文章编号:1001 - 893X(2010)11 - 0076 - 04

利用移动终端定位和概率分布的话务量地理分布预测*

刘 栋,杨 苹,杨 曦

(华南理工大学 电力学院 广东省绿色能源技术重点实验室,广州 510640)

摘 要:为了更加实用、快速、准确地对话务量地理分布进行预测,使用 CTR 数据作为研究数据,以移动终端定位技术为基础,将概率分布模型用于话务量地理分布的预测上,提出了一种利用移动终端定位技术和概率分布模型的话务量地理分布预测方法,并通过 MATLAB 进行实现。同时,该方法在利用移动终端定位技术进行计算时,还考虑了天线方向增益的影响,将有望降低移动终端定位技术本身所产生的误差。

关键词:无线网络规划;移动终端定位;概率分布;话务量地理分布

中图分类号:TN929.5 **文献标识码**:A doi:10.3969/j.issn.1001 - 893x.2010.11.016

Geographical Distribution Prediction of Traffic Based on Mobile Terminal Positioning and Probability Distribution

LIU Dong, *YANG Ping*, *YANG Xi*

(Guangdong Key Laboratory of Clean Energy Technology, School of Electric Power, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: In order to predict the geographical distribution of traffic more practically, rapidly, and accurately, CTR data is used as research data and a new method based on both the technology of mobile terminal positioning and model of probability distribution is proposed and realized by MATLAB. When the distribution is being calculated with the mobile terminal positioning technology, the effect of antenna pattern is also considered. So it would reduce the errors caused by the technology of mobile terminal positioning itself.

Key words: wireless network plan; terminal positioning; probability distribution; geographical distribution of traffic

1 引 言

无线网络规划中,站点的设置及容量分配、频率复用方案的制定以及基站功率优化设置均基于实际话务量分布的分析与预测[1-2]。若能定量地制定话务密度分布图,在话务密度图的基础上布站并进行频率规划和功率优化,就可将系统的干扰降至最小以获得最大的系统容量。常见话务量地理分布的解决方案是为小区均分配法和目标城市划分区域,后者较之前者有了很大的改进。但这两种方法本身都是人为预测的,缺少实测数据的参考和支持,所以据此设计的网络和实际话务量地理分布仍然会有较大的出入。国外大型企业研究机构曾尝试基于移动终端定位技术并利用 A 接口数据来预测话务量地理分布情况,从而保证对话务量地理真实分布有充分估计。但由于 A 接口数据量极其巨大,造成数据的存储、传输和处理的代价极大,因而限制了该方法在全网大面积的实际使用。

针对上述问题,本文采用数据抽样的方法,即使用 A 接口数据的抽样数据、CTR 测量数据作为话务预测的原始数据,有效减少了待处理的数据量,使其

* 收稿日期:2010 - 07 - 04;修回日期:2010 - 09 - 01

能够在无线网全网得以使用。而且本文提出将移动终端定位技术和概率分布模型相结合的话务量地理分布方法,即利用概率模型,用部分计数的方式取代普通计数,保证在数据量减少时地理分布估计的全面性和充分性。同时,本方法在利用移动终端定位技术的定位方法进行计算时,还兼顾天线发射的方向图影响,尽量减少移动终端定位技术的定位方法所产生的误差,来提高地理分布预测的精度。

2　移动终端定位技术

本文所用移动终端定位技术[3]是指利用移动通信网络的基站(BS)和移动台之间传播的无线电波信号的特征参数进行定位。该技术主要有场强模型定位方法、TOA 定位法、TDOA 定位法、TA 定位法等[4~6]。由于客观要求对网络和移动终端的修改最小、定位技术响应速度较快,所以本文综合使用场强模型定位方法和 TA 定位法,综合使用可以在一定程度上提高定位精度。但定位技术本身精度还是比较差,其中场强模型定位方法在较为理想的模型下,计算的平均定位误差为300 m左右[7]。

2.1　TA(Time Advance)定位法

在 GSM 系统中,为了使移动终端与基站同步,需要扣除基站与移动台之间的传输延时,通知移动台提前一段时间发送数据,使信号到达基站是落在指定的时间窗内,这段时间即是时间提前量(Time Advance,TA)。因此利用参数 TA 可以估计移动台和基站之间的距离。

