

基于基因结构的复杂应急案例表示方法



研究成果：基于基因结构的复杂应急案例表示方法

作者：于峰，李向阳

发表于《系统工程理论与实践》（2017年第37卷第3期）

突发事件与人类社会活动相互复杂交织，例如，2011年日本大地震引发海啸，相继导致大面积停电，进而造成核泄漏。突发事件应对可能面对“事件超越经验”的情境，但决策又依赖经验，特别是在复杂的情境下，采用一般的统计分析方法难以归纳应急应对规律。目前，多数研究者基于知识表示方法开展了有关应急案例构建的研究，进行案例知识的提炼，主要采用框架与本体表示法。框架与本体表示法虽然在构建复杂应急案例时具有各自优点且实现了一定程度上的案例知识表示，但在知识结构性、表示完整性、应对任务流程梳理与辅助决策等方面都存在一定的局限性与不足，并且两者在表示形式与推理方式上又存在差异，难以实现有效的集成，即将结构性与知识性综合体现。

基因作为生物遗传的基本单位，携带有关生物个体的遗传信息，是一种自然的信息存储与表示模型，具有良好的结构性与要素信息的表达能力。因此，本研究提出复杂应急案例基因模型的概念，基于基因模型构建多级的案例结构，能形成可重复使用的、标准的、简化的、可供应急决策者重组参考且具有“生物型”特征的复杂应急案例表示模型，该方法视复杂应急案例为生物个体、案例情境为基因组、案例情景为基因、情景与任务要素为DNA碱基对，以基因模型为通用的案例表示模版，有助于案例内容有机连接成整体，从而形成附带关联的复杂应急案例知识图谱。据此模型，可完整清晰地表示复杂应急案例中包含的陈述性与过程性知识，以及通过抽取基因生成不同情境与情景下的应急案例片段。因此，该方法在一定程度上继承与集成了框架与本体表示法的特点，既能表现出良好的结构性，又能有效表示知识的逻辑内容，从而避免单独使用框架或本体表示法的不足，可实现复杂应急案例结构的系统性表达。

为更好的说明基于基因结构的复杂应急案例方法的有效性，本研究以我国S市一次由台风伴生暴雨引发的复杂情境链为例，阐述基于基因结构的复杂应急案例表示方法的应用。具体从案例的陈述性知识表示与过程性知识表示这两个方面来重点阐述基因模型如何有效继承与集成框架与本体表示法的特点，以及如何克服其在复杂应急案例表示方面的不足，并简要说明基因模型的推理方式。

从而得出结论，在一定程度上，基因模型继承了框架模型的良好结构性与本体模型的过程性知识的表示能力，并以自身的多级结构特征集成了两者的特点。同时，又通过结合复杂应急案例的表示需求与基因结构的特点，从层次关系与逻辑内容上实现了对框架与本体表示法的改进提升。本研究就复杂应急案例的多级结构特征，提出基于基因结构的复杂应急案例表示方法，主要成果的创新性与贡献在于如下三点：

1) 基于“情境—情景”结构论述复杂应急案例的内在机理，并从呈情境链模式、深度不确定性、系统动态变化与情景耦合交叉四个方面阐述复杂应急案例的特点，据此提出引入基因结构构建复杂应急案例，并从结构性、层次性、继承性、相似性、转换性与自组织性等方面阐述其择定依据；

2) 基于复杂应急案例的多级结构，构建了具有三级结构的案例基因模型。其中，一级结构借鉴了基因序列自身的链式结构表示复杂应急案例的情境链，解决了框架之间连接性不强的问题；二级结构阐述了情境陈述性知识的表示结构，基于基因结构分为前导区、调控区、转录区与尾部区，实现了复杂应急案例中配对信息的表达，较好地提升了案例检索的能力，表现出框架模型更好的清晰性；三级结构结合了可拓基元模型与碱基的分子结构将包含过程性知识的应对任务转换为可拓基元分子结构，较本体模型具有更好的结构性与逻辑性；

3) 从案例检索、复用与修正三个方面阐述了基于基因结构的复杂应急案例表示方法的合理性与有效性。可知，该方法在一定程度上提升了案例检索的准确性、降低了案例复用的复杂性与增强了案例修正的适应性。同时，针对复杂应急案例所包含的不确定性，基因结构在案例表示与推理时都对其有较好的表现。

综上所述，基因结构可用于重构已有的复杂应急案例，能形成可重复使用的、标准的、简化的、可供应急决策者重组参考且具有“生物型”特征的复杂应急案例表示模型。在复杂突发事件下，这将有助于启发应急决策者，使其能借鉴历史经验生成面向目标复杂应急案例的应对方案。良构与清晰的案例表示模型可提升案例检索、复用与修正的效率与效果。

供稿：学科与科研管理办公室 编辑：姜娜 责编：曹文涛