

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04Q 7/38 (2006.01)

G01S 5/02 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510057115.5

[45] 授权公告日 2007 年 3 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 1306850C

[22] 申请日 2005.6.10

[21] 申请号 200510057115.5

[73] 专利权人 重庆邮电学院

地址 400065 重庆市南岸区黄桷垭堡上园
1 号

[72] 发明人 田增山 谢显中

[56] 参考文献

CN 1437828A 2003.8.20

CN 1543099A 2004.11.3

US 6266008B1 2001.7.24

US 6236365B1 2001.5.22

审查员 王春艳

[74] 专利代理机构 重庆市恒信知识产权代理有限公司
代理人 刘小红

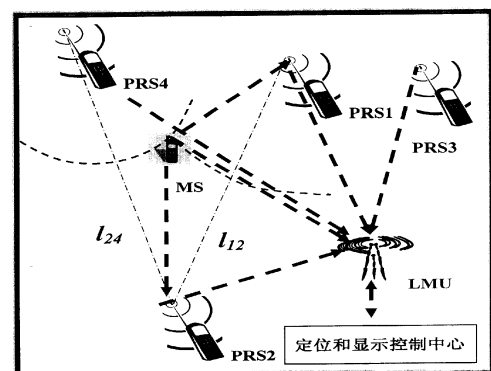
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 4 页

[54] 发明名称

基于手持中继的移动终端跟踪定位系统及定位方法

[57] 摘要

一种基于手持中继的移动终端跟踪定位系统。在蜂窝网中配置一个位置测量单元，3-4 个手持中继设备，一个控制中心，系统分为三个定位阶段。使用位置测量单元和 CDMA 基站的初始信息可以确定移动终端的初始位置范围；位置测量单元接收并鉴别移动终端和手持中继转发的移动终端信息，根据相应参数，可以构建以手持中继设备为焦点的双曲线；当有三个及其以上的手持中继设备转发的数据被检测到后，可以构建多个双曲线，双曲线的交点即为移动终端的较精确地理位置；控制中心根据手持中继转发信号的强度调度手持中继，使其逼近目标，以获取更加精确的定位值。本发明的移动终端跟踪定位系统，系统实效性强，使用方便灵活，定位精度准确。



1、 一种基于手持中继的移动终端跟踪定位系统，其特征在于：蜂窝网中包含一个位置测量单元，多个手持中继设备，一个控制中心，所述位置测量单元：利用天线方位角信息和获取的移动通信网络的信息确定待定位目标的初始范围，接收移动终端和手持中继转发的信息，并鉴别移动终端身份，将相应的信息传送给控制中心；

手持中继设备：对接收到的移动终端信号进行处理，并发送到位置测量单元；

控制中心：对位置测量单元处理的信息进行身份识别，进行待定位目标的位置求解、显示待定位目标和手持中继的位置，同时发挥指挥调度功能，控制中心通过接口与位置测量单元相连。

2、 根据权利要求 1 所述的移动终端跟踪定位系统，其特征在于：位置测量单元采用车载方式，配置多付天线。

3、 根据权利要求 1 所述的移动终端跟踪定位系统，其特征在于：手持中继设备包含：低噪声放大器、滤波器、变频器、功放器，所述手持中继设备对移动终端信号的处理包括对移动终端发送的上行信号进行滤波、变频、放大处理。

4、 根据权利要求 2 所述的移动终端跟踪定位系统，其特征在于：所述多个手持中继设备为至少三个手持中继设备，位置测量单元为三天线结构。

5、 一种基于手持中继的移动终端跟踪定位方法，其特征在于：在蜂窝网中配置一个位置测量单元、多个手持中继设备、一个控制中心；位置测量单元采用多天线结构，利用天线方位角信息和移动通信网络的基站信息获取待

定位目标的初始范围；手持中继设备接收移动终端发送的上行信道信号，处理后发送到位置测量单元；位置测量单元获取相应参数并对其进行鉴别，如为待定位目标的终端号码，将相应的参数发送到控制中心；控制中心根据获取的参数构建双曲线方程，求解方程，得到待定位目标的较精确位置坐标。

