

基于可拓学的菜肴创新计算机辅助系统研究

陈智斌, 彭 平

(广东技术师范学院 计算机科学学院, 广东 广州 510665)

摘 要:以可拓方法为基础,讨论了菜肴创新的基本方法原理,研究了物元发散与菜肴创新之间的关系。对可拓学中解求知问题的已有算法进行分析,提出关于该算法的改进方法,并给出了相关的计算机算法描述。研究了菜肴创新计算机辅助系统的实现过程,并且演示了关于该系统的初步效果。实验数据表明该系统能有效辅助设计者运用发散性思维,克服设计者在知识上可能存在的不完整和不正确,从而完成菜肴设计任务。

关键词:可拓学; 菜肴创新; 求知问题; 发散性

中图分类号:N94; TP18

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2008)02-0230-04

Research on Computer Aided Recipe Creation System Based on Extenics

CHEN Zhi-bin, PENG Ping

(Department of Computer Science, Guangdong Polytechnic Normal University, Guangzhou 510665, China)

Abstract: On the basis of extension theory, the elementary method of recipe creation is discussed, the relationship between divergent nature and recipe creation are studied. The existing algorithm to solve the unknown problems is studied and the improved computer algorithm is given. In this paper, the primary computer aided system of recipe creation is presented and evaluated. The data of experiment show that the system can help the designer using divergent method to overcome the drawback of incomplete and incorrect knowledge and accomplish the design task effectively.

Key words: extenics; recipe creation; unknown problems; divergent nature

0 引言

把可拓方法应用于决策、新产品构思、搜索、控制、诊断和识别等领域的方法,称为可拓工程方法^[1]。近年来,以可拓学为理论基础的应用研究正不断得到推广和深入,特别在评价、分类、识别等方面尤为突出^[2-4]。然而,可拓学作为一门研究人类创新性思维的独立学科,其独特价值在于围绕事物自身各种特性,特别是可拓性提出解决矛盾问题的形式化模型及其相关基本原理。研究矛盾问题的智能化处理已成为可拓学发展的共识。

因此,可拓工程应用研究的重点在于探索如何以可拓理论方法构建一种辅助人们解决矛盾问题,实现创新过程的智能系统。文中以菜肴设计为应用研究对象,尝试性地对菜肴创新的过程和方法进行讨论,并以此为基础研究菜肴创新辅助系统的设计实现过程。

1 系统分析

1.1 菜肴创新计算机辅助系统的意义

菜肴创新是中式餐饮发展的内在原动力。特别是中国餐饮市场不断扩大的今天,顾客对菜肴的要求越来越高,能否在保留中式菜肴传统特色的前提下,提供多样化、个性化、潮流化的菜式是餐饮企业得以生存发展的关键。然而,在当前菜肴创新很大程度依赖于餐饮工作者的长期实践经验上,往往缺乏一个理性分析过程以及标准的量化手段。菜肴创新计算机辅助系统正是以此为出发点提出的。菜肴创新过程离不开人的参与,但通过计算机提供必要的辅助手段,能规范菜肴创新过程,从而提高菜肴创新的有效性和可靠性。

1.2 菜肴创新的基本方法原理

菜肴创新是一个从构思到调整进而制作和尝试的过程。对于新菜肴设计,一般是根据当前客观实际条件,在一些典型的或已被认可的菜肴基础上进行构思,设计者凭借经验知识,对这些菜肴加以调整,形成新菜肴的制作方案,并作进一步的试验尝试。菜肴调整过程是整个菜肴创新过程的核心环节。

收稿日期:2007-05-16

基金项目:广东省教育科研资助项目(JYKY04011)

