

基于灰色预测模型的消防人员分配方案研究

陈凯旭, 黄金铭, 孙雨乐

(福州大学电气工程与自动化学院, 福建 福州 350000)

摘要: 消防救援关系着千家万户。消防救援时间很可能就是生命抢救的时间, 因此合理规划消防救援系统就显得尤为重要。本文首先通过对过去几年消防数据的分析, 以便未来几年更好地规划消防站位置, 确定每个消防站每个时间段人员的分配。通过分析五年以来每年 2 月、5 月、8 月、11 月中第一天及其前后三天共计七天的数据, 依据灰色预测模型对每年的这几天的出警次数进行预测, 结合出警次数来判定当天这一时间段需要安排的人员数量, 以保证人员的高效分配。之后, 本文基于前四年的数据利用时间序列预测法建立 ARMA 模型, 通过第五年的数据验证此模型。由于 2020 年的数据可能受到新冠肺炎疫情的影响, 实际数据因居家隔离政策而产生较大偏差。由于新冠肺炎属于小概率事件, 而且现在人们的生活已经基本回归常态, 因此本文认为 ARMA 模型依然适用于月度消防救援的处境次数, 并基于 ARMA 模型预测出了 2021 年各月份的消防预警次数。

关键词: 灰度预测; ARMA 模型; 预测; 运筹

中图分类号: N941.5

文献标识码: A

文章编号: 1004-7344(2021)31-0301-03

0 引言

随着我国经济的高速发展, 城市空间环境复杂性急剧上升, 各种事故灾害频发, 安全风险不断增大, 消防救援队承担的任务也呈现多样化、复杂化的趋势。对于每一起出警事件, 消防救援队都会对其进行详细的记录。本文研究的问题结合现有数据对消防人员的出警次数进行分析和数学建模, 从而优化消防系统人员安排。

本文的研究对象为某地的 15 个区域, 分别用 A、B、C……表示, 各区域位置关系及距离如图 1 所示。除此之外, 我们的实验数据还包括各区域的人口及面积以及该地消防救援队出警数据。

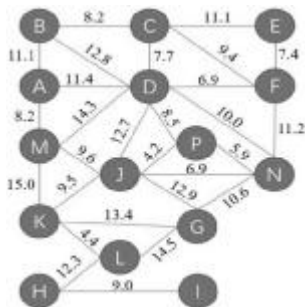


图 1 各区域之间的邻接关系及距离(单位: km)

1 基于灰色预测算法的每日人数预测

1.1 灰色预测算法概述

灰色预测法是一种对含有不确定因素的系统进行预测的方法。灰色预测通过鉴别系统因素之间发展趋势的相异程度, 即进行关联分析, 并对原始数据进行生成处理来寻找系统变动的规

律, 生成有较强规律性的数据序列, 然后建立相应的微分方程模型, 从而预测事物未来发展趋势的状况^[1]。

1.2 基于灰色预测算法建立统计模型

首先, 生成原始数据列 $X_i^0 = [x_i^0(1), x_i^0(2), \dots, x_i^0(12)]$ 然后进一步对数据进行累加, 得 $X_i^1 = [x_i^1(1), x_i^1(2), \dots, x_i^1(12)]$, 其中有 $X_i^1(k) = \sum_{j=1}^k X_i^0(j)$, ($k=1, 2, \dots, 12$)。随后构造矩阵 B、 Y_n :

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}[x^1(1)+x^1(2)] & 1 \\ -\frac{1}{2}[x^1(2)+x^1(3)] & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -\frac{1}{2}[x^1(11)+x^1(12)] & 1 \end{bmatrix}$$

$$Y_n = \begin{bmatrix} x^0(2) \\ x^0(3) \\ \vdots \\ x^0(4) \end{bmatrix}$$

随后求解系数 a、b:

$$Y_n = \begin{bmatrix} x^0(2) \\ x^0(3) \\ \vdots \\ x^0(4) \end{bmatrix}$$

最后得出表达式:

$$Y^1(k+1) = [X^1(1) - \frac{a}{b}] \times e^{-ak} + \frac{a}{b}$$

令:

$$Y^0(k) = Y^1(k+1) - Y^1(k)$$

所以 $Y^0(k)$ 表示还原后的值, 得:

$$Y^{-1}(k+1)=[X^{-1}(1)-\frac{-0.085}{1.481e+05}] \times e^{0.085 \times k} + \frac{-0.085}{1.481e+05}$$

