线通信设备接收分组的方法。用于第二无线通信设备的该方法包括:针对第一和第二无线通信设备中的一个或多个处的a)吞吐量、b)等待时间、以及c)能耗中的一个或多个,近似地优化每个通信会话中第一无线通信设备要发送的分组的个数N、N个分组中的每个第i分组的拷贝的个数 X_i 、以及每个通信会话中向第一无线通信设备发送的每个确认的拷贝的个数Y,其中, X_i 和N中的一个或多个是二或更大,Y是一或更大;监听无线通信链路上的来自第一无线通信设备的N个分组中的一个或多个分组的拷贝;在已经接收到N个分组中最后一个分组的拷贝时,或者在已经接收到N个分组中的一个或多个分组的拷贝且用于接收N个分组的预定时间段已经期满时,产生对N个分组作出响应的确认;以及在无线通信链路上,向第一无线通信设备发送确认的Y个拷贝。

[0006] 上述内容仅仅是示意性的,决不意在进行限制。除了所示意的方面、实施例和上述特征,通过参考附图和下面的详细说明,其它方面、实施例和特征将变得显而易见。

附图说明

[0007] 根据以下说明和所附权利要求,结合附图,本公开的前述和其他方面将更加清楚。

在认识到这些附图仅仅示出了根据本公开的一些示例且因此不应被认为是限制本公开范围的前提下,通过使用附图以额外的特征和细节来详细描述本公开。

[0008] 图 1 示出了根据本公开的一个或多个实施例的无线通信系统中的多拷贝发送方案的示例,其中在分组和确认之间存在一一对应。

[0009] 图 2 示出了根据本公开的一个或多个实施例的、图 1 的无线通信设备在每个时间元中进行的示例动作的表。

[0010] 图 3 是根据本公开的一个或多个实施例的、使用图 1 和 2 的多拷贝发送方案的、第一无线通信设备向第二无线通信设备发送分组所执行的示例方法的流程图。

[0011] 图 4 是根据本公开的一个或多个实施例的、使用图 1 和 2 的多拷贝发送方案的、第二无线通信设备从第一无线通信设备接收分组所执行的示例方法的流程图。

[0012] 图 5 示出了根据本公开的一个或多个实施例的无线通信系统中的、使用分批确认的多拷贝发送方案的示例。

[0013] 图 6 示出了根据本公开的一个或多个实施例的、图 5 中的无线通信设备在每个时间元中进行的示例动作的表。

[0014] 图 7 是根据本公开的一个或多个实施例的、使用图 5 和 6 的多拷贝发送方案的、第一无线通信设备向第二无线通信设备发送分组所执行的示例方法的流程图。

[0015] 图 8A 和 8B 是根据本公开的一个或多个实施例的、使用图 5 和 6 的多拷贝发送方案的、第二无线通信设备从第一无线通信设备接收分组所执行的示例方法的流程图。

[0016] 图 9 示出了根据本公开的一个或多个实施例的 MIMO(多输入多输出)无线通信系统中用于发送分组的多拷贝发送方案的示例。

[0017] 图 10 示出了在本公开的一些实施例中图 9 的无线通信设备在设备之间的无线通信链路上进行的示例动作的表,其中交叉链路确认对每个链路中的一个分组进行确认。

[0018] 图 11 示出了在本公开的一些实施例中图 9 的无线通信设备在设备之间的无线通信链路上进行的示例动作的表,其中,交叉链路分批确认对每个链路中的多个分组进行确认。

[0019] 图 12 是根据本公开的一个或多个实施例的、使用图 10 或 11 的方案的、第一无线通信设备向第二无线通信设备发送分组所执行的示例方法的流程图。

[0020] 图 13 是根据本公开的一个或多个实施例的、使用图 10 或 11 的方案的、第二无线通信设备从第一无线通信设备接收分组所执行的示例方法的流程图。

[0021] 图 14 示出了用于实现本公开的多拷贝发送方案的实施例的示例无线设备。

[0022] 图 15 是示出了根据本公开的一个或多个实施例设置的第一无线通信设备的计算机程序产品的框图。

[0023] 图 16 是示出了根据本公开的一个或多个实施例设置的第二无线通信设备的计算机程序产品的框图。

具体实施方式

[0024] 在以下详细说明中,参考了作为详细说明的一部分的附图。在附图中,类似符号通常表示类似组件,除非上下文另行指明。具体实施方式部分、附图和权利要求书中记载的示例性实施例并不是限制性的。在不脱离在此所呈现主题的精神或范围的情况下,可以利用

其他实施例，且可以进行其他改变。应当理解，在此一般性记载以及附图中图示的本公开的各方案可以按照在此明确公开并构成本公开的一部分的多种不同配置来设置、替换、组合和设计。

[0025] 本公开关注于与在无线设备中发送分组有关的方法、设备、计算机程序和系统。

[0026] 本公开的实施例大体上涉及多拷贝发送方法，其中，可以在每个通信会话中发送分组的多个拷贝和确认的多个拷贝。在本公开的一些实施例中，第一无线通信设备可以首先向第二无线通信设备发送 (N 个分组中的) 每个第 i 分组的 X_i 个拷贝，其中， X_i 和 N 中的一个或多个可以是二或更大。如果第二无线通信设备成功地接收到分组的拷贝，则第二无线通信设备可以向第一无线通信设备发送回确认的 Y 个拷贝，其中 Y 可以是至少一个。如果第一无线通信设备在预定时间段内未从第二无线通信设备接收到确认，则第一无线通信设备可以向第二无线通信设备重传 (N 个分组中的) 每个第 i 分组的 X_i 个拷贝。多拷贝发送方案中的每个通信会话可能需要 X_i+Y 个时间元。

[0027] 当前描述的多拷贝发送方案可以被设置为最小化或降低能耗。无线通信设备在不同操作模式期间会消耗不同量的能量。一些无线通信设备可以操作在四种模式下，即：发送、接收、监听和休眠。无线通信设备在处于休眠模式下时会消耗最少量的能量。为了节约能量，根据当前描述的多拷贝发送方案设置的第一无线通信设备可以在从第二无线通信设备接收到确认的拷贝之后切换到暂时休眠模式。在进入休眠模式预定时间段之后，第一无线通信设备可以被配置为切换回激活模式，以便第一无线通信设备可以向第二无线通信设备发送分组的一个或多个拷贝。类似地，根据当前描述的多拷贝发送方案设置的第二无线通信设备可以在从第一无线通信设备接收到分组的拷贝之后切换到暂时休眠模式。在进入休眠模式预定时间段之后，第二无线通信设备可以被配置为切换回激活模式，以便第二无线通信设备可以从第一无线通信设备接收另一分组的拷贝。

[0028] 可以基于无线通信设备的可用能源来优化当前描述的多拷贝发送方案。不同的无线通信设备可能具有不同量的可用功率。例如，依赖于电池操作的移动蜂窝电话具有有限的能源（通常以毫安 - 小时 (mA-hr) 来描述），而基站通常具有无限的能源。在当前描述的方案中，可以将优化 (N 个分组中的) 每个第 i 分组的拷贝个数 X_i 和每个确认的拷贝个数 Y 的计算和功率集约过程从基于电池功率操作的移动无线通信设备卸载到具有无限能源的固定无线通信设备。

[0029] 当前描述的多拷贝发送方案可以被设置用于第一无线通信设备顺序地发送批量分组，而第二无线通信设备发送对分组的分批确认。一些确认可能具有大于有效载荷的首部（例如，与 1 比特的有效载荷相比，用于确认是否接收到分组的 20-40 字节的首部）。使用分批确认可以减少设备之间的通信所使用的确认的总量，而不会显著地增加每个确认的大小。

[0030] 当前描述的多拷贝发送方案可以用在 MIMO(多输入多输出) 无线通信系统中。为了增加带宽，具有 MIMO 无线电装置（发送机和接收机）的第一无线通信设备可以在两个或多个无线通信链路上，在几乎相同的时间，向具有 MIMO 无线电装置的第二无线通信设备发送分组。第二无线通信设备可以在两个或多个无线通信链路上，在几乎相同的时间，向第一无线通信设备发送交叉链路确认，以确保第一无线通信设备正确地接收到交叉链路确认的一个或多个拷贝。交叉链路确认可以指示同时发送的分组中的哪些分组已经被接收到。第

一或第二无线通信设备可以选择使用可用无线通信链路中的两个或多个。

[0031] 可以针对在一个设备或者在两个设备处的吞吐量、等待时间和能耗来优化当前描述的多拷贝发送方案。由于可以在更高抽象层实现，所以多拷贝发送方案可以对于多种现有的 MAC(媒体访问控制) 协议是透明的。

[0032] 图 1 示出了根据本公开的一个或多个实施例的无线通信系统中的多拷贝发送方案 100 的示例，其中在分组和确认之间存在一一对应（即， $N = 1$ ）。方案 100 包括第一无线通信设备 110，第一无线通信设备 110 具有发送机 112、接收机 114 和天线 116。方案 100 还包括第二无线通信设备 120，第二无线通信设备 120 具有发送机 122、接收机 124 和天线 126。分组可以包括数据负载和首部。

[0033] 在操作中，可以在每个通信会话中发送分组的两个拷贝和确认的一个拷贝。例如，分组可以从第一无线通信设备 110 的发送机 112 发送到第二无线通信设备 120 的接收机 124。第一无线通信设备 110 的发送机 112 和接收机 114 可以分别被配置为利用天线 116 来发送或接收信号。类似地，第二无线通信设备 120 的发送机 122 和接收机 124 可以分别被配置为利用天线 126 来发送或接收信号。

[0034] 在第一无线通信设备 110 和第二无线通信设备 120 之间示意的箭头可以表示在连续通信会话中发送信号。实线箭头可以表示成功的信号发送。虚线箭头可以表示不成功的发送。“M”箭头可以表示沿箭头的方向发送的分组。“A”箭头可以表示沿箭头的方向发送的确认。“N”箭头可以表示没有发送任何内容。每个“M”之后的下标可以表示分组序列中的分组编号。每个“A”或“N”之后的下标可以表示对相应编号的分组的确认或者无确认。

[0035] 图 2 示出了图 1 的无线通信设备 110 和 120 在每个时间元中进行的示例动作的表。每个示意的通信会话可能需要三个时间元（即，两个分组发送加上一个确认发送）。图 1 和图 2 示出了四个不同的示例通信会话。第一个示例通信会话被示出为具有确认 A_1 的分组 M_1 。第二个示例通信会话被示出为具有无确认 N_2 的分组 M_2 。第三个示例通信会话被示出为具有确认 A_2 的分组 M_2 。第四个示例通信会话被示出为具有确认 A_3 的分组 M_3 。还示出了示例时间元 1-12，将在下面对其进行描述。

[0036] 在一些实例中，从一个无线通信设备到另一个无线通信设备（例如，从第一无线通信设备 110 到第二无线通信设备 120）的无线通信链路可能是有损的，并且分组可能具有 20% 的成功发送概率，而相反方向（例如，从第二无线通信设备 120 到第一无线通信设备 110）的无线通信链路可能是理想的，因此确认具有 100% 的成功发送概率。“L”表示设备正在监听发送。“L”之后的星号（“*”）表示成功发送分组或确认（即，监听的设备成功地接收到分组或确认）。

[0037] 在示例时间元 1 和 2 中，第一无线通信设备 110 向第二无线通信设备 120 发送分组 M_1 的两个拷贝。第二无线通信设备 120 在示例时间元 1 中接收到分组 M_1 的第一拷贝。作为响应，由于成功地接收到第一分组，第二无线通信设备 120 不需要监听分组 M_1 的第二拷贝，所以第二无线通信设备 120 在示例时间元 2 中进入暂时休眠模式，以省电。在示例时间元 3 中，第二无线通信设备 120 发送确认 A_1 ，由第一无线通信设备 110 来接收确认 A_1 。

[0038] 在示例时间元 4 和 5 中，第一无线通信设备 110 向第二无线通信设备 120 发送分组 M_2 的两个拷贝。然而，第二无线通信设备 120 并未接收到分组的任何拷贝。结果，第二无线通信设备 120 在示例时间元 6 中不发送任何内容。

[0039] 在示例时间元 7 和 8 中,第一无线通信设备 110 向第二无线通信设备 120 重传分组 M_2 的两个拷贝。第二无线通信设备 120 在示例时间元 7 中接收到分组 M_2 的第一个拷贝。作为响应,由于第二无线通信设备 120 不需要监听分组 M_2 的第二拷贝,所以第二无线通信设备 120 在示例时间元 8 中进入暂时休眠模式,以省电。在示例时间元 9 中,第二无线通信设备 120 发送确认 A_2 ,由第一无线通信设备 110 来接收确认 A_2 。

[0040] 在示例时间元 10 和 11 中,第一无线通信设备 110 向第二无线通信设备 120 发送分组 M_3 的两个拷贝。第二无线通信设备 120 在示例时间元 11 中接收到 M_3 的第二个拷贝。在示例时间元 12 中,第二无线通信设备 120 发送确认 A_3 ,由第一无线通信设备 110 来接收确认 A_3 。

[0041] 上述多拷贝发送方案可以提供比传统确认 - 重传方案更高的吞吐量。吞吐量与发送分组所需的时间量成反比。发送分组所需的时间元的平均个数可以等于 $T \times (1-P^m)^{-1}$, 其中 T 可以等于每个通信会话的时间元的个数,P 可以等于发送不成功的概率,m 可以是每个通信会话所发送的分组的拷贝个数。对于 $P = 0.8$, $T = 2$ 且 $m = 1$ 的传统确认 - 重传,发送分组所需的时间元的平均个数近似为 10 个时间元。使用如图 1 和 2 所示的本公开的所述多拷贝发送方案,其中 $P = 0.9$, $T = 3$ 且 $m = 2$,发送分组所需的时间元的平均个数可以减少为 8.33 个时间元。如果在每个通信会话中,第一无线通信设备 110 重复发送特定分组 3 次,则发送分组所需的时间元的平均个数可以减少为 8.20 个时间元。在以下情况下,上述时间改善将显著更高:(a) 每个链路具有较低质量,(b) 成功发送的自相关较高(例如,在实际有损无线链路的情况下),(c) 采用对预定个数的分组和分批确认的顺序发送(稍后进行描述),以及(d) 采用对 MIMO 无线通信系统中的两个或多个无线通信链路上的交叉链路确认的同时发送(稍后进行描述)。

