

# 采用动态窗口宽度和二次平均算法的 SSOA 定位方法<sup>1</sup>

朱良学 朱近康

(中国科学技术大学个人通信与扩频实验室 合肥 230027)

**摘 要** 信号的中值估计是到达信号强度 (SSOA) 定位的核心, 其误差主要来源于信道的快衰落和阴影 (慢) 衰落。信号平均是获得信号中值估计的重要手段。该文提出了二次平均和动态窗口宽度算法以提高中值估计精度, 从而达到进一步提高定位精度的目的。计算机仿真结果表明, 在衰落信道中, 二次平均算法的定位精度比传统方法约高 30%。采用动态窗口宽度后, 可保证在移动台低速运动时仍具有较高的定位精度。

**关键词** 蜂窝定位, 到达信号强度, 中值估计

**中图分类号** TN929.5

## 1 引 言

由于社会信息化进程越来越快, 信息的随时“获取”和“彼此相通”, 对移动通信系统提出了更高的要求。人们在获得高质量的话音、数据、图像等各种信息服务的同时, 还希望移动通信系统能给他们带来更多的便利和服务, 蜂窝定位技术正是这样一项随时代潮流应运而生的新兴技术。蜂窝定位技术有着十分广阔的应用前景<sup>[1-5]</sup>, 大致可归纳为两类: 一是为其它系统提供必要的位置报告业务, 如 110 报警系统和智能运输系统 (ITS) 等; 二是为移动通信系统本身的资源管理和分配提供必要的信息, 如越区切换<sup>[6]</sup>(handoff) 和动态资源管理<sup>[7]</sup>等。移动台定位可以采用不同的方法来实现<sup>[2-4]</sup>。其基本技术手段有 3 种<sup>[1]</sup>: 基于到达信号强度 (Signal Strength of Arrival, SSOA), 基于信号到达角度 (Angle of Arrival, AOA) 和基于信号到达时延 (差)。

AOA 方法的主要缺点有<sup>[8]</sup>: (1) 对天线的方向性要求过高, 因而天线的结构复杂; (2) 多径效应和各种环境因素会引起波前扭曲; (3) 天线波束形成需要足够长的时间, 定位只能在业务信道上完成。长时间不通信的用户, 其位置数据就不能及时更新; (4) 离基站越远波束越宽, 定位精度会随移动台和基站之间距离增加而下降。

TOA/TDOA 方法通过估计信号在基站和移动台间的传播时延 (TOA, Time Of Arrival) 或时延差 (TDOA, Time Difference Of Arrival) 来估算移动台坐标。这种方法只有在基站 (至少是相邻的基站) 之间精确同步的前提下才可能有很高的精度。1ns 的同步误差对定位精度有约 0.3m 的影响。事实上, 现有移动通信系统并不要求基站之间准确同步, 如 IS-95 规范要求基站间同步误差只要小于 3 $\mu$ s 就可满足通信要求, 而 GSM 系统基站间不需要准确同步, 虽然 GSM 系统内有一个时延估计 TA (Time Advance), 但它的精度很低, 最高只能提供 554m 的定位精度<sup>[3]</sup>。要实现较高精度的 TOA/TDOA 定位, 必须对现有系统做较大的改动。除此之外, 和 AOA 方法一样, TOA/TDOA 方法也会受到多径 (Multipath) 和非视距 (Non-line of sight) 传播的影响。

基于到达信号强度就是通过测量信号的衰减程度来估计移动台和多个基站之间的距离, 然后再通过这些距离估计移动台坐标。和 TDOA 和 AOA 方法相比, SSOA 方法易于实现, 对现有通信系统的改变较少, 若采用遥测定位 (Remote-positioning) 方式, 还可实现现有移动台的定位, 因而成本较低。快衰落和慢衰落是影响其定位精度的主要因素。它们使信号强度在半波

