



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103917888 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 09

(21) 申请号 201280054533. 7

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

(22) 申请日 2012. 11. 05

代理人 王茂华 马明月

(30) 优先权数据

11360050. 6 2011. 11. 10 EP

(51) Int. Cl.

G01S 11/06(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 05. 06

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2012/004608 2012. 11. 05

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/068095 EN 2013. 05. 16

(71) 申请人 阿尔卡特朗讯

地址 法国巴黎

(72) 发明人 H·克劳森 I·O·肯尼迪

S·布尔加

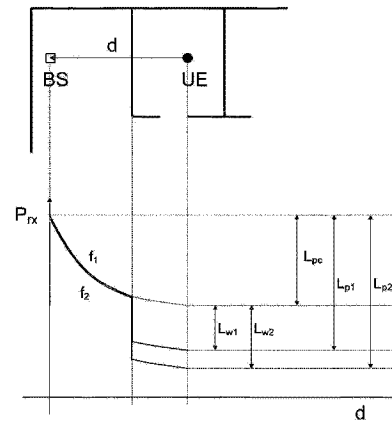
权利要求书2页 说明书9页 附图1页

(54) 发明名称

距离估计

(57) 摘要

本发明公开了一种方法、网络接入节点和计算机程序产品。估计无线通信网络的至少一个网络接入节点与网络节点之间的距离的方法包括：在至少两个不同频率上测量至少一个网络接入节点与网络节点之间的总路径损耗；确定至少一个网络接入节点在至少两个不同频率上的传输的依赖于频率的路径损耗；以及使用在至少两个不同频率上的总路径损耗和依赖于频率的路径损耗来估计网络节点与至少一个网络接入节点之间的距离。通过测量在不同频率上的网络节点之间的总路径损耗并且使用针对那些频率确定的依赖于频率的路径损耗，有可能估计网络节点之间的距离。这针对不同频率有效去除依赖于频率的路径损耗的影响以便估计网络节点之间的距离。



1. 一种估计无线通信网络的至少一个网络接入节点与网络节点之间的距离的方法,包括:

在至少两个不同频率上测量所述至少一个网络接入节点与所述网络节点之间的总路径损耗;

确定所述至少一个网络接入节点在所述至少两个不同频率上的传输的依赖于频率的路径损耗;以及

使用在所述至少两个不同频率上的所述总路径损耗和所述依赖于频率的路径损耗来估计所述网络节点与所述至少一个网络接入节点之间的距离。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中根据所述至少一个网络接入节点与所述网络节点之间的在每个不同频率上的所述总路径损耗的差来确定所述依赖于频率的路径损耗。

3. 根据权利要求1或者2所述的方法,其中根据至少两个网络接入节点之间的在每个不同频率上的传输来确定所述依赖于频率的路径损耗。

4. 根据任一项前述权利要求所述的方法,其中根据至少三个网络接入节点之间的在每个不同频率上的传输来确定所述依赖于频率的路径损耗。

5. 根据任一项前述权利要求所述的方法,其中根据在每个不同频率上的传输和网络接入节点之间的距离来确定所述依赖于频率的路径损耗。

6. 根据任一项前述权利要求所述的方法,包括确定网络接入节点之间的在每个不同频率上的依赖于频率的平均路径损耗。

7. 根据任一项前述权利要求所述的方法,其中使用所述网络接入节点之间的依赖于频率的有效衰减来确定在每个不同频率的所述依赖于频率的路径损耗。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中使用所述网络接入节点之间的在每个不同频率测量的路径损耗和所述网络接入节点之间的距离来确定所述依赖于频率的有效衰减。

9. 根据任一项前述权利要求所述的方法,包括确定所述网络接入节点之间的在每个不同频率上的依赖于频率的平均有效衰减。

10. 根据任一项前述权利要求所述的方法,其中根据针对不同部署环境而近似的依赖于频率的预定路径损耗来确定所述依赖于频率的路径损耗。

11. 根据任一项前述权利要求所述的方法,其中根据通过在每个不同频率上从所述总路径损耗去除所述依赖于频率的路径损耗而确定的校正的路径损耗来估计所述距离。

12. 根据任一项前述权利要求所述的方法,其中使用在每个不同频率上的所述总路径损耗、传输功率和所述依赖于频率的平均有效衰减来估计所述距离。

13. 根据任一项前述权利要求所述的方法,包括估计所述网络节点与所述网络接入节点中的每个网络接入节点之间的距离。

14. 一种网络节点,可操作用于估计无线通信网络的至少一个网络接入节点与网络节点之间的距离,所述网络节点包括:

测量逻辑,可操作用于在至少两个不同频率上测量所述至少一个网络接入节点与所述网络节点之间的总路径损耗;

确定逻辑,可操作用于确定所述至少一个网络接入节点在所述至少两个不同频率上的传输的依赖于频率的路径损耗;以及

估计逻辑,可操作用于使用在所述至少两个不同频率上的所述总路径损耗和所述依赖

于频率的路径损耗来估计在所述网络节点与所述至少一个网络接入节点之间的距离。

15. 一种计算机程序产品,可操作用于当在计算机上被执行时,执行根据权利要求 1 至 13 中的任一项权利要求所述的方法步骤。

距离估计

技术领域

[0001] 本发明涉及一种方法、网络接入节点和计算机程序产品。

背景技术

[0002] 在无线电信网络中,希望能够标识例如用户设备的位置以便使运营商能够向用户提供基于位置和存在的服务。这些服务的有效性随着有可能对用户设备的位置进行确定的精确度而增加。

