

基于 .NET 组件化的销售预测系统的设计与开发

徐 成 ,严洪森 ,黄 青

(东南大学 自动化研究所 ,江苏 南京 210096)

摘 要 :为改变企业对未来销售量预测手段的单一性和随意性 ,设计开发基于 .NET 组件化的销售预测系统 ,从而给企业决策者一个有效的、简单明了的预测结果以指导决策。文中根据不同预测方法对某一组具体历史数据的敏感程度不同 ,通过 .NET 组件技术实现多种预测方法和预测精度的检验 ,自动遴选出最适合某一组数据的预测模型或预测方法 ,达到最佳的预测效果。最后 ,运用该系统对某汽车制造企业的销售量进行预测 ,得到较好的效果。

关键词 :销售预测 ;预测模型库 ;组件技术

中图分类号 :TP399

文献标识码 :A

文章编号 :1673-629X(2007)02-0027-04

Design and Development of Sales Forecasting System Based on Module Technique on .NET Platform

XU Cheng ,YAN Hong-sen ,HUANG Qing

(Research Institute of Automation ,Southeast University ,Nanjing 210096 ,China)

Abstract :In order to avoid the oneness and random in selecting the means of forecasting sale quantity of an enterprise in future ,a sales forecasting system is designed and developed based on module technique on .NET platform ,thus supplying the enterprise 's leader and decision maker with a valid ,simple and manifest forecasting result for their decision - making. In view of the sensitivity of different forecasting means to the practical history data ,various forecasting methods are implemented by using the Microsoft .NET module technique and the forecasting model or forecasting method(which is the most suitable to the history data)is automatically selected through the examination of the forecasting accuracy ,so that can obtain the best forecasting result. At last ,the forecasting system is used to forecast the sale quantity in an automobile manufacturing enterprise ,which obtains a satisfying result.

Key words :sales forecasting ;forecasting model database ;module technique

0 引 言

现代企业的竞争日益激烈 ,面对市场的不断变化 ,如何在竞争中立于不败之地是每个企业追求的目标。只有充分立足实时的市场信息 ,及时调整企业决策 ,减少产品库存积压 ,从而降低企业运营成本、减少不必要的资金占用 ,才能增强企业的竞争力和生命力。因此通过预测未来的销售需求来指导生产和优化库存管理是一个有力的竞争手段。目前各种关于经济预测的方法和技术层出不穷 ,如指数平滑、线性回归、组合预测、神经网络等预测方法在一定的数据范围内取得很好的预测效果 ,但是每一种预测方法都有自己的局限性 ,其

适应性和通用性不强 ,难以满足企业多种预测的需要。

文献 [1] 中提出了一个汽车销售的预测分析系统 ,在一定程度上改变了预测方法的单一性 ,由于该系统采用的模型较少而且模型择优是人为选取的 ,没有设定一个选择的标准 ,主观性比较强。在多个预测模型进行预测时 ,对预测结果的评价和预测模型的选择是非常必要的。

文献 [2] 中提出的关于纺织品市场的销售预测系统 ,针对纺织品与其他商品销售的趋势区别 ,建立了针对纺织品销售预测模型 ,并对模型的预测效果进行评价 ,取得了较好的预测效果。由于该系统是针对纺织品预测的 ,其中包括的模型不能满足多种预测的要求。

文中所设计和开发的销售预测系统正是建立在文献 [1] 和文献 [2] 的基础上 ,针对单一预测方法的缺陷 ,通过多种预测方法进行预测 ,由系统自动分析预测结果、进行精度检验以确定预测方法的选取 ,由此来提高

收稿日期 :2006-05-22

基金项目 :国家自然科学基金资助项目(60574062 ,50475075)

作者简介 :徐 成 (1978-) ,男 ,浙江龙游人 ,硕士研究生 ,研究方向为控制理论与控制工程 ;严洪森 ,博士 ,教授 ,博士生导师 ,研究方向为 CIMS 及 FMS 建模、生产计划、调度、控制、仿真、并行工程和敏捷制造等。