[0042] 图 3 是根据本公开的一个或多个实施例的、使用图 1 和 2 的多拷贝发送方案的、第一无线通信设备 110 向第二无线通信设备 120 发送分组所执行的示例方法 300 的流程图。方法 300 包括由框 302-320 示出的一个或多个操作、功能或动作。第一无线通信设备 110 可以是基站、移动无线设备或某种其它无线通信设备。

[0043] 方法 300 可以开始于框 302,其中,第一无线通信设备 110 可以被设置为确定向第二无线通信设备 120 发送的分组的拷贝的个数 X_i (由于 $N = 1$,下面简称为“X”)以及要由第二无线通信设备 120 发送的确认的拷贝的个数 Y。基于特定实施例,第一无线通信设备 110 可以被配置为使用对跟踪数据的集约计算、对跟踪数据的基于蒙特卡罗的仿真、或者利用当前跟踪数据在线(即,实时)进行计算,来确定 X 和 Y。第一无线通信设备 110 可以被配置为针对所述设备的一个或两者处的 a) 吞吐量、b) 等待时间和 c) 能耗中的一个或多个来优化 X 和 Y。第一无线通信设备 110 可以被适配为基于向第二无线通信设备 120 发送的数据的内容来设置所需的吞吐量、等待时间和能量。例如,视频的实时回放需要大的吞吐量和低的等待时间,而文件的同步或存储可以满足于低吞吐量和高等待时间,而这可以导致低的能耗。第一无线通信设备 110 可以被设置为在用于建立两个设备之间的通信的握手期间向第二无线通信设备 120 发送 X 和 Y。可选地,第二无线通信设备 120 可以被设置为确定 X 和 Y,并在握手期间向第一无线通信设备 110 发送所确定的值。框 302 可以前进到框 304。

[0044] 在框 304 处,第一无线通信设备 110 可以被设置为向第二无线通信设备 120 发送队列中的当前分组的 X 个拷贝。第一无线通信设备 110 可以被配置为利用分组标识符来标

记所发送的分组的每个拷贝,以便第二无线通信设备 120 可以区分接收到的拷贝,所述分组标识符指示拷贝的编号(例如,X 中的拷贝 #1,X 中的拷贝 #x,如此等等)。第一无线通信设备 110 可以被设置为启动定时器,以便跟踪自发送当前分组的拷贝之后的时间。框 304 可以前进到框 306。

[0045] 在框 306 处,第一无线通信设备 110 可以被配置为监听来自第二无线通信设备 120 的、对当前分组作出响应的确认的拷贝。框 306 可以前进到框 308。

[0046] 在框 308 处,第一无线通信设备 110 可以被配置为确定是否接收到来自第二无线通信设备 120 的、对当前分组作出响应的确认的拷贝。如果第一无线通信设备 110 未接收到确认的拷贝,则框 308 可以前进到框 310。如果第一无线通信设备 110 接收到确认的拷贝,则框 308 可以前进到可选框 312。

[0047] 在框 310 处,第一无线通信设备 110 可以被设置为确定用于接收确认的拷贝的时间段 T_A 是否期满。时间段 T_A 的长度可以基于第二无线通信设备 120 所发送的确认的拷贝的个数 Y 而改变。时间段 T_A 的长度可以被设置为使得第一无线通信设备 110 可以接收到第二无线通信设备 120 所发送的确认的最后拷贝。当时间段 T_A 未期满时,框 310 可以前进到框 306,在框 306 中,第一无线通信设备 110 可以继续监听确认的拷贝。当时间段 T_A 已经期满时,框 310 可以前进到框 304,在框 304 中,第一无线通信设备 110 可以重传队列中当前分组的 X 个拷贝。

[0048] 在第二无线通信设备 120 发送了确认的 Y 个拷贝且在框 306 中第一无线通信设备 110 并未接收到确认的最后拷贝时,可以使用可选框 312。在可选框 312 中,第一无线通信设备 110 可以被配置为切换到暂时休眠模式以省电。在接收到确认的拷贝之后,第一无线通信设备 110 可以被设置为切换到暂时休眠模式以避免接收到确认的任何重复拷贝,并节约更多的资源(例如,功率、电池寿命等)。第一无线通信设备 110 保持在暂时休眠模式的时间的长度可以部分取决于在框 306 中接收到的确认的拷贝个数以及每个确认的 Y 个拷贝。第一无线通信设备 110 可以被配置为保持在暂时休眠模式中,直到第二无线通信设备 120 发送了确认的最后拷贝为止。框 312 可以前进到框 314。

[0049] 在框 314 处,第一无线通信设备 110 可以被配置为确定在队列中是否存在一个或多个未发送的分组。在不存在未发送的分组时,框 314 可以前进到框 316。在存在一个或多个未发送的分组时,框 314 可以前进到框 318。

[0050] 在框 316 处,由于队列中没有分组了,因此第一无线通信设备 110 可以被配置为停止发送(例如,终止发送或结束传输)分组。

[0051] 在框 318 处,第一无线通信设备 110 可以被适配为更新队列中分组的状态。队列中的下一分组成为队列中的当前分组。框 318 可以前进到可选框 320。

[0052] 在可选框 320 处,第一无线通信设备 110 可以被配置为基于跟踪数据,例如通信链路的当前接收率,使用一个或多个当前链路条件,在线(即,实时)确定 X 和 Y,并在另一次握手中向第二无线通信设备 120 发送 X 和 Y。第一无线通信设备 110 还可以被设置为基于当前设备条件,例如设备的电池充电的当前状态,来进行不同的决定,以优化 X 和 Y。例如,第一无线通信设备 110 可以基于设备的电池充电,优于吞吐量和等待时间而针对能耗,来决定优化 X 和 Y。可选框 320 可以循环回到框 304,在框 304 中,第一无线通信设备 110 可以发送队列中的当前分组的 X 个拷贝。

[0053] 图 4 是根据本公开的一个或多个实施例的、使用图 1 和 2 的多拷贝发送方案的、第二无线通信设备 120 从第一无线通信设备 110 接收分组所执行的示例方法 400 的流程图。方法 400 包括由框 402-424 示意的一个或多个操作、功能或动作。第二无线通信设备 120 可以是基站或移动无线设备、或者某种其它无线通信设备。

[0054] 方法 400 开始于框 402 处, 其中, 第二无线通信设备 120 可以被配置为确定第一无线通信设备 110 要发送的分组的拷贝的个数 X、以及第二无线通信设备 120 要发送的确认的拷贝的个数 Y。基于该实施例, 第二无线通信设备 120 可以被配置为使用对跟踪数据的集约计算、对跟踪数据的基于蒙特卡罗的仿真、或者利用当前跟踪数据在线(即, 实时)进行计算, 来确定 X 和 Y。此外, 可以针对所述设备的一个或两者处的 a) 吞吐量、b) 等待时间或 c) 能耗中的一个或多个来优化 X 和 Y。第二无线通信设备 120 可以被适配为基于第一无线通信设备 110 所发送的数据的内容, 来设置所需的吞吐量、等待时间和能量。例如, 视频的实时回放需要大的吞吐量和低的等待时间, 而文件的同步或存储可以满足于低吞吐量和高等待时间, 而这可以导致低的能耗。第二无线通信设备 120 可以被设置为在用于建立两个设备之间的通信的握手期间向第一无线通信设备 110 发送 X 和 Y。可选地, 第一无线通信设备 110 可以被设置为确定 X 和 Y, 并在握手期间向第二无线通信设备 120 发送所确定的值。框 402 可以前进到框 404。

[0055] 在框 404 处, 第二无线通信设备 120 可以被配置为监听来自第一无线通信设备 110 的第一分组的拷贝。框 404 可以前进到框 406。

[0056] 在框 406 处, 第二无线通信设备 120 可以被适配为接收来自第一无线通信设备 110 的第一分组的拷贝。该框可以对应于上述的框 304。框 406 可以前进到可选框 408。

[0057] 在框 406 中第二无线通信设备 120 并未接收到第一分组的最后拷贝时可以使用可选框 408。在可选框 408 中, 第二无线通信设备 120 可以被设置为切换到暂时休眠模式以省电。在接收到分组的拷贝之后, 第二无线通信设备 120 可以切换到暂时休眠模式以避免接收到分组的任何重复拷贝, 并节约更多的资源(例如, 功率、电池寿命等)。第二无线通信设备 120 保持在暂时休眠模式的时间的长度可以取决于在框 404 中接收到的分组的拷贝的个数以及每个分组的拷贝的个数 X。第二无线通信设备 120 可以被设置为保持在暂时休眠模式中, 直到第一无线通信设备 110 发送了分组的最后拷贝为止。框 408 可以前进到框 410。

[0058] 在框 410 处, 第二无线通信设备 120 可以对从第一无线通信设备 110 接收到第一分组作出响应, 而产生确认。框 410 可以前进到框 412。

[0059] 在框 412 处, 第二无线通信设备 120 可以被设置为向第一无线通信设备 110 发送确认的 Y 个拷贝。第二无线通信设备 120 可以被适配为利用确认标识符来标记每个拷贝, 以便第一无线通信设备 110 可以区分接收到的拷贝, 所述确认标识符指示拷贝的编号(例如, Y 中的拷贝 #1, Y 中的拷贝 #y, 如此等等)。第二无线通信设备 120 还可以被配置为启动定时器, 以便跟踪自发送当前确认的拷贝之后的时间。框 412 可以前进到框 414。

[0060] 在框 414 处, 第二无线通信设备 120 可以监听来自第一无线通信设备 110 的下一分组。框 414 可以前进到框 416。

[0061] 在框 416 处, 第二无线通信设备 120 可以被设置为确定其是否已经接收到来自第一无线通信设备 110 的下一分组。在第二无线通信设备 120 尚未接收到下一分组时, 框 416 可以前进到框 418。在第二无线通信设备 120 已经接收到下一分组时, 框 416 可以前进到可

选框 420。

[0062] 在框 418 处,第二无线通信设备 120 可以被设置为确定用于接收下一分组的时间段 T_M 是否期满。时间段 T_M 的长度可以基于第一无线通信设备 110 所发送的每个分组的拷贝个数 X 而改变。时间段 T_M 的长度可以被设置为使得第二无线通信设备 120 可以接收到第一无线通信设备 110 所发送的下一分组的最后拷贝。当时间段 T_M 未期满时,框 418 可以前进到框 414,在框 414 中,第二无线通信设备 120 可以继续监听下一分组。当时间段 T_M 已经期满时,框 418 可以前进到框 412,在框 412 中,第二无线通信设备 120 可以重传确认的 Y 个拷贝。

[0063] 在框 416 中第二无线通信设备 120 未接收到下一分组的最后拷贝时可以使用可选框 420。在可选框 420 中,第二无线通信设备 120 可以被设置为切换到暂时休眠模式以省电。在已经接收到分组的拷贝之后,第二无线通信设备 120 可以切换到暂时休眠模式以避免接收到分组的任何重复拷贝。第二无线通信设备 120 保持暂时休眠模式的时间的长度可以取决于在框 416 中接收到的分组的拷贝的个数以及每个分组的拷贝个数 X。第二无线通信设备 120 可以被设置为保持在暂时休眠模式中,直到第一无线通信设备 110 已经发送了分组的最后拷贝为止。框 420 可以前进到框 422。

[0064] 在框 422 处,第二无线通信设备 120 可以被设置为对从第一无线通信设备 110 接收到的分组作出响应,而产生确认。框 422 可以前进到可选框 424。

[0065] 在可选框 424 处,第二无线通信设备可以被配置为基于跟踪数据,例如通信链路的当前接收率,使用一个或多个当前链路条件,在线(即,实时)确定 X 和 Y,并在另一次握手向第一无线通信设备 110 发送 X 和 Y。第二无线通信设备 120 还可以被设置为基于当前设备条件,例如设备的电池充电的当前状态,来进行不同的决定,以优化 X 和 Y。例如,第二无线通信设备 120 可以基于设备的电池充电来决定优于吞吐量和等待时间而针对能耗优化 X 和 Y。可选框 424 可以循环回到框 412,在框 412 中,第二无线通信设备 120 可以发送新的确认的 Y 个拷贝。

[0066] 图 5 示出了根据本公开的一个或多个实施例的无线通信系统中的、使用分批确认的多拷贝发送方案 500 的示例。类似于方案 100,方案 500 包括如上所述的第一无线通信设备 110 和第二无线通信设备 120。

[0067] 在操作中,可以在每个通信会话中发送两个顺序发送的分组和针对这两个分组的一个分批确认。上面针对图 1 对分组和确认的命名进行了解释,在此不再重复。

[0068] 图 6 示出了图 5 中的无线通信设备 110 和 120 在每个时间元中进行的示例动作的表。所示意的通信会话可能需要五个时间元(即,四个分组发送加上一个确认发送)。图 5 和图 6 中的示例示出了三个不同的示例通信会话。第一个示例通信会话被示出为具有分批确认 $A_{1,2}$ 的分组 M_1 和 M_2 。第二个示例通信会话被示出为具有分批确认 A_4 的分组 M_3 和 M_4 。第三个示例通信会话被示出为具有分批确认 $A_{3,5}$ 的分组 M_3 和 M_5 。

