基于贝叶斯影响与组合预测的产品销售特征

摘要

近年来企业外部环境更趋复杂严峻和不确定性，业务波动影响显著，市场预测严重不足。如何通过组合预测来分析企业供应链的需求情况，完成对未来的销售及运营计划、目标，资金预算的决策参考，以及对采购计划和安排生产计划的制定，是在企业供应链环节中所要面临的一个重大问题。本文在结合实际情况下提出合理的假设，通过大量描述性统计分析，建立合适的时间序列模型，从而为管理者提供进行市场需求预测的重要依据，对产品进行划分，建立贝叶斯概率模型求解得到分类结果，并给出各类产品的综合得分及概率值，为实际的公司内部关于销售、采购、财务预算等决策环节提供理论参考。

**针对问题一**，针对产品本身的结构，分析不同产品、销售方式、所在区域、品类间价格等与需求在时间维度上的关系，观察各产品需求与时间粒度的分布规律，进而进行描述性分析与不同条件下的销售量与销售总价的单因素方差分析模型；不同产品之间的影响会影响之间的销售数据，因此建立贝叶斯概率模型，用概率的形式来描述两者相互影响，结果表示：随后根据量化过的多指标进行综合评价模型的建立与求解，结果表示：**xxx**。

**针对问题二**，供应商应当如何根据产品的销售量和频率来制定供应策略，供应商能否按约定的交货期限和交货条件组织供货，将直接影响企业生产的连续性，因此供应商的交货时间同样对企业需求预测起较为重要的作用。对于若干个产品，建立K-Means聚类模型，研究哪些产品对于供应商来说是极为重要的。对于选择哪种分类方法对其供应链的分类有较高的贡献度，本题采用ABC分类法来判断产品的贡献程度，并以部分产品为代表建立动态补货批量模型来制定补货策略。模型结果表明：**xxx**。

**针对问题三，**对于附件所给定的产品，对其进行未来时间三个月的预测数量，并划分不同的时间粒度分别预测，首先筛选同一限制条件，将符合条件的产品构成一个数据集并按照时间进行顺次划分，观察发现其含有明显的时间季度影响，因此我们采用时间序列ARIMA模型及升级网络回归模型，并根据预测结果不断调整模型参数，使得结果更准确，将两者模型的预测结果进行线性加权得到综合预测结果。结果显示：xxx。

**关键词** 贝叶斯 组合预测 ABC分类 描述性统计 动态补货批量 方差分析

# 问题重述

## 背景知识

研究产品的销售特征与预测一直以来都是每个企业所需要注重的问题，不同产品之间的销售情况是不一样的，受到例如销售区域、时间、产品间的相互影响等多方面的影响，通过多方面的探究来考虑产品的销售情况，从而清晰明了地划分产品销售界限，企业需要根据未来预测的订单数据来为现有的产业和库存进行布局，达到灵活处理业务、成本最小的效果。

## 具体问题

通过文章中所给的数据，首先利用各指标之间关联进行统计分析，找出这些不同的地区区域，大类、细类分类，销售渠道等指标与采购数量和总价的关系，并以此作趋势图及方差分析，然后依靠这些指标进行产品的综合评估，判断哪种产品的销售情况最突出，同时作出需求预测，输出在同一限制条件下的季节性需要结果。

因此，本案例需要我们解决如下问题：

1. 统计数据，对指标进行描述性分析，充分讨论产品指标和数据结果的联系；
2. 从供应商的角度，对产品进行分析；
3. 通过已有的数据，根据组合预测的方式得出结果。

# 问题分析

## 问题一的分析

问题一要求我们，在所给的数据中研究在哪些指标的不同情况之下，影响销售量和采购总价这两个变量，根据销售渠道、大类、细类划分、销售区域编码、时间季节粒度划分等，并根据这些条件研究销售量和采购总价，研究方法主要为画图及单因素方差分析建模，并通过建立贝叶斯概率模型来研究两种产品之间的互补或替代所产生的间接相互影响，最后根据这些指标，实现产品的综合评价，观察哪种物品对总的利润收入占比较大，从而重点研究这类产品的明细状况、售卖情况等。

## 问题二的分析

从供应商的角度来说，对于这些产品进货批量与售卖情况息息相关，按照牛鞭效应理论，需求波动会随着供应链层级放大，因此对于产品的管控 程度也需要提升。本问题要求我们在这些产品中建立ABC库存分类模型；对某些产品的补货策略，通过建立动态补货批量模型来实现如何补货。

## 问题三的分析

本题目要求我们预测所给产品的未来三个月的销量，并按照不同的时间粒度划分得到不同的预测结果，首先筛选同一条件下的产品。对其按照年份和月份的时间顺序构成季度数据，通过建立时间序列ARIMA模型及神经网络回归模型。对其进行训练及预测，根据预测结果进行前向反馈并调整模型训练参数，将两者的预测结果进行线性加权得到综合预测结果。

本论文所有题目解题思路如下：



1. 整体论文解题思路
2. 模型假设
3. 假设排除自然因素造成的产品销售状况或自然灾害、疾病等影响，即产品的销售状况完全符合经济规律；
4. 假设附件数据真实；
5. 假设略略略略略略略略略略；
6. 假设每一件文物风化与未风化的数据都呈现线性递增的关系。
7. 符号说明