<sup>1</sup> 2000-02-20 收到, 2000-12-11 定稿  
国家 973 和 华为公司资助项目

长范围内的变化最大达到 30~40dB。为提高定位精度, 文献 [9-11] 均直接或间接采用了信号平均的方法, 平均的主要目的是消除快衰落, 即瑞利衰落, 而将阴影衰落的影响转化为距离或位置估计误差后再作经验处理 [8] 或线性统计处理 [7]。本文推导出在阴影衰落影响下, 距离估计值服从对数正态分布, 其在线性坐标下的估计是恒定有偏的, 当各路阴影衰落不一致时, 它严重影响定位的精度。因此, 本文提出了二次平均算法, 降低了位置估计误差。本文的第 2 节首先确定了定位模型, 然后在四基站遥测定位模型的基础上分析了位置估计误差和信号中值测量误差之间的关系。第 3 节讨论传播模型和中值估计, 提出了二次平均算法, 并给出了算法的表达式。第 4 节介绍了计算机的仿真条件和部分结果。由于在移动台处于低速运动状态时, 信号平均不能很好地消除衰落并获得精度较高的中值估计 [12], 所以, 本文第 5 节还提出了速度估计, 以及随速度变化动态调整平均窗口宽度的算法, 给出了部分仿真结果。

## 2 定位方程和定位误差

在 SSOA 定位系统中, 距离测量总是基于 Okumura 传播模型 [6,11]:

$$\bar{r} = k P_t \bar{d}^{-\alpha} \quad (1)$$

式中  $P_t$  为发射功率;  $k$  为常数, 它和传播环境有关;  $\bar{d}$  为移动台与基站之间的距离;  $\alpha \geq 2$  为传播路径的衰落因子;  $\bar{r}$  为接收信号强度的中值。信号中值的测量既可以由移动台来实现也可以由基站来完成 [3]。前者叫自定位, 后者叫遥测定位。如图 1 所示, 在自定位方式下, 移动台测量来自多个基站的 SSOA 以估计自己和它们之间的距离, 最后确定自身的位置。遥测定位正好相反。显然, 自定位方式要求各基站的发射信号功率一致或对移动台是透明的。对于前一种情况, 即使选择控制信道, 实际的发射信号功率也有约小于 3dB 的偏差 [11], 根据 (1) 式, 3dB 的功率误差将引起约 20% 的距离估计误差。对于后一种情况, 系统除了要有功率测量功能外, 还必须具有数据传输能力。所以本文采用遥测定位方式。

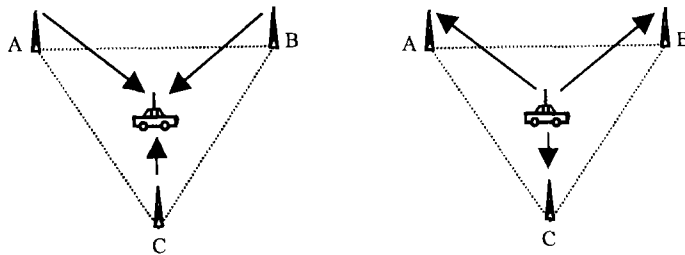


图 1 蜂窝定位的实现方式

设  $(\bar{x}, \bar{y})$  和  $(x_i, y_i)$  分别为移动台和第  $i$  个基站的坐标,  $\bar{d}_i$  是它们之间的距离, 则移动台处于以基站为圆心,  $\bar{d}_i$  为半径的圆上:

$$(\bar{x} - x_i)^2 + (\bar{y} - y_i)^2 = \bar{d}_i^2 \quad (2)$$

假定相邻基站间传播路径的衰减因子相同, 参加定位的基站数为  $n$ 。将 (1) 和 (2) 式联立可得定位矩阵方程:

$$A \cdot P = B \quad (3)$$

$$\text{其中 } A = \begin{bmatrix} x_1 - x_2 & y_1 - y_2 & \bar{r}_1^{2/\alpha} - \bar{r}_2^{2/\alpha} \\ x_2 - x_3 & y_2 - y_3 & \bar{r}_2^{2/\alpha} - \bar{r}_3^{2/\alpha} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_n - x_1 & y_n - y_1 & \bar{r}_n^{2/\alpha} - \bar{r}_1^{2/\alpha} \end{bmatrix}_{n \times 3}; P = [\bar{x} \ \bar{y} \ C]'; B = [x_1^2 - x_2^2 + y_1^2 - y_2^2 \quad x_2^2 -$$

