

# 基于 MapObjects 的移动通信传播模型算法设计

毛 凯

(重庆工商大学计算机科学与信息工程学院 重庆 400067)

**摘 要** 随着我国移动通信事业的快速发展,运营商越来越重视无线网络规划与优化工作,传播模型是移动通信网中小区规划的基础,根据给出的传播模型经验公式,提出了具体的解决方案,设计了相应的基于 Mapobjects 算法,并用 VB 程序语言编程实现。

**关键词** 传播模型,算法设计

## Arithmetic Design of Mobile Communication Radiated Model Based on MapObjects

MAO Kai

(College of Computer Science and Information Engineering, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067)

**Abstract** With the rapid development of mobile communication projects in our country, the management take more and more notice on wireless network plan and optimization. Radiated model is the basis of cell plan in mobile communication network. According experieneced formula of radiated model, the paper provides solved scheme and designs arithmetic based on Mapobjects and programs with VB.

**Keywords** Radiated model, Arithmetic design

### 1 算法设计的理论基础

众所周知,移动通信系统的无线电波在传播过程中既受到地形结构的影响,又受到人为环境的影响。在基站至移动台之间的传播路径其距离可以是几百米至几十公里,通过环境可能有城市、郊区或者农村,通过的地形可能有平地、丘陵或者山区。由于移动信道中电波传播的条件十分复杂,在移动通信网络规划中要准确地计算信号场强和传播损耗是很困难的。目前还没有一种预测模型既能适用于各种环境和地形又与实际的测量值十分接近,为了分析和预测无线电波在传播过程中所受到的影响和干扰,预测各种传播条件下无线信号接收点的场强值,通常在分析现有的网络系统时,采用利用电磁场理论的传播模型来进行场强的预测,并将地形结构分为:开阔地(open area)、平滑地形(flat terrain)、丘陵地形(hilly terrain)、山区(mountain area)等;将人为环境分为:乡村地区(rural area)、准郊区(quasi suburban)、郊区(suburban area)、市区(ruban area)等。计算出各个接收点信号的传播损耗,找出移动通信运营商所关心的信号盲区、接收信号强度不好地区等。

无线网络规划需要建立在数字化的地理信息数据库—电子地图基础之上,电子地图是进行传播模型分析以及基站选址、业务密度预测、网络模拟等各项功能的基础数据平台。其精度越高能反映的地理信息就越详尽,相应根据其进行分析所得到的结果也会越准确。但是电子地图精度越高,同样的范围内所含的数据量就越大,相应的成本就越高,进行分析时运算量就越大。这就需要认真权衡成本、运算量和规划的不同需求,在城区等建筑物密集的地方,使用精度较高的大比例尺地图,进行微蜂窝规划;而在郊区等开阔的地区,使用精度较低的小比例尺地图,进行宏蜂窝规划。

本文正是根据网络规划的一般过程,应用 ITU 组织所认可并推荐的场强预测模型。对于用的最广的 20m 大比例尺精度数字地图,其典型地物可分为:城区开阔地、郊区开阔地、

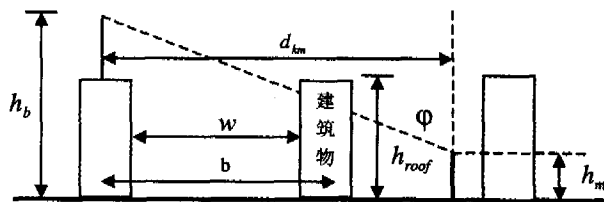
街道、绿地、树林、公园、各种高度、密度的建构筑物,采用 COST231-WI 模型对无线信号传播损耗进行分析和计算。COST231-WI 模型适用于城区环境微蜂窝,既考虑了自由空间损耗,也考虑了电波多屏绕射损耗以及从建构筑物顶到街面的损耗和街道方向的影响。对于 100 米以上小比例尺地图的城区环境、郊区、乡村宏蜂窝,采用 Okumura-Hata 模型进行分析和计算,Okumura-Hata 模型是根据测试数据统计分析得出的经验公式,较适用于宏蜂窝的路径预测。

### 2 MapObjects 在算法设计中的应用

MapObjects 是由全球最大的 GIS 厂商 ESRI 推出的一套基于 DCOM 的 GIS 组件,通过 MapObjects 组件可灵活地建立适合用户的地图接口,本文正是联合使用 MapObjects 与 Visual Basic 来实现地图与网络规划系统的联系,进行无线传播模型的软件算法设计和编程实现。