6、 根据权利要求 5 所述的移动终端跟踪定位方法，其特征在于：控制中心根据获取的不同手持中继转发的信号强度，调整手持中继的位置，逐步逼近待定位的目标。

7、 根据权利要求 5 或 6 所述的移动终端跟踪定位方法，其特征在于：其中构建双曲线方程的步骤包括：控制中心根据第一个手持中继转发到位置测量单元的参数建立距离方程 1： $L_{MP_1} + L_{P_1L} = C * (\tau_{L1} - \tau_{eM} - \tau_{eP_1} - \tau_{eL} - \tau_1)$ ；控制中心根据第二个手持中继转发到位置测量单元的参数建立距离方程 2： $L_{MP_2} + L_{P_2L} = C * (\tau_{L2} - \tau_{eM} - \tau_{eP_2} - \tau_{eL} - \tau_2)$ ，将方程 1 和方程 2 进行差分，获得双曲线方程为： $L_{MP_1} - L_{MP_2} = L_{P_2L} - L_{P_1L} + C * (\tau_{L1} - \tau_{L2} + \tau_{eP_2} - \tau_{eP_1} + \tau_2 - \tau_1)$ ；当有三个及其以上的手持中继设备转发的数据被检测到后，可以构建多个双曲线方程。

8、 根据权利要求 5 或 6 所述的移动终端跟踪定位方法，其特征在于：手持中继设备对上行信道信号的处理包括对信号进行滤波、变频、放大处理。

9、 根据权利要求 5 或 6 所述的移动终端跟踪定位方法，其特征在于：所述位置测量单元获取的相应参数为：待定位目标号码、手持中继号、信号强度（SOA）、信噪比、误码率、时间延迟。

基于手持中继的移动终端跟踪定位系统及定位方法

技术领域

本发明涉及移动通信领域，尤其涉及移动通信终端跟踪定位技术。

背景技术

目前公安、国家安全、武警部队、消防、市政应急部门等对移动电话的定位系统有着迫切的使用需求。以公安部门举例而言，目前每年利用移动电话从事犯罪活动的有关案件数量达十万余起，并且该数目还继续呈上升趋势。各地公安等相关执法部门迫切需要一套固定与移动相结合，对某一小范围特殊区域内 CDMA 移动电话进行实时、机动的移动定位系统（一套机动移动定位系统包括 1 个车载定位设备和多个便携定位设备），更有效地用技术侦察手段来打击或防范犯罪活动。

与本申请最接近的定位技术是独立于蜂窝网系统的车载 TDOA 定位技术（N. J. Thomas, D. G. Cruickshank and D. I. Laurenson. Performance of A TDOA-AOA Hybrid Mobile Location System. 3G Mobile Communication Technologies, Conference Publication No.477 IEE2001 March 2001.），或者是基于智能天线 DOA(Direct of Arrival)的定位技术（中国专利说明书，公开号 CN1474616，“期望信号初始 DOA 估计、DOA 跟踪及智能天线新方法”）。在实际使用环境中，对于车载 TDOA 定位技术需要布置三个以上的位置测量单元，使得位置测量单元布置时间过长，并且布置过多的位置测量单元，需要投入较大的资金；车载 TDOA 定位技术要求位置测量单元提供很高的授时精度（20ns 以内）使得系统的授时和冷启动时间过长，影响系统的时效性；车载

TDOA 定位技术受环境影响大，灵活性受到限制，在山区和建筑物密集的地方或者车辆无法通行的地方无法布置基站。基于智能天线的 AOA 和 AOA/TOA 定位技术需要两个或两个以上的车载基站，当采用单个车载基站时，由于 TOA 精度受限于手机终端的误差使得系统的定位误差很大；同时系统的灵活性受到很大的限制。

发明内容

当前用于特殊用户的 CDMA 移动终端跟踪定位系统主要采用基于车载的 TDOA 定位技术和基于智能天线的 AOA 或 AOA/TOA 定位技术。本发明针对上述车载基站定位系统的缺陷，提出一种基于手持中继的 CDMA 移动终端跟踪定位系统，具有系统简单，容易布置，定位精度高，适应性强等特点。

本发明解决其技术问题所采取的技术方案是：使用手持中继和车载位置测量单元联合实现对 CDMA 移动终端的定位；采用手持中继 TDOA 定位方法，为系统提供一个较高精度的初始定位解；采用手持中继设备的逐步逼近定位方法，进一步提高了系统的定位精度。

