

阿片类药物滥用现象的扩散研究及趋势预测

韦 可 盘何旻 郭家泰

中南大学 湖南长沙 410006

摘 要: 药物滥用现象现如今已经成为世界一个不可忽视的重大社会问题,如果不及时采取一些必要的措施,将在全球的部分地区爆发阿片类药物滥用危机。针对这类问题,我们先使用多项式回归的方法,借助支持向量机确定了多项式具体参数,从而预测了各个县阿片类药物滥用率。

关键词: 多项式回归; 支持向量机; 阿片类药物滥用传播

阿片类药物是治疗中度至重度疼痛的最有效方法,并且已被世界卫生组织认可为癌症疼痛的常规治疗方法。然而,近年来阿片类药物在治疗慢性非癌性疼痛中的应用一直存在争议。随着阿片类药物使用的增加,滥用造成的社会问题在世界上也变得更为突出。

1 问题分析

首先,通过使用获得的数据,我们需要建立一个数学模型,描述美国五个州与其县之间的合成阿片类药物和海洛因事件的传播和特征并确定可能已开始使用特定阿片类药物的五个州中的任何可能位置。然后考虑一下美国政府应该关注的具体问题。其次,考虑各县的多维指标,全面分析药物滥用的深层原因和影响,完善我们之前建立的模型。

药物滥用扩散和预测模型。通过调查每个县的人口并估算阿片类药物滥用的比例。首先从数据中筛选出来几个阿片类药物滥用现象十分严重的县,以协助建立模型。我们发现随着时间的推移,合成阿片类药物和海洛因事件的传播与传染病非常相似,药物上瘾治疗后仍有可能复发,因此首先选择扩散模型来模拟药物滥用的传播并预测危机。通过多项式回归方法预测了由模型计算的扩散阈值,以及几个具有高阿片类药物滥用率的县的发展趋势。最后,通过软件模拟传输过程。

2 模型建立

我们建立了具有免疫消除和饱和感染的药物滥用传播模型。^[3]

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = \frac{\beta S^2 I}{1 + \alpha S^2} - \theta S + \omega R \\ \frac{dI}{dt} = \frac{\beta S^2 I}{1 + \alpha S^2} - rI \\ \frac{dR}{dt} = rI + \theta S - \omega \end{cases}$$

通过计算上述模型的全局稳定性,药物滥用率的临界阈值可确定为 10%。当药物滥用率在一段时间内低于临界阈值时,该领域的药物滥用将逐渐减少。^[1-2] 当药物滥用率在一段时间内达到并超过临界阈值时,药物滥用现象将在短时间内爆发,形成药物滥用危机。

在确定药物滥用的临界阈值后,考虑到每个县的药物滥用率和时间变量之间的非线性关系,我们选择使用多项式来计算五个县中每个县的药物滥用率。在确定拟合多项式的阶常数的过程中,我们选择支持向量机来确定最优情况。支持向量机(SVM)在解决小样本、非线性和高维模式识别方面具有许多独特的优势。它可以应用于其他机器学习问题,如功能配置。我们最终决定使用最小二乘 SVM(LS-SVM)来求解参数对于软边距 SVM。^[4]

3 模型测试

通过使用我们的模型计算阈值并预测在开始时选择的具有高阿片类药物滥用率的几个县如果我们确定的模式和特征

继续存在,那么美国政府应该有以下问题:

(1) 随着阿片类药物使用的增加,药物滥用和滥用造成的社会问题将发生在美国的各个地区:我们的模型预测,如果美国政府不采取任何有效的措施来防止药物滥用,大约 50 年后,美国本土 85% 左右的地区将发生药物滥用危机。

(2) 那些已经吸毒成瘾的人可能无法通过合法手段获得止痛药或替代药物。这种需求可能被迫进入地下,并将在一定程度上助长毒品走私的蔓延。

(3) 药物滥用危机正在美国本地蔓延,邻国也在蔓延。我们的模型预测,如果不采取任何措施,50 年后,受美国毒品危机感染的国家数量将达到 25 个左右。

4 模型优化

在第一部分中,预测和传播模型只是根据数值变化的趋势进行预测,而不考虑实际中的许多因素。实践中,如果我们了解影响变化趋势的因素,我们只能制定相关策略并解决相关问题。因此,我们开始使用 2010-2016 年间各种实际影响指标来衡量其对药物滥用传播的影响。第二部分的原始数据包含每年每个县 500 多个统计指标。不能直接使用,主要有三个问题:数据格式不正确;数据丢失;统计指标太多最终选择基于模型的统计方法与随机森林进行特征选择。在完成数据的清理和填充之后,我们还需要在数据中添加标签栏,以区分药物滥用和正常使用药物的县。之后,原始数据成为典型的分类问题数据集。我们使用随机森林来训练和找到相关的主要特征。

通过分析 2010-2016 年影响因素的特征,我们发现以下因素对药物滥用的传播有影响:人口的教育水平;家庭结构;文化背景。

5 结语

阿片类药物危机已经成为世界一个急需解决的问题。我们通过数据分析,以解决问题为导向,建立了模拟预测模型。通过使用该模型,能有效模拟药物滥用实际情况。但模型仍然有改进的地方:我们的模型没有引入反馈机制。在预测过程中,精确度可能会在一段时间后降低。该模型不适用于一些嘈杂的分类或回归问题。

参考文献:

- [1] 徐为坚. 具有免疫接种及饱和传染率的传染病 SIRS 模型[J]. 玉林师范学院学报, 2007, 28(5).
- [2] 朱春娟, 原三领. 具有免疫具有饱和传染率, 免疫接种和垂直传染的 SIR 传染病模型的稳定性[J]. 数学的实践与认识, 2015, 45(13).
- [3] 史锐峰, 刘迎东. 具有扩散项 SIRS 模型常数平衡解的全局稳定性[J]. 北京交通大学学报, 2006, 30(6).
- [4] 杰克. 范德普拉斯. python 数据科学手册[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2018.

作者简介: 韦可, 男, 壮族, 广西人, 本科, 自动化专业, 中南大学自动化学院学生。