$x_3^2 + y_3^2 - y_3^2 \quad \cdots \quad x_n^2 - x_1^2 + y_n^2 - y_1^2]'; C$  是与移动台发射功率及传播环境有关的量。

可以看出,  $A$  中任意行向量为其它行向量的线性组合, 即  $A$  的秩最大为  $n-1$ , 所以估计二维坐标的遥测定位模型至少需要 4 个基站, 比通常所说的“三基站定位”多一个, 这是由于本模型中除移动台坐标以外, 还需估计移动台发射功率的缘故。如果移动台的发射功率是可预知的, 则只需 3 个基站就可估计移动台的二维坐标了。此外,  $A$  的行列式值只与信号中值估计的偏差有关, 而与坐标原点的选择无关。考虑四基站定位的情况, 设  $r_i$  和  $(x, y)$  分别为第  $i$  个基站信号强度中值和移动台的坐标估计值, 定义第  $i$  个基站中值估计的相对误差  $\varepsilon_i = (\bar{r}_i - r_i)/\bar{r}_i = \Delta r_i/\bar{r}_i$  和位置估计误差  $\Delta = \sqrt{(x - \bar{x})^2 + (y - \bar{y})^2}$ , 它们之间的关系可表示为

$$\Delta \approx \left[ \left( \sum_{i=1}^4 \frac{\partial x}{\partial \bar{r}_i} \Delta r_i \right)^2 + \left( \sum_{i=1}^4 \frac{\partial y}{\partial \bar{r}_i} \Delta r_i \right)^2 \right]^{1/2} = \frac{2}{|A|^2 \alpha} k^{-2\alpha} \sqrt{b_1^2 + b_2^2} \sum_{i=1}^4 D_i \bar{r}_i^2 \varepsilon_i \quad (4)$$

$$\text{其中 } D_1 = \begin{vmatrix} x_3 - x_4 & y_3 - y_4 \\ x_2 - x_3 & y_2 - y_3 \end{vmatrix}; D_2 = \begin{vmatrix} x_1 - x_3 & y_1 - y_3 \\ x_3 - x_4 & y_3 - y_4 \end{vmatrix}; D_3 = \begin{vmatrix} x_2 - x_4 & y_2 - y_4 \\ x_1 - x_2 & y_1 - y_2 \end{vmatrix}; D_4 = \begin{vmatrix} x_1 - x_2 & y_1 - y_2 \\ x_2 - x_3 & y_2 - y_3 \end{vmatrix}.$$

(4) 式表明, 影响定位精度的因素有 3 个: (1) 信号中值估计误差; (2) 传播环境, 衰落因子  $\alpha$  越大, 影响越小; (3) 各定位基站的相对位置。实际中, 传播环境和各基站的位置是固定的, 所以降低定位误差的最根本途径是尽可能降低信号中值估计误差。

### 3 传播模型和中值估计算法

二次平均思想的核心就是在中值估计过程中, 将快、慢两种衰落依各自的分布特性, 单独处理。我们知道, 当移动台在蜂窝系统覆盖区内移动时, 基站接收的信号可表示为<sup>[11]</sup>

$$r(t) = l(t)n(t) \quad (5)$$

其中  $l(t)$  和  $n(t)$  分别表示慢衰落和瑞利快衰落。  $l(t)$  还可进一步分解为随距离变化的传播路径损耗和对数阴影衰落。设阴影衰落  $\xi(t)$  为  $(0, \sigma)$ dB 的正态分布, 则 (5) 式可改写成