- ① 系统配置一个车载位置测量单元(LMU)和多个(3-4 个)手持中继设备(PRS-Palm Relay Station)，一个控制中心；
- ② 该系统的车载位置测量单元(LMU)采用三天线结构，利用天线方位角信息和移动通信网络基站的初始信息获取被定位目标的初始范围；
- ③ 系统的手持中继设备，将接收的移动通信系统中移动终端的上行信道信号，通过滤波器、变频器、放大器等处理后，将信号发送到车载位置测量单元；
- ④ 车载位置测量单元接收移动终端的信息，同时接收手持中继的信号，

获取相应的参数：包括手机号码、手持中继号、SOA (Strength of Arrival)、信噪比、误码率、时间延迟等；

⑤ 车载位置测量单元对接收到的手机号码进行鉴别，确定对象是否需要监控定位的目标，当检测的对象为待定位的目标时，将相应的测量参数发送到控制中心；

⑥ 控制中心根据第一个手持中继转发到车载位置测量单元的参数建立距离方程：

$$L_{MP_1} + L_{P_1L} = C * (\tau_{L1} - \tau_{eM} - \tau_{eP_1} - \tau_{eL} - \tau_1) \quad \text{公式 1}$$

⑦ 当第二个手持中继 (PRS) 转发的信号被车载位置测量单元 (LMU) 接收到后，可以构建第二个距离方程：

$$L_{MP_2} + L_{P_2L} = C * (\tau_{L2} - \tau_{eM} - \tau_{eP_2} - \tau_{eL} - \tau_2) \quad \text{公式 2}$$

将公式 1 和公式 2 进行差分，可获得双曲线方程为：

$$L_{MP_1} - L_{MP_2} = L_{P_2L} - L_{P_1L} + C * (\tau_{L1} - \tau_{L2} + \tau_{eP_2} - \tau_{eP_1} + \tau_2 - \tau_1) \quad \text{公式 3}$$

⑧ 求解移动终端的位置坐标：当有三个或者三个以上的手持中继时，转发的信号被车载位置测量单元接收到后，可构建两个及其以上的双曲线方程，使用最小二乘算法确定移动终端的位置坐标；

⑨ 根据系统获取的不同手持中继转发信号的强度，调整手持中继的位置，逐步逼近待定位的目标，以达到高精度的定位和跟踪。

采用本发明的移动终端跟踪定位系统及定位方法，能克服现有车载基站定位系统的缺陷，只需一个定位基站，节约了建设成本，设备投入减少 50%；系统实效性强，定位实时性提高 2-3 秒；使用方便灵活，可用于环境复杂的地方，定位精度准确，定位精度提高接近 33%。

附图说明

图 1 所示为手持中继的 CDMA 移动终端跟踪定位系统结构图

图 2 所示为移动终端初始范围捕获图

图 3 所示为手持中继设备 (PRS- Palm Relay Station) 功能结构简图

图 4 所示为系统信息传播图

图 5 所示为两个手持中继双曲线构建图

图 6 所示为双曲线定位图

图 7 所示为逐步逼近定位示意图

具体实施方式

图 1 所示为手持中继的 CDMA 移动终端跟踪定位系统结构图，在蜂窝网中设置一个位置测量单元 (LMU-Location Measurement Unit)，该单元可以采用车载方式；同时该系统还包含 3-4 个手持中继设备 (PRS- Palm Relay Station)；另外系统还包含了一个用于定位、显示、指挥调度的控制中心。中心可直接放置在车内，同 LMU 通过接口相连。

LMU：位置测量单位，测量移动终端和手持中继转发的移动终端信息，同时将相应的信息传送给控制中心；

PRS1-PRS4：手持中继设备，对移动终端的信号进行滤波、放大、变频等处理，将信号发送到 LMU；

定位和显示控制中心：对 LMU 处理的信息进行身份识别，对移动终端进行位置求解、显示；显示手持中继的位置，同时发挥指挥调度等功能。

图 2 所示为移动终端初始范围捕获图，该系统的车载位置测量单元采用三天线结构。位置测量单元根据 MS (Mobile Station 移动终端) 发来的信号计

算出移动终端与位置测量单元的相对方位角 AOA 为 θ (采用多天线场强差分方法, 实现 AOA 的快速估计), 利用天线方位角信息和移动通信网络的信息获取被定位对象的初始范围, 即以方位角 θ 绘制射线 l , 这就可以得到从位置测量单元以 θ 角度的一条射线 l , 则移动终端位于以射线 l 为中线, 夹角为 20 度 (角度估计误差) 的扇形范围内。同时根据 CDMA 的作用距离 R 可以构建一个以 CDMA 基站为圆点半径为 R 的圆, 移动终端的初始位置在上述两个区域的交汇处 (如图 2 所示的 ABCD 四边形范围内)。

