

# 基于 LM 算法的 BP 网络在药品销售预测中的应用

李雪娟, 蒋世忠, 黄展鹏

(广东药学院医药信息工程学院 广东 广州 510006)

**[摘要]:** 针对经典 BP 算法在销售预测方面存在的明显不足, 本文采用 LM 优化方法改进 BP 算法, 并应用于药品销售预测, 仿真结果表明预测效果优于同类方法。

**[关键词]:** LM 算法 BP 网络 药品销售预测 仿真

## 0. 引言

药品的销售量预测是从历史销售数据中提炼出药品销售的规律, 并利用这一规律性去预报未来的销售量。对药店而言, 销售预测是其经营计划与管理的前端, 起着指导营销策划和销售执行的作用, 是资源调配的重要参考; 有助于优化库存、释放资金、降低储存费用; 有助于提高销售管理的透明度, 指导销售任务的合理设定、销售与合作渠道的有效管控, 并提高业务举措的主动性<sup>[1]</sup>。

然而药品销售是一个不规则的、复杂的非线性系统, 政策改变、季节变化、新药开发、突发事件等, 都会影响药品的销售量。传统的销售预测方法如经验判断法、市场调查分析法、时序预测法、因果分析法等等虽然应用广泛, 效果也不错, 但是, 难以处理药品销售这一复杂的非线性关系。而人工神经网络的优良自学习能力以及非线性映射能力使其成为药品销售预测的强有力手段, 目前已经有一些文献提出用 BP 神经网络来预测药品销售量<sup>[2]</sup>, 但是因为采用经典算法, 存在收敛速度慢、易陷入局部极小值等不足, 本文采用 LM 优化方法对 BP 算法进行改进, 并应用于药品销售预测, 并对其预测效果进行了实验比较。

## 1. 人工神经网络及 BP 网络

### 1.1 概述

人工神经网络(Artificial Neural Networks, ANN, 简称神经网络)起源于 20 世纪 40 年代。一般来说, 人工神经网络可以定义为神经网络技术是由具有适应性的简单单元组成的广泛并行互连的网络, 它的组织能够模拟生物神经系统对真实世界物体所做出的交互反应。

BP 网络是目前应用最广泛的一种人工神经网络, 它是一种前向神经网络, 一个典型的 BP 网络一般包括输入层、中间(隐藏)层、输出层, 其中中间层可以有一层、二层或更多, 同层结点间无任何联接。每一层由若干个神经元组成, 相邻两层的每一个神经元之间均有权值联系。权值的大小反映了这两个神经元之间的联接强度。

BP 算法的基本思路是: 输入信号从输入层输入, 经隐层的函数作用后到达输出层得到输出信号, 若实际输出的信号与期望值不符, 则以此误差做反向传播, 反复修改各层间的权值和阈值, 直到达到期望输出, 即网络全局误差最小。可见, BP 算法的网络学习过程是由信号的正向传播和误差的反向传播组成的。

经典 BP 算法使用梯度下降算法, 因此具有收敛速度慢、易陷入局部极小值等缺点。常用的改进方法<sup>[3]</sup>主要分两类: 一类是采用启发式学习方法, 如动量法、自适应调整学习速率算法, 来增加算法可靠性下提高学习速率; 另一类采用更有效的数值优化方法, 如 LM (Levenberg-Marquardt) 优化方法。

### 1.2 Matlab 中 BP 网络的仿真实现

Matlab 具有超强的计算仿真能力, 是国际学术界被认为是准确、可靠的科学计算标准软件。Matlab 中提供了人工神经网络的工具包, 本文即采用其神经网络工具包来仿真药品预测效果, 主要采用的指令如下:

指令格式: net = newff

net = newff (PR, [S1 S2...SN1], {TF1 TF2...TFN1},

BITF,BLF,PF)