预测的精度和可信度。在 Microsoft .NET 平台下实现组件化的系统开发,增强了系统的可移植性和可扩充性,提高了系统的适应性。

1 预测系统的方案设计

本系统采用典型的三层结构,即数据层、业务逻辑层和应用层。通过后台的 SQL SERVER 2000 数据库系统作为存取数据的仓库。数据层实现与数据库的数据交互;业务层实现相应的预测算法;应用层实现数据的输入输出等人机交互功能。

1.1 系统的结构设计

该预测系统由五个模块组成:系统管理模块、商品信息模块、数据存储与输入模块、预测模型选择模块、预测结果输出模块。各模块之间关系如图 1 所示。

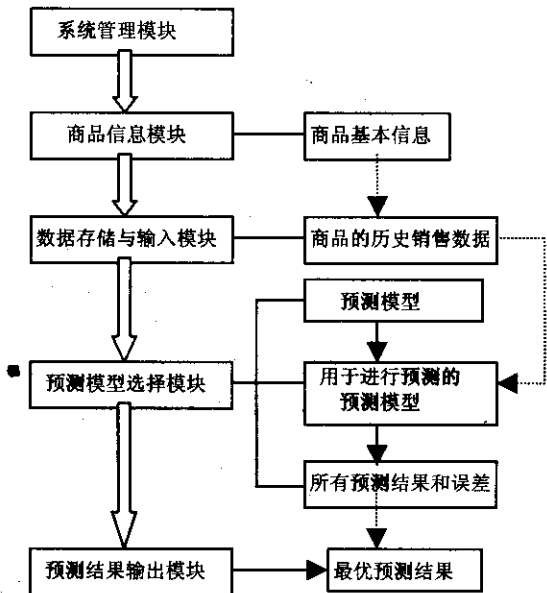


图 1 各模块之间关系图

1.2 数据库设计

在该预测系统的开发中,根据系统数据的分类设计数据库。系统包括了预测对象的信息资料数据、预测模型(算法)和预测结果三种类型的数据。预测对象的信息资料库提供了预测对象的基本信息和它的数据;预测模型(算法)库用来存放各种预测模型(算法);而存放预测结果的数据库可以细分为两类:一类是存放各种预测结果和误差的中间数据库,本次预测结束后,该数据库将会被清空,从而为下一次预测作准备;另一类是存放最终预测结果的数据库。

1.3 系统的流程设计

系统通过选择不同模型对同一组历史数据分别进行预测运算,并通过计算机实现预测结果的评价,根据评价结果自动选择最优的预测模型,从而得出最优的预测结果。系统运行的流程图如图 2 所示。

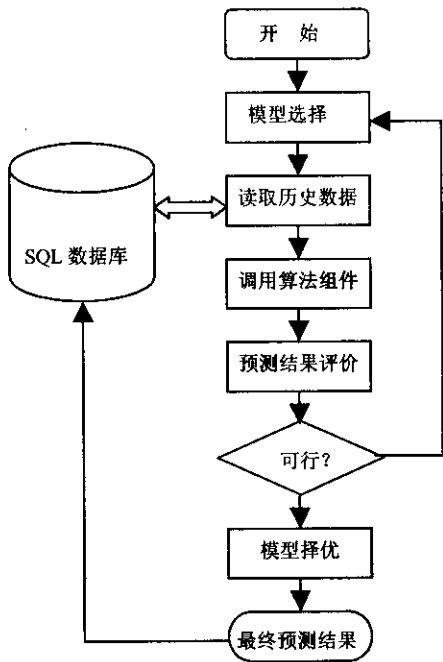


图 2 系统流程图

2 预测方法分析

在该预测系统的设计中,将常用的一些统计型预测模型和方法^[3]统一放在预测模型库中,允许对该库进行维护和更新,根据实际的需要添加新的预测模型(算法),或者删除已不再适用的旧的预测模型(算法)。预测模型库里共包括了基础的十三种模型,分别是:线性回归模型、季节指数模型、三段估计模型、简单一次移动平均模型、一次指数平滑模型、简单递推模型、简单平均数模型、线性二次移动平均模型、二次指数平滑模型、三次指数平滑模型、一次指数平滑自适应模型、二次指数平滑自适应模型和三次指数平滑自适应模型^[3]。