### 3 COST231-WI 模型和 Okumura-Hata 模型算法公式

#### 3.1 COST231-WI 模型参数



注:(建筑物高度  $h_{roof}$ ; 天线高度  $h_b$ ; 移动台高度  $h_m$ ; 街道宽度  $w$ ; 建筑物间隔  $b$ ; (相对于直射波的街道)方向  $\phi$ ; 移动台距基站的距离  $d_{km}$ )。

#### 3.2 COST231-WI 模型基本公式

3.2.1 视通 视线传播,基本传输损耗可采用下式计算:

$$L_b = 42.6 + 26 \lg d_{km} + 20 \lg f_{MHz}$$

其中： $d_{km}$  为基站至移动台之间的距离。

3.2.2 非视通 非视线传播，在街道、公路旁有建筑物阻挡视线，基本传输损耗由三项组成：

$$L_b = L_0 + L_{rts} + L_{msd}$$

其中： $L_0$  为自由空间传输损耗； $L_{rts}$  为屋顶至街道的绕射及散射损耗； $L_{msd}$  为多屏障的绕射损耗。其中：

$$L_0 = 32.4 + 20 \lg d_{km} + 20 \lg f_{MHz}$$

$$L_{rts} = -16.9 - 10 \lg \omega + 10 \lg f_{MHz} + 20 \lg (h_b - h_m) + L_{uri}$$

$$= 0 \quad \text{hroof} > h_m$$

$$= 0 \quad L_{ms} < 0$$

$$L_{uri} = -10 + 0.354\varphi \quad 0 < \varphi < 35^\circ$$

$$= 2.5 + 0.075(\varphi - 35) \quad 35^\circ < \varphi < 55^\circ$$

$$= 4.0 - 0.114(\varphi - 55) \quad 55^\circ < \varphi < 90^\circ$$

$$L_{msd} = L_{tsh} + K_a + K_d \lg d_{km} + K_f \lg f - 9 \lg b$$

$$= 0 \quad L_{msd} < 0$$

$$L_{tsh} = -18 \lg(1 + h_b - h_{roof}) \quad h_b > h_{roof}$$

$$= 0 \quad h_b \leq h_{roof}$$

$$K_a = 54 \quad h_b > h_{roof}$$

$$= 54 - 0.8 * (h_b - h_{roof}) \quad d_{km} \geq 0.5 \text{km 及 } h_b \leq h_{roof}$$

$$= 54 - 0.8 * (h_b - h_{roof}) * d_{km} / 0.5 \quad d_{km} < 0.5 \text{km 及 } h_b \leq h_{roof}$$

$$K_d = 18 \quad h_b > h_{roof}$$

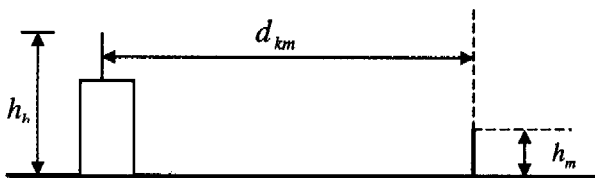
$$= 18 - 15 * (h_b - h_{roof}) / h_{roof} \quad h_b \leq h_{roof}$$

$$K_f = 0.7 * (f_{MHz} / 925 - 1) \quad \text{中等城市}$$

$$= -4 + 1.5 * (f_{MHz} / 925 - 1) \quad \text{大城市中心}$$

其中： $h_b$  和  $h_{roof}$  是基站和建筑物的相对高度(单位为：米)， $f_{MHz}$  是中心频率(单位为：MHz)， $\varphi$  是基站和移动台的连线与建筑物走向的夹角。

### 3.3 Okumura-Hata 模型参数



### 3.4 Okumura-Hata 模型基本公式

$$L(dB) = 69.55 + 26.16 \log_{10} f_{MHz} - 13.82 \log_{10} h_b - \alpha(h_m) + (44.9 - 6.55 \log_{10} h_b) \log_{10} d_{km} + C_{cell} + C_{terrain}$$

$$\alpha(h_m) = (1.11 \log_{10} f_{MHz} - 0.7) h_m - (1.56 \log_{10} h_b - 0.8)$$

中小城市

$$= 8.29 (\log_{10} 1.54 h_m)^2 - 1.1 \quad \text{大城市、郊区、乡村、} f_{MHz} \leq 300 \text{MHz}$$

$$= 3.2 (\log_{10} 11.75 h_m)^2 - 4.7 \quad \text{大城市、郊区、乡村、} f_{MHz} \geq 300 \text{MHz}$$

$$C_{cell} = 0 \quad \text{城市}$$

$$= -2 [\log_{10} (f_{MHz} / 28)]^2 - 5.4 \quad \text{郊区}$$

$$= -4.78 [\log_{10} (f_{MHz})]^2 + 18.33 \log_{10} (f_{MHz}) - 40.98 \quad \text{乡村}$$

