

基于实例推理的产品包装成本估算研究

宫运启

(哈尔滨商业大学, 哈尔滨 150028)

摘要: 快速、有效地估算产品包装成本,可及时响应顾客对产品包装的询价、报价等方面的需求,也可对产品包装设计的技术经济评价、成本的降低提供支持。给出了针对产品包装特点的实例检索过程,采用分层实例推理的思路,以及知识引导策略和最相邻近策略相结合的检索方法,提出了利用相似实例的成本估算方法。以汽机旁路产品的包装成本估算为例,验证了方法的可行性及有效性。

关键词: 产品包装; 成本估算; 实例推理

中图分类号: TB488 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)15-0064-04

Research on Packaging Cost Estimation of Product Based on CBR

GONG Yun-qi

(Harbin University of Commerce, Harbin 150028, China)

Abstract: Quick and effective cost estimation of product packaging can be used for quick response of customer inquiry, quotation and other aspects of demand on packaging price of product, and it can also provide support on technical and economic evaluation of product packaging design scheme for reduction of product packaging cost. In view of the characteristics of product packaging, a case retrieval process was presented. The idea of hierarchical case-based reasoning and the method of combination of knowledge instruction strategy and nearest neighborhood strategy were adopted. The method of product packaging cost estimation based on similar cases was proposed. The cost estimation of turbine bypass product packaging was taken as an example to verify the feasibility and validity of the method.

Key words: product packaging; cost estimation; case-based reasoning

包装企业参与市场竞争时,需要及时地对客户的询价或订货给出一个合理的产品包装报价。另外,在包装设计过程中进行产品包装成本的估算,可以为产品包装设计方案的技术经济评价、包装成本的降低提供支持,这些对于提高企业的市场竞争能力都具有积极的意义。

成本估算是产品成本研究最基本的内容之一,参数成本估算是运用最为广泛的一种成本估算方法,它通过建立一些表征产品特征参数(如性能、质量、尺寸、产量等)与产品总成本之间的成本估算关系(CER)进行成本预测^[1],这类方法主要有功能成本法、神经网络法、回归分析法等。虽然这些方法可以满足快速成本估算的需求,但是一方面在实际中真正

找到能够代表成本的特征参数较为困难,另一方面这些方法还需要大量的历史数据来建立估算数学模型^[2]。

CBR 是一种利用过去的结果来解决目前问题的方法,即从以前曾经做过的相似事件中获取对于解决目前问题非常有参考价值的有用信息^[3]。CBR 在产品成本估算中的应用较多^[4],在定制产品成本估算^[2]、钢铁产品成本估算^[5]中也有成功应用。

产品之间相似性的普遍存在,使得产品包装的目的和要求也常常相似,因此采用包装方案时,可以借鉴相似产品的经验,这为基于实例推理的产品包装成本估算提供了理论和现实依据。CBR 由实例的表示、存储、检索、重用等过程组成,笔者主要进行针对

收稿日期: 2012-05-08

基金项目: 哈尔滨商业大学博士科研启动基金资助

作者简介: 宫运启(1971—),男,黑龙江人,博士,哈尔滨商业大学讲师,主要从事知识管理、工业工程的研究。

产品包装特点的实例检索及用于成本估算的实例重用的研究。

1 相似实例检索

实例的检索与匹配是基于实例推理的重要环节,关系到提供怎样的实例进行成本估算。产品本身特性是产品包装的主要决定因素,对用于成本估算的包装实例的检索,特别是对于成本影响因素基本一致的某一具体企业而言,检索到与待包装产品特性相类似的产品,进而得到相似的包装案例是估算的基础。文中采用知识引导策略和最相邻近策略相结合的方法进行实例检索。

1.1 基于待包装产品类型与结构的检索

从不同类型产品中得到包装方案类似的实例较难,因此,以忽略这些难以检索到的相似实例为代价,先进行基于待包装产品类型与结构的检索,即采取分层实例推理来有效地缩小搜索的空间。