[0069] 在示例时间元 1 和 2 中,第一无线通信设备 110 向第二无线通信设备 120 发送分组 M_1 的两个拷贝。第二无线通信设备 120 在示例时间元 1 中接收到分组 M_1 的第一拷贝。作为响应,由于成功地接收到分组的第一拷贝,第二无线通信设备 120 不需要监听分组 M_1 的第二拷贝,所以第二无线通信设备 120 在示例时间元 2 中进入暂时休眠模式,以省电。

[0070] 在示例时间元 3 和 4 中,第一无线通信设备 110 向第二无线通信设备 120 发送分

组 M_2 的两个拷贝。在示例时间元 3 中,第二无线通信设备 120 觉醒,并监听分组 M_2 的第一拷贝,但是并未接收到分组 M_2 的第一拷贝。在示例时间元 4 中,第二无线通信设备 120 接收到分组 M_2 的第二拷贝。

[0071] 在示例时间元 5 中,第二无线通信设备 120 发送分批确认 $A_{1,2}$,由第一无线通信设备 110 来接收分批确认 $A_{1,2}$ 。

[0072] 在示例时间元 6 和 7 中,第一无线通信设备 110 向第二无线通信设备 120 发送分组 M_3 的两个拷贝。然而,第二无线通信设备 120 并未接收到分组 M_3 的任何拷贝。

[0073] 在示例时间元 8 和 9 中,第一无线通信设备 110 向第二无线通信设备 120 发送分组 M_4 的两个拷贝。在示例时间元 8 中,第二无线通信设备 120 接收到分组 M_4 的第一拷贝。作为响应,第二无线通信设备 120 将分组 M_4 缓存在队列中,并且由于不再需要监听分组 M_4 的第二拷贝,在示例时间元 9 中进入暂时休眠模式以省电。

[0074] 在示例时间元 10 中,第二无线通信设备 120 发送分批确认 A_4 ,由第一无线通信设备 110 来接收分批确认 A_4 。分批确认 A_4 向第一无线通信设备 110 指示或意指:第二无线通信设备 120 尚并未接收到分组 M_3 。

[0075] 在示例时间元 11 和 12 中,第一无线通信设备 110 向第二无线通信设备 120 重传分组 M_3 的两个拷贝。在示例时间元 12 中,第二无线通信设备 120 接收到分组 M_3 的第二拷贝,并在队列中将该分组放置在分组 M_4 之前。

[0076] 在示例时间元 13 和 14 中,第一无线通信设备 110 向第二无线通信设备 120 发送队列中的下一个分组(即分组 M_5)的两个拷贝。第二无线通信设备 120 在示例时间元 14 中接收到分组 M_5 的第二拷贝。

[0077] 在示例时间元 15 中,第二无线通信设备 120 发送分批确认 $A_{3,5}$,由第一无线通信设备 110 来接收分批确认 $A_{3,5}$ 。

[0078] 图 7 是根据本公开的一个或多个实施例的、使用图 5 和 6 的多拷贝发送方案的、第一无线通信设备 110 向第二无线通信设备 120 发送分组所执行的示例方法 700 的流程图。方法 700 包括由框 702-720 示出的一个或多个操作、功能或动作。第一无线通信设备 110 可以是基站、移动无线设备或某种其它无线通信设备。

[0079] 方法 700 可以开始于框 702,其中,第一无线通信设备 110 可以确定向第二无线通信设备 120 发送的每批分组的分组的个数 N 、第一无线通信设备 110 要发送的(N 个分组中的)每个第 i 分组的拷贝的个数 X_i 以及要由第二无线通信设备 120 发送的每个分批确认的拷贝的个数 Y 。在图 5 和图 6 所示的示例中, N 为 2, X_1 和 X_2 均为 2, Y 为 1。 X_1 和 X_2 可以是不同的数字,以使得拷贝的总数较少并且用于存储无序分组的缓冲器较小。在一些实施例中, N 和 X_i 中的一个或多个是二或更大理论上,数字 N 是无限的,但是,在一些示例中的实际限制可以近似为 5 个分组。

[0080] 基于特定的实施例,第一无线通信设备 110 可以被配置为使用对跟踪数据的集约计算、对跟踪数据的基于蒙特卡罗的仿真、或者利用当前跟踪数据在线(即,实时)进行计算,来优化 N 、 X_1 至 X_N 和 Y 。第一无线通信设备 110 可以被设置为在用于建立两个设备之间的通信的握手期间向第二无线通信设备 120 发送 N 、 X_1 至 X_N 和 Y 。可选地,第二无线通信设备 120 可以确定 N 、 X_1 至 X_N 和 Y ,并在握手期间向第一无线通信设备 110 发送所确定的值。框 702 可以前进到框 704。

[0081] 在框 704 处,第一无线通信设备 110 可以向第二无线通信设备 120 发送队列中当前批次的 N 个分组中的每个第 i 分组的 X_i 个拷贝。第一无线通信设备 110 可以被配置为利用分组标识符来标记分组的每个拷贝,以便第二无线通信设备 120 可以区分已经接收到的拷贝,所述分组标识符指示批次编号、分组编号和拷贝编号(例如,批次 #1, 分组 #1, X_i 中的拷贝 #1)。第一无线通信设备 110 也可以设置为启动定时器,以便跟踪自发送当前批次的分组之后的时间。框 704 可以前进到框 706。

[0082] 在框 706 处,第一无线通信设备 110 可以被配置为监听来自第二无线通信设备 120 的、对当前批次的分组作出响应的分批确认的拷贝。框 706 可以前进到框 708。

[0083] 在框 708 处,第一无线通信设备 110 可以被配置为确定是否已经接收到对当前批次的分组作出响应的分批确认的拷贝。如果第一无线通信设备 110 尚未接收到分批确认的拷贝,则框 708 可以前进到框 710。当第一无线通信设备 110 已经接收到分批确认的拷贝时,框 708 可以前进到可选框 712。

[0084] 在框 710 处,第一无线通信设备 110 可以被配置为确定用于接收分批确认的拷贝的时间段 T_A' 是否期满。时间段 T_A' 的长度可以基于第二无线通信设备 120 所发送的分批确认的拷贝个数 Y 而改变。时间段 T_A' 的长度可以被设置为使得第一无线通信设备 110 可以接收到第二无线通信设备 120 所发送的分批确认的最后拷贝。当时间段 T_A' 尚未期满时,框 710 可以前进到框 706,在框 706 中,第一无线通信设备 110 可以继续监听分批确认的拷贝。当时间段 T_A' 已经期满时,框 710 可以前进到框 704,在框 704 中,第一无线通信设备 110 可以重传队列中当前批次的 N 个分组中的每个第 i 分组的 X_i 个拷贝。

[0085] 在第二无线通信设备 120 发送了分批确认的 Y 个拷贝且在框 706 中第一无线通信设备 110 并未接收到分批确认的最后拷贝时,可以使用可选框 712。在可选框 712 中,第一无线通信设备 110 可以被设置为切换到暂时休眠模式以省电。在已经接收到确认的拷贝之后,第一无线通信设备 110 可以被配置为切换到暂时休眠模式以避免接收到分批确认的任何重复拷贝,并节约更多的资源(例如,功率、电池寿命等)。第一无线通信设备 110 保持在暂时休眠模式的时间的长度可以部分取决于在框 708 中接收到的分批确认的拷贝个数以及每个确认的拷贝个数 Y。第一无线通信设备 110 可以被配置为保持在暂时休眠模式中,直到第二无线通信设备 120 已经发送了分批确认的最后拷贝为止。框 712 可以前进到框 714。

[0086] 在框 714 处,第一无线通信设备 110 可以被配置为确定在队列中是否存在一个或多个未发送的分组和 / 或在最后接收到的分批确认中未确认的一个或多个分组。在不存在未发送的分组和未确认的分组时,框 714 可以前进到框 716。在存在一个或多个未发送的分组和 / 或一个或多个未确认的分组时,框 714 可以前进到框 718。

[0087] 在框 716 处,由于队列中没有未发送的分组了,或者最后发送批次的分组中没有未确认的分组了,因此第一无线通信设备 110 可以被配置为停止发送(例如,终止发送或结束传输)分组。

[0088] 在框 718 处,第一无线通信设备 110 可以被设置为更新队列中分批分组的状态。队列中的下一批次成为队列中的当前批次。下一批次可以包括在最后接收到的分批确认中未确认的一个或多个分组。框 718 可以前进到可选框 720。

[0089] 在可选框 720 处,第一无线通信设备 110 可以被设置为基于跟踪数据,例如通信链路的当前接收率,使用一个或多个当前链路条件,在线(即,实时)确定 N、 X_i 和 Y,并在另一

次握手手中向第二无线通信设备 120 发送 N, X_1 至 X_N 和 Y。第一无线通信设备 110 还可以基于当前设备条件,例如设备的电池充电的当前状态,来进行不同的决定,以优化 N, X_1 至 X_N 和 Y。例如,第一无线通信设备 110 可以基于设备的电池充电,来决定优于吞吐量和等待时间而针对能耗优化 N, X_1 至 X_N 和 Y。可选框 720 可以循环回到框 704,在框 704 中,第一无线通信设备 110 可以发送队列中当前批次的 N 个分组中的每个第 i 分组的 X_i 个拷贝。

[0090] 图 8A 和 8B 是根据本公开的一个或多个实施例的、使用图 5 和 6 的多拷贝发送方案的、第二无线通信设备 120 从第一无线通信设备 110 接收分组所执行的示例方法 800 的流程图。方法 800 包括由框 802-824 示意的一个或多个操作、功能或动作。第二无线通信设备 120 可以是基站或移动无线设备、或者某种其它无线通信设备。

[0091] 参照图 8A,方法 800 开始于框 802 处,其中,第二无线通信设备 120 可以被配置为确定向第二无线通信设备 120 发送的每批分组的分组个数 N、第一无线通信设备 110 要发送的 (N 个分组中的) 每个第 i 分组的拷贝的个数 X_i 以及要由第二无线通信设备 120 发送的确认的拷贝的个数 Y。基于该实施例,第二无线通信设备 120 可以被配置为使用对跟踪数据的集约计算、对跟踪数据的基于蒙特卡罗的仿真、或者利用当前跟踪数据在线 (即,实时) 进行计算,来优化 N, X_1 至 X_N 和 Y。第二无线通信设备 120 可以被设置为在用于建立两个设备之间的通信的握手期间向第一无线通信设备 110 发送 N, X_1 至 X_N 和 Y。可选地,第一无线通信设备 110 可以被设置为确定 N, X_1 至 X_N 和 Y,并在握手期间向第二无线通信设备 120 发送这些值。框 802 可以前进到框 804。

[0092] 在框 804 处,第二无线通信设备 120 可以被适配为监听来自第一无线通信设备 110 的第一批分组中分组的拷贝。框 804 可以前进到框 806。

[0093] 在框 806 处,第二无线通信设备 120 可以被设置为确定是否已经接收到来自第一无线通信设备 110 的第一批分组中的分组的拷贝。在第二无线通信设备 120 尚未接收到第一批中的分组的拷贝时,框 806 可以前进到框 804。在第二无线通信设备 120 接收到第一批中的分组的拷贝时,框 806 可以前进到可选框 808。

[0094] 在框 804 中第二无线通信设备 120 并未接收到分组的最后拷贝时可以使用可选框 808。在可选框 808 中,第二无线通信设备 120 可以被设置为切换到暂时休眠模式以省电。在已经接收到分组的拷贝之后,第二无线通信设备 120 可以切换到暂时休眠模式以避免接收到分组的任何重复拷贝,并节约更多的资源 (例如,功率、电池寿命等)。第二无线通信设备 120 保持在暂时休眠模式的时间的长度可以取决于在框 806 中接收到的分组的拷贝个数以及 (N 个分组中的) 每个第 i 分组的拷贝的个数 X_i 。第二无线通信设备 120 可以被配置为保持在暂时休眠模式中,直到第一无线通信设备 110 已经发送了分组的最后拷贝为止。框 808 可以前进到框 810。

[0095] 在框 809 处,第二无线通信设备 120 可以被设置为确定是否已经接收到第一批分组中的最后分组的拷贝。在第二无线通信设备 120 尚未接收到第一批中的最后分组的拷贝时,框 809 可以前进到框 810。在第二无线通信设备 120 已经接收到第一批中的最后分组的拷贝时,框 809 可以前进到可选框 811。

[0096] 在框 810 处,第二无线通信设备 120 可以被设置为对从第一无线通信设备 110 接收到第一批分组中的一个或多个分组作出响应,而产生分批确认。分批确认可以指示接收到的分组和 / 或未接收到的分组。在图 8A 上,框 810 可以前进到框 812。

[0097] 在框 811 处,第二无线通信设备 120 可以被设置为确定用于接收当前批次分组的时间段 T_M' 是否期满。时间段 T_M' 的长度可以基于第一无线通信设备 110 所发送的每批分组中的分组个数 N 和 (N 个分组中的) 每个第 i 分组的拷贝的个数 X_i 而改变。时间段 T_M' 的长度可以被设置为使得第二无线通信设备 120 可以接收到第一无线通信设备 110 所发送的当前批次分组中的最后分组的最后拷贝。当时间段 T_M' 尚未期满时,框 811 可以前进到框 804,在框 804 中,第二无线通信设备 120 可以继续监听第一批分组中的分组的拷贝。当时间段 T_M' 已经期满时,框 811 可以前进到框 810,在框 810 中,第二无线通信设备 120 可以产生针对当前批次分组的分批确认。

[0098] 参考图 8B,在框 812 处,第二无线通信设备 120 可以被设置为向第一无线通信设备发送分批确认的 Y 个拷贝。第二无线通信设备 120 可以被适配为利用确认标识符来标记每个拷贝,以便第一无线通信设备 110 可以区分已经接收到的拷贝,所述确认标识符指示拷贝的编号(例如,Y 中的拷贝 #1,Y 中的拷贝 #y,如此等等)。第二无线通信设备 120 还可以被配置为启动定时器,以便跟踪自发送当前的分批确认的拷贝之后的时间。框 812 可以前进到框 814。