(1)回归预测模型如下:

预测值: $\hat{Y}_i = a + bX_i$

误差: $\min \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = \min \sum e_i^2$

相关系数: $R = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 \sum (Y_i - \bar{Y})^2}}$

采用最小二乘法得到^[4] b, a :

$$\begin{cases} b = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2} \\ a = \bar{Y} - b\bar{X} \end{cases}$$

(2)三次指数平滑法适用于既有线性趋势又有季节性变动的时间序列的短期预测。该方法的基本预测模型为:

$$S_t^{(1)} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) S_{t-1}^{(1)}$$
$$S_t^{(2)} = \alpha S_t^{(1)} + (1 - \alpha) S_{t-1}^{(2)}$$
$$S_t^{(3)} = \alpha S_t^{(2)} + (1 - \alpha) S_{t-1}^{(3)}$$
$$a_t = 3 S_t^{(1)} - 3 S_t^{(2)} + S_t^{(3)}$$
$$b_t = \frac{\alpha}{2(1 - \alpha)^2} [(6 - 5\alpha) S_t^{(1)} - (5 - 4\alpha) S_t^{(2)} + (4 - 3\alpha) S_t^{(3)}]$$
$$c_t = \frac{\alpha^2}{(1 - \alpha)^2} [S_t^{(1)} - 2 S_t^{(2)} + S_t^{(3)}]$$
$$F_{t+1} = a_t + b_t + c_t$$

其中 : F_{t+1} 是第 $t + 1$ 期时间序列的预测值 ; $S_t^{(1)}$ 为一次指数平滑值 ; $S_t^{(2)}$ 为二次指数平滑值 ; $S_t^{(3)}$ 为三次指数平滑值 ; α_t 、 b_t 、 c_t 为三个参数。

3 预测误差分析

系统采用误差指标体系来考察模型的预测精度 ,包括平均误差(ME)、平均绝对误差(MAE)、标准差(SDE)、均方差(MSE)、平均绝对百分比误差(MAPE)^[5]。误差指标越小 ,说明预测的误差越小。MAPE 的计算公式为 :

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n | P_{e_i} |$$

其中 $P_{e_i} = \frac{e_i}{Y_i} = \frac{Y_i - F_i}{Y_i}$, Y_i 是第 i 期实际值 , F_i 是第 i 期预测值。

MAPE 克服了计量准确性方法的缺陷 ,给出了对预测精度最直观的判断标准。MAPE 越小 ,说明预测的精度越高。具体评价标准见表 1。

表 1 MAPE 评价参考标准表

MAPE 的范围	预测类型
10% 以下	高精度预测
10% 到 20%	良好预测
20% 到 50%	可行预测
50% 以上	错误预测

在本预测系统中 ,采用平均绝对百分比误差 MAPE 来衡量预测是否可行。如果 MAPE 大于 50% ,则预测是错误的 ;如果 MAPE 不大于 50% ,则是可行的^[3] ,此时再使用平均绝对误差 MAE 和标准差 SDE 的平均值作为衡量误差大小的标准 ,该平均值最小的预测方法就是最佳的预测方法 ,同时把 1 与该值的差作为选出的最优预测方法的历史预测精度值 ,为下一次选择预测方法提供参考。