2.2　场强模型定位法

场强定位方法的基本原理是移动终端接收的信号强度与移动终端和基站之间的距离成近似反比关系,根据测量比较接收信号的场强值、发射信号的场强值和建立的信道衰落模型,可以估算出移动终端与基站之间的距离,发射功率和传输损耗的精确公式为

$$T_p = T_{P1} + 15 + 2.14 + AG \tag{1}$$

式中,T_p 为实际发射功率,T_{P1} 为天线本身发射功率,AG 为天线方向增益;15 和 2.14 则分别是天线增益和 dB 转换到 dBm 的经验估算值。

$$L + R = T_p \tag{2}$$

式中,L 为传输损耗,R 为接收电平,T_p 为发射功率。

由于本文基于场强模型定位技术来研究话务量分布,所研究的手机信息量十分大,不可能清楚每个移动台所处的地形和天线高度,所以把奥村公式中移动台高度均取为1.5 m,所使用修正后的 Okumura – Hata 公式为

$$L = 69.55 + 26.16\ \lg f - 13.82\ \lg h_b + (44.9 - 6.55\ \lg h_b)\lg d \tag{3}$$

式中,L 为传输损耗,单位为 dBm;f 为频率,单位为 MHz;d 为收发之间的距离,单位为 km;h_b 为基站天线的有效高度,单位为 m。

3　话务量地理分布预测方法

3.1　基本原理

本方法使用前提为假设 CTR 数据中的数据抽样概率与真实通话出现概率成正比,即 CTR 数据可以真实反映通话量的地理分布。

基于移动终端定位技术和概率分布模型的话务量地理分布预测方法的基本原理为:

(1)使用真实数据并利用修正后的 Hata 公式,得到手机位置概率地理分布模型;

(2)利用 TA 定位法和场强模型定位方法求得移动终端到与其相关小区所属基站的估算距离;

(3)根据(1)中所得手机位置概率地理分布模型,并利用(2)中所求得的估算距离得出手机位置概率地理分布;

(4)由(3)中所得手机位置概率地理分布,求取单小区(蜂窝)内话务量地理分布,从而最终获得全网的话务量地理分布。

3.2　话务量地理分布的具体预测方法

基于移动终端定位技术和概率分布模型的话务量地理分布预测的具体实现步骤为:

(1)利用路测扫频数据(路测数据是由测试人员测量所得的路测点的真实测量数据),通过修正的 Hata 公式求得路测点到与其相关小区所属基站的估算距离;将估算距离与路测数据中所已知的该路测点到其相关小区(蜂窝)所属基站的实测距离相减,得到实测距离与估算距离误差的概率密度分布,将其作为手机位置概率地理分布模型;

(2)利用 TA 和场强模型定位方法计算出 CTR 数据中每条手机报告的估算距离。其中每条手机报告与 2~7 个小区(蜂窝)所属基站相联系,利用场强模型定位方法,每条手机报告至少得到两个到不同

相关小区所述基站的估算距离。而 TA 定位方法中每条手机报告只是对于其中一个小区(蜂窝)所属基站求出估算距离,每条手机报告均只得到唯一的估算距离;

(3)将 CTR 数据中主小区(蜂窝)为中心的一定范围内区域划分成网格,范围选取的原则是足以将 CTR 数据中的主小区(蜂窝)和所有邻区(蜂窝)包括在内。然后根据步骤 1 中求取的手机位置概率地理分布模型和步骤 2 中求取的估算距离,得到所划区域范围的两种定位方法分别相对应的手机位置概率地理分布,再将两者进行线性加权相加,进而得到该 CTR 数据相对应网格的手机位置概率地理分布;

(4)根据已求得各 CTR 数据相对应网格的手机位置概率地理分布,按单小区(蜂窝)范围取得单小区的手机位置概率分布。最后根据每个小区的实际话务量多少确定影响系数(实际话务量越多则权重越大),将各个单小区进行线性加权相加得到全网的话务量地理分布预测。