其中  $h_b$  和  $h_m$  是基站和移动台天线的相对高度(单位为：米)， $d_{km}$  是基站至移动台距离(单位为：千米)， $f_{MHz}$  是中心频率(单位为：MHz)， $\alpha(h_2)$  是天线高度增益校正因子， $C_{cell}$  是小区类型校正因子， $C_{terrain}$  是地形校正因子。

## 4 模型算法设计

为完成 COST231-WI 模型和 Okumura-Hata 模型算法设计，主要的工作是提取模型中所使用到的各种数据。其中 COST231-WI 模型需要提取的数据包括：基站与移动台是否视通；建筑物高度  $h_b$  和街道宽度  $w$  以及建筑物间隔  $b$ ；移动台是否在建筑物内部；移动台和基站的距离  $d$ ；基站与移动台连线同楼房走向夹角  $\varphi$  等。Okumura-Hata 模型数据提取算法较为简单，只需提取移动台和基站的距离  $d$  即可满足要求。下面给出这两种模型中数据提取的具体算法和步骤，用 VB 编程实现。

### 4.1 COST231-WI 模型数据提取算法

设定所使用的电子地图有高度属性 height 和街道宽度属性 street，单位 m；点 pt1 表示基站所在的位置，其屏幕位置坐标为 X1 和 Y1；点 pt2 表示移动台所在的位置，其屏幕位置坐标为 X2 和 Y2，对其进行初始化。

```
Dim pt1 As MapObjects2.Point
Dim pt2 As MapObjects2.Point
pt1 = Map1.ToMapPoint(X1, Y1)
pt2 = Map1.ToMapPoint(X2, Y2)
```

4.1.1 判断是否视通 LOS 算法 判断基站与移动台是否视通，可通过判断基站与移动台的连线是否与建筑物相交完成，如果连线与建筑物存在相交情况，则非视通，即 LOS=false，否则视通，即 LOS=true。

```
Dim ln1 As New MapObjects2.Line
Dim pts1 As New MapObjects2.Points
pts1.Add pt1
pts1.Add pt2
ln1.Parts.Add pts1
pts1 = Nothing
pts1 = ln1.GetCrossing
If pts1 Is Nothing Then LOS = true
Else LOS = false
End If
```

4.1.2 提取建筑物高度  $h_b$  和街道宽度  $w$  算法 在非视通情况下，可通过找出和基站与移动台的连线相交的建筑物中距移动台最近的那个建筑物，然后取其建筑物高度和街道宽度属性。

```
Dim g--selected1 As MapObjects2.Recordset
Dim poly1 As MapObjects.Polygon
Dim hb As Float
Dim b As Float
Dim distance1 As Float
Dim distance2 As Float
g--selected1 = Nothing
g--selected1 = Map1.Layers("height").SearchShape(moShape--TypePolygon, oAreaIntersect, "")
g--selected1.MoveFirst
poly1 = g--selected1("shape")
distance1 = pt1.DistanceTo(poly1)
hb = g--selected1("height")
b = g--selected1("street")
Do While Not g--selected1.EOF
g--selected1.MoveNext
poly1 = g--selected1("shape")
distance2 = pt1.DistanceTo(poly1)
If distance2 < distance1 Then
hb = g--selected1("height")
b = g--selected1("street")
distance2 = distance1
Loop
```

4.1.3 判断移动台是否在建筑物内部 IB 算法 移动台是否在建筑物内部 IB (in building)，可通过在 4.1.2 算法中得到距移动台最近的那个建筑物 poly1，判断移动台是否在其里面即可完成。

```
If (poly1.IsPointIn(pt1)) Then
IB = true
Else Set IB = false
End If
```

4.1.4 提取建筑物间隔  $b$  算法 一般情况下可省略设定建筑物间隔  $b$  为街道宽度  $w$  的 2 倍。

$$b = 2 * w$$

4.1.5 提取移动台和基站的距离  $d$  算法 在确定了基站所在的位置  $pt1$  和移动台所在的位置  $pt2$  后,可通过求得两点间的距离完成。

$$d = pt1.DistanceTo(pt2)$$

4.1.6 提取基站与移动台连线同楼房走向夹角  $\varphi$  算法 一般情况下可通过求出基站与移动台连线同楼房基本走向的夹角  $\varphi$  完成。

$$\varphi = \text{Arctg}((pt1.X - pt2.X) / (pt1.Y - pt2.Y))$$

#### 4.2 Okumura-Hata 模型数据提取算法

设定点  $pt1$  表示基站所在的位置,其屏幕位置坐标为  $X1$

和  $Y1$ ;点  $pt2$  表示移动台所在的位置,其屏幕位置坐标为  $X2$  和  $Y2$ ,则相应算法可表示为:

```
Dim pt1 As MapObjects2.Point
Dim pt2 As MapObjects2.Point
pt1 = Map1.ToMapPoint(X1, Y1)
pt2 = Map1.ToMapPoint(X2, Y2)
d = pt1.DistanceTo(pt2)
```

