

基于灰色理论的旅游需求预测算法分析

袁柳 贾博儒 许松林 彭立良
(武汉大学电子信息学院 湖北武汉 430079)

摘要:旅游需求分析对于促进我国各地区的经济发展和文化交流都有着重要的意义。由于旅游行业的“小样本、贫信息、不确定性”,旅游市场可以看做是一个巨大的灰色系统。本文针对旅游需求问题进行了详细的研究,提出了基于灰色系统理论的多元数学预测模型GM(1,N),合理分析诸多因素对旅游需求的综合影响,可以很好的解决此类问题。同时,以北京地区旅游需求发展为例,根据北京市旅游局等的历年旅游统计数据,确定影响游客人数的因素并对其进行合理量化,应用GM(1,N)模型对该地的旅游需求进行预测,并通过残差检验、后残差检验等方法对该模型进行分析,得到的预测结果比较准确,该模型应用范围广泛,可以进行推广使用。

关键词:旅游需求预测 灰色系统理论 多元灰色预测模型 后残差检验

中图分类号:F59

文献标识码:A

文章编号:1672-3791(2010)06(b)-0232-02

1 引言

我国是一个旅游需求大国,正确预测预报旅游需求,对于促进我国各地区的经济发展和文化交流都有着重要意义。旅游业具有显著的易波动性,容易受外在因素的影响,还受制于游客个人偏好、支付能力等。另外,由于旅游业发展的不完全,对旅游市场的研究还属于“部分信息已知,部分信息未知”的“小样本、贫信息、不确定”状态。现阶段,多采用数学方法与模型来对旅游需求的预测,如多元回归法、BP神经网络分析法、引力模型、时间序列预测模型等。而这些研究方法都存在着一一定的局限性。考虑到这一点,本文利用灰色预测模型对旅游需求作中短期预测预报。

2 灰色理论

灰色理论是以“部分信息已知,部分信息未知的小样本、贫信息”不确定性系统为研究对象的一门系统科学^[1]。旅游市场就是一个复杂的、不确定性的巨大灰色系统,影响其发展的因素对旅游市场的发展表现出明显的灰色性。因此,可以将旅游市场作为一个灰色系统来研究,引入灰色预测模型GM(1,1)和GM(1,N)来进行研究。

3 灰色系统理论的旅游需求预测模型

3.1 建立GM(1,1)模型作初步预测

设: $x_0^{(0)} = (x_0^{(0)}(1), x_0^{(0)}(2), \dots, x_0^{(0)}(n))$ 为各年的旅游人数。

$x_0^{(1)} = (x_0^{(1)}(1), x_0^{(1)}(2), \dots, x_0^{(1)}(n))$ 为 x_0 的一次累加序列;

其中 $x_0^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^k x_0^{(0)}(i)$ 。则可建立灰色预测GM(1,1)模型:

$$d(k) + az_0^{(1)}(k) = b \quad (1)$$

其中, $d(k)$ 为的灰导数;

$d(k) = x_0^{(1)}(k) - x_0^{(1)}(k-1) = x_0^{(0)}(k)$; $z_0^{(1)}$ 为 $x_0^{(1)}$ 的均值数列,

$$z_0^{(1)}(k) = \frac{x_0^{(1)}(k) + x_0^{(1)}(k-1)}{2}。$$

将 $x_0^{(0)}(2), \dots, x_0^{(0)}(n)$ 代入方程(1)得到:

$$\begin{cases} x_0^{(0)}(2) + a \times z_0^{(1)}(2) = b \\ x_0^{(0)}(3) + a \times z_0^{(1)}(3) = b \\ \dots \\ x_0^{(0)}(n) + a \times z_0^{(1)}(n) = b \end{cases} \quad (2)$$

利用最小二乘法求解:

$$u = (B^T B)^{-1} B^T Y \quad (3)$$

其中: $u = (a, b)^T$,

$$B = \begin{pmatrix} -z_0^{(1)}(2) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -z_0^{(1)}(n) & 1 \end{pmatrix} Y = \begin{pmatrix} x_0^{(0)}(2) \\ \vdots \\ x_0^{(0)}(n) \end{pmatrix}$$