[0099] 在框 814 处,第二无线通信设备 120 可以监听来自第一无线通信设备 110 的下一批分组中的分组的拷贝。框 814 可以前进到框 816。

[0100] 在框 816 处,第二无线通信设备 120 可以被设置为确定是否已经接收到来自第一无线通信设备 110 的下一批分组中的分组的拷贝。在第二无线通信设备 120 未接收到下一批中的分组的拷贝时,框 816 可以前进到框 818。在第二无线通信设备 120 已经接收到下一批中的分组的拷贝时,框 816 可以前进到可选框 820。

[0101] 在框 818 处,第二无线通信设备 120 可以被设置为确定用于接收当前批次分组的时间段 T_M' 是否已经期满。当时间段 T_M' 尚未期满时,框 818 可以前进到框 814,在框 814 中,第二无线通信设备 120 可以继续监听当前批次分组中的分组的拷贝。当时间段 T_M' 已经期满时,框 818 可以前进到框 812,在框 812 中,第二无线通信设备 120 可以重传最后的分批确认的 Y 个拷贝。

[0102] 在框 816 中第二无线通信设备 120 未接收到当前批次分组中的分组的最后拷贝时可以使用可选框 820。在可选框 820 中,第二无线通信设备 120 可以被设置为切换到暂时休眠模式以省电。第二无线通信设备 120 保持在暂时休眠模式的时间的长度可以取决于在框 816 中接收到的分组的拷贝的个数以及 (N 个分组中的) 每个第 i 分组的拷贝的个数 X_i 。第二无线通信设备 120 可以被设置为保持在暂时休眠模式中,直到第一无线通信设备 110 已经发送了分组的最后拷贝为止。框 820 可以前进到框 821。

[0103] 在框 821 处,第二无线通信设备 120 可以被设置为确定在框 816 中是否已经接收到当前批次分组中的最后分组的拷贝。在第二无线通信设备 120 尚未接收到当前批次中的最后分组的拷贝时,框 821 可以前进到框 818。在第二无线通信设备 120 尚接收到当前批次中的最后分组的拷贝时,框 821 可以前进到可选框 822。

[0104] 在框 822 处,第二无线通信设备 120 可以被设置为对从第一无线通信设备 110 接收到当前批次分组中的一个或多个分组作出响应,而产生分批确认。分批确认可以指示接收到的分组和 / 或未接收到的分组。框 822 可以前进到可选框 824。

[0105] 在可选框 824 处,第二无线通信设备可以被设置为基于跟踪数据,例如通信链路

的当前接收率,使用一个或多个当前链路条件,在线(即,实时)确定N、 X_i 和Y,并在另一次握手手中向第一无线通信设备110发送N、 X_1 至 X_N 和Y。第二无线通信设备120还可以基于当前设备条件,例如设备的电池充电的当前状态,来进行不同的决定,以优化N、 X_1 至 X_N 和Y。例如,第二无线通信设备120可以基于设备的电池充电,来决定优于吞吐量和等待时间而针对能耗优化N、 X_1 至 X_N 和Y。可选框824可以循环回到框812,在框812中,第二无线通信设备120可以发送新的分批确认的Y个拷贝。

[0106] 图9示出了根据本公开的一个或多个实施例的MIMO(多输入多输出)无线通信系统中的多拷贝发送方案900的示例。方案900包括第一无线通信设备910,第一无线通信设备910具有发送机912、接收机914和第一天线阵列916。方案900还包括第二无线通信设备920,第二无线通信设备920具有发送机922、接收机924和第二天线阵列926。第一无线通信设备910和第二无线通信设备920可以被配置为建立设备之间的双向无线通信链路924-1至924-i(统称为“无线通信链路”924)。

[0107] 为了增加带宽,第一无线通信设备910可以被设置为在各个无线通信链路924-1、924-2和924-i上,向第二无线通信设备920发送分组926-1、926-2和926-i。为了提高第一无线通信设备910接收到来自第二无线通信设备920的确认的概率,第二无线通信设备920可以被设置为在无线通信链路924上向第一无线通信设备910发送相同的交叉链路确认928。交叉链路确认928可以指示在无线通信链路924上接收到的分组和/或在无线通信链路924上未接收到的分组。针对每个无线通信链路,交叉链路确认928可以如在图1至4的方案中所述的,对一个分组进行确认,或者如在图5至8B的方案中所述的,对一批分组中的一个或多个分组进行确认。

[0108] 为了提高具有较差接收率的两个无线通信链路上的可靠性,第一无线通信设备910可以被设置为在两个链路上向第二无线通信设备920发送相同的分组。如果具有较好接收率的第三无线通信链路可用,则第一无线通信设备910可以被设置为向第二无线通信设备920:在两个较差链路上发送两个不同的分组,并在较好的链路上发送两个分组的XOR结果。较好链路上的XOR结果使得只要正确地接收到的一个分组,则第二无线通信设备920就可以恢复另一个分组。

[0109] 图10示出了在本公开的一个或多个实施例中图9的无线通信设备910和920在无线通信链路924-1和924-2上进行的示例动作的表,其中交叉链路确认对每个链路中的一个分组进行确认。每个示意的通信会话可能需要三个时间元(即,两个分组发送加上一个确认发送)。图10示出了一个示例通信会话。该示例通信会话被示为具有交叉链路确认 A_1 的分组 M_1 和 M_2 。

[0110] 在示例时间元1和2中,第一无线通信设备910可以在无线通信链路924-1上向第二无线通信设备920发送分组 M_1 的两个拷贝。此外,还在示例时间元1和2中,第一无线通信设备910可以在无线通信链路924-2上向第二无线通信设备920发送分组 M_2 的两个拷贝。

[0111] 在示例时间元1中,第二无线通信设备920可以在无线通信链路924-1上接收到分组 M_1 的第一拷贝。作为响应,由于已经成功接收到分组 M_1 的第一拷贝,不再需要监听该分组的第二拷贝,第二无线通信设备920可以针对无线通信链路924-1来配置其接收机914在示例时间元2中进入暂时休眠模式,以省电。在示例时间元1和2中,第二无线通信设备

920 可以监听无线通信链路 924-2 上的分组 M_2 的拷贝,但是并未接收到任何拷贝。

[0112] 在示例时间元 3 中,第二无线通信设备 920 可以在无线通信链路 924-1 和 924-2 上发送交叉链路确认 A_1 ,将由第一无线通信设备 910 在无线通信链路 924-2 上接收交叉链路确认 A_1 。交叉链路确认 A_1 可以向第一无线通信设备 910 指示分组 M_2 未接收到并可以重传。

[0113] 图 11 示出了在本公开的一个或多个实施例中图 9 的无线通信设备 910 和 920 在无线通信链路 924-1 和 924-2 上进行的示例动作的表,其中,交叉链路分批确认对每个链路中的两个分组进行确认。每个示意的通信会话可能需要五个时间元(即,四个分组发送加上一个确认发送)。图 11 示出了一个示例通信会话。该示例通信会话被示出为具有交叉链路分批确认 $A_{1,3,4}$ 的分组 M_1 、 M_2 、 M_3 和 M_4 。

[0114] 在示例时间元 1 和 2 中,第一无线通信设备 910 可以在无线通信链路 924-1 上向第二无线通信设备 920 发送分组 M_1 的两个拷贝。此外,还在示例时间元 1 和 2 中,第一无线通信设备 910 可以在无线通信链路 924-2 上向第二无线通信设备 920 发送分组 M_2 的两个拷贝。

[0115] 在示例时间元 1 中,第二无线通信设备 920 可以在无线通信链路 924-1 上接收到分组 M_1 的第一拷贝。作为响应,由于已经成功接收到分组 M_1 的第一拷贝,不再需要监听该分组的第二拷贝,因此第二无线通信设备 920 可以针对无线通信链路 924-1 来配置其接收机 924 在示例时间元 2 中进入暂时休眠模式,以省电。在示例时间元 1 和 2 中,第二无线通信设备 920 可以监听无线通信链路 924-2 上的分组 M_2 的拷贝,但是并未接收到任何拷贝。

[0116] 在示例时间元 3 和 4 中,第一无线通信设备 910 可以在无线通信链路 924-1 上向第二无线通信设备 920 发送分组 M_3 的两个拷贝。此外,还在示例时间元 3 和 4 中,第一无线通信设备 910 可以在无线通信链路 924-2 上向第二无线通信设备 920 发送分组 M_4 的两个拷贝。

[0117] 在示例时间元 3 中,第二无线通信设备 920 可以在无线通信链路 924-2 上接收到分组 M_4 的第一拷贝。作为响应,由于已经成功接收到分组 M_4 的第一拷贝,不再需要监听该分组的第二拷贝,因而第二无线通信设备 920 可以针对无线通信链路 924-2 来配置其接收机 924 在示例时间元 4 中进入暂时休眠模式,以省电。在示例时间元 4 中,第二无线通信设备 920 可以在无线通信链路 924-1 上接收到分组 M_3 的第二拷贝。

[0118] 在示例时间元 5 中,第二无线通信设备 920 可以在无线通信链路 924-1 和 924-2 上发送交叉链路分批确认 $A_{1,3,4}$,由第一无线通信设备 910 在无线通信链路 924-2 上接收 $A_{1,3,4}$ 。交叉链路确认 $A_{1,3,4}$ 可以向第一无线通信设备 910 指示应该重传分组 M_2 。

[0119] 图 12 是根据本公开的一个或多个实施例的、使用图 10 或 11 的方案的、第一无线通信设备 910 向第二无线通信设备 920 发送分组所执行的示例方法 1200 的流程图。方法 1200 包括由框 1202-1206 示出的一个或多个操作、功能或动作。第一无线通信设备 910 可以是基站、移动无线设备或某种其它无线通信设备。

[0120] 在框 1202 处,第一无线通信设备 910 可以确定使用哪个无线通信链路 924 来与第二无线通信设备 920 通信、要向第二无线通信设备 920 发送的每批分组中的分组的个数 N 、第一无线通信设备 910 要发送的(N 个分组中的)每个第 i 分组的拷贝的个数 X_i 以及要由第二无线通信设备 920 发送的每个确认的拷贝的个数 Y 。在图 10 所示的示例中, N 为 1, X_1

为 2, Y 为 1。在图 11 所示的示例中, N 为 2, X₁ 和 X₂ 均为 2, Y 为 1。注意, X₁ 和 X₂ 可以是不同的数字, 以使得拷贝的总数较少并且用于存储无序分组的缓冲器较小。在一些实施例中, N 和 X_i 中的一个和多个可以是二或更大。

[0121] 基于该实施例, 第一无线通信设备 910 可以被设置为使用对跟踪数据的集约计算、对跟踪数据的基于蒙特卡罗的仿真、或者利用当前跟踪数据在线(即, 实时)进行计算, 来优化这些参数。第一无线通信设备 910 可以被设置为在用于建立两个设备之间的通信的握手期间向第二无线通信设备 920 发送这些参数。可选地, 第二无线通信设备 920 可以被设置为确定这些参数, 并在握手期间向第一无线通信设备 910 发送这些参数。框 1202 可以前进到框 1204。

[0122] 在框 1204 处, 第一无线通信设备 910 可以被配置为应用针对交叉链路确认而对图 10 所示的方案进行修改的方法 300。在修改后的方法 300 中, 框 302 和可选框 320 可以分别由上述的框 1202 和下面描述的可选框 1206 替代。方法 300 中的其余框可以应用于每个无线通信链路, 框 308 可以被修改以使得第一无线通信设备 910 可以确定是否已经在任意无线通信链路 924 上接收到交叉链路确认的拷贝, 交叉链路确认的任何拷贝可以指示应该重传分组。

[0123] 可选地, 第一无线通信设备 910 可以被配置为应用针对交叉链路分批确认而对图 11 所示的方案进行修改的方法 700。在修改后的方法 700 中, 框 702 和可选框 720 可以分别由上述的框 1202 和下面描述的可选框 1206 替代。方法 700 中的其余框可以应用于每个无线通信链路, 框 708 可以被修改以使得第一无线通信设备 910 可以确定是否已经在任意无线通信链路 924 上接收到交叉链路分批确认的拷贝, 交叉链路分批确认的任何拷贝可以指示应该重传分组。框 1204 可以前进到可选框 1206。

[0124] 在可选框 1206 处, 第一无线通信设备 910 可以被设置为基于跟踪数据, 例如无线通信链路的当前接收率, 使用一个或多个当前链路条件, 在线(即, 实时)确定链路选择、N、X_i 和 Y, 并在另一次握手中向第二无线通信设备 920 发送这些参数。第一无线通信设备 910 还可以被设置为基于当前设备条件, 例如设备的电池充电的当前状态, 来进行不同的决定, 以优化链路选择、N、X₁ 至 X_N 和 Y。例如, 第一无线通信设备 910 可以基于设备的电池充电, 来决定优于吞吐量和等待时间而针对能耗优化链路选择、N、X₁ 至 X_N 和 Y。可选框 1206 可以循环回到框 1204, 在框 1204 中, 第一无线通信设备 910 可以发送分组。

[0125] 图 13 是根据本公开的一个或多个实施例的、使用图 10 或 11 的方案的、第二无线通信设备 920 从第一无线通信设备 910 接收分组所执行的示例方法 1300 的流程图。方法 1300 包括由框 1302-1306 示意的一个或多个操作、功能或动作。第二无线通信设备 920 可以是移动无线设备、基站、或者某种其它无线通信设备。

[0126] 在框 1302 处, 第二无线通信设备 920 可以被配置为确定使用哪个无线通信链路 924 与第一无线通信设备 910 通信、第一无线通信设备 910 要发送的每批分组中的分组的个数 N、第一无线通信设备 910 要发送的(N 个分组中的)每个第 i 分组的拷贝的个数 X_i 以及要由第二无线通信设备 920 发送的确认的拷贝的个数 Y。基于该实施例, 第二无线通信设备 920 可以被设置为使用对跟踪数据的集约计算、对跟踪数据的基于蒙特卡罗的仿真、或者利用当前跟踪数据在线(即, 实时)进行计算, 来优化这些参数。第二无线通信设备 920 可以被适配为在用于建立两个设备之间的通信的握手期间向第一无线通信设备 910 发送这些