从包装的角度,产品的类型主要考虑产品存在的状态、种类等方面,它是决定包装容器的主要因素,如固态产品要用木箱等包装,而液态产品要用桶、罐等包装,此外,它还影响产品包装的封合固定方式以及防护方法和等级。产品的结构则与运输包装过程中的固定方式关系密切。产品的类型划分为机械产品、电子产品、仪器仪表、化工产品、卫生药品、气体物品等,而机械产品、电子产品、仪器仪表各自又可分为复杂结构和一般结构 2 类,检索时按类别匹配即可。

1.2 基于产品包装特性的检索

包装特性相同或相近的产品具有相似的包装要求,使用相似的包装材料和包装容器等^[6],这为基于实例推理的产品包装成本估算提供了基础。

选择了同一类型与结构的产品集后,进行第 1 步操作,按产品的表面材质分类进行检索。主要从影响防护方法的角度,对产品的表面材质进行如下分类:裸金属、电镀金属、有色金属、巴氏合金等,以上几类又可区分为具有精密表面和无精密表面 2 种。其他表面材质分类包括涂漆金属、橡胶、木材或软木、塑料或纤维、皮革、陶瓷、玻璃、绳布制品以及其他材料等。

前述检索均可采用知识引导策略,由领域专家根据经验确定。之后进行第 2 步操作,选择产品的精密程度及尺寸和质量进行检索。产品的精密程度对防护方法及等级有重要影响,是采用缓冲包装与否的主

要决定因素。易受物理损坏性是区分产品精密程度的主要因素,而脆值是对表征的关键属性,根据产品所属的脆值范围编制的产品分类编码见表 1。产

表 1 产品精密程度分类

Tab.1 The sort table of product precision level

产品精密程度	脆值范围/g	代码
高度易碎品	<25	1
易碎品	25~40	2
高度精密品	40~60	3
精密品	60~85	4
较为坚固品	85~115	5
坚固品(非精密品)	>115	6

品尺寸和质量影响包装容器的类型、尺寸、运输方式、装卸方式以及允许的堆码高度,对产品尺寸和质量的划分编码见表 2^[7]。

表 2 产品质量和尺寸分类

Tab.2 The sort table of weight and size of product

产品类别	体积范围/m ³	质量范围/kg	代码
小件	<0.1	<1	1
中小件	0.1~1	1~20	2
中等件	1~2.5	20~70	3
大件	2.5~8	70~250	4
超大件	>8	>250	5

依据所编特性代码,分别建立相似系数矩阵,见表 3 和 4。检索时,根据新产品和实例产品的包装特

表 3 产品精密程度特性相似系数矩阵

Tab.3 The similarity degree matrix of product precision level

	1	2	3	4	5	6
1	1.0	0.8	0.6	0.5	0.2	0
2	0.8	1.0	0.5	0.6	0.2	0
3	0.6	0.5	1.0	0.8	0.2	0
4	0.5	0.6	0.8	1.0	0.2	0
5	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	0.8
6	0	0	0	0	0.8	1.0

表 4 产品质量和尺寸相似系数矩阵

Tab.4 The similarity degree matrix of weight and size of product

	1	2	3	4	5
1	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
2	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4
3	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6
4	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
5	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0

性信息,按表1和表2查到对应编码,与所建立的相似系数矩阵进行对比得到 $S_i, i=1, 2$ 。综合相似度为 $S=W_1S_1+W_2S_2$,其中 W_1 和 W_2 为权重系数,可根据产品包装成本估算的特点,由领域专家按经验进行选取,且 $W_1+W_2=1$ 。计算出相似度,并根据经验确定相似度阈值,按最相邻近策略取得相似实例集。

2 成本估算

包装综合成本包括包装物成本、包装管理成本和包装使用成本,文中考虑的是包装物成本。检索主要从被包装产品的角度,检索到相似实例后,其包装方案近似,所采用的包装材料和包装方法基本一致。这时,可以找出决定产品包装物成本的特性变量,如包装物规格中的主要特征尺寸等,且总体来说,这些特性变量与产品包装成本呈线性关系,其拟合直线可采用一元线性回归方法得到,从而利用检索到的相似实例的特性变量数值和成本数值得到新产品包装成本的估算值。计算实例特性变量的公式为:

$$x_i = \sum_{j=1}^l w_j x_{ij} \quad (1)$$

式中: i 为相似包装产品样本实例序号, $i=1, 2, \dots, n$, n 为检索得到的相似包装产品样本实例的数量; j 为实例事物特性序号, $j=1, 2, \dots, l$, l 为实例事物特性表中事物特性的数量,即用来进行样本比较的特性指标数量^[8]; x_{ij} 为相似包装产品样本 i 的第 j 个事物特性的数值;根据不同的实例特点,作为包装产品第 j 个事物特性的权重系数 w_j 由专家根据经验确定; x_i 为包装产品样本实例 i 的特性变量数值。前面已经检索得到的各个样本实例的特性变量数值,可分别由式(1)计算得出。