4 预测系统的组件化实现

预测方法的算法原理和计算复杂性虽各不相同 ,

但是在使用这些预测方法进行预测时 ,通过计算机程序调用这些方法的方式却是一样的。在设计该系统中采用了微软 .NET 平台下的组件化技术。程序设计时把单一算法封装成一个独立的业务层组件由应用层调用。数据层组件负责与 SQL SERVER 2000 数据库的数据交互 ,业务层组件在存取数据时调用数据层组件。各层之间关系明确 ,各层的任务单一 ,提高了程序的可读性和可维护性。若需要添加新的预测方法 ,只需要在预测模型(规则)库中添加该方法的基本信息 ,同时再添加一个该算法的组件。在预测方法进行预测时 ,只有被调用的组件才执行运算的功能 ,从而大大提高了系统运行的效率。组件模型为人们快速创建应用程序提供了解决方案 ,并且带来了良好的易用性。在 Visual Studio .NET 环境中用 C# 语言开发该系统 ,将应用程序分割为功能上独立的集合 ,并对这些模块进行单独开发、测试 ,从而提高程序的质量和执行效率。

5 预测实例

表 2 给出了南京某车身厂车身配件 2004 年和 2005 年月销售量的历史记录 ,现对 2005 年 7 月份销售量进行预测。

表 2 车身配件销售量的历史记录 单位 :套

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2004	362	385	430	340	380	410	495	388	475	515	580	475
2005	540	580	780	557	630	710	680					

选择三段估计法、简单一次移动平均法和二次指数平滑法来对该产品销售量进行预测。三种方法的预测结果和误差如图 3 所示 ,本销售预测系统根据三种方法的预测误差自动选择具有最小预测误差的预测方法(即三段估计法)进行预测 ,最后预测结果如图 4 所示 ,而 7 月实际销售量是 680 套 ,说明该预测的结果是可行的。图 5 中给出了实际销售数据曲线和三条预测曲线 ,图 6 给出了三种预测模型的预测误差曲线 ,从图 5 和图 6 的数据曲线图中可看出预测的精度是符合实际要求的 ,在对一系列历史数据进行事后预测用以检验预测模型对该历史数据的敏感程度是符合实际的。

6 结束语

本预测系统方便快捷地实现了对销售历史数据进行多种方法的预测 ,并通过预测结果分析和精度检验自动选择最适合的预测模型 ,提高了预测结果的可信度 ,弥补了单一预测模型和预测方法适应性差的缺陷。同时本系统是一个组件化的开放式系统 ,可以不断地添加和修改预测模型库中的模型 ,如组合预测模型、神经网络模型等 ,具有较好的灵活性和适应性。该系统

