

DOI: 10.11992/tis.201607025
网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/23.1538.TP.20170111.1705.034.html>

不相容问题求解的理论、方法与系统研究

杨春燕, 汤龙

(广东工业大学 可拓学与创新方法研究所, 广东 广州 510006)

摘要:不相容问题属于矛盾问题中的一类,是指所要实现的一个目标在现有的条件下不能实现的问题。本文首先介绍了不相容问题求解研究的总体思路;然后,分别从不相容问题求解的理论基础、基本步骤、计算机实现以及领域应用等方面对现有研究成果进行了全面阐述;最后,指明了不相容问题研究的科学价值,并展望了其应用前景。
关键词:可拓学;不相容问题求解;可拓集;可拓策略生成系统
中图分类号: TP18 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-4785(2016)06-0799-08

中文引用格式:杨春燕,汤龙. 不相容问题求解的理论、方法与系统研究[J]. 智能系统学报, 2016, 11(6): 799-806.
英文引用格式:YANG Chunyan, TANG Long. A review of theories, methods and systems for incompatible problem solving[J]. CAAI Transactions on Intelligent Systems, 2016, 11(6): 799-806.

A review of theories, methods and systems for incompatible problem solving

YANG Chunyan, TANG Long

(Research Institute of Extenics and Innovation Methods, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China)

Abstract: An incompatible problem is a class of contradictory problem, in which the goal cannot be achieved under given conditions. In this paper, the general research framework of incompatible problem solving was first introduced. Then, existing research achievements of incompatible problem solving were illustrated in terms of theoretical basis, general procedures, computer realization, and field applications. Finally, the scientific value and potential application of incompatible problem solving were suggested.
Keywords: extenics; incompatible problem solving; extension set; extension strategy generating system

在工程技术领域,存在各种各样的矛盾问题,例如产品设计中,已有产品的功能无法满足消费者的需要;已有设计手段、制造工艺和装配水平无法适应新产品的设计;要提高产品某方面的性能,却会导致产品的另一性能受到影响。在控制过程中,如何把不可控状态转化成可控状态?在检测中,很多物理量是无法直接检测的,如何把不可检测的物理量转化成可检测的?如此众多的矛盾问题,大多是靠某些人的聪明才智提出解决的办法。解决这些矛盾问题有无规律可循,有无方法可依?能否建立一套理论和方法,按照一定的程序,生成解决它们的策略?

通过对产品创新、产品设计、控制与检测等研究中遇到的多种矛盾问题的分析,我们发现,要解决矛盾问题,必须涉及事、物、关系及其特征和量值的拓展与变换,必须研究事物的可变性和量变质变的规律。因此主要研究数量关系和空间形式的数学模型无法表示矛盾问题及其处理过程。要想研究矛盾问题求解的一般规律与方法,必须建立一套新的形式化模型、定量化方法和逻辑推理工具。

不相容问题是矛盾问题中的一类,指所要实现的一个目标在现有的条件下不能实现的问题。自可拓学的创立者蔡文研究员 1983 年发表了处理不相容问题的首篇论文^[1]以后,逐步开始建立不相容问题求解的基础理论与方法^[2-4],探索了一套形式化定量化方法处理不相容问题的规律和方法,并称为

收稿日期:2016-07-25.
基金项目:国家自然科学基金项目(61273306);广东省科技计划项目(2016A040404015)
通信作者:杨春燕.E-mail: yyw@gdut.edu.cn.

可拓策略生成理论与方法^[5]。这是中国科学家首先开拓的一个研究领域,并持续获得国家自然科学基金项目的资助,目前已取得多项研究成果^[6-9]。随着理论和方法研究的不断深入和各领域的研究人员的加入,尤其是应用领域的科研人员的需求,使得对不相容问题求解系统的研究日益迫切。同时,国内一些学者也开发了一些应用于具体领域的系统软件^[10-14]。

1 不相容问题求解研究的总体思路

不相容问题求解的研究始于对产品创新设计等工程问题的分析,发现所有的不相容问题都是由于现有的条件下目标不能实现导致的。通过对这些问题的分类与界定,抽象提取出问题的构成要素,利用以基元为逻辑细胞的一种新的建模方法——可拓模型建立方法,建立问题模型;以能表达事物可变性和量化表达量变质变的可拓集作为集合论基础,研究问题性质的转化,通过建立关联准则,提出判定问题相容程度的准则;在进行分析的过程中,发现了事、物、关系等都具有可拓展性和物的共轭性;然后,建立了拓展、共轭、变换、推理、评价等形式化、逻辑化、定量化工具,以获得这些问题的优化解法;最后,抽象归纳出不相容问题求解的一般规律与方法,为实现不相容问题的智能化处理打下理论和方法基础。

