



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103890604 A

(43) 申请公布日 2014. 06. 25

(21) 申请号 201280051800. 5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 10. 19

G01S 5/02 (2006. 01)

(30) 优先权数据

G01S 5/14 (2006. 01)

13/278, 642 2011. 10. 21 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 04. 21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/061081 2012. 10. 19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/059636 EN 2013. 04. 25

(71) 申请人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 X·张 N·张

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 李小芳

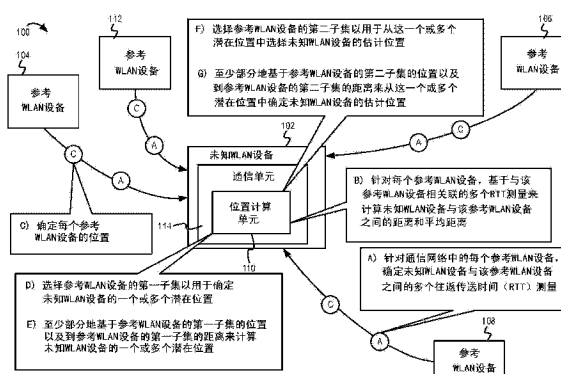
权利要求书8页 说明书20页 附图5页

(54) 发明名称

基于抵达时间的无线定位系统

(57) 摘要

可实现 TOA 定位系统以改善无线网络设备的位置估计。可选择多个参考无线网络设备的第一子集以用于确定无线网络设备的潜在位置并选择该多个参考无线网络设备的第二子集以用于确定该无线网络设备的估计位置。第一和第二子集可基于与该多个参考无线网络设备中的每一者相关联的多个距离测量和平均距离来选择。可基于该多个参考无线网络设备的第一子集来确定该无线网络设备的潜在位置。可基于该多个参考无线网络设备的第二子集从该无线网络设备的潜在位置中确定该无线网络设备的估计位置。



1. 一种方法,包括:

确定通信网络的无线网络设备与多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的多个往返传送时间测量;

对于所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备,基于所述无线网络设备与该参考无线网络设备之间相应的多个往返传送时间测量来确定所述无线网络设备与该参考无线网络设备之间的多个距离测量;

对于所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备,基于所述无线网络设备与该参考无线网络设备之间相应的多个距离测量来计算所述无线网络设备与该参考无线网络设备之间的平均距离;

至少部分地基于所述无线网络设备与所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的所述平均距离且基于所述无线网络设备与所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的所述多个距离测量来选择所述多个参考无线网络设备的第一子集以用于确定所述无线网络设备的一个或多个潜在位置;

至少部分地基于所述多个参考无线网络设备的第一子集、所述无线网络设备与所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的所述平均距离、以及所述无线网络设备与所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的所述多个距离测量来选择所述多个参考无线网络设备的第二子集以用于确定所述无线网络设备的估计位置;

至少部分地基于所述多个参考无线网络设备的第一子集来确定所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置;以及

至少部分地基于所述多个参考无线网络设备的第二子集从所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中确定所述无线网络设备的所述估计位置。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述选择所述多个参考无线网络设备的第一子集以用于确定所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置包括:

比较所述无线网络设备与所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的每一个平均距离;

基于所述比较所述无线网络设备与所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的每一个平均距离来标识所述多个参考无线网络设备中与最小平均距离相关联的预定数目个参考无线网络设备;以及

将所述多个参考无线网络设备中与最小平均距离相关联的所述预定数目个参考无线网络设备指定为所述多个参考无线网络设备的第一子集。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述选择所述多个参考无线网络设备的第一子集以用于确定所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置包括:

对于所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备,至少部分地基于所述无线网络设备与该参考无线网络设备之间的所述多个距离测量以及所述无线网络设备与该参考无线网络设备之间的所述平均距离来计算与该参考无线网络设备相关联的距离方差;

比较与所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备相关联的所述距离方差;

基于所述比较与所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备相关联的所述距离方差来标识所述多个参考无线网络设备中与最小距离方差相关联的预定数目个参考无线网络设备；以及

将所述多个参考无线网络设备中与最小距离方差相关联的所述预定数目个参考无线网络设备指定为所述多个参考无线网络设备的第一子集。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述选择所述多个参考无线网络设备的第二子集以用于确定所述无线网络设备的估计位置包括:

选择与所述多个参考无线网络设备的第一子集不同的所述多个参考无线网络设备的第二子集。

5. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述选择所述多个参考无线网络设备的第二子集以用于确定所述无线网络设备的估计位置包括:

标识所述多个参考无线网络设备中不包括所述多个参考无线网络设备的第一子集的其余参考无线网络设备;

比较所述无线网络设备与所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中的每一者之间的每一个平均距离;

基于所述比较所述无线网络设备与所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中的每一者之间的每一个平均距离来标识所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中与最小平均距离相关联的预定数目个参考无线网络设备;以及

将所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中与最小平均距离相关联的所述预定数目个参考无线网络设备指定为所述多个参考无线网络设备的第二子集。

6. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述选择所述多个参考无线网络设备的第二子集以用于确定所述无线网络设备的估计位置包括:

标识所述多个参考无线网络设备中不包括所述多个参考无线网络设备的第一子集的其余参考无线网络设备;

对于所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备,至少部分地基于所述无线网络设备与该参考无线网络设备之间的所述多个距离测量以及所述无线网络设备与该参考无线网络设备之间的所述平均距离来计算与该参考无线网络设备相关联的距离方差;

比较与所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中的每一者相关联的所述距离方差;

基于所述比较与所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中的每一者相关联的所述距离方差来标识所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中与最小距离方差相关联的预定数目个参考无线网络设备;以及

将所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中与最小距离方差相关联的所述预定数目个参考无线网络设备指定为所述多个参考无线网络设备的第二子集。

7. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述确定所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置包括:

执行基于最小均方误差的抵达时间定位算法以至少部分地基于所述无线网络设备与所述多个参考无线网络设备的第一子集中的每一个参考无线网络设备之间的所述平均距

离、所述多个参考无线网络设备的第一子集中的每一个参考无线网络设备的位置、以及距离校准常数来确定所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置,或者

执行基于泰勒级数的抵达时间定位算法的一次或多次迭代以至少部分地基于所述无线网络设备与所述多个参考无线网络设备的第一子集中的每一个参考无线网络设备之间的所述平均距离、所述多个参考无线网络设备的第一子集中的每一个参考无线网络设备的位置、所述无线网络设备的初始位置、以及所述距离校准常数来确定所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中的第一潜在位置。

8. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述从所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中确定所述无线网络设备的所述估计位置包括:

至少部分地基于所述无线网络设备与所述多个参考无线网络设备的第二子集中的每一个参考无线网络设备之间的所述平均距离、所述多个参考无线网络设备的第二子集中的每一个参考无线网络设备的位置、以及距离校准常数来从所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中选择所述无线网络设备的所述估计位置。

9. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述从所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中确定所述无线网络设备的所述估计位置包括:

对于所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中的每一个潜在位置,

至少部分地基于所述无线网络设备与所述参考无线网络设备的第二子集中的每一个参考无线网络设备之间的所述平均距离、基于所述无线网络设备的该潜在位置、且基于所述参考无线网络设备的第二子集中的每一个参考无线网络设备的位置来计算与所述无线网络设备的该潜在位置相关联的距离误差;

比较与所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中的每一个潜在位置相关联的所述距离误差;

基于所述比较与所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中的每一个潜在位置相关联的所述距离误差来标识所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中与最小距离误差相关联的第一潜在位置;以及

将所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中与最小距离误差相关联的所述第一潜在位置指定为所述无线网络设备的所述估计位置。

10. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述从所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中确定所述无线网络设备的所述估计位置包括:

对于所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中的每一个潜在位置,

至少部分地基于所述无线网络设备与所述参考无线网络设备的第二子集中的每一个参考无线网络设备之间的所述平均距离、基于所述无线网络设备的该潜在位置、且基于所述参考无线网络设备的第二子集中的每一个参考无线网络设备的位置来计算与所述无线网络设备的该潜在位置相关联的平方距离误差;

比较与所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中的每一个潜在位置相关联的所述平方距离误差;

基于所述比较与所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中的每一个潜在位置相关联的所述平方距离误差来标识所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中与最小平方距离误差相关联的第一潜在位置;以及

将所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中与最小平方距离误差相关联的所述第一潜在位置指定为所述无线网络设备的所述估计位置。

11. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述无线网络设备和所述多个参考无线网络设备包括无线局域网(WLAN)通信能力。

12. 一种无线网络设备,包括:

网络接口;以及

与所述网络接口耦合的位置计算单元,所述位置计算单元能操作用于:

确定无线网络设备与多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的多个往返传送时间测量;

对于所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备,基于所述无线网络设备与该参考无线网络设备之间相应的多个往返传送时间测量来确定所述无线网络设备与该参考无线网络设备之间的多个距离测量;

对于所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备,基于所述无线网络设备与该参考无线网络设备之间相应的多个距离测量来计算所述无线网络设备与该参考无线网络设备之间的平均距离;

至少部分地基于所述无线网络设备与所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的所述平均距离且基于所述无线网络设备与所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的所述多个距离测量来选择所述多个参考无线网络设备的第一子集以用于确定所述无线网络设备的一个或多个潜在位置;

至少部分地基于所述多个参考无线网络设备的第一子集、所述无线网络设备与所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的所述平均距离、以及所述无线网络设备与所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的所述多个距离测量来选择所述多个参考无线网络设备的第二子集以用于确定所述无线网络设备的估计位置;

至少部分地基于所述多个参考无线网络设备的第一子集来确定所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置;以及

至少部分地基于所述多个参考无线网络设备的第二子集从所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中确定所述无线网络设备的所述估计位置。

13. 如权利要求 12 所述的无线网络设备,其特征在于,所述位置计算单元能操作用于选择所述多个参考无线网络设备的第一子集以用于确定所述无线网络设备的一个或多个潜在位置包括所述位置计算单元能操作用于:

比较所述无线网络设备与所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的每一个平均距离;

基于所述位置计算单元比较所述无线网络设备与所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的每一个平均距离来标识所述多个参考无线网络设备中与最小平均距离相关联的预定数目个参考无线网络设备;以及

将所述多个参考无线网络设备中与最小平均距离相关联的所述预定数目个参考无线网络设备指定为所述多个参考无线网络设备的第一子集。

14. 如权利要求 12 所述的无线网络设备,其特征在于,所述位置计算单元能操作用于

选择所述多个参考无线网络设备的第一子集以用于确定所述无线网络设备的一个或多个潜在位置包括所述位置计算单元能操作用于：

对于所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备，至少部分地基于所述无线网络设备与该参考无线网络设备之间的所述多个距离测量以及所述无线网络设备与该参考无线网络设备之间的所述平均距离来计算与该参考无线网络设备相关联的距离方差；

比较与所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备相关联的所述距离方差；

基于所述位置计算单元比较与所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备相关联的所述距离方差来标识所述多个参考无线网络设备中与最小距离方差相关联的预定数目个参考无线网络设备；以及

将所述多个参考无线网络设备中与最小距离方差相关联的所述预定数目个参考无线网络设备指定为所述多个参考无线网络设备的第一子集。

15. 如权利要求 12 所述的无线网络设备，其特征在于，所述位置计算单元能操作用于选择所述多个参考无线网络设备的第二子集以用于确定所述无线网络设备的估计位置包括所述位置计算单元能操作用于：

选择与所述多个参考无线网络设备的第一子集不同的所述多个参考无线网络设备的第二子集。

16. 如权利要求 12 所述的无线网络设备，其特征在于，所述位置计算单元能操作用于选择所述多个参考无线网络设备的第二子集以用于确定所述无线网络设备的估计位置包括所述位置计算单元能操作用于：

标识所述多个参考无线网络设备中不包括所述多个参考无线网络设备的第一子集的其余参考无线网络设备；

比较所述无线网络设备与所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中的每一者之间的每一个平均距离；

基于所述位置计算单元比较所述无线网络设备与所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中的每一者之间的每一个平均距离来标识所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中与最小平均距离相关联的预定数目个参考无线网络设备；以及

将所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中与最小平均距离相关联的所述预定数目个参考无线网络设备指定为所述多个参考无线网络设备的第二子集。

17. 如权利要求 12 所述的无线网络设备，其特征在于，所述位置计算单元能操作用于选择所述多个参考无线网络设备的第二子集以用于确定所述无线网络设备的估计位置包括所述位置计算单元能操作用于：

标识所述多个参考无线网络设备中不包括所述多个参考无线网络设备的第一子集的其余参考无线网络设备；

对于所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备，至少部分地基于所述无线网络设备与该参考无线网络设备之间的所述多个距离测量以及所述无线网络设备与该参考无线网络设备之间的所述平均距离来计算与该参

考无线网络设备相关联的距离方差；

比较与所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中的每一者相关联的所述距离方差；

基于所述位置计算单元比较与所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中的每一者相关联的所述距离方差来标识所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中与最小距离方差相关联的预定数目个参考无线网络设备；以及

将所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中与最小距离方差相关联的所述预定数目个参考无线网络设备指定为所述多个参考无线网络设备的第二子集。

18. 如权利要求 12 所述的无线网络设备,其特征在于,所述位置计算单元能操作用于从所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中确定所述无线网络设备的所述估计位置包括所述位置计算单元能操作用于:

对于所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中的每一个潜在位置,

至少部分地基于所述无线网络设备与所述参考无线网络设备的第二子集中的每一个参考无线网络设备之间的所述平均距离、基于所述无线网络设备的该潜在位置、且基于所述参考无线网络设备的第二子集中的每一个参考无线网络设备的位置来计算与所述无线网络设备的该潜在位置相关联的平方距离误差;

比较与所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中的每一个潜在位置相关联的所述平方距离误差;

基于所述位置计算单元比较与所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中的每一个潜在位置相关联的所述平方距离误差来标识所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中与最小平方距离误差相关联的第一潜在位置;以及