一元线性回归分析模型可用下式表达: $y=a+bx$,根据最小二乘法原理:

$$a = \frac{1}{i} \sum_{i=1}^n y_i - \frac{b}{i} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \quad (3)$$

式中: y_i 为样本实例 i 的产品包装成本数值。

由式(2)和(3)得到拟合直线的回归系数 a 和 b ,

目标实例根据式(1)可以计算得到特性变量数值 x_m ,则其产品包装成本估算值可由式(4)计算得出:

$$y_m = a + bx_m \quad (4)$$

3 应用举例

某电力设备厂生产的汽机旁路装置应用于汽机冷、温、热、极热态启动,适用的机组容量从125 MW到600 MW,不同电厂的运行参数不一样,因此旁路装置属于订单设计型(ETO)产品,但产品结构及包装要求存在相似性。进行产品包装成本估算时,先得到产品类型属于复杂结构的机械类产品,该企业机械类产品包装大多用木钢混合结构。按产品的表面材质分类,得到该产品有裸金属及涂漆的金属,需要做防锈、防潮包装。因为与成本关系密切,企业已有的机械类包装案例还要按是否出口分为两大类,旁路装置主要为国内生产,国外则为印度、土耳其、博茨瓦纳等国家提供过产品,出口产品要用集装箱海运,一般用木钢混合结构,采用木底托将产品固定其上,该木底托要进行熏蒸,对包装物还要进行防磁化、防锈等处理,因此出口产品的包装费用相对较高。国内产品运输包装则相对简化,只要实现包装稳固可靠、有缓冲设施并能防锈即可,包装费用大为降低,文中实例是企业为国内生产的汽机旁路产品。

根据待包装产品的要求,由企业有经验的人员从企业包装案例库中按上述知识引导策略得到相似案例集后,按最相邻近策略,从尺寸与质量等方面进一步得到符合相似度阈值要求的案例集,企业汽机旁路产品国内运输包装的案例均采用由底座、顶盖及侧面端面构成的封闭木板箱。从包装物成本估算的角度,根据企业实际情况确定事物特性,并按对成本的影响程度确定各事物特性的权重值,结果见表5。事物特性分别为旁路装置的外廓尺寸(长、宽、高)和产品的质量, N_1 为需单独装箱配件准备的木箱数量, N_2 为局部防护包装等需要特殊处理部分的数量,特殊处理包括在需特别保护的脆弱部件处加气泡垫包等填充物等。表5中事物特性权重数值是以质量 m 的事物特性为基准确定的, N_1 和 N_2 的权重值由该因素占整体包装成本的比重决定。计算时还要进行归一化处理,处理后权重值按顺序依次为0.205,0.205,0.192,0.275,0.082和0.041。值得注意的是,事物特性及其权重值在不同案例中要根据实际情况确定。

表5 汽机旁路产品包装成本估算事物特性

Tab.5 The turbine bypass product layouts of article characteristics for packaging cost estimation

特性	L/m	W/m	H/m	m/t	N ₁	N ₂
权重	0.75	0.75	0.70	1.00	0.30	0.15
P1	5.36	2.15	2.30	4.83	2	2
P2	5.25	2.35	2.16	4.77	1	1
P3	4.30	2.15	2.30	4.12	0	1
P4	4.15	2.35	2.15	4.20	1	2
P5	4.05	2.15	2.10	3.75	1	1
P6	3.85	2.55	2.30	3.73	2	1
P7	3.20	2.35	2.15	3.24	1	0
P8	3.50	1.85	2.05	2.08	0	1