[0003] 虽然存在尝试在无线电信网络内对网络节点精确地进行定位的技术,但是它们各有缺点。因而希望提供一种用于确定网络节点在无线电信网络内的位置的改进技术。

发明内容

[0004] 根据第一方面,提供一种估计无线通信网络的至少一个网络接入节点与网络节点之间的距离的方法,该方法包括:在至少两个不同频率上测量至少一个网络接入节点与网络节点之间的总路径损耗;确定至少一个网络接入节点在至少两个不同频率上的传输的依赖于频率的路径损耗;以及使用在至少两个不同频率上的总路径损耗和依赖于频率的路径损耗来估计网络节点与至少一个网络接入节点之间的距离。

[0005] 第一方面认识到用于估计网络节点位置的现有技术的问题是它们都具有限制,特别是在室内环境中。例如在GPS系统中的卫星信号通常不足以提供在室内环境中的位置估计。小区标识方法是可能的,但是它们的精确度受小区大小限制并且可能需要部署许多小区以提供高度精确的位置信息,这是昂贵的并且导致移动信令大量增加。利用来自多个基站的接收信号的定时差的蜂窝三角测量技术具有限于数十米的精确度,并且由于距离短导致定时差不够而不能使用室内小小区。使用来自多个基站的功率测量的基于功率的指纹化在不存在针对建筑物中的所有位置的功率测量数据库的情况下不能用于精确位置估计,该数据库使网络节点进行的测量能够与最可能位置匹配;虽然这可以产生精确位置估计,但是创建这样的数据库是耗时和昂贵过程,每当环境改变都需要执行该创建。

[0006] 第一方面也认识到难以基于接收的传输来估计与网络节点的距离,因为那些传输将遭受到障碍物(比如墙壁或者其它物理物体)和网络节点之间的干扰所引起的损耗。然而,第一方面认识到那些障碍物或者干扰所引起的损耗通常依赖于频率。换言之,障碍物或者其它干扰所引起的路径损耗通常依赖于频率,而在自由空间中的路径损耗独立于频率。也就是说,在不同频率在自由空间中经历的路径损耗通常将是相同的,而在不同频率经过障碍物的路径损耗将变化。通过在不同频率上测量网络节点之间的总路径损耗并且使用针对那些频率确定的依赖于频率的路径损耗,有可能估计网络节点之间的距离。这针对不同频率有效去除依赖于频率的路径损耗的影响,以便估计在网络节点之间的距离。换言之,通过在不同频率测量总路径损耗并且使用在那些频率确定的依赖于频率的路径损耗,有可能有效消除依赖于频率的路径损耗并且估计网络节点之间的距离。假定网络节点通常已经被配置为使得传输能够在不同频率上进行,无需附加硬件并且可以利用现有基础结构

来使用这一方式提供精确位置估计。

[0007] 因而,可以提供一种估计网络节点之间的距离的方法。该方法可以包括在至少两个不同频率上测量网络节点之间的总路径损耗。然后可以确定网络节点在不同频率上进行的传输的依赖于频率的路径损耗。然后可以使用在不同频率上的总路径损耗和依赖于频率的路径损耗来估计网络节点之间的距离。

[0008] 可以向始发网络节点发送回测量报告以使得能够在不同频率上建立网络节点之间的路径损耗。

[0009] 在一个实施例中,根据至少一个网络接入节点与网络节点之间的在每个不同频率上的总路径损耗的差确定依赖于频率的路径损耗。因而,可以根据在不同频率上的路径损耗之间的差来计算依赖于频率的路径损耗。

[0010] 在一个实施例中,根据至少两个网络接入节点之间的在每个不同频率上的传输确定依赖于频率的路径损耗。例如可以基于在网络节点之间传输的导频信号确定依赖于频率的路径损耗。

[0011] 在一个实施例中,根据至少三个网络接入节点之间的在每个不同频率上的传输确定依赖于频率的路径损耗。通过确定至少三个网络节点之间的依赖于频率的路径损耗,可以确定在至少三个网络节点界定的区域内的依赖于频率的路径损耗。

[0012] 在一个实施例中,根据在每个不同频率上的传输和网络接入节点之间的距离确定依赖于频率的路径损耗。因而,可以使用网络节点之间的传输和距离来确定依赖于频率的路径损耗。将理解可以容易确定许多静态网络节点的位置或者许多静态网络节点之间的距离。类似地,有可能基于需要移动网络节点在预定义位置操作以确定路径损耗来执行这样的测量。

[0013] 在一个实施例中,该方法包括确定网络接入节点之间的在每个不同频率上的依赖于频率的平均路径损耗。因而,可以针对特定区域确定在每个频率上的依赖于频率的平均路径损耗。

[0014] 在一个实施例中,使用网络接入节点之间的依赖于频率的有效衰减来确定在每个不同频率的依赖于频率的路径损耗。

[0015] 在一个实施例中,使用网络接入节点之间的在每个不同频率测量的路径损耗和网络接入节点之间的距离来确定依赖于频率的有效衰减。

[0016] 在一个实施例中,该方法包括确定网络接入节点之间的在每个不同频率上的依赖于频率的平均有效衰减。

[0017] 在一个实施例中,根据针对不同部署环境而近似的依赖于频率的预定路径损耗确定依赖于频率的路径损耗。因而,取代基于网络节点之间的实际传输确定依赖于频率的路径损耗,可以基于在其中部署网络节点的环境的知识来近似依赖于频率的路径损耗。例如可以推导、然后在需要时利用近似的依赖于频率的路径损耗集合。该集合可以例如包括用于典型办公室配置的依赖于频率的路径损耗,可以基于将部署网络节点的环境的物理特性的知识选择其中之一。