将所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中与最小平方距离误差相关联的所述第一潜在位置指定为所述无线网络设备的所述估计位置。

19. 一种或多种其中存储有指令的机器可读存储介质,所述指令在由一个或多个处理器执行时使所述一个或多个处理器执行以下操作,包括:

确定无线网络设备与多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的多个往返传送时间测量;

对于所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备,基于所述无线网络设备与该参考无线网络设备之间相应的多个往返传送时间测量来确定所述无线网络设备与该参考无线网络设备之间的多个距离测量;

对于所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备,基于所述无线网络设备与该参考无线网络设备之间相应的多个距离测量来计算所述无线网络设备与该参考无线网络设备之间的平均距离;

至少部分地基于所述无线网络设备与所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的所述平均距离且基于所述无线网络设备与所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的所述多个距离测量来选择所述多个参考无线网络设备的第一子集以用于确定所述无线网络设备的一个或多个潜在位置;

至少部分地基于所述多个参考无线网络设备的第一子集、所述无线网络设备与所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的所述平均距离、以及所述无线网

络设备与所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的所述多个距离测量来选择所述多个参考无线网络设备的第二子集以用于确定所述无线网络设备的估计位置；

至少部分地基于所述多个参考无线网络设备的第一子集来确定所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置；以及

至少部分地基于所述多个参考无线网络设备的第二子集从所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中确定所述无线网络设备的所述估计位置。

20. 如权利要求 19 所述的机器可读存储介质,其特征在于,所述选择所述多个参考无线网络设备的第一子集以用于确定所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置的操作包括:

比较所述无线网络设备与所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的每一个平均距离;

基于所述比较所述无线网络设备与所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的每一个平均距离来标识所述多个参考无线网络设备中与最小平均距离相关联的预定数目个参考无线网络设备;以及

将所述多个参考无线网络设备中与最小平均距离相关联的所述预定数目个参考无线网络设备指定为所述多个参考无线网络设备的第一子集。

21. 如权利要求 19 所述的机器可读存储介质,其特征在于,所述选择所述多个参考无线网络设备的第一子集以用于确定所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置的操作包括:

对于所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备,至少部分地基于所述无线网络设备与该参考无线网络设备之间的所述多个距离测量以及所述无线网络设备与该参考无线网络设备之间的所述平均距离来计算与该参考无线网络设备相关联的距离方差;

比较与所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备相关联的所述距离方差;

基于所述比较与所述多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备相关联的所述距离方差来标识所述多个参考无线网络设备中与最小距离方差相关联的预定数目个参考无线网络设备;以及

将所述多个参考无线网络设备中与最小距离方差相关联的所述预定数目个参考无线网络设备指定为所述多个参考无线网络设备的第一子集。

22. 如权利要求 19 所述的机器可读存储介质,其特征在于,所述选择所述多个参考无线网络设备的第二子集以用于确定所述无线网络设备的所述估计位置的操作包括:

选择与所述多个参考无线网络设备的第一子集不同的所述多个参考无线网络设备的第二子集。

23. 如权利要求 19 所述的机器可读存储介质,其特征在于,所述选择所述多个参考无线网络设备的第二子集以用于确定所述无线网络设备的所述估计位置的操作包括:

标识所述多个参考无线网络设备中不包括所述多个参考无线网络设备的第一子集的其余参考无线网络设备;

比较所述无线网络设备与所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中的每一者之间的每一个平均距离；

基于所述比较所述无线网络设备与所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中的每一者之间的每一个平均距离来标识所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中与最小平均距离相关联的预定数目个参考无线网络设备；以及

将所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中与最小平均距离相关联的所述预定数目个参考无线网络设备指定为所述多个参考无线网络设备的第二子集。

24. 如权利要求 19 所述的机器可读存储介质,其特征在于,所述选择所述多个参考无线网络设备的第二子集以用于确定所述无线网络设备的所述估计位置的操作包括:

标识所述多个参考无线网络设备中不包括所述多个参考无线网络设备的第一子集的其余参考无线网络设备;

对于所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备,至少部分地基于所述无线网络设备与该参考无线网络设备之间的所述多个距离测量以及所述无线网络设备与该参考无线网络设备之间的所述平均距离来计算与该参考无线网络设备相关联的距离方差;

比较与所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中的每一者相关联的所述距离方差;

基于所述比较与所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中的每一者相关联的所述距离方差来标识所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中与最小距离方差相关联的预定数目个参考无线网络设备;以及

将所述多个参考无线网络设备中的所述其余参考无线网络设备中与最小距离方差相关联的所述预定数目个参考无线网络设备指定为所述多个参考无线网络设备的第二子集。

25. 如权利要求 19 所述的机器可读存储介质,其特征在于,所述从所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中确定所述无线网络设备的所述估计位置的操作包括:

对于所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中的每一个潜在位置,

至少部分地基于所述无线网络设备与所述参考无线网络设备的第二子集中的每一个参考无线网络设备之间的所述平均距离、基于所述无线网络设备的该潜在位置、且基于所述参考无线网络设备的第二子集中的每一个参考无线网络设备的位置来计算与所述无线网络设备的该潜在位置相关联的距离误差;

比较与所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中的每一个潜在位置相关联的所述距离误差;

基于所述比较与所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中的每一个潜在位置相关联的所述距离误差来标识所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中与最小距离误差相关联的第一潜在位置;以及

将所述无线网络设备的所述一个或多个潜在位置中与最小距离误差相关联的所述第一潜在位置指定为所述无线网络设备的所述估计位置。

基于抵达时间的无线定位系统

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求于 2011 年 10 月 21 日提交的美国申请序列号 13/278,642 的优先权权益。

[0003] 背景

[0004] 本发明主题内容的诸实施例一般涉及无线通信领域,尤其涉及用于无线通信系统的混合抵达时间(TOA)定位。

[0005] 无线通信设备可使用各种位置估计技术以基于与具有已知位置的多个参考无线通信设备通信来确定该无线通信设备的未知位置。例如,无线通信设备可通过确定从该无线通信设备到参考无线通信设备的无线电信号的行进时间来采用基于往返时间(RTT)的定位技术。无线通信设备可基于所确定的无线电信号的行进时间来确定到参考无线通信设备的距离并且可使用抵达时间(TOA)定位技术来确定该未知位置。

[0006] 概述

[0007] 在一些实施例中,一种方法包括:确定通信网络的无线网络设备与多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的多个往返传送时间测量;对于多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备,基于无线网络设备与该参考无线网络设备之间相应的多个往返传送时间测量来确定无线网络设备与该参考无线网络设备之间的多个距离测量;对于该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备,基于无线网络设备与该参考无线网络设备之间相应的多个距离测量来计算无线网络设备与该参考无线网络设备之间的平均距离;至少部分地基于无线网络设备与该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的平均距离且基于无线网络设备与该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的多个距离测量来选择该多个参考无线网络设备的第一子集以用于确定无线网络设备的一个或多个潜在位置;至少部分地基于该多个参考无线网络设备的第一子集、无线网络设备与该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的平均距离、以及无线网络设备与该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的多个距离测量来选择该多个参考无线网络设备的第二子集以用于确定无线网络设备的估计位置;至少部分地基于该多个参考无线网络设备的第一子集来确定无线网络设备的一个或多个潜在位置;以及至少部分地基于该多个参考无线网络设备的第二子集从无线网络设备的一个或多个潜在位置中确定无线网络设备的估计位置。

[0008] 在一些实施例中,所述选择该多个参考无线网络设备的第一子集以用于确定无线网络设备的一个或多个潜在位置包括:比较无线网络设备与该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的每一个平均距离;基于所述比较无线网络设备与该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的每一个平均距离来标识该多个参考无线网络设备中与最小平均距离相关联的预定数目个参考无线网络设备;以及将该多个参考无线网络设备中与最小平均距离相关联的预定数目个参考无线网络设备指定为该多个参考无线网络设备的第一子集。

[0009] 在一些实施例中,所述选择该多个参考无线网络设备的第一子集以用于确定无线

网络设备的一个或多个潜在位置包括：对于该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备，至少部分地基于无线网络设备与该参考无线网络设备之间的多个距离测量以及无线网络设备与该参考无线网络设备之间的平均距离来计算与该参考无线网络设备相关联的距离方差；比较与该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备相关联的距离方差；基于所述比较与该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备相关联的距离方差来标识该多个参考无线网络设备中与最小距离方差相关联的预定数目个参考无线网络设备；以及将该多个参考无线网络设备中与最小距离方差相关联的预定数目个参考无线网络设备指定为该多个参考无线网络设备的第一子集。

[0010] 在一些实施例中，所述选择该多个参考无线网络设备的第二子集以用于确定无线网络设备的估计位置包括：选择与该多个参考无线网络设备的第一子集不同的该多个参考无线网络设备的第二子集。

[0011] 在一些实施例中，所述选择该多个参考无线网络设备的第二子集以用于确定无线网络设备的估计位置包括：标识该多个参考无线网络设备中不包括该多个参考无线网络设备的第一子集的其余参考无线网络设备；比较无线网络设备与该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中的每一者之间的每一个平均距离；基于所述比较无线网络设备与该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中的每一者之间的每一个平均距离来标识该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中与最小平均距离相关联的预定数目个参考无线网络设备；以及将该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中与最小平均距离相关联的预定数目个参考无线网络设备指定为该多个参考无线网络设备的第二子集。

[0012] 在一些实施例中，所述选择该多个参考无线网络设备的第二子集以用于确定无线网络设备的估计位置包括：标识该多个参考无线网络设备中不包括该多个参考无线网络设备的第一子集的其余参考无线网络设备；对于该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备，至少部分地基于无线网络设备与该参考无线网络设备之间的多个距离测量以及无线网络设备与该参考无线网络设备之间的平均距离来计算与该参考无线网络设备相关联的距离方差；比较与该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中的每一者相关联的距离方差；基于所述比较与该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中的每一者相关联的距离方差来标识该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中与最小距离方差相关联的预定数目个参考无线网络设备；以及将该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中与最小距离方差相关联的预定数目个参考无线网络设备指定为该多个参考无线网络设备的第二子集。

[0013] 在一些实施例中，所述确定无线网络设备的一个或多个潜在位置包括：执行基于最小均方误差的抵达时间定位算法以至少部分地基于无线网络设备与该多个参考无线网络设备的第一子集中的每一个参考无线网络设备之间的平均距离、该多个参考无线网络设备的第一子集中的每一个参考无线网络设备的位置、以及距离校准常数来确定无线网络设备的一个或多个潜在位置，或者执行基于泰勒级数的抵达时间定位算法的一次或多次迭代以至少部分地基于无线网络设备与该多个参考无线网络设备的第一子集中的每一个参考无线网络设备之间的平均距离、该多个参考无线网络设备的第一子集中的每一个参考无线网络设备的位置、无线网络设备的初始位置、以及距离校准常数来确定无线网络设备的一

个或多个潜在位置中的第一潜在位置。

[0014] 在一些实施例中,所述从无线网络设备的一个或多个潜在位置中确定无线网络设备的估计位置包括:至少部分地基于无线网络设备与该多个参考无线网络设备的第二子集中的每一个参考无线网络设备之间的平均距离、该多个参考无线网络设备的第二子集中的每一个参考无线网络设备的位置、以及距离校准常数来从无线网络设备的一个或多个潜在位置中选择无线网络设备的估计位置。

[0015] 在一些实施例中,所述从无线网络设备的一个或多个潜在位置中确定无线网络设备的估计位置包括:对于无线网络设备的一个或多个潜在位置中的每一个潜在位置,至少部分地基于无线网络设备与该参考无线网络设备的第二子集中的每一个参考无线网络设备之间的平均距离、基于无线网络设备的该潜在位置、且基于该参考无线网络设备的第二子集中的每一个参考无线网络设备的位置来计算与无线网络设备的该潜在位置相关联的距离误差;比较与无线网络设备的一个或多个潜在位置中的每一个潜在位置相关联的距离误差;基于所述比较与无线网络设备的一个或多个潜在位置中的每一个潜在位置相关联的距离误差来标识无线网络设备的一个或多个潜在位置中与最小距离误差相关联的第一潜在位置;以及将无线网络设备的一个或多个潜在位置中与最小距离误差相关联的第一潜在位置指定为无线网络设备的估计位置。

[0016] 在一些实施例中,所述从无线网络设备的一个或多个潜在位置中确定无线网络设备的估计位置包括:对于无线网络设备的一个或多个潜在位置中的每一个潜在位置,至少部分地基于无线网络设备与该参考无线网络设备的第二子集中的每一个参考无线网络设备之间的平均距离、基于无线网络设备的该潜在位置、且基于该参考无线网络设备的第二子集中的每一个参考无线网络设备的位置来计算与无线网络设备的该潜在位置相关联的平方距离误差;比较与无线网络设备的一个或多个潜在位置中的每一个潜在位置相关联的平方距离误差;基于所述比较与无线网络设备的一个或多个潜在位置中的每一个潜在位置相关联的平方距离误差来标识无线网络设备的一个或多个潜在位置中与最小平方距离误差相关联的第一潜在位置;以及将无线网络设备的一个或多个潜在位置中与最小平方距离误差相关联的第一潜在位置指定为无线网络设备的估计位置。

[0017] 在一些实施例中,无线网络设备和该多个参考无线网络设备包括无线局域网(WLAN)通信能力。

[0018] 在一些实施例中,一种无线网络设备包括:网络接口;以及与网络接口耦合的位置计算单元,该位置计算单元能操作于:确定无线网络设备与多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的多个往返传送时间测量;对于该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备,基于无线网络设备与该参考无线网络设备之间相应的多个往返传送时间测量来确定无线网络设备与该参考无线网络设备之间的多个距离测量;对于该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备,基于无线网络设备与该参考无线网络设备之间相应的多个距离测量来计算无线网络设备与该参考无线网络设备之间的平均距离;至少部分地基于无线网络设备与该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的平均距离且基于无线网络设备与该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的多个距离测量来选择该多个参考无线网络设备的第一子集以用于确定无线网络设备的一个或多个潜在位置;至少部分地基于该多个参考无线网络设备的第一

