

# 个性化需求预测支持系统研究

詹 蓉,陈荣秋,汪 琼

(华中科技大学 管理学院,湖北 武汉 430074)

摘 要:分析了构建个性化需求预测支持系统的必要性和个性化需求预测的特点,并拓展了个性化需求预测的概念。通过分析个性化需求预测支持系统的功能和要求,重点研究了个性化需求预测支持系统的结构组成,主要包括预处理部分、预测模型体系等。

关键词:个性化需求;需求预测;预测支持系统

中图分类号:F713.50

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2009)09-0034-04

## 0 引言

当今世界,大部分产品的市场供需关系发生了重要的变化,呈现出买方市场的特征。这促使部分企业不得不以定制营销的手段来满足客户的个性化需求,从而获得销售利润。相应地,企业的生产模式也从传统的大规模生产转变为大量定制(MC, Mass Customization),甚至是即时顾客化定制(IC, Instant Customization)。

MC是一种将大规模生产和定制生产有机结合起来而形成的新型生产经营模式,旨在以大规模生产所具有的低成本和高效率实现定制化产品的生产,在满足消费者个性化需求的同时,保证和提高企业的经济效益<sup>[1]</sup>。相比之下,IC还增加了时间要求。IC首先由Yeh和Pearlson<sup>[2]</sup>提出,它的含义是,顾客的个性化需求一旦提出,制造商就能即时交付。IC生产模式的目标是同时实现低成本、定制和零顾客订货提前期。它是以顾客为中心的制造模式,其实现对于企业和顾客都有非常重要的意义。

即时顾客化定制目标的实现需要一系列运作策略,其中关键策略之一是按个性化需求预测生产<sup>[3]</sup>。这种运作策略最初由唐中君提出。它要求对每个顾客的需求单独进行预测,然后依据单独预测的结果进行生产。现有文献中仅有Bartezzaghi<sup>[4][5]</sup>提出用OrOp预测低自相关性的个性化需求,它是一种应用范围很窄的个性化需求预测方法。除此之外,很难找到文献具体研究如何预测个性化需求这个策略或技术层面的问题,因此需要寻找有效且易于推广的个性化需求预测方法。由于个性化需求预测问题很复杂,单一的预测模型难以解决,因此有必要将不同的预测模型及相关的

处理流程集成起来,构建一个个性化需求预测支持系统,为实现即时顾客化定制生产模式提供强有力的支持。

## 1 个性化需求预测的特点

个性化需求是指带有顾客独特性质的对产品或服务的需要,并不一定是与别人不同的需求。从企业的角度或狭义的角度来理解个性化需求,它是指在定制生产模式下(如大规模定制或即时顾客化定制,甚至于原始的手工单件生产作业)所能够满足的顾客需求<sup>[6]</sup>。

要进行个性化需求预测,首先必须掌握个性化需求的特点。个性化需求的两大特点是较弱的相关性和一定的自相关性。个性化需求的相关性是指相对于大批量相同的客户需求而言,不同客户需求之间的相似性程度。通常,不同客户的个性化需求之间具有较弱的相关性。个性化需求的自相关性是指对于同一个客户,由于个人的个性、志趣、心情、家庭背景等因素在一段时间内不会变化很大,以及顾客购买行为的情性和顾客对其实践过的事情更为熟悉<sup>[7]</sup>,顾客的前后两次需求会存在一定程度的相同或相似,从而出现一定程度的需求自相关性。

唐中君等人给个性化需求预测下的定义是:“个性化预测是指以单一顾客(通常是最终用户)为预测对象,根据与该顾客的需求直接相关的信息,对该顾客的需求(订单)进行预测。”

在对个性化需求进行预测之前,要确定个性化需求信息的存储模型。原始的个性化需求信息通常用关系数据库的一个表或多个表来存储和处理,使用多个表存储的原因可能是数据库限制的表结构字段数不足以表达所有的产

收稿日期:2007-12-24

基金项目:国家自然科学基金资助重点项目(70332001)

作者简介:詹蓉(1973-),女,湖北荆州人,华中科技大学管理学院讲师,博士研究生,研究方向为生产与运作管理;陈荣秋(1942-),男,湖北武汉人,华中科技大学管理学院教授,博士生导师,研究方向为生产与运作管理;汪琼(1976-),女,湖北武汉人,华中科技大学管理学院博士研究生,研究方向为生产与运作管理。

品定制信息,也有可能是顾客所有的定制次数超出了数据库对一个表中的记录数的限制。表中的每一个记录反映了某顾客一次定制的完整信息,其主要内容是每个产品定制属性,参见表1。产品定制属性是指顾客定制产品时,在企业允许的范围内可以选择其值的一些变量。例如,在定制汽车时,可以选择其外壳颜色<sup>[6]</sup>。

表1 个性化需求信息的存储模型:个性化需求信息

序号	顾客	时间	产品定制属性 1(颜色)	产品定制属性 2(尺寸)	...	数量
1	A	2006-05-28	红			1
2	B	2006-05-28	黄			1
3	C	2006-05-28	红			1
4	B	2006-05-29	灰			1
5	A	2006-05-29	蓝			1
...	...	...	...	...	...	...