通过对 2016—2020 年这五年每年的 2 月、5 月、8 月、11 月的第一天以及前三天、后三天(共七天)的数据进行数据处理,得到下列结论。

1.3 模型求解

根据 MATLAB 程序,所求得的灰色预测数据如表 1 所示(五个数据分别依次代表接下五年灰色预测这一天的出队次数)。

表 1 灰色预测数据结果

日期	时间段	预测值(接下来连续五年)				
2月1日	I	0.20826	0.20544	0.20267	0.19993	0.19723
	II	0.38097	0.36886	0.35714	0.34579	0.3348
	III	1.3739	1.413	1.4533	1.4947	1.5372
5月1日	I	0.21976	0.22059	0.22143	0.22226	0.2231
	II(1)	2.0988	2.0897	2.0806	2.0716	2.0626
	II(2)	0.94549	0.92308	0.90119	0.87983	0.85897
	III	1.2874	1.2778	1.2682	1.2588	1.2494
8月1日	I	0.17471	0.16986	0.16514	0.16056	0.1561
	II	0.55926	0.56292	0.5666	0.57031	0.57404
	III	0.38853	0.39274	0.39699	0.40129	0.40564
11月1日	I	0.30322	0.30777	0.31238	0.31707	0.32182
	II	0.63599	0.63377	0.63156	0.62935	0.62715
	III	0.80418	0.83914	0.87563	0.9137	0.95343

其中 5 月 1 日 II 前后 7 日内存在 2 天分别有 13 起、18 起事故,式(1)为包含所有数据所推测的灰色预测值,式(2)为不包含 13、18 两个数据所得结果。结合连续五年 5 月 1 日当天的数据,本小组认为应该排除这两组数据的干扰,取(2)式作为 5 月 1 日的真实预测值。

1.4 基于灰色预测模型的结论

所得数据取中位数并保留两位小数作为预测每年该月 1 日对应时间段所发生事故的次数,依照当预测值属于 0~0.2 取 5 人,大于 0.2 时每增加 0.18 增加 1 人的原则,得出的结论如表 2 所示。

表 2 结论

月份	时间段	最大出警次数	灰色预测值	应安排人数
2	1	8	0.2	5
2	2	11	0.35	6
2	3	4	1.45	12
5	1	26	0.22	5
5	2	23	0.9	9
5	3	3	1.27	11
8	1	6	0.17	5
8	2	4	0.57	7
8	3	3	0.4	6
11	2	6	0.31	6
11	3	7	0.63	7
11	1	8	0.88	9

2 基于 ARMA 算法的每月出警预测

2.1 ARMA 混合模型概述

如果时间序列 Y_t 是它当前与前期的随机误差项以及它的前期值的线性函数,则可以表示为: $y_t = \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \mu_t - \theta_1 \mu_{t-1} - \dots - \theta_q \mu_{t-q}$, 则称时间序列为 Y_t 服从 (p, q) 阶自回归滑动平均混合模型。记为 $(p, q)^{[2-3]}$ 。