总体思路如图 1 所示。

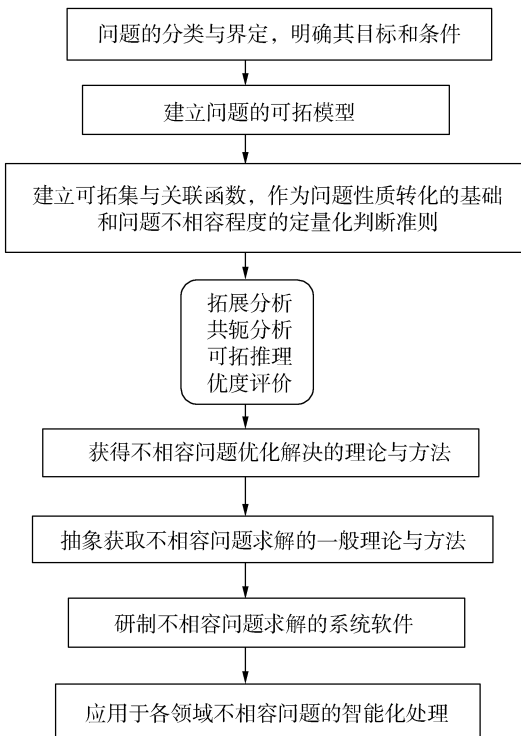


图 1 总体思路

Fig.1 The general design thought

根据上述思路,目前已建立不相容问题求解的基本理论,形成了求解不相容问题的一般方法,并将上述理论与方法应用于产品构思与设计、人工智能、控制与检测等领域的不相容问题求解及其智能化处理。

2 不相容问题求解的理论与方法

2.1 不相容问题求解的基本理论

1) 提出不相容问题求解研究的科学目标,明确其科学价值。

研究不相容问题求解的科学目标是通过探讨用形式化模型处理不相容问题的规律,形成较完整的理论体系,研究用计算机处理不相容问题的基本理论与方法,以及计算机能操作的推理技术,研制相应的智能系统,去解决多个领域中的不相容问题,为各领域提供普适性的创新方法与工具。

文献[15]揭示了研究不相容问题求解需要重点加强研究的科学问题及其关键点,包括:①研究基于变换的集合论和表征它的函数论;②使不相容问题转化的逻辑;③能克服数学模型局限性的形式化模型;④事物拓展的规律与方法;⑤全面认识事物的理论与方法;⑥变换的理论与方法体系。

对这些科学问题的深入研究,可以为工程科学、信息科学等多领域的应用研究提供理论和方法支持,使不相容问题的智能化处理取得突破。

2) 建立基元可拓集理论与方法,以量化描述研究对象的可变性,作为不相容问题求解的集合论基础,并可作为信息科学中研究信息与知识可变性的集合论基础。

为了解决不相容问题,必须表达事物性质的变化以及利用性质相近的事物,但经典集合和模糊集合主要从确定的角度描述事物的性质,因此,必须建立能表述在变换下事物性质改变(包括量变和质变)的集合概念,作为求解不相容问题的集合论基础。针对工程科学和信息科学中的各种不相容问题的解决缺乏集合论基础的问题,建立了可全面表达各种变换下事物性质变化的新的基元可拓集的概念,不但可以使集合论能定量地描述事、物和关系的量变和质变,而且可以用一个统一的集合表达可拓变换体系下的不相容问题转化,还建立了多评价特征基元可拓集,进一步明确各种不同条件下的各种类型的关联函数的建立和使用方法,作为判断相容程度、评价策略优劣等的定量化工具,为复杂不相容问题求解建立集合论基础。

基元可拓集可用于对信息和知识的分类、聚类 and 识别研究,从而形成基于变换的可拓分类、可拓聚

类和可拓识别等方法。因此,可将其作为信息科学中研究信息与知识可变性的集合论基础,也是可拓策略生成系统和可拓数据挖掘的集合论基础。

以稳定域(量变域)描述事物的量变,可拓域(质变域)描述事物的质变。文献[6]建立的新的可拓集表达方式,使基元可拓域能更确切地、定量化地表达事物的质变过程,是形式化定量化研究不相容问题转化的关键,使处理不相容问题的变换可以用形式化和数量化表达。

3)对于不相容问题中的研究对象,发现物、事和关系共有的可拓展性,建立基元和基元的拓展分析理论,并以可拓集思想为依据,建立共轭分析和共轭变换理论。

通过对产品创新与设计中的物、事和关系的研究,以物的可拓展性为基础^[16],发现事和关系都存在拓展的可能性,称为可拓展性,包括发散性、相关性、蕴含性和可扩性,并以基元的拓展性来表述它们,并将其应用于对信息和知识的形式化表示与拓展,形成系统的拓展分析理论^[9],从而为不相容问题求解提供变换的依据。