4 话务量地理分布预测的实现

基于移动终端定位技术和概率分布模型的话务量地理分布的软件实现流程设计见图 1。

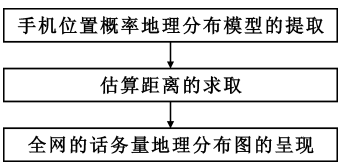

图 1 软件实现流程图
Fig.1 Implementation flow chart of software

4.1 数据准备

本实验使用187 584条路测扫频数据,用于修正 Hata 公式的距离估算和手机位置概率地理分布模型的提取;使用广州某小区(蜂窝)CTR 数据 100 条,采集时间为 2008 年 4 月 22 日 17 时左右,用于该小区手机位置概率地理分布的估计和话务量地理分布的预测;使用广州市地图数据(包括楼宇、街道、马路等),用于最终话务量地理分布的展现。

4.2 手机位置概率地理分布模型的提取

通过测量的187 584条路测数据,利用 MATLAB 进行计算得出估算距离误差的概率分布直方图如图 2 所示。

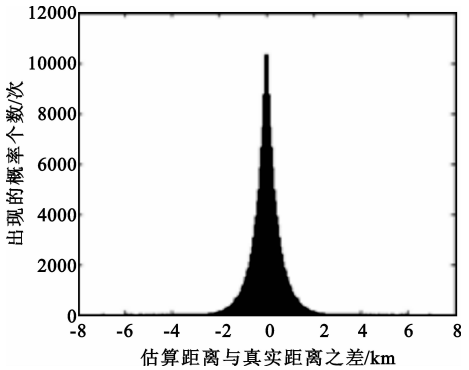

图 2 距离估计误差的概率直方图
Fig.2 Histogram of error of estimated distance

通过图 2 可以看出,在真实距离附近手机出现概率最大,离真实距离越远则概率越低。可得出手机位置概率地理分布模型,即手机出现的概率为:在某一距离处出现最大,其它点概率与离概率最大处的距离成反比。

4.3 估算距离的求取

利用场强模型定位方法和 TA 定位法即可求出相应的估算距离。其中利用场强模型定位法计算估算距离时,公式(1)中的天线方向增益是根据手机终端所处位置与发射天线夹角取得的,本文所用的天线方向增益数据为真实测量后进行描点获得的精确数据,从而提高了场强模型定位法的精度,如图 3 所示。

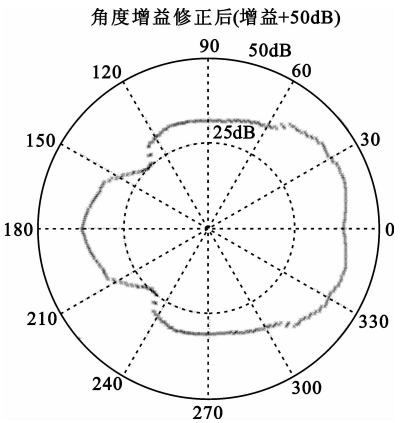

图 3 天线方向增益图
Fig.3 Antenna gain diagram

图 3 用极坐标表示,最外一圈代表角度(以水平向右为 0°),其中任意点到圆心的距离代表角度增益,最外圈为50 dBm。

4.4 话务量地理分布图呈现

以广州某地为例,做出 2D 话务量地理分布展现,如图 4 所示。

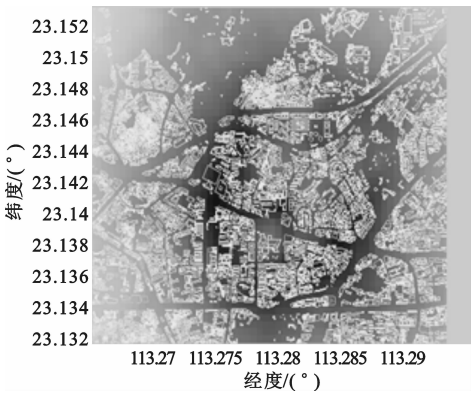

图 4　广州某地 2D 话务量分布图

Fig.4 2D traffic distribution of certain area in Guangzhou

在话务量分布图上还加画了研究区域的城市地图,黑色的深浅度代表话务分布的概率密度,颜色越深则概率密度越大,反之则密度越小;其余则是广州市一定区域的建筑物和街道地图。通过分析分布图验证了话务分布的正确性。一般当楼宇密度较大时,话务分布的概率密度也将较大。对图 4 进行观察,可以看出话务量地理分布预测效果是比较理想的。

