

中华博士 园地

这是本刊特为海内外正在就读和学成立业的博士、博士后青年学者们开辟的一片科普园地。深学浅著是一门德识、慧学、素质修养的学问。你们的新知识、新调研、新观察、新目光、新展望,能够用尽可能深入浅出、通俗流畅的语言,汇报给祖国人民、家乡父老子弟乡亲们吗?中华博士园地,乃耕耘忠孝之地,科教兴国、民族昌盛之地。要用慈母听得懂的语言,写出你们的心声!

中图法分类号:TB21 TP391 文章编号:1006-8961(2001)05-0507-03

基于 AGENT 的协同 TRIZ 研究

黄旗明 潘云鹤

(浙江大学 CAD&CG 国家重点实验室, 杭州 310027)

0 通向发明工程的方法(TRIZ)

大家知道,当代产品的竞争需要在尽量短的时间内利用最小的资源以产生新的有效的产品设计方案,如今在计算机辅助设计领域,工程师已掌握了多种技术来解决常规问题,而且大量的软件包也充分便利了,并使现有系统得到了优化。

另外,一些加强问题解决过程的方法,如头脑风暴法、形态分析法等,也已经使用并获得成功,这些方法虽相对简单,且能够快速掌握,但由于它们解决问题的直觉性和随机性,在工程中还没有获得大量的应用。Suh 教授的公理学说在评估设计质量中是

有用的,它认为可以系统地建立能够成功解决创造型问题的流程,但却没有提出产生有竞争力的产品设计方案的算法。

现在确实需要一种新的方法,来使普通的工程师依靠系统的逻辑分析就能够发现创造性的解决方案。自从 50 年代开始,在原苏联,以 Altshuller 为首的研究人员就在研究这样一种通向发明工程的方法(TRIZ)。从近 50 年的发展历史看,TRIZ 的发展是建立在工程而不是心理学的基础上的,可以和大多数其他发明问题的解决方法(例如头脑风暴法)结合使用。

目前 TRIZ 的研究重点是加强 TRIZ 的基础研究,以及如何开发和集成各种有关 TRIZ 的软件工具。随着网络技术的应用,多人利用 TRIZ 来进行技术创新的软件正在研究,本文通过一个不同学科的人员利用 TRIZ 技术共同研究解决减小 LOM 型快速成形制件胶厚分布不均匀性问题的分析实例,提出了利用联邦 AGENT 技术来实现协同 TRIZ 的框架。

黄旗明 1968 年生,浙江大学计算机系博士后,主要研究方向为 CAD/CAM、CSCW、软件工程、快速成表等。

1 TRIZ 的发展

TRIZ 的发展经历了 3 个阶段. 第 1 个阶段称为古典时期 (1946~1980), 在这个时期, 建立了 TRIZ 的概念基础, 虽开发了许多概念和方法, 但没有集成; 虽积累了大量的工程知识, 但由于这些知识用描述的方式表达, 因此只适合手工使用 TRIZ.

第 2 个阶段起源于 Boris Zlotin 和 Alla Zusman 在 Kishinev 创办的一所 TRIZ 技术学校, 称为 Kishinev 时期. 这所学校的目标是集成 TRIZ 的方法、工具和积累的知识, 并用计算机化的方法表示 TRIZ.

第 3 个阶段开始于 1992 年, 由于 Ideation 公司要调整 and 开发 TRIZ 使之应用于美国工程研究, 故称为 Ideation 时期. 这项技术已从分析发明创造问题发展到开发基于 IT 的知识驱动方法, 现已将进入发明工程阶段. 可以预见这种发明工程将增强解决问题的技能和提供集成的系统分析方法, 直至模拟创造.