参数。可选地，第一无线通信设备 910 可以被设置为确定这些参数，并在握手期间向第二无线通信设备 920 发送这些参数。框 1302 可以前进到框 1304。

[0127] 在框 1304 处，第二无线通信设备 920 可以被配置为应用针对交叉链路确认而对图 10 所示的方案进行修改的方法 400。在修改后的方法 400 中，框 402 和可选框 424 可以分别由上述的框 1302 和下面描述的可选框 1306 替代。方法 400 中的其余框可以应用于每个无线通信链路，框 410 和 422 可以被修改以使得第二无线通信设备 920 可以产生指示或意指分组应该被重传的交叉链路确认。

[0128] 可选地，第二无线通信设备 920 可以被设置为应用针对交叉链路分批确认而对图 11 所示的方案进行修改的方法 800。在修改后的方法 800 中，框 802 和可选框 824 可以分别由上述的框 1302 和下面描述的可选框 1306 替代。方法 800 中的其余框可以应用于每个无线通信链路，框 810 和 822 可以被修改以使得第二无线通信设备 920 可以产生指示或意指分组应该被重传的交叉链路分批确认。框 1304 可以前进到可选框 1306。

[0129] 在可选框 1306 处，第二无线通信设备 920 可以被设置为基于跟踪数据，例如无线通信链路的当前接收率，使用一个或多个当前链路条件，在线（即，实时）确定链路选择、N、 X_i 和 Y，并在另一次握手中向第一无线通信设备 910 发送这些参数。第二无线通信设备 920 还可以被设置为基于当前设备条件，例如设备的电池充电的当前状态，来进行不同的决定，以优化链路选择、N、 X_1 至 X_N 和 Y。例如，第二无线通信设备 920 可以基于设备的电池充电，来决定优于吞吐量和等待时间而针对能耗优化链路选择、N、 X_1 至 X_N 和 Y。可选框 1306 可以循环回到框 1304，在框 1304 中，第二无线通信设备 920 可以发送确认。

[0130] 可以通过调整每个批次的分组的个数 N、(N 个分组中的) 每个第 i 分组的拷贝的个数 X_i 以及发送的每个确认的拷贝的个数 Y，并通过选择设备之间要使用的可用无线通信链路，可以针对吞吐量、等待时间和能耗中的一个或多个来优化当前所述的多拷贝发送方案。在一些示例中，可以优化一个度量（吞吐量、等待时间或能耗），同时将其它度量作为约束，或者可以确定帕雷托最佳解，其中改善一个度量而不会使其它度量变差。例如，可以针对吞吐量优化和 / 或能耗最小化来平衡针对等待时间所优化的多拷贝发送方案。类似地，可以针对等待时间和吞吐量优化来平衡针对能耗所优化的多拷贝发送方案。

[0131] 可以针对与分组的上下文相关的吞吐量来优化上述多拷贝发送方案。例如，实时电影可能需要大吞吐量，因此可以关于分组有效载荷的数据类型（例如，实时电影）来确定 N、 X_i 和 Y 的理想组合。此外，仅仅进行同步或存储的内容（其中，等待时间不构成问题或者不是那么重要）可以满足于低吞吐量，这可以导致较低的能耗。

[0132] 可以针对吞吐量、等待时间和能耗中的一个或多个来优化上述多拷贝发送方案。优化技术可以使用基于长跟踪数据的集约计算，以确定 N、 X_i 、Y 和链路选择的近似最佳组合。优化可以针对每个无线通信链路（前向和后向）的已知且恒定的接收率、它们的统计独立性施加较强的抽象化，并且可以针对就预期时间和 / 或所耗能量而言的预期通信成本，导出闭合形式的公式。优化技术包括线性规划、凸规划、非线性规划、模拟退火算法、禁忌搜索、遗传算法、模拟演化、迭代改进、邻域搜索、并行回火算法和随机隧道算法。

[0133] 代替使用实际的跟踪数据，可以使用基于蒙特卡罗的仿真，来确定 N、 X_i 、Y 和链路选择的最佳组合，基于蒙特卡罗的仿真考虑实际部署的系统在它们复杂的环境中的整体复杂度。基于蒙特卡罗的仿真可以添加有所获得结果的数据驱动的统计分析。来自实际部署

的无线通信设备的短跟踪数据或者来自统计模型的仿真短跟踪数据可以用于执行蒙特卡罗仿真。注意，仿真跟踪数据可能不能够捕获一些属性，例如每个链路的可变接收率、自相关、MIMO 系统中的链路互相关、不对称度等。该方案可以用于近似地优化通信服务度量的任何相关质量，包括一个或两个通信设备处的最大允许等待时间、吞吐量和 / 或能耗中的一个或多个。基于蒙特卡罗的仿真可以后面跟随统计分析，以便最小化跟踪数据的所需个数。例如，可以对具有类似输入参数的实例进行平滑。如果产生有偏的跟踪数据以便使得仿真偏向所希望的方向，则可以进一步改善其效果。基于蒙特卡罗的仿真技术包括重要性抽样、分层抽样、递归分层抽样、拉斯维加斯算法、马尔可夫链蒙特卡罗 (MCMC)、随机游走算法、避免随机游走算法、可逆跳跃等。统计分析技术包括线性回归、多项式回归、对数回归、神经网络、核密度估计、样条、小波、概率回归、有序逻辑回归、保序回归、广义线性模型等。

[0134] 图 14 示出了用于实现本公开的多拷贝发送方案的实施例的示例无线设备 1400。无线设备 1400 包括处理器 1402、存储器 1404 和一个或多个驱动器 1406。驱动器 1406 可以被设置为提供操作系统 1408、应用程序 1410、多拷贝发送方案 1412 和数据 1414 中的一个或多个的存储。处理器 1402 可以被设置为将多拷贝发送模块 1412 加载到存储器 1404 中，执行模块 1412 以修改数据 1414，并将数据 1414 存储在驱动器 1406 中。

[0135] 无线设备 1400 还可以包括输入接口 1416，通过输入接口 1416 可以输入命令和数据。输入设备可以耦合至输入接口 1416，并且可以包括电子数字化器、麦克风、键盘或定点设备，这些被统称为鼠标、跟踪球或触摸板。一个示例输入设备可以包括操纵杆、游戏板、碟形卫星信号接受器、扫描仪等。

[0136] 这些和其它输入设备可以通过输入接口 1416 耦合至处理器 1402，输入接口 1416 耦合至系统总线 1418，但是这些和其它输入设备也可以通过其它接口和总线结构来耦合，例如并行端口、游戏端口或通用串行总线 (USB)。无线设备 1400 还可以包括其它外围输出设备，例如扬声器和视频显示器，这些外围输出设备通过输出接口 1420 等耦合。

[0137] 无线设备 1400 可以通过一个或多个无线电装置 1422(例如，发送机和接收机)，与无线通信网络 1424 中的一个或多个远程设备进行通信。远程设备可以是任意无线设备、个人计算机 (PC)、服务器、路由器、网络 PC、移动电话、对等设备或其它常见网络节点，并且可以包括上面结合无线设备 1400 所描述的元件中的多个或所有元件。

[0138] 根据一个实施例，无线设备 1400 可以耦合至无线联网环境，从而处理器 1402 和 / 或程序模块 1412 可以执行这里所示实施例的多拷贝发送方案。

[0139] 图 15 是示出了本公开的实施例中的第一无线通信设备 110 或 910 的计算机程序产品 1500 的框图。计算机程序产品 1500 可以包括用于执行当前所公开的多拷贝发送方案的方法的一个或多个指令集 1502。计算机程序产品 1500 可以在信号承载介质 1504 或其它类似通信介质 1506 中发送。计算机程序产品 1500 可以记录在计算机可读介质 1508 或其它类似可记录介质 1510 中。

[0140] 图 16 是示出了根据本公开的一些实施例设置的第二无线通信设备 120 或 920 的计算机程序产品 1600 的框图。计算机程序产品 1600 可以包括用于执行当前所公开的多拷贝发送方案的方法的一个或多个指令集 1602。计算机程序产品 1600 可以在信号承载介质 1604 或其它类似通信介质 1606 中发送。计算机程序产品 1600 可以记录在计算机可读介质 1608 或其它类似可记录介质 1610 中。

[0141] 在系统方案的硬件和软件实现方式之间存在一些小差别；硬件或软件的使用一般（但并非总是，因为在特定情况下硬件和软件之间的选择可能变得很重要）是一种体现成本与效率之间权衡的设计选择。可以各种手段（例如，硬件、软件和 / 或固件）来实施这里所描述的工艺和 / 或系统和 / 或其他技术，并且优选的工艺将随着所述工艺和 / 或系统和 / 或其他技术所应用的环境而改变。例如，如果实现方确定速度和准确性是最重要的，则实现方可以选择主要为硬件和 / 或固件的手段；如果灵活性是最重要的，则实现方可以选择主要是软件的实施方式；或者，同样也是可选地，实现方可以选择硬件、软件和 / 或固件的特定组合。

[0142] 以上的详细描述通过使用方框图、流程图和 / 或示例，已经阐述了设备和 / 或工艺的众多实施例。在这种方框图、流程图和 / 或示例包含一个或多个功能和 / 或操作的情况下，本领域技术人员应理解，这种方框图、流程图或示例中的每一功能和 / 或操作可以通过各种硬件、软件、固件或实质上它们的任意组合来单独和 / 或共同实现。在一个实施例中，本公开所述主题的若干部分可以通过专用集成电路 (ASIC)、现场可编程门阵列 (FPGA)、数字信号处理器 (DSP)、或其他集成格式来实现。然而，本领域技术人员应认识到，这里所公开的实施例的一些方面在整体上或部分地可以等同地实现在集成电路中，实现为在一台或多台计算机上运行的一个或多个计算机程序（例如，实现为在一台或多台计算机系统上运行的一个或多个程序），实现为在一个或多个处理器上运行的一个或多个程序（例如，实现为在一个或多个微处理器上运行的一个或多个程序），实现为固件，或者实质上实现为上述方式的任意组合，并且本领域技术人员根据本公开，将具备设计电路和 / 或写入软件和 / 或固件代码的能力。此外，本领域技术人员将认识到，本公开所述主题的机制能够作为多种形式的程序产品进行分发，并且无论实际用来执行分发的信号承载介质的具体类型如何，本公开所述主题的示例性实施例均适用。信号承载介质的示例包括但不限于：可记录型介质，如软盘、硬盘驱动器、致密盘 (CD)、数字通用盘 (DVD)、数字磁带、计算机存储器等；以及传输型介质，如数字和 / 或模拟通信介质（例如，光纤光缆、波导、有线通信链路、无线通信链路等）。

[0143] 本领域技术人员应认识到，上文详细描述了设备和 / 或工艺，此后使用工程实践来将所描述的设备和 / 或工艺集成到数据处理系统中是本领域的常用手段。也即，这里所述的设备和 / 或工艺的至少一部分可以通过合理数量的试验而被集成到数据处理系统中。本领域技术人员将认识到，典型的数据处理系统一般包括以下各项中的一项或多项：系统单元外壳；视频显示设备；存储器，如易失性和非易失性存储器；处理器，如微处理器和数字信号处理器；计算实体，如操作系统、驱动程序、图形用户接口、以及应用程序；一个或多个交互设备，如触摸板或屏幕；和 / 或控制系统，包括反馈环和控制电机（例如，用于感测位置和 / 或速度的反馈；用于移动和 / 或调节成分和 / 或数量的控制电机）。数据处理系统可以利用任意合适的商用部件（如数据计算 / 通信和 / 或网络计算 / 通信系统中常用的部件）予以实现。

[0144] 本公开所述的主题有时说明不同部件包含在不同的其他部件内或者不同部件与不同的其他部件相连。应当理解，这样描述的架构只是示例，事实上可以实现许多能够实现相同功能的其他架构。在概念上，有效地“关联”用以实现相同功能的部件的任意设置，从而实现所需功能。因此，这里组合实现具体功能的任意两个部件可以被视为彼此“关联”从

而实现所需功能，而无论架构或中间部件如何。同样，任意两个如此关联的部件也可以看作是彼此“可操作地连接”或“可操作地耦合”以实现所需功能，且能够如此关联的任意两个部件也可以被视为彼此“能可操作地耦合”以实现所需功能。能可操作地耦合的具体示例包括但不限于物理上可配对和 / 或物理上交互的部件，和 / 或无线交互和 / 或可无线交互的部件，和 / 或逻辑交互和 / 或可逻辑交互的部件。

[0145] 至于本文中任何关于多数和 / 或单数术语的使用，本领域技术人员可以从多数形式转换为单数形式，和 / 或从单数形式转换为多数形式，以适合具体环境和应用。为清楚起见，在此明确声明单数形式 / 多数形式可互换。