图 3 所示为手持中继设备 (PRS- Palm Relay Station) 功能结构简图, 根据初始位置布置手持中继设备, 该中继设备将移动终端发送的上行信号, 通过滤波、变频、放大等处理后将接收到的信号发送到车载位置测量单元。

图 4 所示为系统信息传播图, 位置测量单元接收移动终端的信息, 同时接收手持中继的信号并进行处理, 获取相应的参数: 手机号码、手持中继号、SOA (Strength of Arrival)、信噪比、误码率、时间延迟等。

车载位置测量单元对接收到的手机号码进行鉴别, 确定对象是否为需要监控定位的目标, 当检测到对象为需要监控的目标时, 将相应的测量参数发送到控制中心, 控制中心根据测量参数建立距离方程。设第一个手持中继转发的信号包含有被监控移动终端的信息, 可建立距离方程 (公式 1) 如下:

$$L_{MP_1} + L_{P_1L} = C * (\tau_{L1} - \tau_{eM} - \tau_{eP_1} - \tau_{eL} - \tau_1) \quad \text{公式 1}$$

其中: L_{MP_1} 为移动终端 (MS) 到第一个手持中继 (PRS1) 之间的距离;

$$\text{且 } L_{MP_1} = \sqrt{(x_M - x_{P_1})^2 + (y_M - y_{P_1})^2},$$

(x_M, y_M) : 移动终端坐标, 为待求值;

(x_{P_1}, y_{P_1}) : 手持中继坐标, 为已知值;

L_{P_1L} : 为第一个手持中继 (PRS1) 到车载位置测量单元 (LMU) 之间的距离;

且 $L_{P_1L} = \sqrt{(x_L - x_{P_1})^2 + (y_L - y_{P_1})^2}$, (x_L, y_L) : LMU 坐标, 为已知值;

C : 光速;

τ_{L1} : 移动终端 (MS) 发送的信号通过第一个手持中继 (PRS1) 转发到车载位置测量单元 (LMU) 通过 LMU 测量的信号时间延迟量, 为已知值;

τ_{eM} : 为移动终端 (MS) 的时钟误差, 为未知量;

τ_{eP_1} : 为信号通过第一个手持中继 (PRS1) 转发过程中, 手持中继带来的时间延迟, 为未知量, 该未知量的误差在 $1\mu s$ 范围以内, 但是该变量可以通过校正消除;

τ_{eL} : 为车载位置测量单元 (LMU) 的时钟误差, 为未知量, 该未知量的误差范围在 $100ns$ 以内;

τ_1 : 为信号通过第一个手持中继转发信号在信号传播过程中的误差, 如多径、NLOS (Non-Line-of-Sight) 等。

当有第二个手持中继 (PRS2) 转发的信号被车载位置测量单元 (LMU) 接收到后, 可以构建第二个距离方程 (公式 2),

$$L_{MP_2} + L_{P_2L} = C * (\tau_{L2} - \tau_{eM} - \tau_{eP_2} - \tau_{eL} - \tau_2) \quad \text{公式 2}$$

将公式 1 和公式 2 进行差分, 可获得双曲线差分方程 (公式 3), 如图 5 所示, 其中, l_{12} 为以手持中继 (PRS1 和 PRS2) 为焦点的双曲线。双曲线方程为:

$$L_{MP_1} - L_{MP_2} = L_{P_2L} - L_{P_1L} + C * (\tau_{L1} - \tau_{L2} + \tau_{eP_2} - \tau_{eP_1} + \tau_2 - \tau_1) \quad \text{公式 3}$$

公式 3 描述的是以两个手持中继 (PRS1、PRS2) 为焦点的双曲线方程。

分析上式, 可知: $L_{MP_1} - L_{MP_2}$: 表示移动终端到两个手持中继 (PRS1、PRS2) 的距离差;

$L_{P2L} - L_{P1L}$: 车载位置测量单元到两个手持中继 (PRS1、PRS2) 的距离差, 为已知值;

$\tau_{L1} - \tau_{L2}$: 移动终端信号通过两个手持中继 (PRS1、PRS2) 转发后信号传播的时间延迟差分; 为已知值;

$\tau_{eR2} - \tau_{eR1}$: 两个手持中继 (PRS1、PRS2) 转发信号过程中, 手持中继的转发时间延迟差, 该延迟差可以通过标校确定对应的误差, 误差范围在 10ns 范围以内;