作者简介:陈智斌(1980-),男,广东广州人,助教,研究方向为人工智能及其应用;彭 平,高级工程师,研究方向为系统集成。

一个菜肴包含有原料、调味、做法等多个基本要素^[5]。因此对一个菜肴的调整实质上是对这些构成菜肴的一个或多个基本元素进行变换。菜肴的原料可分为主料和辅料,而调料是指各种调味和调香等佐料。以典型菜肴宫保鸡丁为例,设该菜肴为物元 R_0 , R_0 由主料 R_m 、辅料 R_s 以及调料 R_f 组合而成,因而有

$$R_0 // \{R_{m1}, \dots, R_{s1}, \dots, R_{f1} \dots\}$$

其中:

$$R_{m1} = (\text{鸡肉, 用量, 300g})$$

$$R_{s1} = (\text{花生米, 用量, 50g})$$

$$R_{f1} = (\text{辣椒油, 用量, 3g})$$

在实践过程中,对菜肴中的主料、辅料或调料进行改换在菜肴创新技法中最为常见和有效^[6]。通过对主料 R_{m1} 进行变换有

$$T_{R_{m1}} R_{m1} = R'_{m1} = (\text{兔肉, 用量, 200g})$$

由主动变换 $T_{R_{m1}}$ 引起对菜肴 R_0 的传导变换 $R_{m1} T_{R_0}$, 形成新菜肴 R'_0 , 有

$$R_{m1} T_{R_0} R_0 = R'_0 // \{R'_{m1}, \dots, R_{s1}, \dots, R_{f1} \dots\}$$

显然,上述变换 R_{m1} 和 $R_{m1} T_{R_0}$ 均属于置换变换。文中主要围绕如何利用计算机辅助菜肴设计者实现这种置换变换。

1.3 物元发散与菜肴创新

从思维的角度来看,对材料的改换属于发散性思维的一种表现形式。以上述菜肴为例,根据物元的发散性,由菜肴主料 R_{m1} 可发散出多种材料,有:

$$R_{m1} = (\text{鸡肉, 用量, 300g}) \cup \{(\text{兔肉, 用量, 300g}), (\text{虾肉, 用量, 300g}), \dots\}$$

在发散过程中,发散的充分性和有效性是值得讨论的两个基本问题,发散的充分性是指能从待发散物元出发,找出所有符合发散条件的发散物元。发散的有效性是指能按设计者的意图对发散过程进行控制,并能将系统认为最合理的结果首先提供给设计者参考和选择。菜肴创新辅助系统正是从这两点出发实现具体设计的。

2 解求知问题的发散算法

2.1 已有算法

菜肴材料的改换问题实质为一求知问题。设论域为 U , 在 U 中关于待发散事物 N_0 的描述特征有 n 个, 待发散物元为 $R_0 = \{N_0, c_i, v_i\}, i = 1, 2, \dots, n$ 。由此求知问题可表示为求 N_x , 使得对于每一个特征 c_i , 有 $c_i(N_x) = c_i(N_0) = v_i$ 。设 $N_{i,j}$ 是以特征 c_i 为依据发散所得的第 j ($j = 1, 2, \dots$) 个事物, 则 $\{N_{i,j}\}$ 为所有满足

条件 $c_i(N_{i,j}) = c_i(N_0)$ 的事物 $N_{i,j}$ 组成的集合, 设其中元素个数为 m_i 。根据文献[1], 给出关于求解该求知问题的伪 C 语言算法描述, 有:

```

{N1,j} = U;
m1 = 论域 U 中元素个数;
for(i = 1; i ≤ n; i++)
    k = 0
    for(j = 1; j ≤ mi; j++)
        if(ci(Ni,j) = ci(N0))
            k++
            Ni,j → {Ni+1,k}
    }
    mi+1 = k
}

```

对上述算法分析可知, 该算法根据特征次序不断判别论域中事物是否与待发散事物 N_0 相匹配。对于特征 c_i , 若事物 $N_{i,j}$ 与 N_0 相匹配, 则添加事物 $N_{i,j}$ 于事物集 $\{N_{i+1,k}\}$ 中作为下一特征 c_{i+1} 的第 k 个判别对象, 直至所有特征均使用完毕。最终所得为事物集 $\{N_{n+1,j}\}$, 代表以 n 个特征为依据的发散结果, 其中 $j = 1, 2, \dots, m_{n+1}$ 。对应的有物元集 $\{R_{n+1,j}\}$, 对于 $R_{n+1,j}$ 中的每一个特征 c_i , 有 $c_i(N_{n+1,j}) = c_i(N_0)$ 。