### 参考文献

- 1 刘光.地理信息系统二次开发教程[M].北京:清华大学出版社,2003
- 2 张卫钢.通信原理与通信技术[M].西安:西安电子科技大学出版社,2002
- 3 啜钢.CDMA 无线网络规划[M].北京:机械工业出版社,2005

(上接第 60 页)

识分组将不能保证被转发,很有可能被看作是尽力服务分组。如果业务是双向的,ER 与 AN 执行同样的过程。

资源释放过程如图 5 所示。

(1)业务释放请求。一个终端或应用网关/服务器发送给 SCF 一个业务释放请求并触发资源释放请求。

(2)资源释放请求。SCF 发送给 ARCF 一个资源释放请求,该请求包括源终端的 IP 地址和流描述参数。

(3)资源释放。由流占用的资源重新在网络拓扑和资源数据库中标识为空闲,并且送回 SCF 一个确认。

(4)QoS 参数配置的移除。一个包括流标识的消息发送给 AN,然后该设备移除该流的标识和分类。该流又转变为尽力服务流量。如果业务是双向的,ER 执行与 AN 一样的过程。

### 5 接口需求

下面对图 3 中介绍的不同接口的需求进行分析:

ARCF 和接入网络节点之间的接口(C2)应该满足下面的需求:

- (1)应该能够及时地收集链路层拓扑结构和资源状态。
- (2)应该能够及时并准确地跟踪链路层拓扑和资源状态改变及状况。

(3)应该具有拓扑收集功能。

SCF 和 ARCF 之间的接口(S1)应该满足下面的需求:

(1)允许 SCF 为一个 IP 业务流发起一个资源分配请求给 ARCF。该请求可能包含流标识,QoS 参数。

(2)允许 SCF 在业务流运行期间为一个 IP 业务流发送给 ARCF 资源修改请求。

(3)允许 ARCF 发送给 SCF 一个资源分配请求或资源修改请求的接受应答。

(4)允许 ARCF 发送给 SCF 一个资源分配请求或者带宽修改请求的拒绝应答。

(5)允许 SCF 为一个 IP 业务流向 ARCF 发起一个资源释放请求。

(6)允许 SCF 为一个 IP 业务流发送给 ARCF 一个资源分配状态查询。

(7)允许 ARCF 为一个 IP 业务流发送给 SCF 一个资源

分配状态报告。

ARCF 和 ER/AN 之间的接口(C1 和 C3)应该满足下面的需求:

(1)允许 ARCF 指示边缘路由器/接入节点为一个 IP 业务流执行流标识和特定的 QoS 处理。

(2)允许 ARCF 指示边缘路由器/接入节点为 IP 业务流修改特定的 QoS 处理。

(3)允许 ARCF 来指示 ER/AN 为 IP 业务流取消特定的 QoS 处理。

(4)允许 ER/AN 发送给 ARCF 一个 QoS 安装/修改/取消指令的 QoS 配置应答。

**小结** 基于以太网 IP 接入网络的 QoS 的控制体系结构是 NGN 的一个重要的研究内容。国际电联 ITU NGN 专题组 NGNFG 正在针对此问题进行大力研究,本文具体阐述了基于以太网 IP 接入网络的 QoS 问题,并具体提出相关的接口和需求,随着标准的推出和技术的成熟,此问题必将解决,基于以太网 IP 接入网络必将在未来的 NGN 通信网络中得到广泛的应用。

### 参考文献

- 1 接入网技术的发展趋势和发展策略. <http://www.chinaitlab.com/www/news/>
- 2 ITU-T. Y. e2eqos. 1. FGNGN-OD-00076. Requirements and framework for end to end QoS architecture in NGN
- 3 强磊,解冲锋,叶华.下一代网络中以太网接入技术分析.信息网络,2002,3
- 4 敖立.下一代电信网的接入网.电信科学,2004,3
- 5 ITU-T. Y. 1231. IP access network architecture
- 6 ITU-T Y. 123. QoS FGNGN-OD-00010 A QoS control architecture for Ethernet-based IP access network
- 7 IPQoSNGN 亟待破解的技术难题. <http://www.chinanetcom.com.cn/mj/dxjs.asp? Unid=2172>
- 8 Y. NGN. QoS FGNGN-OD-45 General Aspects of Quality of Service and Network Performance in the Next Generation Networks
- 9 ITU-T G. 902 Framework recommendation on functional access networks (AN)