参数意义: PR—输入向量的取值范围。

Si—第 i 层的神经元个数, 总共 N 层。

TFi—第 i 层的传递函数, 缺省值为 "tansig"。

BITF—BP 网络训练函数, 缺省值为 "trainlm"。

BLF—BP 网络权值和阈值学习函数, 缺省值为 "learnqdm"。

PF—性能函数, 缺省值为 "mse"。

执行结果: 创建一个 N 层的 BP 神经网络。

## 2. BP 网络在药店药品销售预测中的应用

本文利用 BP 神经网络模型对药品销售量进行预测, 根据 2006 年广州某大药房小柴胡颗粒(10g\*10 袋)的销量情况进行实验, 采用的是滚动预测有反馈网络模型, 具体各月份销售数据如下: 1 月份的销售额为 2056 盒, 2 月份的销售额为 2395 盒, 3 月份的销售额为 2600 盒, 4 月份的销售额为 2298 盒, 5 月份的销售额为 1643 盒, 6 月份的销售额为 1600 盒, 7 月份的销售额为 1873 盒, 8 月份的销售额为 1478 盒, 9 月份的销售额为 1900 盒, 10 月份的销售额为 1500 盒, 11 月份的销售额为 2046 盒, 12 月份的销售额为 1556 盒。

### 2.1 构建 BP 网络

本文采用三层结构的 BP 网络, 其中输入节点数为 3 个, 即前三个月的销量; 隐含层为 1 层, 隐含层的激活函数为 tansig(双曲正切 S 型传递函数), 隐层节点数为 5; 输出层的激活函数为 logsig(S 型的对数函数)输出节点数为 1 个, 即本月的销量。

在选取隐层节点数的时候, 采取的基本原则是: 在能正确反映输入输出关系, 实现输入输出映射的基础上, 尽量选取较少的隐层节点数, 从而使网络模型尽可能的简单。经过测试, 再结合经验公式, 隐层节点数选 5 个比较合适。

### 2.2 网络训练阶段

首先将 2006 年 1 月-3 月的小柴胡颗粒销售量作为样本的第一组输入, 将 2006 年 4 月的小柴胡颗粒销售量作为这一组的样本输出; 而后取 2006 年 2 月-4 月的小柴胡颗粒销售量作为样本的第二组输入, 取 2006 年 5 月的小柴胡颗粒销售量作为这一组样本的输出; 依此类推, 直至最后取 2006 年 6 月-8 月的小柴胡颗粒销售量作为最后 1 组输入, 2006 年 9 月的小柴胡颗粒销售量作为最后一组输出, 并对训练样本进行归一化处理。

由于采用不同的训练函数对网络的性能有影响, 比如收敛速度、误差等。本文采用三种不同的训练函数对网络进行训练, 其中包括文献<sup>[4]</sup>中使用的经典 BP 算法(梯度下降法), 训练结果如表 1 所示。训练函数 trainlm 收敛速度比较快, 网络的训练误差也比较小。为缩短神经网络系统的学习时间, 减少预测误差和循环次数, 力求预测结果最优化, 本文拟采用 Levenberg-Marquardt 优化方法的函数 trainlm 对 BP 网络进行训练。

训练函数	BP 算法	网络误差	训练次数
traingd	梯度下降法	0.02716	20000
traingdx	梯度下降动量法	0.00980	414
trainlm	Levenberg-Marquardt 自适应调整	0.00923	7

表 1 训练函数对网络的影响

### 2.3 测试阶段

训练好的网络需要进行测试才可以判定是否可以投入实际应用。

测试数据利用 2006 年 5 月-7 月、2006 年 6 月-8 月、2006 年 7 月-9 月三组数据来预测 2006 年 8 月-10 月的销售量来检验预测误差是否满足要求的。

预报误差曲线如图 2 所示,由图可见,网络预测值和真实值之间的误差是比较小的,一个是 0.00046,一个是 0.0010,第三个是 0.01905。可以投入实际应用。

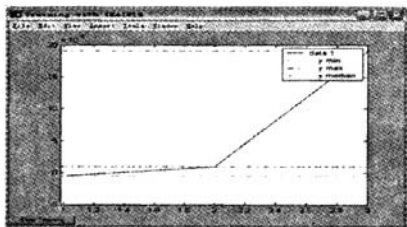


图 1 预报误差

### 2.4 预测阶段

预测时,将 2006 年 7 月-9 月的小柴胡颗粒销售量作为样本输入,即可获得 2006 年 10 月的小柴胡颗粒的输出。而后取 2006 年 8 月-10 月的小柴胡颗粒销售量作为样本的输入,预测 2006 年 11 月的小柴胡颗粒销售量,取 2006 年 9 月-11 月的小柴胡颗粒销售量作为样本的输入,可预测 12 月份的小柴胡颗粒销售量。