文献[16]提出从物质性、系统性、动态性和对立性去研究物的结构,文献[9]结合可拓集的思想,提出从“虚部、实部和虚实中介部”、“软部、硬部和软硬中介部”、“潜部、显部和潜显中介部”、“负部、正部和负正中中介部”研究物的构成以及它们的相互转化,形成形式化的共轭分析与共轭变换理论,为矛盾问题求解提供新的思路。

4)利用基元形式化表述物、事、关系、信息和知识,建立了形式化描述复杂事物和关系的复合元,建立了不相容问题的可拓模型。

通过对工程科学中大量不相容问题实例的研究,我们发现,处理不相容问题,必须涉及事、物 and 关系及其特征和量值,以及它们的变化。因而,在很多情况下,数学模型难以处理不相容问题。为此,文献[16]建立了物元理论,文献[17-18]又研究了形式化描述事和关系的基本元——事元和关系元,进而抽象出基元(物元、事元和关系元的统称)的概念,作为描述研究对象的基本工具。还进一步建立了形式化描述复杂事物和关系的复合元。以基元为逻辑细胞建立了新的形式化工具——可拓模型,用于研究各种各样的不相容问题,描述信息和知识,描述语义和语用,形成了“可拓信息—知识—策略形式化体系”^[19],把人们想处理的问题通过可拓模型转化为计算机可以操作的形式,使利用计算机处理不相容问题成为可能。

5)在利用计算机处理不相容问题方面,把形式逻辑和辩证逻辑相结合,建立以可拓推理和可拓变换为核心的可拓逻辑,作为化解不相容问题的逻辑工具,建立了一批推理和变换规则,为实现不相容问题的智能化处理打下良好的基础。

为了处理不相容问题,必须考虑事物的内涵及其变化,但描述事物内涵的辩证逻辑是用自然语言表达的。要让计算机能操作,必须使用形式化的语言,而形式逻辑又不考虑事物的内涵。因此,文献[18]利用形式逻辑的形式化与辩证逻辑的思想相结合,建立了可拓逻辑,作为处理不相容问题的逻辑工具。

6)为了建立求解不相容问题的基本手段,建立了可拓变换体系,研究了它们必须遵循的规律及其在不相容问题求解中的作用。

不相容问题求解的基本手段是变换,对接受变换的对象拓展是解决不相容问题的新思路。在文献[16]建立的物元变换理论与方法的基础上,形成了包括物元变换、事元变换、关系元变换、论域变换、关联准则变换的可拓变换体系,从而形成了求解不相容问题的基本手段,包括基本可拓变换、可拓变换的运算、复合变换、传导变换、共轭变换等变换方法。通过对变换的对象、变换的方式、变换的时间、变换的施动者、变换的程度(量变或质变、增效或减效)等的系统化、形式化研究,发现了它们必须遵循的规律及其在不相容问题求解中的作用,进而形成系统的可拓变换理论^[6]。这是不相容问题求解研究的重要内容。

2.2 不相容问题求解的基本方法

要用形式化、定量化的方法解决不相容问题,必须研究从建模、判断、拓展、变换、评价,直至获得解决问题的策略的方法,综合形成解决不相容问题的可拓策略生成方法^[5-7]。简要介绍如下。

2.2.1 问题的形式化界定方法

任何问题都是由目标和条件构成的。根据基元理论,可以将问题的目标 G 和条件 L 用基元或复合元形式化表示为

$$G = \begin{bmatrix} O_G, & c_{G1}, & v_{G1} \\ & c_{G2}, & v_{G2} \\ & \vdots & \vdots \\ & c_{Gm}, & v_{Gm} \end{bmatrix}, L = \begin{bmatrix} O_L, & c_{L1}, & v_{L1} \\ & c_{L2}, & v_{L2} \\ & \vdots & \vdots \\ & c_{Ln}, & v_{Ln} \end{bmatrix}$$

并建立原问题的可拓模型为 $P = G * L$ 。

根据具体问题的要求,选取原问题的评价特征 c_{0i} , 并设 c_{0si} 为问题对所涉及的任一对象 Z 需要的特征, c_{0ti} 为问题所涉及的原对象 Z_0 提供的特征,量值为 v_{0i} , 记

$$G_0 = \begin{bmatrix} Z, & c_{0s1}, & V_{01} \\ & c_{0s2}, & V_{02} \\ & \vdots & \vdots \\ & c_{0sr}, & V_{0r} \end{bmatrix}$$

$$L_0 = \begin{bmatrix} Z_0, & c_{0r1}, & v_{01} \\ & c_{0r2}, & v_{02} \\ & \vdots & \vdots \\ & c_{0tr}, & v_{0r} \end{bmatrix}$$