根据以上存储模型,个性化需求预测问题的抽象描述如下:

已知条件:

$C_i$ :在指定时间段内的第*i*个订单(按时间先后顺序排列);

$T_i$ :第*i*个订单的下单时间(精确到日);

$P_{ij}$ :第*i*个订单的第*j*个产品定制属性的值;

$Q_i$ :第*i*个订单的需求数量。

个性化需求预测需要解决的问题是:在已知上述信息(存储在个性化需求信息表中)的条件下,要求预测在未来指定的时间段(1周、1月或1季度)内所有的个性化需求信息,包括顾客是谁,顾客下订单的时间,订单数量,以及最关键的内容,即订单中各个产品定制属性的值。有了这种精确的需求预测,企业就可以提前安排生产计划、原材料供应(采购)计划以及相应的库存管理,这样才能获得负时间,达到个性化需求预测的根本目的。

根据以上对个性化需求预测问题的抽象描述,可以得知它和传统需求预测的区别主要在于:

(1)传统需求预测的基本假设是被预测产品过去的规律将来继续保持不变,即被预测产品具有很强或一定程度的需求相关性和很强的自相关性。然而个性化需求具有较低的需求相关性和一定的自相关性,因此传统需求预测方法难以保证个性化需求预测的准确性。

(2)传统需求预测是对(未知的)一群顾客的需求进行预测,是针对共性需求的,例如大量生产模式下的顾客需求,属于共性需求预测。而在即时顾客化定制模式下,具有相同需求的顾客群不存在,共性需求预测不适用,只能通过个性化需求预测方法来赢得负时间。

(3)从信息存储模型的角度看,个性化需求是一种多维信息,包括时间(顾客采购时间、顾客采购频率)、品种(包括企业允许范围内的各种产品定制属性或要素,如颜色、长度等)、数量等,相当复杂。由于非数值型产品定制属性如汽车外壳颜色的存在,使得个性化需求预测的一个特

点同时也是难点在于,要同时对不同类型的产品定制属性的取值进行预测,尤其是非数值数据的预测更加困难。可见个性化需求预测问题的难点和重点是非数值数据的预测,由于很难直接进行预测,因而需要对其进行预处理,然后进行间接的预测,得到相应的结果。因此,本文对唐中君等人提出的个性化需求预测概念作了扩展。本文认为,个性化需求预测并非一定要以单一顾客为预测对象,对该顾客的需求(订单)进行预测。只要能达到个性化需求预测的根本目的,采用多种不同的方法和手段都是可以的。

(4)由于个性化需求复杂多样,因而在实际预测中需要将其进行定量的分类,然后再有针对性地采用不同的预测模型或方法进行预测。

## 2 个性化需求预测支持系统的功能

预测支持系统(FSS)是综合运用管理科学、各种预测模型、计算机技术、人工智能技术等,从而开发出能够支持用户进行预测和相关分析的系统。它将各种预测方法综合起来,互相取长补短,实现不同类型、不同层次信息和知识的集成。这种多模型、多方法的综合预测实现模式,适合于许多经济管理的应用领域,取得了良好的效果。

个性化需求预测问题本身属于半结构化或非结构化问题,难以用确定的模型进行统一的描述。因此,其预测支持系统强调对用户预测的支持,而非预测过程。它不能也不可能完全代替用户作出预测,而应该面向用户的实际预测应用问题,增强用户在预测全过程中的能力和地位。总之,个性化需求预测支持系统的主要功能是支持用户通过多种预测模型及其组合预测的应用,来对即时顾客化定制中的个性化需求进行预测,为相关决策如生产计划、库存管理、采购计划等提供依据。

对个性化需求预测支持系统的要求,主要包括以下几个方面:

(1)提高预测的准确性。这就要求系统包含足够多的预测模型和方法,以及对多个预测模型的预测结果进行比较与组合,提高预测的科学性。

(2)便于用户了解预测过程,使用预测模型。这就要求系统具有良好的帮助系统和可视化程度高的用户界面。

(3)预测本身既是一门科学,又是一种艺术。好的预测结果,需要预测者定性的主观判断和定量的客观分析的有机集成。因此,系统既要能发挥预测专业人员的理论特长,又便于充分发挥其他用户的主观经验与能动性。例如,将领域专家的经验融入预测模型,以及对不同层次的用户提供不同的界面。