5　结　论

本文提出以 CTR 数据作为数据参考和支持,并将移动终端定位技术和概率分布模型相结合运用在手机密度分布上来反映话务量地理分布,最后进行了软件实现,预测效果较为理想。同时,本方法在利用移动终端定位技术的定位方法进行计算时,兼顾天线发射的方向图影响,尽可能减少了移动终端定位技术本身带来的误差。本方法的使用不仅减弱了人为因素和话务量地理分布易变性所带来的影响,而且使得利用移动终端技术的话务量地理分布研究的实用性大大增加,从而经济、迅速、全面地表现话务量地理分布情况。

参考文献:

[1] Amaldi E, Capone A, Malucelli F. Optimizing UMTS radio coverage via base station configuration[C]//Proceedings of the 13th IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications. Lisbon, Portuga: IEEE, 2002:315 – 319.

[2] 李铭,刘海林.3G 网络规划中覆盖与容量的关系[J].广东工业大学学报,2008,25(4):83 – 85,93.
LI Ming, LIU Hai – lin. A Study of the Relationship Between Coverage and Capacity in 3G Network Planning[J]. Journal of Guangdong University of Technolog, 2008, 25(4): 83 – 85, 93. (in Chinese)

[3] 袁正午. 蜂窝通信系统移动终端射线跟踪定位理论与方法研究[D].长沙:中南大学,2003.
YUAN Zheng – wu. The Theories and Methods of the Mobile Terminals Positioning in Cellular Communications Systems Based on Ray – Tracing[D]. Changsha: Central South University, 2003. (in Chinese)

[4] 吴小平,庞沁华. 无线蜂窝网中移动台场强法定位算法[J].北京邮电大学学报,1998,21(3):23 – 27.
WU Xiao – ping, PANG Qin – hua. Research on Mobile Station Locating Algorithm by the Signal Attenuation Method within Cellular Network[J]. Journal of Beijing University of Posts and Telecommunications, 1998, 21(3): 23 – 27. (in Chinese)

[5] 李圣,马霏霏,万晓榆.数字蜂窝系统中的基于时间的定位算法[J].重庆邮电学院学报,2002,14(4):37 – 41.
LI Sheng, MA Fei – fei, WAN Xiao – yu. Time – Based Radio Location Arithmetic in Digital Cellular Systems[J]. Journal of Chongqing University of Posts and Telecommunications, 2002, 14(4): 37 – 41. (in Chinese)

[6] James C, Gordon L S. Subscriber location in CDMA cellular networks[J]. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 1998, 5(2): 406 – 415.

[7] 计征宇,皮亦鸣,舒金表.蜂窝网移动定位场强法的研究与应用[J].全球定位系统,2005(4):18 – 22.
JI Zheng – yu, PI Yi – ming, SHU Jin – biao. Application and research of mobile location technology based on signal strength in cellular network[J]. GNSS World of China, 2005 (4): 18 – 22. (in Chinese)

作者简介:

刘　栋(1985 –),男,甘肃兰州人,硕士研究生,主要研究领域为电力电子电路的建模与控制;

LIU Dong was born in Lanzhou, Gansu Province, in 1985. He is now a graduate student. His research concerns the modelling and control of power electronic circuits.

Email: liucen1985@gmail.com

杨　苹(1967 –),女,广东广州人,博士,教授,主要研究领域为电力电子电路的建模与控制;

YANG Ping was born in Guangzhou, Guangdong Province, in 1967. She is now a professor. Her research concerns the modelling and control of power electronic circuits.

杨　曦(1974 –),男,广东广州人,硕士,主要研究领域为通信系统建模与控制、语音识别。

YANG Xi was born in Guangzhou, Guangdong Province, in 1974. He is with the M.S. degree. His research interests include the modelling and control of communications systems, speech recognition.