[0146] 本领域技术人员应当理解，一般而言，所使用的术语，特别是所附权利要求中（例如，在所附权利要求的主体部分中）使用的术语，一般地应理解为“开放”术语（例如，术语“包括”应解释为“包括但不限于”，术语“具有”应解释为“至少具有”等）。本领域技术人员还应理解，如果意在所引入的权利要求中标明具体数目，则这种意图将在该权利要求中明确指出，而在没有这种明确标明的情况下，则不存在这种意图。例如，为帮助理解，所附权利要求可能使用了引导短语“至少一个”和“一个或多个”来引入权利要求中的特征。然而，这种短语的使用不应被解释为暗示着由不定冠词“一”或“一个”引入的权利要求特征将包含该特征的任意特定权利要求限制为仅包含一个该特征的发明，即便是该权利要求既包括引导短语“一个或多个”或“至少一个”又包括不定冠词如“一”或“一个”（例如，“一”和 / 或“一个”典型地应当被解释为意指“至少一个”或“一个或多个”）；在使用定冠词来引入权利要求中的特征时，同样如此。另外，即使明确指出了所引入权利要求特征的具体数目，本领域技术人员应认识到，这种列举典型地应解释为意指至少是所列数目（例如，不存在其他修饰语的短语“两个特征”典型地意指至少两个该特征，或者两个或更多该特征）。另外，在使用类似于“A、B 和 C 等中至少一个”这样的表述的情况下，一般来说应该按照本领域技术人员通常理解该表述的含义来予以解释（例如，“具有 A、B 和 C 中至少一个的系统”应包括但不限于单独具有 A、单独具有 B、单独具有 C、具有 A 和 B、具有 A 和 C、具有 B 和 C、和 / 或具有 A、B、C 的系统等）。在使用类似于“A、B 或 C 等中至少一个”这样的表述的情况下，一般来说应该按照本领域技术人员通常理解该表述的含义来予以解释（例如，“具有 A、B 或 C 中至少一个的系统”应包括但不限于单独具有 A、单独具有 B、单独具有 C、具有 A 和 B、具有 A 和 C、具有 B 和 C、和 / 或具有 A、B、C 的系统等）。本领域技术人员还应理解，实质上任意表示两个或更多可选项目的转折连词和 / 或短语，无论是在说明书、权利要求书还是附图中，都应被理解为给出了包括这些项目之一、这些项目任一方、或两个项目的可能性。例如，短语“A 或 B”应当被理解为包括“A”或“B”、或“A 和 B”的可能性。

[0147] 尽管已经在此公开了多个方案和实施例，但是本领域技术人员应当明白其他方案和实施例。这里所公开的多个方案和实施例是出于说明性的目的，而不是限制性的，本公开的真实范围和精神由所附权利要求表征。

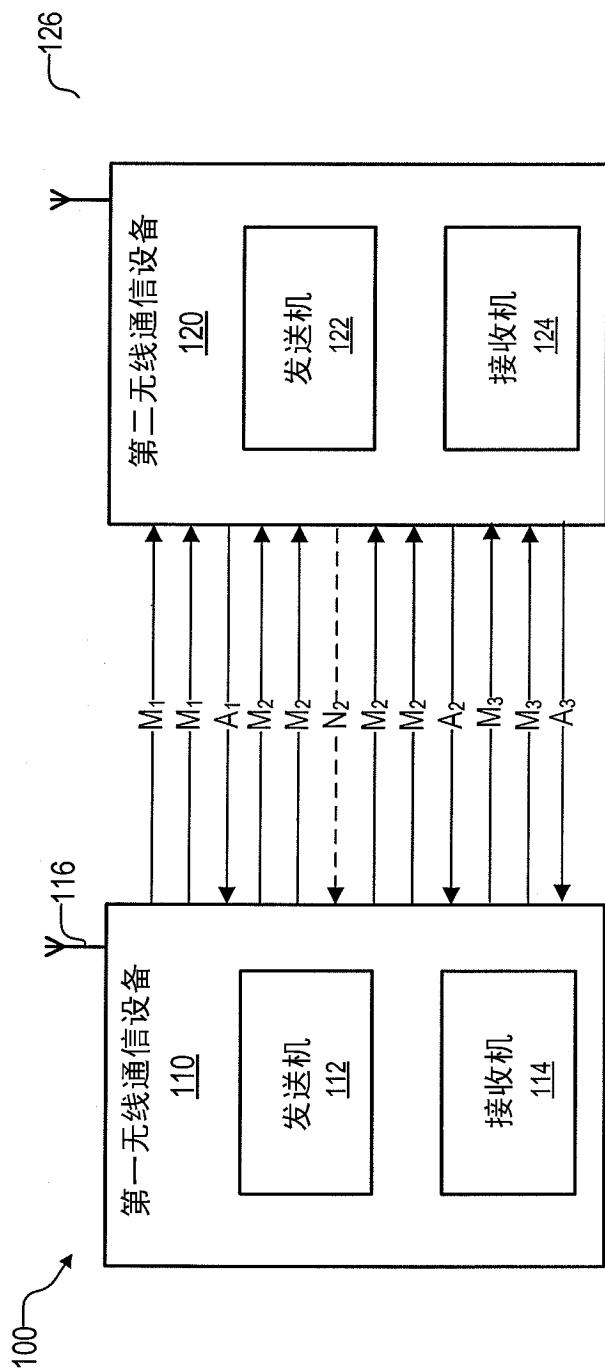


图 1

时间元	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
设备 310	M ₁	M ₁	L ₁ *	M ₂	M ₂	L ₂	M ₂	M ₂	L ₂ *	M ₃	M ₃	L ₃ *
设备 320	L ₁ *	N ₁	A ₁	L ₂	L ₂	N ₂	L ₂ *	L ₂	A ₂	L ₃	L ₃ *	A ₃