从而建立原问题的核问题的可拓模型 $P_0 = G_0 * L_0$ 。

2.2.2 问题相容性的判断方法

针对核问题中的评价特征,若是单评价特征问题,则直接根据评价特征的性质选择利用相应的关联函数建立相容度函数 $K(G_0, L_0)$,判断问题的相容性;若是多评价特征问题,则需要根据评价特征之间的关系,选择利用多维关联函数或综合关联函数建立相容度函数 $K(G_0, L_0)$,进而判断问题的相容性。

若 $K(G_0, L_0) > 0$,则说明原问题是相容问题;若 $K(G_0, L_0) < 0$,则说明原问题是不相容问题;若 $K(G_0, L_0) = 0$,则说明原问题是临界问题。

2.2.3 问题相关度的计算方法

对于不相容问题,再利用 *HowNet* 中的词语相似度的计算方法,改进词语相关度、建立基元相关度、进而建立目标相关度和条件相关度,形成问题相关度的计算方法,用于判断不相容问题与问题库中已解决的不相容问题的相关度^[20]。若相关度达到规定的阈值,则直接采取已解决问题的策略解决该不相容问题,认为找到解决不相容问题的策略;若相关度达不到规定的阈值,则认为未找到解决不相容问题的策略,需要继续对问题利用下面的方法获得策略。

2.2.4 拓展分析方法与共轭分析方法

拓展分析方法和共轭分析方法都是提供解决不相容问题的多种思路的形式化方法。首先根据实际问题,判断目标基元和条件基元哪个不能改变,然后对可以改变的基元进行分析,以获得解决不相容问题的多种途径。

1) 若目标基元不能改变,则选择对条件基元进行拓展分析或共轭分析,从而形成相关树、发散树或共轭对。依次进行如下步骤:

① 选择相关分析,建立条件基元的相关树(网);

② 对条件相关树(网)的叶基元进行发散分析,获得发散树;如果是物元,还可进行共轭分析,即从虚实、软硬、潜显、负正等方面对物进行分析。

2) 若条件基元不能变,则选对目标基元进行拓展分析或共轭分析,从而形成蕴含系、相关树或共轭对。

此外,也可先对目标进行发散分析,通过可拓变换形成新的目标,若新目标蕴含原目标,且新目标与原条件相容,则问题解决。

3) 若目标和条件都需进行分析,则先执行(1)再执行(2),合并建立问题的相关—蕴含树。

2.2.5 可拓变换及其筛选方法

可拓变换方法是化解不相容问题的工具,包括基本可拓变换方法、可拓变换的运算方法、传导变换方法等。在上述拓展分析或共轭分析所获得的叶基元集中,选择实施可拓变换或可拓变换的运算。以对条件的拓展分析为例,对问题的条件相关树的树叶实施可拓变换后,会形成可拓变换蕴含系。

通过传导变换,会使原问题的相容度发生变化。使问题的相容度从 $K_0(P_0) = K(G_0, L_0) < 0$ 变为 $T_K K(G_0, T_{L_0} L_0) = K'(G_0, L_0') > 0$ 的可拓变换或可拓变换的运算式,即为解决原不相容问题的可拓策略。

对问题的目标蕴含系的最下位目标,首先要考虑在原条件下这些目标是否能实现,若能,则问题解决;否则,还要对条件进行拓展分析与可拓变换,考虑在新条件下这些目标是否能实现。

由于可拓变换的方式有很多,而且其中很多不是可拓策略,这一过程可能会发生计算量的组合爆炸,因此必须研究可拓变换的筛选问题。文献[21]提出了采用 GEP 方法,以启发式迭代的方式来实现可拓变换运算式的自组织构建。为了使 GEP 方法与上述应用需求相匹配,文献[21]对 GEP 的染色体结构、解码方式、个体选择机制和收敛准则重新进行了研究。该方法能够有效避免组合爆炸的发生,提升可拓策略生成的效率,在复杂不相容问题求解方面具有很大潜力。

2.2.6 可拓策略的优度评价方法

利用上述方法,可以获得很多解决不相容问题的可拓策略,需要根据原问题的要求选取衡量指标,建立衡量指标体系及各衡量指标的关联函数,然后选择相应的优度评价方法对所有的可拓策略进行评价择优,从而获得解决该不相容问题的较优可拓策略。根据衡量指标体系的不同,优度评价方法包括一级优度评价方法和多级优度评价方法^[6]。

3 不相容问题求解系统的研究——可拓策略生成系统

可拓策略生成系统(extension strategy generating system, ESGS)^[5]是把可拓论、不相容问题求解方

法和现有的人工智能技术、数据库技术、可视化技术、面向对象技术等相结合,用计算机模仿人类发现问题—分析问题—生成解决问题的策略的过程,以帮助人们获得解决不相容问题的策略的软件系统,是可拓策略生成方法的软件化。

3.1 ESGS 的主要功能模块

ESGS 的结构主要包括如下模块:基础数据库、问题可拓模型模块、问题相关度计算与判断模块、不相容问题模块、知识存储模块、可拓变换及其筛选模块、优度评价模块、可拓策略库等。