子集、无线网络设备与该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的平均距离、以及无线网络设备与该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的多个距离测量来选择该多个参考无线网络设备的第二子集以用于确定无线网络设备的估计位置；至少部分地基于该多个参考无线网络设备的第一子集来确定无线网络设备的一个或多个潜在位置；以及至少部分地基于该多个参考无线网络设备的第二子集从无线网络设备的一个或多个潜在位置中确定无线网络设备的估计位置。

[0019] 在一些实施例中，该位置计算单元能操作用于选择该多个参考无线网络设备的第一子集以用于确定无线网络设备的一个或多个潜在位置包括该位置计算单元能操作用于：比较无线网络设备与该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的每一个平均距离；基于该位置计算单元比较无线网络设备与该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的每一个平均距离来标识该多个参考无线网络设备中与最小平均距离相关联的预定数目个参考无线网络设备；以及将该多个参考无线网络设备中与最小平均距离相关联的预定数目个参考无线网络设备指定为该多个参考无线网络设备的第一子集。

[0020] 在一些实施例中，该位置计算单元能操作用于选择该多个参考无线网络设备的第一子集以用于确定无线网络设备的一个或多个潜在位置包括该位置计算单元能操作用于：对于该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备，至少部分地基于无线网络设备与该参考无线网络设备之间的多个距离测量以及无线网络设备与该参考无线网络设备之间的平均距离来计算与该参考无线网络设备相关联的距离方差；比较与该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备相关联的距离方差；基于该位置计算单元比较与该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备相关联的距离方差来标识该多个参考无线网络设备中与最小距离方差相关联的预定数目个参考无线网络设备；以及将该多个参考无线网络设备中与最小距离方差相关联的预定数目个参考无线网络设备指定为该多个参考无线网络设备的第一子集。

[0021] 在一些实施例中，该位置计算单元能操作用于选择该多个参考无线网络设备的第二子集以用于确定无线网络设备的估计位置包括该位置计算单元能操作用于：选择与该多个参考无线网络设备的第一子集不同的该多个参考无线网络设备的第二子集。

[0022] 在一些实施例中，该位置计算单元能操作用于选择该多个参考无线网络设备的第二子集以用于确定无线网络设备的估计位置包括该位置计算单元能操作用于：标识该多个参考无线网络设备中不包括该多个参考无线网络设备的第一子集的其余参考无线网络设备；比较无线网络设备与该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中的每一者之间的每一个平均距离；基于该位置计算单元比较无线网络设备与该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中的每一者之间的每一个平均距离来标识该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中与最小平均距离相关联的预定数目个参考无线网络设备；以及将该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中与最小平均距离相关联的预定数目个参考无线网络设备指定为该多个参考无线网络设备的第二子集。

[0023] 在一些实施例中，该位置计算单元能操作用于选择该多个参考无线网络设备的第二子集以用于确定无线网络设备的估计位置包括该位置计算单元能操作用于：标识该多个参考无线网络设备中不包括该多个参考无线网络设备的第一子集的其余参考无线网络设

备 ;对于该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备,至少部分地基于无线网络设备与该参考无线网络设备之间的多个距离测量以及无线网络设备与该参考无线网络设备之间的平均距离来计算与该参考无线网络设备相关联的距离方差 ;比较与该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中的每一者相关联的距离方差 ;基于该位置计算单元比较与该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中的每一者相关联的距离方差来标识该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中与最小距离方差相关联的预定数目个参考无线网络设备 ;以及将该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中与最小距离方差相关联的预定数目个参考无线网络设备指定为该多个参考无线网络设备的第二子集。

[0024] 在一些实施例中,该位置计算单元能操作用于从无线网络设备的一个或多个潜在位置中确定无线网络设备的估计位置包括该位置计算单元能操作用于 :对于无线网络设备的一个或多个潜在位置中的每一个潜在位置,至少部分地基于无线网络设备与该参考无线网络设备的第二子集中的每一个参考无线网络设备之间的平均距离、基于无线网络设备的该潜在位置、且基于该参考无线网络设备的第二子集中的每一个参考无线网络设备的位置来计算与无线网络设备的该潜在位置相关联的平方距离误差 ;比较与无线网络设备的一个或多个潜在位置中的每一个潜在位置相关联的平方距离误差 ;基于该位置计算单元比较与无线网络设备的一个或多个潜在位置中的每一个潜在位置相关联的平方距离误差来标识无线网络设备的一个或多个潜在位置中与最小平方距离误差相关联的第一潜在位置 ;以及将无线网络设备的一个或多个潜在位置中与最小平方距离误差相关联的第一潜在位置指定为无线网络设备的估计位置。

[0025] 在一些实施例中,一种或多种其中存储有指令的机器可读存储介质,这些指令在由一个或多个处理器执行时致使这一个或多个处理器执行以下操作,包括 :确定无线网络设备与多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的多个往返传送时间测量 ;对于该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备,基于无线网络设备与该参考无线网络设备之间相应的多个往返传送时间测量来确定无线网络设备与该参考无线网络设备之间的多个距离测量 ;对于该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备,基于无线网络设备与该参考无线网络设备之间相应的多个距离测量来计算无线网络设备与该参考无线网络设备之间的平均距离 ;至少部分地基于无线网络设备与该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的平均距离且基于无线网络设备与该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的多个距离测量来选择该多个参考无线网络设备的第一子集以用于确定无线网络设备的一个或多个潜在位置 ;至少部分地基于该多个参考无线网络设备的第一子集、无线网络设备与该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的平均距离、以及无线网络设备与该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的多个距离测量来选择该多个参考无线网络设备的第二子集以用于确定无线网络设备的估计位置 ;至少部分地基于该多个参考无线网络设备的第一子集来确定无线网络设备的一个或多个潜在位置 ;以及至少部分地基于该多个参考无线网络设备的第二子集从无线网络设备的一个或多个潜在位置中确定无线网络设备的估计位置。

[0026] 在一些实施例中,所述选择该多个参考无线网络设备的第一子集以用于确定无线

网络设备的一个或多个潜在位置的操作包括：比较无线网络设备与该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的每一个平均距离；基于所述比较无线网络设备与该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备之间的每一个平均距离来标识该多个参考无线网络设备中与最小平均距离相关联的预定数目个参考无线网络设备；以及将该多个参考无线网络设备中与最小平均距离相关联的预定数目个参考无线网络设备指定为该多个参考无线网络设备的第一子集。

[0027] 在一些实施例中，所述选择该多个参考无线网络设备的第一子集以用于确定无线网络设备的一个或多个潜在位置的操作包括：对于该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备，至少部分地基于无线网络设备与该参考无线网络设备之间的多个距离测量以及无线网络设备与该参考无线网络设备之间的平均距离来计算与该参考无线网络设备相关联的距离方差；比较与该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备相关联的距离方差；基于所述比较与该多个参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备相关联的距离方差来标识该多个参考无线网络设备中与最小距离方差相关联的预定数目个参考无线网络设备；以及将该多个参考无线网络设备中与最小距离方差相关联的预定数目个参考无线网络设备指定为该多个参考无线网络设备的第一子集。

[0028] 在一些实施例中，所述选择该多个参考无线网络设备的第二子集以用于确定无线网络设备的估计位置的操作包括：选择与该多个参考无线网络设备的第一子集不同的该多个参考无线网络设备的第二子集。

[0029] 在一些实施例中，所述选择该多个参考无线网络设备的第二子集以用于确定无线网络设备的估计位置的操作包括：标识该多个参考无线网络设备中不包括该多个参考无线网络设备的第一子集的其余参考无线网络设备；比较无线网络设备与该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中的每一者之间的每一个平均距离；基于所述比较无线网络设备与该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中的每一者之间的每一个平均距离来标识该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中与最小平均距离相关联的预定数目个参考无线网络设备；以及将该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中与最小平均距离相关联的预定数目个参考无线网络设备指定为该多个参考无线网络设备的第二子集。

[0030] 在一些实施例中，所述选择该多个参考无线网络设备的第二子集以用于确定无线网络设备的估计位置的操作包括：标识该多个参考无线网络设备中不包括该多个参考无线网络设备的第一子集的其余参考无线网络设备；对于该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中的每一个参考无线网络设备，至少部分地基于无线网络设备与该参考无线网络设备之间的多个距离测量以及无线网络设备与该参考无线网络设备之间的平均距离来计算与该参考无线网络设备相关联的距离方差；比较与该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中的每一者相关联的距离方差；基于所述比较与该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中的每一者相关联的距离方差来标识该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中与最小距离方差相关联的预定数目个参考无线网络设备；以及将该多个参考无线网络设备中的其余参考无线网络设备中与最小距离方差相关联的预定数目个参考无线网络设备指定为该多个参考无线网络设备的第二子集。

[0031] 在一些实施例中，所述从无线网络设备的一个或多个潜在位置中确定无线网络设

备的估计位置的操作包括：对于无线网络设备的一个或多个潜在位置中的每一个潜在位置，至少部分地基于无线网络设备与该参考无线网络设备的第二子集中的每一个参考无线网络设备之间的平均距离、基于无线网络设备的该潜在位置、且基于该参考无线网络设备的第二子集中的每一个参考无线网络设备的位置来计算与无线网络设备的该潜在位置相关联的距离误差；比较与无线网络设备的一个或多个潜在位置中的每一个潜在位置相关联的距离误差；基于所述比较与无线网络设备的一个或多个潜在位置中的每一个潜在位置相关联的距离误差来标识无线网络设备的一个或多个潜在位置中与最小距离误差相关联的第一潜在位置；以及将无线网络设备的一个或多个潜在位置中与最小距离误差相关联的第一潜在位置指定为无线网络设备的估计位置。

[0032] 附图简述

[0033] 通过参考附图，可以更好地理解本发明的诸实施例并使众多目的、特征和优点为本领域技术人员所显见。

[0034] 图 1 是解说用于在无线通信网络中确定网络设备的未知位置的机制的示例框图；

[0035] 图 2 是包括 TOA 定位机制的位置计算单元的示例实施例的框图；

[0036] 图 3 是解说 TOA 定位机制的示例操作的流程图；

[0037] 图 4 是图 3 的继续并且也解说 TOA 定位机制的示例操作；以及

[0038] 图 5 是包括用于在无线通信网络中确定电子设备的位置的机制的电子设备的的一个实施例的框图。

[0039] 实施例描述

[0040] 以下描述包括体现本发明主题内容的技术的示例性系统、方法、技术、指令序列、以及计算机程序产品。然而应理解，所描述的实施例在没有这些具体细节的情况下也可实践。例如，尽管示例述及无线局域网(WLAN)设备(例如，802.11n 兼容设备)执行本文描述的位置估计技术，但诸实施例不被如此限定。在其他实施例中，各种其他设备和标准(例如，WiMAX)可执行位置估计技术。在其他实例中，公知的指令实例、协议、结构和技术未被详细示出以免混淆本描述。

[0041] 与未知位置相关联的网络设备(“未知网络设备”)可使用 TOA 定位算法以基于多个参考网络设备来确定其位置。常规情况下，TOA 定位算法至少使用未知网络设备与每个参考网络设备之间的估计距离(作为输入)来迭代地计算该未知网络设备的位置。然而，TOA 定位算法常常对于到每个参考网络设备的估计距离非常敏感。到即使一个参考网络设备的估计距离中的错误也会导致估计未知网络设备的位置中的错误。可能难以确定到参考网络设备的距离中的哪些距离已被准确地估计以及哪些距离是错误的。因此，使用所有估计距离来确定未知网络设备的位置可能影响与未知网络设备的位置相关联的定位准确度。

[0042] 在一些实施例中，可实现利用到参考网络设备的估计距离子集的定位系统以改善定位准确度。定位系统可确定未知网络设备与每个参考网络设备之间的多个距离测量。定位系统还可基于相应的多个距离测量来确定未知网络设备与每个参考网络设备之间的平均距离。定位系统可基于与参考网络设备相关联的平均距离和 / 或多个距离测量来选择参考网络设备的第一子集以用于确定未知网络设备的一个或多个潜在位置。类似地，定位系统还可选择参考网络设备的第二子集以用于从未知网络设备的这些潜在位置中估计该未知网络设备的位置(“估计位置”)。定位系统可至少部分地基于参考网络设备的第一子集来

计算未知网络设备的潜在位置,并且可至少部分地基于参考网络设备的第二子集来从这些潜在位置中选择该未知网络设备的估计位置。此类用于确定未知网络设备的位置的机制能使与确定未知网络设备的位置相关联的定位误差最小化、提高定位准确度、改善性能增益、并且因此改善未知网络设备的整体性能。

[0043] 图1是解说用于在无线通信网络100中确定网络设备的未知位置的机制的示例框图。无线通信网络100包括具有未知位置的WLAN设备102(“未知WLAN设备”)以及4个参考WLAN设备104、106、108和112。未知WLAN设备102包括通信单元114,该通信单元114包括位置计算单元110。通信单元114可实现用于启用与无线通信网络100中的其他WLAN设备104、106、108和112的WLAN通信的协议和功能性。应注意,尽管未在图1中描绘,但在一些实施例中,一个或多个参考WLAN设备104、106、108和112也可包括位置计算单元以及用于确定其各自位置的相应功能性。在一些实现中,未知WLAN设备102和参考WLAN设备104、106、108和112可各自是具有WLAN通信能力的电子设备,诸如膝上型计算机、平板计算机、移动电话、智能电器、游戏控制台、接入点、或其他合适的电子设备。例如,参考WLAN设备104、106、108和112可以是WLAN接入点并且未知WLAN设备102可以是配置成执行以下在阶段A-G中描述的操作以确定其位置的移动电话。在一些实施例中,除了WLAN通信协议以外,通信单元114还可实现其他协议和功能性以启用其他类型的通信(例如,蓝牙[®]、以太网、WiMAX、电力线通信等)。