(4)具备一定的柔性。当预测应用问题的环境发生变化时,可随时修改或调整其中的预测模型或其它组件,并不断完善。

(5)系统具备一定的智能。例如在原始数据的预处理、数据的自动修正、预测模型的自动选择和预测结果的调整及修正等方面,要求系统具备一定的支持能力,这样能够

在很大程度上降低个性化需求预测的难度和复杂性。

(6)处理大量的数据。由于成千上万的用户可以多次定制,每次定制涉及到许多产品定制属性值的选择,这导致了需求信息的急剧增加。

(7)考虑个性化需求的相关性和自相关性。这是个性化需求最重要的两个特征。

(8)考虑产品定制属性的不同层次以及它们之间的约束和内在关联。由于顾客在定制产品时要满足一定的约束条件,所以有些产品定制属性之间存在着内在联系,相应地,其需求数量也有内在联系。

### 3 个性化需求预测支持系统的结构

传统的DSS采用三库(数据库、模型库、方法库)结构,后来发展到四库(增加知识库)、五库(增加知识库和数据仓库)结构,FSS也采用相似的结构。本系统采用五库结构,便于为个性化需求预测提供支持。

个性化需求预测的过程或流程包括3个阶段:预测准备阶段、预测实施阶段、预测绩效评价与结果调整阶段。预测准备阶段首先对原始的个性化需求信息进行存储,接着对其数据进行预处理。在预测实施阶段,根据属性的不同特征采用不同的组合预测方法。最后一个阶段是对预测结果进行绩效评价和调整。

相应地,个性化需求预测支持系统要支持上述各个阶段,整个系统主要包括以下组成部分:

#### 3.1 预处理

个性化需求预测问题本身是非数值型预测问题,直接进行预测很困难。对个性化需求采取面向属性的预测思路(即对每一个产品定制属性,都分别预测它们在指定时间段内属性取不同值时的需求数量),可将非数值预测转化为数值预测问题。在预处理时,对数据进行综合,得到若干定制属性取值的需求数量表,每个表包含若干个相关的时间序列,这样预测问题就进一步转化为对数值型时间序列的预测。

#### 3.2 帮助

包括系统操作说明、各个预测模型的数学抽象描述、适用条件、使用前提、所需输入和使用范例等。

#### 3.3 预测模型体系

模型是预测支持系统的灵魂。在以往的决策支持系统或预测支持系统中,容易出现模型较少或者多而复杂两种情况。前者限制了对预测对象的多角度建模和评估,不利于提高预测的准确性。后者往往因其要求用户的预测知识水平高而使得实际应用困难。个性化需求预测支持系统应包含有针对性的预测模型,这些模型要易于理解、使用。每个模型都要有自己的原始数据导入和数据输入窗口、预测窗口、预测结果显示、可视化图形窗口和帮助。

概括起来,系统包含以下几类预测模型:

(1)时间序列预测模型。经过前述预处理后,个性化需求预测问题可转化为对数值型时间序列的预测。因此,预

测支持系统包含了基本的时间序列预测模型,例如移动平均法、指数平滑法、AR模型、MA模型、ARIMA模型以及神经网络预测模型。时间序列预测模型与其它预测模型的混合使用,还可以提高预测的准确性。例如用趋势外推与ARMA组合模型对能源需求进行预测,预测结果不仅准确性高,而且稳定性好。这些模型本身就考虑了个性化需求的自相关性。

(2)组合预测模型。现有文献研究结果表明,没有任何一种单一的预测模型能够适合所有的场合和所有的预测问题,上述时间序列预测模型的绩效不一定能满足用户要求。因此,可将不同模型的预测结果以适当的加权平均形式组合起来,得到新的预测结果,它往往会更精确。在本系统中,必须先应用时间序列预测模型得到若干预测结果,然后才能应用组合预测模型。

现有线性组合预测模型可分为以下几大类:第一大类主要依赖于专家的主观判断和经验,例如利用层次分析法推导每种模型的权重<sup>[8]</sup>。第二大类是以求解误差平方和最小、相对误差平方和最小、误差绝对值之和最小或其它类似的最优准则为目标函数<sup>[9-10]</sup>,其共同特点是依据各种预测方法的预测值和误差建立模型,求解组合预测的权系数。第三大类是基于相关性的组合预测<sup>[11]</sup>,即从相关性指标(关联度、相关系数、夹角余弦、Theil不等系数)的角度进行研究,其特点是不直接考虑预测误差的大小。第四大类包括标准差法、方差倒数法、离异系数法,其共同特点是利用方差(均方或标准差)来计算权重。其它还有基于熵的组合预测法<sup>[12]</sup>,它采用信息熵理论计算各误差指标的权重,进而为每个预测方法权重的确定提供依据。