目前, Ideation/TRIZ 技术包括分析工具和基于知识的概念开发工具, 其中, 分析工具提供了辨认和形式化问题的方法和计算机工具, 其包括物质—场分析、发明问题的解决算法 (ARIZ), 其中, 物质—场分析是一种对具体问题进行定义并将问题模型化的方法, 而发明问题解决算法则是根据物质—场分析定义的问题模型来导出解决问题的具体方法; 概念开发工具则包括克服系统对立问题的典型技法、发明问题标准解决方法、物理化学几何效果工学应用知识库等, 其中, 克服系统对立问题的典型技法是利用 40 个发明原理指明解决问题的关键和解决对策的探索方向, 而发明问题的标准解决方法则是首先将发明问题按其物质—场模型进行分类, 然后再将各类相似问题的解决方法标准化、体系化, 另外在

探索具体问题的解决对策时, 其实现某些机能所需的物理、化学、几何学等具体原理, 则由物理化学几何学效果工学应用知识库提供.

2 TRIZ 应用实例

笔者在“LOM 型快速成形胶厚场分析”研究中, 很大程度上利用了 TRIZ 的思想. 由华中理工大学和新加坡某公司合作开发的 ZIPPY 型快速成形机所制造的制件其厚度分布不均匀, 以至于影响了制件的实际应用. 由于制件是通过热压一层层胶纸叠加而成的 (如图 2 所示), 且胶的热压变形远大于纸的变形, 因此制件厚度分布不均匀是由于胶的热压变形不均匀引起的.

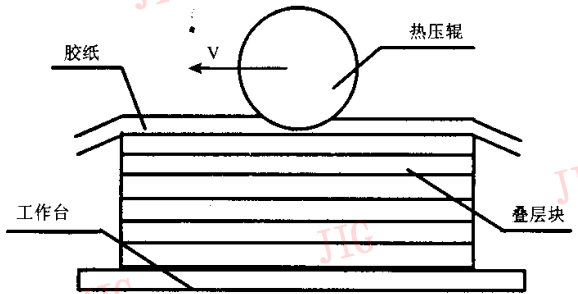


图 2 LOM 型快速成形示意图

下面列举利用发明问题解决算法 (ARIZ) 分析研究粘胶分布不均匀的一个片段.

(1) 最小问题 在已有系统不做大的改变的条件下, 如何使粘胶被热压后分布均匀.

(2) 系统对立 虽然热压辊的运动速度 (V) 相同时, 容易满足粘胶的热压变形一致的要求, 但是由于工作台尺寸小, 热压辊一个行程要经历增速、匀速、减速的过程, 因此在有限范围内不能完全匀速.

(3) 对立领域和资源分析 对立领域由胶纸、工作台和热压辊组成, 热压辊经过运动给纸提供热量和压力, 而工作台则支撑胶纸, 这样胶的热压变形主要由温度、压力决定, 由于纸的热压变形很小, 故可以忽略不计.

(4) 理想解 尽管热压辊的运动速度有变化, 但粘胶的热压变形相同.

(5) 物理矛盾 辊速变化虽引起了胶温变化, 但是由于胶压不变, 因此粘胶的热压变形不同. 那么如何根据辊速的变化来调整胶压?

(6) 物理矛盾的去除方法 根据辊速的变化浮动工作台, 即当辊速从低升高时, 胶温由高降低, 则

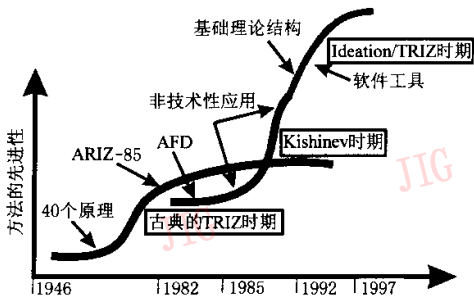


图 1 TRIZ 的发展过程

工作台上上升, 辊压由低升高, 这样粘胶形变即可以保持一致; 当热压辊匀速时, 工作台不动; 当辊速从高低降低时, 胶温由低升高, 则工作台下降低, 辊压由高低降低, 这样粘胶形变仍可保持一致。

以上利用 ARIZ 来定性分析解决粘胶热压分布不均匀问题的方法, 其定量研究涉及到力学、热学、复合材料、化学等多门学科知识, 笔者在定量研究过程中, 和力学系博导、化学系副教授等在建立假设、统一概念、建立模型等方面进行了长期的协商和书信交流, 才建立了数学模型, 进而解出了热压辊相对工作台的运动曲线, 该部分工作已通过实验验证。实践证明, 多人协同应用 TRIZ 技术能够提高解决问题的创新程度和效率。