[0044] 在阶段A,位置计算单元110针对每个参考WLAN设备104、106、108和112确定未知WLAN设备102与该参考WLAN设备之间的多个往返传送时间(RTT)测量。在一种实现中,位置计算单元110可向参考WLAN设备104传送多条控制消息并且可接收来自参考WLAN设备104的对应的多条响应消息(例如,确收(ACK)消息)。位置计算单元110还可记录向参考WLAN设备104传送控制消息的时刻以及从参考WLAN设备104接收到对应的响应消息的时刻。位置计算单元110随后可将未知WLAN设备102与参考WLAN设备104之间的多个RTT测量(“与参考WLAN设备相关联的RTT测量”)计算为传送控制消息与接收对应的响应消息之间的流逝时间,如将在图3的框304-310中进一步描述的。同样地,位置计算单元110还可计算与参考WLAN设备106相关联的多个RTT测量、与参考WLAN设备108相关联的多个RTT测量、以及与参考WLAN设备112相关联的多个RTT测量。应注意,在其他实现中,可采用其他合适的技术来确定与参考WLAN设备104、106、108和112相关联的RTT测量。

[0045] 在阶段B,位置计算单元110针对每个参考WLAN设备104、106、108和112,基于与该参考WLAN设备相关联的多个RTT测量来计算未知WLAN设备102与该参考WLAN设备之间的多个距离测量和平均距离。位置计算单元110可基于与参考WLAN设备104相关联的多个RTT测量来计算与参考WLAN设备104相关联的多个距离测量,如将在图2的式1中描述的。位置计算单元110随后可基于该多个距离测量来计算未知WLAN设备102与参考WLAN设备104之间的平均距离(“与参考WLAN设备相关联的平均距离”),如将在图2的式2中描述的。同样地,位置计算单元110还可计算与参考WLAN设备106、108和112相关联的多个距离测量和平均距离。

[0046] 在阶段C,位置计算单元110确定每个参考WLAN设备104、106、108和112的位置。在一些实现中,位置计算单元110可请求并接收与每个参考WLAN设备104、106、108和112相关联的位置坐标。例如,位置计算单元110可在阶段A传送的控制消息中传送对位置坐标

的请求并且可在响应消息中接收位置坐标。作为另一示例,位置计算单元 110 可向每个参考 WLAN 设备传送位置请求消息(不同于在阶段 A 传送的控制消息),并且可接收包括与每个参考 WLAN 设备相关联的位置坐标的对应位置响应消息。在另一实现中,位置计算单元 110 可查询中央服务器(或者可访问预定存储器位置)以确定与参考 WLAN 设备 104、106、108 和 112 相关联的位置坐标。在另一实现中,参考 WLAN 设备 104、106、108 和 112 可按周期性间隔广播其各自的位置坐标(例如,在信标消息或另一合适的控制消息中)。位置计算单元 110 可基于接收和分析周期性地接收到的消息来确定与参考 WLAN 设备 104、106、108 和 112 相关联的位置坐标。应注意,参考 WLAN 设备 104、106、108 和 112 的位置可使用任何合适的坐标系(例如,笛卡尔坐标系、球坐标系、纬度和经度、测地坐标系等)来表达。此外,参考 WLAN 设备的位置可按任何合适数目的维度(例如,二维坐标(例如,X 和 Y 坐标)、三维坐标(例如,X、Y 和 Z 坐标)等)来表达。

[0047] 在阶段 D,位置计算单元 110 选择参考 WLAN 设备的第一子集以用于确定未知 WLAN 设备的一个或多个潜在位置。在一些实现中,参考 WLAN 设备的第一子集可基于与参考 WLAN 设备 104、106、108 和 112 相关联的平均距离和 / 或基于与参考 WLAN 设备 104、106、108 和 112 相关联的多个距离测量来选择,如以下将在图 2 - 4 中描述的。例如,如以下将描述的,与最短平均距离相关联的预定数目个参考 WLAN 设备可被选为参考 WLAN 设备的第一子集。

[0048] 在阶段 E,位置计算单元 110 至少部分地基于参考 WLAN 设备的第一子集中的每个参考 WLAN 设备的位置以及到参考 WLAN 设备的第一子集中的每个参考 WLAN 设备的多个距离测量来计算未知 WLAN 设备 102 的一个或多个潜在位置。如将参照图 2 - 4 描述的,位置计算单元 110 可基于(在阶段 B 确定的)与参考 WLAN 设备的第一子集相关联的平均距离、(在阶段 C 确定的)参考 WLAN 设备的第一子集的已知位置、未知 WLAN 设备 102 的初始位置、以及距离校准常数来计算未知 WLAN 设备 102 的一个或多个潜在位置。在一些实现中,未知 WLAN 设备 102 的初始位置可为 0、随机选择的值、或预定值。在一些实现中,距离校准常数可为预定值。然而,如果该预定值是未知的或是不可用的,则距离校准常数也可可为 0 或随机选择的值。在其他实现中,可采用其他合适的算法和技术来确定距离校准常数和 / 或未知 WLAN 设备 102 的初始位置并确保收敛至未知 WLAN 设备 102 的估计位置。在一些实现中,如将在图 2 - 4 中描述的,位置计算单元 110 可执行基于泰勒级数的 TOA 定位算法或基于最小均方误差(MMSE)的 TOA 定位算法以确定未知 WLAN 设备 102 的一个或多个潜在位置。位置计算单元 110 随后可从这一个或多个潜在位置中标识未知 WLAN 设备 102 的估计位置,如以下将在阶段 F 和 G 中描述的。

[0049] 在阶段 F,位置计算单元 110 选择参考 WLAN 设备的第二子集以用于从这一个或多个潜在位置中选择未知 WLAN 设备 102 的估计位置。参考 WLAN 设备的第二子集可基于与参考 WLAN 设备相关联的平均距离和 / 或基于与参考 WLAN 设备相关联的多个距离测量来选择,如以下将在图 2 - 4 中描述的。在一种实现中,如以下将描述的,可从其余参考 WLAN 设备中选择与最短平均距离相关联的第二预定数目个其余参考 WLAN 设备作为参考 WLAN 设备的第二子集。

[0050] 在阶段 G,位置计算单元 110 至少部分地基于参考 WLAN 设备的第二子集的位置以及到参考 WLAN 设备的第二子集中的每个参考 WLAN 设备的多个距离测量来从这一个或多个潜在位置中标识未知 WLAN 设备 102 的估计位置。如以下将在图 2 - 4 中描述的,位置计算

单元 110 可基于(在阶段 B 确定的)与参考 WLAN 设备的第二子集相关联的平均距离、(在阶段 C 确定的)参考 WLAN 设备的第二子集的已知位置、以及距离校准常数来从(在阶段 E 确定的)这一个或多个潜在位置中选择未知 WLAN 设备 102 的估计位置。应注意,未知 WLAN 设备 102 的估计位置是这些潜在位置中与最小位置误差相关联的一个潜在位置(例如,这些潜在位置中估计最靠近未知 WLAN 设备 102 的实际位置的一个潜在位置)。

[0051] 图 2 是包括 TOA 定位机制的位置计算单元 110 的示例实施例的框图。位置计算单元 110 包括距离计算单元 202、平均计算单元 204、距离选择单元 206、定位单元 208、以及位置选择单元 210。距离计算单元 202 与平均计算单元 204 和距离选择单元 206 相耦合。平均计算单元 204 也与距离选择单元 206 相耦合。距离选择单元 206 与定位单元 208 和位置选择单元 210 相耦合。最后,定位单元 208 与位置选择单元 210 相耦合。

[0052] 距离计算单元 202 可至少部分地基于与每个参考 WLAN 设备相关联的多个 RTT 测量 212 来计算未知 WLAN 设备 102 与每个参考 WLAN 设备 104、106、108 和 112 之间的多个距离测量。如图 2 中描绘的,到距离计算单元 202 的输入是 $RTT_i(t)$,其表示与第 i 参考 WLAN 设备相关联的第 t RTT 测量。参照附图,如果 t 表示对 RTT 测量的计数且 T 表示要确定的 RTT 测量的数目,则针对第 i 参考 WLAN 设备,到距离计算单元 202 的输入是 $RTT_i(t)$ (即 $RTT_i(0), RTT_i(1), \dots, RTT_i(T-1)$),如图 2 中描绘的。距离计算单元 202 的输出是基于多个 RTT 测量 212 的未知 WLAN 设备 102 与第 i 参考 WLAN 设备之间的多个估计距离测量 214 ($\hat{d}_i(t)$)。因此,如果 $RTT_i(t)$ 表示与第 i 参考 WLAN 设备相关联的第 t RTT 测量,且 c 表示光速,则与第 i 参考 WLAN 设备相关联的第 t 距离测量 $\hat{d}_i(t)$ 可根据式 1 来计算。

$$[0053] \quad \hat{d}_i(t) = c \times \frac{RTT_i(t)}{2} \quad \text{式 1}$$

[0054] 平均计算单元 204 可基于与每个参考 WLAN 设备相关联的相应多个距离测量来计算未知 WLAN 设备 102 与该参考 WLAN 设备之间的平均距离。如以上参照式 1 描述的,距离计算单元 202 可针对每个参考 WLAN 设备确定多个距离测量 $\hat{d}_i(t)$ 214 (例如,一组 T 个距离测量)。接下来,该组 T 个距离测量 214 可作为输入被提供给平均计算单元 204。平均计算单元 204 可根据式 2 来计算未知 WLAN 设备 102 与第 i 参考 WLAN 设备之间的平均距离($\bar{d}_i$) 218。

$$[0055] \quad \bar{d}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=0}^{T-1} \hat{d}_i(t) \quad \text{式 2}$$

$$[0056] \quad d_i = \bar{d}_i + d_c \quad \text{式 3}$$

[0057] 应注意,未知 WLAN 设备 102 与第 i 参考 WLAN 设备之间的实际距离 (d_i) 可表示为距离校准常数 (d_c) 和未知 WLAN 设备 102 与第 i 参考 WLAN 设备之间的估计距离($\bar{d}_i$) 218 之和,如式 3 所描述的。距离校准常数 (d_c) 可表示估计距离($\bar{d}_i$) 218 与实际距离 (d_i) 之差。距离校准常数可指示与参考 WLAN 设备相关联的内部处理时间(或周转时间)。例如,距离校准常数可计及参考 WLAN 设备检测到来自未知 WLAN 设备 102 的控制消息与参考 WLAN 设备

向未知 WLAN 设备 102 传送响应消息之间的流逝时间。距离校准常数还可取决于参考 WLAN 设备的类型和配置。在一些实现中,距离校准常数从一个参考 WLAN 设备到另一个参考 WLAN 设备可以有所不同,而在其他实现中,距离校准常数可以跨诸参考 WLAN 设备没有差别。

[0058] 距离选择单元 206 可选择参考 WLAN 设备的第一子集以用于确定未知 WLAN 设备的一个或多个潜在位置。如图 2 中描绘的,到距离选择单元 206 的输入是参考 WLAN 设备的已知位置 (X_i) 216、与这多个参考 WLAN 设备中的每个参考 WLAN 设备相关联的平均距离 218、以及与每个参考 WLAN 设备相关联的多个距离测量 214。距离选择单元 206 可选择参考 WLAN 设备的第一子集并且可指示与参考 WLAN 设备的第一子集相关联的平均距离 ($\hat{d}_{cal_j}$) 220 和参考 WLAN 设备的第一子集的已知位置 (X_{cal_j}) 222 作为输出。在一种实现中,距离选择单元 206 可被配置成选择与最短平均距离相关联的 J 个参考 WLAN 设备作为参考 WLAN 设备的第一子集。在该实现中,距离选择单元 206 可从 N 个平均距离 218 中选择最短的 J 个平均距离 ($\hat{d}_{cal_j}$) 220 并且可将与该最短的 J 个距离相关联的 J 个 WLAN 设备指定为参考 WLAN 设备的第一子集。在另一实现中,距离选择单元 206 可被配置成选择与最小方差 ($\hat{V}_i$) 相关联的 J 个参考 WLAN 设备作为参考 WLAN 设备的第一子集。在该实现中,距离选择单元 206 可选择 J 个最小方差,可标识与最小的 J 个方差相关联的 J 个 WLAN 设备,并且可将标识出的 J 个 WLAN 设备指定为参考 WLAN 设备的第一子集。对于第 i 参考 WLAN 设备,方差 ($\hat{V}_i$) 可根据式 4 来计算。如上所述, $\hat{d}_i(t)$ 表示与第 i 参考 WLAN 设备相关联的第 t 距离测量, T 表示距离测量的总数,以及 $\hat{d}_i$ 表示与第 i 参考 WLAN 设备相关联的平均距离。然而应注意,在其他实现中,距离选择单元 206 可采用其他合适的技术来确定参考 WLAN 设备的第一子集。如以下将描述的,参考 WLAN 设备的第一子集可用于确定未知 WLAN 设备 102 的一个或多个潜在位置。

$$[0059] \quad \hat{V}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=0}^{T-1} \hat{d}_i^2(t) - \hat{d}_i^2 \quad \text{式 4}$$

[0060] 在一些实现中,与参考 WLAN 设备的第一子集相关联的设备的数目 (J) 可等于或大于位置坐标系的维度。例如,如果参考 WLAN 设备和未知 WLAN 设备的位置是以二维坐标 (即, D=2) 的形式来表达的,则 2 个参考 WLAN 设备可被选为参考 WLAN 设备的第一子集 (例如,从而 J=2)。注意,在其他实现中,与参考 WLAN 设备的第一子集相关联的设备的数目可以是可配置的并且可独立于位置坐标系的维度。