3.1.1 基础数据库

基础数据库是实现策略生成的基础,存放各种物、事、关系等原始数据和语料数据,以及按照“可拓信息—知识—策略形式化体系”的规范,经过预处理后的各种信息元,需要根据不相容问题所涉及的领域分类进行构建。

3.1.2 问题可拓模型模块

该模块包括用户需求语句处理模块^[22]、原问题的可拓模型模块和核问题的可拓模型模块。

要有效地解决不相容问题,必须根据实际问题准确地建立其可拓模型。建立问题可拓模型有如下3种方法:

1) 早期研究的 ESGS 一般靠用户在固定界面输入参数来建立可拓模型,减少自然语言理解困难。但当参数较多时,系统界面的设计难以重复利用。

2) 针对需要解决的实际问题,首先根据“可拓信息—知识—策略形式化体系”的规范,结合人机交互和 HowNet 的 KDML,形式化表示原问题的目标和条件,建立原问题的可拓模型,根据原问题目标的要求和条件的限制,再通过人机交互抽象出核问题的可拓模型^[23]。

3) 在智能 Agent 引导技术基础上,利用信息抽取技术,从用户输入的需求语句出发,通过对用户需求语句的预处理、组块分析、分类、量值提取、模型填充,从而自动建立原问题的可拓模型,再通过人机交互选取评价特征,进而建立核问题的可拓模型^[24]。

3.1.3 问题的相关度计算与判断模块

该模块用于对需要解决的问题进行问题的相关度计算,并判断与不相容问题模块中已解决的不相容问题的相关程度。

3.1.4 不相容问题模块

该模块用于对需要解决的问题的相容度进行计算与判断,并存储已有求解策略的不相容问题。

3.1.5 知识存储模块

该模块是实现策略生成的重要部分,主要包括:

拓展型知识、共轭型知识、关联函数、可拓知识、常识知识、其他领域知识等模块。

拓展型知识和共轭型知识都源于领域知识,需要针对不同的领域,根据“可拓信息—知识—策略的形式化体系”构建;关联函数模块中存储着各种类型的关联函数及各种综合关联函数,建立问题相容度函数时可以调用其中的关联函数;基于可拓变换的各种可拓知识,都存储在可拓知识模块中。常识知识和部分领域知识除了来源于问题所涉及的领域,还可以从 HowNet 的知识库中获取,HowNet 本身就是一个具有语义的通识知识库,可以借助其中义原及其语义关系的表达方式,对基元的结构进行重新构造,利用 KDML 语言(知识系统描述语言)和基元、复合元的对应关系,转化为基元、复合元形式及它们的运算式形式,从而作为解决不相容问题的知识基础^[23]。还有一些其他类型的可拓知识,需要利用基于知识库的可拓数据挖掘方法获取。这就为解决不相容问题提供了多种路径。

3.1.6 可拓变换及其筛选模块

该模块中有很多类型的变换,包括基本可拓变换、可拓变换的运算及传导变换,变换的选择和筛选决定了策略生成的有效性和效率。目前主要有两种处理方法:

1) 根据不相容问题的目标和条件中产生不相容的特征的相应量值的差异,选择变换的类型,且实施变换后马上利用相容度函数度量是否是有效变换;还要根据具体问题预设阈值、相关度、评价特征及其评价函数,以便在可拓变换模块中选择变换时,既能保证生成的解决不相容问题的有效策略足够多,又能避免组合爆炸问题的发生。

2) 对于复杂不相容问题,可拓变换的实施与变换的结果之间可能呈现一定的黑箱性,导致难以采用1)中的方式选择变换的类型。在此种情况下,利用 GEP 方法,由变换的对象拓展出的基元和基本可拓变换及其运算分别建立终点符号集合和函数符号集合,通过启发式迭代的方式来实现可拓变换运算式的自组织构建^[21]。

3.1.7 优度评价模块

优度评价模块中存储着各种评价特征及其量值域,针对要解决的实际问题的不同评价特征,可以调用关联函数模块中的关联函数和综合关联函数,计算综合优度。

3.1.8 可拓策略库

可拓策略库中存放各种已解决的不相容问题的解决策略,当以后再遇到不相容问题时,可以首先利

用文献[20]建立的问题相关度计算方法,与问题模块中的已解决的问题进行比对,如果有相关度达到一定阈值的问题,则可直接到可拓策略库查询对应的问题所采取的解决策略,如果可用,则获得解决该不相容问题的可拓策略,否则,再进行策略生成的全过程,并把获得的可拓策略存入其中。