$$r(t) = l(t)n(t) = 10^{\xi(t)/10} \bar{r} n(t) \quad (6)$$

由于阴影衰落相对于快衰落变化很慢, 且互不相关, 中值估计通常通过下式来实现。

$$\begin{aligned} E[r(t)] &= E[l(t)n(t)] = E[l(t)]E[n(t)] \\ &\approx \frac{1}{\tau_1 \tau_2} \int_{-\tau_2/2}^{\tau_2/2} l(t) dt \int_{-\tau_1/2}^{\tau_1/2} n(t) dt \approx \frac{1}{\tau_2} \int_{-\tau_2/2}^{\tau_2/2} l(t)n(t) dt \end{aligned} \quad (7)$$

(7) 式中  $\tau_2 \gg \tau_1$  为瑞利平均和阴影平均的窗口宽度。但是, 阴影衰落和瑞利衰落分别属于不同的分布, 它们的分布函数可写为

$$p(l) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2\pi}(\sigma \ln 10/10)} \exp\left(-\frac{(\ln l - \ln \bar{l})^2}{2(\sigma \ln 10/10)^2}\right), & (0 \leq l \leq \infty) \\ 0, & (l < 0) \end{cases} \quad (8)$$

$$p(n) = \begin{cases} \frac{n}{\sigma_n^2} \exp\left(-\frac{n^2}{2\sigma_n^2}\right), & (0 \leq n \leq \infty) \\ 0, & (n < 0) \end{cases} \quad (9)$$

根据 (8) 式可进一步推出, 阴影衰落使距离估计值也服从对数正态分布

$$p(d) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2\pi}[\sigma \ln 10/(10\alpha)]} \exp\left(-\frac{(\ln d - \ln \bar{d})^2}{2[\sigma \ln 10/(10\alpha)]^2}\right), & (0 \leq d \leq \infty) \\ 0, & (d < 0) \end{cases} \quad (10)$$

$l(t)$ ,  $n(t)$ ,  $d$  三者在线性和对数坐标下的均值分别为

$$E[l] = \bar{l} e^{(\sigma \ln 10)^2/200}; \quad E[10 \log l] = 10 \log \bar{l} \quad (11a)$$

$$E[n] = (\sqrt{\pi}/2)\sigma_n; \quad E[10 \log n] = 10 \log \sigma_n - \gamma \quad (11b)$$

$$E[d] = \bar{d} e^{(\sigma \ln 10)^2/(200\alpha^2)}; \quad E[10 \log d] = 10 \log \bar{d} \quad (11c)$$

(11b) 式中,  $\gamma = 0.577216/\ln 10$ 。(11) 式指出: 在线性和对数坐标下的中值估计有恒定偏差, 而且偏差恒与快 / 慢衰落程度及传播环境的衰落因子有关。当移动台和各基站之间传播路径的衰落相同时, 偏差被定位方程中的  $C$  吸收, 不会对定位构成影响。事实上, 各传播路径衰落和损耗各不相同, 这些偏差必然对定位构成影响。所以, 对不同的衰落应选择不同平均方法, 使中值估计值为无偏的。也就是说, 不论是在线性坐标或是对数坐标下, (7) 式都不能给出理想的中值估计。根据 (11) 式的结果, (7) 式应改写为

$$\bar{r} \approx 10 \left\{ \frac{1}{\tau_2} \int_{-\tau_2/2}^{\tau_2/2} \log l(t) dt \right\} \left\{ \frac{1}{\tau_1} \int_{-\tau_1/2}^{\tau_1/2} n(t) dt \right\} \quad (12a)$$

$$\bar{r} \approx 10 \left\{ \frac{1}{\tau_2} \int_{-\tau_2/2}^{\tau_2/2} L(t) dt \right\} \left\{ \frac{1}{\tau_1} \int_{-\tau_1/2}^{\tau_1/2} 10^{N(t)} dt \right\} \quad (12b)$$