[0061] 距离选择单元 206 可选择参考 WLAN 设备的第二子集以用于从这一个或多个潜在位置中标识未知 WLAN 设备 102 的估计位置。如图 2 中描绘的,到距离选择单元 206 的输入是参考 WLAN 设备的已知位置 216、与这多个参考 WLAN 设备中的每个参考 WLAN 设备相关联的平均距离 218、以及与每个参考 WLAN 设备相关联的多个距离测量 214。距离选择单元 206 可选择参考 WLAN 设备的第二子集并且可指示与参考 WLAN 设备的第二子集相关联的平均距离 ($\hat{d}_{judge_m}$) 228 和参考 WLAN 设备的第二子集的已知位置 (X_{judge_m}) 230 作为输出。

[0062] 距离选择单元 206 可采用各种技术来选择参考 WLAN 设备的第二子集。在一种实

现中,在选择参考 WLAN 设备的第二子集时可以不考虑(以上描述的)被选为参考 WLAN 设备的第一子集的 J 个参考 WLAN 设备。如果距离选择单元 206 被配置成选择 M 个参考 WLAN 设备作为参考 WLAN 设备的第二子集,则其余 N - J 个参考 WLAN 设备可被分析以确定组成参考 WLAN 设备的第二子集的 M 个参考 WLAN 设备。在一个示例中,距离选择单元 206 可从其余 N - J 个平均距离中选择最短的 M 个平均距离($\hat{d}_{judge_m}$) 228。距离选择单元 206 可从其余 N - J 个参考 WLAN 设备中标识与该 M 个最短平均距离相关联的 M 个参考 WLAN 设备。距离选择单元 206 随后可将这 M 个标识出的参考 WLAN 设备指定为参考 WLAN 设备的第二子集。作为另一示例,距离选择单元 206 可被配置成选择与最小方差($\hat{V}_i$)相关联的 M 个参考 WLAN 设备作为参考 WLAN 设备的第二子集。在该示例中,距离选择单元 206 可从其余 N - J 个平均距离中选择具有最小方差($\hat{V}_i$)的 M 个距离,可标识与该 M 个最小方差相关联的 M 个参考 WLAN 设备,并且可将标识出的 M 个参考 WLAN 设备指定为参考 WLAN 设备的第二子集。对于第 i 参考 WLAN 设备,方差($\hat{V}_i$)可根据式 4 来计算。

[0063] 在一些实现中,所有其余参考 WLAN 设备(例如,未被选为参考 WLAN 设备的第一子集的 N - J 个参考 WLAN 设备)可被选为参考 WLAN 设备的第二子集。在另一实现中,预定数目的其余参考 WLAN 设备可被选为参考 WLAN 设备的第二子集。还应注意,在其他实现中,距离选择单元 206 可采用其他合适的技术来确定参考 WLAN 设备的第二子集。例如,可以不从该多个参考 WLAN 设备中消除(以上描述的)被选为参考 WLAN 设备的第一子集的 J 个参考 WLAN 设备,并且组成参考 WLAN 设备的第二子集的 M 个参考 WLAN 设备可从这多个(N 个)参考 WLAN 设备中选择。作为另一示例,参考 WLAN 设备的第一子集中的一个或多个参考 WLAN 设备可被选为参考 WLAN 设备的第二子集。作为另一示例,参考 WLAN 设备的第一子集和参考 WLAN 设备的第二子集可包括相同的参考 WLAN 设备。如以下将进一步描述的,参考 WLAN 设备的第二子集可用于从未知 WLAN 设备 102 的一个或多个潜在位置中确定未知 WLAN 设备 102 的估计位置。

[0064] 定位单元 208 可至少部分地基于参考 WLAN 设备的第一子集来计算未知 WLAN 设备 102 的一个或多个潜在位置。如图 2 中描绘的,与参考 WLAN 设备的第一子集中的每个参考 WLAN 设备相关联的平均距离 $\hat{d}_{cal_j}$ 220 以及参考 WLAN 设备的第一子集中的每个参考 WLAN 设备的已知位置 X_{cal_j} 222 可作为输入被提供给定位单元 208。另外,参考 WLAN 设备 102 的初始位置(Y_{init}) 224 和距离校准常数 226 也作为输入被提供给定位单元 208。在一些实现中,距离校准常数 226 可为预定值。然而,如果该预定值是未知的或是不可用的,则距离校准常数 226 也可可为 0、随机选择的值、或可基于历史(或其他)分析来确定的另一合适值。在其他实现中,可采用其他合适的算法和技术来确定距离校准常数 226 以使本文描述的操作能收敛至未知 WLAN 设备 102 的实际位置。在一种实现中,未知 WLAN 设备的初始位置 224 可为 0、预定值、或随机选择的值。在其他实现中,可采用其他合适的算法和技术来确定未知 WLAN 设备的初始位置 224 (例如,一个或多个参考 WLAN 设备的已知位置的平均、加权组合等),以使得能收敛至未知 WLAN 设备 102 的实际位置。在一些实现中,未知 WLAN 设备 102 的初始位置 224 可表示为 $Y_{init} = \{y_{init}^s, s = 0, 1, \dots, D - 1\}$, 其中 D 表示用于指定未知 WLAN 设备的

位置的坐标系的维度(例如,如果未知 WLAN 设备的位置以 X、Y 和 Z 坐标的形式来指定,则 $D=3$),且 y_{init}^s 表示未知 WLAN 设备 102 的初始位置的第 s 维的值。定位单元 208 随后可基于前述输入来确定未知 WLAN 设备 102 的一个或多个潜在位置 232。在一些实现中,未知 WLAN 设备 102 的每个潜在位置 232 可表示为 $Y_{potential_k} = \{y_{potential_k}^s, s = 0, 1, \dots, D-1\}$, 其中 $y_{potential_k}^s$ 表示未知 WLAN 设备 102 的第 k 潜在位置的第 s 维的值。

[0065] 定位单元 208 可使用各种技术来确定未知 WLAN 设备 102 的一个或多个潜在位置 232。在一种实现中,如果参考 WLAN 设备的第一子集的设备数目等于坐标系的维度(即,如果 $J=D$),则定位单元 208 可执行基于 MMSE 的 TOA 定位算法(例如,通过求解由式 5a 描绘的表达式)来确定未知 WLAN 设备 102 的一个或多个潜在位置 232。根据式 5a,定位单元 208 可尝试标识未知 WLAN 设备的一个或多个位置(即, $Y_{potential_k}$ 的值),其使 A) 式 2 中基于与参考 WLAN 设备的第一子集的第 j WLAN 设备相关联的多个距离测量所确定的到参考 WLAN 设备的第一子集的第 j WLAN 设备的平均距离与 B) 基于参考 WLAN 设备的第一子集的第 j WLAN 设备的已知位置估计的到参考 WLAN 设备的第一子集的第 j WLAN 设备的距离之间的估计误差(跨参考 WLAN 设备的第一子集)之和最小化。在式 5a 中, $\|X_{cal_j} - Y_{potential_k}\|$ 表示参考 WLAN 设备的第一子集的第 j WLAN 设备与未知 WLAN 设备 102 的第 k 潜在位置之间的估计距离。距离 $\|X_{cal_j} - Y_{potential_k}\|$ 可根据式 5b 来计算。

$$[0066] \quad Y_{potential_k} = \arg \min_{Y_{potential_k}} \left\{ \sum_{i=0}^{N-1} \left(\hat{d}_{cal_j} + d_c - \|X_{cal_j} - Y_{potential_k}\| \right)^2 \right\} \quad \text{式 5a}$$

$$[0067] \quad \|X_{cal_j} - Y_{potential_k}\| = \left[\sum_{s=0}^{D-1} \left(x_{cal_j}^s - y_{potential_k}^s \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{式 5b}$$

[0068] 在一些实现中,通过假定没有估计误差(例如,通过假定 $\left\{ \left(\hat{d}_{cal_j} + d_c - \|X_{cal_j} - Y_{potential_k}\| \right) = 0 \right\}$),定位单元 208 可简化式 5a 并且可代替地针对 j 的所有值(例如,针对参考 WLAN 设备的第一子集)直接求解式 6 以确定未知 WLAN 设备 102 的第 k 潜在位置。

$$[0069] \quad \hat{d}_{cal_j} = \|X_{cal_j} - Y_{potential_k}\| - d_c \quad \text{式 6}$$

[0070] 在一些实现中(例如,如果参考 WLAN 设备的第一子集的设备数目大于坐标系的维度且 $J>D$),则定位单元 208 可执行基于泰勒级数的 TOA 定位算法(以下描述)来迭代地确定未知 WLAN 设备 102 的一个潜在位置 232。在根据基于泰勒级数的 TOA 定位算法确定未知 WLAN 设备 102 的一个或多个潜在位置 232 (无论在 $J=D$ 或 $J>D$ 时)之后,定位单元 208 可将未知 WLAN 设备 102 的潜在位置 232 表达为未知 WLAN 设备的初始位置 224 (Y_{init}) 与位置误差 (ΔY) 之和,如式 7a 描绘的。换言之,位置误差可表达为未知 WLAN 设备 102 的潜在位置 232 与未知 WLAN 设备的初始位置之差(或误差)。注意,在一些实现中,位置误差可表示为

$\Delta Y = \{\Delta y^s, s=0, 1, \dots, D-1\}$, 其中 D 表示坐标系的维度且 Δy^s 表示位置误差的第 s 维的值。定位单元 208 可将式 7a 代入式 6 以得到式 7b。

$$[0071] \quad Y_{potential_k} = Y_{init} + \Delta Y \quad \text{式 7a}$$

$$[0072] \quad \hat{d}_{cal_j} + d_c = \|X_{cal_j} - Y_{init} - \Delta Y\| \quad \text{式 7b}$$

[0073] 定位单元 208 随后可使用泰勒级数展开并忽略二阶和更高阶项(例如, 由于更高阶项具有 0 或可忽略值)以得到式 8。定位单元 208 可根据式 8 为参考 WLAN 设备的第一子集的每个参考 WLAN 设备生成一等式并且可将这多个所生成的等式组织成矩阵形式以得到式 9。

$$[0074] \quad \hat{d}_{cal_j} + d_c = \|X_{cal_j} - Y_{init}\| + \sum_{s=0}^{D-1} \left(-\frac{x_{cal_j}^s - y_{init}^s}{\|X_{cal_j} - Y_{init}\|} \right) \Delta y^s \quad \text{式 8}$$

$$[0075] \quad A_{ToA} = B_{ToA} \Delta Y^T \quad \text{式 9}$$

[0076] 位置误差矩阵 (ΔY) 可以是 $1 \times D$ 行矩阵, 其表示未知 WLAN 设备 102 的估计位置与未知 WLAN 设备 102 的初始位置之差, 如表达式 10 中描绘的。更具体地, 位置误差矩阵 (ΔY) 的每个元素可表示未知 WLAN 设备的估计位置的坐标(例如, 所估计 X 坐标)与未知 WLAN 设备 102 的初始位置的初始位置坐标(例如, 未知 WLAN 设备 102 的初始位置的 X 坐标)之差。距离误差矩阵 (A_{ToA}) 可以是 $J \times 1$ 列矩阵, 其中 A_{ToA} 矩阵的每一元素(即, 每一行)由表达式 11 表示并且每一行与参考 WLAN 设备的第一子集的一个 WLAN 设备相关联。如表达式 11 描绘的, 距离误差矩阵的每一元素表示以下项的组合: A) 未知 WLAN 设备与参考 WLAN 设备的第一子集的一 WLAN 设备之间的平均距离 220、B) 距离校准常数 226、以及 C) 基于参考 WLAN 设备的第一子集的该 WLAN 设备的已知位置和未知 WLAN 设备 102 的初始位置 224 估计的未知 WLAN 设备与参考 WLAN 设备的第一子集的该 WLAN 设备之间的距离。系数矩阵 (B_{ToA}) 可以是 $J \times D$ 矩阵, 其中 J 表示组成参考 WLAN 设备的第一子集的参考 WLAN 设备的数目, 而 D 表示坐标系的维度。系数矩阵的每一元素可根据表达式 12 来表示。系数矩阵 (B_{ToA}) 可包括位置误差矩阵 (ΔY) 的系数, 并且可表示位置误差矩阵 (ΔY) 与距离误差矩阵 (A_{ToA}) 之间的关系。

$$[0077] \quad \Delta Y = [\Delta y^0 \quad \Delta y^1 \cdots \Delta y^{D-1}] \quad \text{表达式 10}$$

$$[0078] \quad A_{ToA} \text{ 的第 } i \text{ 元素: } \hat{d}_{cal_j} + d_c - \|X_{cal_j} - Y_{init}\| \quad \text{表达式 11}$$

$$[0079] \quad A_{ToA} \text{ 的第 } (i, s) \text{ 元素: } -\frac{x_{cal_j}^s - y_{init}^s}{\|X_{cal_j} - Y_{init}\|} \quad \text{表达式 12}$$

[0080] 在一种实现中, 维度索引(例如, s 的值)可逐列变化, 而当前所考虑的参考 WLAN 设备的第一子集的 WLAN 设备(例如, j 的值)可逐行变化。维度索引可贯穿特定列保持恒定, 而当前所考虑的参考 WLAN 设备的第一子集的 WLAN 设备可贯穿特定行保持恒定。定位单元 208 随后可根据式 13 来计算位置误差 ΔY 。注意, 在一些实现中, 在对式 13 求值之前, 定位单元 208 可首先确定是否满足条件 $\det(B_{ToA}^T B_{ToA}) \neq 0$, 以确保基于泰勒级数的 TOA 定位算

法的收敛性。

$$[0081] \quad \Delta Y_{TOA}^T = (B_{TOA}^T B_{TOA})^{-1} B_{TOA}^T A_{TOA} \quad \text{式 13}$$