根据以上方程即可得 a 和 b 的值,反演回方程(1)即可得到旅游人数的预测结果。

由GM(1,1)灰微分方程(1)所对应的白化微分方程

$$\frac{dx_0^{(1)}}{dt} + ax_0^{(1)}(t) = b \quad (4)$$

$$\rightarrow x_0^{(1)}(k+1) = (x_0^{(0)}(1) - \frac{b}{a}) \times e^{-ak} \quad (1.17)$$

$$\rightarrow x_0^{(0)}(k+1) = (x_0^{(0)}(1) - \frac{b}{a}) \times e^{-ak} \times (1 - e^a)$$

即可得到旅游人数的预测结果。

3.2 GM(1,N)模型建立

由于旅游需求受多方面因素的影响,简单的GM(1,1)模型并不能反映各个因素的作用,模型需要进行优化,为了使预测更加精确,需要把旅游资源、环境、交通、费用、服务质量、客源地人口等因素考虑在模型里考虑在内,建立GM(1,N)模型^[4]:

$$\begin{cases} x_1^{(0)}(k) + a \times z_1^{(1)}(k) = \sum_{i=2}^N b_i x_i^{(1)}(k) \\ x_i^{(1)}(k) = \sum_{j=1}^k x_i^{(0)}(j) \end{cases} \quad (5)$$

求解此模型的方法与GM(1,1)相似,求得参数 a 和 b_i 的值,进而求得GM(1,N)模型的解可表示为:

$$x_1^{(0)}(k) = -a \times x_1^{(1)}(k-1) + \sum_{i=2}^N b_i \times x_i^{(1)}(k) \quad (6)$$

从以上分析得到,只需要确定参数和的值,就可以求得每年相应的游客人数,即旅游需求数。

而多元灰色模型中影响旅游的因素 x_i 需要进行无量纲化处理,所以首先要对各影响因素进行无量纲归一化处理。然后再进行灰色关联分析,得到各因素 x_i 与因子 x_1 的关联度,才能顺利的进行GM(1,N)模型求解。

4 对北京地区旅游需求的预测

首先确定影响旅游需求的因素,列出多种可以用来表示该因子的数据类型,进而展开数据的采集工作。经调查得到^[3],影响北京市旅游需求的因素主要包括:旅游资源、环境、交通、费用、服务质量、客源地人口等。对这些因素进行无量纲归一化数据处理,得到的调查结果如表1^[5]:

以上7个因子对旅游需求即游客数的影响建立GM(1,N)模型(5),并利用GM(1,1)模型相似的方法进行求解。令:

$x_1^{(0)}$	(1.0000	1.0081	1.0154	1.0226	1.0283	1.0348	1.0412	1.0461	1.0517	1.0574)
$x_2^{(0)}$	(1.0000	1.1004	1.1890	1.2063	1.2473	1.2905	1.3499	1.4255	1.5248	1.6307)
$x_3^{(0)}$	(1.0000	1.4074	1.4815	2.9259	3.1852	4.4444	5.5185	6.2593	6.3333	6.4074)
$x_4^{(0)}$	(1.0000	1.1132	1.1635	1.2767	1.4088	1.4403	1.4717	1.5157	1.5472	1.7233)
$x_5^{(0)}$	(1.0000	1.3889	1.6584	1.6646	1.6687	1.9712	2.1399	2.3107	2.5267	2.7407)
$x_6^{(0)}$	(1.0000	1.1623	1.2817	1.4665	1.4559	2.8059	3.1023	3.0556	3.5549	3.8630)
$x_7^{(0)}$	(1.0000	1.3256	1.4767	1.6628	1.7936	1.7500	1.8953	2.0349	2.3430	2.3953)

代入模型(5),根据最小二乘法进行计算得到参数 a 和 b_i 的值

如下:

$$(a, b_2, \dots, b_7) = (0.0002 - 0.0108 - 0.1237 0.1617 - 0.0024 - 0.0138 - 0.0103) (7)$$