* 进行监听的设备成功地接收到分组或确认

图 2

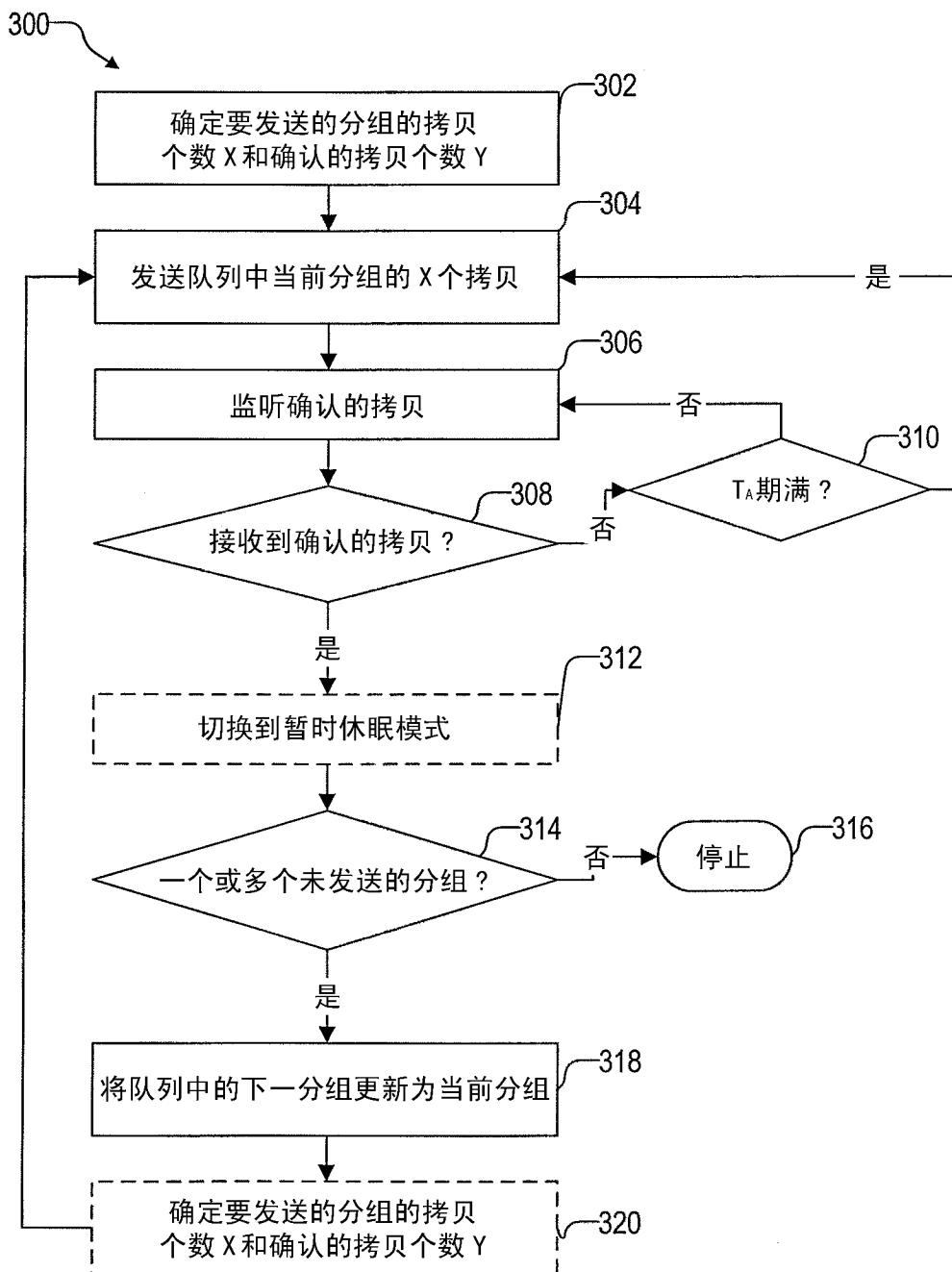


图 3

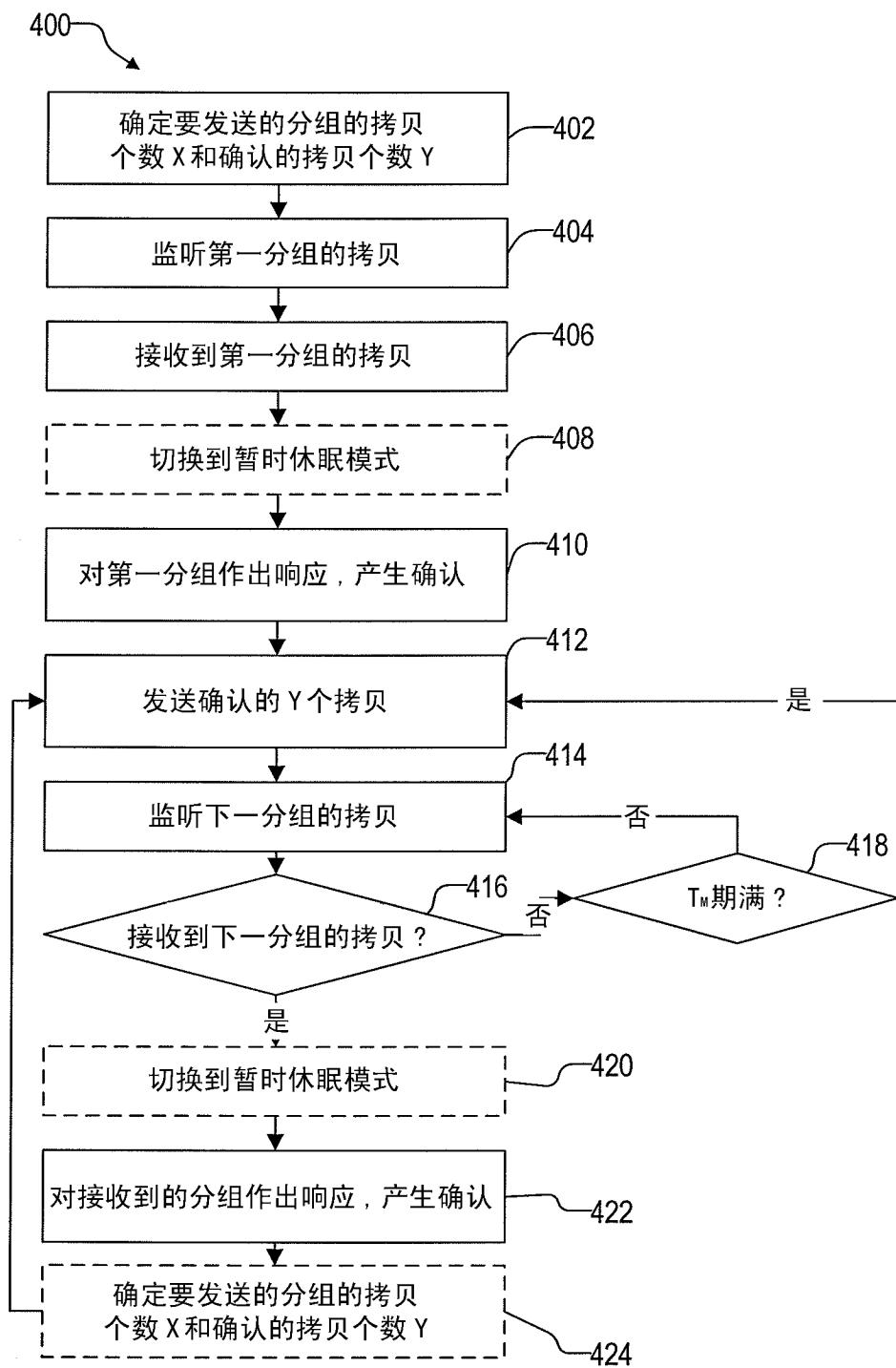


图 4

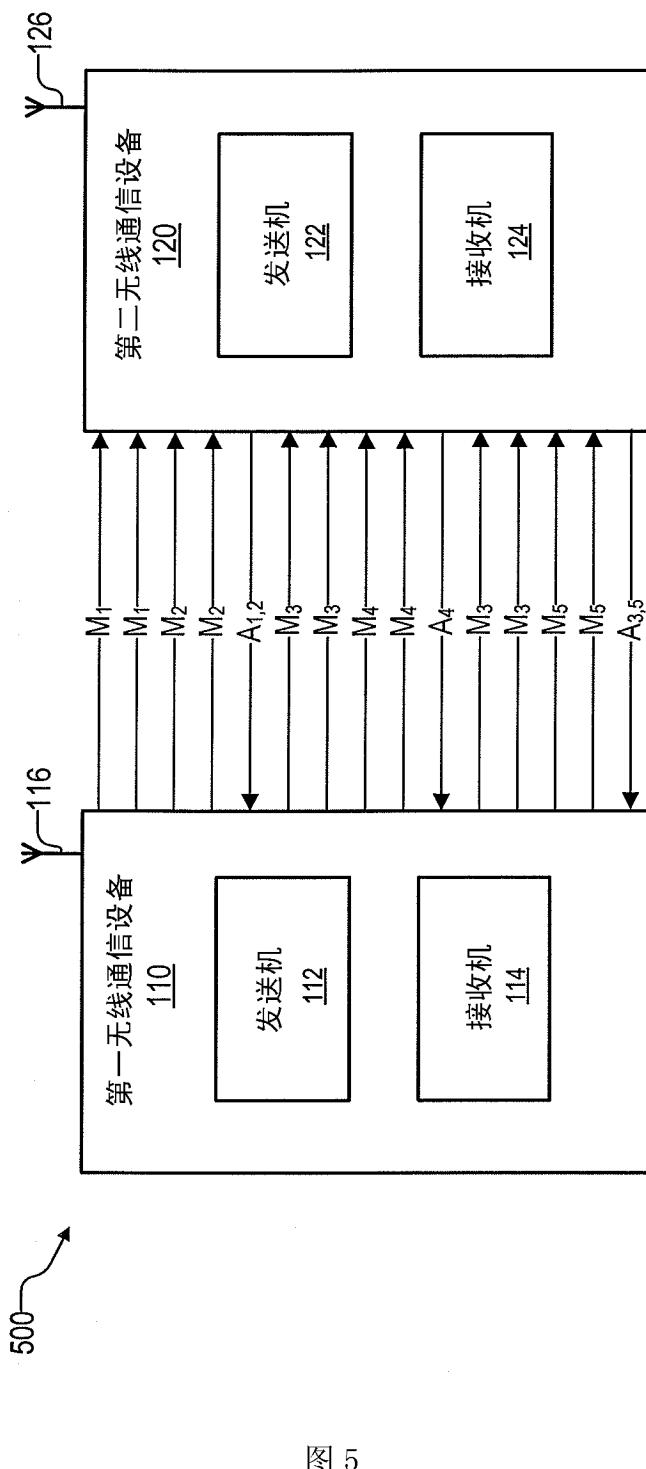
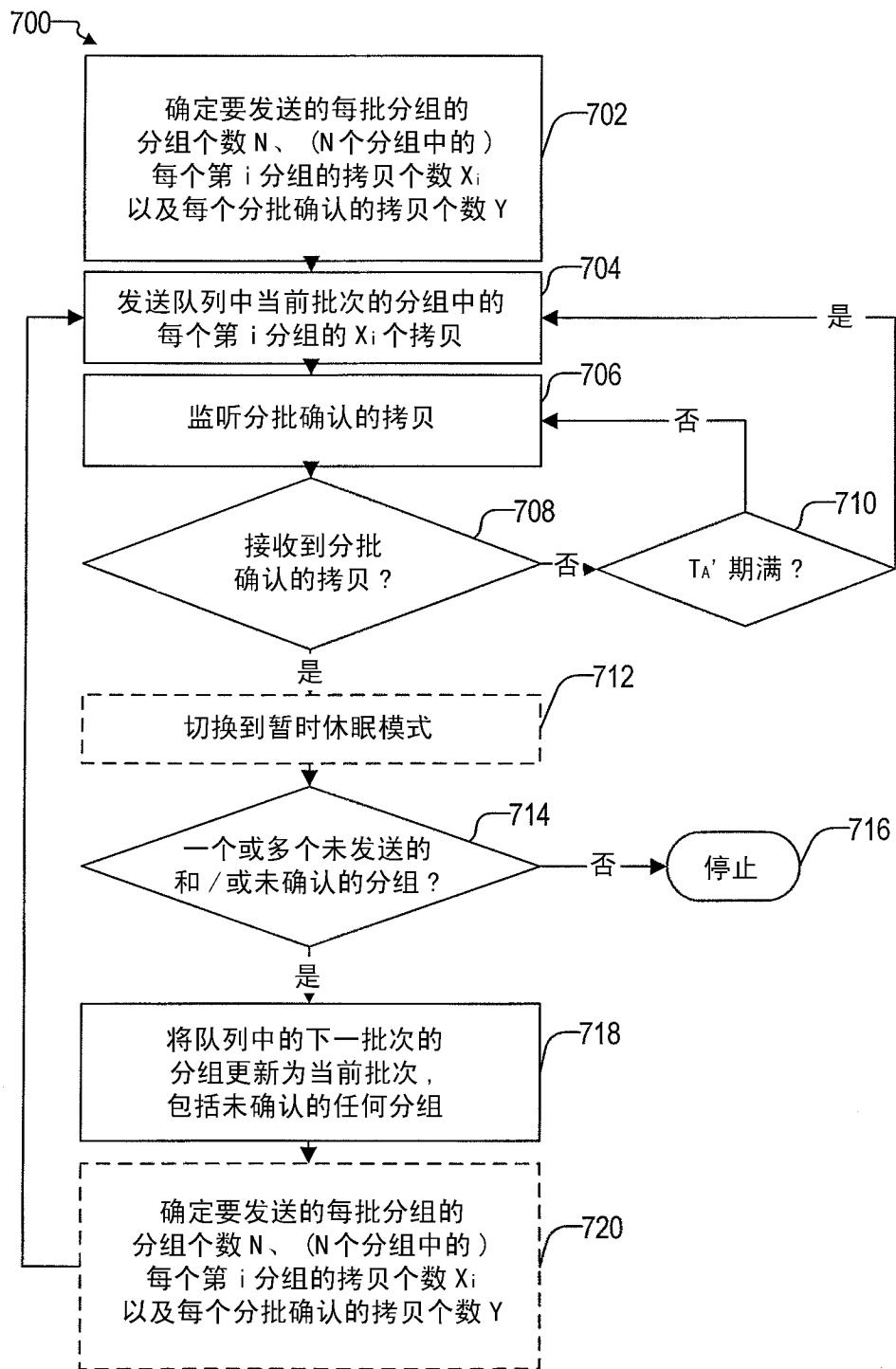


图 5

时间元	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
设备 310	M ₁	M ₂	M ₂	L _{1,2} *	M ₃	M ₃	M ₄	M ₄	L ₄ *	M ₃	M ₃	M ₅	M ₅	L _{3,5} *	
设备 320	L ₁ *	N ₁	L ₂	L ₂ *	A _{1,2}	L ₃	L ₃	L ₄ *	N ₄	A ₄	L ₃	L ₃ *	L ₅	A _{3,5}	