[0018] 在一个实施例中,根据通过从在每个不同频率上的总路径损耗去除依赖于频率的路径损耗而确定的校正的路径损耗来估计距离。因而,可以根据标准路径损耗模型确定距离,该标准路径损耗模型使用校正的路径损耗,该校正的路径损耗消除了每个频率上的依

依赖于频率的路径损耗。

[0019] 在一个实施例中,使用在每个不同频率上的总路径损耗、传输功率和依赖于频率的平均有效衰减来估计距离。

[0020] 在一个实施例中,根据以下方程计算距离:

[0021]

$$\left[\frac{F_{i,f_1} \cdot d_{iUE}^{p_0} + L_{p_1/f_1}(\text{lin}) \cdot F_{i,f_1} \cdot d_{iUE}^{p_0} - L_{p_1/f_1}(\text{lin})}{L_{p_1/f_1}(\text{lin}) \cdot F_{i,f_1} \cdot d_{iUE}^{p_0}} \right]^{\alpha_{f_2}} - \left[\frac{F_{i,f_2} \cdot d_{iUE}^{p_0} + L_{p_1/f_2}(\text{lin}) \cdot F_{i,f_2} \cdot d_{iUE}^{p_0} - L_{p_1/f_2}(\text{lin})}{L_{p_1/f_2}(\text{lin}) \cdot F_{i,f_2} \cdot d_{iUE}^{p_0}} \right]^{\alpha_{f_1}} = 0; i=1,2,3$$

[0022] 在一个实施例中,该方法包括估计网络节点与网络接入节点中的每个网络接入节点之间的距离。将理解通过增加与距离被估计的网络节点的数目,可以改进位置估计。

[0023] 根据第二方面,提供一种可操作用于估计无线通信网络的至少一个网络接入节点与网络节点之间的距离的网络节点,该网络节点包括:测量逻辑,可操作用于在至少两个不同频率上测量至少一个网络接入节点与网络节点之间的总路径损耗;确定逻辑,可操作用于确定至少一个网络接入节点在至少两个不同频率上的传输的依赖于频率的路径损耗;以及估计逻辑,可操作用于使用在至少两个不同频率上的总路径损耗和依赖于频率的路径损耗来估计网络节点与至少一个网络接入节点之间的距离。

[0024] 在一个实施例中,根据至少一个网络接入节点与网络节点之间的在每个不同频率上的总路径损耗的差确定依赖于频率的路径损耗。

[0025] 在一个实施例中,根据至少两个网络接入节点之间的在每个不同频率上的传输确定依赖于频率的路径损耗。

[0026] 在一个实施例中,根据至少三个网络接入节点之间的在每个不同频率上的传输确定依赖于频率的路径损耗。

[0027] 在一个实施例中,根据在每个不同频率上的传输和网络接入节点之间的距离确定依赖于频率的路径损耗。

[0028] 在一个实施例中,确定逻辑可操作用于确定网络接入节点之间的在每个不同频率上的依赖于频率的平均路径损耗。

[0029] 在一个实施例中,使用网络接入节点之间的依赖于频率的有效衰减来确定在每个不同频率的依赖于频率的路径损耗。

[0030] 在一个实施例中,使用网络接入节点之间的在每个不同频率测量的路径损耗和网络接入节点之间的距离来确定依赖于频率的有效衰减。

[0031] 在一个实施例中,确定逻辑可操作用于确定网络接入节点之间的在每个不同频率上的依赖于频率的平均有效衰减。

[0032] 在一个实施例中,根据针对不同部署环境而近似的依赖于频率的预定路径损耗确定依赖于频率的路径损耗。

[0033] 在一个实施例中,根据通过从在每个不同频率上的总路径损耗去除依赖于频率的路径损耗而确定的校正的路径损耗来估计距离。

[0034] 在一个实施例中,使用在每个不同频率上的总路径损耗、传输功率和依赖于频率的平均有效衰减来估计距离。

[0035] 在一个实施例中,根据以下方程计算距离:

[0036]

$$\left[\frac{F_{i_{f_1}} \cdot d_{iUE}^{f_1} + L_{p_{i_{f_1}}}(\text{lin}) \cdot F_{i_{f_1}} \cdot d_{iUE}^{f_1} - L_{p_{i_{f_1}}}(\text{lin})}{L_{p_{i_{f_1}}}(\text{lin}) \cdot F_{i_{f_1}} \cdot d_{iUE}^{f_1}} \right]^{\alpha_{f_2}} - \left[\frac{F_{i_{f_2}} \cdot d_{iUE}^{f_2} + L_{p_{i_{f_2}}}(\text{lin}) \cdot F_{i_{f_2}} \cdot d_{iUE}^{f_2} - L_{p_{i_{f_2}}}(\text{lin})}{L_{p_{i_{f_2}}}(\text{lin}) \cdot F_{i_{f_2}} \cdot d_{iUE}^{f_2}} \right]^{\alpha_{f_1}} = 0; i=1,2,3$$

[0037] 在一个实施例中,估计逻辑可操作用于估计网络节点与网络接入节点中的每个网络接入节点之间的距离。

[0038] 根据第三方面,提供一种可操作用于当在计算机上执行时执行第一方面的方法的计算机程序产品。

[0039] 在所附独立和从属权利要求中阐述其他具体和优选方面。从属权利要求的特征可以适当地并且在除了权利要求中明确地阐述的那些组合之外的组合中与独立权利要求的特征组合。

[0040] 在将装置特征描述为可操作用于提供功能时,将理解这包括提供该功能或者适于或者被配置用于提供该功能的装置特征。

附图说明

[0041] 现在将参照附图进一步描述本发明的实施例,在附图中:

[0042] 图 1 图示根据一个实施例的用于估计网络节点之间的距离的方法;

[0043] 图 2 图示在用户设备被预计操作于的环境中操作的三个不同基站或者其它网络节点的示例部署;并且

[0044] 图 3 图示图 2 的基站布置、但是包括将被确定位置的用户设备。

具体实施方式

[0045] 概述

[0046] 估计在如比如基站的网络接入节点与如比如用户设备的另一网络节点之间的损耗。这些估计可以由运营商基于部署环境的评估或者通过由网络节点进行的测量来进行。例如网络节点可以在至少两个不同频率 f_1 和 f_2 (例如可以将 f_1 设置成 900MHz (GSM 频谱) 并且可以将 f_2 设置成 1.9 或者 2.6GHz (LTE 频谱)) 执行路径损耗测量 L_{p1} 和 L_{p2} 。为了使得能够进行两个路径损耗测量,基站在每个频率频带中传输导频信号。由于在自由空间中的信号衰减独立于频率,但是墙壁或者其它障碍物引起的传输损耗依赖于频率,所以可以如以下将更具体说明的那样基于路径损耗测量的差计算墙壁对于两个频率引起的路径损耗 L_{w1} 和 L_{w2} ,因为在不同频率通过不同材料的衰减性质已知或者可以被推导。

[0047] 一旦墙壁损耗 L_{w1} 和 L_{w2} 已知,可以基于校正的路径损耗 $L_{pc} = L_{p1} - L_{w1}$ 估计在基站与用户设备之间的距离。这去除墙壁影响,该影响使基于接收功率的室内距离测量出现问题,其中由于墙壁的影响而将另外需要测量数据库来标识位置。通过使用校正的路径损耗,可以使用校正的路径损耗 L_{pc} 和如比如自由空间路径损耗方程的路径损耗方程来精确估计在基站与用户设备之间的距离。使用这一方式,在确定了与至少三个基站的距离时可以使用已知的三角测量方法来计算用户设备的位置。

[0048] 图 1 图示用于估计在网络节点之间的距离的方法的原理。在这一示例中,网络节点是基站和用户设备。基站在两个不同频率 f_1 和 f_2 上传输两个导频。连接的用户设备发

送测量报告,这些测量报告详细说明导频信号的接收功率测量。测量报告用来计算针对基站与用户设备之间的链路的路径损耗。可以容易通过从已知传输功率减去用户设备报告的接收功率测量来确定路径损耗。在这一示例中,路径损耗由通过距离 d 的自由空间路径损耗以及附加墙壁损耗 L_w 构成。自由空间路径损耗独立于频率、因此对于在两个频率上的测量是相等的。然而墙壁损耗大大依赖于频率(较低频率比较高频率衰减更少)。根据两个路径损耗测量 L_{p1} 和 L_{p2} 的差,这一衰减差是明显的,并且可以用来估计墙壁损耗 L_{w1} 和 L_{w2} 。

[0049] 考虑以下方程 (1) 给定的路径损耗模型:

$$[0050] \quad L_p(\text{dB}) = PL_0 + 10 \gamma \log_{10}(d) \quad \text{方程 (1)}$$

[0051] PL_0 是已知参数,并且它代表在参考距离(通常为 1 米)的路径损耗, d 是在用户设备与基站之间的距离,并且 γ 是路径损耗指数。路径损耗指数 γ 由两部分构成;独立于频率的部分(自由空间路径损耗指数, $\gamma_0 = 2$)和依赖于频率的部分(环境路径损耗指数, γ_e)。

[0052] 可以将路径损耗指数表达为:

$$[0053] \quad \gamma = \gamma_0 + \gamma_e \quad \text{方程 (2)}$$

[0054] 按照方程 (2),现在可以(按照对数尺度)将方程 (1) 记为:

$$[0055] \quad L_p(\text{dB}) = PL_0 + 10 \gamma_0 \log_{10}(d) + 10 \gamma_e \log_{10}(d) \quad \text{方程 (3)}$$

[0056] 因此可见当在参考距离的路径损耗 PL_0 、自由空间路径损耗指数 γ_0 和环境路径损耗指数 γ_e (各自可以被预编程或者根据部署的网络节点进行的测量来推导)给定时,可以根据路径损耗测量 L_p 推导在网络节点之间的距离 d 。

[0057] 为了提高在推导估计的距离时的精确度,网络可以执行测量以估计由于墙壁或者其它障碍物所致的损耗。例如可以如图 2 中示意地所示的,使用在用户设备被预计操作于的环境中操作的三个不同基站或者其它网络节点来自动执行损耗估计。

[0058] 墙壁损耗估计

[0059] 如现在将更具体说明的那样,通过在至少两个不同频率 f_1 和 f_2 测量三个基站中的每对基站之间的路径损耗来执行估计。

[0060] 使用在基站之间的距离(即 d_1 、 d_2 和 d_3)的知识,方程 (3) 使得能够对 γ_e 赋值。对于在频率 f_1 的信号:

$$[0061] \quad \gamma_{ei f_1} = \frac{L_{pif_1}(\text{dB}) - PL_{0if_1} - 10\gamma_0 \log_{10}(d_i)}{10 \log_{10}(d_i)}; i=1,2,3 \quad \text{方程 (4)}$$

[0062] 其中: $L_{pif_1}(\text{dB})$ 是频率 f_1 处在任何两个基站之间的路径损耗,并且 d_i 是在基站之间的距离。

[0063] 由于图 2 中的示例使用三个不同基站,所以在频率 f_1 对于三个基站中的每对基站使用方程 (4) 来计算 γ_e ,从而产生 $\gamma_{ei f_1}$ 的三个值。对于 $\gamma_{ei f_2}$ 执行相似赋值。