3 基于 AGENT 的协同 TRIZ 框架

这种协同 TRIZ 的体系结构是分布式的, 其每个成员由 TRIZ AGENT、管理 AGENT 和界面 AGENT 组成(如图 3 所示)。现简述如下:

(1) TRIZ AGENT 由发明问题解决算法 AGENT、场-分析 AGENT、发明问题的标准解法 AGENT、克服系统对立问题的典型技法 AGENT 等组成, 其发明问题解决算法 AGENT、场-分析 AGENT 利用 workflow 技术, 发明问题的标准解法 AGENT 是利用基于实例的推理, 而克服系统对立问题的典型技法 AGENT 则是利用基于发明原理的技术特性矛盾对比表。

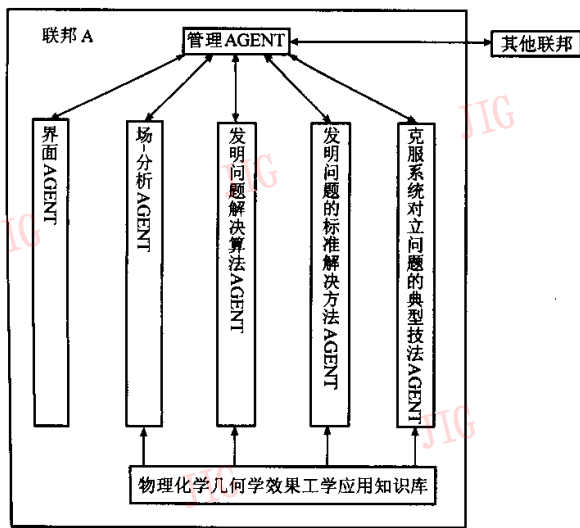


图 3 协同 AGENT 的联邦结构

(2) 界面 AGENT 负责向管理 AGENT 发送激活模式, 以启动相应的意向和技能执行, 以及汇报客户端的上线、离线消息, 同时显示管理 AGENT 传来的各种消息。

(3) 管理 AGENT 完成 TRIZ AGENT 的选择、协商和通讯等操作, TRIZ AGENT 的选择根据问题的特点, 可以利用多人协商的方法, 而且协商是采用 Ephrati 的集中式方法, 用一个“master agent”(即主持人)或组投票机制, 以达成协议, 这种管理 AGENT 的结构见图 4, 它包括行为控制器、熟人模型、自身模型、信息黑板和通讯模型。其中行为控制器用于完成多 AGENT 的协商和规划工作; 熟人模型是对目前了解的其他 AGENT 的描述, 它记录了它们的意向、技能、兴趣和当前状态等信息; 自身模型是对本 AGENT 的描述。

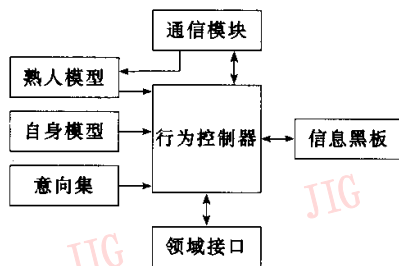


图 4 管理 AGENT 结构

TRIZ 的发展经历了古典时期、Kishinev 时期和 Ideation 时期, 正在进入发明工程时期。LOM 中粘胶分布不均匀问题的解决也说明 TRIZ 可以提供正确的研究方向。另外, 利用联邦式 AGENT 框架研究协同 TRIZ 将有助于合理管理 TRIZ 流程和调用 TRIZ 的不同算法, 从而为广泛开展 TRIZ 在各领域的应用建立了基础。

参考文献

- 1 牛占文等. 发明创造的科学方法论 TRIZ. 中国机械工程, 1999, 10(1): 84~89.
- 2 黄旗明. 影响 LOM 型快速成形精度和效率的关键因素研究[博士学位论文]. 武汉: 华中理工大学机械学院, 1998.
- 3 Hyacinth S, Nwana, Software agents: an overview. The Knowledge Review, 1996, 11(3).
- 4 Fey V S, Rivin E I, Vertkin I M. Application of the theory of inventive problem solving to design and manufacture systems. Annals of the CIRP, Jan. 1994.