$\tau_2 - \tau_1$: 信号通过两个手持中继转发过程中, 信号传播误差, 这些误差只有通过多径和 NLOS (Non-Line-of-Sight) 抑制算法消除。

公式 3 消除了移动终端和车载位置测量单元的时钟误差, 这些误差范围在 $20 \mu s$ 范围以内, 是主要的误差。同时使用该算法后, 对车载位置测量单元的授时精度要求降低。

采用中继差分算法消除了位置测量单元同步误差, 采用中继差分算法消除了手持中继设备传送时间误差。

如图 6 所示为双曲线定位图, 当有三个或者三个以上的手持中继时, 可构建两个及其以上的双曲线方程, 当移动终端信号经过三个手持中继 (PRS1、PRS2、PRS4) 转发后被位置测量单元 (LMU) 接收到后, 利用公式 3 可构建以手持中继 (PRS1 和 PRS2) 为焦点的双曲线 l_{12} 以及以手持中继 (PRS2 和 PRS4) 为焦点的双曲线 l_{24} , 使用最小二乘算法确定移动终端的位置坐标, 则移动终端位于两个双曲线的交点上。该定位值为比较精确的定位值, 同时将目标的位置显示在电子地图上。

如图 7 所示, 通过求解双曲线方程获得较为准确的移动终端位置后, 为

获取更为精确的定位值，控制中心根据手持中继信号参数（如手持中继转发信号的强度）调整手持中继的位置，使其逼近目标点，再根据逼近后获取的参数值，进行多次逼近，以获取更加精确的定位结果。