将所得的参数代入模型(6)可以得到灰色预测模型的游客数量推测值如表2。

绘制推测值与实际值的对比如图1。

从图中可以看出推测曲线与实际曲线吻合度很好,最大相对误差约为%1,得到的预测精度很高。下面对以上模型进行检验^[1]:

$$\text{均相对误差为: } \delta = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 \delta_i = -9.2448e-004, \text{精度等级为一级。}$$

$$\text{计算原始序列 } x_0^{(0)} \text{ 的均方差为: } s_0 = \sqrt{\frac{s_0^2}{n-1}} = 0.199$$

$$\text{求残差 } \delta \text{ 的均方差为: } s_1 = \sqrt{\frac{s_1^2}{n-1}} = 0.0064$$

$$\text{计算方差比 } c = \frac{s_1}{s_0} = 0.032$$

根据模型预测等级划分,该模型的预测等级为“好”,因此该模型是十分合理的。

5 结语

从以上分析可以看出,基于灰色系统理论的旅游需求预测模型的预测效果显著,和北京当地旅游的实际情况基本相符,具有很好的预测精度和很高的应用价值。且由于灰色系统理论的“黑箱”效果,该模型可以进行广泛推广,随着旅游业的发展,将会应用到更多的旅游市场分析领域。

参考文献

- [1] 关勇,麻永建,朱诚.我国国内旅游需求影响因素分析及规模预测[J].河南科学,2007,6,25,(3).
- [2] 邓聚龙.灰色理论基础[M].华中科技大学大学出版社,2002,2.
- [3] 陈健,陈颂垠.旅游需求的预测预报问题的研究,中国科技论文在线.
- [4] 彭奖,周文明.基于灰色系统理论的自贡旅游需求预测与分析,四川理工学院学报(自然科学版),2008,10,21(5).
- [5] 数据来源:北京统计信息网<http://www.bjstats.gov.cn/>, 2009-08-12.

表1 影响因素量化表

年份	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
资源	1.0000	1.1004	1.1890	1.2063	1.2473	1.2905	1.3499	1.4255	1.5248	1.6307
环境	1.0000	1.4074	1.4815	2.9259	3.1852	4.4444	5.5185	6.2593	6.3333	6.4074
费用	1.0000	1.1132	1.1635	1.2767	1.4088	1.4403	1.4717	1.5157	1.5472	1.7233
交通	1.0000	1.3889	1.6584	1.6646	1.6687	1.9712	2.1399	2.3107	2.5267	2.7407
服务	1.0000	1.1623	1.2817	1.4665	1.4559	2.8059	3.1023	3.0556	3.5549	3.8630
人口	1.0000	1.3256	1.4767	1.6628	1.7936	1.7500	1.8953	2.0349	2.3430	2.3953
游客数	1.0000	1.0081	1.0154	1.0226	1.0283	1.0348	1.0412	1.0461	1.0517	1.0574

表2 旅游需求预测结果

年份	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
实际值	1.0000	1.1004	1.1890	1.2063	1.2473	1.2905	1.3499	1.4255	1.5248	1.6307
预测值	1.0000	1.1033	1.1778	1.2193	1.2419	1.2919	1.3519	1.4235	1.5374	1.6605
残差	0.0000	0.0029	-0.0112	0.0131	-0.0054	0.0014	0.0020	-0.0020	-0.0047	-0.0036
相对误差	0.0000	0.0026	-0.0094	0.0108	-0.0043	0.0011	0.0015	-0.0014	-0.0030	-0.0022

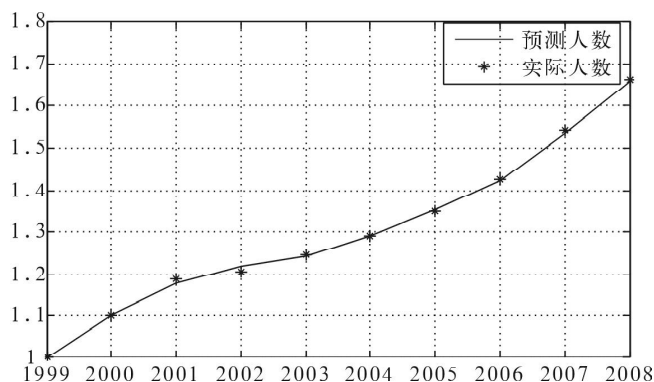


图1 推测值与真实值对比图