(12a) 和 (12b) 式中,  $L(t) = \log l(t)$ ,  $N(t) = \log n(t)$ 。它们分别给出了在线性和对数坐标下二次平均的原理式。由于阴影衰落比瑞利衰落慢, 可以假定  $l(t)$  在  $\tau_1$  时间内为常数, (12) 式的实现就可分成两步完成, 先对瑞利衰落平均, 后对阴影衰落平均。如果, 瑞利平均不按 (12b) 式处理, 而是直接在对数坐标下完成, 可参照文献 [13] 作如下修正。

$$E_{\text{opt}} = 10[\log(20T) - (H_{N-1}/\ln 10)] \quad (13)$$

(13) 式中,  $T = \sum_{j=1}^N n(j)$  为对数坐标下接收信号的样值平均;  $H_N = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{N}$ ;  $N$  为采样点数。

#### 4 计算机仿真

依据上述分析结果, 我们进行了计算机仿真。仿真条件确定如下: 蜂窝系统为 900MHz GSM 系统, 移动台的移动速度为 90km/h, 移动路线为  $A$ ,  $B$  两条, 如图 2 所示,  $A$  为从起点

(1250, 2165)m 到终点 (3750, 2165)m 的直线;  $B$  为从起点到终点的折线, 两拐点坐标分别为 (1875, 1665)m 和 (3125, 2665)m。快衰落采用 GSM 建议的  $RA_6$  典型郊区模型和  $TU_{12}$  典型市区模型, 阴影衰落的方差取 12dB<sup>[14]</sup>。根据瑞利衰落和阴影衰落特性, 参照文献 [11], 瑞利平均的窗口宽度取为 20~40 $\lambda$ (波长), 对数阴影衰落处理窗口宽度大于 20 倍瑞利平均的窗口宽度。考虑到实际中接收信号为对数放大(目的为提高动态范围), 故瑞利平均依 (13) 式做修正。由于阴影衰落的对数平均与阴影衰落的方差和衰落因子无关, 所以阴影衰落的处理直接采用对数坐标下的样值平均。对比方法采用传统的平均算法<sup>[7,10,11]</sup>。移动台坐标求解采用五基站最小二乘算法<sup>[7]</sup>。

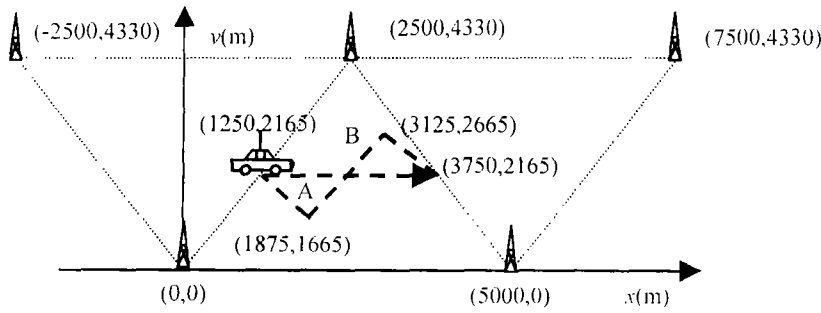


图 2 移动台移动路线和基站坐标示意图

仿真结果表明, 当各传播路径的阴影衰落和衰落因子相同时, 传统方法和二次平均算法的结果无明显区别, 当每路阴影衰落额外增加一个服从  $N(0, 3)$  分布摆动(各路径的阴影衰落是部分相关的)时, 每路的衰落因子取为 3~4 均匀分布时, 二次平均算法比传统算法的定位误差约低 30%。定位误差的均方根值均小于 100m。由于  $A$ 、 $B$  两路线仿真结果的统计特性无明显差别, 故图 3 和图 4 只给出了  $B$  路线的两次仿真结果。“+”为传统方法估计的坐标点, “\*”为二次平均算法估计的坐标点, “-”为实际坐标(以下同)。图 3 中传统平均算法的定位误差的方差为 106.3298m; 二次平均算法的方差为 84.7507m。图 4 中传统平均算法的定位误差的方差为 135.8074m; 二次平均算法的方差为 92.0621m。