以上实施例虽然是以 CDMA 移动通信系统进行说明，但在本领域技术人员能够理解的范围内，本发明的定位方法适合 GSM 等其它移动通信系统的目标定位。

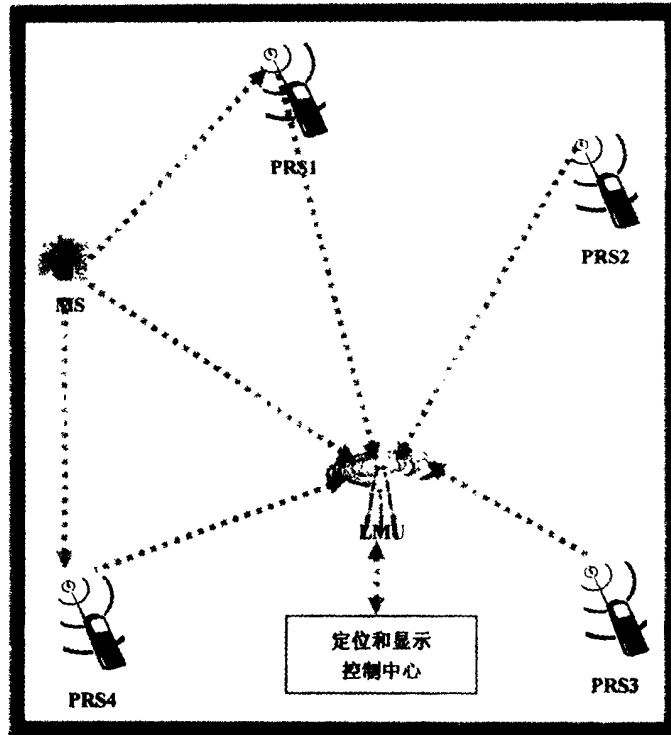


图 1

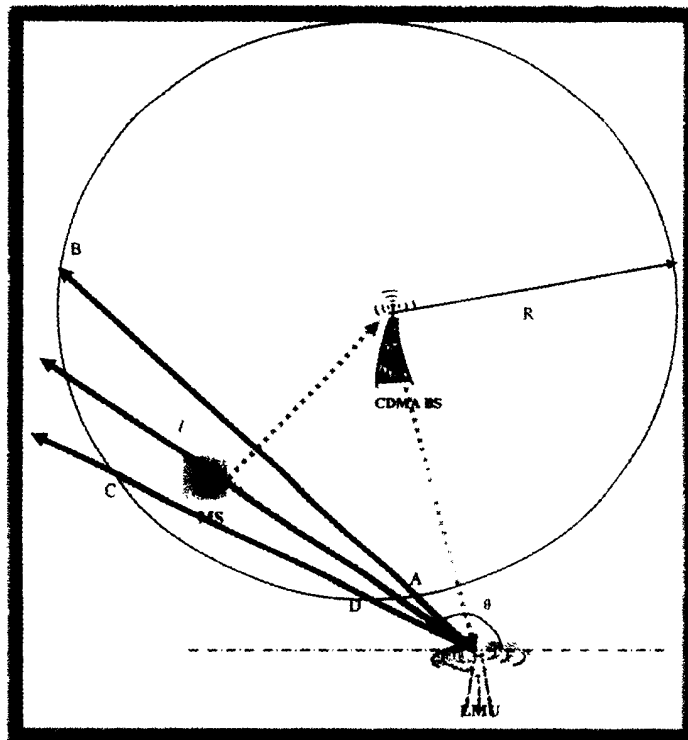


图 2

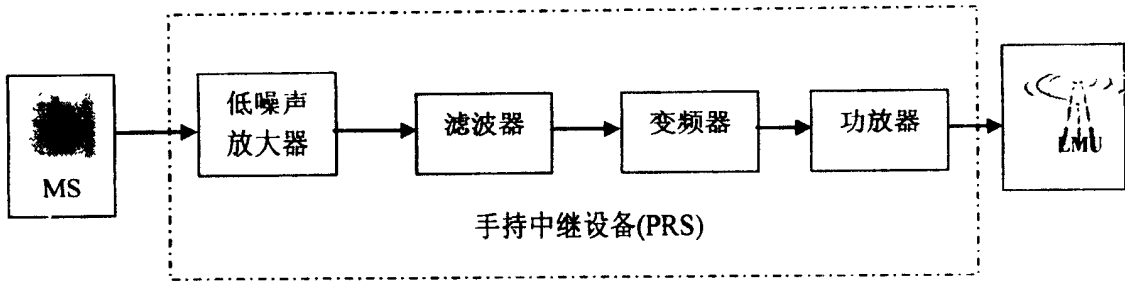