以8个相似案例中任何一个产品为新产品,以其他所有产品为实例产品,按式(1)~(4)进行拟合直线方程的求解和成本的估算,并计算与产品的历史包装物成本数据的相对误差,所得结果见表6。由表6可

表6 产品包装成本估算结果验证

Tab.6 The verification of packaging cost estimation of product

零件编号	历史成本数据/元	估算成本/元	估算误差/%
P1	8 692	8 780	1.0
P2	7 860	8 433	6.8
P3	6 951	7 271	4.4
P4	7 651	7 568	1.1
P5	6 802	7 049	3.5
P6	7 288	7 370	1.1
P7	6 605	6 232	6.0
P8	5 245	5 193	1.0

以看出,通过上述检索过程获得的相似产品,其产品包装物成本与特性变量总体上成线性关系,可以采用线性回归算法进行成本的拟合计算,验证了估算方法的科学性、合理性和实用性,可以用来估算待包装产品的包装物成本。

4 结语

由于难以直接利用数学模型进行参数成本估算,进行了基于实例推理的产品包装成本估算的研究。基于实例推理的产品包装成本估算还有一些待深入研究和细化的内容,例如进一步保证并提高该方法成本估算结果的准确性,以及扩展应用到包装使用成本估算和包装管理成本估算等。

参考文献:

- [1] 郭春明,申亚楠,王雪荣,等.基于作业成本法的参数成本估算模型与方法研究[J].系统工程理论与实践,2006(2):55—61.
GUO Chun-ming, SHEN Ya-nan, WANG Xue-rong, et al. A Study on Methods and Modelling for Parametric Cost Estimation [J]. Systems Engineering Theory & Practice, 2006(2):55—61.
- [2] 孙远志,孙卫红,王晓林.基于范例推理的定制产品成本估算研究[J].中国制造业信息化,2007,36(21):9—13.
SUN Yuan-zhi, SUN Wei-hong, WANG Xiao-lin. Research on Cost Evaluation of Customized Product Based on Case-based Reasoning [J]. Manufacture Information Engineering of China, 2007, 36(21):9—13.
- [3] 罗志清,王润孝,雷建,等.基于CBR的产品成本估计及其报价研究[J].机床与液压,2005(9):142—144.
LUO Zhi-qing, WANG Run-xiao, LEI Jian, et al. A Study on the Product Cost Estimate and Pricing Based on CBR [J]. Machine Tool & Hydraulics, 2005(9):142—144.
- [4] 熊立华,王云峰.基于实例库推理的快速成本估算方法研究[J].计算机集成制造系统,2004,10(12):1605—1609.
XIONG Li-hua, WANG Yun-feng. Research on Rapid Cost Evaluation Based on Case-based Reasoning [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2004, 10(12):1605—1609.
- [5] 刘晓冰,王雅君,蒙秋男,等.一种基于实例推理的钢铁产品成本估算方法[J].工业工程,2009,12(5):11—16.
LIU Xiao-bing, WANG Ya-jun, MENG Qiu-nan, et al. An Approach to Cost Estimation of Steel Products by Using Case-based Reasoning [J]. Industrial Engineering Journal, 2009, 12(5):11—16.
- [6] 龚箭,张红,周敏.案例推理技术在包装设计系统中的应用[J].包装工程,2010,31(11):77—79.
GONG Jian, ZHANG Hong, ZHOU Min. Application of CBR in Product Packaging Design System [J]. Packaging Engineering, 2010, 31(11):77—79.
- [7] 马爽,颜如明,许文才,等.产品包装特性分组与编码问题的探讨[J].包装工程,2001,22(4):13—16.
MA Shuang, YAN Ru-ming, XU Wen-cai, et al. Probing into the Grouping and Coding of Packing Character [J]. Packaging Engineering, 2001, 22(4):13—16.
- [8] 杨青海,祁国宁,黄哲人,等.基于案例推理和事物特性表的零件工时估算方法[J].机械工程学报,2007,43(5):99—105.