2.2 分析与改进

在寻找发散事物的依据上, 已有算法要求发散结果 $N_{n+1,j}$ 中的每一个特征与待发散事物 N_0 在量值上一一相等, 即要求符合条件 $c_i(N_{n+1,j}) = c_i(N_0), i = 1, 2, \dots, n$ 。然而, 在实际应用中, 该算法存在两个待改进的地方: 一是许多事物只是在部分特征上与 N_0 相一致, 需要对这部分事物作出取舍; 二是事物的特征量值之间通常难以完全一致而存在一定偏差, 应判决事物在某一特征上量值的相似程度, 进而判别事物间的总体相似程度。

由以上分析可见, 需要对已有算法进行改进, 实现对发散事物作出综合判别, 而非仅凭某一特征不相符合而作出否决。改进后的算法有:

```

{Nf,j} = filter(U, R0);
for(j = 1; j ≤ numberof({Nf,j}); j++)
    similarity[j] = sim(Rj, R0);
    if(similarity[j] ≥ λl & similarity ≤ λh)
        Nf,j → {Nr,j};
}
rank({Nr,j});

```

其中, 过滤函数 $\text{filter}(U, R_0)$ 根据待发散物元 R_0 对论域 U 中的每一个事物进行检查, 若在事物 N_j 所对应的物元 R_j 中, 对于所有特征, 有 $c_i(N_{n,j}) \neq c_i(N_0)$, 则

认为事物 N_j 与 N_0 完全不相似并将其剔除,由此形成事物集 $\{N_{f,j}\}$ 。这一过程并非必要的,但能有效减少后续待匹配事物集 $\{N_{f,j}\}$ 规模,从而提高算法速度。

算法的核心是计算物元 R_j 与 R_0 间相似度的 $\text{sim}(R_j, R_0)$ 函数。由于每个特征的含义和相应的量值偏差计算方法不一样,因而 $\text{sim}(R_j, R_0)$ 函数由 n 个子函数组成,分别对应于描述事物的 n 个特征,有:

$$\text{sim}(R_j, R_0) = \sum_{i=1}^n \text{sim}_i(c_i(N_j), c_i(N_0)) \cdot \omega_i \quad (1)$$

其中 sim_i 函数计算待发散事物 N_0 与事物 N_j 在特征 c_i 下的相似度,取值范围为 $[0,1]$ 。 ω_i 为反映特征重要程度的权系数,有 $\sum_{i=1}^n \omega_i = 1$ 。similarity 数组记录了事物集 $\{N_{f,j}\}$ 中每一事物与待发散事物的相似度,显然相似度取值范围同为 $[0,1]$ 。通过设定相似度阈值区间 $[\lambda_l, \lambda_h]$ 除去相似度过高和过低的事物,以此达到对发散过程的控制并形成发散结果集合 $\{N_{r,j}\}$ 。最后,通过 rank 函数按相似度对事物集 $\{N_{r,j}\}$ 进行排序,用户可得到一个逐渐偏离或接近待发散事物的结果列表,由此决定在列表中选择何种材料作为待发散材料的替换物。

3 设计与实现

如图 1 所示,根据客观条件和设计目标,用户输入条件后系统对菜肴库进行检索,找出符合条件的所有菜肴。通过读取菜肴库中的菜肴基本信息,用户选择合适的菜肴并决定对其中材料进行发散替换。由此系统根据用户提供的发散条件信息从材料库中计算搜索并形成发散结果列表,用户对发散结果进行浏览,对比和选择后,最终完成对整个菜肴的调整并将调整结果记录供后续试验和评定。