以上方法的共同特点是,最终预测结果只是各个单一预测模型的线性组合,而基于神经网络的非线性组合预测模型则提供了一种新的思路<sup>[13]</sup>。

从组合预测未来的发展趋势来看,时变权重应该是更为科学的,即每个预测模型的加权系数是时间的函数,但因其求解很复杂,所以应用还存在很大的难度,将来如果出现真正实用的时变权重的组合预测模型,可将其加入本系统。

(3)回归分析预测模型。在即时顾客化定制生产模式下,顾客需求的产品是由产品配置来实现的。由于产品配置要满足一定的约束规则,这就使得某些产品定制属性间存在一些关联,使得其需求数量也存在一定的联系。因此可利用回归分析预测模型,建立反映相关属性的相关关系的回归方程。类似地,某些个性化需求的相关性也可用回归分析预测模型或其它类似模型描述。

#### 3.4 数据挖掘

为了更好地利用历史数据和信息进行预测,提高预测的准确性,有必要采用数据挖掘技术,以辅助预测过程,提高预测支持能力和速度。例如可应用关联规则挖掘,发现各个属性取值间的相关关系,或者对客户需求的相关性和自相关性进行分析,以利于对历史数据的分析建模和预

测。应用数据挖掘分析得到的规律等结果和专家提供的领域知识及经验都存放在知识库中,以供预测者进行主观判断时参考,或者应用到一些预测模型中,从而实现主观和客观、定性和定量的结合。

### 3.5 预测结果评估和调整

预测结果的绩效评估可采用常用的误差指标,如RMSE,MFE等。将评估结果作为一种反馈信息,以此归纳总结不同类型属性的最佳预测方法,包括单一预测模型和赋权方法的选择。然后对预测结果进行一定的调整,以适应实际决策的需要。

## 4 结论

在即时顾客化定制生产模式下,需要进行精确而细致的个性化需求预测。而构建相应的预测支持系统,是实现该生产模式目标的有效保证和基础。本文从略为宏观的角度,研究了个性化需求预测支持系统的重要构架,未来的研究可在此基础上进一步细化或作拓展。例如,针对某一组具体的需求数据作预测,或者提出一些针对个性化需求预测的新方法。

#### 参考文献:

- [1] 郭龙桃.企业大规模定制及其在我国的实施策略[J].经济与管理,2003(8): 38-39.
- [2] 唐中君.以即时顾客化定制为目标的生产模式研究[D].武汉:华中科技大学博士学位论文,2005:17.
- [3] TANG ZJ, CHEN RQ, JI XH. Operational Tactics and Tenets of a New Manufacturing Paradigm Instant Customerisation[J]. International Journal of Production Research, 2005, 43 (14): 2873-2894.
- [4] BARTEZZAGHI, E., VERGANTI, R., ZOTTERI, G. A Simulation Framework for Forecasting Uncertain Lumpy Demand[J]. International Journal of Production Economics, 1999 (59): 499-510.
- [5] BARTEZZAGHI, E., AND VERGANTI, R. Managing Demand Uncertainty Through Order Overplanning [J]. International Journal of Production Economics, 1995, 40(2-3): 107-120.
- [6] 詹蓉, 陈荣秋. 个性化需求分类的定量分析研究[J]. 软科学, 2007(3): 5-8.
- [7] ULWICK A.W. Turn Customer Input into Innovation [J]. Harvard Business Review, 2002, 80(1): 91-97.
- [8] YE YAO, ZHIWEI LIAN et al. Hourly Cooling Load Prediction by a Combined Forecasting Model based on Analytic Hierarchy Process [J]. International Journal of Thermal Sciences, 2004(43): 1107-1118.
- [9] 刘新卫, 秦德智. 相对误差极小化的组合预测模型[J]. 统计与决策, 2003(165): 15.
- [10] GRAHAM ELLIOTT, ALLAN TIMMERMANN. Optimal Forecast Combinations under General Loss Functions and Forecast Error Distributions [J]. Journal of Econometrics, 2004 (122): 47-79.
- [11] 王应明. 基于相关性的组合预测方法研究 [J]. 预测, 2002, 21(2): 58-62.
- [12] 熊崇俊, 宁宣熙. 基于熵的组合预测法研究[J]. 科技进步与对策, 2006(4): 68-69.
- [13] 刘晓斌. 非线性组合预测人民币汇率变动方法研究[J]. 数理统计与管理, 2002, 21(2): 21-25, 15.

(责任编辑:高建平)

## Research on Forecasting Support System of Individual Demand

**Abstract:** In this paper, the necessity of forecasting support system (FSS) of individual demand is analyzed. Subsequently some characteristics of individual demand forecasting are summarized and the concept of individual demand forecasting is extended. Through the analysis of functions and requirements of FSS, our studying is focused on the structure of FSS and its main components, which include pretreatment, forecasting model system and so on.

**Key Words:** Individual Demand; Individual Demand Forecasting; Forecasting Support System