[0064] 可以按照线性尺度将方程 (3) 记为:

$$[0065] \quad L_p(\text{lin}) = \frac{P_t}{P_r} = F \cdot d^{\gamma_0 + \gamma_e} = F \cdot d^{\gamma_0} \cdot d^{\gamma_e}, \text{ 其中 } F = 10^{\frac{PL_0}{10}} \quad \text{方程 (5)}$$

[0066] P_t 和 P_r 分别代表发送和接收功率。

[0067] 从方程 (5) 可见仅由自由空间所致的损耗由 $F \cdot d^{\gamma_0}$ 给定,而环境的影响由因子

d^{γ_e} 给定。完全由环境（排除自由空间）引起的损耗由以下方程给定：

$$[0068] \quad \Delta L_p (lin) = \frac{P_t}{Fd^{\gamma_0}} - \frac{P_t}{Fd^{\gamma_0} d^{\gamma_e}} = \frac{P_t(d^{\gamma_e} - 1)}{Fd^{\gamma_0} d^{\gamma_e}} \text{ 方程 (6)}$$

[0069] 可以认为这一损耗源于具有与在相应基站之间的距离相等的“有效”厚度 d 的“有效”墙壁的吸收损耗。在频率 f_1 通过这样的有效墙壁传播的信号的功率损耗由以下方程给定：

$$[0070] \quad L_{wi_{f_1}} = P_{t_{f_1}} - P_{t_{f_1}} e^{-2\alpha_{i_{f_1}} d_i}; i=1,2,3 \text{ 方程 (7)}$$

[0071] 其中 $P_{t_{f_1}}$ 是基站在频率 f_1 发送的功率， $\alpha_{i_{f_1}}$ 是具有厚度 d_i （在每对基站之间的距离）的“有效”墙壁在频率 f_1 的“有效”衰减常数。

[0072] 通过使方程 (7) 与方程 (6) 给定的完全由环境引起的损耗相等（并且认识到 (7) 的 $P_{t_{f_1}}$ 和 d_i 对应于 (6) 的 P_t 和 d ），根据在频率 f_1 的路径损耗指数 $\gamma_{ei_{f_1}}$ 获得“有效”墙壁的“有效”衰减常数：

$$[0073] \quad \alpha_{i_{f_1}} = -\frac{1}{2d_i} \cdot \ln \left[\frac{F_{i_{f_1}} d_i^{\gamma_0} d_i^{\gamma_{ei_{f_1}}} + 1 - d_i^{\gamma_{ei_{f_1}}}}{F_{i_{f_1}} d_i^{\gamma_0} d_i^{\gamma_{ei_{f_1}}}} \right]; i=1,2,3 \text{ 方程 (8)}$$

[0074] 通过认识到方程 (8) 在具体频率被赋值三次（一次用于三个不同基站中的每对基站），可以将有效衰减常数平均为：

$$[0075] \quad \bar{\alpha}_{f_1} = \frac{1}{3} (\alpha_{1_{f_1}} + \alpha_{2_{f_1}} + \alpha_{3_{f_1}}) \text{ 方程 (9)}$$

[0076] 这里， $\bar{\alpha}_{f_1}$ 代表在频率 f_1 用于图 2 中所示环境的平均有效墙壁衰减。可以对于在频率 f_2 的平均有效墙壁衰减记写相似表达式。由于已经计算了在两个不同频率的平均有效墙壁衰减 $\bar{\alpha}_{f_1}$ 和 $\bar{\alpha}_{f_2}$ ，所以已经完成了校准。具体而言，如以下将更具体说明的那样，代表推导的依赖于频率的路径损耗的、在两个不同频率的平均有效墙壁衰减可以用来通过使用在至少两个不同频率上从网络节点、比如用户设备接收的传输的测量的路径损耗来确定该网络节点距任何基站的距离。

[0077] 位置估计

[0078] 图 3 示出图 2 的基站布置、但是包括位置将被确定的用户设备。可以将在两个频率 f_1 和 f_2 处的方程 (5) 中所示路径损耗记为：

$$[0079] \quad L_{P_{i_{f_1}}} (lin) = \frac{P_{t_{f_1}}}{P_{r_{i_{f_1}}}} = \frac{P_{t_{f_1}}}{P_{r_{i_{f_1}}(free\ space)} - L_{wi_{f_1}}} = \frac{P_{t_{f_1}}}{\frac{P_{t_{f_1}}}{F_{i_{f_1}} \cdot d_{iUE}^{\gamma_0}} - P_{t_{f_1}} (1 - e^{-2\bar{\alpha}_{f_1} k_i})}} = \frac{F_{i_{f_1}} \cdot d_{iUE}^{\gamma_0}}{1 - F_{i_{f_1}} \cdot d_{iUE}^{\gamma_0} + F_{i_{f_1}} \cdot d_{iUE}^{\gamma_0} \cdot e^{-2\bar{\alpha}_{f_1} k_i}}$$

[0080]

$$L_{P_{i_{f_2}}} (lin) = \frac{P_{t_{f_2}}}{P_{r_{i_{f_2}}}} = \frac{P_{t_{f_2}}}{P_{r_{i_{f_2}}(free\ space)} - L_{wi_{f_2}}} = \frac{P_{t_{f_2}}}{\frac{P_{t_{f_2}}}{F_{i_{f_2}} \cdot d_{iUE}^{\gamma_0}} - P_{t_{f_2}} (1 - e^{-2\bar{\alpha}_{f_2} k_i})}} = \frac{F_{i_{f_2}} \cdot d_{iUE}^{\gamma_0}}{1 - F_{i_{f_2}} \cdot d_{iUE}^{\gamma_0} + F_{i_{f_2}} \cdot d_{iUE}^{\gamma_0} \cdot e^{-2\bar{\alpha}_{f_2} k_i}}; i=1,2,3$$