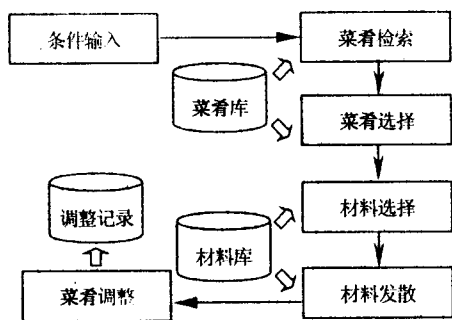


图 1 菜肴辅助创新系统流程图

文中,材料库中每一个材料通过类别、色、味、形、质和做法共 6 个特征进行描述。以材料红辣椒为例,用物元形式表示有:

$$R = \begin{cases} \text{红辣椒, 类别, 茄果类} \\ \text{味, 辣, 香} \\ \text{色, 红色} \\ \text{形, 条状} \\ \text{质, 嫩, 脆} \\ \text{做法, 炒, 拌} \end{cases}$$

利用关系数据库技术,材料库共收录了 601 种菜肴材料^[7,8],并根据上述 6 个特征对每一种材料设定合适的量值。同时菜肴库中共收录了 200 种菜肴^[9,10],每一种菜肴均记录相关的使用材料及其用量、主要做法以及制作过程描述等基本信息。

4 实验及评价

图 2 为菜肴创新计算机辅助系统的程序主界面。系统包括选菜、备料和调整三大页面。根据用户在选菜页面中输入的材料及菜肴计划做法等条件,系统检索出符合条件的已有菜肴记录。根据实际需要,用户浏览并确定某一菜肴作为调整对象。在备料页面中,用户对该菜肴中的相关材料进行发散替换。最后,用户所作的调整均记录在调整页面中,以此为依据用户修改材料的用量以及相应的菜肴做法描述,并且保存在调整记录库中。

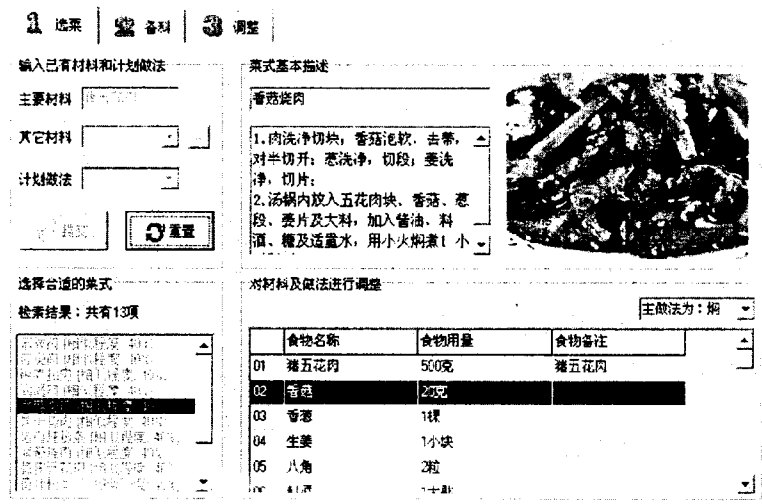


图 2 菜肴创新计算机辅助系统的程序主界面

在发散进行之前,系统需要与用户交互以确定待替换材料在该菜肴中所起的具体作用。系统通过发散搜索后,默认以相似度递增方式显示结果列表,如图 3 所示,用户可对比待替换材料与可供替换材料之间的差异,并且可对发散列表进行扩大或缩小,以便搜寻更多的可能解或定位于某一符合要求的材料上。

文中选取了 5 道菜肴作为实验示例。如表 1 所示,每道菜肴均选定其中一个材料进行发散,而发散之前用户需给出材料在所在菜肴中的侧重特征作为计算

式(1)中权系数的依据,并且在文中设定相似度阈值区间 $[\lambda_l, \lambda_h]$ 为 $[0.00, 0.50]$ 。获得发散结果后,根据每个结果与待替换材料之间的相似度,分别从5个相似度范围中各挑选一个材料作为代表。发散结果括号中数字为该结果与待替换材料之间的相似度。

与待替换材料完全相异的结果。这种从类比到求异的过程,正是发散性思维的本质所在。由此可见,该系统能有效辅助设计者运用发散性思维,克服设计者在知识上可能存在的不完整和不正确,并以一种定量的结果提供设计者决策,从而推动菜肴创新的实现。