在实践应用中被证明是非常有效的,对企业的决策具

有良好的指导作用,有较高的现实意义。

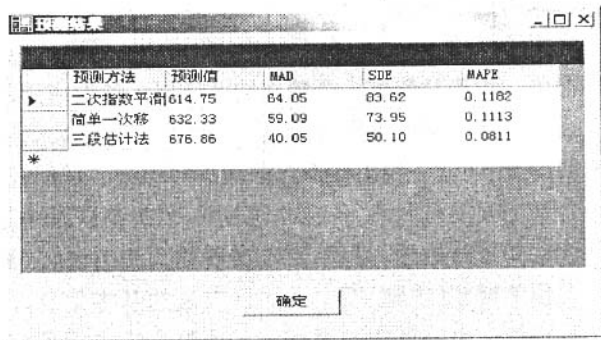


图3 预测精度比较

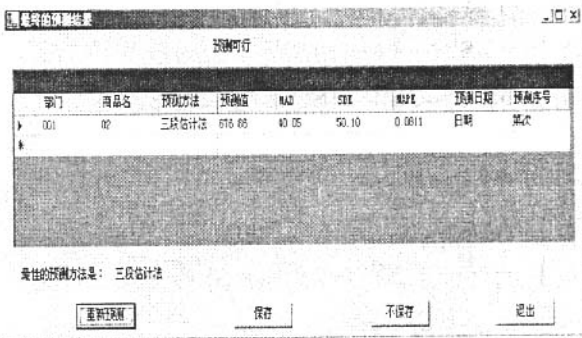


图4 最终的预测结果输出界面

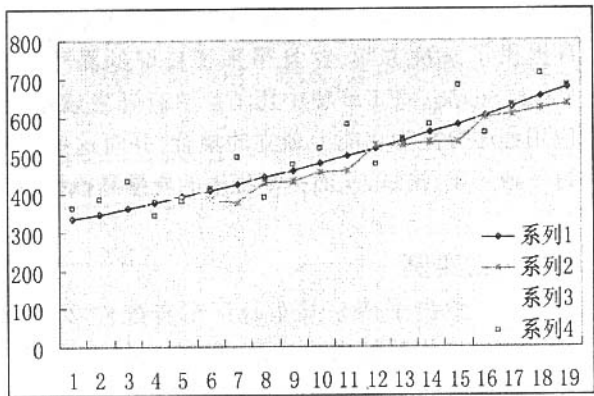


图5 销售数据曲线以及预测趋势图比较

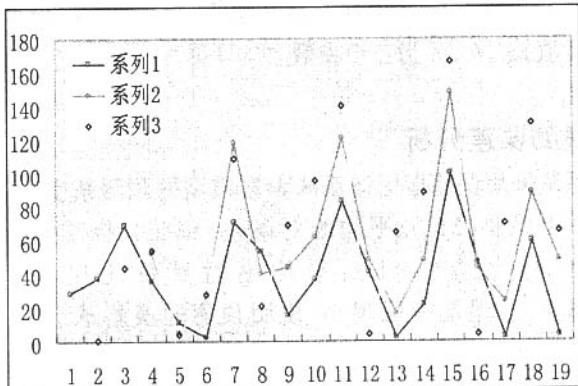


图6 预测误差曲线比较

参考文献:

[1] 李 勇,肖 智,陈 玲.汽车销售分析与预测系统的设计与开发[J].重庆大学学报 2002,25(9):146-149.
[2] Thomassey S,Happiette M,Castelain J M. A Global Forecasting Support System Adapted to Textile Distribution[J]. International Journal of Production Economics, 2005,96(1):81-

95.

[3] 王玉荣.商务预测方法[M].北京:对外经济贸易大学出版社 2003.
[4] 杨桂元,唐小我.预测模型中参数估计的最优化方法[J].系统工程理论与实践 2002(8):85-88.
[5] 朱广宇,严洪森.一种基于预测模型库评价遴选的组合预测方法[J].控制与决策 2004,19(7):726-731.

(上接第 26 页)

5 结 论

文中通过分析现今产品知识表达中存在的问题,即产品知识如何表示、共享、重用,研究了产品知识表达的模型,即结构—行为—基本功能—元功能。并结合本体和语义 Web 描述语言(OWL)给出了产品的知识表达的模型,使得产品知识在语义层面很好地弥补了上述缺陷。从而提高了产品的设计效率,使得产品从研发到生产的周期大大缩短。

参考文献:

[1] 齐元胜,方 兴.基于 XML 的产品功能表达研究[J].机械科学与技术 2003,22(3):351-357.
[2] 邓志鸿,唐世渭,张 铭.Ontology 研究综述[J].北京大学学报 2002,38(5):730-738.
[3] Van Harmelen F. OWL Web Language Overview[EB/OL].

2006-01. <http://www.w3.org/TR/owl-features/>.

[4] Luca B. More than just shape: a representation for functionality[J]. Artificial Intelligence in Engineering, 1998, 12: 337-354.
[5] Kitamura Y, Mizoguchi R. Ontology-based systematization of functional knowledge[J]. Journal of Engineering Design, 2004, 15(4): 327-351.
[6] Brown D C. Functional, behavioral and structural features[EB/OL]. 2005-12. <http://web.cs.wpi.edu/dcb/Papers/KIC5/KIC5-Features.html>.
[7] Lind M. Modeling goals and functions of complex industrial plants[J]. Applied Artificial Intelligence, 1994, 8(2): 259-283.
[8] Szykman S, Racz W, Sriram R D. The representation of function in computer-based design[C]//In: Proceedings of the 11th International Conference on Design Theory and Methodology. Las Vegas, NV [s.n.], 1999.