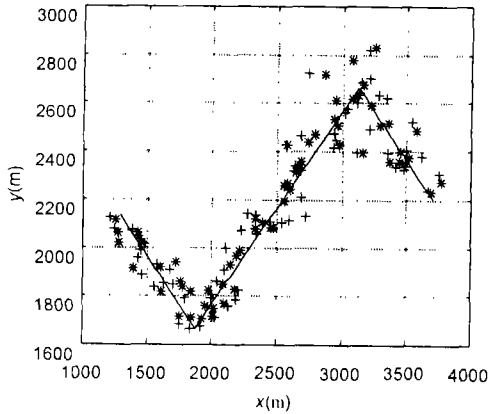


图 3  $RA_6$  模型下  $B$  路线的位置估计

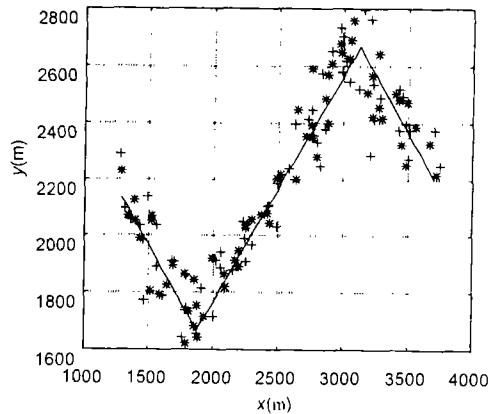


图 4  $TU_{12}$  模型下  $B$  路线的位置估计

## 5 速度估计和动态窗口宽度

在 SSOA 方法中, 信号平均是降低多径和阴影衰落影响的重要手段。但是, 当移动台处于低速运动或静止状态时, 信号平均中值估计的可靠性会下降<sup>[12]</sup>。提高可靠性的有效方法是在移动台速度较低时, 延长信号平均的窗口宽度, 这就是动态调整信号平均窗口的出发点。如前所述, 不论是瑞利衰落还是阴影衰落, 都是随距离变化的, 只要移动台移动足够长的距离, 就可以获得较好的中值估计。也就是说, 信号平均的窗口宽度只要能 and 移动的距离相匹配, 就可获得较好的中值估计。窗口宽度和移动距离的关系可表示为

$$W = KD = K \int_{t_1}^{t_1+W} v(t)dt \approx K \sum_{i=1}^{W/\Delta t} \Delta tv(i\Delta t) \quad (14)$$

$W$  为窗口宽度,  $D$  为在窗口时间内移动台的移动距离,  $v$  为移动速度,  $t_1$  为平均窗口的起点时间,  $\Delta t$  是速度估计的时间间隔,  $K$  为常数, 它实现量纲的转换。具体的实现方法是: 先按传播规律确定消除两种衰落的距离门限, 然后从  $t_1$  开始依时间间隔  $\Delta t$  作速度估计并以 (14) 式累加移动距离, 当距离达到门限时, 对所采集数据做一次信号中值估计。

综上所述, 粗略估计移动台的移动速度是动态调整窗口宽度的关键。传统的速度估计方法<sup>[7]</sup>是计算单位时间内的位置变化, 但由于移动台在低速运动时位置估计本身就不可靠, 其结果并不能说明问题。我们知道, 电平通过率 $N_r$ 和移动速度有恒定关系  $N_r = (\sqrt{2\pi}/\lambda)\rho e^{-\rho^2}$ ,  $\rho = R/R_{\text{rms}}$ ,  $R$  为接收信号幅度,  $R_{\text{rms}}$  为  $R$  的均方根值,  $\lambda$  为载波波长。根据这个恒定关系可较好地估计移动台的移动速度。有了移动台的速度估计, 就不难估计移动台的移动距离。