3.2 应用 ESGS 求解不相容问题的一般步骤

应用 ESGS 求解不相容问题的一般步骤如图 2 所示。基于 HowNet 的 ESGS 的步骤参见文献[25]。

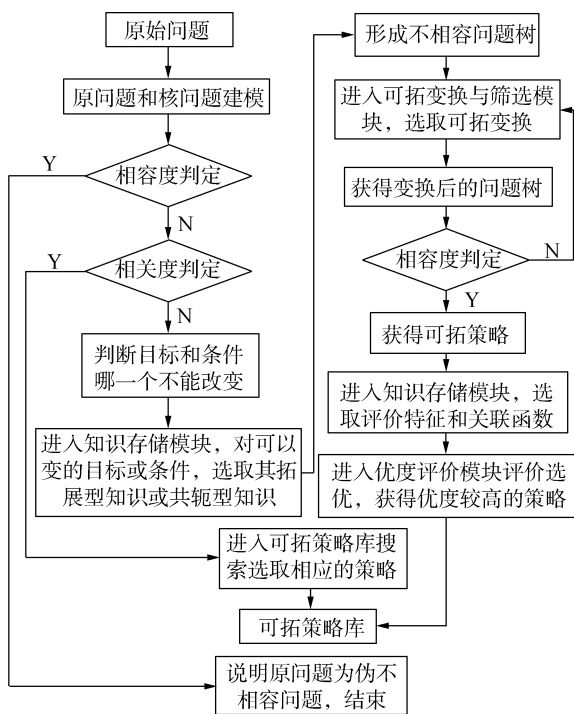


图 2 应用 ESGS 求解不相容问题的一般步骤

Fig.2 The general steps to solve the incompatible problem by using of ESGS

3.3 ESGS 软件架构

目前已有的对 ESGS 软件架构的研究,主要有基于构件的 ESGS 实现方法、策略生成系统正交软件体系结构、利用面向方面软件开发改善开发过程、不相容问题策略生成的通用框架、结合 HowNet 的 ESGS 研制、基于 WebService 架构的 ESGS 等方法^[24, 26]。

3.4 ESGS 软件研制情况

通过近年对可拓策略生成系统的基础理论和方法的系统研究,已逐步摸索到进行可拓策略生成系统研究的基本思路,开发了多个解决具体领域不相容问题的可拓策略生成系统。

针对不同领域的矛盾问题,研究人员实现了不同的策略生成系统。目前实现的 ESGS 有:房地产营销优化系统、防治空气污染系统、提高毕业生就业率系统、游客停车问题系统、自助游 ESGS、大坝安全

的 ESGS、租房 ESGS、求职问题 ESGS、防止企业人才流失系统、提高客户价值的 ESGS、图像识别 ESGS 等,详见文献[24]。

4 结束语

本研究基于可拓学的基本理论与方法,给人们提供了形式化定量化解决不相容问题的基本理论和可操作的有效方法,不相容问题求解系统的研究与开发,可以辅助人们解决领域不相容问题。

本研究的科学价值在于:

1) 本研究建立了能表达事物可变性和定量化表达量变质变的基元可拓集理论,并以此为集合论基础,采取以基元为逻辑细胞,以可拓模型、可拓变换、可拓推理为工具,以数学化、形式化、逻辑化相结合的研究方法,建立了适用于多领域不相容问题求解的一般理论与可操作的方法。

通过对各领域不相容问题求解的普遍规律和一般方法的形式化、系统化研究,使得人们解决不相容问题有一定的规律可循,可以让普通人也能像很多聪明人一样解决不相容问题。该研究带动了各行业对不相容问题求解的一般规律的研究,为人们提供了一套新的系统的不相容问题求解方法。

2) 本研究开拓了一个新的研究领域,使对不相容问题求解的研究,从概念与理论的层次,发展到系统的方法层次和可操作的逻辑推理层次,其方法体系是一种新的科学方法论,对推动相关学科发展具有重要的意义,为工程科学与信息科学等领域的应用工作者应用这些理论与方法去解决各领域的不相容问题架设了桥梁,对推动各领域应用研究的开展,科学技术的进步和社会经济的发展起到积极作用。

3) 本研究已从理论研究发展到多个领域的应用研究,理论和方法成果已被成功应用于工程技术各领域的产品创新与技术创新,也被大量应用于信息科学与人工智能、控制与检测、经济与管理等领域的不相容问题处理,取得了一批应用研究成果,申请了相关专利和软件著作权等。随着这些成果的不断深化和应用的深入,尤其是基于该项目的软件产品和硬件产品的开发利用,如:可拓策略生成系统软件、可拓数据挖掘软件、产品可拓设计软件、可拓检测产品、可拓控制产品等,必将对我国的经济建设和社会发展产生积极的影响,它将为社会的发展做出应有的贡献。本研究工作极大地推动了学科本身及其应用的发展,对我国建设创新型国家、提升国人的创新素质,具有十分重要的科学价值。