[0081] 方程 (10)

[0082] 在方程 (10) 中, $P_{i,f_1}(1-e^{-2\bar{\alpha}_{f_1}k_i})$ 和 $P_{i,f_2}(1-e^{-2\bar{\alpha}_{f_2}k_i})$ 这两项代表墙壁吸收的功率并且根据方程 (7) 通过用参数 k_i 替换距离 d_i 来获得。这一参数 k_i 代表在频率 f_1 和 f_2 处分别具有衰减常数 a_{f_1} 和 a_{f_2} 的障碍物墙壁的未知“厚度”。 d_{iUE} 代表从用户设备到第 i 个基站的距离。只要平均衰减常数随频率的改变速率未显著不同于用于特定一对基站的衰减常数随频率的改变速率, 引入参数 k_i 作为虚拟墙壁的未知厚度就是合理的、即:

$$[0083] \quad \frac{\alpha_{i+1f_1} - \alpha_{if_1}}{f_2 - f_1} \approx \frac{\bar{\alpha}_{f_1} - \bar{\alpha}_{f_2}}{f_2 - f_1}; i=1,2,3 \text{ 方程 (11)}$$

[0084] 通过从由方程 (10) 给定的方程系统消除 k_i , 获得以下表达式, 根据该表达式得出距离 d_{iUE} :

[0085]

$$\left[\frac{F_{i,f_1} \cdot d_{iUE}^{\bar{\alpha}_{f_1}} + L_{P_{i,f_1}}(lin) \cdot F_{i,f_1} \cdot d_{iUE}^{\bar{\alpha}_{f_1}} - L_{P_{i,f_1}}(lin)}{L_{P_{i,f_1}}(lin) \cdot F_{i,f_1} \cdot d_{iUE}^{\bar{\alpha}_{f_1}}} \right]^{\bar{\alpha}_{f_2}} - \left[\frac{F_{i,f_2} \cdot d_{iUE}^{\bar{\alpha}_{f_2}} + L_{P_{i,f_2}}(lin) \cdot F_{i,f_2} \cdot d_{iUE}^{\bar{\alpha}_{f_2}} - L_{P_{i,f_2}}(lin)}{L_{P_{i,f_2}}(lin) \cdot F_{i,f_2} \cdot d_{iUE}^{\bar{\alpha}_{f_2}}} \right]^{\bar{\alpha}_{f_1}} = 0; i=1,2,3$$

[0086] 方程 (12)

[0087] 这最终产生如图 3 中描绘的距三个基站的估计的距离 d_{iUE} 。

[0088] 示例操作

[0089] 假设需要确定图 3 的用户设备与基站 BS1 之间的径向距离 d_{iUE} 。在基站之间的距离为 $d_1 = 100$ 米、 $d_2 = 75$ 米和 $d_3 = 150$ 米。在发送端和接收端二者使用各向同性天线。

[0090] 需要确定在参考距离的路径损耗 PL_{0f_1} 和 PL_{0f_2} 。这些可以在距每个基站的 1 米距离确定并且依赖于在用户设备和基站中使用的天线的参数。可以测量它们或者假如天线的参数已知则计算它们。用于这一项的一般表达式称为 Friis 自由空间链路方程并且由以下方程给定:

$$[0091] \quad PL_0(dB) = 10 \log_{10} \left(\frac{16\pi^2}{G_t G_r \lambda^2} \right) \text{ 方程 (13)}$$

[0092] 对于用于发送和接收的各向同性天线 ($G_t = G_r = 1$), 其简化成:

$$[0093] \quad PL_0(dB) = 20 \log_{10} \left(\frac{4\pi}{\lambda} \right) \text{ 方程 (14)}$$

[0094] 在 900MHz 的频率 f_1 和 1900MHz 的 f_2 , 在参考距离的路径损耗 PL_{0if_1} (dB) 为 31.526dB 并且 PL_{0if_2} 为 38.01dB。

[0095] 根据方程 (4) 可以使用以上提到的在参考距离的路径损耗 PL_0 和基站之间的距离、根据跨距离 d_1 、 d_2 和 d_3 的测量的路径损耗来计算路径损耗指数 γ_{ef1} 和 γ_{ef2} 。这产生值 $\gamma_{ef1} = 2.4$ 和 $\gamma_{ef2} = 2.6$ 。备选地, 可以基于环境的特性、比如墙壁数目、墙壁类型及其密度估计这些值。

[0096] 由于路径损耗指数的值已知, 所以在每个频率对于三个基站中的每对基站根据方程 (8) 计算衰减常数的值。在这一示例中, $\bar{\alpha}_{f_1} = 3.5734 \times 10^{-10}$ 并且 $\bar{\alpha}_{f_2} = 8.9899 \times 10^{-11}$ 。

[0097] 现在可以估计从用户设备到基站 BS1 的距离 d_{iUE} 。基站 BS1 与用户设备之间的测

量的路径损耗在 f_1 和 f_2 分别为 55.5dB 和 64dB。使用方程 (12), d_{IUE} 被计算为:

[0098] $d = 7.6\text{m}$ 方程 (15)

[0099] 根据方程 (7), 由于墙壁所致的损耗可以被计算为:

[0100] $L_{w, f_1} = 6.2577\text{dB}$ 和 $L_{w, f_2} = 8.3737\text{dB}$ 方程 (16)