[0082] 定位单元 208 随后可使用式 7a 通过将位置误差 (ΔY) 与未知 WLAN 设备 102 的初始位置 224 求和来计算该未知 WLAN 设备的潜在位置 232。在一些实施例中,定位单元 208 可执行(以上描述的)基于泰勒级数的 TOA 定位算法的仅一次迭代以确定该未知 WLAN 设备的潜在位置 232。在其他实施例中,定位单元 208 可执行多次迭代以确定未知 WLAN 设备的潜在位置 232,直至位置误差低于阈值误差值或者直至已执行了阈值数目的迭代。注意,在其他实施例中,定位单元 208 可采用其他合适的技术来确定未知 WLAN 设备 102 的一个或多个潜在位置 232。

[0083] 位置选择单元 210 可至少部分地基于参考 WLAN 设备的第二子集来从未知 WLAN 设备的一个或多个潜在位置 232 中选择参考 WLAN 设备 102 的估计位置 234。如上所述,在一些实现中,在计算未知 WLAN 设备 102 的潜在位置 232 时没被使用的一些 / 全部参考 WLAN 设备可被用于从潜在位置 232 中选择未知 WLAN 设备的估计位置 234 (即,评价哪些潜在位置 232 能最佳地表示未知 WLAN 设备的估计位置)。如图 2 中描绘的,与参考 WLAN 设备的第二子集中的每个参考 WLAN 设备相关联的平均距离 $\hat{d}_{judge_m}$ 228 以及参考 WLAN 设备的第二子集的已知位置 X_{judge_m} 230 作为输入被提供给位置选择单元 210。(由定位单元 208 确定的)这一个或多个潜在位置 232 以及距离校准常数 226 也作为输入被提供给位置选择单元 210。位置选择单元 210 随后可基于上述输入从未知 WLAN 设备 102 的潜在位置 232 中选择该未知 WLAN 设备的估计位置 (Y_{output}) 234。在一些实现中,未知 WLAN 设备 102 的估计位置 234 可表示为 $Y_{output} = \{y_{output}^s, s=0, 1, \dots, D-1\}$, 其中 D 表示坐标系的维度,且 t_{output}^s 表示未知 WLAN 设备 102 的估计位置的第 s 维的值。在一种实现中,如果定位单元 208 生成了未知 WLAN 设备 102 的仅一个潜在位置 232,则位置选择单元 210 可将未知 WLAN 设备 102 的该单个潜在位置 232 指定为该未知 WLAN 设备的估计位置 234。这在式 14a 中描绘,其中 K 表示由定位单元 208 确定的该未知 WLAN 设备的潜在位置的数目。

$$[0084] \quad Y_{output} = Y_{potential_k} \text{ 在 } =1 \text{ 时} \quad \text{式 14a}$$

[0085] 在另一实现中,如果定位单元 208 生成了未知 WLAN 设备 102 的不止一个潜在位置 232,则位置选择单元 210 可将最佳潜在位置 232 指定为该未知 WLAN 设备的估计位置 234。作为一个示例,如果 $K>1$,则位置选择单元 210 可选择潜在位置 232 中能使跨参考 WLAN 设备的第二子集的总距离误差最小化的一个潜在位置 232 (作为未知 WLAN 设备 102 的估计位置 234),如式 14b 中描绘的。换言之,对于 K 个潜在位置 232 中的每一者,位置选择单元 210 可将距离误差计算为与参考 WLAN 设备的第二子集中的一 WLAN 设备相关联的平均距离 228 和未知 WLAN 设备(即,使用第 k 潜在位置)与参考 WLAN 设备的第一子集中的该 WLAN 设备之间的估计距离之差(跨参考 WLAN 设备的第二子集)的总和。位置选择单元 210 可比较与这 K 个潜在位置 232 中的每一者相关联的距离误差,并且可选择这 K 个潜在位置中与最小距离误差相关联的一个潜在位置作为未知 WLAN 设备的估计位置 234。

$$[0086] \quad Y_{output} = \left\{ \min_{Y_{potential_k}} \sum_{m=0}^{M-1} |\hat{d}_{judge_m} + d_c - \|X_{judge_m} - Y_{potential_k}\|| \right\} \quad \text{式 14b}$$

[0087] 作为另一示例,如果 $K>1$,则位置选择单元 210 可选择潜在位置 232 中能使跨参考 WLAN 设备的第二子集的总距离误差的平方最小化的一个潜在位置 232(作为未知 WLAN 设备 102 的估计位置 234),如式 14c 中描绘的。注意,在其他实现中,位置选择单元 210 可使用其他合适的技术来从未知 WLAN 设备的潜在位置 232 中选择未知 WLAN 设备的估计位置 234。

$$[0088] \quad Y_{output} = \left\{ \min_{Y_{potential_k}} \sum_{m=0}^{M-1} |\hat{d}_{judge_m} + d_c - \|X_{judge_m} - Y_{potential_k}\||^2 \right\} \quad \text{式 14c}$$

[0089] 图 3 描绘了解说 TOA 定位机制的示例操作的流程图(“流程”)300。流程 300 在框 302 处开始。

[0090] 在框 302,未知网络设备确定通信网络的多个参考网络设备以用于确定该未知网络设备的位置。参考图 1 的示例,未知 WLAN 设备 102 的位置计算单元 110 可标识参考 WLAN 设备 104、106、108 和 112 以基于它们来确定未知 WLAN 设备 102 的位置。在一些实现中,位置计算单元 110 可基于分析与无线通信网络 100 中的多个 WLAN 设备相关联的一个或多个性能测量来从这多个 WLAN 设备中标识参考 WLAN 设备 104、106、108 和 112。例如,位置计算单元 110 可标识无线通信网络 100 中与最高收到信号强度指示符(RSSI)、最低分组差错率(PER)等相关联的 N 个 WLAN 设备。该流程在框 304 处继续。

[0091] 在框 304,一循环开始以计算关于这多个参考 WLAN 设备的多个测量。例如,位置计算单元 110 可发起一循环以确定关于这多个参考 WLAN 设备的多个测量(例如,RTT 测量和距离测量)(如以下将在框 306 - 312 中描述的)。该流程在框 306 处继续。

[0092] 在框 306,向这多个参考网络设备中的每一者传送控制消息。例如,位置计算单元 110 可向参考 WLAN 设备 104 传送控制消息。控制消息可包括与未知 WLAN 设备 102 相关联的标识符、与参考 WLAN 设备 104 相关联的标识符、合适的有效载荷(例如,预定码元组合、空有效载荷等)中的一者或多者。位置计算单元 110 还可记录向参考 WLAN 设备 104 传送控制消息的时刻。同样地,参照图 1,位置计算单元 110 还可记录向参考 WLAN 设备 106、108 和 112 传送控制消息的时刻。该流程在框 308 处继续。

[0093] 在框 308,从这多个参考网络设备中的每一者接收响应消息。例如,位置计算单元 110 可从参考 WLAN 设备 104 接收响应消息。响应消息可以是指示在参考 WLAN 设备 104 处收到(在框 304 传送的)控制消息的 WLAN 确收(ACK)消息或任何合适消息。位置计算单元 110 还可记录在未知 WLAN 设备 102 处接收到响应消息的时刻。同样地,参照图 1,位置计算单元 110 还可记录从参考 WLAN 设备 106、108 和 112 接收到响应消息的时刻。该流程在框 310 处继续。

[0094] 在框 310,确定与该多个参考网络设备中的每一者相关联的往返传送时间(RTT)。在一种实现中,位置计算单元 110 可基于(在框 306 记录的)向参考 WLAN 设备 104 传送控制消息的时刻以及(在框 308 记录的)从参考网络设备 104 接收到响应消息的时刻来确定与参考 WLAN 设备 104 相关联的 RTT。位置计算单元 110 可通过从接收到响应消息的时刻减去传送控制消息的时刻来计算与参考 WLAN 设备 104 相关联的 RTT。注意,在其他实现中,位置计

算单元 110 可采用其他合适的技术来确定与参考 WLAN 设备 104 相关联的 RTT。同样地,参照图 1,位置计算单元 110 还可确定与参考 WLAN 设备 106、108 和 112 相关联的 RTT。该流程在框 312 处继续。

[0095] 在框 312,对于这多个参考网络设备中的每一个参考网络设备,至少部分地基于与该参考网络设备相关联的 RTT 来计算该未知网络设备与该参考网络设备之间的距离。例如,位置计算单元 110(例如,图 2 的距离计算单元 202)可至少部分地基于与相应参考 WLAN 设备相关联的 RTT 来计算未知 WLAN 设备 102 与每个参考网络设备 104、106、108 和 112 之间的距离,如以上参照图 2 的式 1 所描述的。注意,在其他实现中,距离计算单元 202 可使用其他合适的技术来确定未知 WLAN 设备 102 与每个参考 WLAN 设备 104、106、108 和 112 之间的距离。该流程在框 314 处继续。

[0096] 在框 314,确定是否要为这多个参考网络设备中的每一者确定附加测量。在一个示例中,位置计算单元 110 可确定是否已为这多个参考 WLAN 设备中的每一者确定了预定数目的测量(例如,RTT 测量和距离测量)。作为另一示例,位置计算单元 110 可确定(用于确定测量的)预定测量时间区间是否已流逝。如果确定要为这多个参考 WLAN 设备中的每一者确定附加测量,则该流程循环回到框 304,其中为这多个参考 WLAN 设备中的每一者计算下一 RTT 测量和距离测量。如果确定已为这多个参考 WLAN 设备中的每一者确定了所需测量,则该流程在图 4 的框 316 处继续。

[0097] 在框 316,对于这多个参考网络设备中的每一个参考网络设备,基于与该参考网络设备相关联的多个距离测量来确定与该参考网络设备相关联的平均距离。例如,位置计算单元 110(例如,平均计算单元 204)可针对这多个参考网络设备中的每一个参考网络设备,基于与该参考网络设备相关联的多个距离测量来确定与该参考网络设备相关联的平均距离,如以上参照图 2 的式 2 所描述的。该流程在框 318 处继续。

[0098] 在框 318,确定这多个参考网络设备中的每一者的位置。例如,位置计算单元 110 可确定这多个参考 WLAN 设备 104、106、108 和 112 中的每一者的已知位置。如本文所描述的, i 表示对参考 WLAN 设备的计数,且 X_i 表示第 i 参考 WLAN 设备的位置 216(例如,也被称为绝对位置、实际位置、或真实位置)。在一实现中,第 i 参考 WLAN 设备的位置可按 $X_i = \{x_i^s, s = 0, 1, \dots, D - 1\}$ 的形式来表示,其中 D 表示坐标系的维度,且 x_i^s 表示第 i 参考 WLAN 设备的位置的第 s 维的值。该流程在框 320 处继续。

[0099] 在框 320,基于与这多个参考网络设备中的每一者相关联的多个距离测量和 / 或平均距离来选择参考网络设备的第一子集。例如,位置计算单元 110(例如,距离选择单元 206)可选择参考网络设备的第一子集以用于确定未知 WLAN 设备 102 的一个或多个潜在位置。在一个示例中,参考 WLAN 设备的第一子集可被选择为这多个参考网络设备中与最小平均距离相关联的那些参考网络设备,如参照图 2 所描述的。作为另一示例,可基于分析与每个参考网络设备相关联的多个距离测量(例如,基于方差)来选择参考 WLAN 设备的第一子集,如参照图 2 所描述的。该流程在框 322 处继续。

[0100] 在框 322,基于与这多个参考网络设备相关联的多个距离测量和 / 或平均距离来选择参考网络设备的第二子集。例如,位置计算单元 110(例如,距离选择单元 206)可选择参考网络设备的第二子集以用于从未知 WLAN 设备 102 的一个或多个潜在位置中确定该未知 WLAN 设备的估计位置。在一个示例中,可(例如,基于平均距离或方差)从未被选为参考

WLAN 设备的第一子集的参考 WLAN 设备中选择参考 WLAN 设备的第二子集,如参照图 2 所描述的。该流程在框 324 处继续。

[0101] 在框 324,确定该未知网络设备的初始位置以及与参考网络设备相关联的距离校准常数。例如,位置计算单元 110 可确定初始位置 224 和距离校准常数 226。在一些实现中,如以上参照图 1 和图 2 描述的,未知 WLAN 设备 102 的初始位置 224 可以是任何合适的预定值(例如,0)、或随机选择的值。在一些实现中,如以上参照图 1 和图 2 描述的,距离校准常数 226 可以是任何合适的预定值。然而,如果该预定值是未知的或是不可用的,则距离校准常数 226 可为 0 或另一随机选择的值。在其他实现中,可采用其他合适的算法和技术来确定恰适的距离校准常数和 / 或未知 WLAN 设备的初始位置并确保收敛至未知 WLAN 设备的实际位置。该流程在框 326 处继续。

[0102] 在框 326,至少部分地基于参考网络设备的第一子集、该未知网络设备的初始位置、以及距离校准常数来计算该未知网络设备的一个或多个潜在位置。例如,位置计算单元 110 (例如,定位单元 208) 可计算未知 WLAN 设备 102 的一个或多个潜在位置 232。如以上参照图 2 (例如,式 5a - 式 13)描述的,定位单元 208 可至少使用与参考网络设备的第一子集相关联的平均距离 220、参考网络设备的第一子集的已知位置 222、该未知网络设备的初始位置 224、以及距离校准常数 226 来确定未知 WLAN 设备 102 的潜在位置 232。未知 WLAN 设备的这一个或多个潜在位置 232 可使用基于 MMSE 的 TOA 定位算法、基于泰勒级数的 TOA 定位算法或其他合适的定位技术来确定。该流程在框 328 处继续。