误差曲线如图 2 所示。

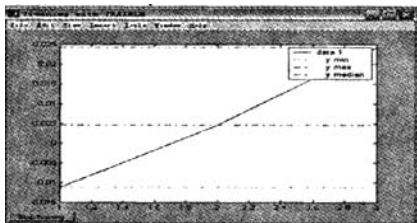


图 2 误差曲线

月份	实际值	预测值	预测误差	百分比误差 (%)	绝对值百分比误差 (%)
10	1500	1507.8243	-7.8243	-0.5216	0.5216
11	2046	2038.3032	7.6968	0.3762	0.3762
12	1556	1523.9404	32.0596	2.0604	2.0604

表 2 小柴胡颗粒销售量预测与实际值比较

### 2.5 结果分析

从表 2 的预测结果来看,10 月份预测误差为-7.8243,绝对值百分比误差为 0.5216;11 月份预测误差为 7.6968,绝对值百分比误差为 0.3762;12 月份预测误差为 32.0596,绝对值百分比误差为 2.0604。可以看出 10 月份跟 11 月份的预测误差非常小,完全具有实用价值,而 12 月份的预测误差比较大,可能是因为实际中药品的销售往往受到多种因素的影响,本文预测时没有加入特征数据(如天气特征值)可能是造成 12 月份预测误差大的原因。

### 3. 结束语

经典 BP 算法使用的是梯度下降算法,因此具有收敛速度慢、易陷入局部极小值等缺点,本文通过仿真对几种 BP 网络的算法进行了比较,仿真结果表明,采用 LM 优化方法改进的 BP 算法收敛速度比经典 BP 算法和梯度下降动量法都要快,预测精度也比它们高,适用于药品销售预测。但由于实际中,药品销售除了受到国家医药管理政策以及宏观经济状况的影响外,还受到其它多种因素的影响,如在本文中未考虑诸如天气、政策等的影响,预测结果仍存在一定的误差,下一步工作是在预测时加入此类因素,以便进一步提高基于 LM 算法的 BP 网络在药品销售预测的准确度。

#### 参考文献:

1. 刘勤,朱正红,陆怡.基于人工神经网络的药物销售额预测.计算机工程.2001.10(27).
2. 陈莹,陈胜德,叶开.别小看销售预测的力量.畅享网.<http://www.amteam.org/k/Board/2006-9/0/530298.html>.
3. R.R.Ojas.Neural Networks:a systematic introduction.Springer-Verlag.1996.
4. 许东,吴铮.基于 MATLAB6.X 的系统分析与设计-神经网络(第二版).西安:西安电子科技大学出版社,2002:32-23.
5. 飞思科技产品研发中心.神经网络理论与 MATLAB 7 实现.北京:电子工业出版社,2005.3.

(上接第 90 页)

gml"/>

```

</sequence>
</extension>
</complexContent>
</complexType>
StateType 是个复杂类型,它继承自 AbstractFeatureCollectionType(GML 提供的元模式),含有一个元素,studentPopulation,该元素类型为整形(Integer)。

```

### 2.2 GML 应用实例

下面的例子来自于 GML Viewer[9]自带的例子。该范例有三部分组成:GML 模式、应用模式和 GML 数据片段。显示效果如下:



图 2 GML 应用

### 3. 结束语

OGC 提供了基本的 GML 模式,用户从这些核心模式出发,使用或者继承,开发出适合自己的 GML 应用模式。GML 为异构

数据集成提供了新的解决方案,本文仅仅讨论了 GML 的基本核心模式和对这些模式的扩展,对于 GML 文档的解析和 GML 文档的数据集成,还要进一步深入研究。

#### 参考文献:

1. 兰小机,阎国年等. GML3.0 应用模式的发展及应用研究[J]. 计算机工程 2005, 31(21):34-36
2. 余旭,邓跃进等. 对 GML3.0 的探讨[J]. 遥感技术与应用 2003, 18(3): 180-184
3. 旷建中,马劲松等. 基于 GML 的多源空间数据集成模型研究[J]. 计算机应用研究 2005, 6:105-107
4. 梁明,鲍艳等. GML 地理标记语言特征与分析[J]. 西安科技学院学报 2002, 22(4):430-433
5. Simon Cox, Paul Daisey, Ron Lake et al. Geography Markup Language (GML) Encoding Specification [EB/OL]. <http://www.opengeospatial.org/standards/bp>, 2004
6. 李艳芳. 基于 GML 的分布式异构地理信息集成研究[D]. 中国矿业大学 2005
7. 马庆勤,武法东,朝伟民. 基于 GML 和 WFS 及 SVG 的 WebGIS 实现框架[J]. 测绘科学 2006, 31(4) 140-141
8. 邓东波. GML In Practice [pdf] [www.iis.sinica.edu.tw/~dongpo/doc/GML\\_in\\_Practice%20.pdf](http://www.iis.sinica.edu.tw/~dongpo/doc/GML_in_Practice%20.pdf)
9. <http://www.snowflake-software.co.uk/products/gmlviewer/gmlSample-Data.htm>

作者：[李雪娟](#)，[蒋世忠](#)，[黄展鹏](#)  
作者单位：[广东药学院医药信息工程学院, 广东, 广州, 510006](#)  
刊名：[福建电脑](#)  
英文刊名：[FUJIAN COMPUTER](#)  
年，卷(期)：2007(10)

## 参考文献(5条)

1. [刘勤;朱正红;陆怡](#) [基于人工神经网络的药物销售额预测](#)[期刊论文]-[计算机工程](#) 2001(10)
2. [陈莹;陈胜德;叶开](#) [别小看销售预测的力量](#)
3. [R. R. Ojas](#) [Neural Networks:a systematic introduction](#) 1996
4. [许东;吴铮](#) [基于MATLAB6. X的系统分析与设计-神经网络](#) 2002
5. [飞思科技产品研发中心](#) [神经网络理论与MATLAB 7实现](#) 2005

## 本文读者也读过(10条)

1. [2009的世界主要市场抗心律失常和冠心病药物销售预测](#)[期刊论文]-[医疗保健器具](#)2004(6)
2. [娄青](#) [销售预测审计量表开发和应用研究](#)[学位论文]2005
3. [查振中;王晖](#) [灰色模型GM\(1, 1\)结合Excel实现药品销售预测](#)[期刊论文]-[中国医院管理](#)2004, 24(5)
4. [王宪庆;涂冰;文诗琪;WANG Xianqing;TU Bing;WEN Shiqi](#) [BP神经网络在药品销售预测中的应用](#)[期刊论文]-[中国医药技术经济与管理](#)2009, 3(5)
5. [耿东升;张文斌](#) [某药材站药品销售行为分析](#)[会议论文]-2001
6. [朱卫华;唐向宏;张福洪;ZHU Wei-hua;TANG Xiang-hong;ZHANG Fu-hong](#) [小波分析在短期销售预测中的应用](#)[期刊论文]-[杭州电子科技大学学报](#)2005, 25(1)
7. [张承祥;ZHANG Cheng-xiang](#) [医药销售决策支持系统开发](#)[期刊论文]-[镇江高专学报](#)2007, 20(4)
8. [马新强;黄羿;MA Xin-qiang;HUANG Yi](#) [基于BP神经网络的药品销售预测模型设计](#)[期刊论文]-[重庆文理学院学报\(自然科学版\)](#) 2008, 27(2)
9. [宋艳;田大钢](#) [基于多维度的企业产品销售预测管理](#)[期刊论文]-[商场现代化](#)2008(9)
10. [王小平;孙彩贤](#) [基于网上商品销售预测的灰色模型理论](#)[期刊论文]-[四川兵工学报](#)2010, 31(6)

引用本文格式：[李雪娟;蒋世忠;黄展鹏](#) [基于LM算法的BP网络在药品销售预测中的应用](#)[期刊论文]-[福建电脑](#) 2007(10)