[0101] 作为附加验证, 可见距离估计针对基站与用户设备之间的不同墙壁损耗是鲁棒的。为了示范这一点, 假设由于用户设备与基站 BS1 之间的墙壁所致的衰减是方程 (15) 中给定的值的两倍 (即 $L_{w, f_1} = 12.5154\text{dB}$ 和 $L_{w, f_2} = 16.7474\text{dB}$)。作为结果, 测量的路径损耗现在在 f_1 和 f_2 分别为 61.6577dB 和 72.3737dB。基站之间的测量的衰减保持相同, 从而衰减系数 $\bar{\alpha}_{f_1} = 3.5734 \times 10^{-10}$ 并且 $\bar{\alpha}_{f_2} = 8.9899 \times 10^{-11}$ 。

[0102] 重新计算的距离现在为:

[0103] $d = 7.6\text{m}$ 方程 (17)

[0104] 方程 (15) 和 (17) 给定的计算的距离相同, 这示出有可能独立于墙壁损耗而精确估计距离。

[0105] 通过以上提到的方式, 可见有可能精确确定用户设备相对于基站的位置。使用三角测量技术, 其中执行与已知位置的至少三个网络节点的距离, 用户设备或者其它网络节点的高度精确的位置估计是可能的。利用这样的精确位置估计, 有可能向用户提供许多基于位置的应用和服务、比如:

[0106] 1. 在公共建筑物 - 例如博物馆或者艺术画馆中的智能电话上的导游。智能电话应用使用基于毫微微的服务提供的位置信息来定制向用户呈现的信息 (音频 / 可视)。

[0107] 2. 可以向在超级市场中的购物者奖励关于商品的折扣券。由基于毫微微的服务提供精确位置信息, 在智能电话上的应用可以指引 / 引导个人到商品的位置。

[0108] 3. 发现同事在企业环境中的位置——例如他们在哪个会议室中。从基于毫微微的服务提供精确位置信息, 智能电话应用可以显示同事的位置。

[0109] 4. 会议出席者 - 用于自动生成出席会议的人员列表。会议组织者请求在特定时间在会议室中的人员列表。通过连续记录电话的位置, 基于毫微微的服务可以列举在特定时间谁在该位置。

[0110] 5. 社交 / 专业联网。由基于毫微微的服务提供位置 / 存在信息, 应用可以自动请求链接, 该链接指向存在于事件 (会议、酒吧、家庭聚会等) 的人们的简档。

[0111] 以上示例仅为大量基于位置和存在的服务的可能性中的少数可能性。这些服务共有的一个要求是它们需要移动电话的精确位置估计。当前现有方法未提供足够的精确度或者部署起来太昂贵。

[0112] 以上提到的技术提供精确位置估计, 该位置估计允许测量和补偿在基站与用户设备之间的墙壁损耗并且由此实现基于接收功率的位置估计而无需针对每个建筑物的昂贵校准。

[0113] **增强**

[0114] 在网络节点中, 对于不同频率不同接收器 / 天线的质量可以不同从而产生不同损耗。这可能导致路径损耗估计的误差。可以通过对计算自动校准来防止这一问题。这可以通过针对网络节点的没有墙壁的已知位置 (例如在进入建筑物时) 执行测量来完成。在这一情况下, 路径损耗估计结果应当对于两个频率是相等的。可以对于特定移动台存储任何

差并且在以上计算中考虑该差以校正测量误差。

[0115] 可以在具体位置的墙壁损耗对于两个频率为已知时使用相同方式。在估计与网络节点的距离的所有点都需要这一校正值。因此,执行校准的基站需要向所有距离测量点发送该校正值(例如其它基站或者收集用于位置估计的所有测量的中央实体)。

[0116] 这一方式提供一种用于在室内环境中估计移动台与基站的距离的成本有效并且精确的方法。这实现许多基于位置和存在的服务并且克服或者减轻现有解决方案由于缺乏室内精确度或者由于用于精确室内定位的费用而具有的问题。

[0117] 本领域技术人员将容易认识到各种以上描述的方法的步骤可以由编程的计算机执行。这里,一些实施例也旨在于覆盖程序存储设备、例如数字数据存储介质,这些程序存储设备是机器或者计算机可读的并且编码有机器可执行或者计算机可执行指令程序,其中所述指令执行所述以上描述的方法的步骤中的一些或者所有步骤。程序存储设备可以例如是数字存储器、磁存储介质、比如磁盘和磁带、硬驱动或者光刻度数字数据存储介质。实施例也旨在于覆盖被编程用于执行以上描述的方法的所述步骤的计算机。

[0118] 可以通过使用专用硬件以及能够与适当软件关联地执行软件的硬件来提供各图中所示各种单元的功能、包括标注为“处理器”或者“逻辑”的任何功能块。在由处理器提供时,功能可以由单个专用处理器、由单个共享处理器或者由多个个别处理器提供,这些多个个别处理器中的一些个别处理器可以被共享。另外,术语“处理器”或者“控制器”或者“逻辑”的明确使用不应被解释为仅指代能够执行软件的硬件并且可以隐含地指代而限于数字信号处理器(DSP)硬件、网络处理器、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、用于存储软件的只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)和非易失性存储装置。还可以包括其它常规和/或定制硬件。相似地,图中所示任何开关仅为概念性的。可以通过程序逻辑的操作、通过专用逻辑、通过程序控制和专用逻辑的交互或者甚至人工执行它们的功能,特定技术如从上下文更具体理解的那样可由实施者选择。