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 符号 | 含义 | 符号 | 含义 |
|  | 输入的权值 | X、Y | 两个集合中的变量 |
|  | 第j个神经元的偏置项 | N | 集合元素个数 |
|  | 激活函数 | xi、yi | X与Y在各自集合的排名 |
| v | 输出层结果 | d | 集合 |
|  | 损失函数的变元函数 | di | 第i个数据对的位次值之差 |
|  | 学习率 |  | 斯皮尔曼等级相关系数 |
|  | Kappa评分 | z\* | 统计量 |
|  | 损失函数 |  | 置信度 |
|  | 样本数 |  | 归一化后的数据 |
|  | 特征数 | Xmin | 最小值 |
|  | 截距项系数 | Xmax | 最大值 |
|  | 单位矩阵 |  | 输入的权值 |
|  | 方差扩大因子 |  | 第j个神经元的偏置项 |
|  | 训练样本数目与总训练样本数目的比例 |  | 激活函数 |
|  | 不纯度 | v | 输出层结果 |
|  | 特征重要性 |  | 损失函数的变元函数 |
|  | 活化函数 |  | 学习率 |
|  | 连接矩阵 |  | 组间方差 |
|  | 隐含层单元数 |  | 组内方差 |
|  | 输入层单元数 |  | F统计量 |
|  | 输出层单元数 |  | 拒绝域 |

1. 问题一的建模与求解

## 问题求解思路

附件所给的数据为若干份订单数据，首先需要将同一产品的订单需求与总价进行累加得到每个对应产品的数据，销售区域编码有101~105共5个，大类有301~308共8个，细类401~412，销售渠道分为线上与线下，首先查看缺失值，使用excel发现订单日期为2015/9/4，产品编号为20283的订单数据细类存在缺失值，故舍弃该订单数据，其他指标未存在缺失值。

随后针对各指标对需求与总价格的影响进行描述性分析与建立单因素方差分析模型，判断不同的限制条件下的显著性差异，并以此量化定类指标并重新定义极大型（或极小性）指标，并建立topsis优劣解综合评价模型，并以熵权法计算权重得到产品重要等级，随后建立贝叶斯概率模型，按照每种产品在订单中出现的频率除以总订单数得到对应的概率，按照贝叶斯理论研究两种产品之间的影响。

整个问题一的求解思路如下：



1. 问题一解题思路

## 描述性分析

## 单因素方差分析

## Topsis优劣解评价

## 贝叶斯概率

1. 问题二及问题三的建模与求解

## 问题求解思路

问题解题思路如下：



1. 问题二及问题三解题思路

## 随机森林模型

## 神经网络分类与回归

## 求解结果及模型总结

1. 问题四的建模与求解

## 问题求解思路

## 相关性分析

## 方差分析

* 1. Topsis优劣解
  2. **建议**

1. 模型的评价与推广

## 模型的优点

## 8.2 模型的缺点及改进

1. 参考文献

[1] 肖蓓. BPMN业务流程的运行时一致性的检验方法的研究[D]. 福建师范大学, 2021.

[2] 张云飞, 闵丽, 田侃, 等. 基于岭回归的电网调峰需求预测研究[J]. 水电与抽水蓄能, 2021,7(06):74-76.

[3] 何毅, 马双宝, 孙彪. 基于随机森林的ERα生物活性预测研究[J]. 武汉纺织大学学报, 2022,35(04):54-56.

[4] 李强, 陈衍姣. 基于随机森林的商业性养老保险购买行为预测[J]. 科技和产业, 2022,22(08):271-275.

[5] 吴锦钢, 邱勇, 葛亚飞, 等. 基于随机森林的扭切式鼻坎挑射水股落点分布预测模型及应用[J]. 水电能源科学, 2022,40(08):139-142.

[6] 顾孟钧, 冯文舟, 陈中兵. 不同长度下中文垃圾邮件分类模型的研究[J]. 工业信息安全, 2022(07):28-35.

[7] 闫洪霖. 基于改进反馈神经网络的煤矸石图像分类模型[J]. 工矿自动化, 2022,48(08):50-55.

[8] 王晨仰, 杨雯, 张坤, 等. 无机化学在文物修复和保护中的应用[J]. 无机化学学报, 2018,34(12):2127-2134.

[9] 薛吕. 玻璃文物保护与修复: 中国文物保护技术协会第七次学术年会, 中国江苏镇江, 2012[C].

[10] 张吉, 黄希, 胡东波. 文物保护领域中的化学[J]. 大学化学, 2017,32(09):35-40.

[11] 杨雯, 王晨仰, 刘军民, 等. 无机纳米材料在文物修复与保护中的应用研究[J]. 无机化学学报, 2021,37(8):1345-1352.

[12] 周明哲. 浅谈化学在文物保护中的应用[J]. 青岛职业技术学院学报, 2016,29(5):60-61, 78.

1. 附录

附录一：随机森林代码

%准备工作

附录二：神经网络代码

附录三：topsis代码