已选择的菜肴材料

材料名称: 香菇 替换

材料类别: 蔬菜-食用菌类

特征: 色: 褐 特征: 味: 鲜香

特征: 形: 块 特征: 质: 质地初滑

相关做法: 炒烧煮炖拌

已选择的记录材料

材料名称: 平菇

材料类别: 蔬菜-食用菌类

特征: 色: 白 特征: 味: 鲜美

特征: 形: 片 特征: 质: 质地实滑

相关做法: 炒烧煮炖拌

供选择的记录材料

+ -

草菇 (0.91)

口蘑 (0.83)

元蘑 (0.81)

羊肚菌 (0.80)

金针菇 (0.78)

鸡? ? (0.76)

茶树菇 (0.74)

蘑菇 (0.72)

平菇 (0.72)

猴头菇 (0.71)

图3 发散列表辅助用户替换菜肴材料

由表1计算所得的发散结果可知,随着与待替换材料的相似度逐渐降低,相应发散所得材料结果在各个特征上均逐渐偏离于待替换材料,相似度越低,则待替换材料与发散结果之间的差异便越大,直至搜索出

扩性、相关性和蕴含性,以及可拓变换的其他形式,即增加、删减、扩缩和分解等变换形式,以此对菜肴创新计算机辅助系统作进一步的扩充和完善,仍然有大量的研究工作需要进行。

表1 菜肴调整实例及其材料发散结果

菜肴名称	待替换材料	侧重特征	发散结果				
			1.00-0.90	0.89-0.80	0.79-0.70	0.69-0.60	0.59-0.50
凉拌墨鱼丝	墨鱼	质、做法	鱿鱼(0.98)	贻贝(0.82)	海蜇皮(0.74)	蛏仔(0.65)	海参(0.59)
苦瓜烩花蟹	苦瓜	类别、色、质	—	丝瓜(0.86)	芹菜(0.73)	节瓜(0.69)	菜花(0.55)
香菇烧肉	香菇	类别、味、质	草菇(0.91)	口蘑(0.83)	平菇(0.72)	竹笋(0.64)	芦笋(0.52)
宫保鸡丁	鸡脯肉	味、质	家鸽肉(0.98)	兔肉(0.88)	鹅肝(0.77)	猪肾(0.63)	牛肚(0.56)
虾仁豆豉炒饭	豆豉	类别	—	豆瓣酱(0.85)	—	黑胡椒(0.60)	咖喱粉(0.54)

参考文献:

- [1] 蔡文,杨春燕,林伟初.可拓工程方法[M].北京:科学出版社,1997.
- [2] 胡宝清,张轩,卢兆明.可拓评价方法的改进及其应用研究[J].武汉大学学报,2003,36(5):79-84.
- [3] 何斌,张应利.可拓集合的分类性质和信息开发的可拓方法[J].系统工程理论与实践,1999(7):63-68.
- [4] 陈智斌,余永权,杨少敏.基于可拓学的球墨铸铁石墨形态识别[J].中国工程科学,2005,7(3):84-89.
- [5] 周红柳.浅谈菜肴创新的六个方面[J].湖南科技学院学报,2005,26(8):78-79.
- [6] 张社昌,高会学.菜肴创新技法与实例[M].成都:四川科学技术出版社,2005.
- [7] 阎红.常用烹饪原料图集[M].成都:四川科学技术出版社,2005.
- [8] 崔桂友.烹饪原料学[M].北京:中国轻工业出版社,2001.
- [9] 李廷芝.中国烹饪词典[M].太原:山西科学技术出版社,2003.
- [10] 纪江红.家庭实用菜谱大全[M].北京:北京电子音像出版社,2004.
- [11] 杨春燕.可拓方法在新产品构思中的应用[J].系统工程理论与实践,1999(4):120-124.
- [12] 王广鹏,赵燕伟.面向可拓知识集成的创新系统研究[J].机电工程,2003,20(5):130-132.