[0119] 本领域技术人员应当理解,这里的任何框图代表体现本发明的原理的示例电路的概念视图。相似地,将理解任何程序图、流程图、状态转变图、伪代码等代表可以基本上在计算机可读介质中代表、因此由计算机或者处理器执行的各种过程、无论是否明确地示出这样的计算机或者处理器。

[0120] 说明书和附图仅举例说明本发明的原理。因此将理解本领域技术人员将能够设计虽然这里未明确地描述或者示出、但是体现本发明的原理并且被包括在它的精神实质和范围内的各种布置。另外,这里记载的所有示例主要明确的旨在于仅用于示范目的以辅助读者理解本发明的原理和发明人贡献的用于发展本领域的概念并且将解释为而限于这样的具体记载的示例和条件。另外,这里所有记载本发明的原理、方面和实施例及其具体示例的陈述旨在于涵盖其等效方式。

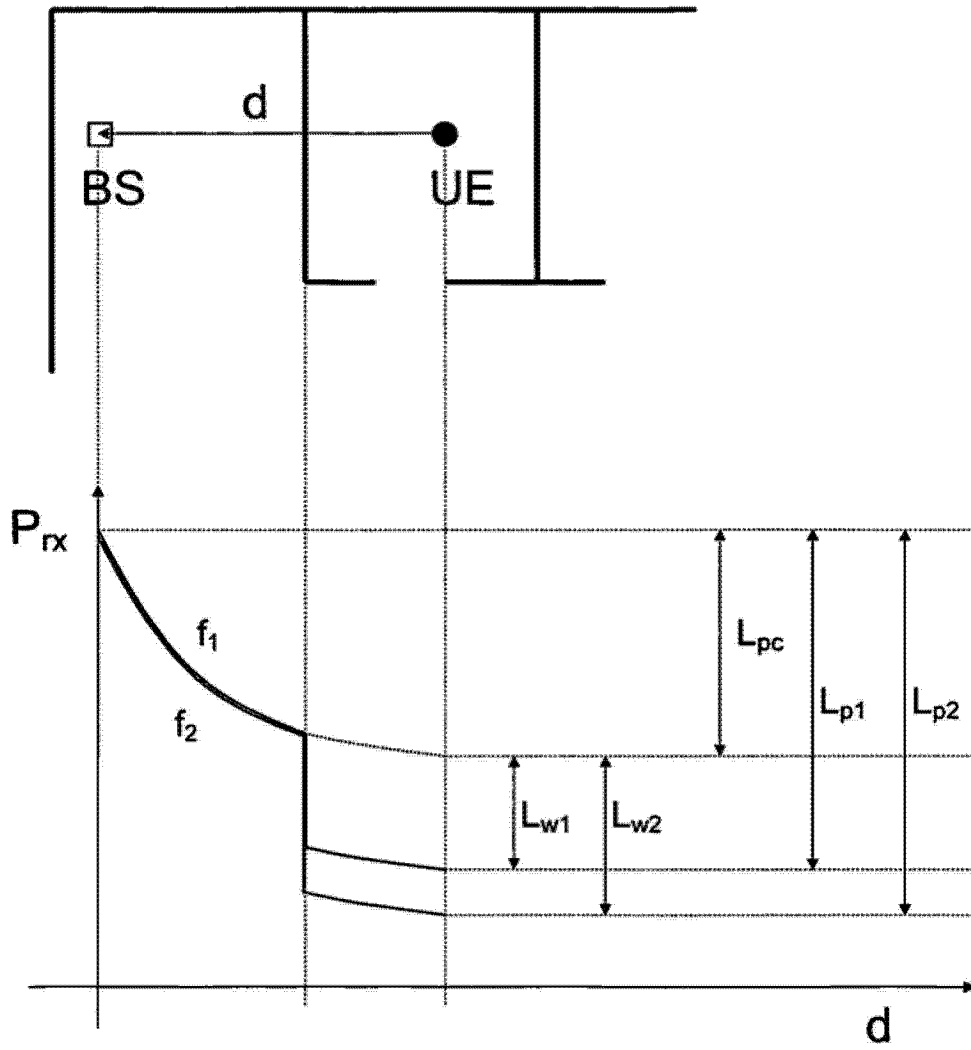


图 1

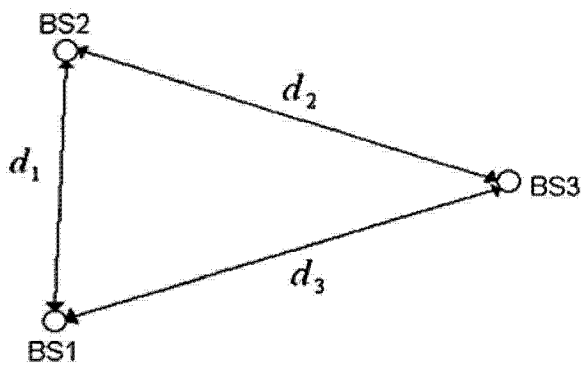


图 2

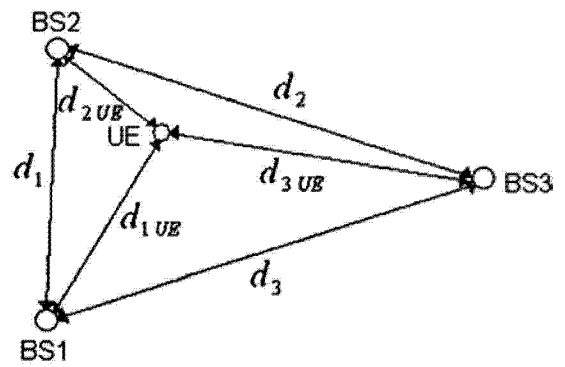


图 3