[0103] 在框 328,至少部分地基于参考网络设备的第二子集从该未知网络设备的一个或多个潜在位置中选择该未知网络设备的估计位置。例如,位置计算单元 110 (例如,位置选择单元 210) 可从未知 WLAN 设备 102 的一个或多个潜在位置中选择该未知网络设备的估计位置。如以上参照图 2 (例如,式 14a - 式 14c)描述的,位置选择单元 210 可至少使用与参考网络设备的第二子集相关联的平均距离 228、参考网络设备的第二子集的已知位置 230、该未知 WLAN 设备的潜在位置 232、以及距离校准常数 226 来确定该未知 WLAN 设备的估计位置 234。该流程从框 328 结束。

[0104] 应理解,图 1-4 是旨在帮助理解诸实施例的示例,而不应被用来限定实施例或限定权利要求的范围。诸实施例可执行附加操作、执行较少操作、以不同次序执行操作、并行地执行操作、以及以不同方式执行一些操作。尽管附图述及未知 WLAN 设备 102 执行本文描述的操作以确定未知 WLAN 设备 102 的位置,但诸实施例不被如此限定。在其他实施例中,用于确定未知 WLAN 设备 102 的位置的功能性可由一个或多个其他合适的电子设备来执行。在一些实现中,参考 WLAN 设备、中央服务器、和 / 或另一合适的电子设备中的一者或多个可执行用于确定未知 WLAN 设备 102 的位置的一些 / 全部操作。例如,未知 WLAN 设备 102 可确定与每个参考 WLAN 设备 102、106、108 和 112 相关联的多个 RTT 测量,并且可将这多个 RTT 测量提供给中央服务器(或处理已被卸载到的另一设备)。中央服务器随后可确定未知 WLAN 设备 102 的估计位置(如图 1 - 4 所描述的)并且可将所确定的位置传达给未知 WLAN 设备 102。

[0105] 注意,尽管图 3 描绘了位置计算单元 110 同时确定与多个参考 WLAN 设备相关联的每个 RTT 测量和相应的距离测量,但诸实施例不被如此限定。在其他实施例中,位置计算单元 110 可相继地分析每个参考 WLAN 设备以确定多个 RTT 测量和多个距离测量。例如,位置

计算单元 110 可确定与第一参考 WLAN 设备相关联的多个 RTT 测量和多个距离测量。接下来,位置计算单元 110 可确定与第二参考 WLAN 设备相关联的多个 RTT 测量和多个距离测量,依此类推。在另一实施例中,位置计算单元 110 可确定与每个参考 WLAN 设备相关联的第一 RTT 测量和相应的第一距离测量。接下来,位置计算单元 110 可确定与每个参考 WLAN 设备相关联的第二 RTT 测量和相应的第二距离测量,依此类推。

[0106] 最后应注意,尽管图 1-4 述及设备 102、104、106、108 和 112 为 WLAN 设备并采用 WLAN 通信技术,但诸实施例不被如此限定。在其他实现中,设备 102、104、106、108 和 112 可以是采用有线通信技术(例如,以太网、电力线通信等)来执行本文描述的操作的有线设备。此外,在一些实现中,设备 102、104、106、108 和 112 可采用无线通信技术和有线通信技术两者。还应注意,设备 102、104、106、108 和 112 所实现的无线通信技术不限于 WLAN 技术(例如,802.11 技术)。在其他实现中,设备 102、104、106、108 和 112 可实现其他无线技术/协议,诸如蓝牙、WiMAX 等。

[0107] 各实施例可采取全硬件实施例、软件实施例(包括固件、常驻软件、微代码等)、或组合了软件与硬件方面的实施例的形式,其在本文可全部被统称为“电路”、“模块”或“系统”。此外,本发明主题内容的实施例可采取实施在任何有形表达介质中的计算机程序产品的形式,该有形表达介质具有实施在该介质中的计算机可使用程序代码。所描述的实施例可作为可包括其上存储有指令的机器可读介质的计算机程序产品、或软件来提供,这些指令可用来编程计算机系统(或其他(诸)电子设备)以根据实施例来执行过程——无论本文中是否有所描述,因为本文中未枚举每种可构想到的变体。机器可读介质包括用于以机器(例如,计算机)可读的形式(例如,软件、处理应用)来存储或传送信息的任何机构。机器可读介质可以是机器可读存储介质、或机器可读信号介质。例如,机器可读存储介质可包括但不限于磁存储介质(例如,软盘)、光存储介质(例如,CD-ROM);磁光存储介质;只读存储器(ROM);随机存取存储器(RAM);可擦除可编程存储器(例如,EPR0M 和 EEPROM);闪存;或适于存储电子指令的其它类型的有形介质。机器可读信号介质可包括其中实施有计算机可读程序代码的所传播数据信号,例如电、光、声、或其他形式的所传播信号(例如,载波、红外信号、数字信号等)。实施在机器可读信号介质上的程序代码可以使用任何合适的介质来传送,包括但不限于有线、无线、光纤缆线、RF、或其他通信介质。

[0108] 用于执行诸实施例的操作的计算机程序代码可以用一种或更多种编程语言的任何组合来编写,包括面向对象编程语言(诸如 Java、Smalltalk、C++ 或类似语言)、以及常规过程编程语言(诸如“C”编程语言或类似编程语言)。该程序代码可完全地在用户的计算机上、部分地在用户的计算机上、作为自立软件包、部分地在用户的计算机上并且部分地在远程计算机上、或者完全地在远程计算机或服务器上执行。在后一情景中,远程计算机可通过包括局域网(LAN)、个域网(PAN)、或广域网(WAN)在内的任何类型的网络连接到用户的计算机,或者该连接可(例如,使用因特网服务供应商来通过因特网)对外部计算机进行。

[0109] 图 5 是包括用于在无线通信网络中确定电子设备的位置的机制的电子设备 500 的一个实施例的框图。在一些实现中,电子设备 500 可以是膝上型计算机、平板计算机、上网本、移动电话、智能电器、游戏控制台、或包括无线通信能力的其他电子系统之一。电子设备 500 包括处理器单元 502 (可能包括多个处理器、多个内核、多个节点、和/或实现多线程等等)。电子设备 500 包括存储器单元 506。存储器单元 506 可以是系统存储器(例如,高速缓

存、SRAM、DRAM、零电容器 RAM、双晶体管 RAM、eDRAM、EDO RAM、DDR RAM、EEPROM、NRAM、RRAM、SONOS、PRAM 等中的一者或多者)或者上面已经描述的机器可读介质的可能实现中的任何一个或多个。电子设备 500 还包括总线 510(例如,PCI、ISA、PCI-Express、**HyperTransport®**、**InfiniBand®**、NuBus、AHB、AXI 等)、以及网络接口 504,该网络接口 504 包括无线网络接口(例如,WLAN 接口、**蓝牙®**接口、WiMAX 接口、**ZigBee®**接口、无线 USB 接口等)和有线网络接口(例如,电力线通信接口、以太网接口等)中的至少一者。

[0110] 电子设备 500 还包括通信单元 508。通信单元 508 包括位置计算单元 512。位置计算单元 512 可至少部分地基于参考 WLAN 设备的第一子集来计算电子设备 500 的一个或多个潜在位置,并且可至少部分地基于参考 WLAN 设备的第二子集来从该一个或多个潜在位置中选择电子设备 500 的估计位置,如以上参照图 1-4 所描述的。这些功能性中的任何一个都可部分地(或完全地)在硬件中和/或在处理器单元 502 上实现。例如,该功能性可用专用集成电路来实现、在处理器单元 502 中所实现的逻辑中实现、在外围设备或卡上的协处理器中实现等。此外,诸实现可包括更少的组件或包括图 5 中未解说的额外组件(例如,视频卡、音频卡、额外网络接口、外围设备等)。处理器单元 502、存储器单元 506 以及网络接口 504 被耦合至总线 510。尽管被示为耦合至总线 510,但是存储器单元 506 也可耦合至处理器单元 502。

[0111] 尽管各实施例是参考各种实现和利用来描述的,但是将理解,这些实施例是解说性的且本发明主题内容的范围并不限于这些实施例。一般而言,如本文中所描述的用于基于抵达时间(TOA)的定位系统的技术可以用符合任何硬件系统或诸硬件系统的设施来实现。许多变体、修改、添加和改善都是可能的。

[0112] 可为本文描述为单个实例的组件、操作、或结构提供复数个实例。最后,各种组件、操作、以及数据存储之间的边界在某种程度上是任意性的,并且在具体解说性配置的上下文中解说了特定操作。其他的功能性分配是已预见的并且可落在本发明主题内容的范围内。一般而言,在示例性配置中呈现为分开的组件的结构和功能性可被实现为组合式结构或组件。类似地,被呈现为单个组件的结构或功能性可被实现为分开的组件。这些以及其他变体、修改、添加及改善可落在本发明主题内容的范围内。