实际中, 当移动台处于静止状态时, 接收信号的包络也会有小幅度的变化, 在  $\rho = 0$  时, 同样会有一些的通过率。为提高速度估计的精度, 本文采用了多电平通过率联合估计的方法。取  $\rho = 0, 5, 10\text{dB}$  三点速度估计的平均值。图 5 示出了当移动台沿图 2 所示 A 路线 (虚直线所示) 以速度  $v(t) = 39.27 \sin(0.01\pi t)\text{m/s}$ ,  $v(0) = 0$ , 从起点到达终点过程中所获得的速度估计。图 6 和图 7 给出了该过程中根据移动速度的估计值动态调整窗口宽度获得的位置估计。图 6

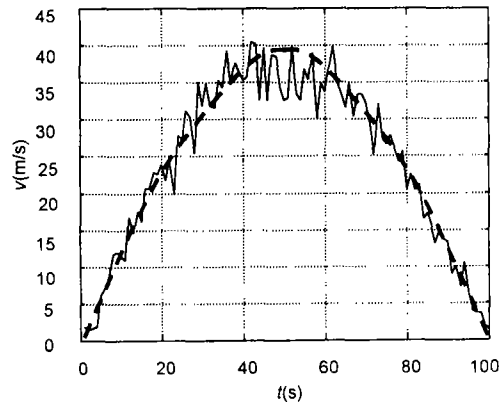
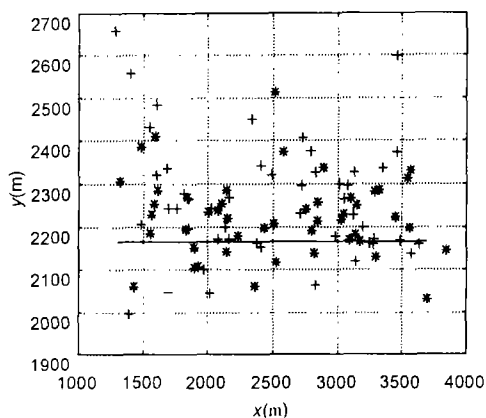
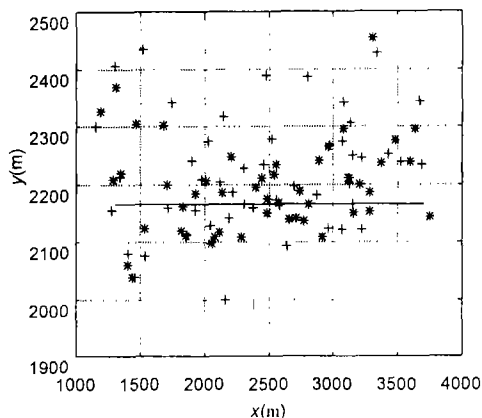


图 5 移动过程中的速率估计

中, 传统算法的定位误差的方差为  $156.6883\text{m}$ ; 二次平均算法的定位误差的方差为  $114.4680\text{m}$ 。图 7 中, 传统算法的定位误差的方差为  $162.9945\text{m}$ ; 二次平均算法的误差的方差为  $118.6656\text{m}$ 。仿真表明, 在变速率的情况下, 速度估计和窗口宽度调整存在一定的误差, 定位误差有所增大, 但二次平均算法仍能使定位精度接近  $110\text{m}$ , 其定位精度约比传统算法高 30%。

图 6  $R-A_6$  模型下动态窗口宽度  $A$  路线位置估计图 7  $TU_{12}$  模型下动态窗口宽度  $A$  路线位置估计

## 6 结 论

比较而言,在三种基本定位方法中,SSOA方法最易实现,对移动通信系统改变最少。本文的仿真结果表明,在信号的传播规律和Okumura模型基本一致的前提下,本文方法可达到较高的定位精度。