2.2 基于 ARMA 模型的求解

首先通过数据统计得出 2016—2019 年每个月出警次数,得出折线统计图如图 2 所示。

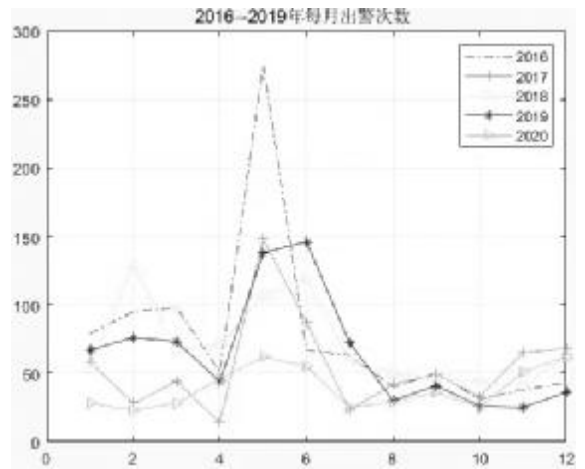


图 2 2016—2019 年每个月出警次数

运用 MATLAB 软件建立 ARMA 模型,将数据代入、运算,得出的每月出警次数的预测结果如图 3 所示。

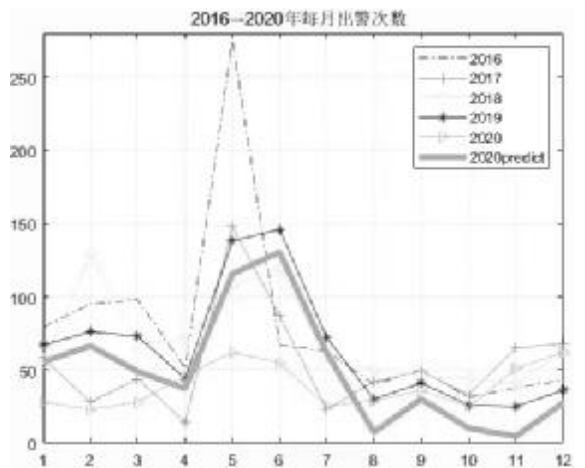


图 3 预测结果

将预测数据与实际数据相对比如图 4 所示(其中相对误差 = $\frac{\text{预测值} - \text{实际值}}{\text{实际值}}$)。

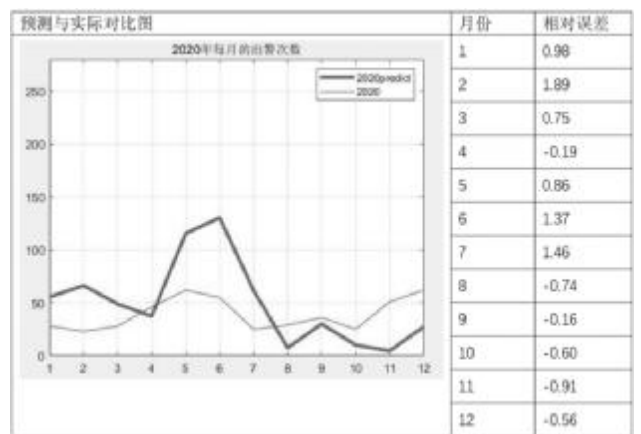


图 4 预测数据与实际数据的对比

结合前五年数据,我们发现 2020 年的预测值和真实值基本符合,但有些地方存在较大误差。本文分析是受疫情影响,2020 年初,多数人遵守国家疫情政策,非必要不出门,因此导致前 7 个月的出警次数大幅减少。2020 年后几个月,疫情政策逐渐放开,人口流通增加,因此数据与往常类似。结合这个原因,本文认为模型符合度与实际值依然很高,准确度较高。同时,通过 AIC 赤池信息量准则(AIC 越小,模型越好)并通过计算可知,AIC、BIC 值最小时,自回归 $R=5$,移动平均值 $M=2$,此时的通过时间序列 ARMA 预测模型预测出的 2020 年 1—12 月的出警次数稳定是最好的。因此本文认为可以用 ARMA 模型来预测 2021 年的每月出警次数,具体预测如图 5、图 6 所示。

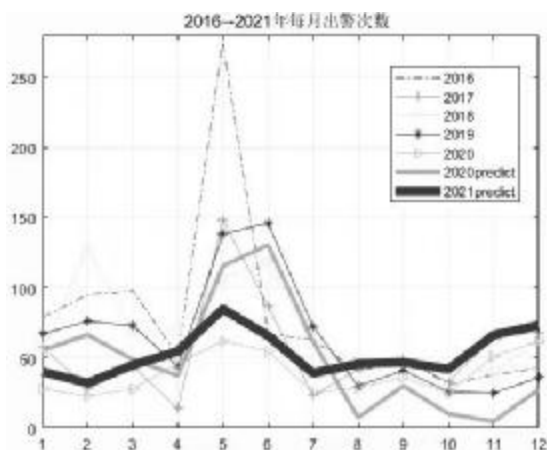


图 5 2016—2021 年每月出警次数

3 结论

本文中,我们主要完成了这两部分的内容:

(1) 依据实验数据,合理确定消防队在每年 2 月、5 月、8 月、11 月中第一天的三个时间段各应安排多少人值班,我们通过灰

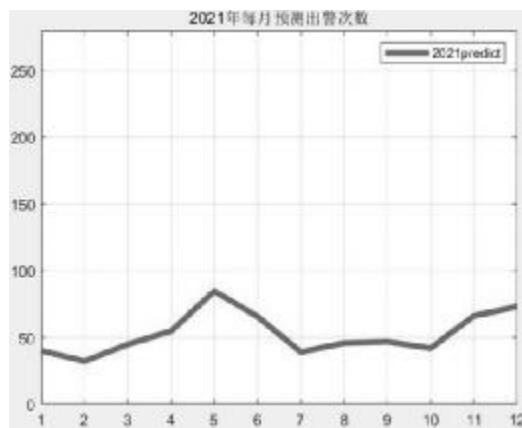


图 6 2021 年每月预测出警次数

色预测模型,通过出警次数来确定了值班人数。

(2) 我们建立了消防救援出警次数的数学预测模型。统计并整理了 2016 年第一天至 2019 年最后一天的数据,使用时间序列预测的方法,构建 ARMA 模型以此来拟合该数据的多年分布,最终得出了结论。

参考文献

- [1] 谢华为.基于灰色系统理论的道路交通事故预测[J].交通与运输:学术版,2015(2):57.
- [2] 张会荣,邹泉.基于 ARMA 模型对我国金融机构存款的预测研究[J].时代金融,2020(32):30-31,34.
- [3] 朱峰.浅谈数学建模中预测方法[J].科技信息,2010(35):836.

收稿日期:2021-07-06

作者简介:陈凯旭(2001—),男,汉族,福建泉州人,本科在读,研究方向为自动化专业。

(上接第 300 页)

合作,建立起完善的知识产权管理平台,在出现知识产权纠纷的过程中及时介入,全力协作国家司法系统展开调查,以此解决知识产权纠纷案件对于社会乃至行政方面造成的影响,并优化知识产权案审判资源的配置,实现知识产权司法统一,提高执法水平和加大打击力度^⑦。

4 结语

综上所述,产品研发是中小企业发展过程中的核心驱动,并且不仅对企业的实际生产能力有重要影响,同时对国家整体经济实力的建设上也有重要意义。因此企业在开展专利保护工作的过程中,需要强调队伍保证、思想重视、法律法规保证、制度保证,以此保护企业的科技成果不受侵犯。

参考文献

- [1] 牛卫东.面向中小企业的高校科技查新延伸服务研究[J].河南科技大学学报:社会科学版,2019,37(4):72-77,112.

- [2] 程茜,张三斌.科技型中小企业专利行为研究:以四家中关村企业为例[J].现代商贸工业,2019,40(1):115-116.
- [3] 陈良华,祁特.江苏省科技型中小企业降低研发成本的思路及对策[J].江苏科技信息,2020,37(3):16-20.
- [4] 梁丽群,邹艺.基于竞争程度的企业技术创新力与专利产品研发逻辑分析[J].图书情报导刊,2021,6(3):67-72.
- [5] 浙江力普:中国粉碎技术领航者国家高新技术企业国家专利产品浙江省重点科技产品浙江省新产品[J].当代化工,2020,49(11):2357.
- [6] 汤涵,王敏娇,王文,等.药品研发企业开展 MAH 委托生产的影响因素研究[J].中国医药工业杂志,2020,51(10):1329-1333.
- [7] 崔靖华,包翔,陆介平,等.面向产品创新的专利知识库框架构建研究[J].情报杂志,2020,39(2):140-147.

收稿日期:2021-07-07

作者简介:张世坤(1974—),男,汉族,黑龙江哈尔滨人,本科,主要从事企业管理工作。