4) 本研究可为将来进一步研制矛盾问题智能

化处理系统打下基础^[27],必将有广阔的应用前景。由于本系统所依据的基础理论和方法的原创性,因此必将具有鲜明的自主知识产权。

参考文献:

- [1] 蔡文. 可拓集合与不相容问题[J]. 科学探索学报, 1983, (1): 83-97.
CAI Wen. Extension set and non-compatible problems[J]. Journal of science exploration, 1983(1): 83-97.
- [2] 蔡文, 杨春燕. 可拓学的基础理论与方法体系[J]. 科学通报, 2013, 58(13): 1190-1199.
CAI Wen, YANG Chunyan. Basic theory and methodology on Extenics[J]. Chinese science bulletin, 2013, 58(13): 1190-1199.
- [3] 中国人工智能学会, 中国科学技术协会. 2009-2010 智能科学与技术学科发展报告[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2010.
- [4] CAI Wen. Extension theory and its application[J]. Chinese science bulletin, 1999, 44(17): 1538-1548.
- [5] 李立希, 杨春燕, 李铎汶. 可拓策略生成系统[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [6] 杨春燕, 蔡文. 可拓学[M]. 北京: 科学出版社, 2014.
- [7] YANG Chunyan, CAI Wen. Extenics: theory, method and application[M]. Beijing: Science Press, 2014.
- [8] 杨春燕. 基于可拓论的不相容问题求解研究[J]. 中国工程科学, 2007, 9(10): 36-39.
YANG Chunyan. Study on incompatibility problems solving based on extension theory[J]. Engineering science, 2007, 9(10): 36-39.
- [9] 杨春燕, 蔡文. 可拓工程[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [10] 李卫华, 杨春燕. 结合 HowNet 的可拓策略生成软件研制[J]. 科技导报, 2014, 32(36): 32-36.
LI Weihua, YANG Chunyan. Develop an extension strategy generating software system combined with HowNet[J]. Science & technology review, 2014, 32(36): 32-36.
- [11] 赵燕伟, 占胜, 赵福贵, 等. 基于可拓实例推理的产品族配置系统[Z]. 软件著作权号: 2010SR011081.
ZHAO Yanwei, ZHAN Sheng, ZHAO Fugui, et al. Reasoned product configuration design system based on extension examples [Z]. Copyright Registration No.: 2010SR011081.
- [12] 杨国为, 王钰, 陈军伟. 基于层次化矛盾求解的鞋品创新设计策略生成系统[Z]. 软件著作权号: 2009SR01562.
YANG Guowei, WANG Yu, CHEN Junwei, et al. Knowledge-based general shoes intelligent computer-aided concept design system [Z]. Copyright Registration No.: 2009SR01562.
- [13] 李卫华, 方卓君, 杨春燕. 自助游可拓策略生成系统软件 V1.0[Z]. 软件著作权号: 2011SR063980.
LI Weihua, FANG Zhuojun, YANG Chunyan. DIY tour extension strategy generation system software V1.0 [Z]. Copyright Registration No.: 2011SR063980.
- [14] 李兴森, 朱正祥. 人机交互的可拓策略辅助生成系统[Z]. 软件著作权号: 2010SR006257.
LI Xingsen, ZHU Zhengxiang. Extension strategy aided generation system [Z]. Copyright Registration No.: 2010SR006257.
- [15] 杨春燕. 可拓学的重要科学问题及其关键点[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2006, 38(7): 1087-1090.
YANG Chunyan. The important scientific problems and their key points on Extenics[J]. Journal of Harbin institute of technology, 2006, 38(7): 1087-1090.
- [16] 蔡文. 物元模型及其应用[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1994.
- [17] 杨春燕. 事元及其应用[J]. 系统工程理论与实践, 1998, 18(2): 80-86.
YANG Chunyan. Affair-element and its application [J]. Systems engineering-theory & practice, 1998, 18(2): 80-86.
- [18] 蔡文, 杨春燕, 何斌. 可拓逻辑初步[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [19] 杨春燕, 蔡文. 可拓信息—知识—智能形式化体系研究[J]. 智能系统学报, 2007, 2(3): 8-11.
YANG Chunyan, CAI Wen. A formalized system of extension information-knowledge-intelligence[J]. CAAI transactions on intelligent systems, 2007, 2(3): 8-11.
- [20] 曹礼园, 李卫华. 基于基元和知网的问题相关度计算[J]. 智能系统学报, 2015, 10(2): 234-239.
CAO Liyuan, LI Weihua. Calculation of correlation problem based on basic element and HowNet[J]. CAAI transactions on intelligent systems, 2015, 10(2): 234-239.
- [21] TANG Long, YANG Chunyan, LI Weihua. Adopting gene expression programming to generate extension strategies for incompatible problem[J]. Neural computing and applications, 2016: 1-16, doi: 10.1007/s00521-016-2211-1.
- [22] 王定桥, 李卫华, 杨春燕. 从用户需求语句建立问题可拓模型的研究[J]. 智能系统学报, 2015, 10(6): 865-871.
WANG Dingqiao, LI Weihua, YANG Chunyan. Research on building an extension model from user requirements[J]. CAAI transactions on intelligent systems, 2015, 10(6): 865-871.
- [23] 李卫华, 傅晓东. 智能 Agent 的可拓策略生成机制[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2006, 38(7): 1150-1152.
LI Weihua, FU Xiaodong. Extension strategy generation mechanism for intelligent agent[J]. Journal of Harbin institute of technology, 2006, 38(7): 1150-1152.
- [24] 王定桥. 对 ESGS 多方面改进的研究与实现[D]. 广州:

广东工业大学, 2016.

WANG Dingqiao. Research and implementation of several aspects to improve ESGS[D]. Guangzhou: Guangdong University of Technology, 2016.

- [25] 杨春燕, 李卫华, 汤龙, 等. 基于可拓学和 HowNet 的策略生成系统研究进展[J]. 智能系统学报, 2015, 10(6): 823-830.

YANG Chunyan, LI Weihua, TANG Long, et al. Strategy-generating system based on Extenics and HowNet [J]. CAAI transactions on intelligent systems, 2015, 10(6): 823-830.

- [26] 汪中飞. 结合知网的 ESGS 软件架构的研究与实现[D]. 广州: 广东工业大学, 2015.

WANG Zhongfei. Research and implementation of software architecture of ESGS based on HowNet[D]. Guangzhou: Guangdong University of Technology, 2015.

- [27] 杨春燕, 蔡文. 可拓学与矛盾问题智能化处理[J]. 科技导报, 2014, 32(36): 15-20.

YANG Chunyan, CAI Wen. Extenics and intelligent processing of contradictory problems[J]. Science & technology review, 2014, 32(36): 15-20.

作者简介:



杨春燕, 女, 1964 年生, 研究员, 广东工业大学可拓学与创新方法研究所所长, 中国人工智能学会可拓专业委员会主任, 中国人工智能学会常务理事, 广东省未来预测研究会副理事长。国家自然科学基金项目、863 项目、广东省自然科学基金项目通讯评议专家, 全国可拓学研究领域的学术带头人之一。主要研究方向为可拓学、知识管理、决策科学、创新方法与创新设计、数据挖掘、智能系统。主持 3 项国家自然科学基金项目、3 项广东省自然科学基金项目和 2 项广东省科技计划项目。获广东省科学技术奖二等奖 1 项、三等奖 2 项, 获中国人工智能学会首届“吴文俊人工智能科学技术奖创新奖”一等奖 1 项。发表学术论文 100 余篇, 在科学出版社等出版专著 9 部。



汤龙, 男, 1985 年生, 讲师, 广东工业大学可拓学与创新方法研究所, 中国人工智能学会可拓专业委员会青年部副部长。主要研究方向为可拓策略生成与可拓数据挖掘, 主持国家自然科学基金项目 1 项, 广东省教育厅项目 1 项, 发表学术论文 8 篇。

2017 多媒体和云研讨会 Multimedia and the Cloud 2017

The proliferation of cloud computing and storage infrastructure as well cloud services provides a rich platform for multimedia researchers and developers to innovate new applications and services which would not have been possible before. For example, video streaming of high-definition content has now reached a fairly mature state. However, going forward we will only see an increase in multimedia applications which will require assistance from the cloud for multimedia processing and delivery. Examples include 3D content (stereo vision, 360°; virtual reality), interactive content, server-assisted multi-party conferencing and gaming, and large-scale visual recognition. Microsoft Azure 和 Cognitive Services APIs and Google Cloud 和 Vision, Speech, and NLP APIs are just beginning to scratch the surface of what will be possible when multimedia meets the cloud. In addition, the proliferation of mobile devices which need assistance from the cloud for multimedia applications keeps increasing. In this workshop, we aim to provide a forum for research which includes both multimedia services (recognition, processing, coding, delivery) running in the cloud as well as multimedia applications which utilize them.

High quality research in all areas related to multimedia and the cloud are solicited. Potential topics of interest are the following. Cloud-assisted multimedia content ingestion, processing, coding, storage, and delivery; Multi-party conferencing and gaming; Interactive client-server multimedia applications; Cloud-assisted virtual reality and augmented reality applications; Multimedia recognition in the cloud and hybrid cloud/device recognition; Multimedia social applications and content sharing utilizing the cloud; Cloud resource management issues specific to multimedia; Privacy / access control for cloud hosted multimedia content; Multimedia big data processing in the cloud; Mobile multimedia cloud applications and stream analytics.

Website: <http://icmc2017-cloudmm.azurewebsites.net/main2.html>