图 3

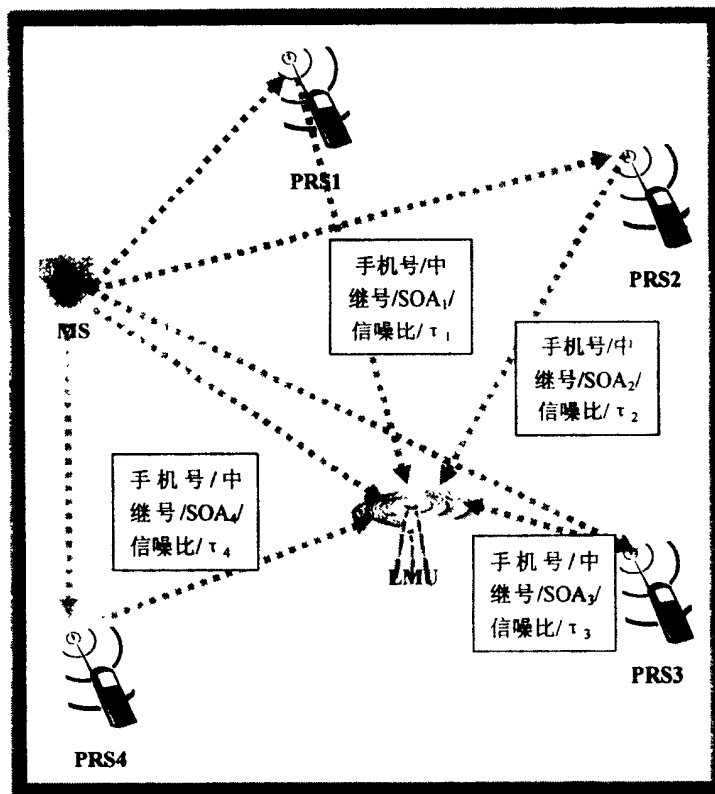


图 4

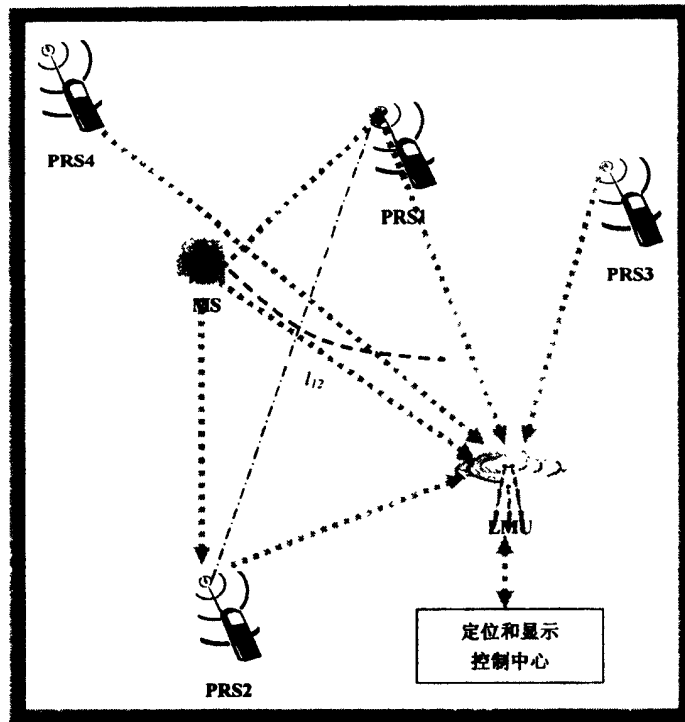


图 5

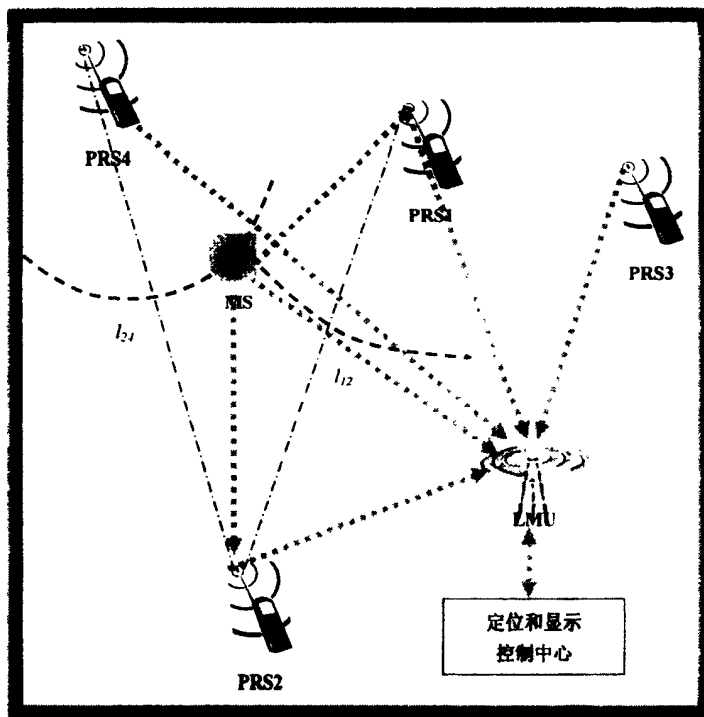


图 6

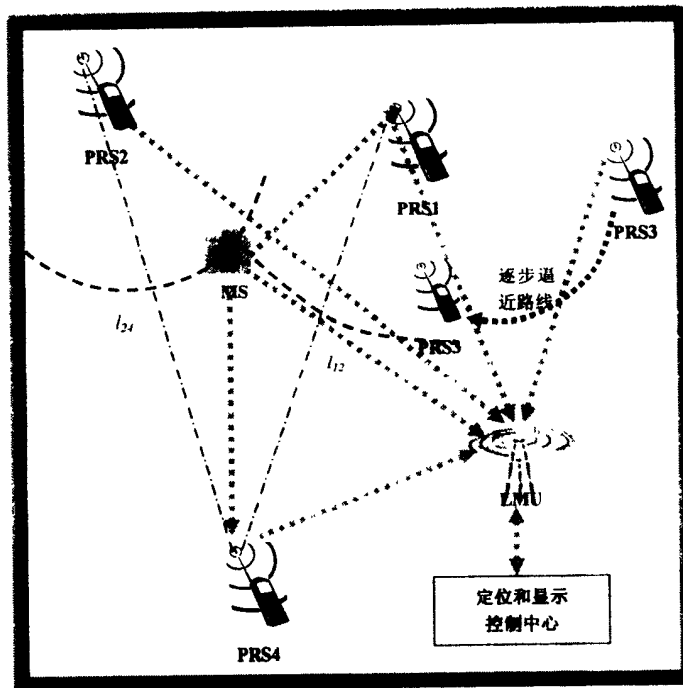


图 7