**致谢** 在计算机仿真和撰写本文的过程中,我们得到张磊、张治和龚明等同学的大力帮助,在此一并表示衷心感谢!

## 参 考 文 献

- [1] J. H. Reed, K. J. Krizman, B. D. Woerner, T. S. Rappaport, An overview of the challenges and progress in meeting the E-911 requirement for location service, *IEEE Commun. Mag.*, 1998, 36(4), 30-37.
- [2] M. van Steen, V. Universiteit, *et al.*, Locating objects in wide-area systems, *IEEE Commun. Mag.*, 1998, 36(4), 104-109.
- [3] C. Draue, M. Macnaughtan, C. Scott, Position GSM telephones, *IEEE Commun. Mag.*, 1998, 36(4), 46-54.
- [4] J. M. Zagami, S. A. Parl, *et al.*, Providing universal location services using a wireless 911 location network, *IEEE Commun. Mag.*, 1998, 36(4), 66-71.
- [5] S. Tekinay, *et al.*, Performance benchmarking for wireless location systems, *IEEE Commun. Mag.*, 1998, 36(4), 72-76.
- [6] N. Benvenuto, F. Santucci, A least squares path-loss estimation approach to handover algorithms, *IEEE Trans. on Vehicle Tech.*, 1999, VT-48(3), 437-446.
- [7] M. Hellebrandt, R. Mathar, M. Scheibenbogen, Estimating position and velocity of mobiles in a cellular radio network, *IEEE Trans. on Vehicle Tech.*, 1997, VT-46(2), 65-71.
- [8] L. A. Stilp, Examining the coming revolution in location services, forum. <http://www.trueposition.com> (Trueposition Systems), 1999, 7.
- [9] W. Figel, N. Shepherd, W. Trammell, Vehicle location by a signal attenuation method, *IEEE Trans. on Vehicle Tech.*, 1969, VT-18(11), 105-110.
- [10] M. Hata, T. Nagatsu, Mobile location using signal strength measurement in a cellular system, *IEEE Trans. on Vehicle Tech.*, 1980, VT-29(5), 245-251.
- [11] Han-lee Song, Automatic vehicle location in cellular communications systems, *IEEE Trans. on Vehic. Tech.*, 1994, VT-43(11), 902-908.

- [12] J. Caffery, Jr. G. Stuber, Overview of radiolocation in CDMA cellular systems, *IEEE Commun. Mag.*, 1998, 36(4), 38-45.
- [13] D. Wong, D. C. Cox, Estimating local mean signal power level in a Rayleigh fading environment, *IEEE Trans. on Vehicle Tech.*, 1999, VT4-8(5), 956-959.
- [14] T. S. Rappaport, *Wireless Communications Principles and Practice*, Prentice Hall, Inc., a Simon & Schuster Company, 1996, chapter 3, chapter 4.

## SIGNAL-STRENGTH-OF-ARRIVAL LOCATION USING DYNAMIC WINDOW-WIDTH AND DOUBLE-AVERAGING ALGORITHM

Zhu Liangxue     Zhu Jinkang

(*PCN and SS Laboratory, University of Science & Technology of China, Hefei 230027, China*)

**Abstract** The estimation of local mean signal strength is the core of SSOA (Signal Strength Of Arrival) location. The primary source of error is fast fading and shadowing (slow fading). Signal strength averaging is an important approach to estimate the local mean. This paper suggests a double-averaging algorithm with dynamic window-width to improve the estimation and thus enhances the location accuracy. The results of computer simulation proved that the methods improve location accuracy by 30% than traditional methods in fading channel. And, with the aid of dynamic window-width, sufficient location accuracy can be obtained while mobile station is in low mobility.

**Key words** Cellular location, Signal strength of arrival, Local mean estimation

朱良学: 男, 1967 年生, 讲师, 研究方向: 移动通信、蜂窝定位.

朱近康: 男, 1943 年生, 教授, 博士生导师, 研究方向: 扩频通信、个人通信、移动通信、无线通信.