* 进行监听的设备成功地接收到分组或确认

图 6



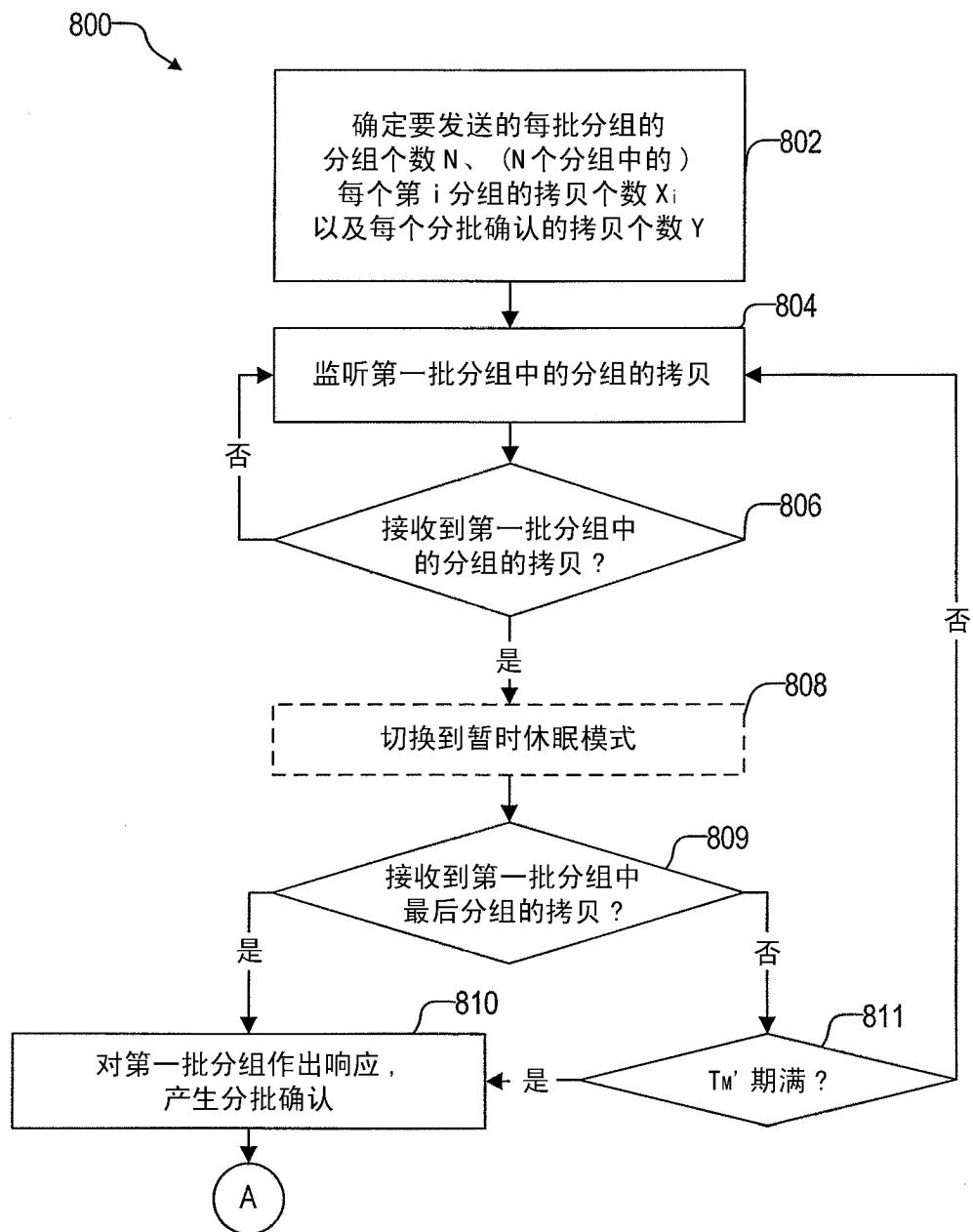


图 8A

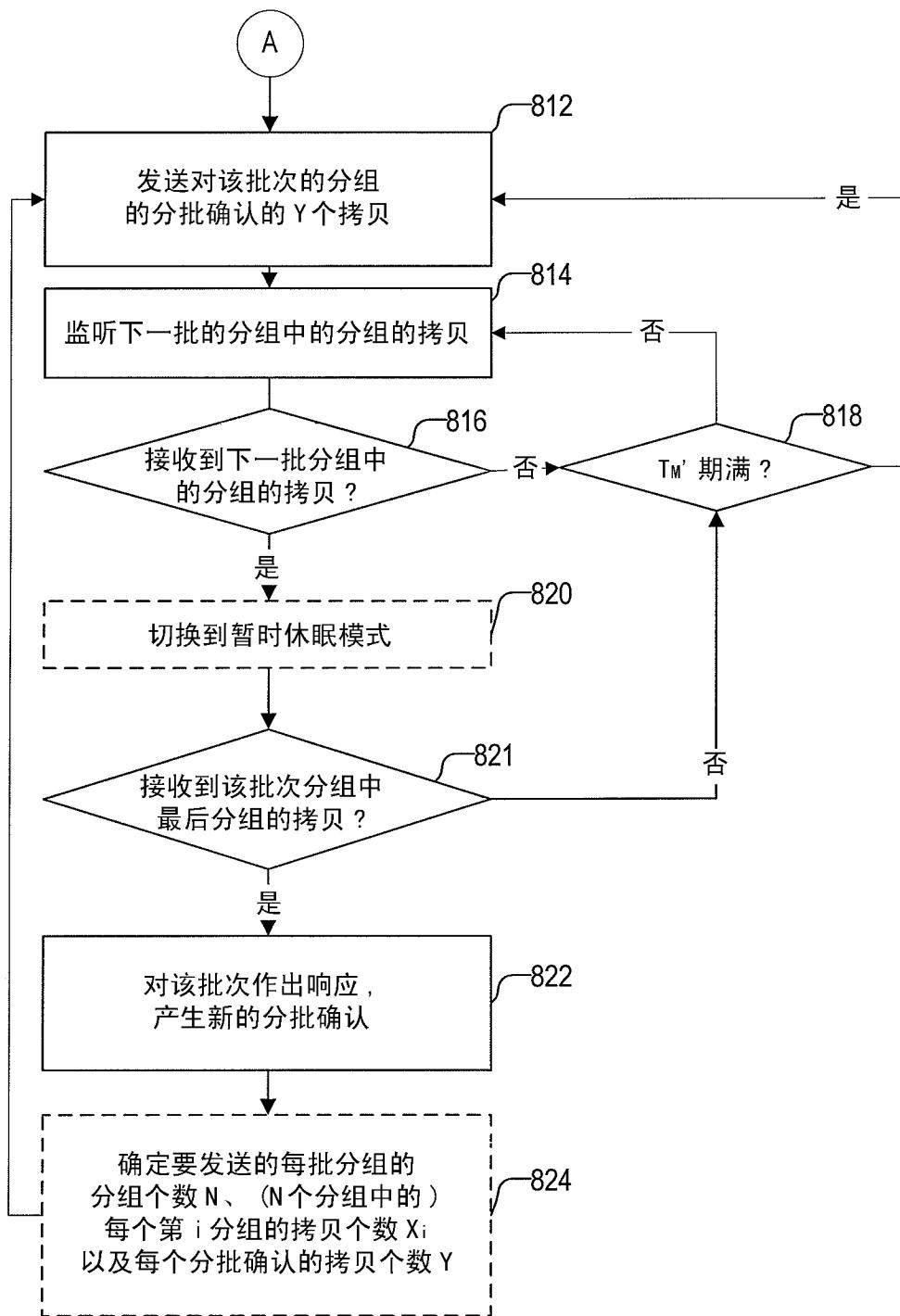


图 8B

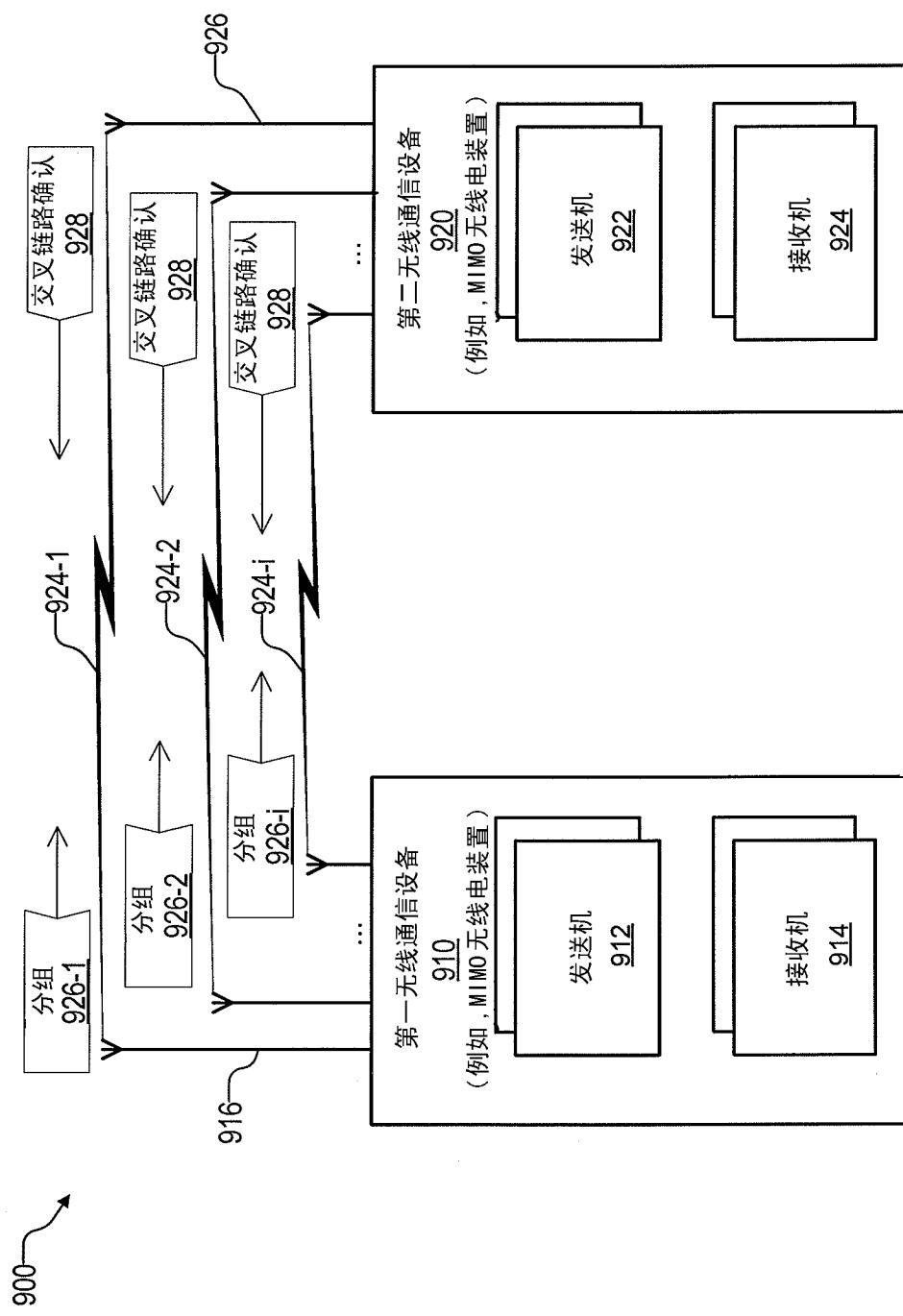


图 9

	时间元	1	2	3
链路 924-1	设备 910	M ₁	M ₁	L ₁
链路 924-2	设备 920	L ₁ *	N ₁	A ₁
	设备 910	M ₂	M ₂	L ₁ *
	设备 920	L ₂	L ₂	A ₁

* 进行监听的设备成功地接收到分组或确认

图 10

	时间元	1	2	3	4	5
链路 924-1	设备 910	M ₁	M ₁	M ₃	M ₃	L _{1,3,4}
链路 924-2	设备 920	L ₁ *	N ₁	L ₃	L ₃ *	A _{1,3,4}
	设备 910	M ₂	M ₂	M ₄	M ₄	L _{1,3,4} *
	设备 920	L ₂	L ₂	L ₄ *	N ₄	A _{1,3,4}

* 进行监听的设备成功地接收到分组或确认

图 11

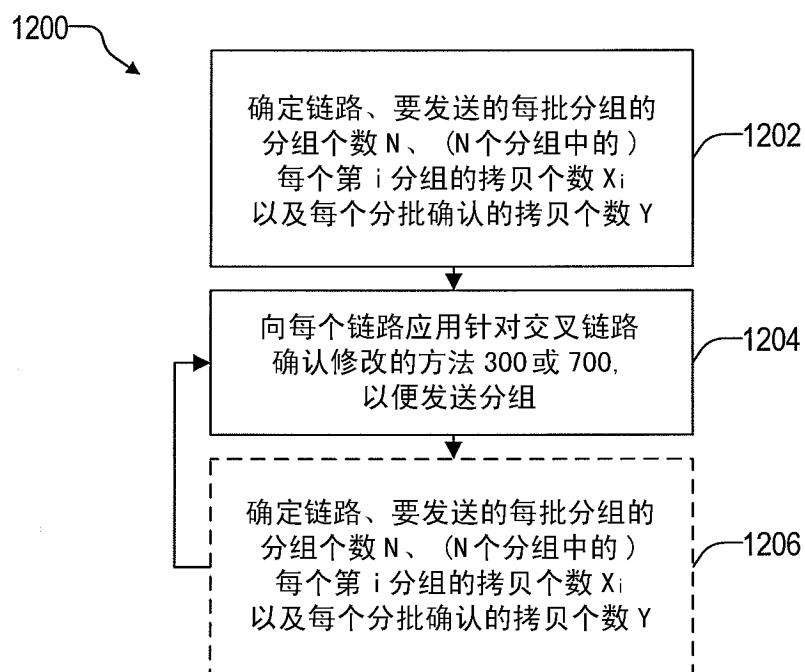


图 12

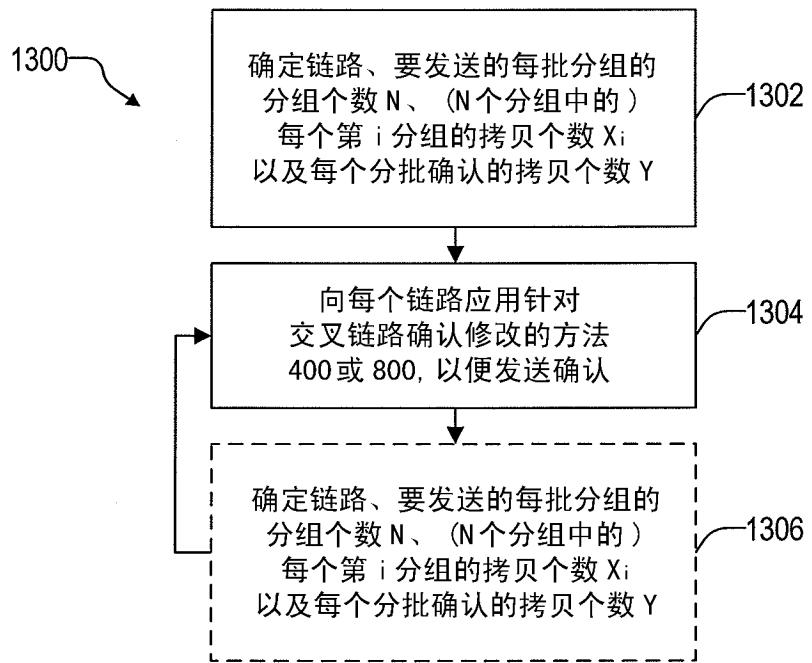


图 13

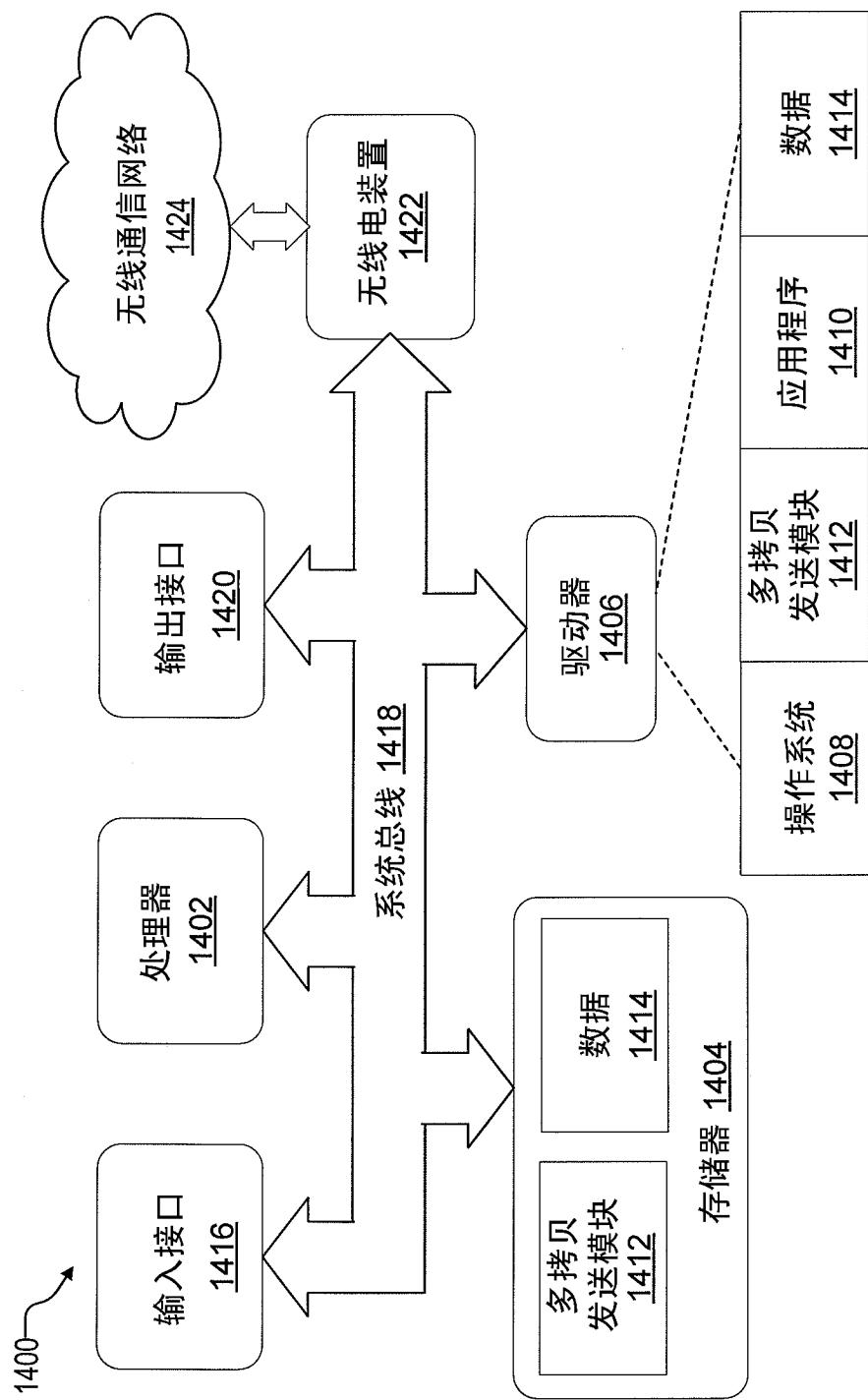


图 14

1500 计算机程序产品**1504 信号承载介质****1502 以下中的至少一个**

由第一无线通信设备执行以向第二无线通信设备发送分组的一个或多个指令，包括：

在无线通信链路上，向第二无线通信设备发送 N 个分组的 X 个拷贝的一个或多个指令，其中，X 是二或更大，N 是一或更大；

监听来自第二无线通信设备的对无线通信链路上的 N 个分组作出响应的确认的一个或多个指令，该确认指示是否已经接收到 N 个分组中的每个分组；和 / 或如果在预定时间段内未接收到对 N 个分组作出响应的确认，则在无线通信链路上，向第二无线通信设备重传 N 个分组中的 X 个拷贝的一个或多个指令。



<u>1600 计算机程序产品</u>	<u>1604 信号承载介质</u>	<u>1602 以下中的至少一个</u>
由第二无线通信设备执行以从第一无线通信设备接收分组的一个或多个指令，包括：		
针对第一和第二无线通信设备中的一个或多个处的 a) 吞吐量、b) 等待时间、以及 c) 能耗中的一个或多个，近似地优化每个通信会话中第一无线通信设备将发送的分组个数 N、每个分组的拷贝个数 X、以及每个通信会话中向第一无线通信设备发送的每个确认的拷贝个数 Y 的一个或多个指令，其中，N 是一或更大，X 是二或更大，Y 是一或更大；监听无线通信链路上的来自第一无线通信设备的 N 个分组的一个或多个分组的拷贝的一个或多个指令；		
在已经接收到 N 个分组中最后一个分组的拷贝时，或者在已经接收到 N 个分组中的一个或多个分组的拷贝且用于接收 N 个分组的预定时间段已经期满时，产生对 N 个分组作出响应的确认的一个或多个指令；以及		
在无线通信链路上，向第一无线通信设备发送确认的 Y 个拷贝的一个或多个指令		
<u>1610 计算机可读介质</u>	<u>1608 可记录介质</u>	<u>1606 通信介质</u>

图 16