(下转第87页)

通过表 1 可以看出,利用 QR 码作为水印的水印算法,具有良好的不可见性,并且与普通水印相比,该 QR 码水印能利用其纠错性能,在遭受攻击的情况下译码出水印中携带的标识信息。由此可知,该 QR 码水印技术比普通水印具有更强的安全性和鲁棒性。

4 小结

提出了一种增强水印鲁棒性的 QR 码水印技术。该技术将 QR 码作为数字水印,利用 QR 码的纠错性能提高水印的安全性和鲁棒性,利用离散小波变换方法兼顾水印的不可见性和鲁棒性。从理论上分析了该水印技术的可行性,并用仿真实验证明了该 QR 码水印技术比普通水印技术具有更强的抗 JPEG 有损压缩、椒盐噪声、高斯噪声和剪切攻击的能力。

该水印算法载体图像为彩色,在提取水印时,不需要原始图像参与,属于盲水印,且该方法对水印算法没有依赖性,可以适用于任何水印算法,因此具有广泛的应用前景。

参考文献:

- [1] GB/T 18284—2000,快速响应矩阵[S].
GB/T 18284—2000,QR Code[S].
- [2] FENG Xiao-fei,JI Xing-zhong. A Blind Watermarking Method with Strong Robust Based on 2D-barcode[C]. 2009 International Conference on Information Technology and Computer Science,2009:452—456.
- [3] HAN Su-yong,JUNG Eui-Hyun,CHO Seong-yun. A Robust Digital Watermarking Adopting 2D Barcode [C]. Lecture Notes in Computer Science,3691 LNCS,2005:717—723.
- [4] VONGPRADHIP S,RUNGRAUNGSILP S. QR Code Using Invisible Watermarking in Frequency Domain[C]. 2011 Ninth International Conference on ICT and Knowledge Engineering,2012:47—52.
- [5] WANG Hui-qin,SHANG Fei,JI Qi-chun, et al. Robust Digital Watermarking Adopting Barcode in Image[C]. The 1st International Conference on Information Science and Engineering (ICISE2009). 2009:660—662.
- [6] 于帅珍,沈建国. 一种基于 DWT 的彩色图像数字水印方案[J]. 计算机工程与应用,2007,43(10):84—86,92.
YU Shuai-zhen,SHEN Jian-guo. Watermark Algorithm Based on DWT for Color Image[J]. Computer Engineering and Applications,2007,43(10):84—86,92.
- [7] 高发东,黎绍发,沈既武,等. 基于视觉和二维条形码的数字水印[J]. 计算机工程与应用,2003(28):28—31.
GAO Fa-dong,LI Shao-fa,SHEN Ji-wu, et al. Digital Water Marking Based on HVS and 2-Dimensional Bar Code[J]. Computer Engineering and Applications,2003(28):28—31.
- [8] 肖菲菲,刘真. 二维码防伪技术在可变数据印刷中的应用[J]. 包装工程,2011,32(21):102—109.
XIAO Fei-fei,LIU Zhen. Application of Anti-counterfeiting Technology Based on Two-dimensional Bar Code in Variable Data Printing[J]. Packing Engineering,2011,32(21):102—109.
- [9] 冯汉禄,黄颖为,牛晓娇,等. QR 码纠错码原理及实现[J]. 计算机应用,2011,31(增刊):40—42.
FENG Han-lu,HUANG Ying-wei,NIU Xiao-jiao, et al. Principle and Implementation of Error Correcting Coding of QR Code[J]. Journal of Computer Applications,2011,31(Suppl. 1):40—42.
- [10] 彭彬,费逸伟,唐华强. 颜色相似性度量在喷气燃料银片腐蚀等级识别中的应用[J]. 表面技术,2012,40(2):104—107.
PENG Bin,FEI Yi-wei,TANG Hua-qiang. An Application of Color Similarity Measurement In Recognition of Jet Fuel Silver Corrosion[J]. Surface Technology,2012,40(2):104—107.

(上接第 67 页)

YANG Qing-hai,QI Guo-ning,HUANG Zhe-ren, et al. Evaluation Method of Machine Hour of Part Based on Case-based Reasoning and SML[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering,2007,43(5):99—105.

- [9] 苏艳,胡秉飞,舒畅,等. 涂层“三防性能”与实际服役环境适应性对比研究[J]. 表面技术,2009,38(6):16—18.
SU Yan,HU Bing-fei,SHU Chang, et al. The Contrast Research on Tri-proof Property of Coating and Its in-service Environmental Worthiness[J]. Surface Technolo-