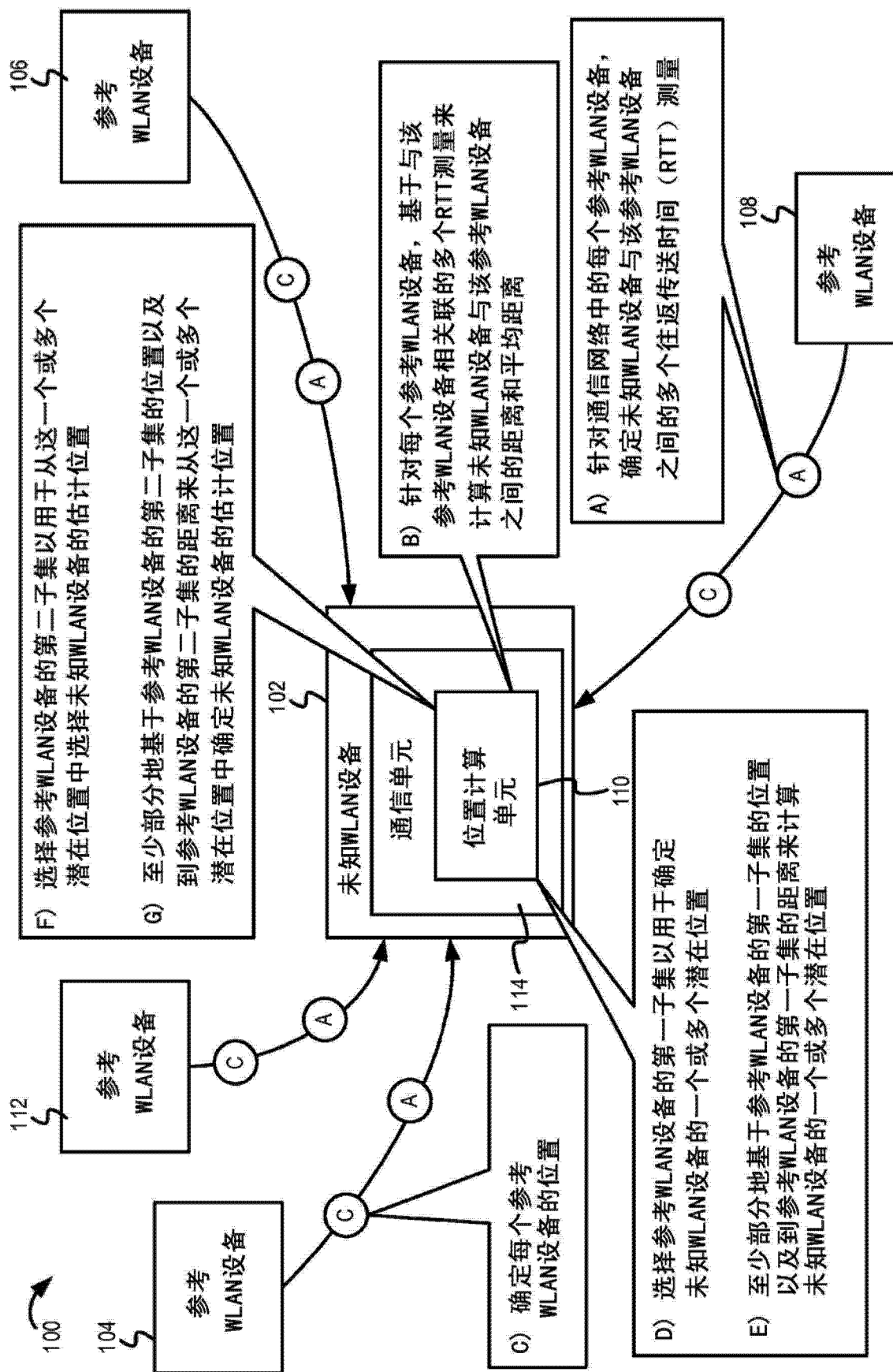


图 1

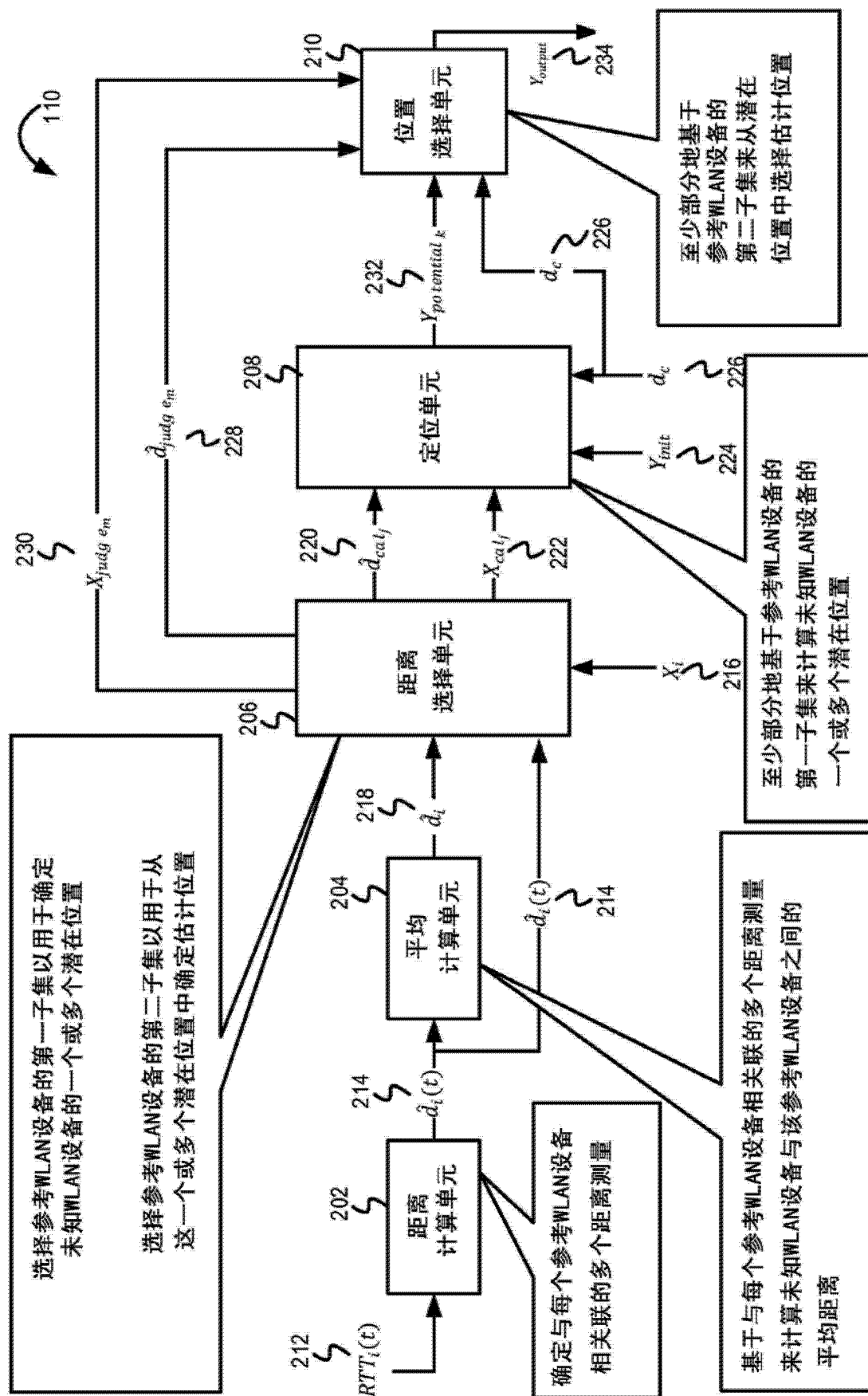


图 2

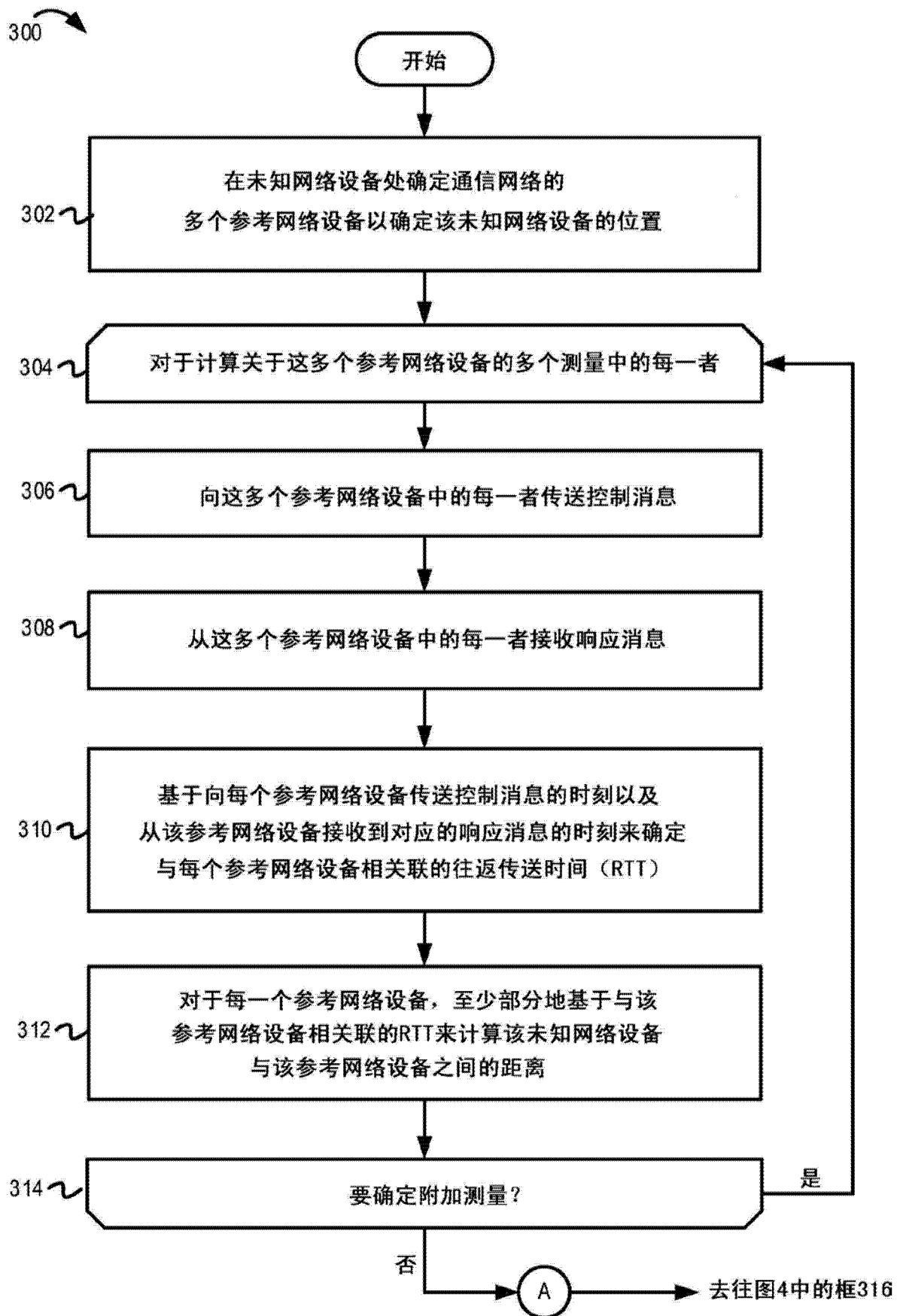


图 3

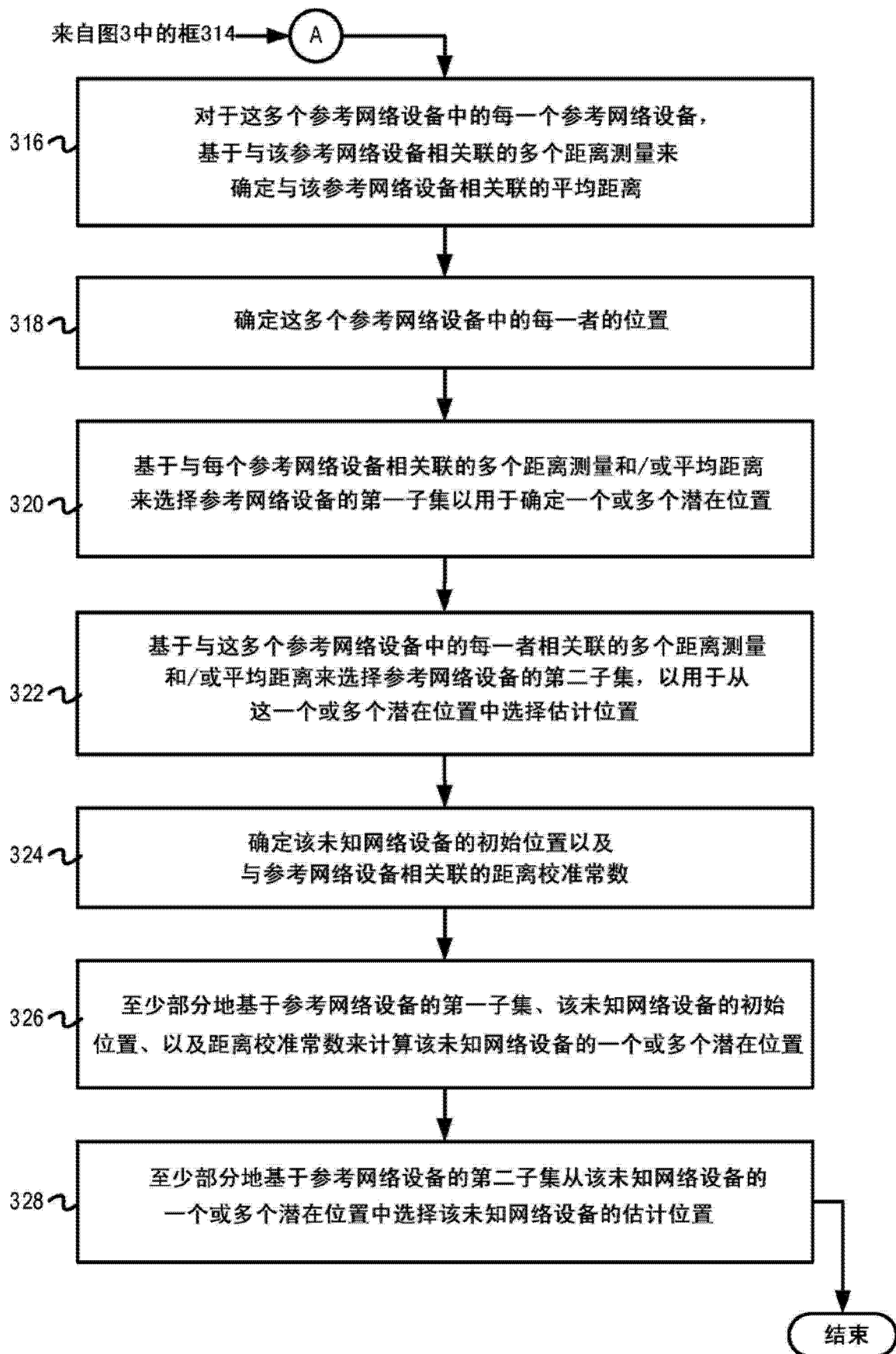


图 4

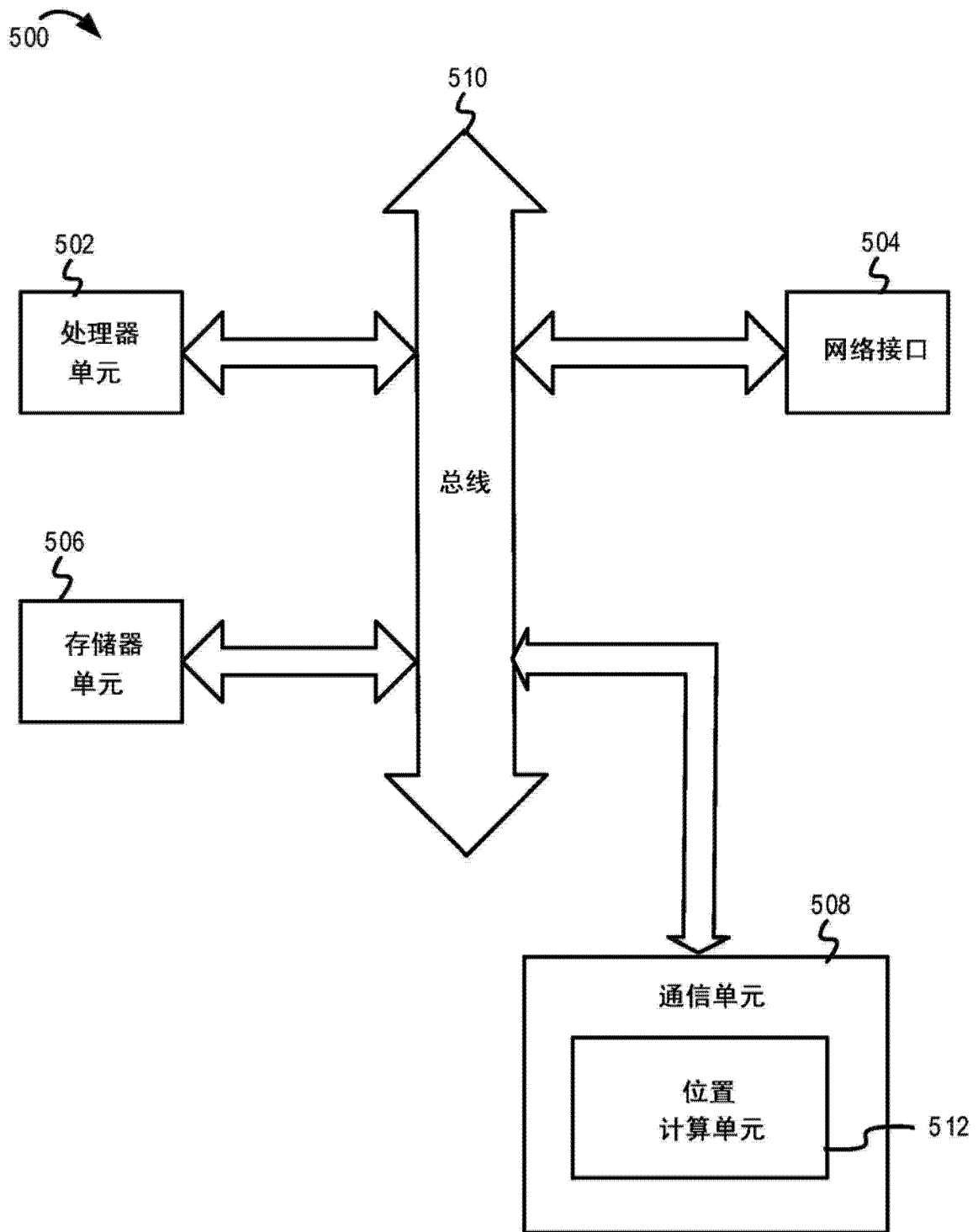


图 5